

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura



Tesis Doctoral

Diseño e implementación de un SSD (Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones) para la evaluación y seguimiento del peligro de contaminación del acuífero de Mar del Plata por fuentes puntuales

Agustina Barilari

Director: Dr. Héctor E. Massone

Co-Director: Dra. Virginia A. Pacini

Miembros del Jurado: Dra. Ingallinella; Dr. Kruse; Dr. Mariño

Tesis presentada en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de

Doctor en Ingeniería

Diciembre 2020

Certifico que el trabajo incluido en esta tesis es el resultado de tareas de investigación originales y que no ha sido presentado para optar a un título de postgrado en ninguna otra Universidad o Institución.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Agustina Barilari', written in a cursive style.

Agustina Barilari

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

TESIS DOCTORAL

REALIZADA POR: Agustina Barilari

Diseño e implementación de un SSD (Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones) para la evaluación y seguimiento del peligro de contaminación del acuífero de Mar del Plata por fuentes puntuales

DIRECTOR: DR. HÉCTOR E. MASSONE

CO-DIRECTOR: DRA. VIRGINIA A. PACINI

Diciembre 2020

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos	x
Resumen.....	xii
Abstract	xiii
Listado de abreviaturas utilizadas.....	xiv
1. INTRODUCCION	17
1.1. Motivación	17
1.2. Objetivo y Metodología del capítulo.....	18
1.3. Agua y ciudad	18
1.4. Enfrentando el problema	19
1.5. Estrategias para la solución del problema	21
1.6. Hipótesis y objetivos de la tesis	23
1.6.a. Hipótesis.....	23
1.6.b. Objetivo general.....	24
1.6.c. Objetivos específicos	24
2. MARCO TEÓRICO GENERAL Y SÍNTESIS DE ANTECEDENTES	25
2.1. Objetivo y metodología de capítulo	25
2.2. La gestión ambiental	25
2.3. Peligro de contaminación del agua subterránea	28
2.3.a. El proceso de gestión del peligro de contaminación del acuífero	31
2.4. La toma de decisiones y los sistemas de soporte a las decisiones espaciales	33
2.4.a. Estructura del proceso de decisión	36
2.4.b. DSS, SDSS.....	39
2.4.c. Componentes de un SDSS.....	41
3. ÁREA DE ESTUDIO	46
3.1. Objetivo y metodología del capítulo	46
3. 2. Localización y población	46
3.3. Sistemas de abastecimiento de agua, saneamiento y pluviales	47
3.3.a. Abastecimiento de agua	47
3.3.b. Sistema de saneamiento	50
3.3.c. Sistema pluvial.....	51
3.4. Entorno Físico.....	52
3.4.a. Clima.....	52
3.4.b. Geología y Geomorfología	55
3.4.c. Hidrología superficial.....	57
3.4.d. Hidrogeología	59
3.5. Entorno socioeconómico.....	63

3.5.a. Descripción del perfil productivo	66
4. INVENTARIO Y CLASIFICACIÓN DE FUENTES PUNTUALES DE POTENCIAL CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO	70
4.1. Objetivo y metodología del capítulo	70
4.2. Inventario	70
4.2.a. Industrias.....	71
4.2.b. Sistema de almacenamiento subterráneo de hidrocarburos (SASH).....	77
4.2.c. Sitios de disposición final de residuos sólidos (SDFR)	78
4.2.d. Criaderos	80
4.2.e. Cavas y canteras	82
4.2.f. Cementerios.....	83
5. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA POR FUENTES PUNTUALES EN EL PGP.	85
5.1. Objetivo y metodología del capítulo	85
5.2. Justificación de la necesidad de evaluar la peligrosidad de contaminación por fuentes puntuales.....	85
5.3 Desarrollo del Índice de Peligrosidad (IP)	87
5.3.a. CCP - Carga Contaminante Potencial	88
5.3.b. DE – Modo de Disposición del Efluente	89
5.3.c. PP – Ubicación de la fuente puntual dentro de los perímetros de protección calculados.....	90
5.3.d. IP, variables y pesos	92
6. GESTIÓN DEL PELIGRO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA POR FUENTES PUNTUALES EN EL PGP.....	105
6.1 Objetivo y metodología del capítulo	105
6.2. El proceso de gestión del peligro de contaminación del acuífero	105
6.3. Políticas, teoría y práctica en el proceso de gestión del peligro de contaminación del agua subterránea	107
6.3.a. Identificación de las principales guías “lo que debería ser”	109
6.3.b. Identificación de las principales brechas: “lo que realmente es”	119
6.4. Propuesta de acciones de ajuste.....	125
7. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA GESTIÓN DEL PELIGRO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL PGP.....	128
7.1. Objetivo y metodología del capítulo	128
7.2 Modelos de Decisión Multicriterio.....	128
7.3 Aplicación espacial de modelo multicriterio de priorización. Modelo estratégico.....	131
7.3.a. Estructura del modelo multicriterio preliminar (árbol de jerarquías).....	133
7.3.b. Validación y peso de los subcriterios	135
7.3.c. Valoración por cuencas (árbol de valores)	140
7.3.d. Resultados del modelo con criterios de igual peso.....	162

7.3.e. Validación de los resultados del modelo y ponderación de los criterios	163
7.3.f. Resultados del modelo multi-voiced.....	166
7.3.g. Discusión de los resultados	168
7.3.h. Desarrollo del modelo multicriterio utilizando “zonas” como alternativas.....	170
7.4. Propuesta preliminar de acciones destinadas a aplicar los resultados del modelo	182
7.4.a. Identificación de las acciones generales a escala de partido.....	182
7.4.b. Recomendaciones para la definición y aplicación de acciones específicas a escala de cuencas o zonas.....	187
8. PROPUESTA DE UN SDSS RELACIONADO A LA GESTIÓN DEL PELIGRO DE CONTAMINACIÓN POR FUENTES PUNTUALES.....	189
8.1. Objetivo y metodología del capítulo	189
8.2. Diseño e implementación del SDSS.....	189
8.3. Base de conocimientos	191
8.3.a. Resumen para Decisores	191
8.3.b. Información Geográfica.....	191
8.3.b. Marco regulatorio y legal	205
8.3.c. Actores gubernamentales con responsabilidad en la gestión del peligro de contaminación del agua subterránea por fuentes puntuales.....	205
8.4. Base de modelos	206
8.4.a. Software utilizados.....	206
8.4.b. Planilla Excel para el cálculo del IP por fuentes puntuales	206
8.4.c. Resultados del modelo multicriterio	206
8.5. Análisis e interfase visual	206
9. CONCLUSIONES	211
BIBLIOGRAFÍA.....	215
ANEXOS	231
Anexo I. Guiones de entrevistas.....	231
Anexo II. Resumen para Decisores.....	235
Anexo III. Metadatos	254

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. El proceso de gestión ambiental	25
---	----

Figura 2.2. Relación entre actores, escalas y tipo de problemas en la gestión de recursos hídricos	26
Figura 2.3. La gestión ambiental y sus componentes.	27
Figura 2.4. Esquema conceptual para la evaluación del peligro de los recursos hídricos subterráneos.....	29
Figura 2.5. Triángulo de la gestión del riesgo de contaminación del acuífero.....	31
Figura 2.6. Ciclo de Gestión del Peligro y del Riesgo.....	32
Figura 2.7. Cómo se resuelven 10.000 decisiones.	34
Figura 2.8. Estructura del proceso de decisión.	36
Figura 2.9. Modelo humano para la ciencia y evaluación de las decisiones.....	37
Figura 2.10. Pasos de modelación en un contexto socioambiental	39
Figura 2.11. Estructura básica de un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones	40
Figura 2.12. Marco para la planificación y proceso de la toma de decisiones.....	41
Figura 2.13. Componentes de un SDSS.	42
Figura 2.14. Problema de decisión.	43
Figura 2.15. Etapas del proceso de decisión multicriterio.	44
Figura 3.1. Área de Estudio.	47
Figura 3.2. Pozos de abastecimiento público con caudal en 2016.....	48
Figura 3.3. Mapa de cobertura de red de agua.....	49
Figura 3.4. Mapa de cobertura de red cloacal.	51
Figura 3.5. Mapa de cobertura del sistema pluvial.	52
Figura 3.6. Temperatura media mensual (1991-2015) Estación Meteorológica Mar del Plata aero.	53
Figura 3.7. Precipitación media mensual (1991-2015) Estación climatológica Mar del Plata aero.	54
Figura 3.8. Precipitación media anual (1965-2010).	54
Figura 3.9. Balance hídrico (1991-2015).	55
Figura 3.10. Modelo Digital de Elevación.....	57
Figura 3.11. Cuencas de drenaje PGP.....	58
Figura 3.12. a. Espesor de la zona no saturada; b. Curvas equipotenciales.....	63
Figura 3.13. Distribución espacial del uso de suelo agrícola extensivo y frutihortícola.	65
Figura 3.14. PBG por sectores de actividad 2012.....	66
Figura 4.1. Ingreso al Parque Industrial Mar del Plata	72
Figura 4.2. Industria alimenticia dentro del Parque Industrial	72
Figura 4.3. Industria alimenticia (agua mineral) sobre ruta 226.....	73
Figura 4.4. Localización de industrias en el PGP.	73
Figura 4.5. Tanque de almacenamiento de combustible extraído de una estación de servicio.....	78
Figura 4.6. Tanque de almacenamiento de combustible enterrado.....	78
Figura 4.7. Loma generada por el predio inactivo de residuos	79
Figura 4.8. Planta de Separación y clasificación de materiales	80
Figura 4.9. Criadero de pollos “Toledo” en el área periurbana sobre ruta 226.....	80
Figura 4.10. Criadero de Pollos “Pollos de las Sierras” en el área periurbana	81
Figura 4.11. Localización de Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos, criaderos y Sitios de Disposición Final de Residuos en el PGP.....	81
Figura 4.12. Cava con residuos.....	82

Figura 4.13. Producción de ladrillos	83
Figura 4.14. Cementerio Parque Municipal	83
Figura 4.15. Localización de cavas, canteras y cementerios en el PGP.....	84
Figura 5.1. Pozo de abastecimiento sin perímetro de protección	86
Figura 5.2. Clase de contaminante.....	88
Figura 5.3. Valoración de la Carga Contaminante Potencial (CCP) por fuente puntual. a) Industrias. b) SASH. c) Criaderos, cementerios y SDFR. d) Cavas y canteras.....	94
Figura 5.4. Valoración del modo de disposición de los efluentes (DE) por fuente puntual. a) Industrias. b) SASH. c) Criaderos, cementerios y SDFR. d) Cavas y canteras	95
Figura 5.5. Perímetros de Protección de 50, 100 y 365 días.....	96
Figura 5.6. Valoración de la fuente puntual dentro de los perímetros de protección calculados (PP). a) Industrias. b) SASH. c) Criaderos, cementerios y SDFR. d) Cavas y canteras.....	97
Figura 5.7. Índice de peligrosidad (IP) para Industrias	99
Figura 5.8. Índice de peligrosidad (IP) para SASH	100
Figura 5.9. Índice de peligrosidad (IP) para criaderos, SDFR y cementerios.....	101
Figura 5.10. Índice de peligrosidad (IP) para cavas y canteras.....	102
Figura 6.1. Percepción y comunicación en relación con la alarma..	107
Figura 7.1. Mapa de cuencas y localidades	132
Figura 7.2. Esquema metodológico del desarrollo del modelo multicriterio	133
Figura 7.3. Árbol de jerarquías del modelo multicriterio preliminar llevado al primer taller..	134
Figura 7.4. Primer taller llevado a cabo en la Universidad FASTA.....	136
Figura 7.5. Modelo de planilla entregada a los participantes del primer taller	137
Figura 7.6. Estructura (árbol de jerarquía) del modelo multicriterio consensuada.....	138
Figura 7.7. Pesos otorgados a los subcriterios por institución participante	139
Figura 7.8. Fuentes puntuales con potencial carga contaminante.	148
Figura 7.9. Reservas de agua subterránea por cuenca	148
Figura 7.10. Extracción para abastecimiento público y para riego suplementario por cuenca	149
Figura 7.11. Usos de suelo agrícola intensivo, extensivo/ganadero	149
Figura 7.12. Unidades Sanitarias en el PGP.....	150
Figura 7.13. Vulnerabilidad del acuífero	150
Figura 7.14. Alta potencialidad de pérdida de calidad fisicoquímica.....	151
Figura 7.15. Alta potencialidad de pérdida por agroquímicos	152
Figura 7.16. Alta potencialidad de pérdida de calidad bacteriológica	152
Figura 7.17. Escuelas, Barrios que cuentan con Sociedades de Fomento en el PGP.	153
Figura 7.18. Diferencias entre los límites de las cuencas y los radios censales. Ejemplo Cuenca de Los Padres.	154
Figura 7.19. Espacialización inferida. Ejemplo: Pozos ciegos domiciliarios en cuenca de Los Padres, a la que se asignó categoría alta.	155
Figura 7.20. Pozos ciegos domiciliarios por radio censal.	156
Figura 7.21. Extracción para abastecimiento domiciliario.	156
Figura 7.22. Cantidad de población por radio.....	157
Figura 7.23. Calidad de la vivienda.....	157
Figura 7.24. Jefe de hogar con educación primaria incompleta por radio censal.	158
Figura 7.25. Valoración e ingreso en CDP de pozos ciegos domiciliarios por cuenca.....	160

Figura 7.26. Valoración e ingreso en CDP de Industrias sin conexión a red cloacal por cuenca	160
Figura 7.27. Valoración e ingreso en CDP de Organización ciudadana por cuenca	161
Figura 7.28. Valoración e ingreso en CDP de Potencial pérdida de calidad por agroquímicos	161
Figura 7.29. Puntaje de decisión del modelo con criterios de pesos iguales	162
Figura 7.30. Mapa de prioridades por cuencas hídricas utilizando pesos iguales en los criterios	163
Figura 7.31. Segundo taller llevado a cabo en la Universidad FASTA	164
Figura 7.32. Planilla Excel del método de pares comparados entregada a los participantes del taller	165
Figura 7.33. Pesos obtenidos en el segundo taller por cada institución participante	165
Figura 7.34. Puntaje de decisión por cuenca	166
Figura 7.35. Contribuciones de los criterios al puntaje de decisión por cuenca.....	167
Figura 7.36. Mapa final de prioridades por cuenca con criterios ponderados “multi-voiced”	168
Figura 7.37. Comparación entre modelo con pesos iguales y multi-voiced	169
Figura 7.38. Mapa de zonas del PGP	172
Figura 7.39. Estructura del modelo de decisión. Alternativas: zonas.	173
Figura 7.40. Valoración e ingreso a CDP de subcriterios obtenidos del Censo 2010: Ejemplo Pozos ciegos domiciliarios por zona.	174
Figura 7.41. Valoración e ingreso a CDP de Reservas de agua subterránea por cuenca.	175
Figura 7.42. Valoración e ingreso a CDP de Extracción para riego suplementario.	175
Figura 7.43. Valoración e ingreso a CDP de Extracción para abastecimiento público.	176
Figura 7.44. Puntaje de decisión por zonas.....	176
Figura 7.45. Contribución de los criterios al puntaje de decisión por zonas	177
Figura 7.46. Mapa final de prioridades por zonas.....	178
Figura 7.47. Mapa de prioridad y criterios de mayor contribución por cuenca	180
Figura 7.48. Mapa de prioridad y criterios de mayor contribución por zona	181
Figura 7.49. Síntesis de los resultados obtenidos	184
Figura 8.1. Esquema del diseño del SDSS. Fuente: modificado de Bereciartua (2003)	190
Figura 8.2. Clasificación basada en el tiempo y el espacio. Fuente: Sun y Li (2016).....	190
Figura 8.3. Portada del resumen para decisores.....	191
Figura 8.4. Datos fundamentales, secundarios y no fundamentales.	192
Figura 8.5. Clases del catálogo de IDERA.	193
Figura 8.6. Visualización de capas en QGIS Cloud	205
Figura 8.7. Sección de inicio de la página web	207
Figura 8.8. Video de síntesis de la tesis.....	207
Figura 8.9. Sección de base de conocimiento	208
Figura 8.10. Sección de base de modelos	208
Figura 8.11. Video Planilla de cálculo del IP	209
Figura 8.12. Video modelo multicriterio	209
Figura 8.13. Sección de visualizador.....	210

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Valores medios de para parámetros meteorológicos (1951-2010).	53
---	----

Tabla 3.2. Sistema Hidrológico.....	60
Tabla 4.1. Fuentes de datos de fuentes puntuales en el PGP.....	71
Tabla 4.2. Rubros industriales.....	74
Tabla 5.1. CCP - Rating para fuentes puntuales.....	88
Tabla 5.2. Categorías y valores de las variables.....	92
Tabla 5.3. Clases de IP.....	93
Tabla 5.4. Resultados de IP para cada fuente puntual.....	98
Tabla 5.5. Análisis de sensibilidad, alternativas y resultados.....	103
Tabla 6.1. Síntesis de las entrevistas a los gestores relacionados con la prevención de la contaminación del agua subterránea en PGP. Parte 1.....	110
Tabla 6.2. Principales guías relacionadas al proceso de gestión del peligro de contaminación del agua subterránea.....	111
Tabla 6.3. Síntesis de las entrevistas a los gestores relacionados con la prevención de la contaminación del agua subterránea en PGP. Parte 2.....	234
Tabla 6.4. Evaluación y valoración de las brechas entre políticas, teorías y prácticas.....	120
Tabla 6.5. Propuesta de acciones de ajuste para reducir las brechas identificadas.....	126
Tabla 7.1. Matriz de valoración.....	130
Tabla 7.2. Pesos finales promedio para cada subcriterio.....	139
Tabla 7.3. Pesos finales promedio para cada subcriterio.....	142
Tabla 7.4. Modo de espacialización, tipo de representación y geometría de los subcriterios.....	146
Tabla 7.5. Subcriterios y modo de valoración.....	158
Tabla 7.6. Valores de contribuciones de los criterios al puntaje de decisión por cuenca.....	167
Tabla 7.7. Subcriterios cuyo modo de espacialización ha sido modificado.....	173
Tabla 7.8. Valores de contribución de los criterios al puntaje de decisión por zonas.....	177
Tabla 7.9. Identificación de criterios más importantes por zona.....	179
Tabla 7.10. Identificación de criterios más importantes por cuenca.....	179
Tabla 7.11. Clasificación de las acciones según su categoría.....	186
Tabla 8.1. Catálogo de objetos geográficos vectoriales.....	194
Tabla 8.2. Catálogo de objetos geográficos raster.....	202
Tabla 8.3. Ejemplo de planilla de metadatos.....	203

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a todos los que de alguna forma, desde lo académico o personal, con su colaboración me han ayudado a llegar a esta instancia. Quiero agradecer especialmente a:

A mi Director del Tesis, Dr. Héctor Massone, por darme la posibilidad de trabajar junto a él, por apoyarme y acompañarme durante todo el transcurso del doctorado, brindándome todo su conocimiento y experiencia en el ámbito académico, como también su comprensión y aliento durante situaciones personales particulares.

A mi co-Directora, Virginia Pacini, por el tiempo dedicado y los consejos brindados para mejorar la Tesis.

Al grupo de Hidrogeología del Instituto de Geología de Costas y de Cuaternario, por hacerme sentir tan cómoda en mi lugar del trabajo y por estar siempre dispuestos a brindar su ayuda desinteresadamente; a la Dra. Lourdes Lima y al Dr. Mauricio Quiroz Londoño por su ayuda y participación en diversos momentos del desarrollo de este trabajo.

Al grupo de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad FASTA por su colaboración con esta tesis.

Y a mi familia: a mi marido, Julio, por su apoyo incondicional en todo lo que emprendo, acompañándome y dándome fuerzas en los momentos más difíciles y demostrándome que juntos podemos con todo; a mis hijos, Benjamín y Olivia, que son la razón para intentar alcanzar siempre mi mejor versión; a mis padres, Analía y Daniel, por darme todo sin esperar nada a cambio y por enseñarme, con su ejemplo, a enfrentar los obstáculos y a seguir adelante para lograr mis objetivos; a mi hermano, Mateo, que a pesar de su corta edad me ha ayudado, en su rol de tío, siempre que lo he necesitado permitiéndome, muchas veces, trabajar fuera del horario laboral.

Por último, me gustaría dedicar esta tesis a mi abuela, Loli, que aunque ya no está conmigo sé que estaría muy orgullosa de este logro.

Resumen

En el campo de las problemáticas urbanas y periurbanas de las ciudades que se abastecen del agua subterránea, la contaminación del agua de consumo es uno de los que más atención recibe; en este sentido, vincular la gestión hídrica con la territorial requiere entre otras cosas el desarrollo de herramientas que contribuyan a la toma de decisiones. El objetivo general de esta tesis es diseñar, generar e implementar un sistema de soporte a las decisiones espaciales (SDSS) en gestión de recursos hídricos subterráneos, aplicado especialmente a fuentes puntuales de contaminación para ciudades intermedias, tomando el Partido de General Pueyrredon (PGP; provincia de Buenos Aires) como estudio de caso.

Este trabajo se realizó a partir de fuentes de información primarias y secundarias que permitieron identificar, clasificar y ponderar más 800 fuentes puntuales de potencial contaminación del agua subterránea, desarrollar una metodología para priorizarlas en términos de optimizar las tareas de control estatal a partir de un “índice de peligrosidad” (IP), evaluar el proceso de gestión del peligro de contaminación del acuífero en el PGP mediante la sistematización de lo establecido por 29 guías y normativas, proponer acciones de gestión que permitan mejorar el cumplimiento de estas guías/normativas e identificar territorialmente las áreas de mayor necesidad de implementación de estas acciones a través de técnicas de análisis multicriterio en dos talleres participativos y mediante la utilización del software Criterium Decision Plus. Finalmente, todo el trabajo realizado se aplicó al desarrollo de una herramienta (SDSS) para la ayuda en la toma de decisiones a través de una interfase web (<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/SSDaguasubterranea>), que permite acceder tanto a los modelos multicriterio y a la planilla Excel para el cálculo del IP, como a datos e información del medio físico y social en un entorno de Sistema de Información Geográfica (QGIS).

Abstract

Among the problems that arise in urban and peri-urban cities that are supplied by underground water, pollution of drinking water is one of the issues that gets greater attention; therefore linking water and territorial management requires, inter alia, the development of tools that contribute to decision-making. The aim of this thesis is to design, generate and implement a spatial decision support system (SDSS) for underground water resources management, applied particularly to point sources of pollution for intermediate cities, taking General Pueyrredon District (PGP; province of Buenos Aires) as a case study.

This manuscript was carried out from primary and secondary sources of information that allowed to identify, classify and weight more than 800 point sources of potential groundwater pollution, develop a methodology to prioritize them in terms of optimizing state control tasks based on a “hazard index” (IP), evaluate the process of water pollution hazard management in the PGP by systematizing the established by 29 guidelines and regulations, propose management actions that would improve compliance of these guidelines/regulations and identify areas with greatest implementation need of these actions through multi-criteria analysis techniques (with two participatory workshops) using Criterium Decision Plus software. Finally, all this work was applied to the development of a web decision making tool (SDSS; <http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/SSDaguasubterranea>) that allows to access both the multi-criteria models and the Excel spreadsheet for IP calculation, as well as data and information from the physical and social environment in a Geographic Information System (QGIS) context.

Listado de abreviaturas utilizadas

ADA: Autoridad del Agua

AEL: Área económica local

AHP: Proceso Analítico Jerárquico

CAA: Certificado de aptitud ambiental

CCP: Carga contaminante potencial

CDF: Centro de disposición final

CDP: Criterium Decision Plus

CEAMSE: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado

CFR: Radio fijo calculado

CK: Componente del conocimiento

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno

DBMC: Gestión de base de datos

DE: Modo de disposición del efluente

DGA: Dirección del Gestión Ambiental de la MGP

DMC: Gestión de diálogo

DQO: Demanda Química de Oxígeno

EDAR: Estación Depuradora de Aguas Residuales

EMSUR: Ente Municipal de Servicios Urbanos

GIRH: Gestión integral de recursos hídricos

GIRSU: Gestión Integrada de Residuos Sólidos Urbanos

GWP: Global Water Partnership

IDERA: Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina

INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

IP: Índice de peligrosidad

IWRM: Integrated Water Resource Management

MCDM: Modelos de decisión multicriterio

MGP: Municipalidad de General Pueyrredon

MMC: Gestión de modelos

MPS: Fuentes multipuntuales

NCA: Nivel de complejidad ambiental

ODS: Objetivos de desarrollo sostenible

OE: Objetivo específico

OMS: Organización Mundial de la Salud

OPDS: Organismo Provincial de Desarrollo Sostenible

OSSE: Obras Sanitarias Sociedad de Estado

PBG: Producto Bruto Geográfico

PBI: Producto Bruto Interno

PdC: Peligro de contaminación

PGP: Partido de General Pueyrredon

PHVA: Planificar, Hacer, Verificar, Actuar

PP: Perímetros de protección

PSA: Plan de seguridad del agua

PSCM: Planta de Separación y Clasificación de Materiales

RILAPA: Reserva Integral Laguna de los Padres

SAA: Sistema acueducto austral

SAN: Sistema acueducto norte

SAO: Sistema acueducto oeste

SAS: Sistema acueducto sur

SASH: Sistema de almacenamiento subterráneo de hidrocarburos

SC: Tomador de decisiones

SDFR: Sitios de disposición final de residuos

SDSS: Sistema de soporte a las decisiones espaciales

SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria

SGA: Sistema de gestión ambiental

SID: Sistema de impulsión directa

SIG: Sistema de información geográfica

SIJP: Sistema integrado de jubilaciones y pensiones

SMART: Simple Multi-attribute Rating Technique

SSD: Sistema de soporte a la toma de decisiones

UFASTA: Universidad Fraternidad de Agrupaciones Santo Tomás de Aquino

UNMdP: Universidad Nacional de Mar del Plata

VBP: Valor bruto de la producción

ZNS: Zona no saturada

1. INTRODUCCION

1.1. Motivación

En los últimos años, científicos, gestores y responsables de la toma de decisiones del área de medio ambiente comenzaron a prestarle más atención al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, dentro de los cuales el agua tiene un rol de gran importancia como recurso esencial para la vida. Sin embargo, en este contexto en el que el agua es un recurso sumamente valioso, también puede ser percibida como un peligro potencial, haciendo que la relación entre el agua y las personas sea compleja. Esta complejidad resulta de mayor magnitud en las zonas periurbanas de ciudades intermedias, en las que el agua potable no llega a todos los habitantes y donde la presencia de fuentes puntuales de contaminación puede hacer peligrar la salud de las personas que allí habitan.

El Partido de General Pueyrredon (PGP), que se abastece íntegramente de agua subterránea para satisfacer los diversos consumos existentes, presenta una gran cantidad de fuentes puntuales de potencial contaminación del acuífero y también algunas limitaciones con relación a los recursos humanos y económicos de los organismos gubernamentales encargados del control de estas fuentes. De esta manera, surge como uno de los mayores retos en el proceso de gestión del agua subterránea, y más específicamente en la prevención de la contaminación, lograr una buena compatibilidad entre las situaciones "ideales" y las situaciones "posibles". Si bien la forma más segura para lograr una protección absoluta contra la contaminación de las aguas subterráneas sería detener todo tipo de actividades potencialmente contaminantes, esto sería imposible de llevar a cabo debido a las implicaciones políticas, técnicas y, sobre todo, económicas que esto implicaría; de aquí surge la principal motivación para el desarrollo de esta tesis: contribuir a la prevención de la contaminación del agua subterránea y facilitar la toma de decisiones relacionadas a su gestión, a través de la generación de una herramienta que permita identificar en cuál de las actividades potencialmente contaminantes que se desarrollan en el Partido y/o en qué lugar específico es necesario priorizar el control por parte de los organismos gubernamentales o implementar medidas determinadas para proteger el recurso hídrico subterráneo y así contribuir a la calidad de vida de la población.

1.2. Objetivo y Metodología del capítulo

El objetivo de este capítulo es presentar la descripción del problema en estudio y los objetivos e hipótesis de la tesis.

La metodología empleada fue la revisión bibliográfica nacional e internacional.

1.3. Agua y ciudad

En el campo de las problemáticas urbanas y periurbanas de las ciudades que se abastecen del agua subterránea, la contaminación del agua de consumo es uno de los que más atención recibe (Burby, 1998; Cardona, 2003; WWAP, 2012). Globalmente, se estima que el agua subterránea provee el 36% del suministro de agua potable para consumo humano, 43% del agua utilizada para la agricultura y 24% del suministro de agua para la industria (Döll et al., 2012). Se prevé que la demanda de agua subterránea como fuente confiable y segura de suministro de agua aumentará considerablemente en el futuro y que los acuíferos serán más vulnerables debido a las influencias antropogénicas, como la intensificación de la agricultura, los cambios en el uso del suelo, la creciente población, la urbanización y la industrialización (Howard, 2012; Machiwal et al., 2018). En síntesis, las múltiples actividades que se desarrollan en un territorio afectan de una u otra forma a sus recursos hídricos; de ahí la necesidad de vinculación entre la gestión hídrica y la gestión territorial, recurriendo a prácticas sostenibles en todos los usos del suelo y las actividades que se desarrollen en las cuencas hídricas (Pochat, 2008). Esta dualidad gestión hídrica-gestión territorial se hace particularmente compleja en las áreas urbanas, muy especialmente en ciudades intermedias, donde se generan patrones dispersos de urbanización en forma de áreas periurbanas. Estas consisten en áreas con patrones de uso de suelo informales, acompañados por servicios públicos pobres o prácticamente inexistentes, con hogares con calidad de vida inferior y familias viviendo en la línea de pobreza (población “debajo del radar” en términos de WWAP 2019). En 2015, aproximadamente un 36% de la población urbana mundial vivía en 8923 ciudades intermedias con entre 50000 y 1 millón de habitantes (Roberts et al. 2016). En América Latina hay cerca de 645 ciudades intermedias, donde viven 205 millones de personas, y donde las áreas periurbanas suponen un desafío importante para la gestión del agua (UN, 2017). En Argentina, por su parte, cerca de un 32% de la población habita en ciudades de tamaño medio (10 mil a 500 mil habitantes), que coincidentemente se corresponden con ciudades de carácter intermedio (vale aclarar que la dinámica de estas ciudades se determina, más que por el número de habitantes, por su capacidad para establecer una red de relaciones con los demás núcleos urbanos y entre los núcleos urbanos y el campo; Manzano y Velazquez, 2015). Sin embargo, su importancia suele verse eclipsada por las ciudades

metropolitanas que concentran 40, 50 ó 400 veces su población. Las ciudades intermedias pierden visibilidad en un territorio de desarrollo desequilibrado, de modo que la escala intermedia debiera ser considerada como estratégica (Tella, 2016). En la ciudad y su entorno los conflictos suelen surgir debido a:

- Cantidad, con conflictos que surgen entre sectores o usuarios (por ejemplo, agricultura vs uso de suelo residencial, municipalidad versus industrias o usuarios privados; área urbana versus área periurbana o rural);
- Calidad, con conflictos que surgen de la amenaza del agua no potable;
- Acceso, con conflictos sobre derecho al agua, precio o accesibilidad al recurso.

En muchos aspectos, la interface rural-urbana representa una auténtica fuente de conflictos sobre el agua que muy a menudo fuerza la coexistencia de grupos de diversos trasfondo socio-culturales y necesidades y ambiciones desiguales (Howard, 2012).

En lo relacionado al segundo punto mencionado, es bien conocido que los efluentes líquidos, las actividades agropecuarias y la urbanización producen diferentes tipos de contaminantes que pueden impactar adversamente en la calidad del agua subterránea (Salman et al., 2019); asimismo, las fugas en las estructuras de distribución de químicos y petroquímicos, por ejemplo tuberías y sistemas de almacenamiento, los tanques sépticos y las cloacas son algunos de los ejemplos de la vida real que también producen contaminación subterránea (Amirabdollahian y Datta, 2013). Alrededor del 80% de estos efluentes son descargados al ambiente sin un tratamiento adecuado (WWAP, 2018).

Conexión con esta tesis: el estudio de caso que se aborda en esta tesis está particularmente dedicado a la prevención de los potenciales problemas en la calidad del recurso hídrico subterráneo en la ciudad de Mar del Plata, ciudad intermedia (Dosso, 2003) que es cabecera del PGP y que se abastece íntegramente del agua subterránea (Capítulo 3).

1.4. Enfrentando el problema

Con el fin de lograr el acceso al agua segura para un área, los tomadores de decisiones deben conocer no solo el recurso en sí mismo sino también el ambiente y los posibles impactos de la gestión de sus decisiones. Por esta razón, un correcto proceso de planificación debe incluir la evaluación de las variables sociales, ambientales, económicas y de riesgo (Van Beek y Lincklaen Arriens, 2014). Asumir este desafío implica para los técnicos y los tomadores de decisiones diferentes tipos de obstáculos: conceptuales (por ejemplo, considerar al acuífero como un sistema aislado), operacionales (acceso a datos e información confiable), y políticos (factores

institucionales y acuerdos administrativos) (Foster et al. 2011; Vadiati et al. 2018). Particularmente, la evaluación de la contaminación del agua subterránea (en su sentido más amplio) es uno de los enfoques proactivos para controlar o reducir la misma y constituye un criterio clave para identificar la capacidad técnica en la gobernanza del agua subterránea (Foster et al., 2010; Foster y Garduño, 2013; OCDE, 2020).

La evaluación de la contaminación del agua subterránea, en cualquiera de sus etapas de análisis, es (o debería ser) parte de un proceso de gestión complejo; tal como se verá en el Capítulo 2, parte de esta complejidad está dada por la interacción entre actores, por la escala y por cómo está estructurado el problema a resolver; esta interacción está representada a través de 6 actividades de gestión: autorización de pozos, obras de infraestructura – particularmente la extensión de sistemas de provisión de agua y de saneamiento en áreas periurbanas – auditorías de control, evaluaciones de impacto ambiental y gestión integrada del recurso hídrico.

El término peligro geológico se refiere a la probabilidad/ posibilidad de que un evento potencialmente negativo ocurra en un lugar y un tiempo determinado. Por otro lado, el riesgo geológico se refiere a la relación entre la ocurrencia de un evento peligroso y de un daño determinado, ya sea sobre la salud, el ambiente o sobre ambos (Baalousha, 2017). Riesgo, peligro y daño son variables directamente proporcionales y su interacción es clave en el proceso de gestión. Estos conceptos, extensamente estudiados para algunos procesos de riesgo (vulcanismo, sismos) fueron progresivamente tomados por la hidrogeología para construir equivalentes en el proceso de gestión de la contaminación del agua subterránea. Durante su evolución, la evaluación del riesgo de contaminación se ha convertido en una herramienta de gran utilidad para la gestión del agua subterránea (Aven, 2016), la cual tiene en la evaluación de la peligrosidad de contaminación uno de sus ejes. Esta última está construida a partir de la combinación de las evaluaciones de vulnerabilidad del acuífero y de carga contaminante potencial (Massone y Martínez, 2008).

Si bien las metodologías de evaluación de vulnerabilidad del acuífero han sido profusamente trabajadas (Massone, 2013) y han recibido adecuaciones relacionadas a las áreas de estudio en particular (Lima et al., 2011), las relacionadas a la evaluación de carga contaminante (aunque bien abordadas por Foster et al., 2002 y Zaporozec, 2002 por ejemplo) no han tenido un desarrollo tan trabajado, en especial en lo que hace a fuentes de tipo puntual específicamente, como lo son industrias, tanques enterrados, criaderos, cavas y canteras, entre otras. La clasificación del modo de disposición de los potenciales contaminantes como “fuentes difusas” y “fuentes puntuales” han sido profusamente utilizados a pesar de sus dificultades (Balderacchi et al., 2014). El término “fuente puntual” es definido en la sección 502 (14) de la Clean Water Act (EPA, 1972) como: cualquier transporte perceptible, confinado y discreto, incluyendo, pero

no limitado, a cualquier tubería, zanja, canal, túnel, conducto, pozo, fisura discreta, contenedor, material rodante, operación de alimentación animal concentrada, o buque u otra embarcación flotante desde el cual los contaminantes son o pueden ser descargados. Este término no incluye desagües pluviales ni retorno de riego de la actividad agrícola.

Algunos autores como Foster et al. (2002) y Alberti et al. (2018) también reconocen a las llamadas “fuentes multi-puntuales”, donde la carga contaminante proviene de una serie de fuentes puntuales que liberan una masa de contaminantes baja y que están agrupadas en un área relativamente extensa (por ejemplo un parque industrial) y son por lo tanto difíciles de identificar.

En las áreas urbanas las fuentes puntuales de contaminación son más frecuentes que las difusas. Algunas de estas fuentes generan efluentes que se descargan en la superficie del terreno, en lagunas de tratamiento, cámaras, tuberías o cloacas cerca o dentro de perímetros de protección de pozos de abastecimiento de agua. De aquí en adelante, nos referiremos a ellos en general como “efluentes”.

A escala de territorio, tradicionalmente se ha avanzado mucho más con el desarrollo de metodologías de evaluación de la peligrosidad de contaminación a partir de fuentes difusas que a partir de fuentes puntuales. A pesar del desarrollo de modelos de simulación de plumas contaminantes la bibliografía es mucho más extensa en caso de estudios vinculados con fuentes difusas.

Conexión con esta tesis: se propone herramientas para gestionar el peligro de contaminación del agua subterránea a partir de fuentes puntuales desde una perspectiva vinculada a la gestión ambiental del territorio.

1.5. Estrategias para la solución del problema

Hoy es ampliamente aceptado que existe una obvia necesidad de adaptar los resultados de los trabajos de investigación para conseguir que sean de más fácil comprensión y utilizables en la gestión del recurso hídrico (Janza, 2014) y que las estrategias de prevención son la clave para una más eficiente y eficaz gestión del riesgo, aspecto que incluye la búsqueda de una resolución consensuada de conflictos. Es bien conocido que el agua ha sido una fuente de tensión y un factor central en conflictos entre usuarios. La otra cara de la moneda es que el agua, o más específicamente, la gestión integrada de los recursos y sistemas hídricos, en especial trabajando a escala de cuencas (Cf Capítulo 7) es una oportunidad para la cooperación entre países, grupos o individuos (WWAP, 2019).

Así, para controlar o reducir la amenaza de contaminación a los pozos de abastecimiento municipales es esencial tomar un enfoque proactivo con respecto al uso de suelo urbano (Foster y Chilton, 2004; Foster et al., 2011.; Foster y Sage, 2017).

Asimismo, las preocupaciones con respecto al agua siguen siendo importantes en muchas agendas nacionales, especialmente en países en vías de desarrollo donde los “enfoques compartimentados” del pasado en la gestión del agua generalmente no han logrado resultados sostenibles (OCDE, 2020). En particular, la relación entre la gestión del agua subterránea, el desarrollo económico y la planificación del uso de suelo ha sido raramente reconocida. Hoy, existe una clara necesidad de adoptar un enfoque más holístico, integrando al agua subterránea en el desarrollo de la planificación con el fin de perseguir una mejora en la eficiencia económica, la equidad social y la sustentabilidad ambiental (Foster y Ait-kadi, 2012). Lograr esta visión holística es complejo; en principio, la aproximación teórico-metodológica de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), aparece como una opción viable. La GIRH no constituye una finalidad en sí misma, sino una forma de asegurar que el desarrollo del recurso hídrico sea más equilibrado, maximizando el bienestar socioeconómico de una manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad del ecosistema (GWP, 2000). La Global Water Partnership (GWP) define a la GIRH como “el proceso que promueve el desarrollo coordinado y la gestión del agua, suelo y otros recursos, con el fin de maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas”. Esta definición establece un estándar alto y algunos desafíos, siendo uno de los más importantes su efectiva implementación en el campo (Rahaman y Varis, 2017; UN Environment, 2018).

Como ya se mencionó, el peligro de contaminación está conformado por la combinación de la vulnerabilidad del acuífero y la carga contaminante potencial. Al ser variables que claramente tienen una expresión territorial, “el mapa” siempre ha sido una manera eficiente de sintetizar los resultados y transferir el conocimiento obtenido. Durante los últimos 25 años, la versatilidad lograda por los sistemas de información geográfica, y algo más modernamente por los sistemas de soporte a las decisiones espaciales, ha transformado a los mapas en un instrumento de notable precisión a la hora de combinar y procesar diferentes “capas” de información (Foster et. al, 2002; Massone y Martinez, 2008; Shrestha et al. 2017).

Malczewski (1999) define a los Sistemas de Soporte a Toma de Decisiones Espaciales (SDSS) como un sistema computacional interactivo diseñado para apoyar a un usuario o un grupo de usuarios en lograr una mayor eficacia en el proceso de toma de decisiones mientras se resuelve un problema de decisión espacial semiestructurado. En comparación con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que pueden describirse como un software que puede realizar métodos genéricos de análisis espacial y geoprocésamiento hacia conjuntos de datos

geográficos y que requiere un analista o experto como operador, los SDSS se constituyen por un software específico que no requiere de la presencia del operador (Jumadi et al., 2011).

Los SDSS están integrados por datos de varias fuentes y ayudan a que el proceso de toma de decisiones sea más efectivo y transparente. La aplicación exitosa de estos sistemas depende en la aceptación de los mismos por parte de los tomadores de decisiones, la cual puede mejorarse integrando una amplia gama de experiencias prácticas de las partes interesadas con conocimientos formales de expertos en una base de conocimiento.

En este sentido, llevar adelante un desarrollo metodológico que implique evaluar la peligrosidad de contaminación a través de un Sistema de soporte a la toma de decisiones (SSD) que en vinculación con un SIG incorpore la variable espacial es un aporte sustancial, constituyendo como se menciona habitualmente para la asociación entre SIG y SSD un SDSS. Como bien indica Bereciartua (2003), el objetivo último de un SSD debe ser el de mejorar los procesos de planeamiento y decisión mediante la provisión de información útil y científicamente válida a los actores involucrados en la gestión del sistema, tales como oficiales de gobierno, administradores, científicos y los ciudadanos en general. Trabajos como los de McKinney et al. (1997), Malczewski, J. (1997), Roqueñí et al. (2004), Gibbs et al. (2012), Márcia et al. (2014), Pierce et al. (2016) abordan a través de diversas aplicaciones los SSD relacionados con recursos hídricos. En lo que hace al área de estudio no existen antecedentes de este tipo de sistemas vinculados a la gestión de la contaminación del agua subterránea por fuentes puntuales y son sumamente escasos aquellos aplicados a otro tipo de recursos hídricos como el que plantean, por ejemplo, (Romanelli et al., 2013).

Conexión con esta tesis: en este trabajo se avanza con una propuesta de herramienta para la ayuda en la toma de decisiones relacionada con la gestión del peligro de contaminación a partir de fuentes puntuales. El sistema de ayuda propuesto integra en un SDSS una base de datos físicos y sociales del PGP y la posibilidad de trabajar con un modelo multicriterio, todo en un entorno espacial de sistema de información geográfica.

1.6. Hipótesis y objetivos de la tesis

1.6.a. Hipótesis

1. Las metodologías clásicas de evaluación de peligrosidad de contaminación del agua subterránea por fuentes puntuales tienen restricciones que hacen necesario pensar en otra manera de evaluarla.

2. Los aspectos normativos vinculados al proceso de gestión del peligro de contaminación del agua subterránea son muy numerosos y cubren sus diferentes etapas pero hay importantes dificultades a la hora de llevarlos a la práctica.

3. Un SDSS que integra métodos multicriterio y SIG permite la participación directa de tomadores de decisión y constituye el primer paso en la organización de un sistema de mayor interactividad y poder predictivo.

1.6.b. Objetivo general

Diseñar, generar e implementar un sistema de soporte a las decisiones espaciales (SDSS) en gestión de recursos hídricos subterráneos, aplicado especialmente a fuentes puntuales de contaminación para ciudades intermedias, tomando el Partido de General Pueyrredon (Buenos Aires) como estudio de caso.

1.6.c. Objetivos específicos

1. Revisar, actualizar, rediseñar y unificar los inventarios de fuentes puntuales de contaminación existentes para el Partido de General Pueyrredon y proponer una clasificación de las mismas.

2. Evaluar la peligrosidad de contaminación (PdC) del agua subterránea por fuentes puntuales en las áreas urbanas, periurbanas y rurales del área de estudio.

3. Sistematizar lo establecido por la normativa nacional, provincial y municipal y lo recomendado por los acuerdos internacionales en relación al proceso de gestión de la peligrosidad de contaminación desarrollado en los OE anteriores.

4. Priorizar unidades espaciales de análisis en el área de estudio en función de su necesidad de gestión del recurso hídrico subterráneo, incorporando las fuentes puntuales. Identificar y proponer acciones de gestión en función de los resultados obtenidos.

5. Desarrollar un Sistema de Soporte a la Decisiones Espaciales (SDSS) que permita modificar y actualizar datos e información, utilizar modelos multicriterio para priorizar acciones, y efectuar o modificar la valoración del potencial de contaminación de fuentes puntuales en un entorno SIG.

2. MARCO TEÓRICO GENERAL Y SÍNTESIS DE ANTECEDENTES

2.1. Objetivo y metodología de capítulo

El objetivo de este capítulo es presentar los conceptos teóricos y antecedentes que resultan esenciales para el desarrollo de esta tesis.

La metodología empleada fue la revisión bibliográfica nacional e internacional.

2.2. La gestión ambiental

La gestión ambiental es básicamente un proceso de toma de decisiones que implica accionar en función de metas y objetivos que están o deberían estar previamente planificados y expresados en formato de “política ambiental” (Figura 2.1). Dentro de este proceso, la gestión de recursos naturales en general y de recursos hídricos en particular es uno de los objetos de gestión ambiental que más se han trabajado por la implicancia social, ambiental y económica que tienen.

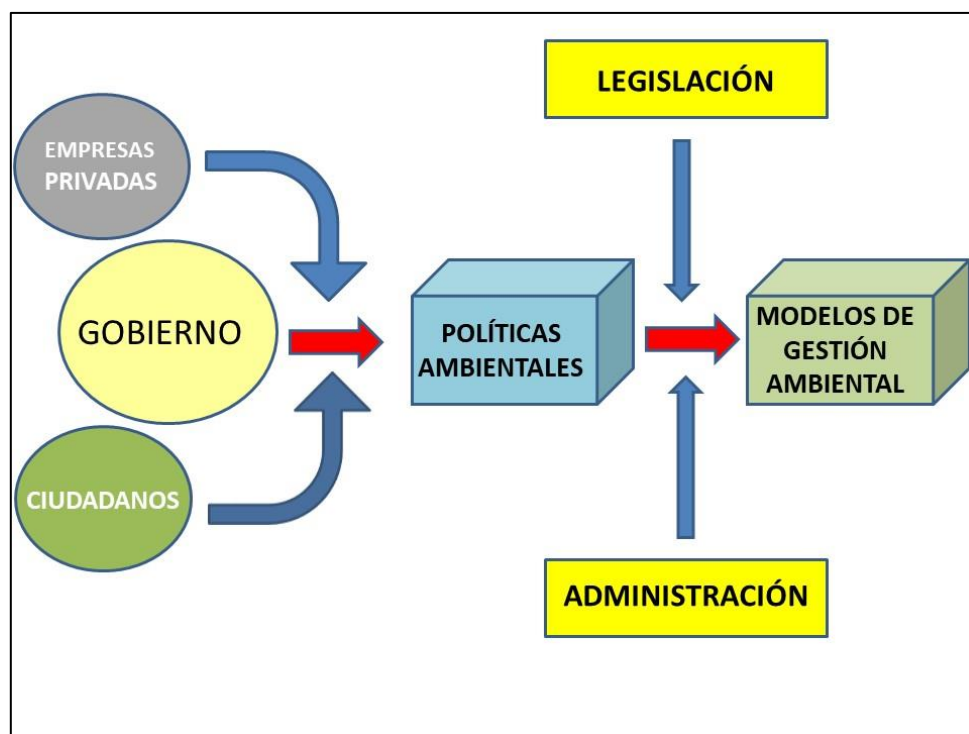


Figura 2.1. El proceso de gestión ambiental. Fuente: modificado de <https://pensarcontemporaneo.files.wordpress.com/2009/09/politica-y-gestion-ambientales.pdf>

La gestión ambiental plantea un problema conceptual que surge del cambio del paradigma determinista basado en la simplicidad, uniformidad, independencia, estabilidad y control, por el paradigma de la incertidumbre, más complejo, que se caracteriza por la diversidad, interdependencia, dinamismo y riesgo (Llamas, 2019). Las fuentes de incertidumbre

relacionadas con los sistemas del agua y su gestión incluyen la falta de datos o errores aleatorios y sistemáticos en la adquisición, registro y almacenamiento de datos, incapacidad para predecir procesos que determinan la oferta y la demanda en el futuro, y la incertidumbre sobre los diversos procesos naturales o físicos del ciclo del agua. Otra fuente de incertidumbre es la incertidumbre social; el comportamiento humano es impredecible y, por lo tanto, el comportamiento de las personas, la sociedad y sus instituciones también es incierto (Barthel et al., 2017), en este sentido el comportamiento tanto individual como grupal está dirigido por la percepción que los distintos actores tienen de un problema, fenómeno que a menudo está influenciado por desconocimiento, desinformación, intereses económicos sectoriales o bien políticos partidarios. Las innovaciones técnicas, su percepción y uso, y su impacto en nuestro medio ambiente también son a menudo impredecibles, y por lo tanto inciertos (WWAP, 2012; OCDE, 2020).

Este cambio de paradigma plantea una situación que se caracteriza por la necesidad de enfrentar problemas no estructurados, diferentes escalas territoriales, diversidad de actores, la existencia de conflictos de intereses que requieren concertación, y la necesidad de tomar decisiones de riesgo, bajo un enfoque interdisciplinario (Figura 2.2; Nieto, 2011). En todos los casos, se trata de gestionar un “recurso de uso común” (Ostrom, 2008; Shalsi et al., 2019) donde la incertidumbre sobre el futuro no es una excusa para la inacción, y el desafío principal consiste en encontrar el mejor balance entre lo ideal y lo posible.

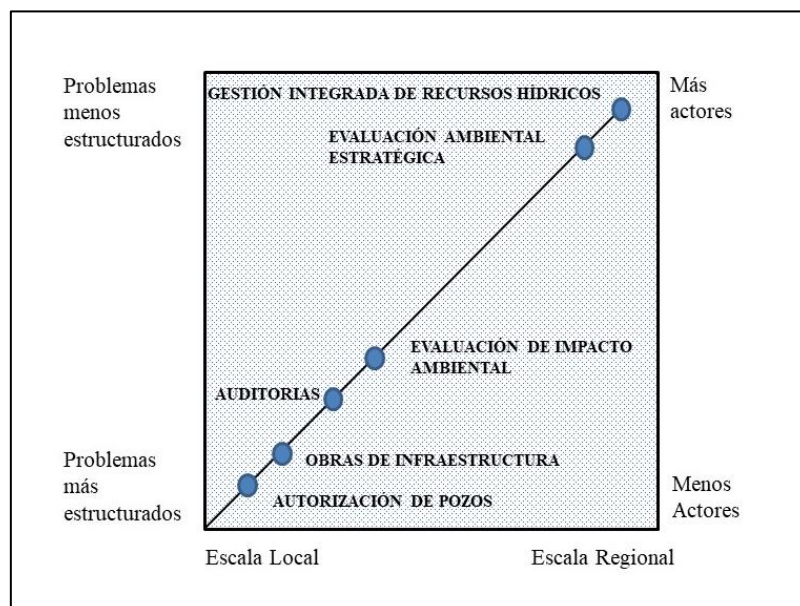


Figura 2.2. Relación entre actores, escalas y tipo de problemas en la gestión de recursos hídricos. Fuente: elaboración propia.

Dentro del campo de la gestión de recursos hídricos, es a partir del año 2000 que empieza a tomar fuerza como filosofía de trabajo y como práctica recomendada el proceso denominado “gestión integrada de recursos hídricos” (GIRH; Zare et al., 2017); éste es definido como “un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales”(GWP, 2000); Davila Porcel y Covarrubias Pérez, 2017). Pochat (2008) señala en este sentido que la GIRH es un proceso cíclico y de largo plazo que requiere de un fuerte compromiso del sector político y del apoyo participativo de la comunidad en su totalidad. En principio se deben definir los objetivos de la política hídrica. Luego se deben especificar las necesidades y problemas a resolver en cuanto a la gestión del agua. Posteriormente, se debe plantear una serie de estrategias, que deben ser evaluadas y seleccionadas. Esas estrategias deben surgir de las políticas y son las que permitirán tomar decisiones en función de lo planificado y de la información disponible (Figura 2.3).

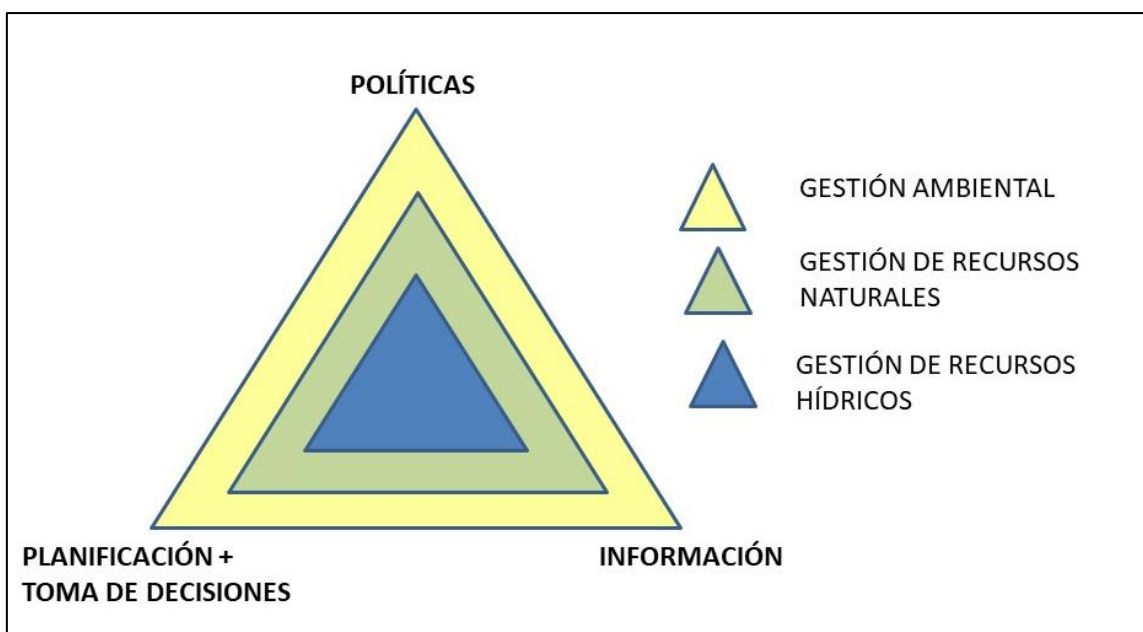


Figura 2.3. La gestión ambiental y sus componentes. Fuente: elaboración propia.

El plan GIRH comprende la coordinación y el acuerdo por parte de los actores, mientras que la implementación requiere de acciones legales, institucionales y de gestión, así como también del desarrollo de capacidades por parte de los diferentes actores (GWP, 2009). El enfoque integrado coordina la gestión de recursos hídricos en todos los sectores y grupos de interés, y a diferentes escalas, desde la local a la internacional. Pone énfasis en la participación en los procesos nacionales de formulación de leyes y políticas, estableciendo una buena gobernabilidad y

creando acuerdos normativos e institucionales efectivos que permitan tomar decisiones más equitativas y sostenibles. Toda una gama de herramientas, tales como evaluaciones sociales y ambientales, instrumentos económicos, y sistemas de información y monitoreo, respaldan este proceso (GWP, 2009).

Por lo tanto, la gestión integrada de recursos hídricos debe ser el resultado de un conjunto de decisiones y acciones tomadas considerando la cuenca hidrográfica como unidad de análisis, tendientes a la equidad en el uso del agua y la protección del recurso y el ambiente, la formulación de proyectos hidráulicos de propósitos múltiples y su ejecución en forma coordinada, así como la construcción de obras complementarias (Dourojeanni y Jouravlev, 2001; Dourojeanni, 2010).

En este trabajo de tesis se abordan dos aspectos esenciales relacionados al proceso de gestión integrada de recursos hídricos y a sus instrumentos de aplicación concreta al territorio (dentro de los muy numerosos requeridos o propuesto por, por ejemplo, la toolbox de GWP, 2000): el peligro de contaminación del agua subterránea y los sistemas de soporte a la toma de decisiones espaciales.

2.3. Peligro de contaminación del agua subterránea

A lo largo de la historia, las aguas subterráneas han sido siempre una fuente importante de agua para sostener la vida humana (Fienen y Arshad, 2016). Sin embargo, la relación entre el agua y las comunidades es compleja y representa un desafío; en este sentido, desde alrededor de 1970 se ha dado una evolución continua, tanto conceptual como metodológica, de la evaluación de la contaminación de las aguas subterráneas como una herramienta para asistir a los responsables de la toma de decisiones (Massone y Barilari, 2019); así, la evaluación, la predicción y la prevención de la contaminación son las principales herramientas para hacer frente a este desafío y constituyen la base del proceso de gestión del peligro y del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.

Los términos “peligro de contaminación” y “riesgo de contaminación”, han sido en ocasiones utilizados como sinónimos, a pesar de que existe una clara diferencia conceptual entre ellos (Foster et al., 2002, Massone y Martinez, 2008; Massone et al., 2005; Massone y Barilari, 2019): el peligro de contaminación y su evaluación aluden a la posibilidad/probabilidad que suceda un evento indeseado/peligroso en determinado tiempo y espacio); en términos generales, es considerado como la interacción entre vulnerabilidad del acuífero y carga contaminante (Figura

2.4), por lo que no evalúa ni cuantifica los impactos potenciales en la población humana o en los ecosistemas acuáticos que dependen del acuífero.

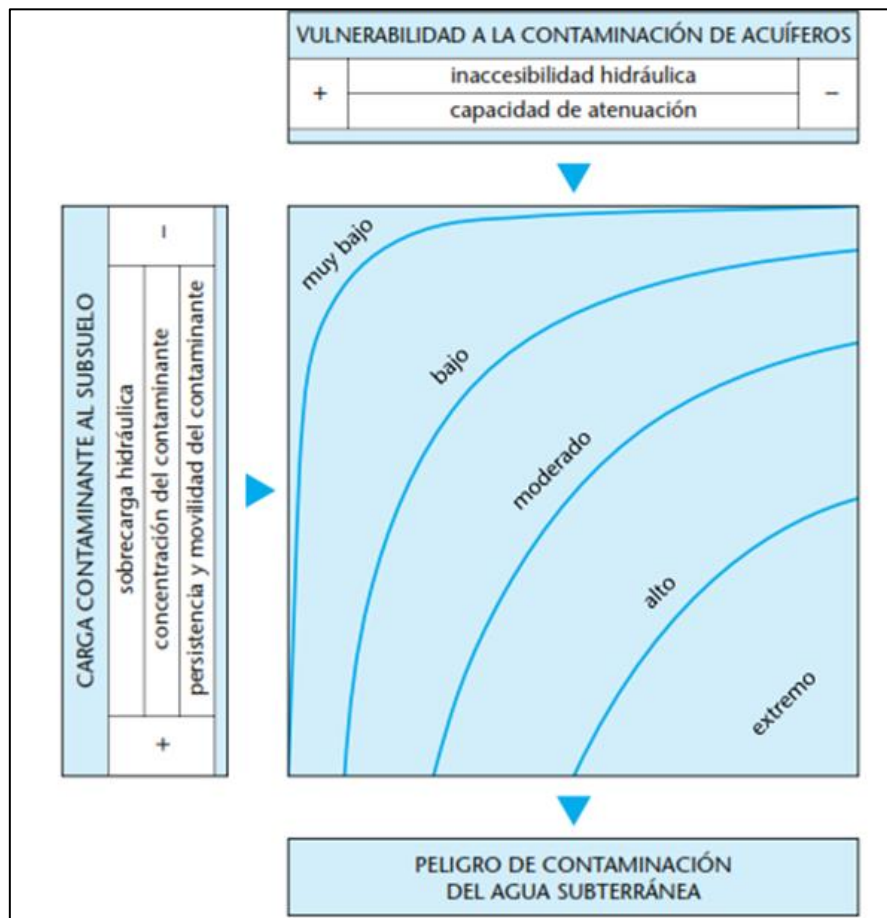


Figura 2.4. Esquema conceptual para la evaluación del peligro de los recursos hídricos subterráneos. Fuente: Foster et. al (2002).

La vulnerabilidad intrínseca del acuífero es la más utilizada en este enfoque (Vrba y Zaporozec, 1994; Auge, 2004), mientras que la carga contaminante potencial se evalúa a partir del uso del suelo a través de diferentes metodologías (Zaporozec, 2002; Foster et al., 2002). Para la zona de estudio, esta manera tradicional de evaluación se dificulta, dado que la vulnerabilidad del acuífero da resultados altamente homogéneos, lo que hace muy difícil lograr definiciones a la escala de detalle que requiere las fuentes puntuales (Massone et al., 2007; Lima et al., 2011); juntamente, en las zonas de explotación del acuífero el resultado es una vulnerabilidad baja generada particularmente por la profundidad del nivel freático (Figura 7.14).

En Argentina la Ley nacional 27287 reconoce al peligro como la capacidad potencial de causar daño que tiene una amenaza, mientras que la amenaza la define como: factor externo representado por la posibilidad que ocurra un fenómeno o un evento adverso, en un momento,

lugar específico, con una magnitud determinada y que podría ocasionar daños a las personas, a la propiedad, la pérdida de medios de vida, trastornos sociales, económicos y ambientales.

Es frecuente encontrar que los términos de peligrosidad y amenaza sean utilizados en la bibliografía como sinónimos.

La evaluación del riesgo, por su parte, implica ir un poco más allá de la peligrosidad, ya que necesariamente requiere una valoración de daños (en términos cuantitativos); la Ley nacional de Riesgo define al riesgo como la probabilidad que una amenaza produzca daños al actuar sobre una población vulnerable.

En el tipo de procesos que se abordan en esta tesis, evaluar el daño -en términos económicos- siempre es una tarea difícil; cuando no se puede cuantificar de manera práctica, aparece una nueva dimensión de vulnerabilidad: "vulnerabilidad social" como una forma de evaluar cuán susceptible es la población cuando está expuesta al proceso de contaminación de las aguas subterráneas (Massone y Sagua, 2005). Por lo tanto, la combinación entre la carga contaminante y la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos define el peligro de contaminación, mientras que la combinación de peligro de contaminación y vulnerabilidad de la población expuesta es lo que define el riesgo de contaminación (Figura 2.5). Este proceso metodológico muestra claramente la diferencia conceptual entre la vulnerabilidad del acuífero, el peligro y el riesgo de contaminación; mayor vulnerabilidad del acuífero o mayor peligro por sí mismos no implican necesariamente un mayor riesgo (Baalousha, 2017); entonces para hablar de riesgo es necesario tener en cuenta los daños, o indirectamente, la vulnerabilidad de la población expuesta al peligro. Lo que se destaca de este enfoque (o similares, Y. Wang y Chin, 2011; J. Wang et al., 2012; Zhao et al., 2018) es la interacción entre las variables socioeconómicas y naturales (Ducci, 2000; Simpson et al., 2014; Lavoie et al., 2015).

La lógica básica utilizada tanto en la evaluación de la peligrosidad como del riesgo es bastante similar: definir metodológicamente cómo obtener un índice (por ejemplo índice de carga contaminante al acuífero); definir las unidades territoriales a ser analizadas y comparadas; obtener el índice; identificar clases-categorías (por ejemplo bajo, intermedio y alto); y crear un mapa final que represente la distribución espacial del índice clasificado en las categorías elegidas (por ejemplo el mapa de carga contaminante al acuífero).

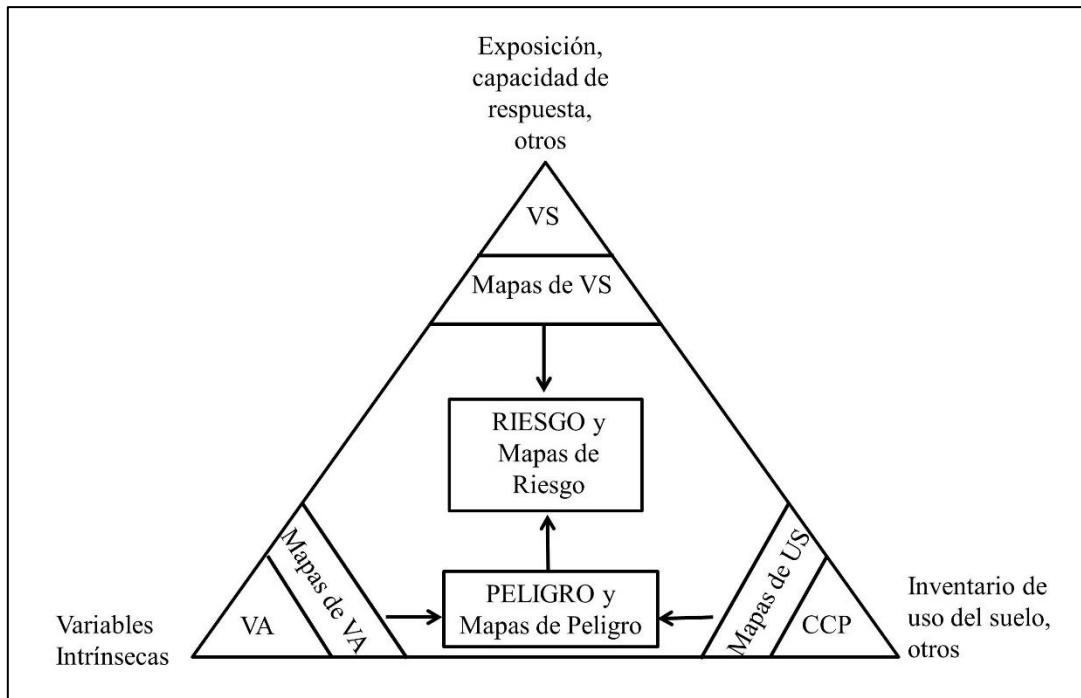


Figura 2.5. Triángulo de la gestión del riesgo de contaminación del acuífero. Fuente: elaboración propia.

VS: Vulnerabilidad Social; VA: Vulnerabilidad del acuífero; CCP: Carga Contaminante Potencial; US: Uso del Suelo

2.3.a. El proceso de gestión del peligro de contaminación del acuífero

La gestión del riesgo se define como el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los desastres, así como de las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse (visión ortodoxa tradicional, apunta a riesgos naturales habitualmente no inducidos)

La Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNSPIDER, 2009) define la gestión del riesgo de desastres como el proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre.

La bibliografía referida al proceso de gestión del riesgo está fuertemente influenciada por procesos que habitualmente son temporalmente puntuales y que llevan o pueden llevar a un desastre (o mal llamado “desastre natural”). Si bien el proceso que nos ocupa en esta tesis resulta difícil de encuadrar en un esquema de desastre, la gestión del riesgo (y del peligro) puede ser considerada equivalente; en general en la bibliografía se pueden encontrar términos diferentes para identificar las mismas acciones, pero sí hay coincidencia en presentar tres grandes grupos de acciones: antes, durante y después del evento (Burby, 1998; Smith, 2001;

Blaikie et al., 2001). Las acciones previas involucran predicción y prevención; las acciones, que, si bien se inician en la fase previa, pero tienen mayor desarrollo durante, forman el sistema de alerta donde uno de sus componentes esenciales es la alarma y aquellas posteriores al evento son: ayuda, rehabilitación y reconstrucción o mitigación de efectos (Smith, 2001). Desde esta visión, la etapa de evaluación del riesgo (o del peligro) queda por fuera del proceso de gestión en sí (Figura 2.6); sin embargo otros autores, la incluyen en el ciclo; para este trabajo de tesis se propone considerar a la evaluación como la primera etapa del proceso de gestión. Asimismo, es importante resaltar que en esta tesis se trabaja esencialmente en las etapas de evaluación del peligro y de prevención-mitigación-preparación.

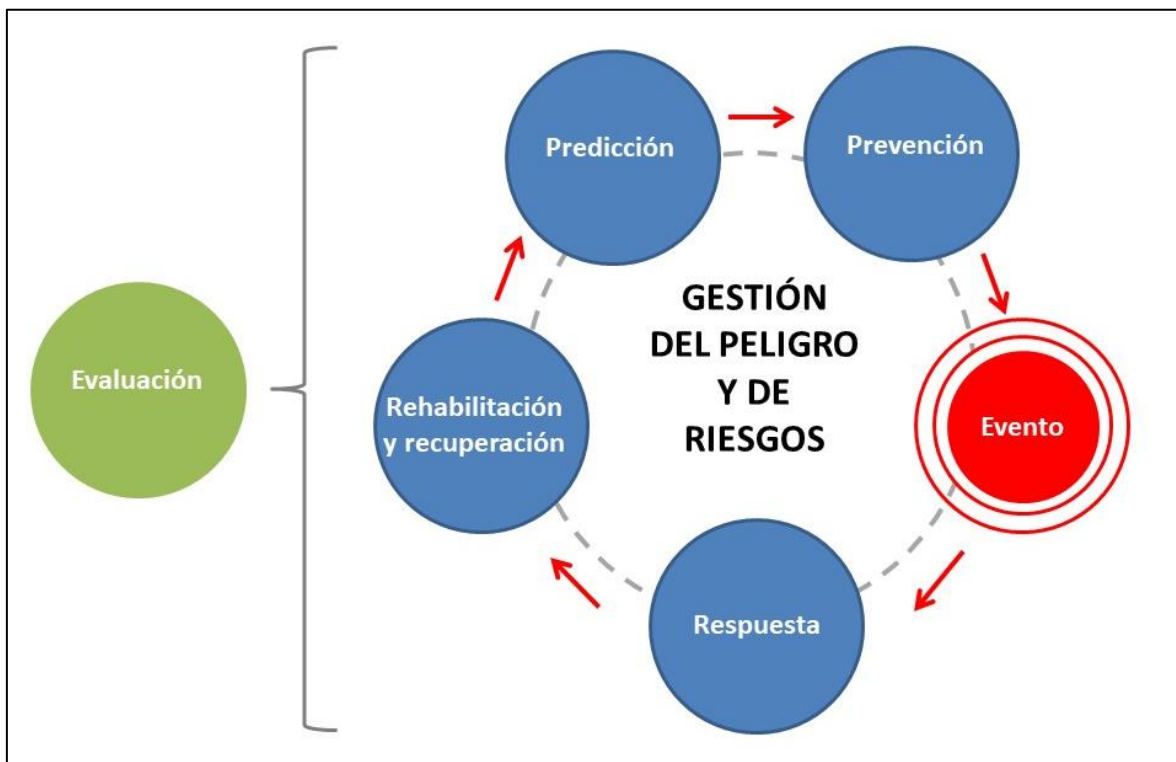


Figura 2.6. Ciclo de Gestión del Peligro y del Riesgo. Fuente: modificado de UNSPIDER (2009).

Entre los antecedentes relacionados con esta temática, en la zona de estudio, se pueden mencionar los trabajos de: Massone y Martínez (2008); Lima et al. (2011); Massone et al. (2013); Lima et al. (2015); Massone et al. (2015) y Lima et al. (2016). En el primer artículo se describen y analizan dos aproximaciones al análisis del proceso de gestión de la contaminación de acuíferos: desde el concepto de impacto ambiental y desde las etapas de manejo de riesgos naturales; se analizan similitudes y diferencias, la aplicabilidad de cada una y se enfatizan sus particularidades. En Lima et al. (2011) se utilizaron los diferentes métodos de clasificación espacial incorporados en el Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.3. para evaluar su adaptabilidad en la generación de mapas de vulnerabilidad del acuífero a la contaminación. En

el tercer trabajo mencionado se analizó la potencialidad de la lógica difusa para evaluar la vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación. En Lima et al. (2015) se propone un enfoque de modelo para evaluar los cambios en el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en dos escenarios socioeconómicos y ambientales diferentes: el primero considera un crecimiento exponencial del uso de la tierra agrícola, mientras que en el otro se consideran cuestiones relacionados con el crecimiento económico regional, teniendo en cuenta las restricciones que se aplican al uso de los recursos naturales. En Massone et al. (2015) se identificaron, mapearon y evaluaron las actividades potencialmente contaminantes dentro del PGP mediante ArcGIS 9.2 y se evaluó el potencial de contaminación a partir de considerar 9 categorías cualitativas, tomadas y adaptadas de la bibliografía. Por último, en Lima et al. (2016) se propuso una metodología para evaluar el peligro potencial de contaminación de cada fuente puntual en relación con el agua subterránea.

2.4. La toma de decisiones y los sistemas de soporte a las decisiones espaciales

Una decisión es el producto final del proceso mental-cognitivo específico de un individuo (o un grupo de personas), que le permite optar por una de dos o más alternativas. Es la materialización de un proceso de toma de decisiones, que consiste en la reducción de la incertidumbre sobre ciertas alternativas para permitir una elección razonable entre ellas (Fulop et al., 2006).

Según Herbert A. Simon (1997; en Castillo Rosas et al., 2015), la toma de decisiones consiste en el proceso cognitivo que desarrolla un individuo para elegir una o más, de entre varias alternativas que le permitan solucionar un problema, por lo tanto, es lógico pensar que mientras más complejo sea el problema por resolver, más variantes inciertas tendrán que considerarse para encontrar la mejor decisión al respecto.

Keeney (2004) ilustra de una manera muy clara su visión acerca de los distintos tipos de decisiones, donde sugiere que de 10.000 decisiones, 7.000 tienen muy pequeñas consecuencias por lo cual no vale la pena dedicarles demasiado esfuerzo de pensamiento, 2.000 son muy sencillas y obvias, y solo vale la pena pensar sobre 1.000 de dichas decisiones (Figura 2.7). De esas mil decisiones, 300 son postergadas, y a 200 no les dedicamos demasiado tiempo, y nos ponemos a pensar sólo en 500. Sin embargo, de esas en sólo 40 aplicamos pensamiento analítico y sistemático, de las cuales algunas pueden ser resueltas aclarando el problema, los objetivos, o creando alternativas de decisión. Finalmente, sólo 10 decisiones requerirán análisis

cuantitativos, por ejemplo, debiendo describir las consecuencias, o utilizando las herramientas provistas por el análisis de decisión.

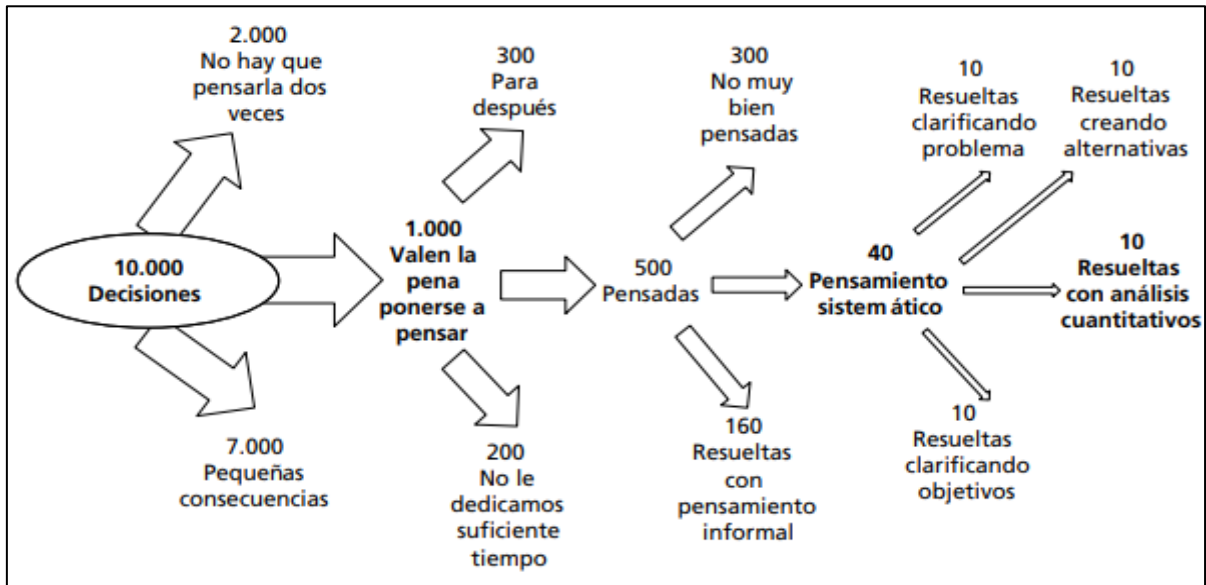


Figura 2.7. Cómo se resuelven 10.000 decisiones. Fuente: Keeney (2004)

En el mismo sentido de lo que se expresaba anteriormente en relación a la gestión ambiental, la complejidad en la toma de decisiones en problemas no estructurados o semiestructurados, viene, a menudo, dada por:

- 1) Involucrar intereses contrapuestos.
- 2) Tener elementos de incertidumbre.
- 3) Involucrar actores muy diversos en la decisión.
- 4) Poseer elementos fácilmente valorables y elementos difícilmente valorables (en el sentido de valoración económica).

Entonces, los procesos de decisión resultan complejos cuando involucran dos características muy frecuentes en las decisiones relacionadas con recursos naturales como el agua: incertidumbre e intereses/posiciones múltiples. Estos procesos requieren, entonces, soluciones «ad hoc» o «taylor made», que contemplen 3 elementos (Conroy y Peterson, 2013):

- 1) un objetivo,
- 2) un conjunto de alternativas de decisión (o rango de acciones) que pueden utilizarse para alcanzar los objetivos,
- 3) un modelo de influencia en la decisión que represente nuestras creencias en la forma en que cada alternativa de decisión puede conducir a resultados que cumplan (o no) con el objetivo.

Por ello, la validación de estas decisiones no está en la universalidad de las mismas, sino en la cuidadosa fundamentación de todas y cada una de las etapas del proceso (es decir, ante un problema no estructurado, una toma de decisiones estructurada).

La comprensión sociológica del proceso de decisión escapa, obviamente, a los objetivos de esta tesis; sin embargo, es posible mencionar que ha sido y es muy estudiado desde diferentes campos del conocimiento. La economía es uno de ellos, y de ahí vienen muchos de los aportes sustanciales (e iniciales); tradicionalmente, tanto en la Economía clásica como en la neoclásica, se ha dado por supuesto que, cuando una persona está en proceso de decidir algo, lo hace buscando alcanzar el resultado óptimo, entendido en el sentido de lo “máximo posible”. Así, cuando los economistas quieren predecir el comportamiento de los agentes con relación a cualquier tema, dan por supuesto que éstos no escatimarán esfuerzos en alcanzar el máximo de la utilidad subjetiva esperada en función de sus recursos. Ahora bien, la experiencia (es decir, una correcta observación empírica) ha mostrado de manera fehaciente que la optimización — así entendida, como “maximización” — no se da en la actividad económica como pauta ordinaria. Los agentes individuales, en función de sus niveles de aspiración, normalmente se conforman con satisfacer sus necesidades o expectativas fundadas, llevando a cabo un cálculo más o menos equilibrado entre sus posibilidades reales y un resultado aceptable que cubra sus necesidades o expectativas (Bonome, 2009).

Uno de los autores pioneros en esta temática ha sido H. Simon (Premio Nobel de economía en 1978). En la década de los ´60 comenzó a plantear lo que serían los 4 principios en la definición de cómo es el proceso de decisión:

- 1) el principio de racionalidad limitada (bounded rationality), que establece límites para la capacidad humana de formular problemas y de resolverlos de manera plenamente racional y objetiva;
- 2) el criterio de satisfacción (satisficing), quien toma decisiones establece determinadas metas como sus aspiraciones —en lugar de maximizaciones— y selecciona medios para llegar a esas metas;
- 3) la pauta de búsqueda heurística (heuristic search), los heurísticos son reglas generales y poco definidas que funcionan como “atajos” mentales para resolver problemas que paso a paso serían en extremo complejos. Son útiles para disminuir la sobrecarga cognitiva y permiten invertir menos recursos mentales en los problemas (representatividad y otros; pensamiento lateral).

4) la concepción de la conducta adaptativa (adaptive behavior), que rige a los organismos y a las organizaciones al enfrentarse con la incertidumbre respecto del futuro y la dificultad de predecir el futuro con exactitud (accuracy).

Así, Simon (1960), en Bonome (2009) plantea dos estrategias básicas de toma de decisiones:

- Estrategia Optimizadora: donde se busca el máximo beneficio a costa de grandes riesgos.
Requiere:
 - 1) Conocimiento perfecto de las alternativas y de sus beneficios y riesgos.
 - 2) Racionalidad completa. Cálculo de todas las alternativas.
- Estrategia Satisfaciente: busca una menor utilidad, pero minimizar los riesgos. Aplicable a:
 - 1) Un conocimiento imperfecto de todas alternativas viables.
 - 2) Una racionalidad limitada, que no permite calcular en detalle todas las posibilidades.
La elección obtiene una solución "satisfactoria" no óptima.

Evidentemente, es en esta última estrategia donde se inscriben la mayoría de los procesos de gestión ambiental y de gestión del agua.

2.4.a. Estructura del proceso de decisión

Simon propuso la estructuración del proceso de toma de decisiones en tres fases principales (Figura 2.8) que se basan esencialmente en la disponibilidad de información acerca de un problema (Castillo Rosas et al., 2015):

- Inteligencia: para la formulación del problema y búsqueda de información trascendente para la solución del mismo.
- Diseño: estructuración y análisis de datos e información que permitan encontrar una solución al problema.
- Selección: la selección de la alternativa satisfactoria.

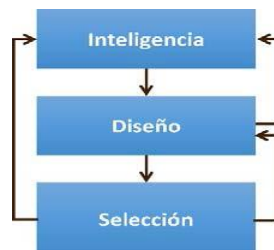


Figura 2.8. Estructura del proceso de decisión. Fuente: Castillo Rosas et al. (2015)

Voinov et al. (2016) reconocen 5 etapas esenciales en este proceso y plantean la influencia que en ellas tienen las ideas preconcebidas, los sesgos dados por diferentes posiciones ante el problema en cuestión y el sistema de creencias de cada actor (Figura 2.9).

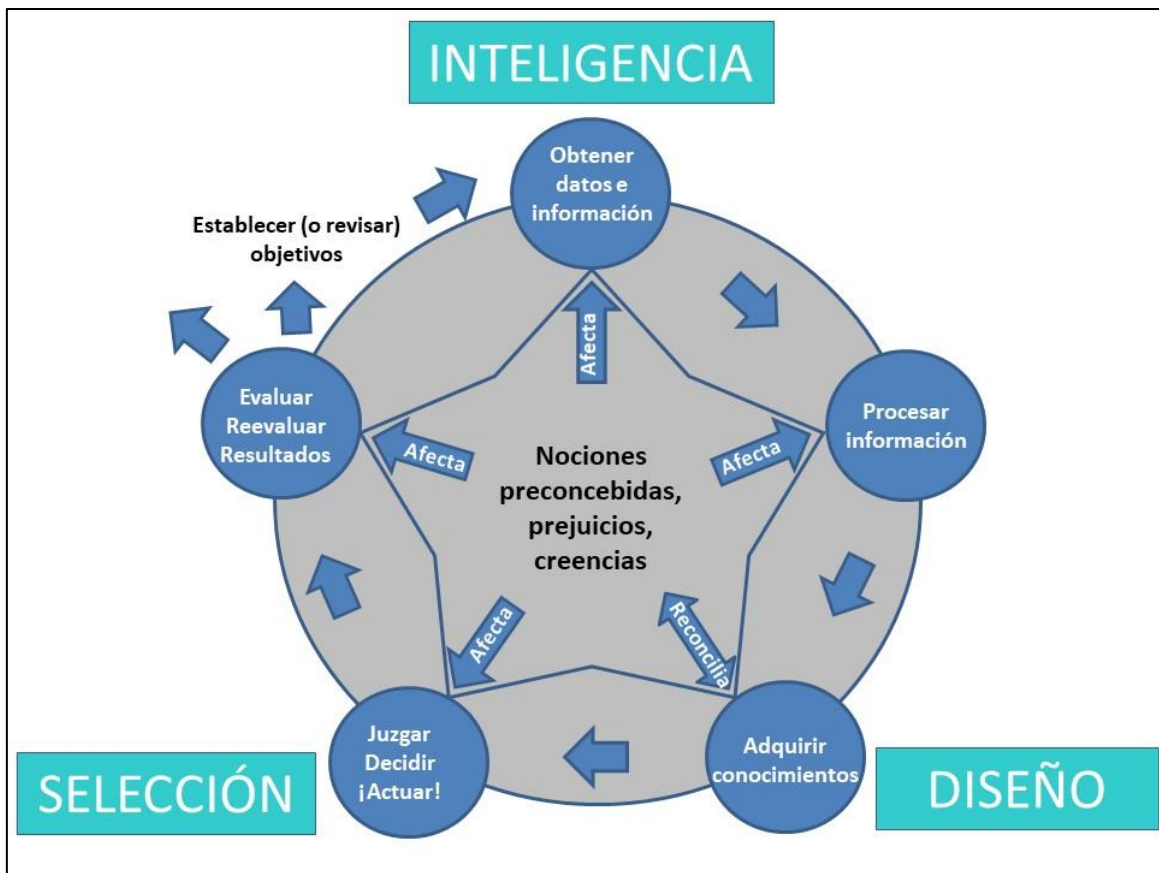


Figura 2.9. Modelo humano para la ciencia y evaluación de las decisiones. Fuente: modificado de Voinov et al. (2016)

Si estamos participando de un proceso toma de decisiones (y más si es participativo) se debe tener en cuenta (modificado de Bonome, 2009):

- El coste de recopilar información es muy alto en tiempo y recursos. ¿Cuánta información es suficiente información?
- Nuestra atención es selectiva y, además, no somos capaces de retener en la memoria la mayoría de la información que recibimos. ¿Cuánta información, de manera simultánea, podemos evaluar?
- Hacemos una interpretación sesgada de la información que tenemos a nuestro alcance y tendemos a obviar aquello que contradice nuestros prejuicios e ideas preconcebidas. ¿Cómo percibimos la realidad o el problema?

- Por último, tenemos tendencia a tomar decisiones basándonos en nuestros gustos y preferencias, y no en el análisis racional de los hechos.

Los procesos en los cuales interviene la toma de decisiones son muchos y, como ya se dijo, son abordados por diversas disciplinas. De todos ellos, este trabajo de tesis se enfoca en aquellos cuyo factor común es la relación con una localización, es decir, con una componente territorial, la toma de decisión espacial.

Según Buzai y Baxendale (2013), son cinco los conceptos fundamentales del análisis espacial:

- 1) Localización. Se refiere a que todas las entidades geográficas y sus correspondientes atributos tienen una ubicación específica en la esfera terrestre; además, esta ubicación puede ser absoluta si la referencia está dada únicamente respecto a esta posición, o relativa si su referencia de ubicación está dada por cualquier otro objeto.
- 2) Distribución espacial. Hace alusión a las semejanzas respecto a cómo se encuentran repartidos objetos del mismo tipo en la superficie terrestre.
- 3) Asociación espacial. Hace referencia a la manera en que se encuentran relacionados objetos de distinta distribución espacial en la superficie terrestre.
- 4) Interacción espacial. Define la estructuración de espacios funcionales a partir de las ubicaciones, distancias y vínculos resultantes de espacios relacionales.
- 5) Evolución espacial. Se refiere a la consideración de la dimensión temporal en los estados cambiantes de las distribuciones espaciales.

Puede decirse entonces que situaciones donde las decisiones son complejas e involucran aspectos territoriales, el proceso de toma de decisiones es generalmente iterativo, interactivo y participativo (Figura 2.10), siendo entonces necesaria la utilización de herramientas computacionales, tales como Sistemas de Información Geográfica, Sistema de Soporte a las Decisiones y Sistema de Soporte a las Decisiones Espaciales, entre otras (Sugumaran y De Groot, 2010).

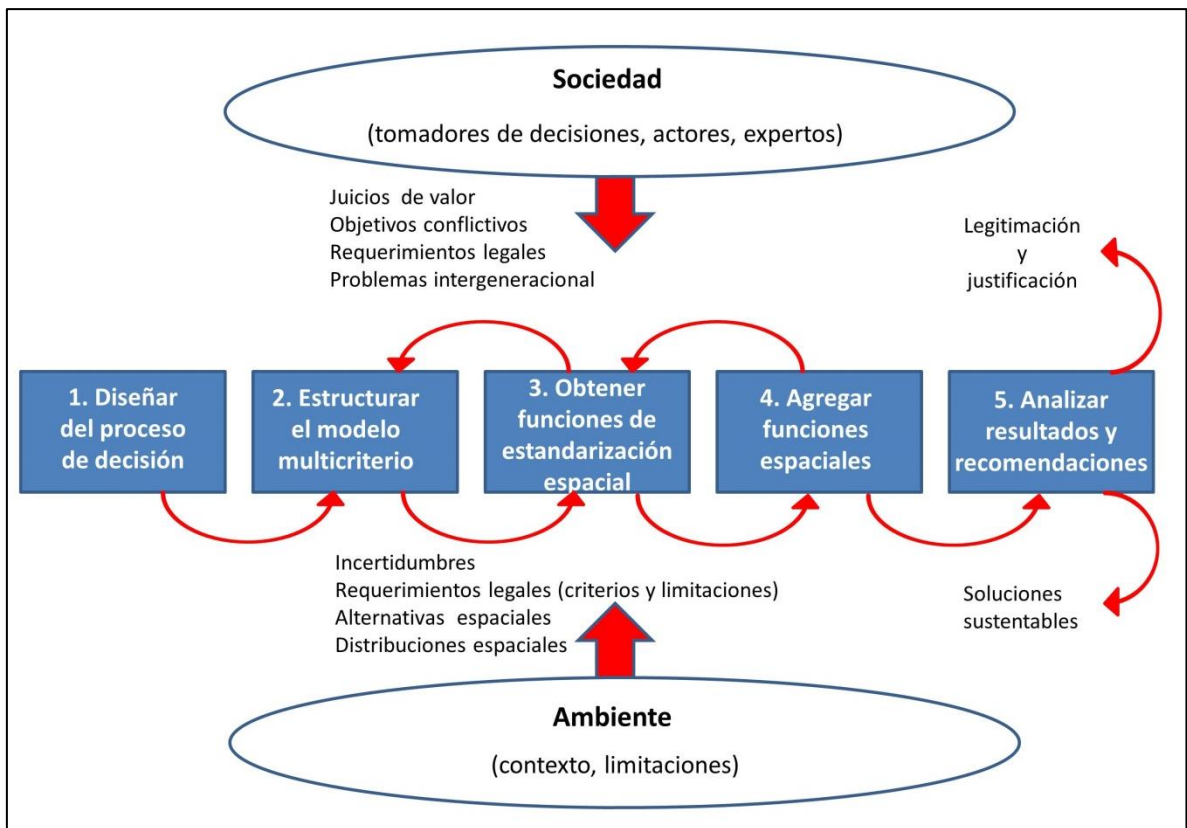


Figura 2.10. Pasos de modelación en un contexto socioambiental. Fuente: Ferretti y Montibeller (2016)

2.4.b. DSS, SDSS

Con el fin de contribuir a la toma de la mejor decisión posible, es que surgen en el campo de la Informática los Sistemas de Apoyo/Soporte a las Decisiones, definidos como “un sistema computacional que auxilia a personas responsables o vinculadas a la toma de decisiones” (Silver, 1991), exponen que es un sistema de información basado en computadora que combina modelos y datos en una tentativa para resolver problemas semiestructurados con un involucramiento pleno del usuario (Figura 2.11). En este sentido, tales sistemas deben complementar el juicio del decisor (aquel que realmente va a tomar la decisión) y no tomar la decisión, o sea, no sustituir el papel ejercido por el ser humano en la toma de decisiones.

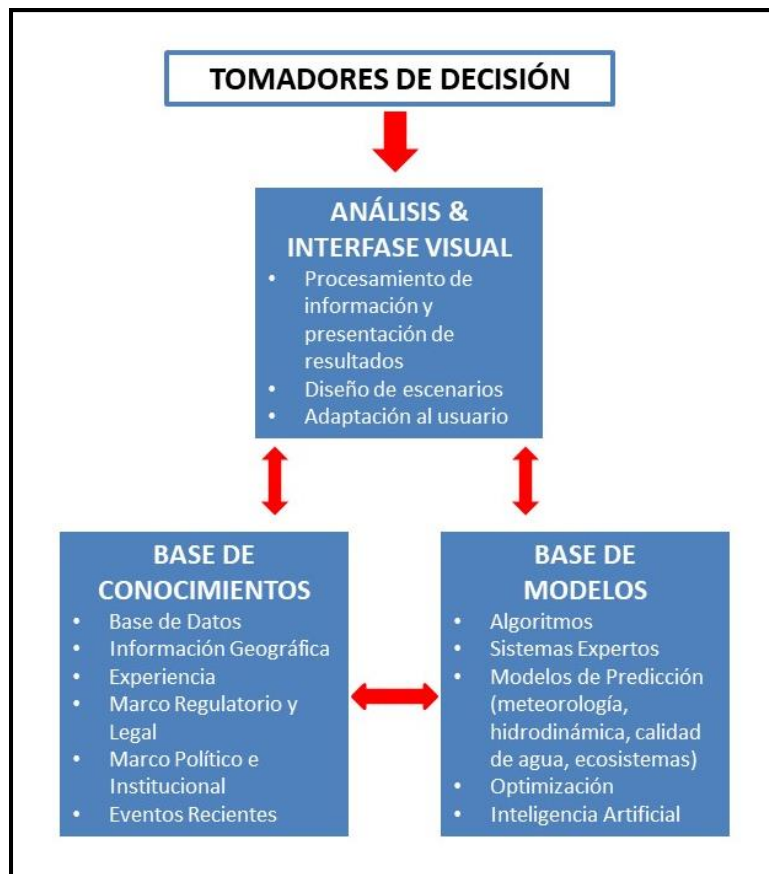


Figura 2.11. Estructura básica de un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones. Fuente: Bereciartua (2003)

Los SDSS son sistemas de computación integrados que apoyan a los tomadores de decisión en atender problemas espaciales semiestructurados o no estructurados de manera interactiva e iterativa, con funcionalidad para manejar bases de datos tanto espaciales como no espaciales, capacidades analíticas de modelado y de análisis de escenarios y un efectivo conjunto de herramientas de análisis y presentación de resultados (Sugumaran y De Groote, 2010 ; Castillo Rosas et al., 2015).

Para que una tecnología pueda ayudar en el proceso de la toma de decisiones en escenarios geográficos complejos, se considera que en ésta deben converger conceptos, métodos y tecnologías de (Castillo Rosas et al., 2015; Figura 2.12):

- Inteligencia colectiva.
- Inteligencia artificial.
- Sistemas complejos.
- Teoría de la decisión.
- Sistemas de ayuda a las decisiones espaciales (SDSS).
- Sistemas de soporte a la decisión en grupo (GDSS).

- Geoprospectiva

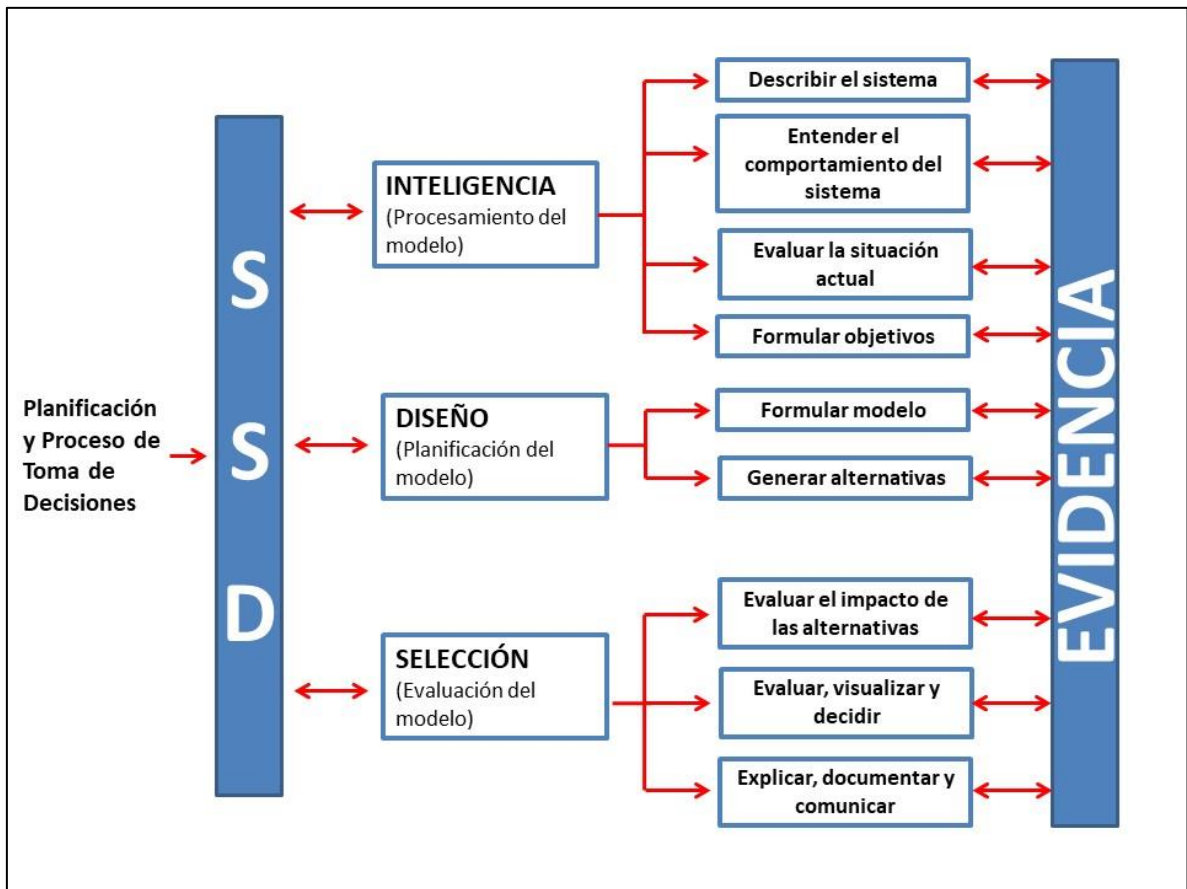


Figura 2.12. Marco para la planificación y proceso de la toma de decisiones. Fuente: modificado de Ferretti y Pomarico (2013).

2.4.c. Componentes de un SDSS

Sugumaran y DeGroot (2010) identifican cuatro componentes principales y un componente opcional (Figura 2.13):

- 1) gestión de base de datos (DBMC),
- 2) gestión de modelos (MMC),
- 3) gestión de diálogo (DMC) y
- 4) tomador de decisiones (SC).

La componente del conocimiento (CK) es una componente común pero no esencial en los SDSS.

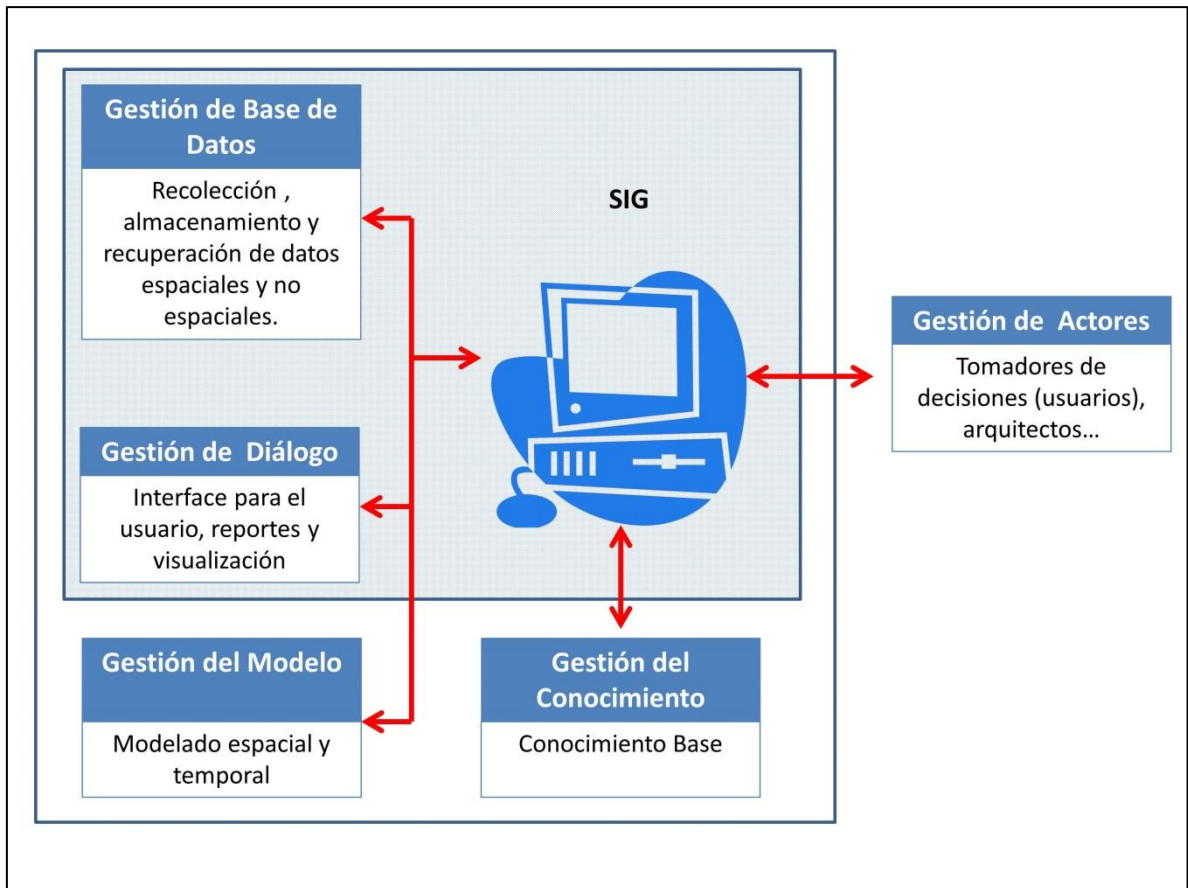


Figura 2.13. Componentes de un SDSS. Fuente: modificado de Sugumaran y DeGroot (2010)

Para pasar de la simple administración de datos e información, como realiza una base de datos, a la generación de conclusiones que resulten beneficiosas para los tomadores de decisión, el SSD debe hacer uso de herramientas de análisis. Estas herramientas constituyen la base de modelos del SSD y se pueden clasificar en tres grupos:

- 1) Modelos de simulación y optimización: los modelos de simulación describen un sistema mediante un modelo matemático que relaciona entradas y salidas, siendo capaces de predecir resultados ante nuevas entradas. Los modelos de optimización buscan identificar la mejor solución para minimizar o maximizar una función objetivo.
- 2) Modelos de decisión con criterios múltiples: las situaciones en las que un decisor (individual o colectivo) se ve confrontado con una elección en presencia de criterios múltiples son muy numerosas, por no decir universales. En resumen, el decisor se encuentra en disposición de escoger entre varias posibilidades, denominadas alternativas, el conjunto de las cuales constituye el llamado conjunto de elección. Para escoger en este conjunto de elección el decisor tiene diversos puntos de vista,

denominados criterios. Estos criterios son, al menos, parcialmente contradictorios, en el sentido de que si el decisor adopta uno de dichos puntos de vista, no escogerá la misma alternativa que si se basa en otro criterio (Fernández Barberis y Escribano Ródenas, 2012) (Figura 2.14).

- 3) Sistemas inteligentes: poseen la capacidad de aprender (en términos algorítmicos) con lo cual pueden acumular experiencia, así como de dar respuestas a situaciones nuevas, similares a las aprendidas. Siendo algunos de ellos capaces de representar conocimientos cualitativos, son aptos incluso para resolver problemas con componentes legales, sociales y políticos (modificado de Bereciartua, 2003).

En este trabajo de tesis se trabajará con la segunda opción, modelos de decisión con criterios múltiples.

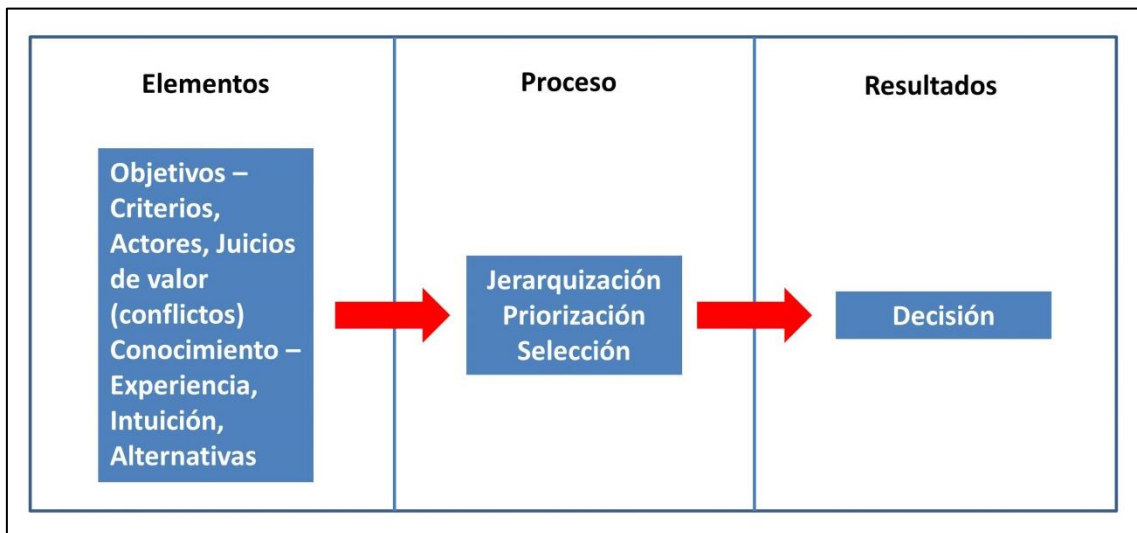


Figura 2.14. Problema de decisión. Fuente: Pacheco y Contreras (2008)

Los métodos de análisis multicriterio son ampliamente utilizados, tanto de manera unitaria como integrados en un sistema de información geográfica (Ferretti y Montibeller, 2016). En relación a lo mencionado en párrafos anteriores, una de sus características es que no consideran la posibilidad de encontrar una solución óptima; en función de las preferencias del agente decisor y de objetivos pre-definidos (a veces conflictivos), el problema central de los métodos multicriterio consiste en (Berumen y Llamazares Redondo, 2007):

- 1) Seleccionar la(s) mejor(es) alternativas;
- 2) Aceptar alternativas que parecen “buenas” y rechazar aquellas que parecen “malas”;

- 3) Generar una “ordenación” (ranking) de las alternativas consideradas (de la “mejor a la “peor”)

Por consiguiente, los métodos de decisión multicriterio, lejos de ser considerados elementos infalibles y certeros, cuya utilización permite encontrar una solución óptima y definitiva, son una base, sustentada en elementos científicos, que aporta mejoras distintivas para asumir una decisión. En todo caso se trata de decisiones basadas en componentes cuantificables que permiten ponderar el riesgo y, en virtud de ello, son capaces de elegir la “decisión” que, en el mejor de los casos, resulta ser la más satisfactoria, y en el peor, la menos insatisfactoria.

En síntesis, 7 etapas pueden ser identificadas en un proceso de decisión multicriterio (Figura 2.15; Toskano Hurtado, 2005; Ramirez, 2007; Voinov et al., 2016).

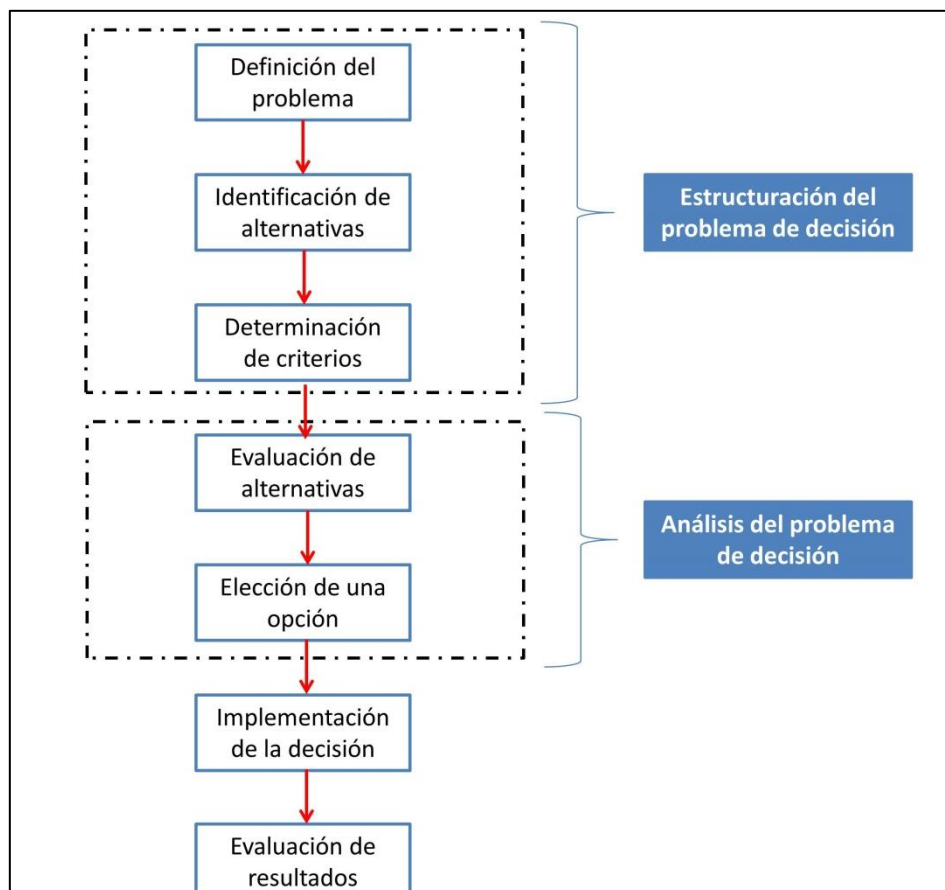


Figura 2.15. Etapas del proceso de decisión multicriterio. Fuente: García Cascales, 2009

Resulta imprescindible considerar el proceso mediante el cual se adoptó la decisión final para poder concluir o no que la solución fue la mejor posible, teniendo en cuenta la información disponible en el momento y los recursos que entonces se pudieron emplear. Se entiende, por tanto, que una decisión ha sido buena si se ha tomado con el mejor procedimiento disponible.

En cambio, no se puede calificar una decisión como buena si ha dado buenos resultados, pero no se conoce cómo se procedió en su adopción. Es la mejor decisión posible si tiene las siguientes características:

- 1) Se ha logrado el objetivo que se quería conseguir.
- 2) Se ha reunido toda la información relevante.
- 3) Se han tenido en cuenta las preferencias del decisor y de otros actores.
- 4) El monitoreo de la respuesta es satisfactorio

Algunos antecedentes sobre esta temática, en el área de estudios, son los trabajos de Lima et al. (2013), Romanelli et al. (2014), Lima et al. (2017), Massone et al. (2019) y Lima et al. (2019). En el primer artículo se trabajó en la implementación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para evaluar el riesgo de contaminación de los acuíferos y priorizar las subcuencas para la gestión de los recursos de aguas subterráneas en la llanura sudoriental de Pampa de Argentina; se discuten las principales dificultades y se dan algunas recomendaciones de aplicación de esta metodología. El segundo, también trata sobre la aplicación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones como marco lógico para evaluar el peligro de la contaminación de los lagos; el uso de este sistema se demuestra con un ejemplo de dos cuencas hidrográficas cada una con diferentes características de uso del suelo, tipo de suelo y topografía y también regulaciones de gestión para la protección de los recursos naturales. El objetivo del trabajo de Lima et al. (2017) fue generar una priorización de subcuencas hidrológicas para la gestión de los recursos hídricos subterráneos a través de un modelo multicriterio, utilizando el software Criterium Decision Plus (CDP), que pueda ser utilizado como herramienta de prevención y planificación del mismo. En el trabajo de Massone et al. (2019) se generó un sistema de información inteligente que constituye un soporte a la toma de decisiones para ser utilizado por el Ente Municipal de Servicios Urbanos del Partido. Finalmente, el último artículo mencionado trató sobre la implementación de un procedimiento de evaluación del riesgo de contaminación de acuíferos para identificar áreas prioritarias en una interfaz urbano-rural basada en herramientas de decisión multicriterio.

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Objetivo y metodología del capítulo

El objetivo de este capítulo es desarrollar los aspectos físicos, sociales y económicos del área de estudio.

La metodología empleada fue la revisión bibliográfica de aspectos físicos, sociales y económicos; el soporte gráfico de mapas se realizó mediante el software libre QGIS.

3.2. Localización y población

El PGP, se encuentra ubicado en la costa sudeste de la Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Se extiende sobre una superficie de 1.460 Km² entre los paralelos 37° 41' 55" y 38° 14' 47" Sur, y los meridianos 58° 2' 48" y 57° 31' 1" Oeste, y cuenta con 618.989 habitantes (INDEC, 2010). Al noroeste el PGP limita 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 (Figura 3.1). Las principales vías de comunicación del Partido con las localidades de la región son: Ruta Nacional 11 Norte y Sur, Ruta Provincial 88, Ruta Provincial 226 y la Autovía 2 que une a la ciudad con la Ciudad de Buenos Aires (Sabuda, 2018).

La ciudad cabecera de esta jurisdicción es Mar del Plata; es una ciudad intermedia (Roberts, et. al, 2016; Manzano y Velazquez, 2015) que cuenta con una superficie urbana de aproximadamente 205 Km² y con un ejido urbano, según el Código de Ordenamiento Territorial, de 79,48 Km². Según el censo de 2010 (último dato oficial disponible), residían un total de 587.133 personas que representaban el 1,44% de la población total del país o el 3,74% de la población de la Provincia de Buenos Aires. En 2016 las proyecciones de INDEC estimaban que en la ciudad de Mar del Plata residían 610.909 personas con un incremento porcentual de 4,04% representando el 1,40% de la población argentina y el 3,63% de la población bonaerense (Sabuda, 2018). Se destacan, además, dentro del PGP, la ciudad de Batán con 10.152 habitantes (según el Censo 2010) y localidades menores como Sierra de los Padres, Santa Paula y Colonia Barragán que concentran alrededor de 2.500 habitantes.

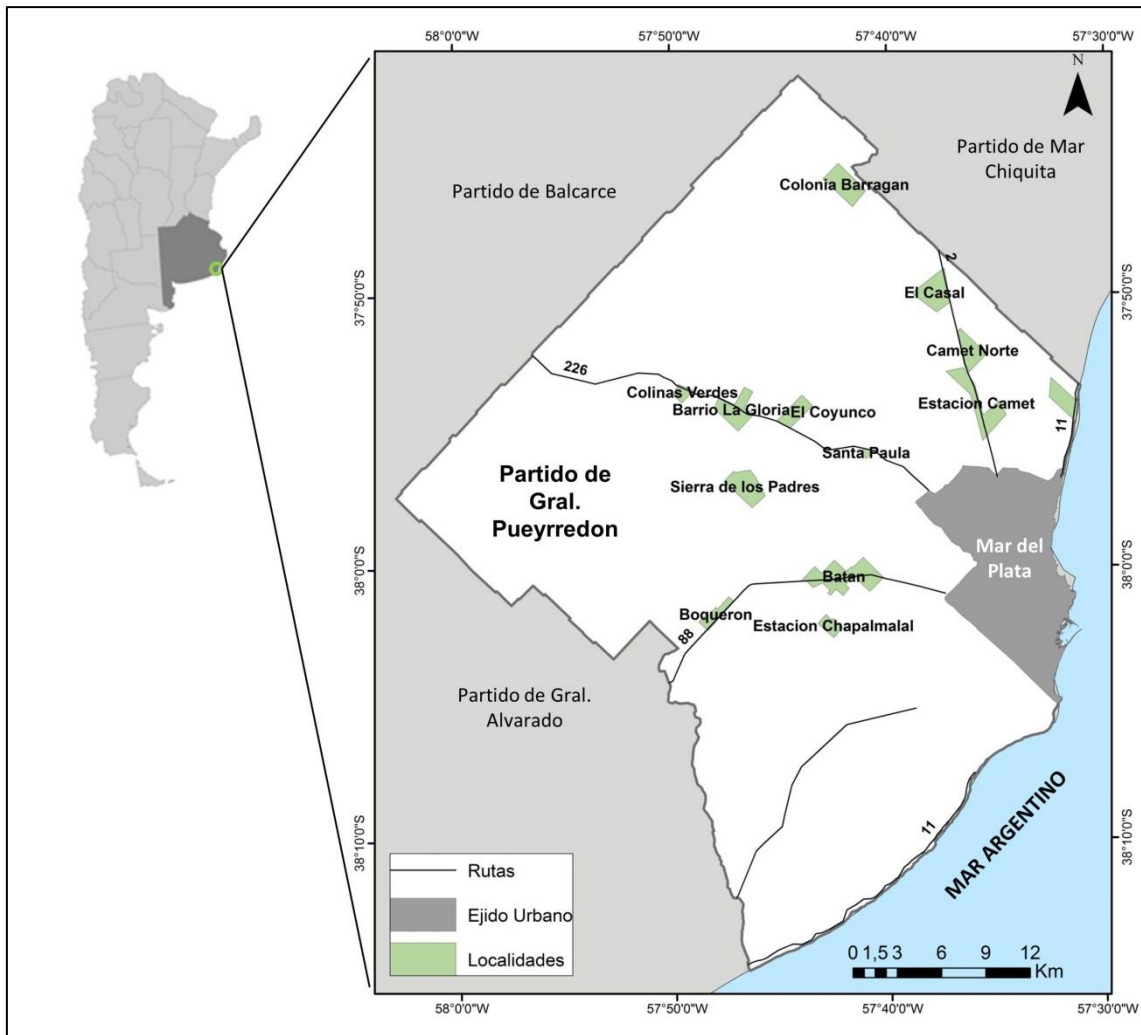


Figura 3.1. Área de Estudio. Fuente: elaboración propia.

3.3. Sistemas de abastecimiento de agua, saneamiento y pluviales

3.3.a. Abastecimiento de agua

En el PGP el agua subterránea es el único recurso hídrico con disponibilidad suficiente para que su explotación abastezca el consumo humano, riego, uso industrial y otros propósitos. En el PGP los derechos del agua los posee la empresa municipal Obras Sanitarias S.E. MGP (OSSE). En 2016 el acuífero se explotaba mediante la operación de 186 pozos de extracción, distribuidos en el Sistema Acueducto Norte (SAN, 102 pozos), el Sistema de Acueducto Sur (SAS, 27 pozos) y el Sistema de Impulsión Directa (SID, 57 pozos) en el área urbana que abastece directamente a la red de distribución (Figura 3.2). El caudal promedio por pozo ha variado en el tiempo, oscilando entre 55 m³/h en la década de 1950, 59 m³/h en el periodo 1970-90 y unos 45 m³/h en 2008. No obstante estas variaciones, la evolución de los caudales totales anuales ha tenido lógicamente una tendencia creciente acorde al número de pozos de explotación (Bocanegra, 2008). Vale

agregar que en 2019 se inició la perforación de los primeros pozos del nuevo Sistema Acueducto Oeste (SAO) y está en estudio una nueva área de bombeo que integraría el denominado Sistema Acueducto Austral (SAA; Figura 3.2).

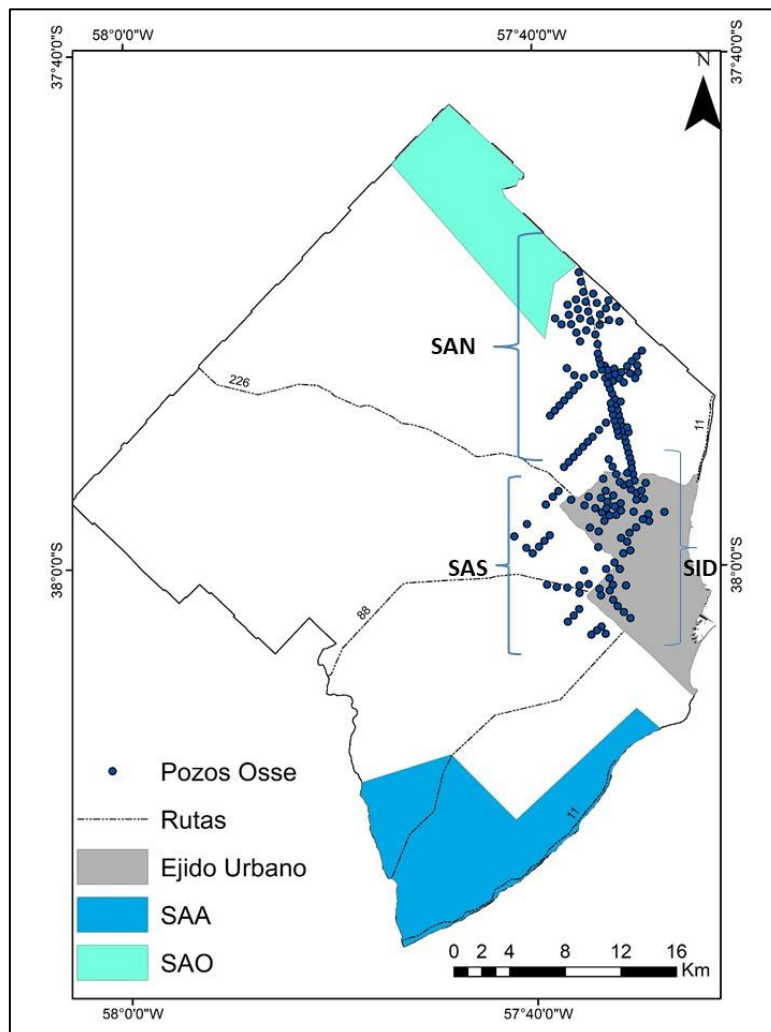


Figura 3.2. Pozos de abastecimiento público con caudal en 2016. Fuente: elaboración propia.

El 97% de la población cuenta con agua de red (Figura 3.3) y la producción anual promedio es de 139.000.000 m³ (OSSE, 2019). La explotación del acuífero de Mar del Plata para abastecimiento urbano se inició hacia 1913 con pozos en el área céntrica de la ciudad y fue ampliándose progresivamente a medida que la demanda crecía. Esta extracción relativamente concentrada en áreas próximas a la costa dio lugar a los problemas de salinización por intrusión, proceso que alcanzó su mayor expresión entre 1960 y 1970. Como consecuencia de este proceso se fueron abandonando las captaciones afectadas, en su mayoría en el centro y macrocentro de la ciudad, y se cambió el diseño de la explotación habilitando la batería de pozos de Estación

Camet y Camet Norte (Figura 3.1), con el Sistema Acueducto Norte (Massone y Grondona, 2018).

El sistema de captación es el adecuado a un medio de transmisividad moderada que, a largo plazo se comporta como libre (baja difusividad hidráulica), (Bocanegra y Custodio, 1994). Los pozos de abastecimiento que penetran casi totalmente el acuífero en general están cementados hasta los 35 ó 45 m de profundidad. Desde los comienzos de la explotación hasta 1980 sólo se colocaban filtros en los últimos 20 m de profundidad, entre los 70 y 90 m, luego se incluyó un tramo de 5 m entre 45 y 50 m, y actualmente se colocan filtros a lo largo de todo el pozo (Bocanegra, 2011).

Los mayores porcentajes de cobertura de agua de red se encuentran en la zona Centro, Intermedia y Noroeste (Figura 3.1). En los casos donde no se cuenta con agua de red los domicilios se abastecen de pozos propios individuales. En el caso de Sierra de los Padres (Figura 3.1), el sistema de abastecimiento de agua de red es administrado por una cooperativa.

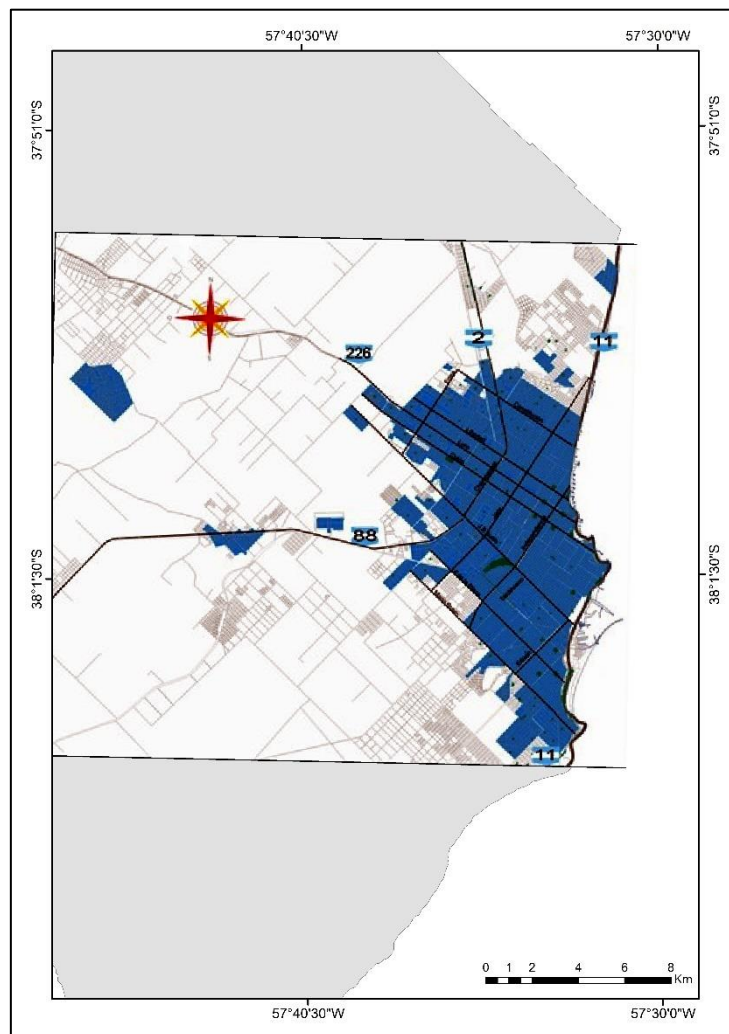


Figura 3.3. Mapa de cobertura de red de agua. Fuente: OSSE (2019)

Si bien por numerosas causas históricas, políticas y económicas que han determinado que no se haya implementado un sistema de consumo domiciliario medido en Mar del Plata y, por lo tanto, que no se cuente con registros de micromediciones y estimaciones sobre el consumo diario por persona, se puede estimar que el consumo por habitante es de aproximadamente 366 litros/habitantes/día (Massone y Grondona, 2018). Esta limitación también impide cuantificar el nivel de pérdida de agua entre la producción y el consumo total. En base a diversas consideraciones, OSSE estima que el agua no contabilizada asciende al 40% del total del agua producida (entre ellas, las mediciones informadas por otros prestadores del servicio, el inventario de antigüedad y materiales del sistema de distribución, el nivel de pérdidas observado a nivel superficial).

3.3.b. Sistema de saneamiento

OSSE también gestiona el sistema de efluentes cloacales, que incluye 4 colectores máximos y 14 estaciones elevadoras. El sistema cubre casi la totalidad del ejido urbano, la localidad de Batán y el Parque Industrial de PGP (Figura 3.4). En marzo de 2015 se finalizó la construcción del Emisario Submarino, que complementa el proceso anterior al impulsar el producido del pretratamiento a lo largo de 4.120 metros por una cañería de 2 metros de diámetro, sumergida bajo el mar, para después descargarlo en el mar a través de 90 puertos difusores ubicados en los últimos 500 metros del emisario. En 2017 se completó la construcción de la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) que lleva a cabo la extracción y la gestión de sólidos, arenas, grasas y aceites procedentes de los conductos cloacales antes de que el emisario submarino realice la descarga al mar. La planta está diseñada para tratar los efluentes de 1.800.000 habitantes, es decir tres veces más que la población actual.

El porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento de acuerdo a normas nacionales es del 100% (OSSE, 2019). Según OSSE (2019) el 97% de los hogares poseen acceso a servicio de saneamiento cloacal. La población que no cuenta con cobertura de red cloacal utiliza en su mayoría el sistema de pozo ciego.

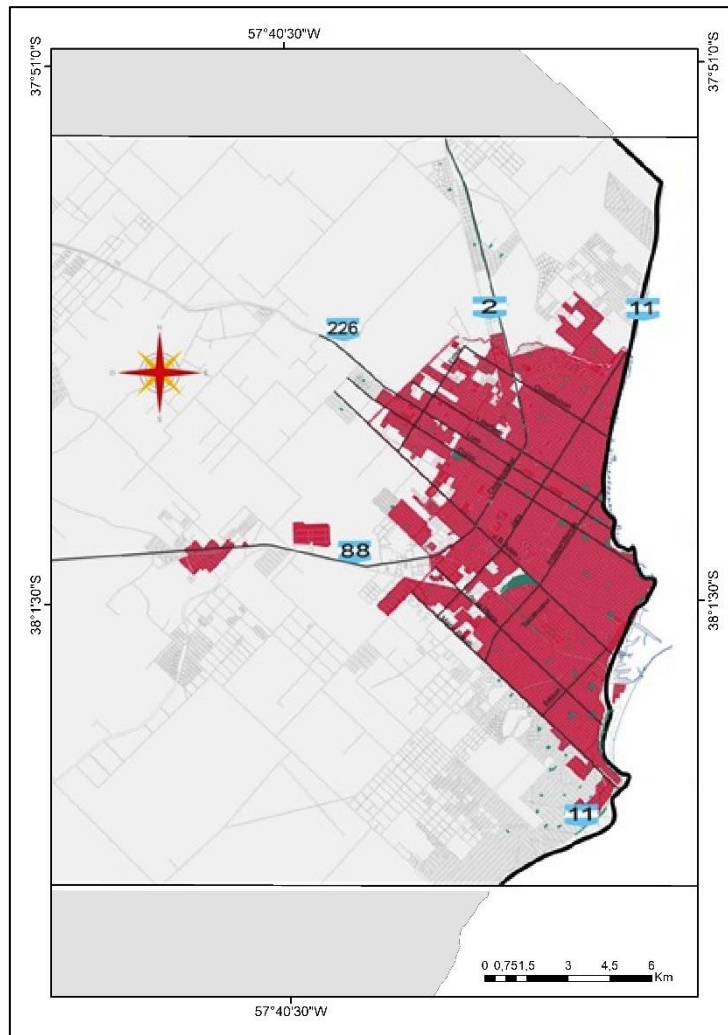


Figura 3.4. Mapa de cobertura de red cloacal. Fuente: OSSE (2019)

3.3.c. Sistema pluvial

OSSE también tiene a su cargo la tarea de mantenimiento del sistema de desagües pluviales (Figura 3.5). En la zona urbana las aguas de las lluvias son captadas superficialmente. Estas, debido a las características topográficas tienen escurrimientos hacia las distintas cuencas geográficas e hidráulicas que en algunos casos coincidían con lechos de arroyos que atravesaban la ciudad. El área cubierta por este servicio es del 77% del radio a servir del ejido urbano, con una extensión de 138 km, mantenimiento de bocas de tormenta (3037), tapas (1477) y rejillas (146), lo que hace un total de (4660) elementos involucrados en el servicio (OSSE, 2019).

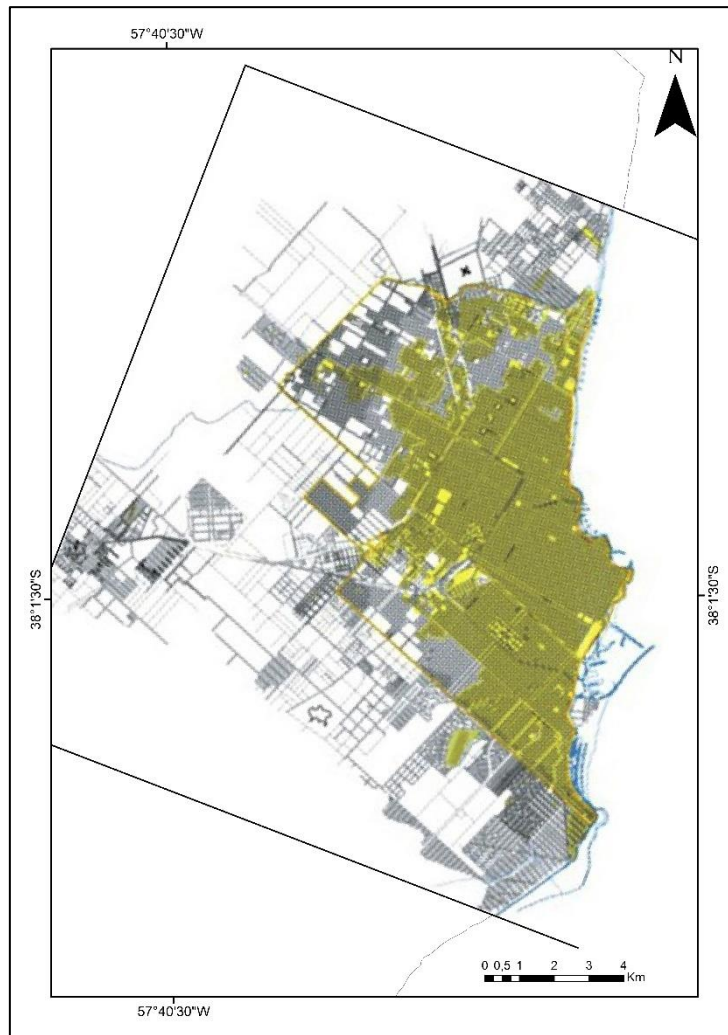


Figura 3.5. Mapa de cobertura del sistema pluvial. Fuente: OSSE (2019)

3.4. Entorno Físico

3.4.a. Clima

El clima de la región es de tipo “templado-húmedo”, según el esquema de Köppen o del tipo “subhúmedo-húmedo, mesotermal, sin deficiencia de agua”, de acuerdo con el método de Thornthwaite (Burgos y Vidal, 1951). El PGP se encuentra dentro de una región caracterizada por un clima templado oceánico debido a la influencia del mar (Kottek et al., 2006).

Los datos meteorológicos del partido son obtenidos por la estación meteorológica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) localizada en el aeropuerto de la ciudad de Mar del Plata.

Los valores medios estacionales de temperatura, presión, humedad relativa, precipitación y viento del período 1951-2010 de Mar del Plata se presentan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Valores medios de para parámetros meteorológicos (1951-2010). Fuente: Pontrelli Albisetti (2017)

1951 - 2010	Temperatura (°C)	Presión (hPa)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Viento (km/h)
Verano	19,4	1009,3	75	273,1	19
Otoño	14,6	1012,6	81	253,8	15
Invierno	8,4	1014,8	83	179,9	16
Primavera	13,1	1013,3	79	222,4	19

En cuanto a las temperaturas en la zona de estudio, la temperatura modular para 1901 – 2015 fue de 13.9 °C, con una máxima en enero de 22 °C y una mínima en julio con un valor medio de 5 °C (Figura 3.6).

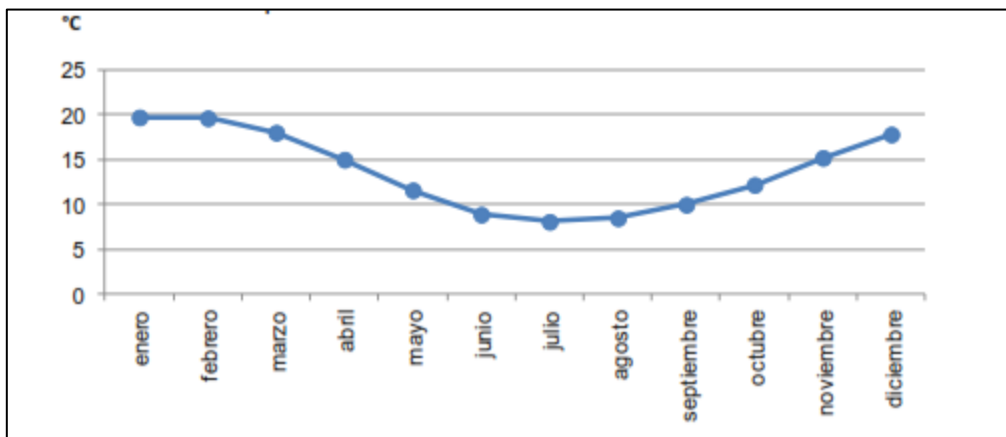


Figura 3.6. Temperatura media mensual (1991-2015) Estación Meteorológica Mar del Plata aero. Fuente: ENOHS (2016)

La precipitación muestra un régimen claramente estacional para los promedios anuales. Las mayores precipitaciones se registran en los meses de enero y febrero y a principios del otoño. La estación más seca es el invierno con valores menores en julio (Figura 3.7). La precipitación media mensual es de 78.2 mm (García, 2009).

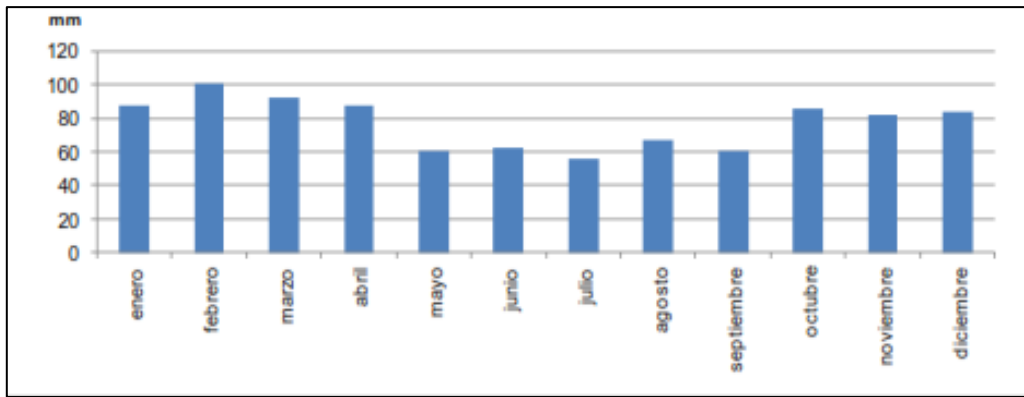


Figura 3.7. Precipitación media mensual (1991-2015) Estación climatológica Mar del Plata aero. Fuente: ENOHS (2016)

La precipitación media anual (para el período 1965 - 2010) de Mar del Plata es 933.6 mm, variando entre un máximo de 1223.3 mm en el año 2001 y un mínimo de 578.8 mm en 1979 (Figura 3.8; Pontrelli Albisetti, 2017).

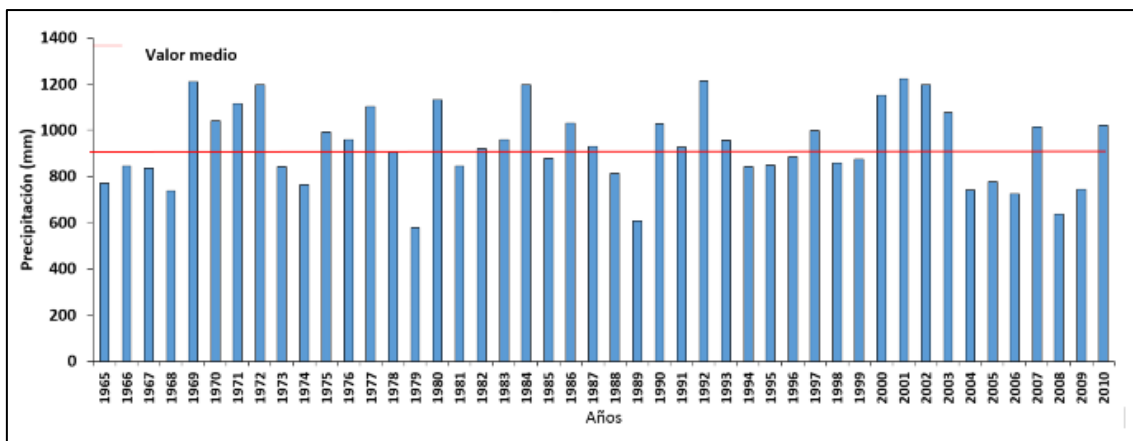


Figura 3.8. Precipitación media anual (1965-2010). Fuente: Pontrelli Albisetti (2017)

El Balance hídrico para el período 1991 – 2015 muestra una evapotranspiración potencial anual de 715 mm y la real de 710 mm. Los excesos suman 216 mm y se distribuyen entre los meses de abril a noviembre, con el máximo medio mensual en el mes de junio (43mm). El déficit es muy pequeño y se produce en enero (4mm) (Figura 3.9; ENOHS, 2016).

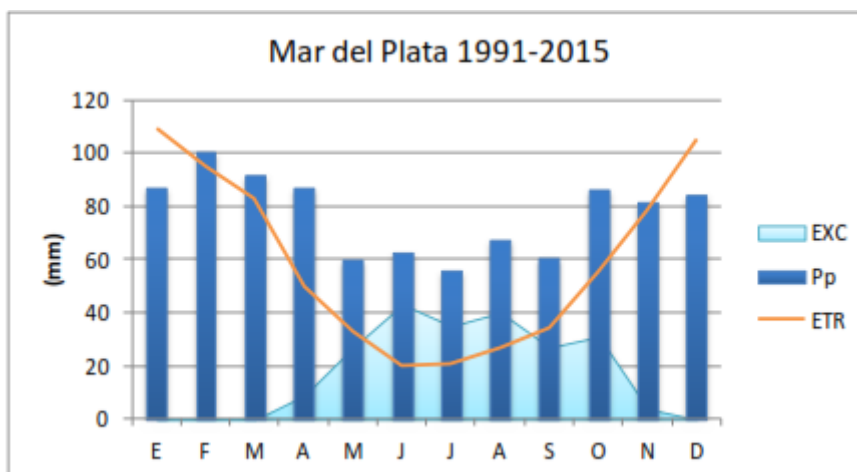


Figura 3.9. Balance hídrico (1991-2015). Fuente: ENOHS (2016)

3.4.b. Geología y Geomorfología

El PGP, se ubica en las Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires o Sistema de Tandilia, las cuales representan una provincia fisiográfica que, con forma de cordón discontinuo de sierras, cerros, cerrilladas y lomadas, emerge en la llanura pampeana bonaerense con orientación general NO-SE (Teruggi y Kilmurray, 1975). Estas sierras se disponen en una franja de ancho variable que atraviesa el Partido y constituye la divisoria regional de aguas, a partir de la cual se desarrollan dos vertientes a las que se denomina: norte y sur respectivamente.

En el área de estudio se reconoce la presencia de tres grandes unidades estratigráficas: Basamento cristalino, de edad precámbrica, los estratos marinos litorales eopaleozoicos de la Formación Balcarce y el conjunto sedimentario atribuido al Cenozoico. En el extremo sudoriental de las sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires el Basamento cristalino es de dificultoso reconocimiento, debido a que se encuentra cubierto y los escasos asomos corresponden a pequeños frentes de canteras en el flanco norte de las serranías. Las sedimentitas eopaleozoicas de la Formación Balcarce (Dalla Salda e Iñíguez Rodríguez, 1979), se disponen en una franja que se extiende con dirección NNO-SSE y constituyen un conjunto sedimentario que suprayace en discordancia erosiva al Basamento cristalino. Se trata de rocas ortocuarcíticas, más de 98 % de cuarzo, con cemento silíceo. Se disponen en estratos con ángulos de 5° o menores. El espesor más frecuente de los estratos varía entre 0,30 y 1 metro, aunque los hay de mayor potencia. Todo el conjunto está afectado por los sistemas de fracturas de alto grado, frecuentemente subverticales, atravesadas por fallas con orientación NE-SO. La estructura general de las sierras ha constituido un fuerte control en la evolución y morfología del paisaje (Teruggi y Kilmurray, 1975). En los Sedimentos atribuidos al Cenozoico predominan

limos “loessoides”, en parte arenosos finos a muy finos, de origen esencialmente eólicos, retrabajados y redepositados en un ambiente álcuo, sobre un relieve relativamente bajo y llano. En la depositación de los sedimentos pampeanos tienen una significativa participación las cenizas volcánicas, en las que, a juzgar por la mineralogía de las mismas, el área de aporte se localizaría en el piedemonte andino (Teruggi, 1957).

En la vertiente norte, Martínez (1998) diferencia tres ambientes geomórficos (Figura 3.10):

a) Sierras: Corresponde a las ya mencionadas estribaciones sudorientales de Tandilia o Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. El cordón serrano se presenta con discontinuidades definidas por la existencia de valles y abras y hasta pequeños sectores llanos y algo ondulados que en general han permitido la definición de “grupos orográficos menores”, que reciben distintos nombres locales (La Peregrina, Las Mostazas, Los Padres, etc.) y que en conjunto se las conoce como Sierras de Mar del Plata. A partir de Sierras de Los Padres, en dirección este-sudeste, las elevaciones, exclusivamente de ortocuarcitas, van perdiendo altura y continúan como un conjunto de lomas y colinas bajas, cubiertas en algunos casos por una delgada capa de sedimentos cuaternarios, para terminar en Punta Mogotes, Punta Cantera, Cabo Corrientes Punta Piedras y el Bloque de Punta Iglesia (Teruggi y Kilmurray, 1975).

b) Lomadas: Martínez (1998) las describe como geoformas alargadas y redondeadas, adosadas al frente serrano nororiental y prácticamente integradas al mismo en buena parte del borde sur. Conforman, en general un relieve ondulado con pendientes medias de 3 a 4 %. En el sector occidental se extienden entre las isohipsas de 60 y hasta 120 metros, mientras que en el sudeste, sus alturas medias varían entre 12 y 80 metros sobre el nivel del mar. Hacia el este y nordeste, las lomadas se van desdibujando y su presencia se hace mucho menos frecuente.

c) Llanura: Se extienden en el sector norte de la vertiente septentrional, sobre todo a partir del “interfluvio entre los arroyos La Tapera y Santa Elena. Las pendientes poseen gradientes poco significativos (0,2-0,3 %). En general los valles de este ambiente son muy poco pronunciados, con pequeñas barrancas a partir de la Autovía 2, en dirección hacia el este. Asimismo, resulta destacable la presencia de numerosos bajos alargados y subredondeados que, en general se interconectan en épocas de lluvias (Sala et al., 1979; 1980). El ambiente ha sido redefinido por Del Río et al. (1995) como Llanura Fluvio-eólica.

Para el caso de la vertiente sur, Kruse (1986), diferencia, desde el punto de vista morfológico un sector de Sierras, a las que caracteriza por sus formas tabulares, con un pequeño sector cuspidal relativamente plano, con pendientes de gradientes menores a 5 % y generalmente cubiertos por sedimentos cenozoicos. Un ambiente Pedemontano, en el que se destacan lomadas amplias, de

formas algo irregulares, con escotaduras de distinta magnitud y cierto aislamiento, desarrolladas entre los 60 metros sobre el nivel del mar hasta los 140 metros sobre el nivel del mar y pendientes de muy escaso gradiente (0,2 %). La red de drenaje se caracteriza por poseer textura gruesa, con una densidad de drenaje de aproximadamente 0,3 km/km². Los cauces son angostos (menos de 5 metros) y poco profundos, en algunos casos con bajos elongados en sus nacientes. Las divisorias son amplias, apenas diferenciables, excepto en la zona serrana. En forma saltuaria aparecen algunas pequeñas barrancas de muy baja altura. Las llanuras aluviales se encuentran poco desarrolladas y los flancos de valles son de poca expresión y están integrados por fajas paralelas al cauce, aunque con mayor amplitud en la margen derecha que en la izquierda (Massone et al., 1993).

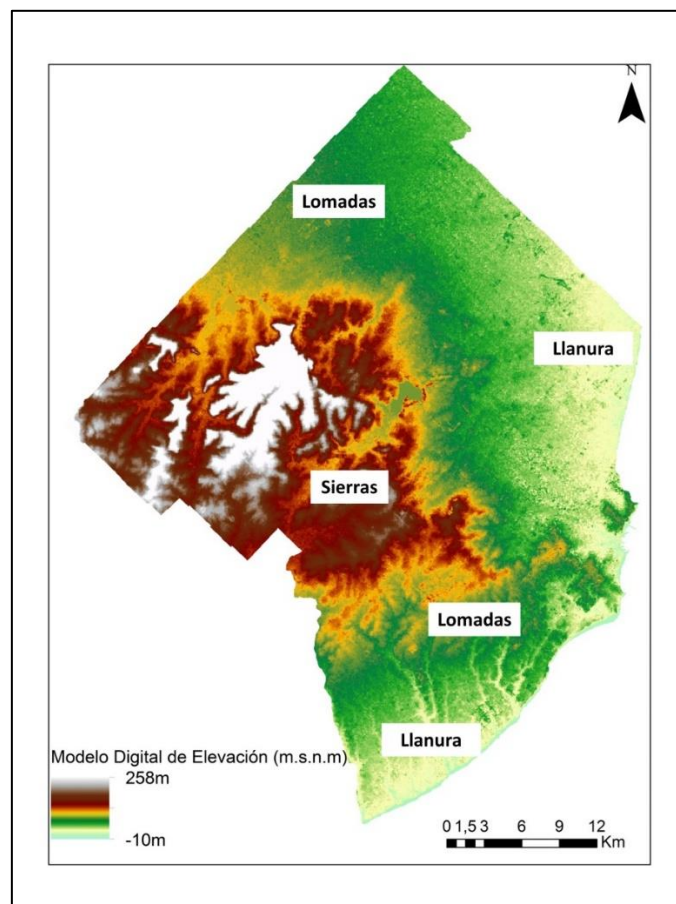


Figura 3.10. Modelo Digital de Elevación. Fuente: elaboración propia a partir de IGN (2018)

3.4.c. Hidrología superficial

Como sucede en todo el sudeste bonaerense, la hidrografía del PGP se presenta como una red compuesta por cursos de agua, tanto permanentes como intermitentes, con nacientes en el área

serrana y posterior trazado que generalmente se da en dirección SO-NE. Son arroyos de escasa expresión topográfica, de pequeño cauce y de escaso caudal (Romanelli, 2012).

En el PGP se definieron y jerarquizaron catorce cuencas de drenaje (Figura 3.11) que corresponden a los arroyos:

- Vertiente Norte: Vivorata, Arroyo Seco, El Cardalito, Las Chacras, Los Cueros, Los Patos, La Tapera y De los padres.
- Vertiente Sur: Chapadmalal, Corrientes, Lobería, Seco Sur, Las Brusquitas y San Eduardo.

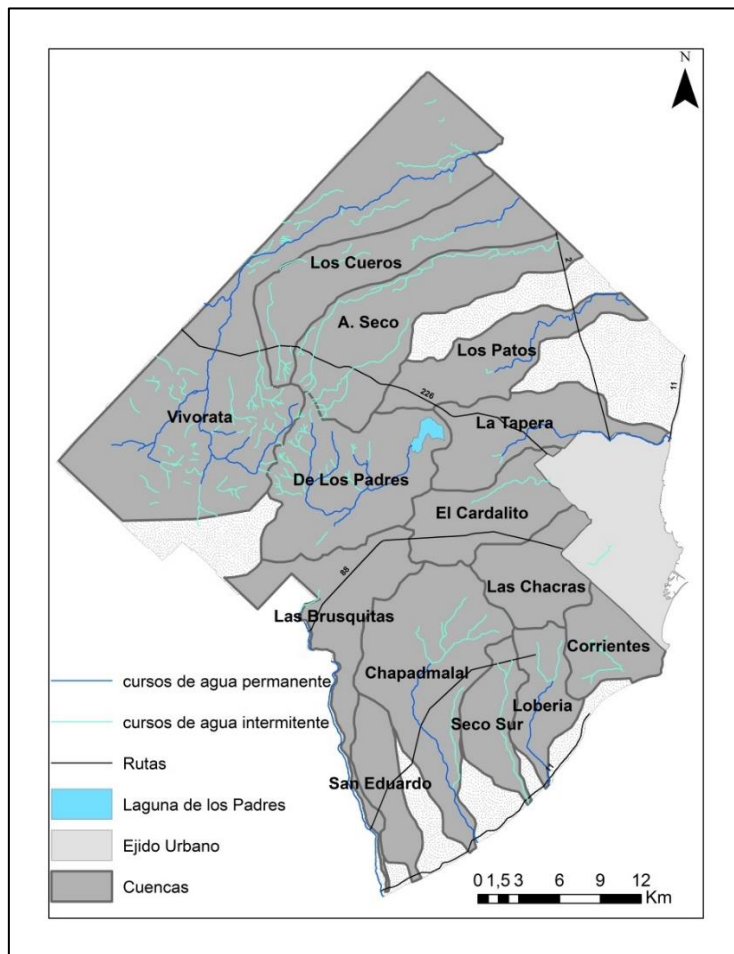


Figura 3.11. Cuencas de drenaje PGP. Fuente: modificado de Mar del Plata Entre Todos (2018)

Los cauces de los arroyos generalmente son angostos y poco profundos presentando bajos elongados, difusos y, en gran parte, pantanosos. En las zonas serranas, del piedemonte y de la llanura ondulada, los cauces son nítidos y mejor desarrollados, mientras que, en los sectores de escasa pendiente de la zona norte y noreste del PGP se caracterizan por ser angostos, limitados por barrancas que no superan los tres metros, limitándolos especialmente en las cuencas media

y superior. La planta urbana de Mar del Plata ocupa en forma total o parcial las cuencas de drenaje de los arroyos La Tapera, Corrientes, El Cardalito, Las Chacras, Del Tigre y Del Barco, de los cuales solo los dos primeros se encuentran en su totalidad sin entubar (Sabuda, 2018).

La laguna más importante del PGP es la Laguna de Los Padres, situada en el entorno serrano (Figura 3.10); presenta una longitud máxima de 2.065 Km, con un área del orden de los 2 km² y una profundidad de 2,40 m aproximadamente. Se originó a partir del proceso de deflación en condiciones de clima árido; recibe el aporte de aguas superficiales y principalmente subterráneas, constituyendo sistemas abiertos de recarga-descarga (Romanelli, 2012). En el año 1957 se declara Reserva al área del Curral cercano a la laguna. Más tarde, la Provincia de Buenos Aires transfiere a la Municipalidad de General Pueyrredon, las tierras de Laguna de los Padres - incluida la Reserva del Curral. En 1982 se crea la figura de Reserva Natural Laguna de los Padres, que tiene por fin proteger la fauna y la flora, mediante la preservación y el mejoramiento del medio ambiente, la proscripción de las acciones degradantes del mismo y la corrección de los efectos de las ya producidas. Posteriormente en 1984 se aprueba el Plan de Manejo para la Reserva Integral Laguna de los Padres (RILAPA). La misma es un ámbito natural destinado a la preservación de la flora, la fauna y el cuerpo de agua, para su uso recreativo y científico-educativo. Luego se elabora un Reglamento General para esta reserva que incorpora usos diferenciales, según la zonificación propuesta en el Plan de Manejo. La RILAPA (687 ha) se encuentra sectorizada en Zona Intangible, Zona de Conservación, Zona de Usos Múltiples. A partir del 11 de mayo de 2011 el gobierno provincial declaró a la Reserva Laguna de Los Padres como "Reserva Natural de Objetivo Definido Educativo" (Romanelli y Massone, 2011).

3.4.d. Hidrogeología

Las características geológicas de la provincia de Buenos Aires hacen que su hidrogeología regional sea bastante uniforme (Sala, 1975). González (2005) ha reconocido distintas regiones hidrogeológicas con características particulares a escala regional para la Provincia de Buenos Aires; dentro de estas, el área de estudio se ubica en la Región Hidrogeológica Interserrana - Periserrana.

La secuencia hidrolitológica se compone de un reducido espesor de sedimentos eólicos, arenas fluviales y limos que conforman la Zona No Saturada (ZNS). El acuífero freático está contenido en terrenos del Pampeano, adquiriendo en profundidad un carácter semilibre cuando el espesor es considerable, como ocurre en el ámbito interserrano, en función de la anisotropía vertical (González, 2005). En la siguiente tabla (Tabla 3.2) se presenta un esquema hidrogeológico

general, de acuerdo a las unidades geológicas que componen la Región Hidrogeológica Interserrana - Periserrana, su composición litológica y el comportamiento hidrolitológico.

Tabla 3.2. Sistema Hidrológico. Fuente: Modificado de González (2005)

Unidad geológica	Litología	Comportamiento hidrolitológico
Pospampeano	Arenas eólicas, arenas fluviales, limos	Zona No-Saturada
Pampeano	Limos loessoides, limos arenosos	Acuífero (freático) Acuífero (semilibre)
Basamento hidrogeológico	Cuarcitas, lutitas, arcilitas, dolomitas, granitos, gneises, milonitas (Tandilia)	Acuífugo, Acuífero (fisurado)

Sala (1975) fue el primer autor en identificar una secuencia similar a la que muestra la Tabla 3.2. En este trabajo este autor menciona que la región se caracteriza por la presencia de las unidades hidrogeológicas Basamento Impermeable y Complejo Clástico Permeable.

El basamento impermeable está representado por distintas rocas acuífugas, precámbricas y paleozoicas. Este aflora esencialmente en coincidencia con las Sierras Septentrionales, en una franja de ancho variable con orientación ONO-ESE. La porosidad secundaria, producto del diaclasamiento, está restringida preferentemente a los niveles superiores, liberados de la presión litostática; en menor medida ha actuado en tal sentido la esquistosidad y, como porosidad semisecundaria, las superficies de estratificación.

El Complejo Clástico Permeable suprayace al Basamento y comprende las secciones: Hipoparaniana, Paraniense y Epiparaniana, de las cuales sólo esta última tiene interés hidrogeológico a los fines de la explotación (Bocanegra, 2011).

- Sección hipoparaniana

La porción superior, Mioceno inferior, llamada comúnmente “Rojo” por su importancia geohidrológica ha sido estudiada en la región de Bahía Blanca. Según García y García (1964), está constituida allí por “...estratos de composición variable, preferentemente areniscas arcillosas de

color rojizo, de grano mediano a fino y niveles de rodado, grava, gravilla y arenas de rocas cuarcíticas y graníticas, a veces compactas por arcillas”.

- Sección Paraniense

Corresponde al paquete sedimentario resultante de ingesión marina homónima (Frenguelli, 1950). Solamente no ha sido hallada en la zona interserrana central y en los alrededores de las sierras; su espesor se incrementa hacia el eje de las cuencas sedimentarias. Está constituida comúnmente por potentes arcillas de colores típicos azulados y verdes, con abundante yeso y anhidrita; poseen intercalaciones de arena y son ricas en fósiles marinos. En la zona interserrana predominan las arenas. Como cuadro hidrogeológico general puede decirse que en la sección predominan sedimentos acuicludos, en parte acuitados, con finas intercalaciones acuíferas, salvo en las áreas del predominio psamítico, donde se incrementa este último carácter (Sala, 1975).

- Sección Epiparaniense

La columna hidroestratigráfica culmina con la sección epiparaniense, extendida por todo el ámbito provincial a excepción de los lugares donde aflora el basamento impermeable. Tiene gran importancia hidrogeológica, especialmente por ser la única en relación directa con las etapas superficial y atmosférica del ciclo hidrogeológico, respondiendo rápidamente a sus variaciones y actuando como generadora activa en la relación con las secciones inferiores. A pesar de conformar un paquete sedimentario que abarca desde el inicio del Plioceno al presente, muestra una cierta similitud en el comportamiento hidrogeológico por la presencia casi permanente de sedimentos más o menos permeables y de capas local o regionalmente filtrantes. Su comportamiento está definido como “ambiente acuitado, de baja permeabilidad, dentro del cual se desarrollan lentes de mediana permeabilidad portadora de niveles acuíferos productivos” (Sala, 1975).

3.4.d.1. El acuífero de Mar del Plata

En el PGP se verifica la presencia de las unidades Basamento impermeable, secciones paraniense y epiparaniense.

El basamento corresponde a los afloramientos de las Sierras Septentrionales, como ya se mencionó, y también se verifica su presencia en forma subsuperficial en el área de lomadas del sur del partido (Martínez, 1998), donde por ejemplo en el barrio Monte Terrabusi los vecinos se

abastecen en pozos hechos “en piedra”. Sedimentos que podrían ser atribuidos a la sección paraniense han sido identificados durante la perforación de algunos pozos de abastecimiento a alrededor de 100m de profundidad (Ing. Luis Mérida, comunicación verbal).

La sección epiparaniense, tal como se ha mencionado, corresponde al acuífero principal del partido; está constituido por sedimentos limo-arenosos, limosos y limo-arcillosos, que pueden asociarse a los diferentes sistemas geomorfológicos vistos anteriormente. Su espesor varía desde unos 70 metros en el sector céntrico de Mar del Plata hasta alrededor de 100 metros en los sectores rurales de la vertiente septentrional, y contiene aguas que, de modo general pueden ser clasificadas como bicarbonatadas cálcicas. Los valores promedios de transmisividad oscilan en pozos próximos a los distintos cauces de los arroyos, entre 900 y 1300 m²/d; estos elevados valores junto con los resultados de los perfiles litológicos, induce a suponer la presencia de paleocauces debido a condiciones similares de depositación de sedimentos durante el Cenozoico (Bocanegra, 2008). En el resto del área rural y en el área urbana se presentan valores promedio de unos 850 m²/d. La permeabilidad oscila entre 5 y 10 m/d (Bocanegra et. al, 1993). Los coeficientes de almacenamiento varían desde 10⁻³ en el sector sur de la ciudad de Mar del Plata, hasta 3.10⁻² en los otros sectores (Bocanegra, 2011). En la Figura 3.12.a se muestra el mapa de espesor de zona no saturada; el mismo oscila entre unos 5 metros (en las áreas de llanura, NE y SSE del mapa) hasta unos 40 metros (en la zona del cono de depresión del SAN y el SAS).

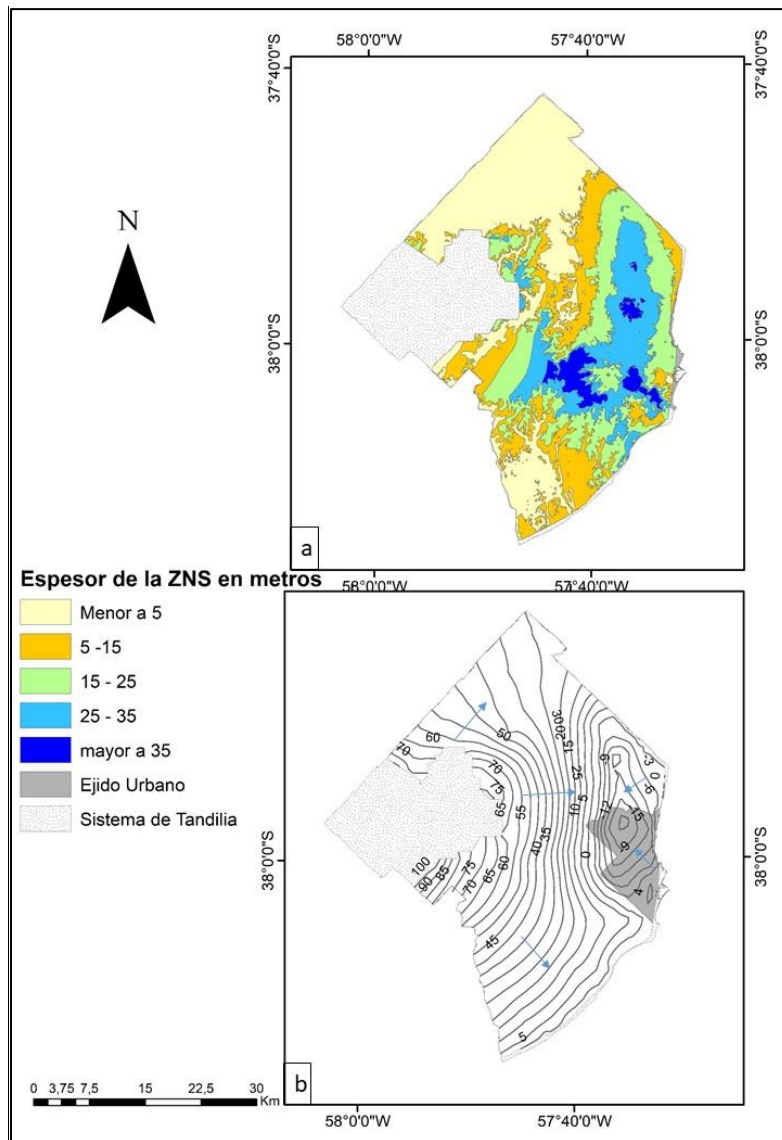


Figura 3.12. a. Espesor de la zona no saturada; b. Curvas equipotenciales. Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Figura 3.12.b la dirección principal de flujo subterráneo sigue las direcciones de las dos vertientes de las Sierras de Tandilia, la mayor cantidad de área muestra direcciones de flujo OSO-ENE. En la vertiente sur la dirección principal cambia a NNO-SSE. Asimismo, hacia el norte del ejido urbano de Mar del Plata, queda en evidencia la presencia de un cono de depresión producido por los pozos de abastecimiento público (ver apartado 3.3.a).

3.5. Entorno socioeconómico

En 2012, el Producto Bruto Geográfico (PBG) del PGP en moneda corriente ascendía a casi 24 mil millones de pesos, lo que representaba un PBG per cápita de 8.380 dólares, o el 57% del Producto Bruto Interno (PBI) per cápita promedio nacional. Asimismo, medido en moneda constante, el PBG de la ciudad creció entre 2004 y 2012 a una tasa anual de crecimiento

promedio (continuamente compuesta) del 4,1%. El PBG comprende y abarca a la totalidad de las actividades económicas del PGP, en tres sectores: Primario, Secundario y Terciario (Red Mar del Plata entre todos, 2016).

El Sector Primario agrupa al conjunto de actividades ligadas a la transformación del medio natural -Agricultura, Ganadería, Pesca, Caza, Silvicultura y Minería- las que, según el último dato disponible -correspondiente al año 2012-, representaban el 8,3% del PBG. La agricultura tanto extensiva como intensiva y la ganadería sumaban el 3,6%, la pesca extractiva el 4,5% y la minería tan sólo el 0,1%. La pesca, constituye la principal actividad económica dentro del Sector Primario local, desarrollada por subsectores diferenciados según el tipo de flota que opera sobre el recurso (Lacaze et al., 2014). En orden decreciente de importancia, a la pesca le sigue la agricultura y, al interior de la misma, resulta particularmente importante la producción frutihortícola, que incluye la obtención de hortalizas de modo intensivo y extensivo, de frutas y de flores y productos de vivero (Szczeny y Adlercreutz, 2001-2017); en este sentido, Mar del Plata cuenta con una importante franja transicional periurbana de unos 340 km², donde residen más de 125.000 personas (Zulaica y Celemín, 2014; Figura 3.13).

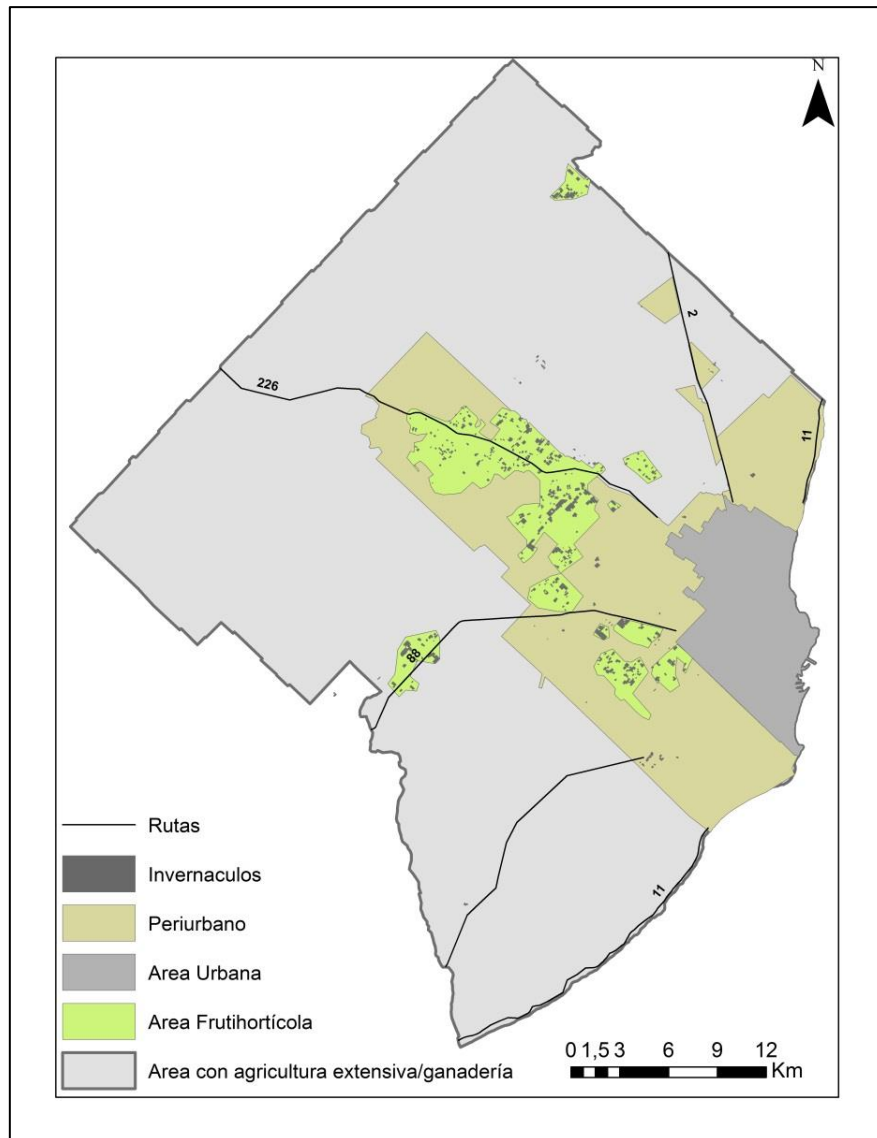


Figura 3.13. Distribución espacial del uso de suelo agrícola extensivo y frutihortícola. Fuente: modificado de Zulaica et. al (2012) y Viglianchino (2017).

Dentro de la ganadería, en un Partido que no es esencialmente ganadero, sobresale la cría de vacunos por sobre la de ovinos, porcinos y caprinos, la avicultura intensiva y la apicultura. Finalmente, las actividades mineras están referidas a la extracción de cuarcitas en las canteras locales y tienen escasa importancia en el PBG local (Atucha y Lacaze, 2018).

El Sector Secundario agrupa al conjunto de actividades ligadas a la transformación de insumos para la producción de bienes finales, tales como la industria manufacturera, la generación, transporte y distribución de electricidad, gas y agua y la actividad de la construcción. En el año 2012 este sector representaba el 29,5% del PBG del Partido. La actividad más importante es la industria manufacturera, que representa el 18,4% del total del valor añadido localmente; siguiendo en importancia la construcción, con un 9,6%, y la generación, transporte y distribución

de electricidad, gas y agua (1,6%) que acompaña el crecimiento vegetativo de la población. Para el año 2012, la principal actividad industrial era la elaboración de alimentos y bebidas en los que destacaba la industria alimenticia pesquera. A la industria alimenticia le siguen, en orden de importancia, la industria metalmecánica, química y la fabricación de productos textiles y prendas de vestir (ver Capítulo 4). La actividad de la construcción, gran dinamizadora de la actividad económica, es llevada a cabo mayoritariamente por el sector privado (Lacaze et al., 2014; Atucha y Lacaze, 2018).

Dentro del Sector Terciario o de prestación de servicios, se incluye a una amplia gama de actividades tales como comercio y reparaciones, transporte, almacenamiento y telecomunicaciones e informática; los servicios de construcción, financieros, de distribución al por mayor y al por menor, de hoteles y restaurantes, de seguros, inmobiliarios, de enseñanza y de salud, profesionales, de comercialización y otros servicios de apoyo a las empresas; los servicios gubernamentales, los comunitarios, los audiovisuales, los recreativos y los domésticos. Este sector representa en el Partido el 62,2% del valor agregado del año 2012 (Lacaze et al., 2014; Atucha y Lacaze, 2018; Figura 3.14).

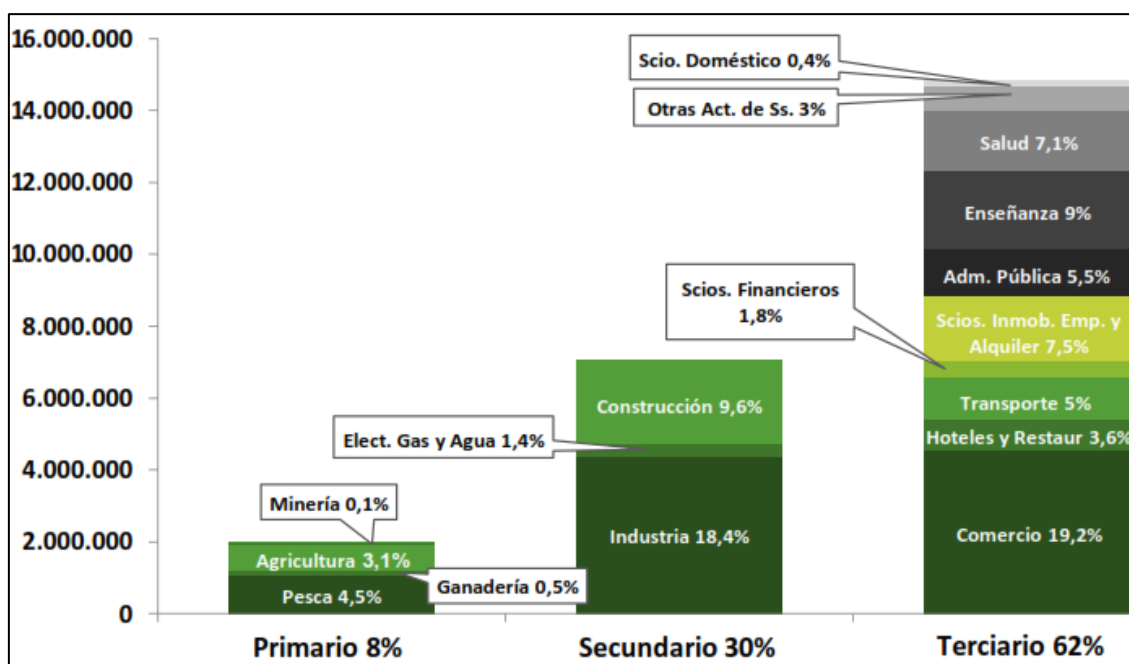


Figura 3.14. PBG por sectores de actividad 2012. Fuente: Lacaze et al. (2014).

3.5.a. Descripción del perfil productivo

- Actividad Frutihortícola

El PGP tiene una actividad frutihortícola muy importante, y es reconocido como uno de los grandes centros de producción de especialidades de huerta del país, con una gran diversificación de especies y variedades (Rodríguez et al., 2002). Incluye la obtención de hortalizas de modo intensivo y extensivo, de frutas y de flores y productos de vivero, así como también de cereales y oleaginosas. Aproximadamente 1.000 productores llevan actualmente adelante la producción frutihortícola de la zona, de los cuales el 80% trabaja una superficie menor a 15 ha (Viglianichino, 2017). La superficie destinada a la producción hortícola es de aproximadamente 9.500 hectáreas a campo y 650 hectáreas bajo cubierta (invernaderos). Los principales cultivos realizados a campo son choclo, lechuga y zanahoria; en tanto que bajo cubierta se producen tomate, pimiento, lechuga y espinaca, en invierno (Atucha y Lacaze, 2018).

- Agricultura extensiva

En lo que respecta a la producción agrícola extensiva, entre los cultivos de invierno que se realizan en el PGP se encuentran el trigo, la cebada cervecera, la colza y la avena; los de verano son el maíz, el girasol y la soja. En total y para la campaña 2015/16, fueron sembradas 60.310 hectáreas, de las cuales 11.310 fueron destinadas a cultivos de invierno y 49.000 a cultivos de verano (Atuchay Lacaze, 2018).

- Actividad Pesquera

Este sector comprende la captura y el procesamiento de los recursos pesqueros. Es una actividad condicionada por factores derivados de la naturaleza biológica y económica de los recursos explotados; presiona sobre un recurso natural, finito pero renovable, y que por lo tanto se encuentra fuertemente regulado sobre todo en el subsector de capturas (Bertolotti et al., 2002).

Hacia el final de la década del 80 se produjo una importante transformación productiva que provocó una expansión de las capturas y de la producción. Esta etapa concluyó en 1997 con una sobreexplotación del recurso principal, la explotación plena de la mayoría de los recursos pesqueros y una sobre capitalización del sector. La actividad mostró un crecimiento sostenido entre 1993 y 1997, a partir de ese momento empezaron a sentirse los efectos de la presión sobre el recurso ictícola. El sector explica el 90% de las exportaciones de Mar del Plata y el 33% de la producción industrial del PGP. El nivel de ocupación de esta actividad es realmente alto en el Área Económica Local (AEL), alcanzando a casi 6.500 trabajadores registrados; sin embargo, existen algunas particularidades que tienen que ver con la descentralización de las actividades de mano de obra intensivas, las que en general se descargan sobre cooperativas de trabajo que mantienen fuertes relaciones con las principales empresas del sector. Esta modalidad de organización del trabajo tiende a aumentar la informalidad del empleo (Mazorra et al., 2005).

- Sector alimenticio

Se destaca como la principal rama industrial del Partido, con una participación del 46,7% en el Producto Bruto Industrial, correspondiendo el 24,6% del mismo a la rama alimenticia no pesquera. Contribuye, a su vez, con el 21,3% del empleo industrial y con prácticamente el 5% del total de puestos de trabajo. Del total de locales existentes en el sector manufacturero, los de la rama alimenticia no pesquera representan el 82% de los locales de la rama alimenticia y el 27% de los establecimientos industriales del PGP (Gennero de Rearte y Liseras, 2002b).

Las sub-ramas preponderantes pueden dividirse en dos grandes grupos. Por un lado, se encuentran la elaboración de productos de panadería –incluyendo alfajores– y de pastas frescas, con una gran cantidad de firmas de reducido tamaño pero con un 80% del VBP concentrado en las cuatro mayores empresas de la sub-rama. Asimismo, en ambos casos existe una empresa dominante, siendo esta característica más marcada en lo que a pastas frescas se refiere. Por el otro lado, la elaboración de gaseosas, de productos de copetín y otros alimentos, de café, de fiambres y embutidos y la actividad de frigoríficos, se halla concentrada en pocos establecimientos de gran tamaño. La producción de snacks y de café son las actividades más concentradas, –siendo una sola empresa la responsable del 99% del VBP de la sub-rama–. Se ubica luego la actividad frigorífica en la que un sólo establecimiento genera el 95% del VBP atribuible a dicha subrama (Gennero de Rearte y Liseras, 2002b).

- Sector Textil

La rama textil representaba en el año 1993, según datos del Censo Nacional Económico, el 13% del valor agregado industrial del PGP, y según un ajuste por sub-declaración el sector pasaba a ser el 21% del valor agregado industrial (Gennero de Rearte et al., 2002a). En el año 1996 según el SIJP el empleo registrado era 19% y en 2003 15% de la industria. A partir de esto, se puede inferir, por un lado, la importancia de la rama textil en términos de generación de puestos de trabajo; y por otro, la pérdida neta registrada a lo largo de la década de 1990. Dentro de la estructura interna del sector las dos ramas principales que explican en mayor medida la totalidad del valor producido son tejidos de punto (66%) y confecciones (25%). A pesar de que mayoritariamente se trata de microempresas, la facturación se encuentra concentrada en un número reducido de grandes empresas (Mazorra et al., 2005).

- Sector metal mecánico

De acuerdo con los datos del Censo Nacional Económico 1994, la rama metal mecánica representaba un 10% de la producción industrial marplatense. Sin embargo, al interior de esta

actividad existen numerosas actividades heterogéneas. Las actividades que muestran al área con un nivel de especialización mayor a la media nacional son las de buques, locomotoras y aeronaves, y la de carrocerías y remolques. Por otra parte, también presenta un grado de desarrollo interesante la producción de maquinaria y equipo, especialmente de equipos para la refrigeración y máquinas envasadoras (Graña, 2002). Esta producción abastece a la industria alimenticia local y está estrechamente ligada a la actividad Buques, locomotoras y aeronaves. En muchos casos las firmas del sector operan a pedido, desarrollando productos específicos poniendo de relieve la importancia de las vinculaciones existentes con las instituciones tecnológicas de la región. Tanto en la fabricación de maquinaria y equipo como de buques, gran parte de los requerimientos directos son de motores, turbinas, bombas y compresores (Mazorra et al., 2005).

- Sector químico

Sobre la base de los datos del Censo Nacional Económico de 1994 ajustados por subdeclaración, la rama química representa un 3,6% de la ocupación industrial y un 3,5% del valor agregado del sector manufacturero, con un total de 40 empresas (Gennero de Rearte y Liseras, 2002c).

4. INVENTARIO Y CLASIFICACIÓN DE FUENTES PUNTUALES DE POTENCIAL CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO

4.1. Objetivo y metodología del capítulo

El objetivo de este capítulo es presentar la elaboración del inventario de fuentes puntuales, la metodología utilizada para su clasificación y el resultado final.

La metodología empleada fue la revisión bibliográfica, trabajo de campo para chequeo de la información secundaria (por ejemplo, Sistema ADA-GIS de la Autoridad del agua de la Provincia de Buenos Aires o ADA) y relevamiento fotográfico. El soporte cartográfico se realizó a través de QGIS.

4.2. Inventario

Con el fin de evaluar los impactos existentes o potenciales de las actividades humanas en las aguas subterráneas, es necesario documentar, de manera ordenada, todas las fuentes de contaminación existentes y potenciales, especialmente su ubicación, tipo, características y magnitud estimada de impacto en las aguas subterráneas, así como la contaminación ya causada por las fuentes existentes. El proceso por el cual se recopila la información necesaria se denomina inventario de fuentes de contaminación (Zaporozec, 2002).

La clasificación de las fuentes potencialmente contaminantes en función del modo de descarga de sus efluentes como "fuente difusa" y "fuente puntual" ha sido ampliamente utilizada a pesar de sus dificultades (Balderacchi et al., 2014). El término "fuente puntual" se define en el artículo 502 (14) de la Clean Water Act (EPA, 1972) como: cualquier transporte discernible, confinado y discreto, incluyendo, pero no limitado a cualquier tubería, zanja, canal, túnel, conducto, pozo, fisura discreta, contenedor, material rodante, operación de alimentación animal concentrada, o buque u otra embarcación flotante, de la que se puedan descargar contaminantes. Este término no incluye los vertidos agrícolas y de riego. Algunos autores como Foster et al. (2002) y Alberti et al. (2018) también reconocen las llamadas fuentes multipuntuales (MPS), donde la carga contaminante proviene de una serie de fuentes puntuales que liberan una masa contaminante baja, se agrupan dentro de un área (por ejemplo, parque industrial) y, por lo tanto, son difíciles de identificar. La inclusión de las fuentes contaminantes domésticas e industriales dentro de la categoría de fuentes puntuales es intensamente criticada. Existe una fuerte evidencia de que los acuíferos contaminados ya no pueden considerarse afectados sólo por fuentes de tipo puntual

debido a que las zonas urbanas se entremezclan con las naturales, como consecuencia de los efectos de la urbanización; y un alto número y densidad de fuentes potenciales de contaminación y puntos críticos ya contaminados, da a este tipo de contaminación un patrón de "fuente difusa" y no de "fuente puntual" (Balderacchi et al., 2014). Pese a estas críticas en la clasificación tradicional de fuentes de contaminación en función de su espacialidad, en esta tesis se adoptó el criterio de considerar dos tipos de fuentes: puntuales y difusas, siendo las primeras el objeto de estudio del trabajo.

El inventario de fuentes puntuales de potencial contaminación se realizó a partir de diversas fuentes de información (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Fuentes de datos de fuentes puntuales en el PGP. Fuente: modificado de Massone et al. (2015)

Fuentes Puntuales	Fuente de datos
Industrias	EMSUR (Ente Municipal de Servicios Urbanos) Municipalidad de General Pueyrredon (MGP). Sistema ADA- GIS (Autoridad del Agua Provincia de Buenos Aires)
Sitios de Disposición final de Residuos Sólidos (SDFR)	ENVIAL (Ente de Vialidad, Alumbrado, Servicios y Gestión Ambiental) EMSUR (Ente Municipal de Servicios Urbanos) MGP. Organización No Gubernamental (ONG) Mar del Plata entre Todos
Sitios con almacenamiento subterráneo de Hidrocarburos (SASH).	ADA (Autoridad del Agua Provincia de Buenos Aires).
Cavas y canteras	EMSUR (Ente Municipal de Servicios Urbanos) MGP.
Criaderos	SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria)
Cementerios	Mapa catastral del Partido de General Pueyrredon

El inventario cuenta con 832 fuentes puntuales que se posicionaron en un SIG que conforma la base territorial del trabajo.

4.2.a. Industrias

Fueron identificadas 546 industrias de diferentes rubros (Tabla 4.2). El 54% se dedica a la producción de alimentos. Otros campos industriales importantes son: industrias metalúrgicas, carpinterías e industrias textiles; 38 industrias se encuentran dentro del parque industrial (Figura

4.1 y Figura 4.2), mientras que el resto de los establecimientos se distribuyen dentro del área urbana, en rutas de acceso a la ciudad de Mar del Plata (Figura 4.3) y particularmente en la zona cercana al puerto local; el 92% está conectado a la cloaca, el 0,5% cuenta con lagunas de tratamiento y el resto descarga su efluente a pozos ciegos (Figura 4.4).



Figura 4.1. Ingreso al Parque Industrial Mar del Plata



Figura 4.2. Industria alimenticia dentro del Parque Industrial



Figura 4.3. Industria alimenticia (agua mineral) sobre ruta 226.

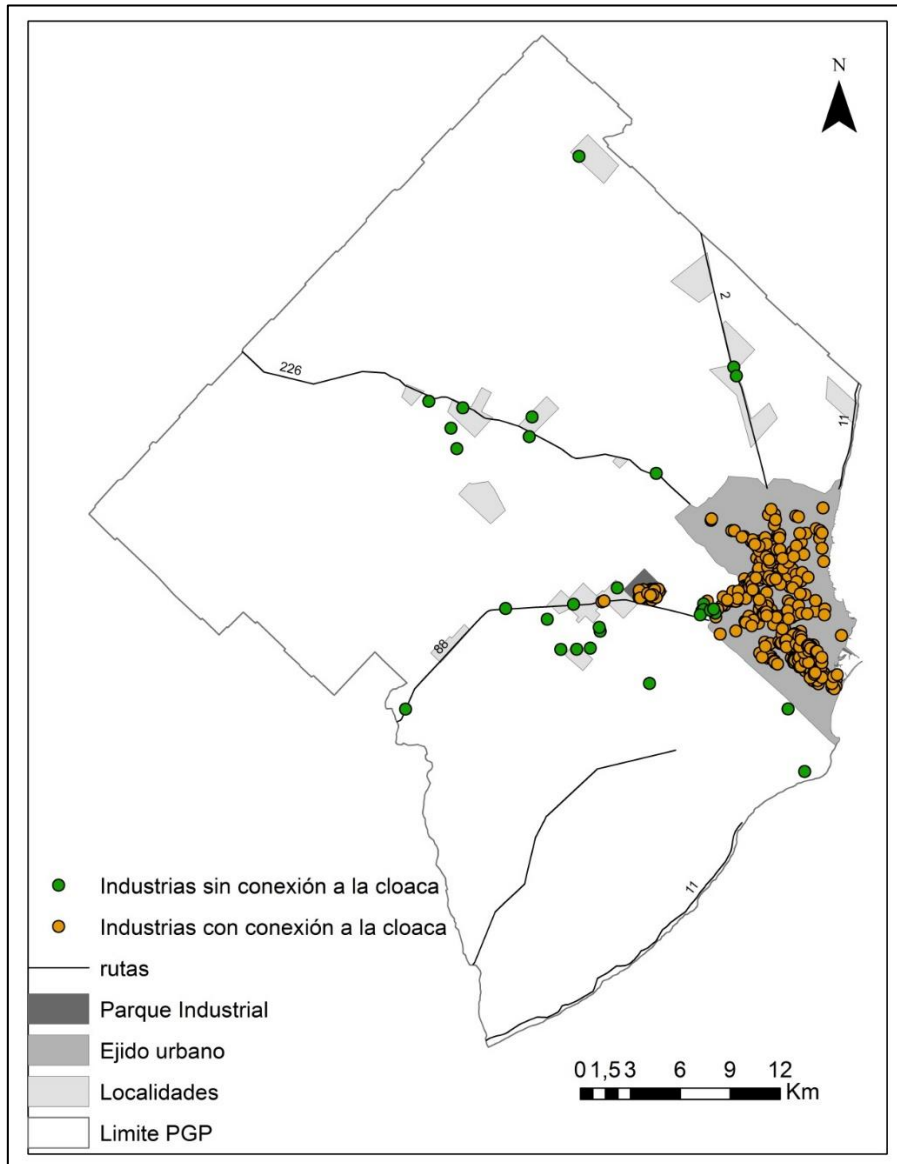


Figura 4.4. Localización de industrias en el PGP. Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta que las industrias resultaron ser el grupo más numeroso y diverso, se decidió realizar una clasificación por rubros dada la afinidad de estos con el tipo de efluente generado (Tabla 4.2) y una breve descripción de cada uno de ellos.

Tabla 4.2. Rubros industriales

Código	Rubro	Cantidad de Industrias
1	Productos de panadería, pastas, prepizzas, comidas y otros	71
2	Procesado de pescado y productos marinos	163
3	Frigoríficos y fabricación de chacinados y embutidos	20
4	Verduras y Hortalizas	10
5	Bebidas	10
6	Lácteos	14
7	Fábrica de Hielo	4
8	Tostado y Torrado de Café	7
9	Lavanderías y Lavaderos	5
10	Fabricación de productos electrónicos	22
11	Gases comprimidos	3
12	Sustancias y productos químicos	15
13	Industria metalúrgica	54
14	Carpintería	40
15	Derivados del petróleo, carbón, caucho y plástico	26
16	Talleres mecánicos	7
17	Textiles	37
18	Farmacéutica	7
19	Materiales de construcción	23
20	Otras	9
Total		546

1. Productos de panadería, pastas, prepizzas, comidas y otros: Este rubro incluye a las panaderías, fábricas de pastas secas y/o frescas, fábricas de tapas de tartas, discos de empanadas, prepizzas, comidas elaboradas, pastelerías, fábrica de alfajores y cualquier otra cuyo proceso productivo esté relacionado con productos alimenticios, excepto pescados, carnes, lácteos y verduras. El efluente líquido que se genera en este tipo de fábricas es debido al lavado de superficies y limpieza de maquinarias y presenta una alta carga orgánica.

2. Procesado de pescado y productos marinos: Este rubro incluye todas las actividades relacionadas con la producción de pescados, mariscos y moluscos, tales como procesado, fileteado, congelado, elaboración de hamburguesas y saladero, entre otras. Generalmente, se

genera un efluente líquido por los desechos del lavado y las escamas, los residuos de detergentes que se utilizan en la limpieza y las aguas condensadas calientes, proveniente del esterilizado (en los casos que se utiliza). El efluente presenta una alta carga orgánica.

3. Frigoríficos y fabricación de chacinados y embutidos: Este rubro incluye frigoríficos de carnes, fábricas de embutidos y chacinados con cocción y sin cocción. El principal contaminante es sangre, aguas de lavado y vísceras y un alto contenido graso. Las características del efluente serán: ligeramente ácido, con color, turbiedad, olor, puede presentar sulfuros, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, alta Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), sustancias grasas, detergentes microorganismos patógenos, demanda de cloro, bacterias aeróbicas, posibilidad de presencia de salmonellas.

4. Verduras y Hortalizas: Este rubro incluye procesado, elaboración y envasado de verduras y hortalizas. En este caso pueden presentarse efluentes líquidos por el lavado de las verduras y hortalizas.

5. Bebidas: Este rubro Incluye envasado de agua y gaseosas, fábricas de soda y elaboración de cerveza artesanal y licores. En el caso de la cerveza artesanal el efluente líquido presentará un pH ácido, sólidos en suspensión, materias nitrogenadas, levadura y residuos de cebada.

6. Lácteos: Este rubro incluye elaboración de quesos y helados. Los efluentes están compuestos por la limpieza de equipos, lavado de superficies y el suero que debe ser eliminado del producto; presentan una DBO y Demanda Química de Oxígeno (DQO) altas, grasas, fósforo y nitrógeno.

7. Fábrica de Hielo: Este rubro como bien su nombre lo explicita incluye a las fábricas de hielo. Si bien existen empresas que producen hielo en escamas para la conservación de sus productos, estas no se encuentran clasificadas dentro de este rubro sino dentro del rubro Procesado de pescado y productos marinos, por ser esta su principal actividad.

8. Tostado y Torrado de Café: Este rubro incluye tostado, torrado, molienda, fraccionamiento de café y otros. El tostado de café molido consiste en un "proceso seco" (limpieza, tostado, molido y empaquetado) que genera menos aguas residuales. Sin embargo, algunos de los productos de café tostado y molido contienen azúcar caramelizado. El proceso para elaborar el azúcar caramelizado genera aguas residuales con un elevado nivel de DBO y un bajo caudal.

9. Lavanderías y Lavaderos: Este rubro incluye lavaderos industriales de ropa, blanco de hoteles y restaurantes, y tintorerías industriales. Las principales características de este tipo de efluentes son la turbidez alta, alcalinidad y presencia de sólidos orgánicos.

10. Fabricación de productos electrónicos: Este rubro incluye la fabricación de máquinas y equipos para diversas actividades, conductores eléctricos, sistemas satelitales y antenas. Esta actividad no produce efluentes líquidos, pueden generarse efluentes por la limpieza de las maquinarias o por derrame de los residuos especiales mal dispuestos.

11. Gases comprimidos: Este rubro se refiere al fraccionamiento y depósito de gases comprimidos y licuados. Esta actividad no produce efluentes líquidos.

12. Sustancias y productos químicos: Este rubro incluye depósito, fraccionamiento y dilución de sustancias químicas, tales como lavandina, detergentes, productos de limpieza, entre otros. Pueden generarse efluentes líquidos de diversas fuentes, entre ellas las aguas de lavado y líquido filtrado del proceso.

13. Industria metalúrgica: Este rubro incluye talleres metalúrgicos, carpinterías metálicas, fabricación y reparación de máquinas, herrerías, zinguerías, entre otros. Por lo general, esta actividad no produce efluentes líquidos, pueden generarse efluentes por la limpieza de las maquinarias o por derrame de los residuos especiales mal dispuestos.

14. Carpintería: Este rubro incluye a las carpinterías de madera, fábricas de muebles, puertas y ventanas, aserraderos, fábricas de cajones de madera y otras actividades relacionadas a la madera. Esta actividad no produce efluentes líquidos, pueden generarse efluentes por la limpieza de las maquinarias o por derrame de los residuos especiales mal dispuestos.

15. Derivados del petróleo, carbón, caucho y plástico: Este rubro incluye fábricas de bolsas de polietileno, film, envases plásticos, tuberías, productos de caucho, y tablas de surf, entre otros. En algunas de estas actividades, se utiliza agua en circuitos cerrados, por lo que los efluentes generados pueden contener aceites y grasas de los circuitos hidráulicos y agua a temperatura mayor de 45 °C proveniente del sistema de enfriamiento de moldes en circuito abierto.

16. Talleres mecánicos: Este rubro incluye talleres de rectificación de motores, armado y reparación de carrocerías. Esta actividad no posee procesos que produzcan efluentes líquidos, pero es válido mencionar que puede producirse un efluente por el lavado de las instalaciones y partes, el cual puede contener restos de hidrocarburos.

17. Textiles: Este rubro incluye talleres de armado y fabricación de tejidos de punto, prendas de vestir, artículos de marroquinería, calzado y lonería. En algunos casos se realiza el teñido y lavado de las prendas, lo cual genera un efluente líquido. Algunas empresas utilizan colorantes naturales y otros colorantes sintéticos. Este efluente puede contener una alta cantidad de fibras, un pH elevado y posible presencia de fenoles y metales debido a los colorantes utilizados.

18. Farmacéutica: Este rubro incluye laboratorios de productos farmacéuticos, cosméticos y especialidades medicinales. Pueden generarse efluentes líquidos de diversas actividades, entre ellas las aguas de lavado y líquido filtrado del proceso. Generalmente presentan concentración alta de materia orgánica suspendida y disuelta, incluyendo vitaminas y otros compuestos.

19. Materiales de construcción: Este rubro incluye fábricas de hormigón, mosaicos, vidrio, partes de casas premoldeadas, mesadas de granito y mármol, tejidos de alambre y corte piedras. En el caso de las fábricas de hormigón el efluente líquido proveniente de la mantención y limpieza de las plantas y camiones puede aportar grasas y aceites de las distintas maquinarias y vehículos. Pueden presentar una elevada cantidad de sólidos disueltos (hidróxido de sodio y potasio) y suspendidos (carbonato de calcio), alta alcalinidad, posibilidad de autofraguado, y calor residual. En el caso del vidrio los efluentes líquidos se generan en los procesos de pulido y limpieza del vidrio, pueden presentar color rojo y sólidos suspendidos alcalinos no sedimentables. En el caso de los mosaicos y mármoles, el efluente puede presentar sustancias alcalinas.

20. Otros: Este rubro incluye los establecimientos que no cuadran dentro de alguno de los rubros ya expuestos, tales como fábricas de envases y bolsas de cartón, troquelados y fabricación de letreros y anuncios publicitarios. Es importante mencionar que ninguna de estas actividades produce efluentes líquidos industriales.

4.2.b. Sistema de almacenamiento subterráneo de hidrocarburos (SASH)

Fueron identificados 93 sitios. Los tanques enterrados (Figura 4.5 y Figura 4.6) en PGP pertenecen a estaciones de servicios activas e inactivas; la mayoría de ellos se encuentran en el área urbana y el resto distribuidos en zonas cercas a las principales rutas de acceso al partido (Figura 4.11).



Figura 4.5. Tanque de almacenamiento de combustible extraído de una estación de servicio.



Figura 4.6. Tanque de almacenamiento de combustible enterrado

4.2.c. Sitios de disposición final de residuos sólidos (SDFR)

En PGP hay 6 sitios de disposición de residuos (Figura 4.11), de los cuales 5 son vertederos descubiertos (inactivos actualmente) y uno es relleno sanitario. Los predios inactivos

representan parte de la historia de la disposición de residuos domiciliarios de Mar del Plata desde aproximadamente 1960; en uno de ellos la acumulación de basura generó una “inversión de relieve” a partir de conformar una loma de más de 20 metros de altura sobre la topografía original (Figura 4.7). En el año 2005, se establece el Predio de Disposición Inertes por orden judicial, cuya utilización se restringe a este tipo de residuos y en el año 2012 se presenta el “Plan Básico Preliminar” del Plan de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) con el que se inaugura el relleno sanitario en el Centro de Disposición Final (CDF) y se reacondiciona la Planta de Separación y Clasificación de Materiales (PSCM; Figura 4.8). De este modo, se inaugura oficialmente el primer relleno sanitario de la ciudad y se comienza con la implementación del Plan de separación de residuos (González Insua y Ferraro, 2015). Es importante mencionar que actualmente el relleno es el único sitio de disposición que se encuentra operativo para la disposición de aproximadamente 700 tn/día de residuos sólidos.



Figura 4.7. Loma generada por el predio inactivo de residuos



Figura 4.8. Planta de Separación y clasificación de materiales

4.2.d. Criaderos

De los 51 criaderos identificados (Figura 4.11) la mayoría de ellos se encuentran cerca de las principales vías de acceso a la ciudad de Mar del Plata, en la zona periurbana (Figuras 4.9 y 4.10), a excepción de un criadero de pollos que se encuentra en el área urbana.



Figura 4.9. Criadero de pollos "Toledo" en el área periurbana sobre ruta 226



Figura 4.10. Criadero de Pollos “Pollos de las Sierras” en el área periurbana

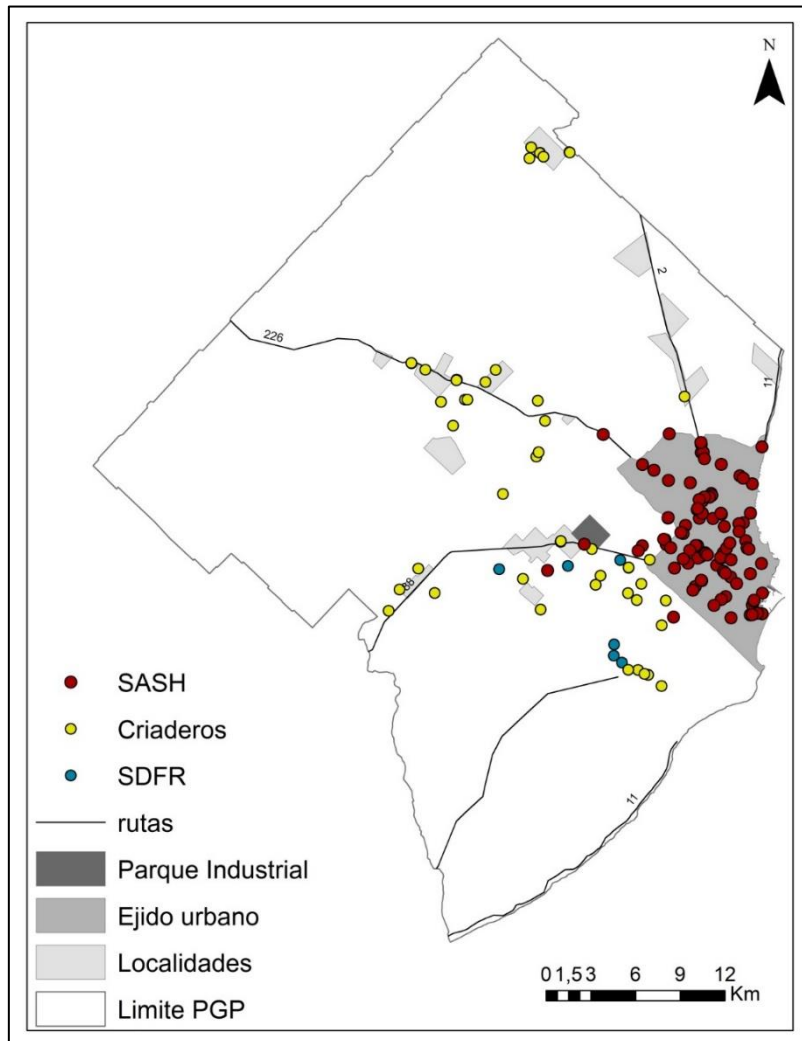


Figura 4.11. Localización de Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos, criaderos y Sitios de Disposición Final de Residuos en el PGP. Fuente: elaboración propia.

4.2.e. Cavas y canteras

La minería como actividad económica en PGP se instala y desarrolla desde 1930. En el inventario se identificaron 113 cavas ladrilleras y 19 canteras (Figura 4.15). Actualmente, estas actividades se basan en la explotación de rocas de aplicación, principalmente en las zonas de Estación Chapadmalal y Batán, sitios donde tienen asiento las canteras y plantas de trituración de ortocuarzitas; le sigue en importancia Sierra de los Padres (Del Río et al., 2007). Hoy en día la explotación de suelo o cavas para la producción de ladrillos (Figura 4.13) alcanza una importante difusión en el partido. Estas cavas son de pequeñas dimensiones (de 2.500 m² a 10.000 m²) y operan entre 1 m y 2,5 m del perfil del suelo. Mientras que las canteras ocupan más de 10.000 m² y presentan frentes de explotación de más de 100 m de espesor de ortocuarzita. Estos se consideran como fuentes puntuales de contaminación por la posibilidad de convertirse en sitios clandestinos de disposición de residuos (Figura 4.12; comunicación verbal Luciano Galeffi).



Figura 4.12. Cava con residuos



Figura 4.13. Producción de ladrillos

4.2.f. Cementerios

Hay 2 cementerios públicos (Figura 4.14) y 2 privados. 1 de los cementerios públicos se encuentra en el ejido urbano, mientras que el resto de ellos se encuentran en el periurbano (Figura 4.15). Paiqa y Delerue-Matos (2016) indican que los suelos del cementerio contienen niveles elevados de sales y metales inorgánicos; aunque algunos de ellos sin duda emanan de los cuerpos, un gran componente de metales podría originarse a partir de la corrosión de materiales funerarios como ataúdes.



Figura 4.14. Cementerio Parque Municipal

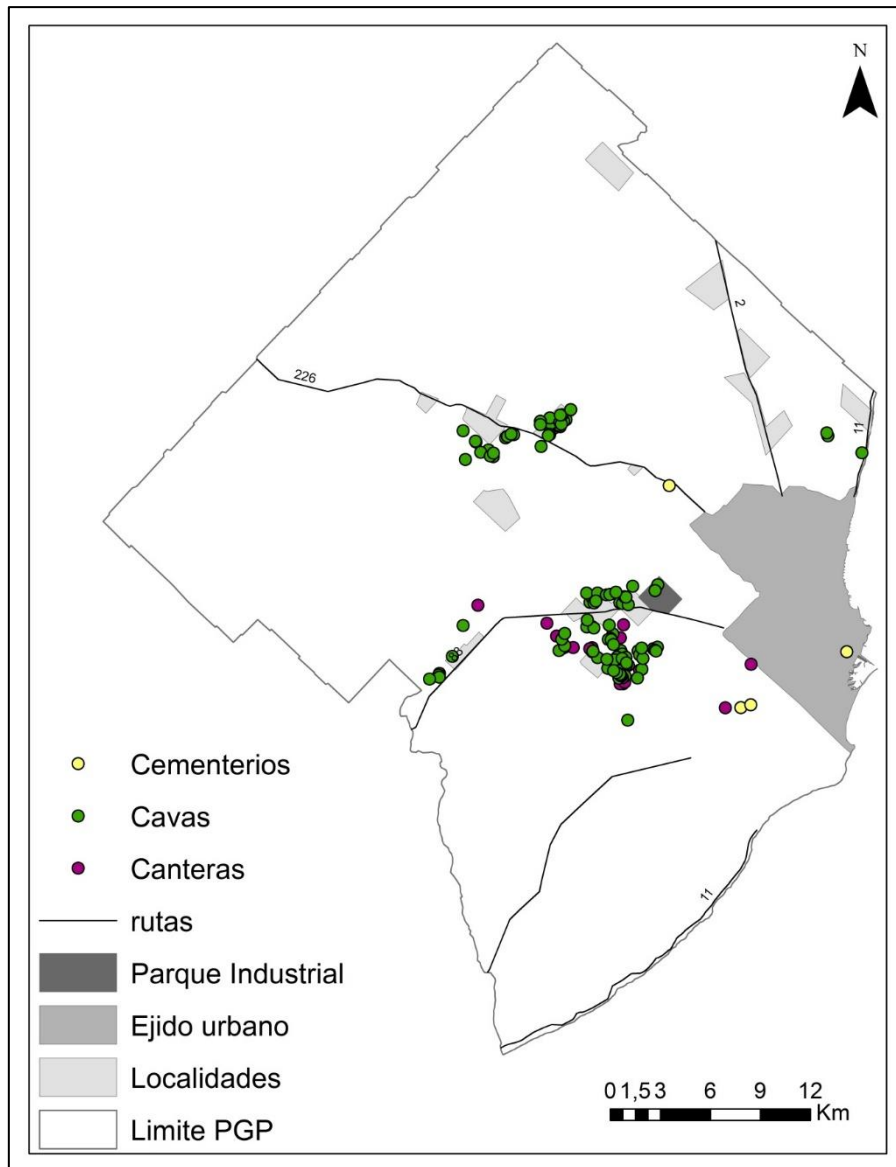


Figura 4.15. Localización de cavas, canteras y cementerios en el PGP. Fuente: elaboración propia

5. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA POR FUENTES PUNTUALES EN EL PGP.

5.1. Objetivo y metodología del capítulo

El objetivo de este capítulo es desarrollar un índice de peligrosidad de contaminación para las fuentes puntuales identificadas en el inventario.

La metodología empleada fue cuantitativa a través del método de suma ponderada y se explica en el apartado 5.3.

5.2. Justificación de la necesidad de evaluar la peligrosidad de contaminación por fuentes puntuales

Con el fin de lograr el acceso al agua segura, es decir acceso al agua que cumpla con ciertas normas microbiológicas y químicas concernientes a la calidad del agua potable, para un área en particular, los responsables de la toma de decisiones necesitan conocer no sólo el recurso en sí, sino también el medio biofísico y los posibles impactos de sus decisiones en la gestión. Por esta razón, un buen proceso de planificación debe incluir evaluaciones sociales, ambientales, económicas y de riesgos (Van Beek y Lincklaen Arriens, 2014); este proceso debe necesariamente tomar en cuenta la variedad de servicios ecosistémicos que el acuífero provee (fuente, soporte y sumidero). Obviamente, el servicio más vinculado a la posible contaminación del acuífero es el de sumidero de lixiviados que provienen de la superficie y que son generados por las actividades humanas.

Uno de los mayores desafíos relacionados con el proceso de gestión de la contaminación es lograr la mejor compatibilidad entre la situación “ideal” y la “posible”. No cabe duda que la forma más segura de lograr una protección absoluta contra la contaminación de las aguas subterráneas sería detener todo tipo de actividades potencialmente contaminantes; sin embargo, esto sería imposible de llevar a cabo debido a las implicaciones políticas, técnicas y, sobre todo, económicas que esto implicaría (Wang, 2006; Expósito et al., 2010, Fikru, 2014). Por lo tanto, si no es factible detener las actividades contaminantes, es necesario contar con una herramienta que permita, por ejemplo, identificar en cuál de estas actividades es necesario priorizar las auditorías de control por parte de las agencias gubernamentales y que implique

adoptar un enfoque proactivo sobre el uso del suelo urbano y periurbano (Foster y Chilton, 2004; Foster et al., 2011; Foster y Sage, 2017).

Tal como se expresó en el capítulo 2, habitualmente la evaluación de la peligrosidad de contaminación del agua subterránea es el resultado de la combinación de la vulnerabilidad del acuífero y de la carga contaminante aplicada (ver Figura 2.4); esta solución ha sido utilizada de manera eficiente en el caso de fuentes difusas de contaminación del agua subterránea, pero podría traer dificultades para el caso de las fuentes puntuales: estos problemas se deben a la disposición espacial de estas fuentes (diversas fuentes coexistiendo en una misma unidad territorial de análisis, lo que dificulta la categorización como difusa o puntual; Balderacchi et al., 2014) y a la homogeneidad de resultados que habitualmente ofrecen las metodologías tradicionales de evaluación de vulnerabilidad intrínseca del acuífero (Lima et al., 2011). Por estas razones, para el estudio de caso de esta tesis, se presenta una alternativa metodológica, en la que se procura, además, considerar una de las estrategias de prevención ampliamente utilizadas: establecer áreas o perímetros de protección en torno a cada pozo y regular el uso del suelo en ese entorno. En este punto es necesario hacer notar que la implementación de esta estrategia en Argentina es infrecuente y en el área de estudio, en particular, está totalmente ausente (Massone et al., 2011; Paris et al., 2017; Paoli et al., 2018) (Figura 5.1).



Figura 5.1. Pozo de abastecimiento sin perímetro de protección

La generación de un instrumento de ayuda a la toma de decisiones relacionado con la posible contaminación del agua subterránea y su llegada a los pozos de abastecimiento resulta necesaria en el área de estudio de esta tesis por tres motivos principales: 1) la ausencia tanto de

perímetros de protección como normativa relacionada al ordenamiento territorial en el entorno de los pozos de abastecimiento; 2) la imposibilidad del Municipio de controlar con la misma eficiencia las más de 800 fuentes puntuales identificadas; 3) la necesidad de identificar aquellos pozos que presentan la mayor peligrosidad.

5.3 Desarrollo del Índice de Peligrosidad (IP)

Con la finalidad de integrar en el análisis una adaptación al esquema clásico de evaluación de la peligrosidad ya discutido con la estrategia de perímetros de protección de pozos, se ha optado por un método de suma ponderada. Este tipo de métodos (para obtener un índice) ya se han utilizado con otras aplicaciones en aspectos relacionados con la gestión del agua (Aller et al., 1987; Foster et al., 2002) y son útiles por su equilibrio entre simplicidad y eficiencia y por ser lo suficientemente flexibles como para facilitar la adaptación a diferentes circunstancias de trabajo; modificaciones de pesos o valores pueden hacerse a partir del consenso entre las partes interesadas (por ejemplo, método Delphi).

El instrumento que se propone busca combinar la respuesta a 3 preguntas: a. ¿cuál es la carga contaminante potencial del efluente? (pregunta vinculada a una de las dos variables tradicionales de evaluación de peligrosidad) b. ¿de qué manera se dispone el efluente? (pregunta relacionada especialmente con la variable más significativa de la vulnerabilidad del acuífero pampeano, la profundidad del nivel freático) c. ¿cómo se relaciona espacialmente la fuente puntual con los pozos de abastecimiento? (pregunta relacionada a los perímetros de protección)

El IP fue definido como (Ecuación 5.1):

$$IP = P(\mathbf{CCP}) * V(\mathbf{CCP}) + P(\mathbf{DE}) * V(\mathbf{DE}) + P(\mathbf{PP}) * V(\mathbf{PP}) \quad (5.1)$$

Dónde:

- P: peso de la variable
- V: valor de la variable
- CCP: carga contaminante potencial
- DE: modo de disposición del efluente
- PP: ubicación de la fuente puntual dentro de los perímetros de protección calculados

5.3.a. CCP - Carga Contaminante Potencial

Siguiendo las metodologías de Mazurek (1979) y Foster et al. (2002), se asignó una calificación o rating modificado a cada fuente puntual inventariada (Capítulo 4) del 1 al 9, donde 9 representa las actividades que generan un efluente potencialmente más peligroso (Tabla 5.1). Como guía en la determinación final de esta calificación se utilizó el gráfico de degradación vs retardo de Foster et al. (2002; Figura 5.2).

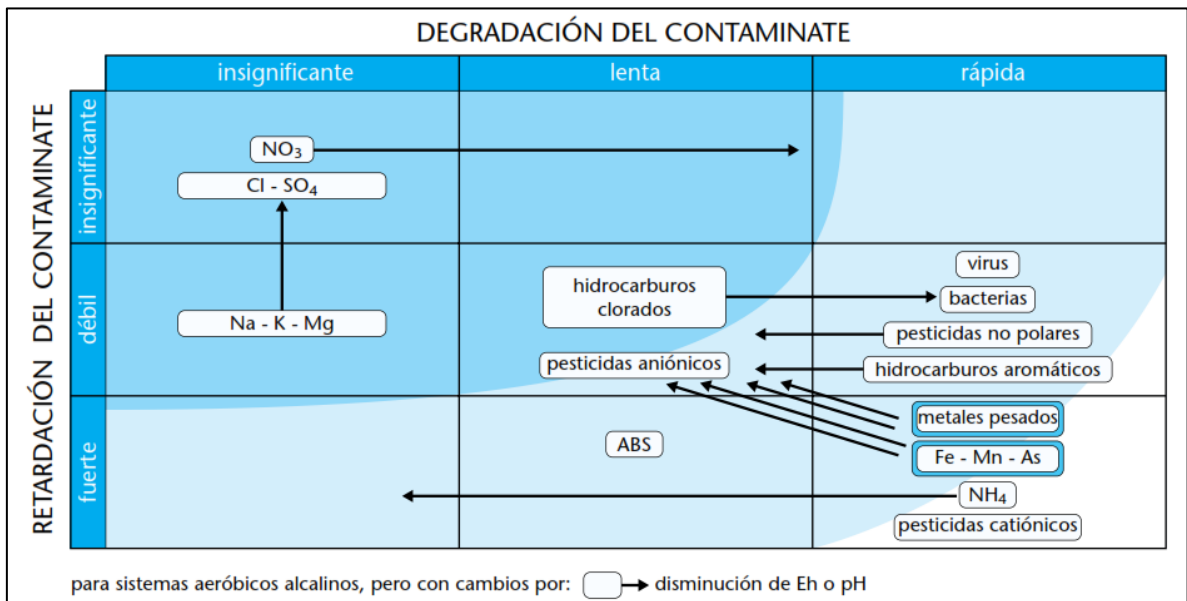


Figura 5.2. Clase de contaminante. Fuente: Foster et al. (2002).

Tabla 5.1. CCP - Rating para fuentes puntuales

Fuentes Puntuales		CCP rating
Sitios de Disposición Final de Residuos		4
Cavas		5
Canteras		5
Cementerios		4
Criaderos		6
SASH		9
Industrias	Productos alimenticios (Productos de panadería, pastas, prepizzas, comidas y otros; procesado de pescado y productos marinos; frigoríficos y fabricación de chacinados y embutidos; verduras y hortalizas; bebidas; lácteos; fábrica de hielo; tostado y torrado de café)	2-4
	Lavanderías y Lavaderos	5 (4-6)
	Fabricación de productos electrónicos	6 (5-7)
	Gases comprimidos	2
	Sustancias y productos químicos	6 (5-7)
	Industria metalúrgica	7 (6-8)
	Carpintería	2
	Derivados del petróleo, carbón, caucho y plástico	6 (5-7)

	Talleres mecánicos	6 (5-7)
	Textiles	6 (5-7)
	Farmacéutica	7 (6-8)
	Materiales de construcción	3

Es importante mencionar que en algunos rubros industriales se asigna un valor específico y en otros un rango de valores. Esto se debe a que existen actividades que pueden generar diferentes tipos de efluentes según los diferentes procesos de producción que desarrollan. Un ejemplo de esto pueden ser las industrias textiles, dentro de las cuales hay industrias que realizan teñido de prendas de vestir. Los efluentes en este caso difieren de los de una industria textil que simplemente fabrica sin utilizar compuestos para el teñido de las prendas.

5.3.b. DE – Modo de Disposición del Efluente

Todas las fuentes inventariadas se clasificaron de acuerdo con el modo de disposición de los efluentes (DE). Algunas de estas fuentes contaminantes se descargan en la superficie del suelo y algunas se disponen en el subsuelo. Este aspecto afectará la transferencia de contaminantes al acuífero. A partir del modo de descarga del efluente, se consideraron cuatro clases:

- descarga sobre la superficie del suelo
- descarga subsuperficial
- descarga a lagunas de efluentes y
- descarga a cloaca

La descarga sobre la superficie del suelo no contempla ninguna fase de estabilización de efluentes, por lo que puede infiltrarse de forma directa, aunque podría permitir la interacción con arcillas y materia orgánica del suelo y así atenuar o retrasar la potencial llegada de contaminantes al acuífero. La descarga al subsuelo se produce en la zona no saturada disminuyendo la posibilidad de atenuación o retraso de los contaminantes que pueden infiltrarse (Foster et al., 2002); la descarga a lagunas de efluentes a pesar de ser un tipo de descarga superficial generalmente está bajo un sistema controlado e impermeabilizado; los efluentes que se descargan a la cloaca están aislados del subsuelo evitando la afectación del acuífero (a pesar de las pérdidas de red).

En el caso de las cloacas, no se consideró la posibilidad de pérdidas accidentales (roturas en la red). En caso de que se produzca la identificación de una pérdida en la red de cloacas, ese punto podría considerarse como una nueva fuente puntual de potencial contaminación del acuífero y el IP podría calcularse para esa situación; en este caso, al DE se le asignaría el valor máximo, que

sería equivalente al valor de una fuente puntual que descarga al subsuelo (por ejemplo, tanques de combustible enterrados).

5.3.c. PP – Ubicación de la fuente puntual dentro de los perímetros de protección calculados

Para responder a la pregunta “¿cómo se relaciona espacialmente la fuente puntual con los pozos de abastecimiento?” se llevó a cabo una relación entre la ubicación de la fuente puntual y el diseño de los perímetros de protección de los pozos de suministro público. Esta variable (como se mencionó anteriormente) se llamó distancia a los Perímetros de Protección (PP).

En una primera etapa se definieron los perímetros de protección de los pozos utilizando el método de Radio Fijo Calculado (CFR). Las áreas de protección de 50, 100 y 365 días fueron diseñadas para cada pozo. El radio de 50 días corresponde a perímetros de protección microbiológica; sus límites se fijan de acuerdo con el tiempo de tránsito desde la superficie hasta la zona de captación del agua. Según el tipo de suelo, el espesor de la zona no saturada y la dirección del flujo estas áreas suelen representar distancias de entre 50 y 300 m. Estos perímetros se utilizan para proteger los acuíferos de actividades que potencialmente pueden descargar patógenos, bacterias y virus en ellos. Los radios de 365 días corresponden a la zona de protección moderada que tienen como finalidad atenuar la carga contaminante de vertidos potenciales y garantizar un tiempo suficiente de actuación frente a situaciones accidentales de vertido (Carrica et al., 2017).

Estas zonas son áreas circulares cuyo radio se determina utilizando la Ecuación (5.2) (USEPA, 1993):

$$r = \sqrt[2]{Qt/\pi bn} \quad (5.2)$$

Donde:

r = radio (distancia al pozo) en metros

Q =caudal máximo de bombeo del pozo (m³/día)

t = tiempo de transito hasta la captación (50 días, 100 días y 365 días)

b = espesor saturado del intervalo analizado

n = porosidad

π= 3.14156...

Para identificar las fuentes puntuales que se encuentran dentro de estos perímetros se diseñó una macro en el entorno de MS Excel. Esta macro combina las fuentes puntuales y la ubicación espacial de los pozos por longitud y latitud; luego da como resultado la identificación de las fuentes puntuales que se encuentran dentro de los perímetros mencionados y la distancia exacta al pozo.

Sub Formula()

Dim fx As Double

Dim fy As Double

Dim CodOsseAs Integer

Dim rf As Double

Dim px As Double

Dim py As Double

Dim i As Integer

Dim j As Integer

Dim K As Integer

Dim R As Double

Dim contador As Integer

Sheets("Fuentes").Range("E4").Value = "En Rf"

Sheets("Fuentes").Range("F4").Value = "Radio calculado"

For i = 5 To 832 Step 1

px = Sheets("Fuentes").Range("A" & i).Value

py = Sheets("Fuentes").Range("B" & i).Value

For j = 2 To 181 Step 1

fx = Sheets("Pozos").Range("D" & j).Value

fy = Sheets("Pozos").Range("C" & j).Value

rf = Sheets("Pozos").Range("B" & j).Value

CodOsse = Sheets("Pozos").Range("A" & j).Value

R = Sqr((fx - px) ^ 2 + (fy - py) ^ 2)

If R < rf Then

Sheets("Fuentes").Cells(i, 5 + K).Value = CodOsse

K = K + 1

End If

Next j

K = 0

Next i

End Sub

5.3.d. IP, variables y pesos

Como ya se mencionó, tres variables se utilizaron en una ecuación de suma ponderada para calcular el IP de contaminación de las aguas subterráneas para cada fuente puntual inventariada. Como es habitual en otros métodos de suma ponderada (por ejemplo el método de evaluación de vulnerabilidad DRASTIC, Aller et al., 1987), los pesos y valores se asignaron contemplando un rango numérico de 1 a 5 como variables de costo (cuanto mayor es el valor, más relevante es la variable considerada; Tabla 5.2). Como guía general se establece la siguiente equivalencia:

1: la variable si bien participa del proceso, es muy poco relevante

2: la variable tiene escasa relevancia en el proceso

3: la variable tiene modelara relevancia en el proceso

4: la variable es relevante para el proceso

5: la variable es altamente relevante para el proceso

La variable CCP es la ponderada con menor peso porque es la menos precisa. PP se ha ponderado como la segunda variable más importante porque los perímetros de protección están relacionados con el tiempo de tránsito del flujo subterráneo lo que significa que cuanto menor sea el tiempo de tránsito, menos probable es que el contaminante reduzca su peligro (ya sea por degradación o por retardo). Por último, DE recibió el peso más alto porque el modo de disposición del efluente es considerado altamente relevante en el proceso analizado (Foster et al., 2002).

Tabla 5.2. Categorías y valores de las variables

Variable	Peso	Clases	Valor
Carga Contaminante Potencial (CCP)	2	CCP(rating 2– 4)	1
		CCP(rating 5 – 7)	3
		CCP(rating 8 – 9)	5
Modo de Disposición del Efluente (DE)	5	Cloaca	1
		Lagunas de efluentes	2
		Superficial	3
		Subsuperficial	5
Perímetros de Protección (PP)	3	>365 días	1
		365 – 100 días	3
		100-50días	4
		<50 días	5

Como se puede ver en la Tabla 5.2, los valores muestran que la peor situación es para aquellas fuentes puntuales con alto potencial de contaminación que se descargan en el subsuelo y se encuentran dentro de un perímetro de protección de 50 días. A partir de la implementación de la ecuación 5.1 es posible obtener los resultados IP para cada fuente puntual; este cálculo da como resultado valores entre 10 y 50. Estos fueron clasificados en 3 categorías por Natural Breaks (Jenks y Caspall 1971; Jenks 1977) y se les asignó una etiqueta cualitativa que corresponde a diferentes acciones prioritarias (Tabla 5.3): alta, moderada y baja (con un código de semáforo).

Tabla 5.3. Clases de IP

IP	Clases	Prioridad
31 -50	Alta	1 ^{ra}
19 - 30	Moderada	2 ^{da}
10-18	Baja	3 ^{ra}

5.3.f Aplicación del IP

5.3.f.1. Carga Contaminante Potencial (CCP)

Según la Tabla 5.2, se asignó un valor a cada fuente puntual identificada. En cuanto a las industrias, la mayoría se encuentran dentro del área urbana de Mar del Plata y están valoradas entre 1 y 5 (Figura 5.3.a). Los SASH también se encuentran en el área urbana y presentan un valor de 5 (Figura 5.3.b). Cementerios, SDFR, criaderos (Figura 5.3.c), cavas y canteras (Figura 5.3.d) se encuentran principalmente en el área periurbana; las dos primeras presentan valores de 1 y las tres últimas de valores de 3.

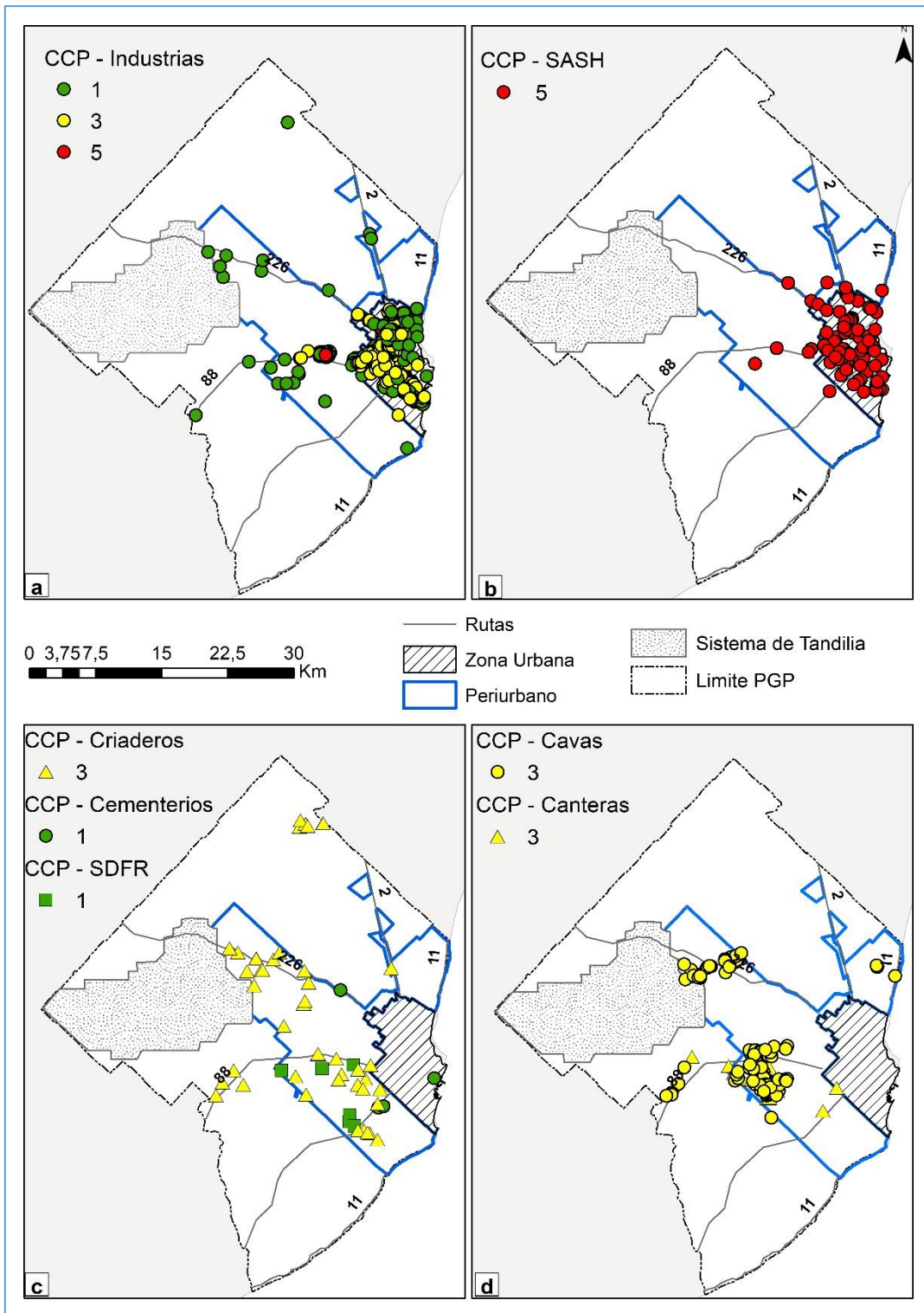


Figura 5.3. Valoración de la Carga Contaminante Potencial (CCP) por fuente puntual. a) Industrias. b) SASH. c) Criaderos, cementerios y SDFR. d) Cavas y canteras.

5.3.f.2. Modo de Disposición de Efluentes (DE)

Según la Tabla 5.2, las industrias se encuentran valoradas entre 1 y 5 (Figura 5.4.a); a los SASH se le asigna un valor de 5 (Figura 5.4.b), a criaderos de 3 y a cementerios de 1 (Figura 5.4.c); los SDFR (Figura 5.4.c), cavas y canteras se valoran entre 2 y 5 respectivamente (Figura 5.4.d).

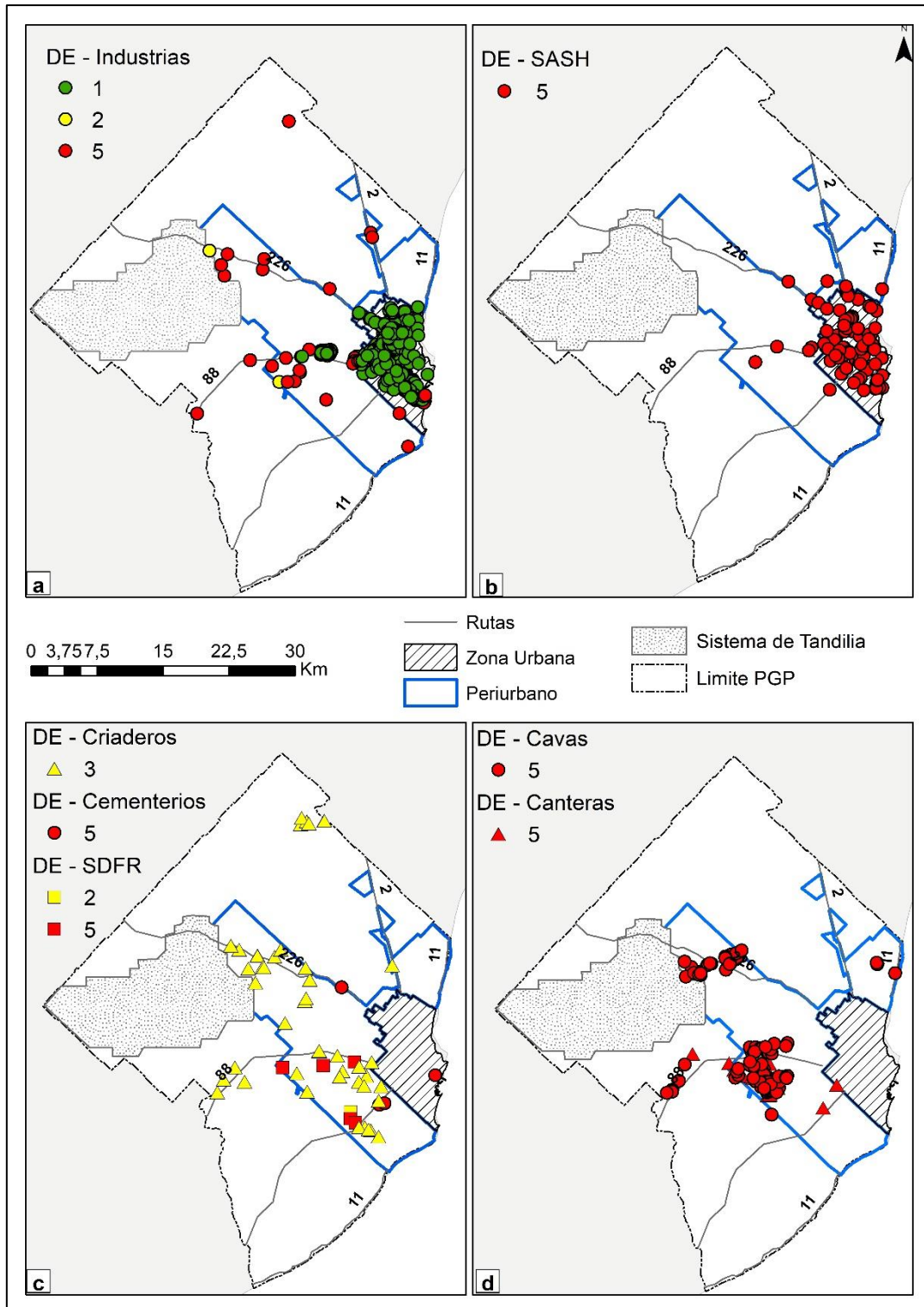


Figura 5.4. Valoración del modo de disposición de los efluentes (DE) por fuente puntual. a) Industrias. b) SASH. c) Criaderos, cementerios y SDFR. d) Cavas y canteras

5.3.f.3 Ubicación de la fuente puntual dentro de los perímetros de protección calculados (PP)

Los perímetros de protección de 50, 100 y 365 días se calcularon con el método de radio fijo (CFR) para los 181 pozos que estaban operando durante 2016 (Figura 5.5). De estos, 21 pozos presentan fuentes puntuales en sus perímetros de protección calculados. De ellos, 24 son industrias, 7 son SASH, 2 criaderos y 1 cava y están valorados entre 3 y 5 (Figura 5.6).

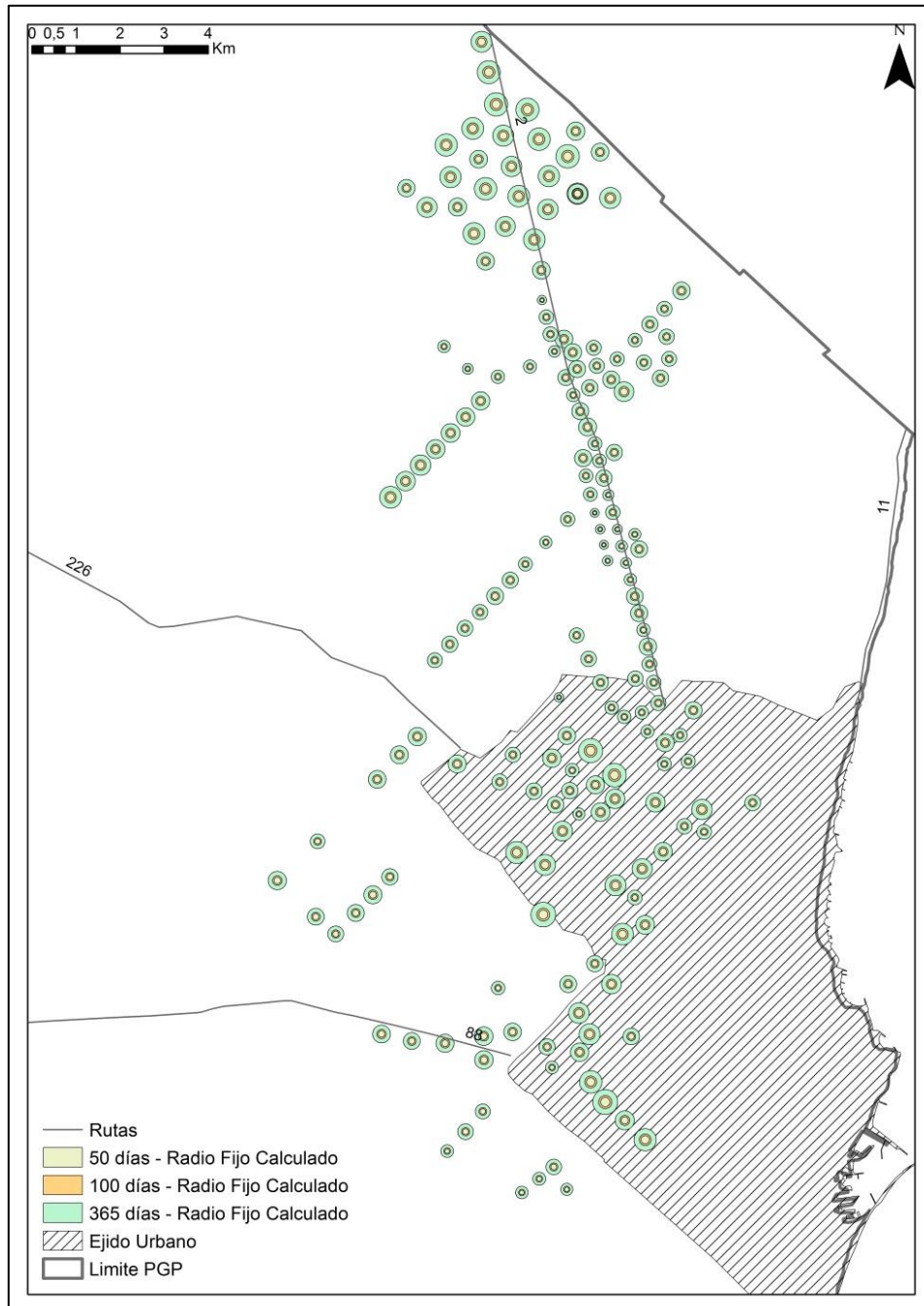


Figura 5.5. Perímetros de Protección de 50, 100 y 365 días

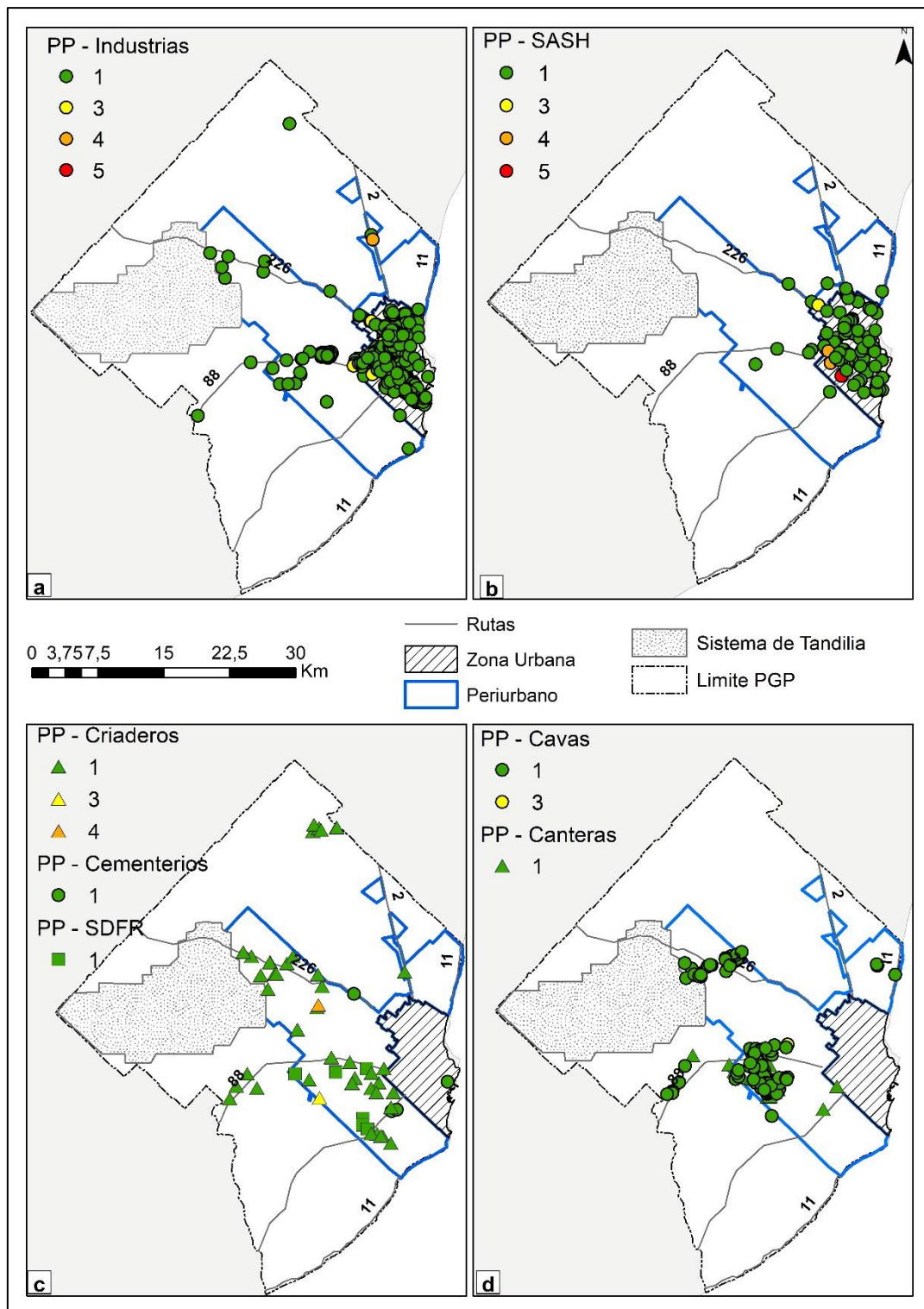


Figura 5.6. Valoración de la fuente puntual dentro de los perímetros de protección calculados (PP). a) Industrias. b) SASH. c) Criaderos, cementerios y SDFR. d) Cavas y canteras

5.3.f.4 Cálculo del IP

En cuanto a los resultados del IP para cada actividad (Tabla 5.4), cabe destacar que el 90% de las industrias inventariadas y el relleno sanitario presentan la clase de IP más baja (Figura 5.7 y

Figura 5.9). La mayoría de estas industrias se encuentran en el área urbana y descargan sus efluentes a la cloaca, mientras que el relleno sanitario tiene laguna de efluentes y no se encuentra dentro de ningún perímetro de protección.

La totalidad de los cementerios, el resto de SDFR, el 8% de las industrias y casi todos los criaderos presentan un IP moderado (Figura 5.7 y Figura 5.9).

Todos los tanques de combustible enterrados, cavas y canteras presentan un alto IP, así como el 2 % de las industrias (talleres mecánicos, fábricas textiles y metalúrgicas; Figura 5.7, Figura 5.8 y Figura 5.10).

Tabla 5.4. Resultados de IP para cada fuente puntual.

Clases	Cantidades Totales	Fuentes Puntuales
Alto	234 (28.13%)	9 Industrias
		93 SASH
		113 Cavas
		19 Canteras
Moderado	104 (12.5%)	44 Industrias
		4 Cementerios
		5 SDFR
		51 Criaderos
Bajo	494 (59.37%)	493 Industrias
		1 Relleno Sanitario

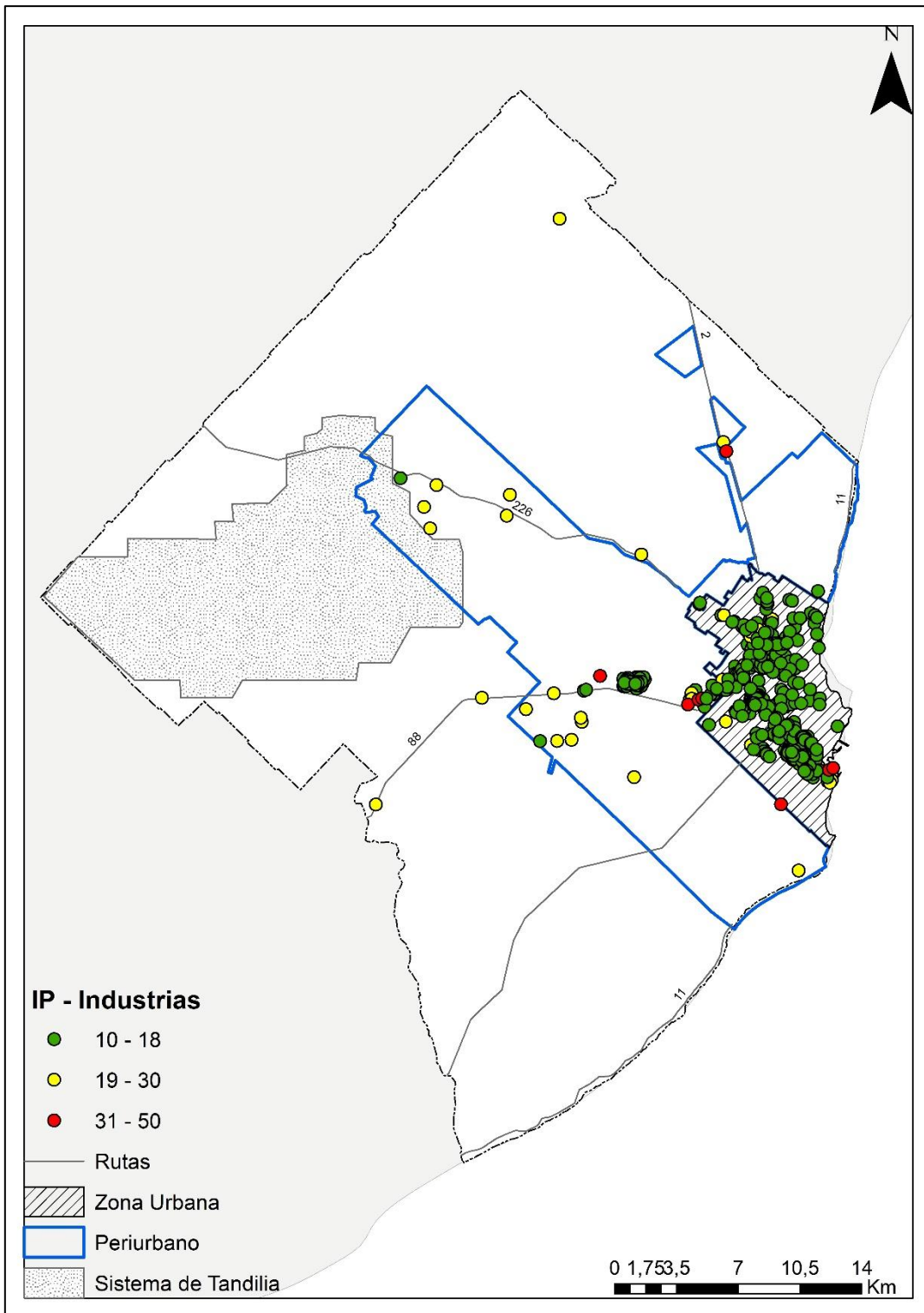


Figura 5.7. Índice de peligrosidad (IP) para Industrias

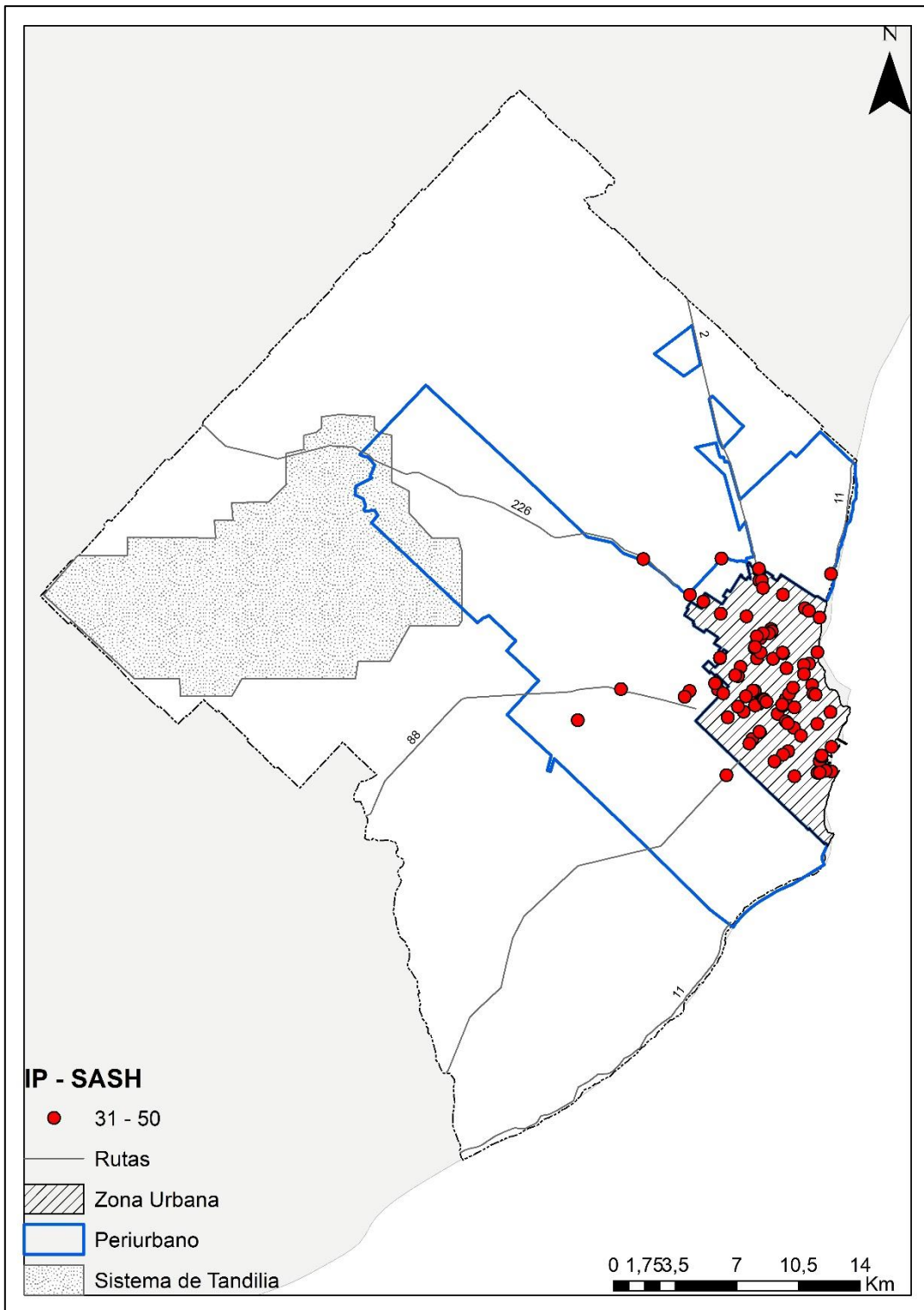


Figura 5.8. Índice de peligrosidad (IP) para SASH

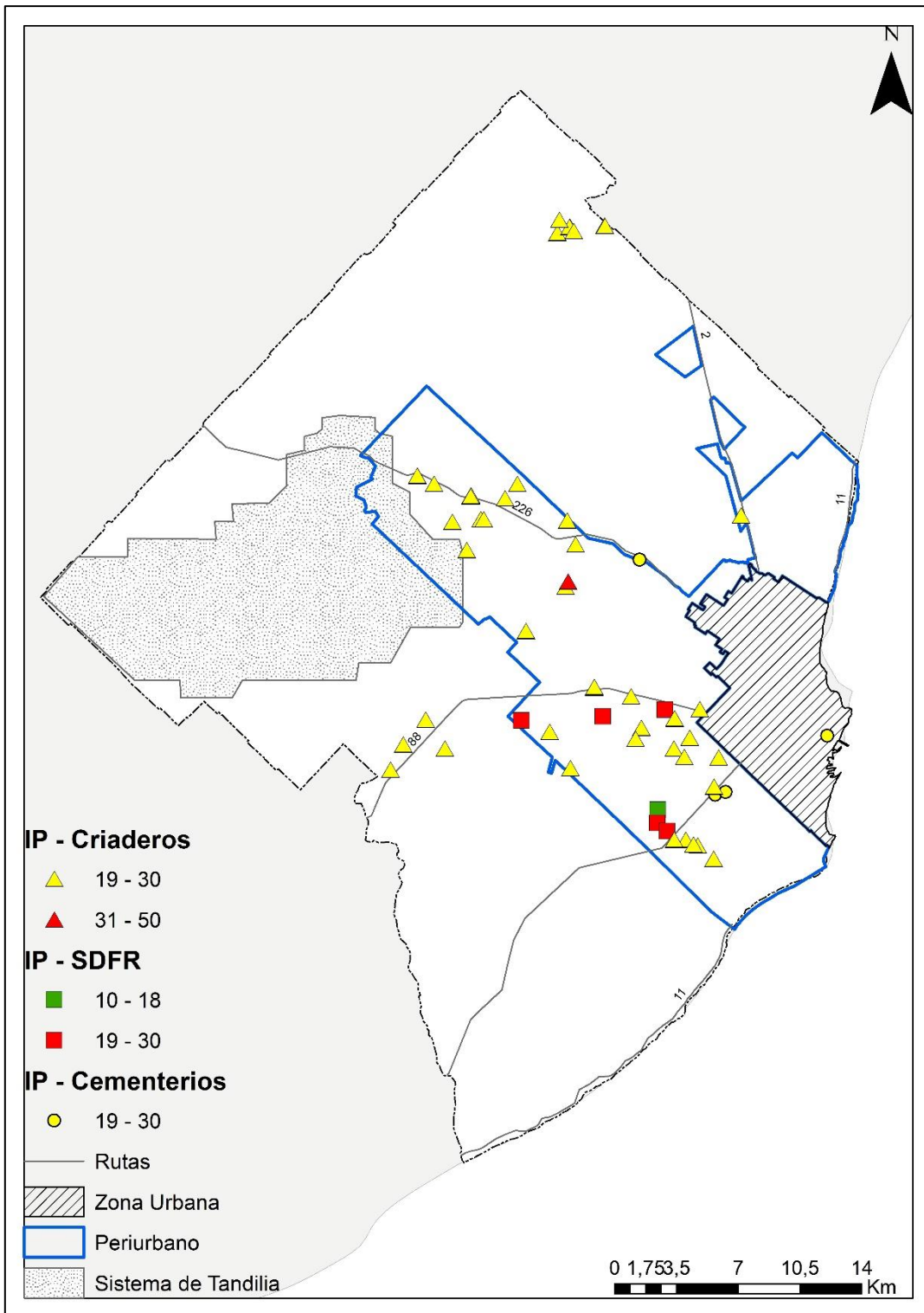


Figura 5.9. Índice de peligrosidad (IP) para criaderos, SDFR y cementerios

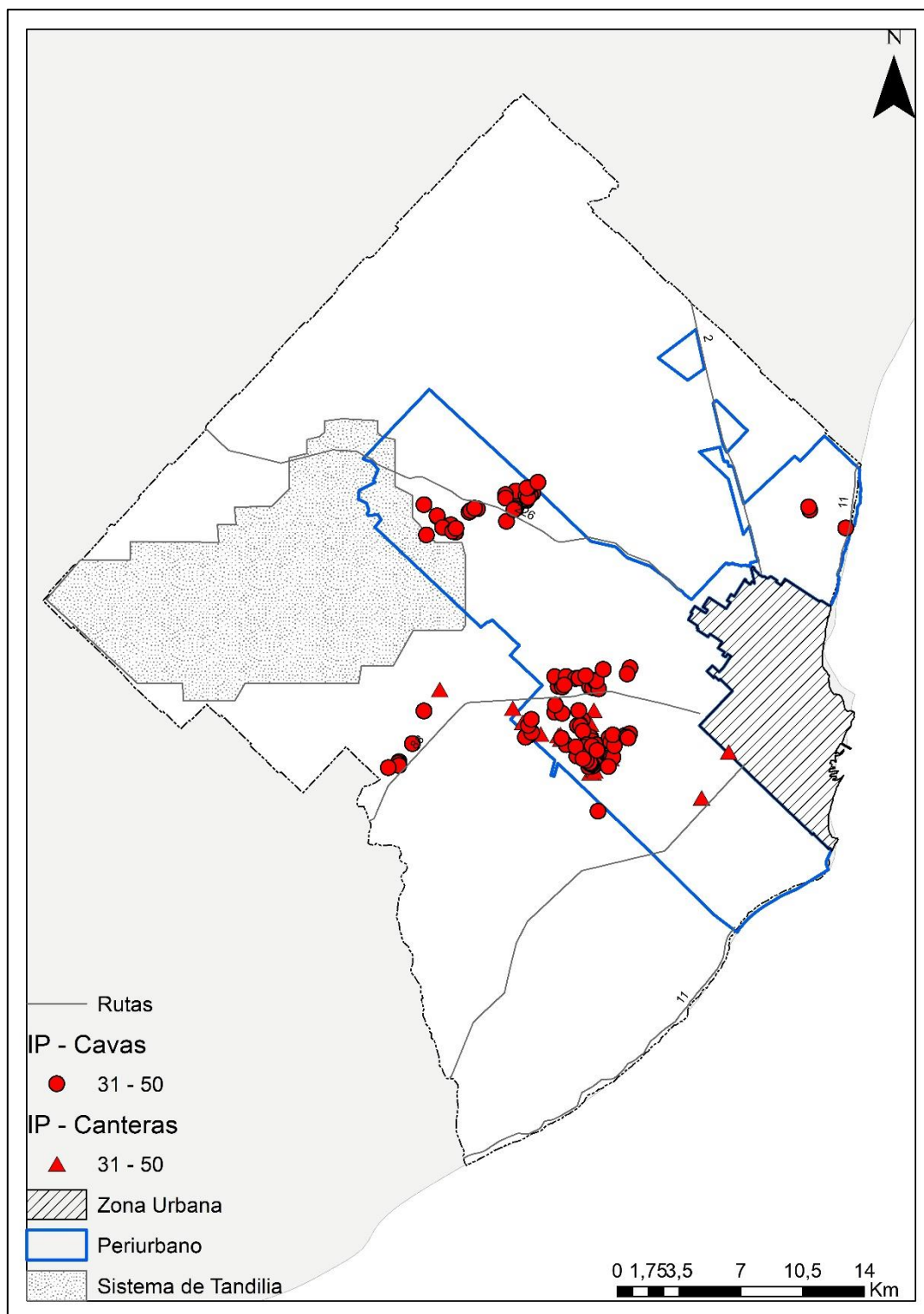


Figura 5.10. Índice de peligrosidad (IP) para cavas y canteras

A partir de las figuras anteriores es posible advertir que, en el caso de las fuentes puntuales de alto IP, hay tres grandes agrupamientos: área urbana, periurbano suroeste (eje de ruta 88) y periurbano oeste (eje de ruta 226). En el primero existe una amenaza directa a 14 pozos de suministro del área urbana; en el segundo grupo 5 pozos del Sistema Acueducto Sur (SAS, Figura

3.2) están bajo amenaza potencial, mientras que el tercer agrupamiento podría estar afectando (basado en la dirección del flujo del agua subterránea, Figura 3.12b) algunos pozos occidentales del Sistema Acueducto Norte (SAN, Figura 3.2).

Por su parte, las fuentes con IP moderado presentan un agrupamiento en la zona noroeste que resulta destacable porque se encuentra en la zona donde se están construyendo pozos del nuevo Sistema Acueducto Oeste (SAO, Figura 3.2); las fuentes que están ubicadas en el área periurbana suroeste podrían estar amenazando pozos del SAS. Por último, las fuentes situadas en el extremo noroeste y suroeste de la zona periurbana podrían representar una amenaza para el SAN y futuros pozos de Sistema Acueducto Austral (SAA, Figura 3.2).

Las fuentes puntuales con bajo IP se concentran en el área urbana y en el parque industrial (Figura 4.4); corresponden a industrias conectadas a la red cloacal por lo que no constituyen una posible amenaza para el sistema público de suministro de agua (con la limitación que supone en este trabajo no haber considerado las posibles pérdidas de red).

Para analizar cómo el cambio de pesos asignados en la ecuación (5.1) puede afectar al resultado HI se realizó un análisis de sensibilidad considerando tres alternativas: los pesos dados en esta metodología, las 3 variables con igual peso, y la inversión de los pesos de las variables CCP y PP (Tabla 5.5).

Tabla 5.5. Análisis de sensibilidad, alternativas y resultados

	Pesos			Clases de IP		
	CCP	DE	PP	Bajo	Moderado	Alto
Original	2	5	3	494 (59.3%)	104 (12.5%)	234 (28,2%)
1	3.333	3.333	3.333	491 (59%)	244 (29.32%)	97 (11.65%)
2	3	5	2	493 (59.25%)	100 (12%)	239 (28.72%)

El rango de valores para el IP en los 3 casos se mantiene entre 10 y 50.

La alternativa de IP con pesos iguales presenta un aumento muy importante en las fuentes puntuales categorizadas como moderadas, que es la categoría más inexacta para la toma de decisiones. Esto demuestra que el índice es sensible a los cambios en la ponderación del DE, que se ha sugerido especialmente con el mayor valor, precisamente para resaltar la influencia del modo de disposición de cargas contaminantes causadas por actividades específicas en la definición del peligro de contaminación.

De la aplicación del índice desarrollado surge que esta metodología es posible de aplicar independientemente de las limitaciones de recursos humanos, económicos y otras ya mencionadas; la tecnología hace que la localización espacial de fuentes puntuales y pozos de suministro público sean un proceso simple que se puede hacer incluso con software libre; las variables CCP y DE solo necesitan como fuente de datos un conocimiento básico de la actividad potencialmente contaminante y su modo de disposición de efluentes (información que normalmente está disponible). La variable PP es la más compleja de obtener; en primer lugar, aunque el método CFR es el método más sencillo para diseñar perímetros de protección de los pozos, requiere datos técnicos específicos relacionados con el acuífero y los caudales bombeados. En segundo lugar, el proceso de identificación de fuentes puntuales que se encuentran dentro de perímetros de protección es muy tedioso si no se dispone de un soporte informático; en este sentido una macro MS-Excel simple, como la desarrollada resultó ser muy eficaz.

6. GESTIÓN DEL PELIGRO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA POR FUENTES PUNTUALES EN EL PGP.

6.1 Objetivo y metodología del capítulo

El objetivo de este capítulo es analizar y comparar "lo que debería ser" con "lo que realmente es" en cada una de las etapas de la gestión del peligro de contaminación del agua subterránea a fin de detectar brechas entre ambas para luego proponer medidas de acción que permitan superarlas.

La metodología empleada es el método comparativo, el cual implica el uso sistemático de datos extraídos de dos o más entidades o de diferentes momentos de la historia de una sociedad determinada con el fin de analizar similitudes y diferencias e investigar las causas de esos hallazgos (Elder, 1976; Lijphart, 1971), y cuyas etapas se presentan en el apartado 6.3.

6.2. El proceso de gestión del peligro de contaminación del acuífero

Como se mencionó en el Capítulo 2, el proceso de gestión de riesgos (proceso que también aplica al peligro) en general coincide en presentar tres grandes grupos de acciones o etapas: antes (evaluación, predicción y prevención), durante (sistema de alerta) y después del evento (rehabilitación y mitigación):

- Evaluación

La evaluación comienza definiendo el proceso natural a analizar, evaluando su peligro, evaluando el daño/vulnerabilidad de la población expuesta y finalmente combinándolos para llevar a cabo la evaluación del riesgo. El objetivo de la evaluación del riesgo es discriminar los territorios en el área de estudio, con diferente magnitud de riesgo, generalmente expresado en etiquetas cualitativas en alto, moderado y bajo.

- Predicción

Las predicciones identifican qué, cuándo y dónde puede producirse un evento. Para realizar un análisis predictivo de la contaminación, en primer lugar, es necesario desarrollar un modelo conceptual, que se define como una construcción intelectual que incluye las características, procesos y elementos que se supone que determinan el funcionamiento de un sistema. Este modelo incluirá elementos relacionados con la dirección del flujo de aguas subterráneas, las características geométricas del acuífero, su relación con las aguas superficiales y otros componentes del ciclo hidrológico, etc. Además de estos atributos, un elemento clave para

desarrollar el modelo conceptual son las características de la fuente de contaminación, relacionadas con: 1) el tipo de contaminante a tener en cuenta (conservativo o no, etc.) y las características fisicoquímicas del medio ambiente (pH, temperatura, estado redox); 2) modo de descarga (puntual, disperso o lineal); 3) posición con respecto a las aguas subterráneas: si se encuentra en la superficie, en la zona no saturada o en la zona saturada; y 4) la duración de la emisión de los contaminantes (Foster et al., 2002).

- Prevención

Entre las estrategias de prevención hay medidas estructurales y medidas no estructurales ampliamente utilizadas en diferentes actividades. En el primer grupo se puede mencionar la correcta perforación del pozo de suministro de agua; y en el segundo, la planificación espacial, las directrices generales para la ubicación de los pozos, el control de la carga contaminante, el registro oficial de perforadores, la concientización ciudadana y la aplicación efectiva de la legislación. Por último, es importante mencionar que un componente esencial de los programas de prevención de la contaminación es el control de la calidad del agua.

- Alarma

El sistema de alerta, especialmente el denominado de “alerta temprana”, incluye cuatro elementos esenciales: conocimiento del proceso (como relaciones causa – efecto), monitoreo y sistema de alarma, comunicación, diseminación y capacidad de respuesta. Para ser eficaz, un sistema de alerta temprana debe ser capaz de estimular una respuesta adecuada antes de que ocurra el evento. La alarma es un componente vital del sistema; a la vez, uno de sus aspectos centrales es el tiempo disponible, lo cual en el caso de la contaminación de acuíferos habitualmente es considerable. Esta cuestión que en principio resultaría favorable, puede tornarse negativa en aspectos tales como la percepción del riesgo. La percepción constituye un filtro inicial de la realidad y controla la aceptabilidad del riesgo y las etapas del proceso de gestión (Figura 6.1).

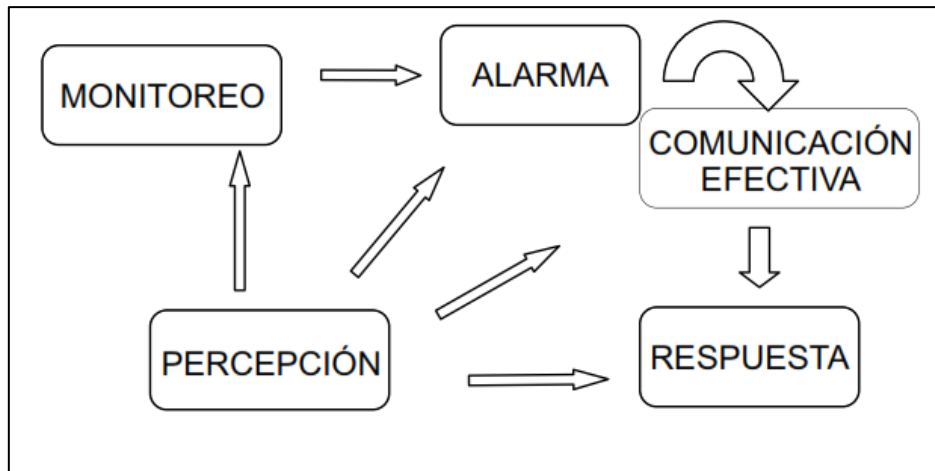


Figura 6.1. Percepción y comunicación en relación con la alarma. Fuente: Massone y Martínez (2008).

- Rehabilitación

En este aspecto es necesario destacar que cualquier afectación producida sobre el recurso hídrico subterráneo, tanto en lo referente a su calidad química como a su disponibilidad, será mucho más dificultosa desde el punto de vista técnico y mucho más caro de remediar que una equivalente producida en el agua superficial.

Dentro de estas etapas la de prevención será a la cual se le preste más atención en este capítulo.

6.3. Políticas, teoría y práctica en el proceso de gestión del peligro de contaminación del agua subterránea

Las políticas públicas son esenciales en el proceso de gestión del peligro de contaminación y un instrumento importante para ponerlas en práctica es la normativa. Por ello, en este capítulo se analiza y compara "lo que debería ser" (políticas/teoría/normativa) con "lo que realmente es" (práctica) en cada una de las etapas de ese proceso a fin de detectar las principales brechas entre ambas y luego proponer medidas que permitan superarlas.

Para identificar estas brechas, el aspecto "lo que debería ser" se examinó a partir de guías técnicas nacionales e internacionales (en este capítulo se considera el término "guías" en su sentido más amplio, incluyendo recomendaciones, normas de adhesión voluntaria, y legislación nacional, provincial y municipal), mientras que "lo que realmente es" se obtuvo de experiencias anteriores en Mar del Plata y resultados de entrevistas. Se desarrollaron cuatro etapas:

Etapa 1

- a) Análisis de documentos. Identificación, revisión y selección de guías técnicas que incluyan aquellos aspectos que más estrechamente se relacionan con las cuatro etapas de la gestión del peligro de contaminación.

Etapa 2

- a) Diseño del guion de la entrevista para detectar las brechas entre "lo que debería ser" y "lo que realmente es" en el área de estudio (Anexo I). Las entrevistas se realizaron al Gerente de Calidad de OSSE; a un inspector perteneciente a la Policía Minera de la Provincia de Buenos Aires (Delegación con sede en Mar del Plata); a un profesional perteneciente a la Dirección de Residuos de la MGP; al Director de Gestión Ambiental de la MGP; y a un agente de SENASA Delegación de Mar del Plata.
- b) Datos obtenidos de la encuesta realizada para el proyecto "MGP Mapa Productivo" llevado a cabo por la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales y la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP). Esta encuesta fue realizada a 296 industrias, y contaba con 10 bloques de preguntas de los cuales uno estaba destinado a preguntas relacionadas con el medio ambiente. Para este capítulo la pregunta que se utilizó fue ¿Tiene la empresa un sistema de gestión ambiental integral o gestiona solo algunos rubros por separado? Si bien, no se pregunta específicamente por la Norma IRAM ISO 14001, es muy posible que si la empresa cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) el mismo sea bajo los lineamientos de esta norma. Para identificar la brecha en este caso se trabajó con el porcentaje de industrias que contestó que posee un Sistema de Gestión Integrado.

Etapa 3

- a) Evaluación cualitativa, basada en un código semáforo, para identificar brechas entre "lo que debería ser" y "lo que realmente es".
- b) Interpretación práctica de la etapa 3 a) para identificar las razones dadas para las brechas encontradas utilizando los "indicadores representativos para medir las brechas de gobernanza multinivel en las políticas de agua" (OCDE, 2011).

Etapa 4

- a) Identificación de acciones destinadas a minimizar las brechas identificadas en 3 a).

6.3.a. Identificación de las principales guías “lo que debería ser”

A través de la revisión bibliográfica y de las entrevistas realizadas se identificaron las normas relacionadas con la prevención de la contaminación del agua subterránea por fuentes puntuales y cuáles son las autoridades de aplicación para cada una de ellas (Tabla 6.1). Es importante mencionar que, generalmente, la autoridad de aplicación de última instancia es el organismo provincial (ya sea el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible OPDS, ADA o la Dirección de Minería) aunque muchas de las funciones que éstos deberían cumplir han sido delegadas al municipio o bien, son llevadas a cabo por delegaciones de estos organismos existentes en el PGP, los cuales fueron los entrevistados para esta tesis.

La Tabla 6.2 presenta las principales guías técnicas asociadas a las etapas de la gestión del peligro de contaminación de las aguas subterráneas

Tabla 6.1. Síntesis de las entrevistas a los gestores relacionados con la prevención de la contaminación del agua subterránea en PGP. Parte 1.

	Industrias	SASH	Cavas y Canteras	SDRS	Criaderos	Pozos de abastecimiento público
Gestores	Dirección de Gestión Ambiental, EMSUR, MGP.	Comisión conformada por: Dirección de Gestión Ambiental, EMSUR; OSSE; Obras Privadas, MGP;	Delegación Mar del Plata Minería de la Provincia de Buenos Aires	Dirección de Residuos, EMSUR, MGP.	Delegación local de SENASA	OSSE Autoridad del Agua, delegación Mar del Plata
Funciones y actividades que desarrollan	Fiscalización de Industrias. Prefactibilidad de radicación ambiental. Otorgamiento y renovación del Certificado de Aptitud Ambiental (CAA) para las industrias de categoría 1 y 2. Emisión de la Declaración de Impacto Ambiental a grandes obras o emprendimientos	La DGA encabeza la Comisión del Municipio que convalida la documentación presentada por los interesados, luego de que han obtenido el permiso de extracción de los SASH o remediación del predio por OPDS. Se realizan reuniones semanales o cada 15 días y se realiza inspecciones cuando se remueven los tanques o se realizan tareas de remediación.	Inspecciones a establecimientos de rutina, por nuevas radicaciones y por denuncias. Se verifican manchas y derrames de hidrocarburos, acumulación de agua y presencia de residuos sólidos urbanos.	Pedido de informes, análisis de efluentes para el control de líquidos lixiviados y de efluentes gaseosos. Recorridos por el predio. Control exhaustivo sobre lo que ingresa al predio a través del registro de grandes generadores y de transportistas de Residuos Sólidos Urbanos	Inspecciones periódicas a los establecimientos para constatar el cumplimiento de las normativas vigentes, en caso de encontrar irregularidades o inconsistencias con lo normado se evalúa el impacto de las mismas y se determina el camino a seguir	Monitoreo de la calidad físicoquímica y microbiológica de los pozos de explotación, de freáticos y de la red de distribución de OSSE. Inspección de posibles vertidos de efluentes en el suelo dentro del Partido. Ejecución o administración de los Estudios de Impacto Ambiental de obras de OSSE. Colaboración en todo proyecto de expansión de los servicios de saneamiento cloacal.

Tabla 6.2. Principales guías relacionadas al proceso de gestión del peligro de contaminación del agua subterránea

	Evaluación	Predicción	Prevención	Sistema de Alerta
Internacional	Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) Informe Agua para el Desarrollo Sostenible (2015)			
	GWP Guías para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos - Instrumento C2.01 Evaluación de Riesgo (2016)			
	Norma ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental (2015, adhesión voluntaria)			
	Organización Mundial de la Salud (OMS) Guías para la calidad de agua de consumo humano (ítems 4.1 a 4.6) (2017)			
Nacional	Principio Rector de Políticas Hídricas N°42 (2003)			
	Ley N° 27275 "Derecho de Acceso a la Información Pública"(2016)			
	Ley N° 27287 "Ley Nacional de Gestión del Riesgo" (2016). Manual para la elaboración de mapas de riesgo (2017)			
	Ley N° 18284 "Código Alimentario Argentino" – Capítulo 12 Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificadas (1969)	-	Ley N° 1919 (1886) "Código de Minería de la Nación" y Ley N° 24585 (1995)	Principio Rector de Políticas Hídricas N°7 (2003)
			Principio Rector de Políticas Hídricas N°3 (2003)	
	Ley N° 25675 "Ley General del Ambiente" – Artículo N°2 ítems g y k + principio contaminador pagador (2002)			
	Ley N° 24051 (1991) "Régimen Legal de los Residuos Peligrosos" y su Decreto Reglamentario N° 831 (1993)			
	Resolución N° 404 (1994) de la Secretaría de Energía de la Nación			
	Resolución N° 785 (2005) de la Secretaria de Energía			
	Resolución SENASA N° 1699/2019			
Principio Rector de Políticas Hídricas N°3 (2003)				
Pr	Ley N° 15063 "Riesgo" (2018)			

			Ley N° 11459 "Ley de Radicación Industrial" (1993) y su Decreto Reglamentario 531 (2019)	
			Ley N° 11723 "Ley de Protección Ambiental y de Recursos Naturales" – Artículos N° 39 al 44 (1995) y Anexo I y II	
			Ley N° 11720 (1995) "Manipulación, Almacenamiento, Transporte y Tratamiento de Residuos Especiales en el Territorio de la Provincia de Buenos Aires" y su Decreto Reglamentario N° 806 (1997)	
	Ley N° 12257 "Código de Aguas" – Artículo N°5 (1999)	-	Ley N° 11820 (1996) "Marco Regulatorio para la Prestación de los Servicios Públicos de Provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de Buenos Aires"	-
			Resolución de OPDS N° 95 (2014)	
			Ley N° 12257 "Código de Aguas" –Artículo N°84 (1999)	
			Ley N° 13592 (2006) Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos	
			Resolución N° 336 (2003) del ADA	
			Resolución N° 169 (2009) "Normas a la presentación de los proyectos, seguridad y buenas prácticas mineras"	
			Resolución N° 1033 (2010) de ADA	
Municipal	-	-	Ordenanza N°13231 (2000) "Código de Ordenamiento Territorial" - Capítulo 8 (2000)	-
			Ordenanza N° 24119 "Reglamento General del Servicio Sanitario del Partido de General Pueyrredon" (2019)	

6.3.a.1. Guías Internacionales

WWAP Agua para el Desarrollo Sostenible

Este informe ilustra los complejos vínculos entre el agua y las áreas críticas, como la salud humana, la seguridad alimentaria y energética, la urbanización, el crecimiento industrial y el cambio climático. También describe el estado de los recursos hídricos del mundo, incluida una visión general de los impactos del crecimiento insostenible en los recursos de agua dulce, y sugiere posibles respuestas a estos desafíos (WWAP 2015).

GWP Guías para la gestión integrada de recursos hídricos.

La GIRH es un proceso que promueve el desarrollo coordinado y la gestión del agua, la tierra y los recursos conexos con el fin de maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales. La caja de herramientas GWP Integrated Water Resource Management (IWRM) contiene conocimientos y aprendizaje sobre la gestión integrada de los recursos hídricos (Fábrega et al. 2016). El ítem de evaluación (C2) incluido en los Instrumentos de Gestión (C) ayuda a comprender las conexiones entre los recursos hídricos y sus usuarios, así como a calcular los impactos de eventos inciertos o medidas políticas en el recurso y sus usuarios. Uno de los aspectos considerados es la evaluación del riesgo (C2.01).

Norma ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental

La Norma ISO 14001 es una norma de adhesión voluntaria que especifica todos los requisitos para la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental eficiente, de manera que permita que la empresa desarrolle una política y unos objetivos según sus aspectos ambientales significativos; ayuda a una organización a identificar, priorizar y gestionar los riesgos ambientales, como parte de sus prácticas de negocios habituales (Aguirre Curiel, 2019). La base de esta norma se fundamenta en el concepto de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA). Los tópicos principales de esta norma son: entradas y salidas, aspectos e impactos ambientales, manejo de la documentación, aspectos operacionales, comunicación, manejo de emergencias.

OMS Guías para la calidad de agua de consumo humano

Esta guía presenta una sección dedicada a los Planes de Seguridad del Agua (PSA). El medio más eficaz de garantizar constantemente la seguridad de un suministro de agua potable es mediante el uso de un enfoque integral de evaluación de riesgos y gestión de riesgos que abarque todos los pasos del suministro de agua, desde la captación hasta el consumidor. Un PSA tiene tres componentes clave, que se guían por objetivos basados en la salud y se supervisan mediante la vigilancia del suministro de agua potable: evaluación del sistema para identificar riesgos;

medidas de control en un sistema de agua potable que controlará colectivamente los riesgos identificados; y planes de gestión y comunicación (OMS, 2017).

6.3.a.2. Normativa Nacional

Ley Nacional Nº 18284/1969 “Código Alimentario Argentino” – Capítulo 12 Bebidas Hídricas, Agua Y Agua Gasificada.

El Código Alimentario Argentino es la ley nacional que establece cuatro categorías de agua aptas para el consumo humano y estipula los estándares de calidad que cada una de ellas debe cumplir. No sólo indica una serie de parámetros químicos y bacteriológicos que estas aguas deben cumplir según su clasificación, sino que también define y diferencia expresamente cada una de ellas.

Ley N° 1919/1886 “Código de minería de la Nación”

Es la combinación entre los derechos y obligaciones que rigen el accionar minero con el procedimiento que debe llevarse a cabo, y que es completado por las normativas provinciales.

Ley N° 24.585/1995 “De la protección ambiental para la actividad minera”

Sustituye el artículo 282 del Código de Minería y lo sujeta a las disposiciones del Título Complementario y las que se establezcan en virtud del artículo 41 de la Constitución Nacional. En el Título Complementario podemos encontrar el ámbito de aplicación y los alcances de la presente ley, como así también normas de protección y conservación ambiental relacionadas con la actividad minera, los instrumentos de gestión ambiental, responsabilidades ante el daño ambiental y las infracciones y sanciones.

Ley Nacional Nº 25675/2002 “Ley General del Ambiente”

Establece procedimientos y mecanismos adecuados para minimizar los riesgos ambientales, prevenir y mitigar las emergencias ambientales y recomponer los daños causados por la contaminación ambiental. Menciona como tema importante la prevención de los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan en el medio ambiente para permitir el desarrollo de la sostenibilidad ecológica, económica y social. También hace una referencia al principio de que quien contamina paga.

En el Artículo 2 hace referencia a que la política ambiental nacional deberá cumplir los siguientes objetivos:

g) Prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo;

k) Establecer procedimientos y mecanismos adecuados para la minimización de riesgos ambientales, para la prevención y mitigación de emergencias ambientales y para la recomposición de los daños causados por la contaminación ambiental.

Principios rectores de la política hídrica

Este documento proporciona principios que permiten la integración de los aspectos técnicos, sociales, económicos, jurídicos, institucionales y ambientales del agua en una gestión moderna de los recursos hídricos (Consejo Hídrico Federal, 2003).

N°3: La incorporación de la dimensión ambiental en la gestión de los recursos hídricos se logra mediante el establecimiento de pautas de calidad ambiental, el desarrollo de evaluaciones ambientales estratégicas para planes y programas (etapa de preinversión), y la realización de evaluaciones de riesgo e impacto y de auditorías ambientales para proyectos específicos. Así, mediante el análisis de la vulnerabilidad ambiental, se busca reducir los factores de riesgo y lograr el equilibrio entre el uso y la protección del recurso.

N°7: La contaminación de los recursos hídricos, que exige asumir una estrategia integral que involucra la definición de programas de monitoreo y control de emisión de contaminantes diferenciados para cada cuenca, con premisas de diseño e implementación fijadas en función de las características contaminantes prioritarias de los vertidos provenientes de fuentes fijas y dispersas, de las características de los cuerpos receptores y del destino asignado a estos últimos.

N° 42: Resulta esencial para una mejor gestión hídrica contar con financiamiento para la implementación de medidas no-estructurales tales como el monitoreo sistemático, normas de ordenamiento territorial, zonificación de riesgos, mecanismos de organización y participación institucional de los actores involucrados y otras formas adicionales para garantizar la gestión de las obras y la permanencia en el tiempo de su función.

Ley Nacional N° 24051/91 - Decreto Reglamentario N° 831/93

Régimen Legal de los Residuos Peligrosos donde se trata la generación, manipulación, transporte y tratamiento de los mismos.

Resolución N° 404/94 de la Secretaría de Energía (Anexo IIA)

Normas técnicas para control de pérdidas y contaminación en sistemas de almacenamiento subterráneo de hidrocarburos (SASH) y derivados en bocas de expendio de combustibles líquidos.

Resolución N° 785/05 de la Secretaría de Energía (Anexo I):

Reglamento del programa nacional de control de pérdidas de tanques de almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados.

Cría intensiva de animales. Resolución SENASA N° 1699/2019

Se establecen los requisitos de bioseguridad, higiene y manejo sanitario para la habilitación sanitaria de establecimientos avícolas de producción comercial tales como plantas de incubación, establecimientos de reproducción, de producción de aves para carne, de huevos para consumo; de pollos, gallinas, patos, pavos, faisanes, codornices u otras aves criadas con fines comerciales para el aprovechamiento de la carne, de los huevos o de otros productos que de ellas se deriven.

Ley Nacional N° 27275/2016 “Ley de acceso público a la información”

Su objetivo es garantizar el ejercicio efectivo del derecho de acceso a la información pública, promoviendo la participación ciudadana y la transparencia en la gestión pública.

Artículo 2: El derecho a acceder a la información pública incluye la posibilidad de buscar, acceder, solicitar, recibir, copiar, analizar, reprocesar, reutilizar y redistribuir la información libremente con las únicas limitaciones y excepciones establecidas en esta ley.

Ley Nacional N° 27287/2016 “Ley nacional de gestión del riesgo”. Manual de elaboración de mapas de riesgo.

Su objetivo es integrar y coordinar las acciones entre diversos organismos nacionales, organizaciones provinciales y no gubernamentales, municipios y ciudadanos en su conjunto en una situación de riesgo y catástrofe. El manual para la elaboración de mapas de riesgo presenta una metodología que responde a las necesidades básicas de planificación y que respeta el espíritu de esta ley (Renda et al., 2017).

6.3.a.3. Normativa Provincial

Ley Provincial N° 11459/1993 “Ley de radicación industrial” y su Decreto Reglamentario N°531/2019

La Ley Provincial 11459 y su Decreto Reglamentario establecen los lineamientos para el trámite y expedición del Certificado de Aptitud Ambiental (CAA) de las industrias a radicarse en la Provincia de Buenos Aires, así como la clasificación de industrias, las sanciones, recursos y la autoridad de aplicación. De esta manera, se establece que las industrias deberán obtener un

Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) que se calcula a través de una fórmula polinómica (Ecuación 6.1):

$$NCA= Ru+ Lo + Di + Ef Re Em+ Sp \text{ (6.1)}$$

donde los componentes de la fórmula para su determinación son:

Ru: Rubro o Actividad.

Lo: Localización del Establecimiento.

Di: Dimensionamiento.

Ef Re Em: Efluentes, Residuos y Emisiones.

Sp: Sustancias Peligrosas empleadas

Las industrias, de acuerdo a este cálculo, podrán resultar de primera, segunda o tercera categoría, siendo los límites para primera de 15 puntos, para segunda entre 15 y 25 puntos y para tercera más de 25 de puntos.

De acuerdo a la categoría obtenida la industria deberá presentar la documentación necesaria para la obtención del CAA, el cual se renueva cada 4 años.

Ley Provincial Nº 11723/1995 “Ley de protección del ambiente y de recursos naturales”

Su objetivo es proteger, conservar, mejorar y restaurar los recursos naturales y el medio ambiente en general en la provincia de Buenos Aires, con el fin de preservar la vida en su sentido más amplio; garantizar a las generaciones presentes y futuras la conservación del medio ambiente y de la calidad y la diversidad biológica. El capítulo I del Título III, referido al agua, establece los principios que rigen la aplicación de políticas para la protección y mejora de los recursos hídricos.

Ley Nº 11720 (1995) “Manipulación, Almacenamiento, Transporte y Tratamiento de Residuos Especiales en el Territorio de la Provincia de Buenos Aires” y su Decreto Reglamentario Nº 806 (1997)

Esta ley y su decreto regulan la generación, manipulación almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos especiales en el territorio de la Provincia de Buenos Aires.

Ley Nº 11820 (1996) “Marco Regulatorio para la Prestación de los Servicios Públicos de Provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de Buenos Aires”

Establece el marco regulatorio para la prestación de los servicios públicos de provisión de agua potable y desagües cloacales en la provincia de Buenos Aires, y las condiciones particulares de regulación para la concesión de los servicios sanitarios de jurisdicción provincial. Esta ley incluye el monitoreo y los parámetros de calidad a controlar para las aguas subterráneas que se usan para el abastecimiento de la red de distribución.

Resolución N° 336/03 de ADA

Establece los parámetros de calidad de las descargas límite admisible de efluentes líquidos.

Ley Provincial N° 12257/1999 “Código de aguas”

Artículo 5: La Autoridad del Agua deberá efectuar la planificación hidrológica que tendrá como objetivo general, satisfacer las demandas de agua y equilibrar y compatibilizar el desarrollo regional y sectorial, de acuerdo a los distintos usos, incrementando la disponibilidad del recurso, protegiendo su calidad, estableciendo zonas de reserva, economizando su empleo, optimizando su aprovechamiento en equilibrio con el resto del ambiente.

Artículo 84: Para las perforaciones del suelo o subsuelo y toda obra de captación o recarga de agua subterránea deberá tenerse en cuenta que no contamine a los acuíferos en forma directa o indirecta conectando hidráulicamente acuíferos, y que ésta contaminación pudiera dañar a su vez a terceros. La Autoridad del Agua podrá recomendar o limitar genéricamente o para cada caso, de oficio o a petición de parte, los diámetros, profundidades, volúmenes y caudales, la instalación de dispositivos adecuados que permitan la medición de niveles de aguas y caudales extraídos, los sistemas de explotación de nuevos pozos y las distancias que deberán guardar de otros pozos y cuerpos de agua.

Ley N° 13592/06 Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos

Establece los procedimientos de gestión de los residuos sólidos urbanos, tanto de origen doméstico como comercial, institucional o industrial, basándose sobre los principios de precaución, prevención, monitoreo, control ambiental y responsabilidad del causante. Las reglas de gestión establecidas abarcan las etapas de generación, disposición inicial, recolección, transporte, almacenamiento, planta de transferencia, tratamiento o procesamiento y disposición final de los residuos.

Resolución N° 169/09. Normas a la presentación de los proyectos, seguridad y buenas prácticas mineras. Dirección Provincial de Minería de Buenos Aires.

Establece las normas a que debe ajustarse la presentación de los planos de labores mineras y planes de explotación.

Resolución N° 1033/10 de ADA

Establece que para toda obra proyectada que requiera excavaciones y/o movimiento de suelos, con potencial afectación al Recurso Hídrico Subterráneo o Superficial deberá presentarse, ante la Autoridad del Agua, para su aprobación, un proyecto de lo que se ha previsto ejecutar, avalado por profesional con incumbencia en el tema.

Ley Provincial N° 15063/2018

Esta es la ley provincial que adhiere a la Ley Nacional de gestión del riesgo.

6.3.a.4. Normativa Municipal

Ordenanza N° 13231/2000 “Código de Ordenamiento Territorial”

Este es el principal instrumento de planificación espacial en General Pueyrredón, que organiza físicamente el territorio y lo estructura en áreas, subáreas, zonas y distritos. El capítulo 8 se refiere a las condiciones ambientales e incluye efluentes líquidos y gaseosos, residuos sólidos y semisólidos, y molestas vibraciones y ruidos de actividades residenciales, comerciales, industriales y de servicio.

Ordenanza N° 24119/2019 “Reglamento General del Servicio Sanitario del Partido de General Pueyrredon”

Establece las normas que rigen los servicios públicos de agua, alcantarillado y drenaje a cargo de OSSE y otros servicios que son de su competencia.

6.3.b. Identificación de las principales brechas: “lo que realmente es”

Como se mencionó anteriormente, se realizó un análisis y evaluación de las diferentes guías encontradas, relacionando su contenido con la realidad del área de estudio. La

Anexo II sintetiza algunos aspectos en este sentido. Luego, se utilizó un código semáforo para mostrar esta evaluación (Tabla 6.3). El color rojo implica que se han identificado aspectos que hacen muy dificultosa la implementación de alguno de los aspectos que la guía recomienda/exige, o bien que la misma no incluye al proceso analizado en esta tesis; el color verde implica que no hay brechas significativas o que no son identificables a la escala de esta investigación. El color amarillo implica que existen deficiencias en la implementación de algunos de los aspectos, pero son consideradas de menor magnitud que la categoría roja.

Tabla 6.3. Evaluación y valoración de las brechas entre políticas, teorías y prácticas

	Evaluación	Predicción	Prevención	Sistema de Alerta	
Internacional	Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) Informe Agua para el Desarrollo Sostenible (2015)				
	GWP Guías para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos - Instrumento C2.01 Evaluación de Riesgo (2016)				
	Norma ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental (2015, adhesión voluntaria)				
	OMS Guías para la calidad de agua de consumo humano (ítems 4.1 a 4.6) (2017)				
Nacional	Principio Rector de Políticas Hídricas N°42 (2003)				
	Ley N° 27275 "Derecho de Acceso a la Información Pública"(2016)				
	Ley N° 27287 "Ley Nacional de Gestión del Riesgo" (2016). Manual para la elaboración de mapas de riesgo (2017)				
	Ley N° 18284 "Código Alimentario Argentino" – Capítulo 12 Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificadas (1969)	-	Ley N° 1919 (1886) "Código de Minería de la Nación" y Ley N° 24585 (1995) "De la protección ambiental para la actividad minera"		Principio Rector de Políticas Hídricas N°7 (2003)
			Principio Rector de Políticas Hídricas N°3 (2003)		
	Ley N° 25675 "Ley General del Ambiente" – Artículo N°2 ítems g y k + principio contaminador pagador (2002)				
	Ley N° 24051 (1991) "Régimen Legal de los Residuos Peligrosos" y su Decreto Reglamentario N° 831 (1993)				
	Resolución N° 404 (1994) de la Secretaría de Energía de la Nación				
Resolución N° 785 (2005) de la Secretaría de Energía					
Resolución SENASA N° 1699/2019					
Principio Rector de Políticas Hídricas N°3 (2003)					
Pr	Ley N° 15063 "Riesgo" (2018)				

	Ley N° 12257 "Código de Aguas" – Artículo N°5 (1999)	-	<p>Ley N° 11459 "Ley de Radicación Industrial" (1993) y su Decreto Reglamentario 531 (2019)</p> <p>Ley N° 11723 "Ley de Protección Ambiental y de Recursos Naturales" – Artículos N° 39 al 44 (1995) y Anexo I y II</p> <p>Ley N° 11720 (1995) "Manipulación, Almacenamiento, Transporte y Tratamiento de Residuos Especiales en el Territorio de la Provincia de Buenos Aires" y su Decreto Reglamentario N° 806 (1997)</p> <p>Ley N° 11820 (1996) "Marco Regulatorio para la Prestación de los Servicios Públicos de Provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de Buenos Aires"</p> <p>Resolución de OPDS N° 95 (2014)</p> <p>Ley N° 12257 "Código de Aguas" –Artículo N°84 (1999)</p> <p>Ley N° 13592 (2006) Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos</p> <p>Resolución N° 336 (2003) de ADA</p> <p>Resolución N° 169 (2009) "Normas a la presentación de los proyectos, seguridad y buenas prácticas mineras"</p> <p>Resolución N° 1033 (2010) de ADA</p>	-
Municipal	-	-	<p>Ordenanza N°13231 (2000) "Código de Ordenamiento Territorial" - Capítulo 8 (2000)</p> <p>Ordenanza N° 24119 "Reglamento General del Servicio Sanitario del Partido de General Pueyrredon" (2019)</p>	-

Sobre la base de esta evaluación es posible identificar 8 guías con categoría roja (brechas importantes), 11 con categoría amarilla y 10 con categoría verde donde no se han identificado mayores deficiencias debido a la escala de esta investigación.

6.3.b.1. Consideraciones acerca de las brechas de categoría roja

WWAP Agua para el Desarrollo Sostenible: algunos problemas comunes relacionados con esta normativa que llevaron a identificar brechas importantes son los que menciona este informe: administración pública ineficiente; instituciones reguladoras débiles, bajos niveles de participación, y transparencia; financiamiento inestable e insuficiente; y deficiencias en la calidad de los servicios (por pérdidas de agua, intermitencia del servicio, etc.) que afectan a los sectores más vulnerables y a áreas rurales.

GWP Guías para la gestión integrada de recursos hídricos: la brecha identificada en este punto se debe a que no existe una formal aplicación de la visión de GIRH, por ejemplo, todavía la gestión del agua es muy sectorial; la aplicación de los instrumentos GIRH de la toolbox también presenta dificultades en especial en el punto C.2.01 y la normativa nacional no contempla como proceso el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.

Norma ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental: se consideró en categoría roja debido a que solo el 30% de las industrias encuestadas en el PGP cuentan con un sistema de gestión ambiental integral, posiblemente el porcentaje de certificaciones de la Norma ISO sea mucho menor.

Principios rectores de la política hídrica: Las brechas en la implementación del artículo N°42 se dan principalmente en el financiamiento para la implementación de medidas no-estructurales, normas de ordenamiento territorial y de zonificación de riesgos, así como también la baja participación institucional de los actores involucrados. En cuanto al artículo N°7 las brechas se basan en que existe un monitoreo hidrológico de rutina pero no un monitoreo para el control de emisión de contaminantes para cada cuenca hídrica.

Ley Nacional N° 27275/2016 “Ley de acceso público a la información”: para identificar brechas en esta normativa se consideró la existencia de un sistema de información espacial que sea fácilmente accesible en la web por parte de los usuarios; ninguno de los actores institucionales públicos entrevistados cuenta con un sistema de este tipo accesible para la consulta pública.

Para el caso de las siguientes 3 normativas el análisis ha sido un poco diferente dado que no se trata de la identificación de una brecha entre lo que indica la normativa y su implementación sino que directamente es una situación en que la normativa no contempla el proceso que se está estudiando en esta tesis.

Ley Nacional N° 27287/2016 “Ley nacional de gestión del riesgo”. Manual de elaboración de mapas de riesgo: esta normativa no contempla como proceso el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas. En la misma línea, las metodologías de mapas de riesgo no incluyen el riesgo de contaminación en las aguas subterráneas.

Ley Provincial N° 15063/2018: esta normativa al igual que la normativa nacional no contempla como proceso el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.

Ordenanza N° 13231/2000 “Código de Ordenamiento Territorial del Partido de General Pueyrredon”: esta normativa no cubre ninguna de las etapas de evaluación del peligro de contaminación del agua subterránea; sólo incluye una referencia a la descarga de efluentes líquidos y gaseosos.

6.3.b.2. Consideraciones acerca de las brechas de categoría amarilla

Ley N° 1919 (1886) “Código de Minería de la Nación” y Ley N° 24585 (1995) “De la protección ambiental para la actividad minera” y Resolución N° 169 (2009) “Normas a la presentación de los proyectos, seguridad y buenas prácticas mineras”: las brechas identificadas en estas normativas están relacionadas a que el área asignada a la Delegación de Policía Minera del sudeste de la provincia es demasiado grande para la cantidad de inspectores disponibles, lo cual disminuye la capacidad de control.

Principio Rector de Políticas Hídricas N°3 (2003): como se mencionó anteriormente, no existe en el PGP un mapa de riesgo de contaminación del agua subterráneo, ni tampoco normativas que regulen o incentiven la realización de Evaluaciones Ambientales Estratégicas.

Ley N° 25675 "Ley General del Ambiente" –Artículo N°2 ítems g y k + principio contaminador pagador (2002): la brecha identificada en relación a esta normativa tiene que ver con que algunos de los actores institucionales entrevistados no cuentan con protocolos sistemáticos para el control y la prevención de riesgos y emergencias ambientales. Asimismo, el principio contaminador pagador en ciertas ocasiones no funciona como debería, resultando los montos a pagar más convenientes que implementar medidas de prevención.

Resolución SENASA N° 1699/2019: la brecha identificada en este punto está relacionada principalmente con la falta de personal existente para el control de la gran cantidad de establecimientos en el PGP.

Ley N° 11723 “Ley de Protección Ambiental y de Recursos Naturales” – Artículos N° 39 al 44 (1995) y Anexo I y II: esta normativa se considera en color amarillo dado que de la serie de

acciones para la protección y mejoramiento del recurso agua establecidos en ella, hay algunas que se cumple mejor que otras, por ejemplo, la coordinación entre organismos de aplicación involucrados en el manejo del recurso en el PGP es buena, pero la participación de los usuarios todavía es deficiente (existe un comité de usuarios que funciono un par de años y luego se desactivo). Otro ejemplo es el de micro-medición en el PGP, si bien los grandes consumidores cuentan con caudalímetro, la gran mayoría de los consumidores domiciliarios no lo tienen.

Ley N° 13592 (2006) Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y Resolución N° 336 (2003) de ADA: las brechas identificadas en estas dos normativas se deben principalmente a que la Dirección de Residuos de MGP no es la autoridad de aplicación de esta Ley en el predio de disposición final; dado que esa autoridad la ejerce OPDS la empresa Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE; operadora del predio) responde ante este organismo, por lo cual se generan problemas de control por parte del municipio al complicarse, a menudo, el acceso a la información necesaria para tomar decisiones.

Resolución N° 1033 (2010) de ADA: esta resolución se consideró en esta categoría porque hay mucha informalidad especialmente en casos de excavaciones de menor dimensión.

Ordenanza N° 24119 "Reglamento General del Servicio Sanitario del Partido de General Pueyrredon" (2019): de la misma manera que en el caso anterior, se consideró esta ordenanza en categoría amarillo porque gran parte de los pozos domiciliarios se hacen en un marco de informalidad, sin respetar las condiciones técnicas explicitadas en el reglamento.

Las causas que explican las brechas identificadas pueden ser atribuidas, en su mayoría, a deficiencias en la gobernanza del agua; que se entiende como la capacidad social para movilizar energías para lograr el desarrollo sostenible de los recursos hídricos. Esta definición incluye la capacidad de diseñar políticas públicas socialmente aceptadas, orientadas al desarrollo sostenible de los recursos hídricos y a hacer cumplir su implementación por los diferentes actores involucrados (Peña y Solanes, 2002). Con el fin de sistematizar las razones de las carencias identificadas, se utilizaron indicadores representativos para medir las brechas de gobernanza en las políticas hídricas (OCDE, 2011). Las brechas identificadas son generalmente multicausales y dentro de estas causas es posible identificar las siguientes categorías:

Causas políticas: asignación poco clara de funciones y responsabilidades. En el caso de estudio, como se mencionó anteriormente, las autoridades de aplicación de ciertas normativas son organismos provinciales como ADA y OPDS, que delegan ciertas funciones en OSSE y el MGP; esto puede generar en algunas ocasiones falta de claridad en las responsabilidades de los encargados del control.

Causas administrativas: desajuste entre límites hidrológicos y administrativos. No hay una estrategia integrada para el seguimiento de las cuencas, que incluya aspectos relacionados con el medio ambiente físico y social (enfermedades relacionadas con el agua). Como se aprecia en el siguiente capítulo (Capítulo 7) las cuencas no siempre resultan ser la unidad de análisis más apropiada para la evaluación, especialmente cuando se necesitan combinar parámetros físico-naturales con los socioeconómicos.

Causas relacionadas con la información: asimetrías de la información. Una plataforma con información del agua subterránea estandarizada y accesible no está disponible a nivel nacional ni local, y limitadamente a nivel provincial ya que la escala de trabajo es regional.

Causas de capacidad: como se mencionó, en las entrevistas realizadas existe una carencia de personal, tiempo, conocimiento e infraestructura, por lo cual se genera una insuficiente capacidad de control tanto a nivel provincial como local.

Causas de financiación: las políticas hídricas se aplican en un entorno económico típico de escasez de recursos, crisis económicas y sociales cíclicas y un gran número de deficiencias sociales que deben resolverse de manera conjunta. En el capítulo 8 se presenta una herramienta que es de utilidad para identificar prioridades y así optimizar los escasos recursos disponibles.

Causas de rendición de cuentas: La organización y participación ciudadana sólo existe por iniciativa de la población potencialmente afectada (excepto los mecanismos de audiencia pública de la Evaluación de Impacto Ambiental que están regulados y son obligatorios).

Como puede observarse estas causas tienen estrecha relación con las 3 dimensiones de la gobernanza del agua reconocidas por OCDE (2020): efectividad, eficiencia, y confianza y participación.

6.4. Propuesta de acciones de ajuste

Sobre la base de esta investigación se propusieron acciones de ajuste que permitirían reducir las brechas entre "lo que debería ser" y "lo que realmente es" para el área de estudio (Tabla 6.4).

Tabla 6.4. Propuesta de acciones de ajuste para reducir las brechas identificadas

Evaluación	Predicción	Prevención	Sistema de Alerta
Establecer reglamentos municipales para promover la gestión de las aguas subterráneas a partir de grupos de trabajo intersectoriales			
Implementar el manual de elaboración de mapas de riesgo (Ley Nacional N°27287) adaptándolo al caso de contaminación de las aguas subterráneas			
Fortalecer la supervisión desde un punto de vista integrado e implementar un sistema de información pública			
Generar un sistema de información ambiental e hidrológica debidamente actualizado y accesible al público y que sirva para optimizar el sistema provincial de información hidrológica			
Conciliar las actividades productivas con la disponibilidad y calidad de las aguas subterráneas propuestas por la Gestión Integrada de las Aguas Subterráneas	Mejorar el conocimiento del funcionamiento del sistema hidrológico local para optimizar el modelo conceptual existente	Implementar la Evaluación Ambiental Estratégica para programas y proyectos	Implementar una estrategia de comunicación entre técnicos y ciudadanos con el fin de identificar situaciones problemáticas en relación con la calidad del agua de consumo
		Estandarizar la evaluación del peligro de contaminación del agua subterránea e incrementar las actividades de sensibilización	
		Fortalecer la capacidad de control por parte de las autoridades locales. Alentar a los productores a certificar los productos y/o procesos como ambientalmente sostenibles	
Contemplar la posibilidad de que en el proceso de obtención del NCA (en industrias) se resten puntos por poseer un SGA certificado por IRAM-ISO 14001			
Implementar la Evaluación Ambiental Estratégica para programas y proyectos	Profundizar el vínculo entre las partes interesadas con las universidades locales para generar modelos de flujo de aguas subterráneas y el transporte de contaminantes potenciales	Contemplar en el Código de Ordenamiento Territorial la gestión de las aguas subterráneas y la planificación territorial basada en la evaluación del peligro de contaminación	
		Implementar la micro-medición doméstica del consumo de agua	

mayor factibilidad de implementación

menor factibilidad de implementación

Las acciones se clasifican en función de su factibilidad de implementación tanto a partir de los requisitos técnicos como de los recursos humanos disponibles, aunque todas estas acciones son importantes, se dividieron en dos grupos con el fin de ayudar a las partes interesadas en el proceso de toma de decisiones.

Es importante resaltar que: la mayoría de estas guías se refieren a la etapa de prevención de la contaminación; el 65,5% de ellas presentan brechas en su implementación en el PGP; la etapa de predicción es la menos mencionada en las guías analizadas.

Este capítulo sistematizó, identificó y valoró las brechas entre políticas, teorías y prácticas, en la gestión del peligro de contaminación de las aguas subterráneas en el PGP y se brindaron acciones de ajuste para reducirlas. En el próximo capítulo se realiza una evaluación de un modelo multicriterio con el objetivo de priorizar las unidades espaciales (por cuencas y zonas definidas) de acuerdo a la necesidad de gestión del recurso hídrico subterráneo, para luego de acuerdo a esa prioridad recomendar las acciones de gestión (basadas en la Tabla 6.4) para cada una de ellas.

7. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA GESTIÓN DEL PELIGRO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL PGP

7.1. Objetivo y metodología del capítulo

El objetivo de este capítulo es desarrollar y aplicar una metodología basada en técnicas multicriterio, que permita priorizar unidades espaciales del PGP en función de la necesidad de gestión del recurso hídrico subterráneo.

La metodología utilizada en este capítulo se basó en la utilización del software Criterium Decision Plus (CDP), con instancias participativas directas a través de encuestas a informantes claves, utilizando Google Forms, y talleres presenciales. El soporte gráfico de mapas se realizó con QGIS. En el apartado 7.3 se desarrolla con detalle el recorrido metodológico.

7.2 Modelos de Decisión Multicriterio

Las situaciones en las que un decisor se ve confrontado con una elección en presencia de criterios múltiples son muy numerosas, por no decir universales; se puede afirmar que un individuo tiene un problema de decisión cuando se plantea un conjunto bien definido de cursos posibles, al menos dos, y un conflicto tal que es necesario elegir uno de esos cursos o alternativas (García Cascales, 2009).

Retomando lo que ya se expuso en el Capítulo 2 de esta tesis, para analizar y estructurar mejor un proceso de toma de decisiones multicriterio, se deben tener en cuenta tres conceptos clave: el objetivo, los criterios y las alternativas (Gomes Mota, 2013). El objetivo se refiere a aquellas aspiraciones que se desean alcanzar, la demanda de un actor, cubrir una necesidad, etc.; los criterios de decisión pueden definirse como las condiciones o parámetros que permiten discriminar alternativas y establecer preferencias del decisor, son elementos de referencia en base a los cuales se realiza la decisión, pueden estar conformados por subcriterios y se los clasifica usualmente en dos tipos (Muñoz Medina & Romana García, 2016):

- a. Factores: parámetros que se cuantifican y se evalúan en conjunto, pudiendo comparar y cuantificar alternativas entre sí.

b. Limitantes o restricciones: su inclusión excluye a otros, luego sirven para excluir posibilidades (es decir, alternativas) que los consideren. P.e. normativa, código de ordenamiento territorial.

Por último, las alternativas son los diferentes enfoques para la resolución del problema y se definen como el conjunto finito de soluciones, estrategias, acciones, decisiones posibles que hay que analizar durante el proceso de resolución del problema de decisión que se considere (Muñoz Medina y Romana García, 2016).

Resumiendo lo anteriormente expuesto: el decisor se encuentra en disposición de escoger entre varias posibilidades, denominadas alternativas, las cuales constituyen el llamado conjunto de elección. Para escoger en este conjunto, el decisor tiene diversos puntos de vista, denominados criterios. Estos criterios son, al menos, parcialmente contradictorios, en el sentido de que si el decisor adopta uno de dichos puntos de vista, no escogerá la misma alternativa que si se basa en otro criterio (Fernández Barberis y Escribano Ródenas, 2012).

En los problemas de toma de decisión multicriterio es muy frecuente que los criterios tengan distinta relevancia para el decisor, aunque esto no significa que los criterios menos importantes no deban ser considerados. Estas diferencias justifican la existencia de los pesos asociados a los criterios, los cuales son las medidas de la importancia relativa que ellos tienen para el decisor. Existen diferentes formas de asignación de pesos entre las cuales las más habituales son:

- Método de asignación directa: el decisor asigna directamente valores a los pesos de diferentes formas: por ordenación simple, por tasación simple o por comparaciones sucesivas.
- Método de autovector: los pesos asociados a cada criterio son las componentes del autovector asociado al autovalor dominante de una matriz de comparaciones por pares entre los criterios (Muñoz Medina y Romana García, 2016).

Una vez establecidos los criterios y sus pesos asociados, se supone que el decisor es capaz de dar, para cada uno de los criterios considerados y para cada alternativa del conjunto de elección, un valor numérico o simbólico que expresa una evaluación o juicio de la alternativa A_i con respecto al criterio C_j . Esta evaluación puede ser numérica o lingüística y se puede representar en forma de matriz (Tabla 7.1); cada fila expresa valoraciones de la alternativa A_i con respecto a los n criterios considerados y cada columna de la matriz recoge las evaluaciones o juicios emitidos por el decisor de todas las alternativas respecto al criterio C_j (García Cascales, 2009).

Tabla 7.1. Matriz de valoración. Fuente: García Cascales (2009)

	W_1	W_2	...	W_n
	C_1	C_2	...	C_n
A_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}
A_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}
A_n	X_{m1}	X_{m2}	...	X_{mn}

La importancia de la toma de decisiones ha dado lugar a la aparición de diversas metodologías que ayudan mediante procesos matemáticos más o menos sencillos, a resolver estos problemas (Pallarés, 2015). Basado en la existencia de la función valor, la escuela americana propone varios métodos prácticos, de los cuales los dos más utilizados son: el método de las Jerarquías Analíticas o Proceso Analítico Jerárquico (AHP) y el método SMART (Simple Multi-attribute Rating Technique) (García Cascales, 2009). El Proceso Jerárquico de Análisis, fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (1992) y es un sistema flexible de metodología de análisis de decisión multicriterio discreta (número finito de alternativas u opciones de elección) y es uno de los métodos más ampliamente utilizados. Se basa en comparación por parejas a partir de la siguiente premisa: ¿Cómo de importante es el criterio C_i respecto al C_j ? Preguntas de este tipo se utilizan para establecer los pesos de los diferentes criterios y priorizar las alternativas. De esta forma, también permite no solo valorar las diferentes alternativas, sino también establecer por comparaciones pareadas la importancia relativa de cada criterio respecto al resto, y establecer un vector de pesos (Muñoz Medina y Romana García, 2016). AHP se ha utilizado en esta tesis para otorgar pesos a los criterios (7.3.b. Validación y peso de los subcriterios)

El método SMART fue propuesto por Edwards en 1977, es el método más simple y juzga la actuación de la alternativa mediante la elección de un valor apropiado entre un límite inferior predeterminado, para la peor (real o imaginaria) alternativa, y un límite superior, para la mejor (real o ideal) alternativa. La estructura utilizada para modelar el problema de decisión en SMART se denomina árbol de valores. El método se basa en los siguientes pasos: 1) Se define la matriz de decisión incluyendo el peso de cada criterio; 2) Se transforma la evaluación a una escala de utilidad con valores de 0 y 100; 3) Se calculan los w_j ; 4) Se calcula la utilidad (prioridad) de cada alternativa.

Los problemas de decisión que implican información geográfica (como el que aborda esta tesis) se conocen como problemas de decisión espacial o geográfica, y su análisis requiere básicamente valores de criterios, subcriterios y alternativas discretizados espacialmente. La implementación de técnicas de evaluación multicriterio y sistemas de información geográfica (que se han convertido en herramientas esenciales por su capacidad en el procesamiento, producción, análisis y modelización de fenómenos espaciales), permite abordar eficientemente diversos problemas de carácter territorial, lo que representa un gran potencial metodológico y técnico para el ordenamiento del territorio (Garces Ortega, 2015).

Relacionado con los modelos de decisión multicriterio Reynolds et al. (2017) proponen el que denominan “modelo estratégico” el cual identifica en una serie de alternativas cuáles son las de mayor prioridad para el objetivo planteado.

7.3 Aplicación espacial de modelo multicriterio de priorización. Modelo estratégico

La aplicación del modelo multicriterio para identificar aquellas áreas del PGP, donde se requieren acciones prioritarias de gestión del recurso hídrico subterráneo, se realizó con el software Criterium Decision Plus 4.0 Beta que cuenta con una versión de uso libre (CDP, Info Harvest Inc., Seattle, WA), identificando para ello el objetivo del modelo, los criterios y subcriterios a utilizar y las alternativas espaciales. CDP es un software que se puede utilizar para gestionar todo el proceso de decisión y que se ejecuta como una aplicación de Windows; en el mismo se puede ejecutar una tormenta de ideas (como primer paso para definir objetivo y criterios), fijar un objetivo, agregar y ponderar criterios (y subcriterios) e ingresar alternativas, para que finalmente se sinteticen estas entradas y se presenten como resultado las alternativas en un orden de prioridad. Asimismo, este software puede proporcionar las contribuciones a ese resultado de los criterios y subcriterios. CDP implementa las dos metodologías de síntesis de entradas mencionadas anteriormente: AHP y SMART (Saaty 1992; Edwards 1977). Como ya se indicó, el método SMART fue utilizado para las fases de valoración y priorización en esta tesis, dado que la experiencia indica que es más práctico a la hora de trabajar con criterios que pueden ser modificados y con datos que son en su mayoría cuantitativos (InfoHarvest, 1999).

El modelo multicriterio se desarrolló en el marco del Proyecto “Aplicaciones de Modelos de Decisión Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica para la gestión de los recursos hídricos en el Partido de General Pueyrredon” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad

FASTA (con investigadores de UFASTA; UNMdP y CONICET) y con la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires (ADA) como entidad adoptante.

Las alternativas elegidas para este análisis fueron solicitadas por la ADA y constituyeron las 14 cuencas hídricas del PGP (Capítulo 3; Figura 7.1), se exceptúan las cuencas hídricas dentro de los límites del área urbana de Mar del Plata y los sectores que no tienen una red de drenaje definida como para ser considerados “Cuencas de Drenaje” en sentido estricto.

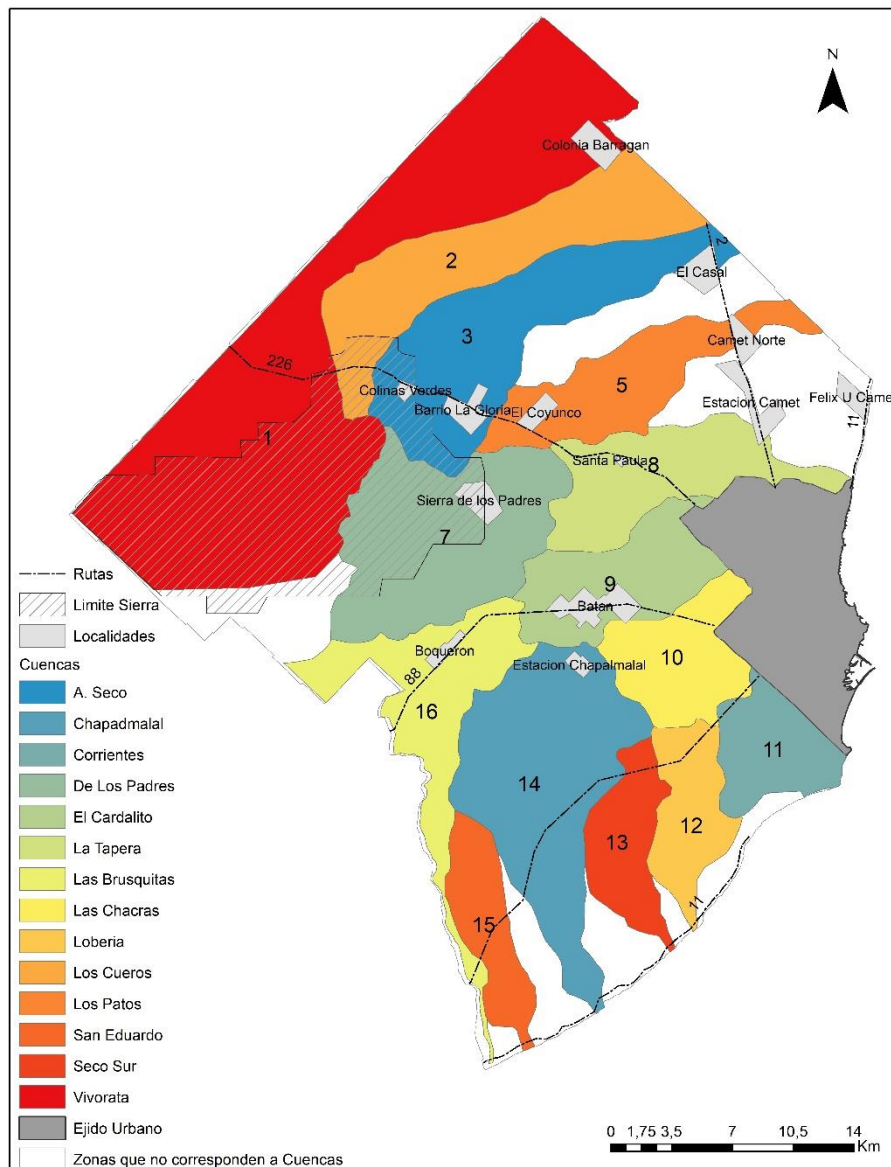


Figura 7.1. Mapa de cuencas y localidades

Para el desarrollo de este modelo se adoptó una metodología participativa mediante talleres dirigidos a organizaciones gubernamentales vinculadas a la toma de decisión en la gestión hídrica (Figura 7.2).

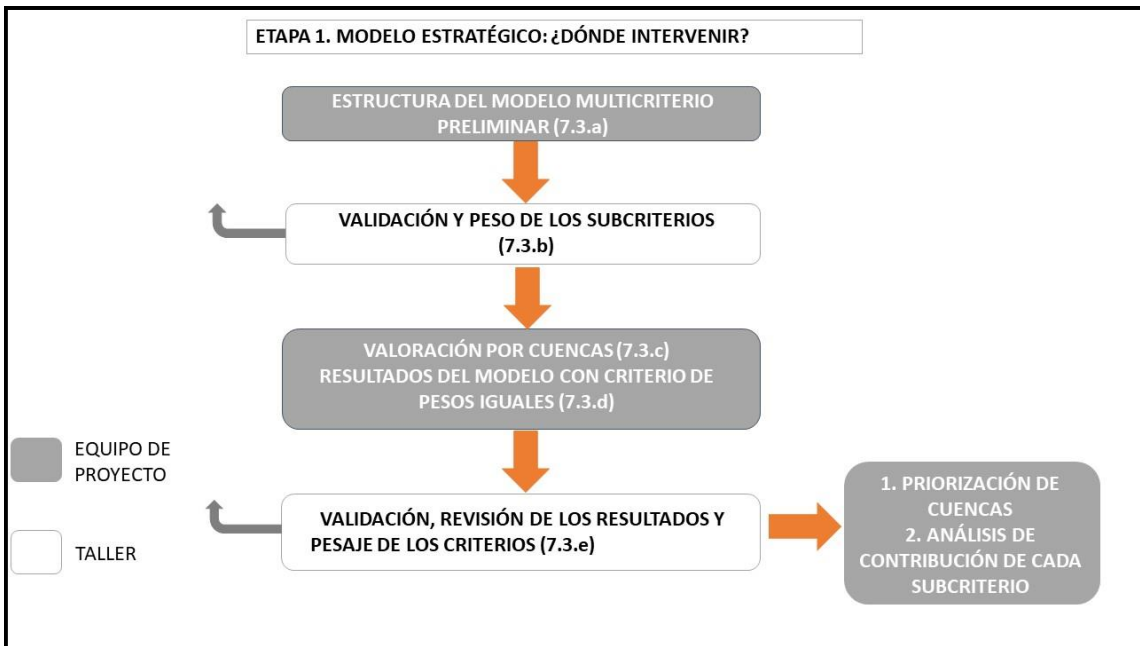


Figura 7.2. Esquema metodológico del desarrollo del modelo multicriterio

7.3.a. Estructura del modelo multicriterio preliminar (árbol de jerarquías)

En una primera instancia el equipo del proyecto preparó un modelo multicriterio preliminar (

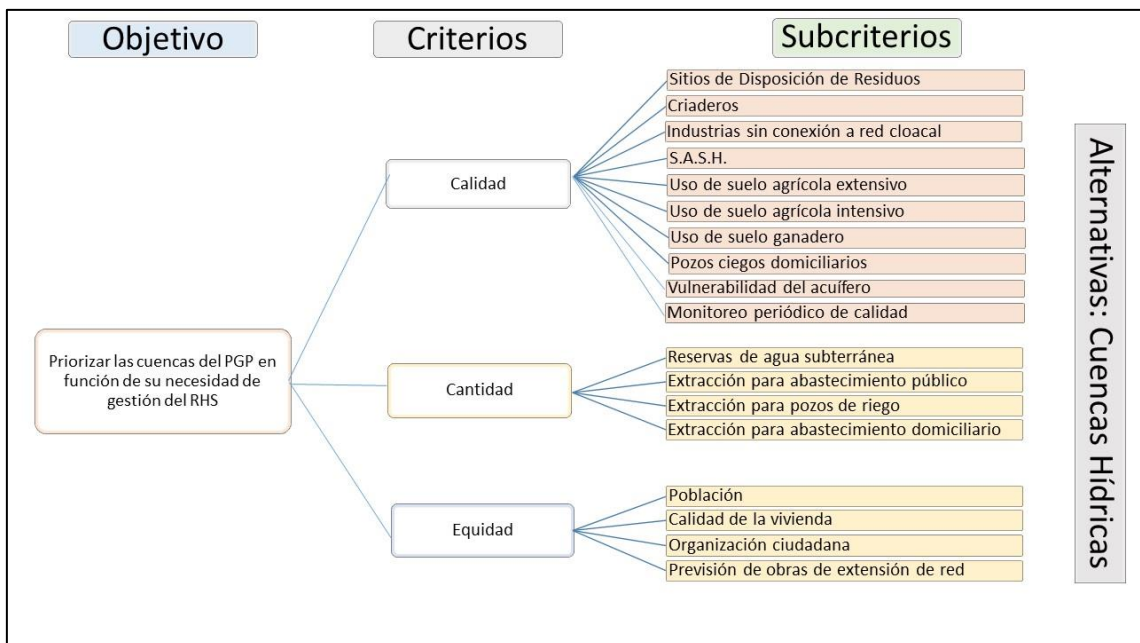


Figura 7.3) definiendo el objetivo, las alternativas, los criterios y los subcriterios, identificando fuentes de datos y modos de valoración para cada criterio y subcriterio (ver ítem 7.3.c); todo este trabajo fue consensado con la delegación local de la ADA.

El objetivo del modelo fue priorizar las cuencas hídricas del PGP en función de las necesidades de gestión del recurso hídrico subterráneo; las alternativas, como ya se mencionó, fueron las 14

cuencas hídricas del PGP. En cuanto a los criterios, se definieron 3, cada uno de ellos con sus respectivos subcriterios:

- **Calidad:** se refiere a la potencialidad de una pérdida de calidad del agua subterránea en función de la combinación del uso del suelo y vulnerabilidad del acuífero. Se explica a partir de los subcriterios: sitios de disposición final de residuos; criaderos; industrias sin conexión cloacal; SASH; uso de suelo agrícola extensivo; uso de suelo agrícola intensivo; uso de suelo ganadero; pozos ciegos domiciliarios; vulnerabilidad del acuífero; monitoreo periódico de calidad.
- **Cantidad:** se refiere a la disponibilidad y uso del agua subterránea (Oferta y Demanda). Está constituido por los subcriterios: reservas de aguas subterránea; extracción para red de abastecimiento público; extracción para pozos de riego; extracción para abastecimiento domiciliario.
- **Equidad:** se refiere a la posibilidad de que la población pueda acceder al agua segura de acuerdo a sus necesidades. Tiene relación también con la capacidad de respuesta de la población ante un posible evento contaminante. Se explica a partir de los subcriterios: población; calidad de la vivienda; organización ciudadana; previsión de obras de extensión de red.

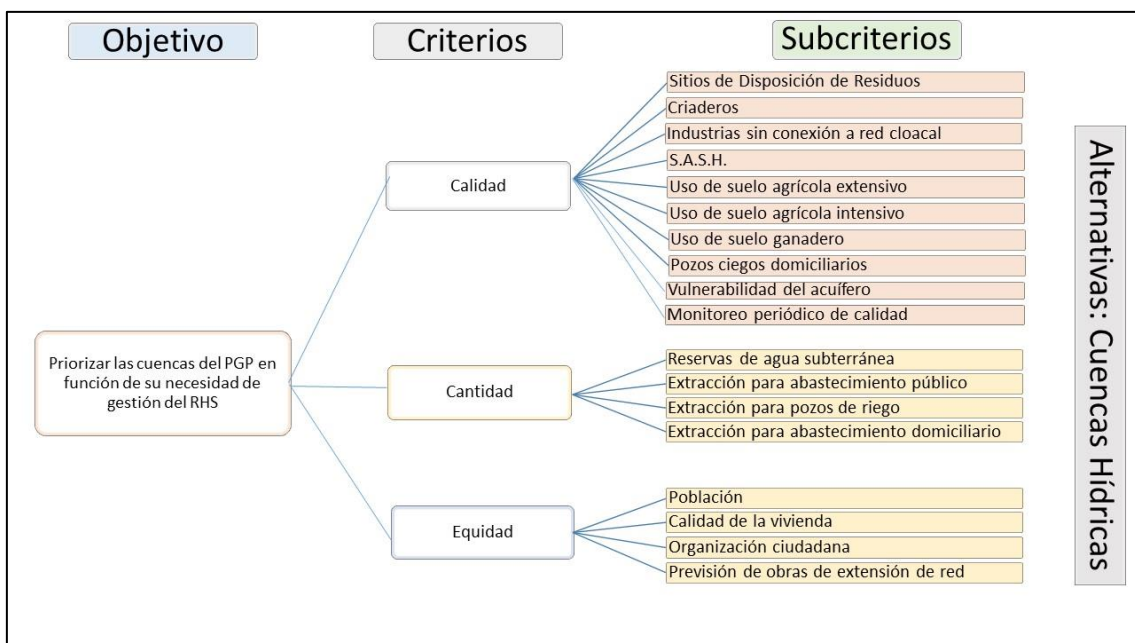


Figura 7.3. Árbol de jerarquías del modelo multicriterio preliminar llevado al primer taller

7.3.b. Validación y peso de los subcriterios

7.3.b.1. Primer Taller: 22 de agosto de 2019

Participaron profesionales pertenecientes a:

- ADA: es la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires, autoridad de aplicación del código de aguas provincial.
- OSSE: Obras Sanitarias Mar del Plata Sociedad de Estado, responsable del servicio de agua corriente, cloacas y desagües pluviales del área urbana.
- INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, delegación Mar del Plata.
- Dirección de Gestión Ambiental: forma parte del Ente de Servicios Urbanos del PGP, cubre varios de los aspectos ambientales del partido, el más relacionado con las fuentes puntuales es la autoridad delegada por OPDS del control de las industrias.
- Investigadores de Universidad Nacional de Mar del Plata (Facultades de Arquitectura, Humanidades y Exactas y Naturales)/ CONICET/ Universidad FASTA (Facultad de Ingeniería).

El perfil disciplinario de los participantes abarca tanto a las ciencias sociales y humanas, como a las naturales y a las ingenierías.

El objetivo de este primer taller (Figura 7.4) fue poner en discusión la estructura del modelo preliminar realizado, particularmente criterios y subcriterios (el objetivo y las alternativas fueron consideradas fijas a pedido de la ADA).



Figura 7.4. Primer taller llevado a cabo en la Universidad FASTA

Las actividades realizadas en el taller fueron:

- Explicación del modelo presentado
- Discusión de la estructura del modelo de decisión preliminar.
- Validación de los criterios y los subcriterios. Los participantes del taller se reunieron en grupos y trabajaron con la estructura del modelo, específicamente revisando los criterios y subcriterios propuestos; luego las modificaciones realizadas por cada grupo se discutieron en una puesta en común.
- Pesaje de los subcriterios por asignación directa de pesos. Para esta actividad se consensuó que los 5 criterios finales tendrían igual peso en el modelo (0.2 cada uno); para el peso de los subcriterios se entregó a cada organización una tabla con el listado de los mismos (ya consensuados durante la primera parte); en ella, cada subcriterio debía ser pesado de 1 a 10, siendo 1 la menor y 10 la mayor importancia (Figura 7.5).

FECHA.

INSTITUCIÓN REPRESENTADA.

Nombres.

Mail de contacto.

Consigna.
Asignar pesos a cada subcriterio de 0 a 10 según su grado de importancia relativa en la explicación del criterio del cual proviene.

OBJETIVO	CRITERIO	SUBCRITERIO	PESO										
			(1: MENOR importancia, 10: MAYOR importancia)										
Priorizar las cuencas hídricas del PGP en función de la necesidad de gestión del recurso hídrico subterráneo.	Usos del suelo con carga contaminante	Sitios de Disposición Final de Residuos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Criaderos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Industrias sin conexión cloacal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Sistemas de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos (SASH)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Agrícola extensivo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Agrícola intensivo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Ganadero	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Pozos ciegos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Cantidad	Reservas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Extracción para red abastecimiento público	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Extracción para riego	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Extracción para abastecimiento domiciliario	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Equidad	Población	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Calidad constructiva de la vivienda	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Salud	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Nivel de educación alcanzado por jefe de hogar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Organización ciudadana	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Calidad	Físico-Químico	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Bacteriológico	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Fitosanitario	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vulnerabilidad del acuífero	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Figura 7.5. Modelo de planilla entregada a los participantes del primer taller

Finalmente, como resultado del taller se obtuvo una estructura de modelo modificada (de la preliminar) y consensuada por todos los participantes (Figura 7.6): los criterios propuestos inicialmente fueron modificados agregando 2 nuevos: “vulnerabilidad del acuífero” (que fue presentado en el modelo preliminar como un subcriterio de “calidad”) y el criterio “uso de suelo con carga contaminante”.

Los subcriterios incluidos dentro del criterio “calidad” pasaron a formar parte del criterio “uso del suelo con carga contaminante”, con excepción del subcriterio “monitoreo periódico de calidad” que fue eliminado y “vulnerabilidad del acuífero” que, como se mencionó anteriormente, adquirió la jerarquía de criterio. Al criterio “calidad” se le asignaron 3 nuevos subcriterios (“físico-químico”, “bacteriológico” y “fitosanitarios”).

Los subcriterios que explican el criterio de “cantidad” se mantuvieron iguales a los propuestos en un principio; por último, de los subcriterios pertenecientes a “equidad” se eliminó el de “previsión de extensión de red” y se agregó el de “nivel educativo del jefe de hogar”. Los pesos finales de los subcriterios; se obtuvieron tomando el promedio de los pesos otorgados por cada una las instituciones (Figura 7.7, Tabla 7.2).

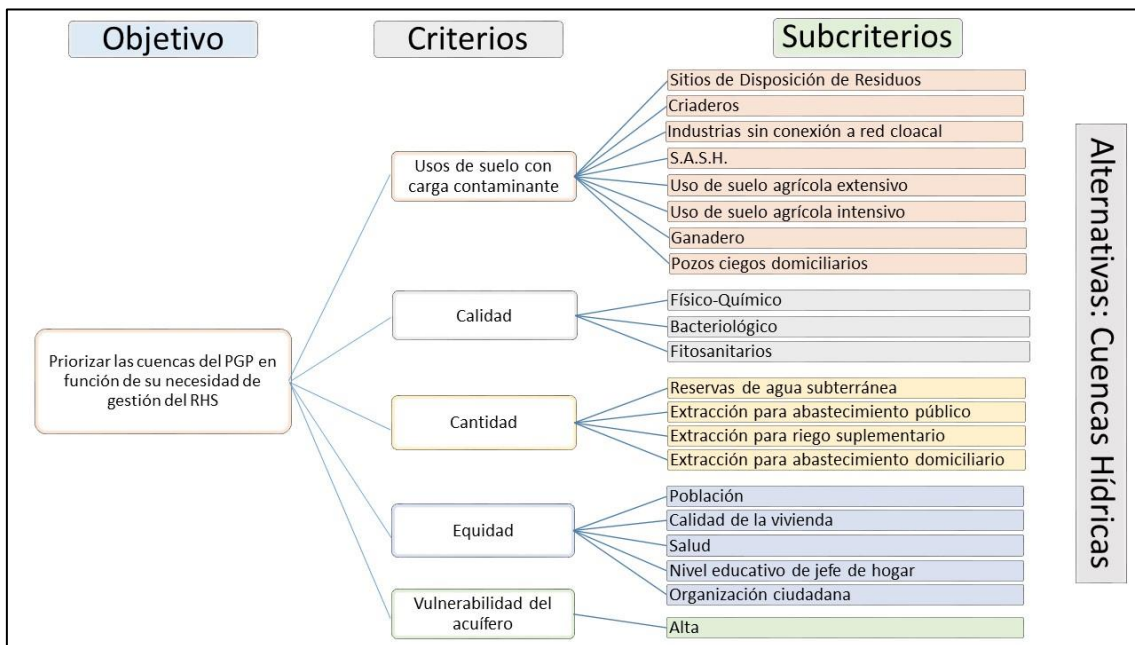


Figura 7.6. Estructura (árbol de jerarquía) del modelo multicriterio consensuada

Subcriterios	ADA	OSSE	INTA	G.A.	UNNDP	FASIO	PC	Subcriterios	ADA	OSSE	INTA	G.A.	UNNDP	FASIO	PC
Sitios Residuos	10	(4)	9	7	10	10	8 ³³	Extracción Pupo	7	5	8	5	8	10	7 ¹⁶
Criaderos	7	8	10	(5)	8	6	7 ³³	Extracción domic	9	1	7	3	10	5	5 ⁸
Industrias	9	10	10	9	7	8	8 ²³	Población	10	4	5	5	9	8	6 ³
SASH	10	7	6	8	8	10	8 ¹⁶	Calidad Const.	8	7	8	7	9	7	7 ⁷
Agrícola extensivo	(4)	(3)	8	(2)	10	7	5 ⁶⁶	Salud	7	10	10	3	9	5	7 ³
Agrícola intensivo	7	8	8	8	10	10	8 ⁵	Nivel Educación	5	10	9	6	8	7	7 ⁵
Ganadero	(3)	(4)	(5)	(3)	10	4	4 ²³	Organización ciudadana	5	8	8	6	8	5	6 ⁷
Pozos ciegos	10	(5)	10	(4)	9	8	7 ⁶⁶	Fco. Qco.	9	8	10	7	6	6	7 ⁷
Reservas	10	10	9	10	9	8	9 ³³	Bacteriológica	10	10	10	9	9	8	9 ³
Extracción pública	5	9	10	8	10	9	8 ⁵	Fitosanitario	7	9	10	10	8	10	9 ⁰

Figura 7.7. Pesos otorgados a los subcriterios por institución participante

Tabla 7.2. Pesos finales promedio para cada subcriterio

Subcriterio	Peso final consensuado
Sitios de Disposición de Residuos	8,33
Criaderos	7,33
Industrias sin conexión cloacal	8,83
Sistemas de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos (SASH)	8,16
Agrícola extensivo	5,66
Agrícola intensivo	8,5
Ganadero	4,83
Pozos ciegos domiciliarios	7,66
Reservas de agua subterránea	9,33
Extracción para abastecimiento público	8,5
Extracción para riego suplementario	7,16
Extracción para abastecimiento domiciliario	5,8
Población	6,8

Calidad de la vivienda	7,7
Salud	7,3
Nivel educativo del Jefe de Hogar	7,5
Organización ciudadana	6,7
fisicoquímico	7,7
bacteriológico	9,3
Fitosanitario	9

7.3.c. Valoración por cuencas (árbol de valores)

7.3.c.1. Definición de nuevos criterios y subcriterios

A partir del modelo multicriterio consensuado en el primer taller se trabajó, en primer lugar, en la definición de los dos nuevos criterios:

- Uso del suelo con carga contaminante: se refiere a las actividades que se desarrollan en el PGP y que poseen una carga contaminante potencial que puede afectar las aguas subterráneas.
- Vulnerabilidad del acuífero: representa la sensibilidad intrínseca del acuífero para ser adversamente afectado por una carga contaminante impuesta. Se evalúa por la metodología DRASTIC (Aller et al., 1987).

Luego se trabajó en la definición de los 19 subcriterios propuestos (Tabla 7.3). El equipo técnico (Facultad de Ingeniería, UFASTA) y la Autoridad del Agua iniciaron una discusión acerca de algunos aspectos:

- El primero de ellos fue el uso del término “fitosanitarios”, este término había sido propuesto en el taller por profesionales que se desempeñan en INTA; no obstante, una parte de la población de la ciudad más afín a posturas ambientalistas los denomina agrotóxicos. Pensando en que estos resultados tengan validez para ambas partes se decidió utilizar el término agroquímico que es algo más neutral.
- El segundo punto bajo discusión fue acerca de los subcriterios de calidad; se llegó a la conclusión de que no se podría disponer con una cantidad de datos por cuenca lo suficientemente confiable para trabajar en el modelo con concentraciones reales; por ello se decidió denominarlos utilizando el término “potencial pérdida”; de esta manera

se expresaron como: potencial pérdida de calidad físico-química, potencial pérdida de calidad bacteriológica y potencial pérdida de calidad por agroquímicos, generando la información como se indica en la Tabla 7.3 y el apartado 7.3.c.2.

- Por último, se discutió sobre la efectividad de la separación de los subcriterios de uso de suelo agrícola intensivo, agrícola extensivo y ganadero; en las áreas con uso del suelo agrícola del PGP se diferencian claramente aquellas de agricultura intensiva, pero las áreas con agricultura extensiva y ganadería están a menudo superpuestas, existiendo en una parte importante uso mixto, por eso se decidió reducir a dos subcriterios: agrícola intensivo y agrícola extensivo/ganadero.

Tabla 7.3. Descripción y fuente de los subcriterios

Criterio	Subcriterio	Descripción	Fuente
Uso de suelo con carga contaminante	Sitios de Disposición de Residuos	Comprende basurales a cielo abierto, rellenos sanitarios y cavas ladrilleras en desuso que pueden ocuparse irregularmente con residuos. Se considera por la posibilidad de existir infiltración de lixiviados generados por la descomposición de los mismos.	Inventario de fuentes puntuales de contaminación potencial del agua subterránea (esta tesis, Capítulo 4)
	Criaderos	Comprende establecimiento de cría intensiva de aves, porcinos, y otros. Se considera esta fuente debido a la falta de impermeabilización de sus suelos (lo cual favorece la infiltración) y la gran cantidad de residuos orgánicos que generan por superficie.	Inventario de fuentes puntuales de contaminación potencial del agua subterránea (esta tesis, Capítulo 4)
	Industrias sin conexión cloacal	Comprende establecimientos de distintas complejidades en función del rubro productivo. Se consideran por los efluentes industriales que pueden generar, que, al no estar conectadas a cloacas, disponen los mismos en lagunas de efluentes o pozos ciegos.	Inventario de fuentes puntuales de contaminación potencial del agua subterránea (esta tesis, Capítulo 4)
	Sistemas de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos (SASH)	Comprende principalmente tanques enterrados de estaciones de servicios. Se consideran por el tipo de sustancia química que almacenan (Y9) debajo de la superficie.	Inventario de fuentes puntuales de contaminación potencial del agua subterránea (esta tesis, Capítulo 4)
	Agrícola extensivo/ganadero	Comprende las áreas rurales con rotación de cultivos, con o sin riego y utilización de agroquímicos de manera difusa y uso ganadero alternado.	Elaboración propia a partir de Zulaica et al. (2012)

	Agrícola intensivo	Comprende la producción intensiva de frutas y hortalizas, tanto bajo cubierta como a campo, habitualmente bajo riego y con uso de agroquímicos.	Elaboración propia a partir de Zulaica et al. (2012) y Viglianchino (2017)
	Pozos ciegos domiciliarios	Comprende los puntos de saneamiento in situ de las viviendas sin conexión cloacal. Se consideran debido a que los desechos cloacales pueden infiltrarse en el suelo y alcanzar al agua subterránea.	Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)
Cantidad	Reservas de agua subterránea	Hace referencia a si se conocen o existe un cálculo de las reservas globales en cada cuenca. $RGD = R - (EAP + ERS + OE)$ RGD: reservas globales disponibles en hm ³ /año R: recarga Global anual en hm ³ /año EAP: Extracción de agua para el suministro de agua potable (OSSE) en hm ³ /año ERS: Extracción para riego suplementario en hm ³ /año OE = Otras extracciones en hm ³ /año Se considera por ser la base de disponibilidad (oferta) de agua.	Informe Plan Director OSSE (2006)
	Extracción para abastecimiento público	Comprende la existencia de pozos de abastecimiento para la red pública de agua. Se considera por ser una componente importante de la demanda.	Informe Plan Director OSSE (2006)
	Extracción para riego suplementario	Comprende la existencia de pozos de riego. Se considera por ser una componente importante de la demanda.	Informe Plan Director OSSE (2006)

	Extracción para abastecimiento domiciliario	Comprende la existencia de pozos en hogares sin acceso a la red pública de agua. Se considera por ser una componente importante de la demanda.	Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)
Equidad	Población	Se considera la cantidad de población expuesta a la posible contaminación.	Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)
	Calidad de la vivienda	Se refiere indirectamente al nivel socioeconómico de los habitantes y por ello da una aproximación a cuan susceptible es la población.	Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)
	Salud	Se refiere a la existencia de centros de atención primaria de salud. Se consideran por brindar información acerca de la prevención de las enfermedades relacionadas con el agua	Información reportada en la página web del Municipio
	Nivel educativo del Jefe de Hogar	Se refiere a los Jefes de Hogar que no han completado la primaria o EGB	Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)
	Organización ciudadana	Se refiere a la existencia de sociedades de fomento y escuelas que permitan a los ciudadanos organizarse y por ellos ser menos vulnerables.	Información reportada en la página web del Municipio y el Atlas Socioeconómico de Mar del Plata (2010)
Calidad	Potencial pérdida de calidad bacteriológica	Representa la potencialidad de pérdida de calidad del agua subterránea por contaminación microbiológica a partir de los pozos ciegos.	Elaboración propia a partir del subcriterio pozos ciegos domiciliarios y el criterio vulnerabilidad del acuífero
	Potencial pérdida de calidad por agroquímicos	Representa la potencialidad de pérdida de calidad por contaminación por agroquímicos.	Elaboración propia a partir de los subcriterios agrícola extensivo /ganadero, agrícola intensivo y el criterio vulnerabilidad del acuífero

	Potencial pérdida de calidad fisicoquímica	Representa la potencialidad de pérdida de calidad fisicoquímica del agua subterránea.	Elaboración propia a partir de los subcriterios potencial pérdida de calidad bacteriológica y potencial pérdida de calidad por agroquímicos
Vulnerabilidad del acuífero	Alta	Representa la sensibilidad del acuífero para ser adversamente afectado por una carga contaminante impuesta. Se evalúa por la metodología DRASTIC.	Elaboración Propia a partir de la metodología DRASTIC (Aller et al., 1987). D: obtenido a partir del mapa isofreático Figura 3.2; R: considerada en el rango 100 -180 mm/año; A: se consideró un valor único correspondiente a limos arenosos; S: se consideró un valor único correspondiente a suelo orgánico; T: se realizó en base al Modelo Digital de Elevación (Figura 3.10); I: se consideraron 3 categorías obtenidas a partir de Bocanegra (2011); C: se consideraron 4 valores a partir de Bocanegra (2011).

7.3.c.2. Espacialización de subcriterios

En esta etapa se prepararon los mapas de cada subcriterio para luego ser cargados en CDP. Para ello se utilizó el software QGIS 3.4 (QGIS Development Team, 2018); cada subcriterio fue desarrollado en una capa de información geográfica según su tipo de representación y geometría, y fue espacializado a partir de dos grandes grupos: aquellos que se representan en función de cantidad y aquellos que se representan en función de porcentaje de área por cuenca (Tabla 7.4). Para ambos se han realizado tres maneras de espacialización que denominamos: directa, derivada e inferida.

Tabla 7.4. Modo de espacialización, tipo de representación y geometría de los subcriterios

Criterio	Subcriterio	Modo de Espacialización	Tipo de Representación y Geometría
Uso de suelo con carga contaminante	Sitios de Disposición de Residuos	Cantidad por cuenca.	Vectorial. Puntual. PGP
	Criaderos	Cantidad por cuenca.	Vectorial. Puntual. PGP
	Industrias sin conexión cloacal	Cantidad por cuenca.	Vectorial. Puntual. PGP
	SASH	Cantidad por cuenca.	Vectorial. Puntual. PGP
	Agrícola extensivo/ganadero	% de área por cuenca.	Vectorial. Polígono. PGP
	Agrícola intensivo	% de área por cuenca.	Vectorial. Polígono. PGP
	Pozos ciegos domiciliarios	Cantidad por cuenca.	Vectorial. Polígono. Radio Censal
Cantidad	Reservas de agua subterránea	Volumen por cuenca.	Vectorial. Polígono. Cuencas Hídricas
	Extracción para abastecimiento público	Volumen por cuenca.	Vectorial. Polígono. PGP
	Extracción para riego Suplementario	Volumen por cuenca.	Vectorial. Polígono. Cuencas Hídricas
	Extracción para abastecimiento domiciliario	Cantidad de hogares sin acceso a la red por cuenca.	Vectorial. Polígono. Radio Censal
Equidad	Población	Cantidad por cuenca.	Vectorial. Polígono. Radio Censal
	Calidad de la vivienda	Cantidad por cuenca de viviendas con calidad constructiva insuficiente.	Vectorial. Polígono. Radio Censal
	Salud	Cantidad por cuenca.	Vectorial. Puntual. PGP

	Nivel educativo del Jefe de Hogar	Cantidad de Jefes de Hogar con primaria incompleta por cuenca.	Vectorial. Polígono. Radio Censal
	Organización ciudadana	Cantidad por cuenca.	Escuelas: Vectorial. Puntual. PGP. Sociedades de Fomento: Vectorial. Polígono. PGP
Calidad	Potencial pérdida de calidad fisicoquímica	% de área con alta potencialidad de pérdida de calidad fisicoquímica.	Raster. PGP
	Potencial pérdida de calidad bacteriológica	% de área con alta potencialidad de pérdida de calidad bacteriológica.	Raster. PGP
	Potencial pérdida de calidad por agroquímicos	% de área con alta potencialidad de pérdida de calidad por agroquímicos.	Raster. PGP
Vulnerabilidad del acuífero	Alta	% de área con vulnerabilidad alta.	Raster. PGP

Subcriterios sometidos a espacialización directa

Aquellos subcriterios cuya espacialización se hizo de manera directa partir de información obtenida fueron: sitios de disposición de residuos (Figura 7.8), industrias sin conexión cloacal (Figura 7.8), criaderos (Figura 7.8), cementerios (Figura 7.8), SASH (Figura 7.8), reservas de agua subterránea (Figura 7.9), extracción para abastecimiento público (Figura 7.10), extracción para riego suplementario (Figura 7.10), agrícola intensivo (Figura 7.11), agrícola extensivo/ganadero (Figura 7.11), salud (Figura 7.12) y vulnerabilidad del acuífero (Figura 7.13).

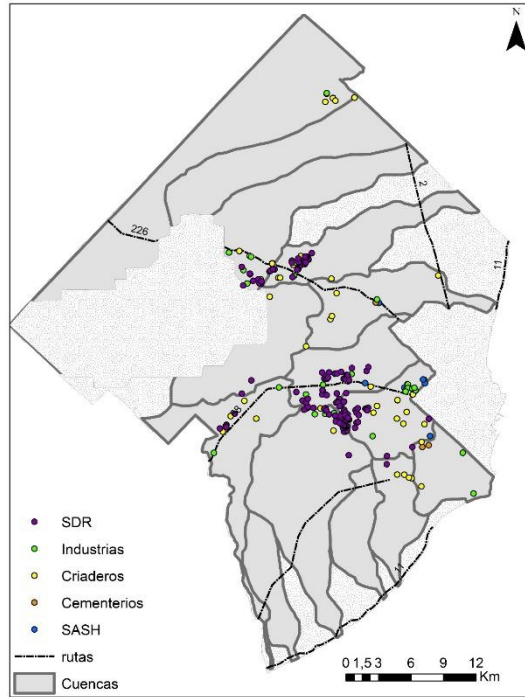


Figura 7.8. Fuentes puntuales con potencial carga contaminante.

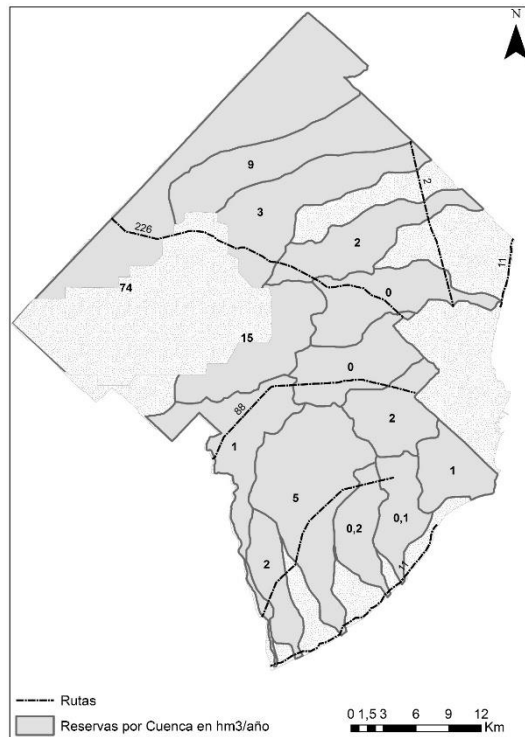


Figura 7.9. Reservas de agua subterránea por cuenca

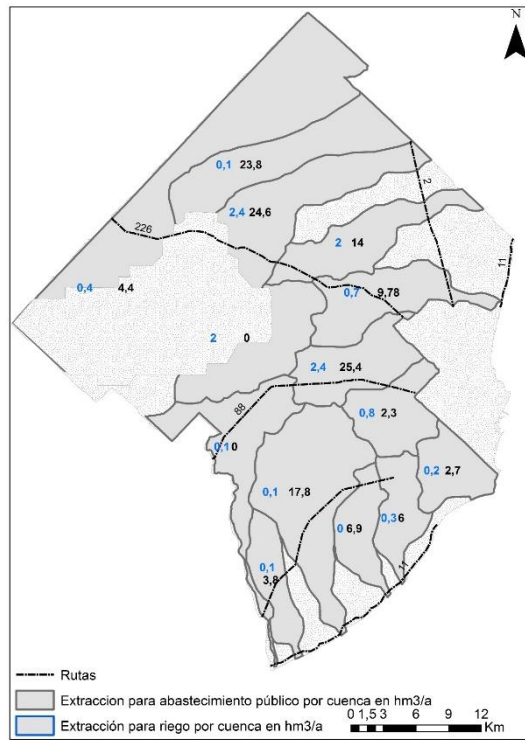


Figura 7.10. Extracción para abastecimiento público y para riego suplementario por cuenca

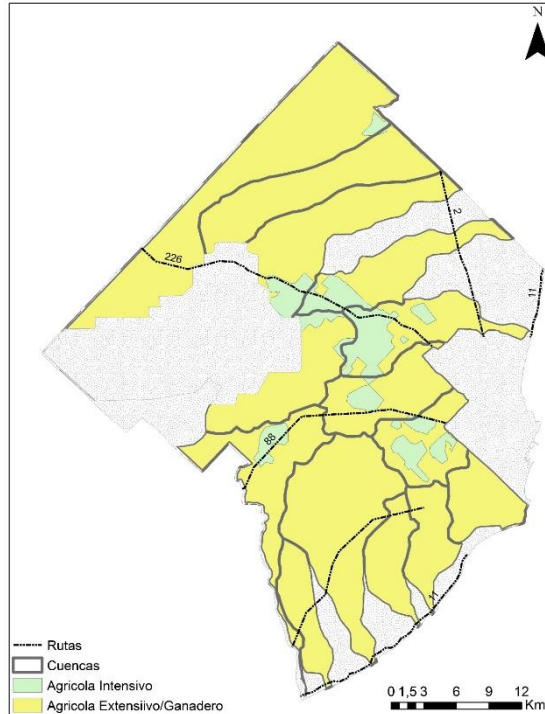


Figura 7.11. Usos de suelo agrícola intensivo, extensivo/ganadero

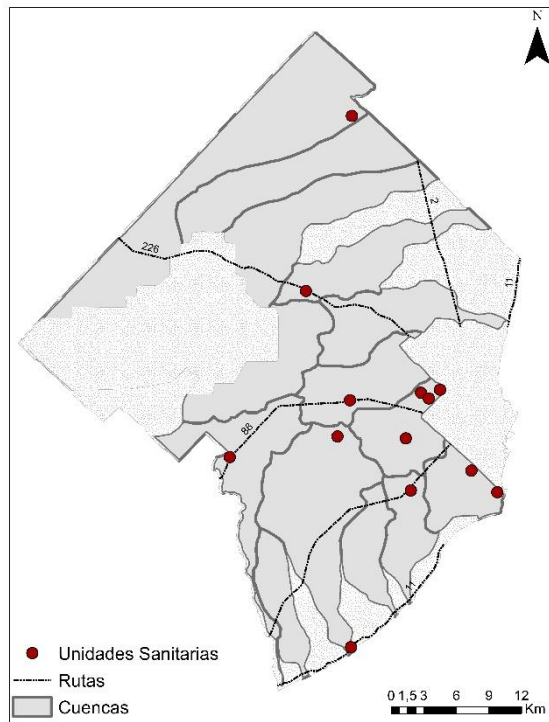


Figura 7.12. Unidades Sanitarias en el PGP.

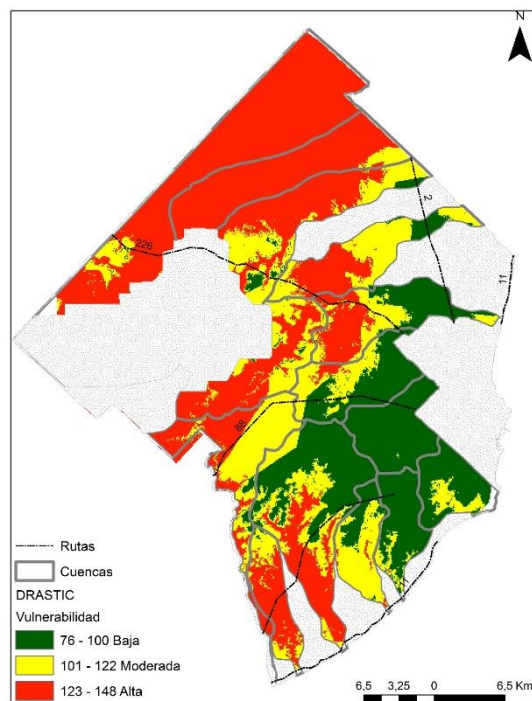


Figura 7.13. Vulnerabilidad del acuífero

Subcriterios sometidos a espacialización derivada

Son aquellos subcriterios que surgieron de la combinación de dos variables espaciales; corresponde a los 3 subcriterios de calidad y a uno de equidad: potencial pérdida de calidad físico-química (Figura 7.14, derivado de la combinación de bacteriológico y de agroquímicos), potencial pérdida de calidad por agroquímicos (Figura 7.15, derivado de vulnerabilidad del acuífero y de agrícola intensivo-extensivo), potencial pérdida de calidad bacteriológica (Figura 7.16, derivado de vulnerabilidad del acuífero y pozos ciegos domiciliarios), organización ciudadana (Figura 7.17, derivado de escuelas y sociedades de fomento).

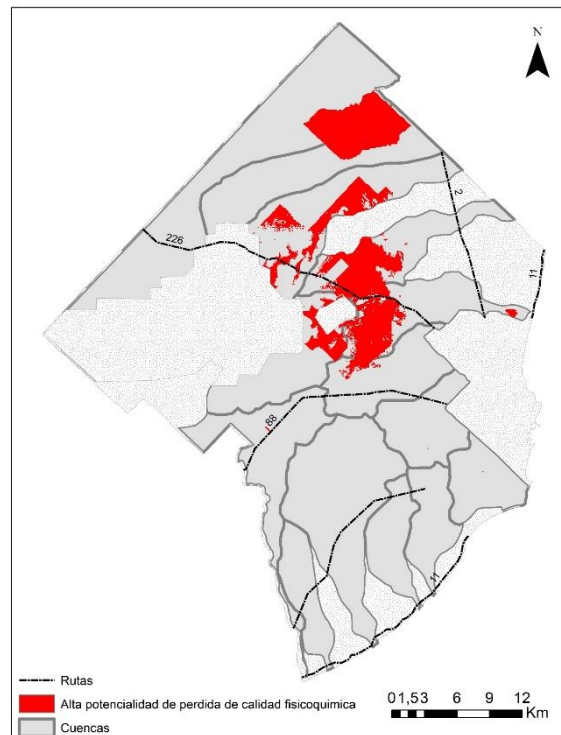


Figura 7.14. Alta potencialidad de pérdida de calidad físico-química

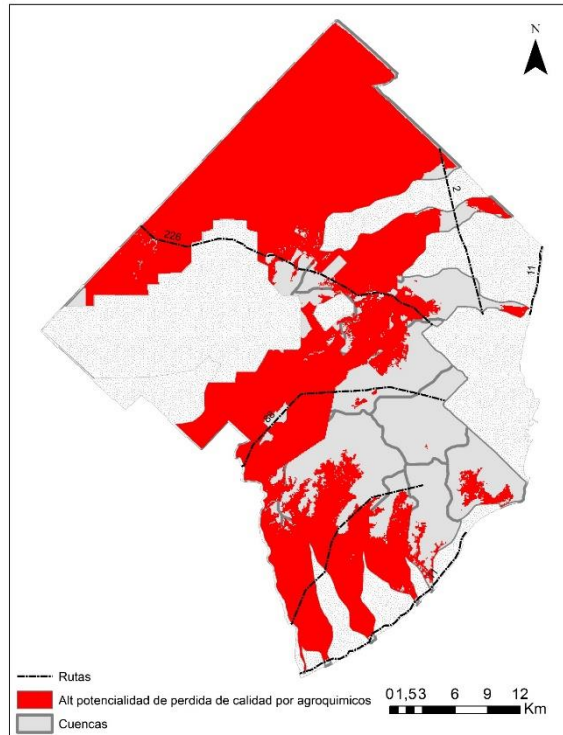


Figura 7.15. Alta potencialidad de pérdida por agroquímicos

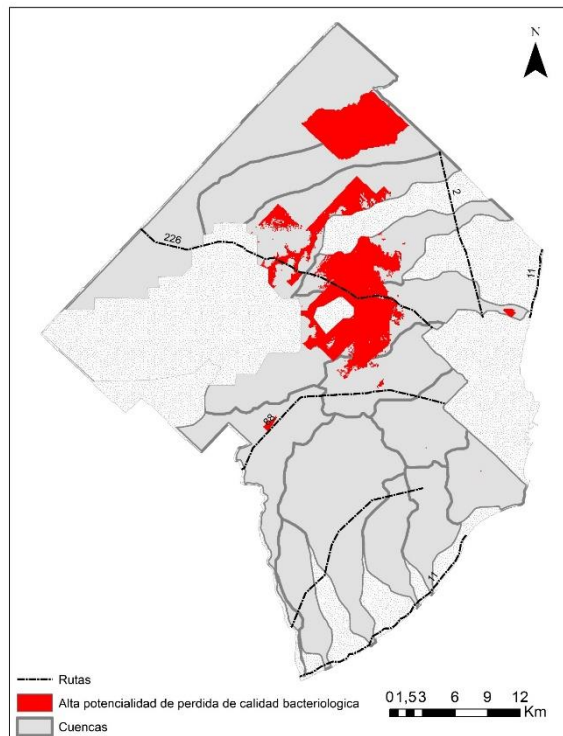


Figura 7.16. Alta potencialidad de pérdida de calidad bacteriológica

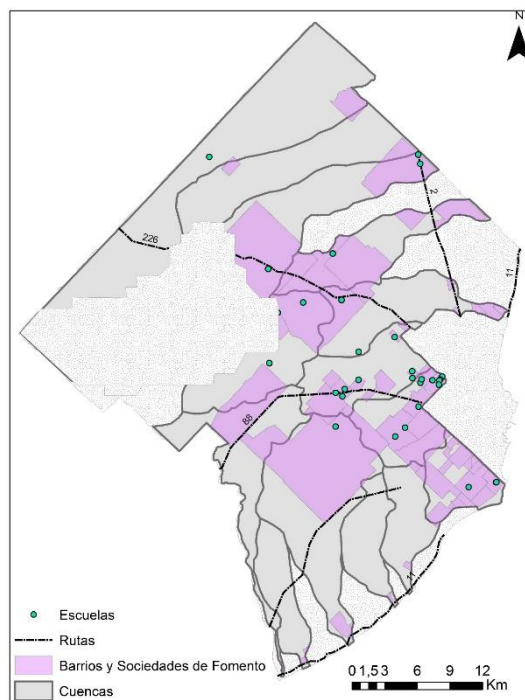


Figura 7.17. Escuelas, Barrios que cuentan con Sociedades de Fomento en el PGP.

Subcriterios sometidos a espacialización inferida

Son aquellos subcriterios cuya fuente de datos es el Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda del año 2010 (INDEC, 2010), ya que los límites de los radios censales y los límites de cuenca no coinciden espacialmente (Figura 7.18).

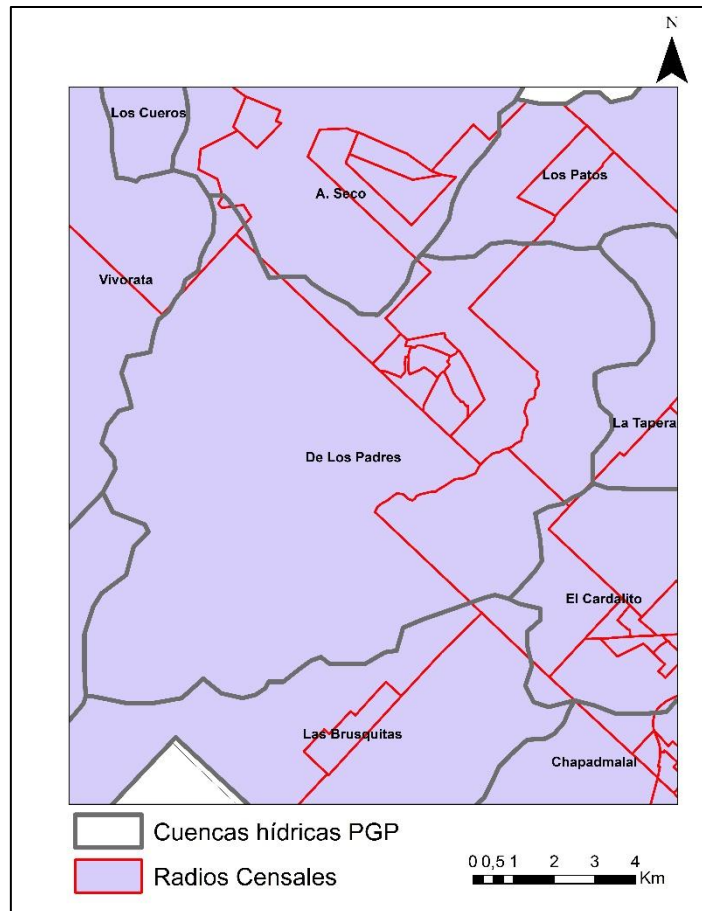


Figura 7.18. Diferencias entre los límites de las cuencas y los radios censales. Ejemplo Cuenca de Los Padres.

Para resolver este problema se recurrió al siguiente método: se superpuso el mapa de cuencas con el mapa de los radios censales para cada subcriterio, el rango de datos de cada uno de ellos se reclasificó en 3 categorías (alto, moderado y bajo) por el método de Natural Breaks (Jenks, 1977). Por último, se asignó a la cuenca la peor categoría presente en ella independientemente de cual fuera la superficie ocupada (Figura 7.19). De esta manera, el resultado es más restrictivo (porque siempre apuntará a la peor situación posible) pero se gana en seguridad.

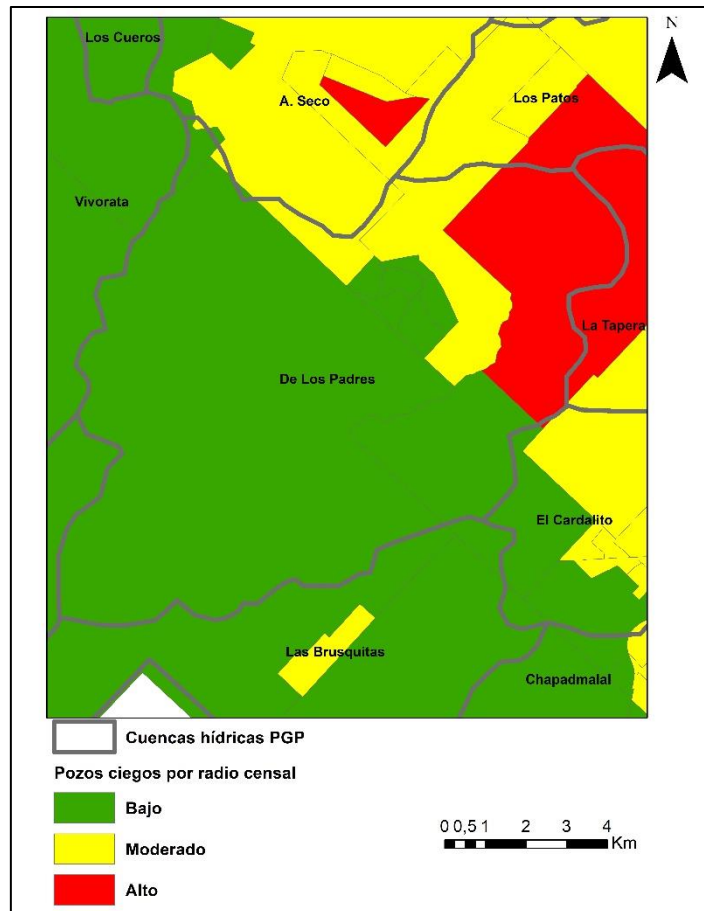


Figura 7.19. Espacialización inferida. Ejemplo: Pozos ciegos domiciliarios en cuenca de Los Padres, a la que se asignó categoría alta.

Los subcriterios que responden a esta espacialización son: pozos ciegos domiciliarios (Figura 7.20), extracción para abastecimiento domiciliario (Figura 7.21), población (Figura 7.22), calidad de la vivienda (Figura 7.23), y nivel educativo del jefe de hogar (Figura 7.24).

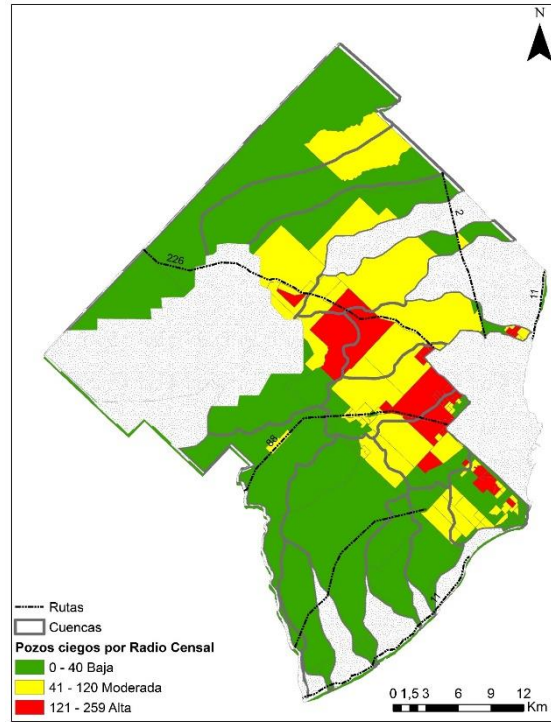


Figura 7.20. Pozos ciegos domiciliarios por radio censal.

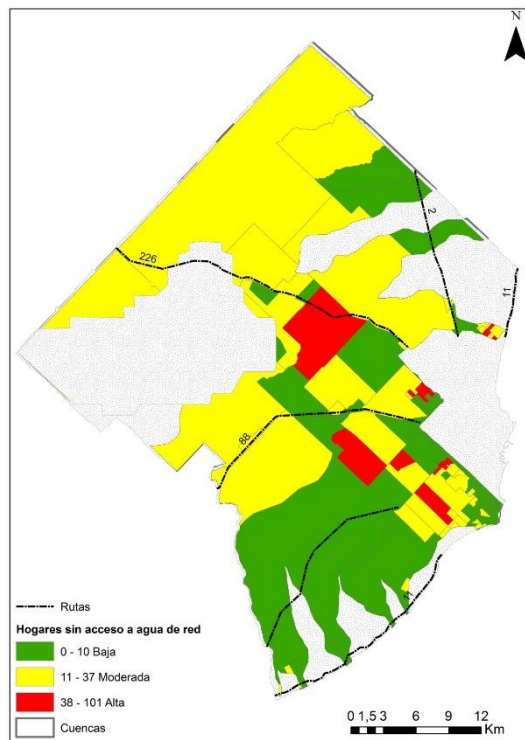


Figura 7.21. Extracción para abastecimiento domiciliario.

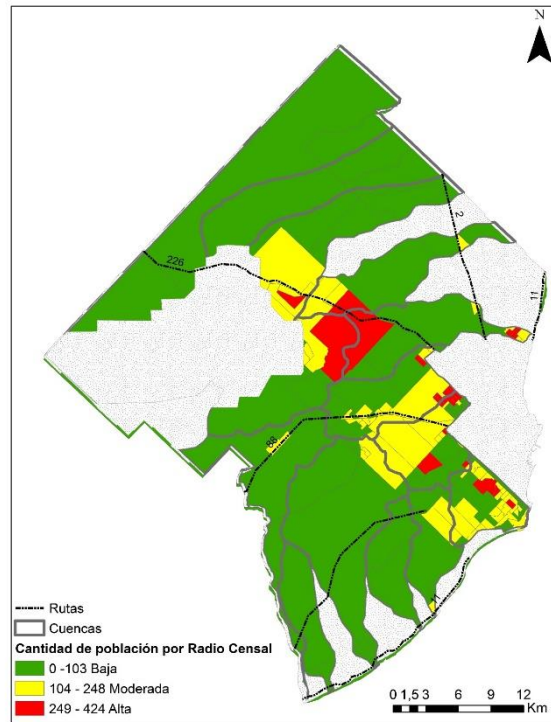


Figura 7.22. Cantidad de población por radio

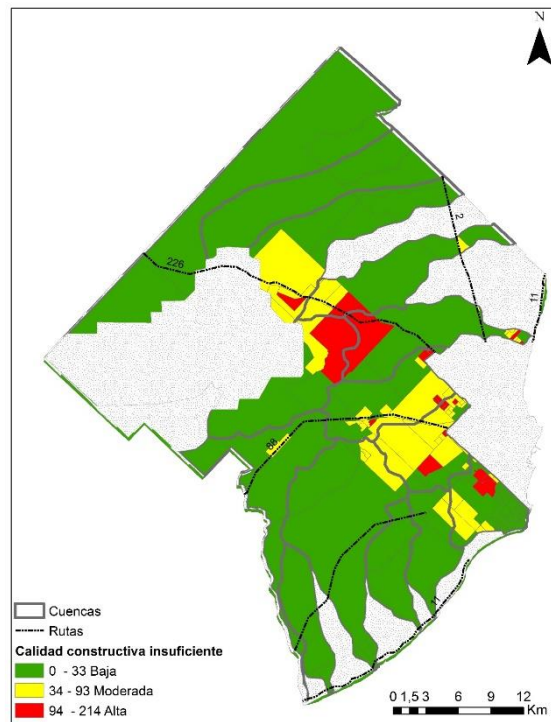


Figura 7.23. Calidad de la vivienda.

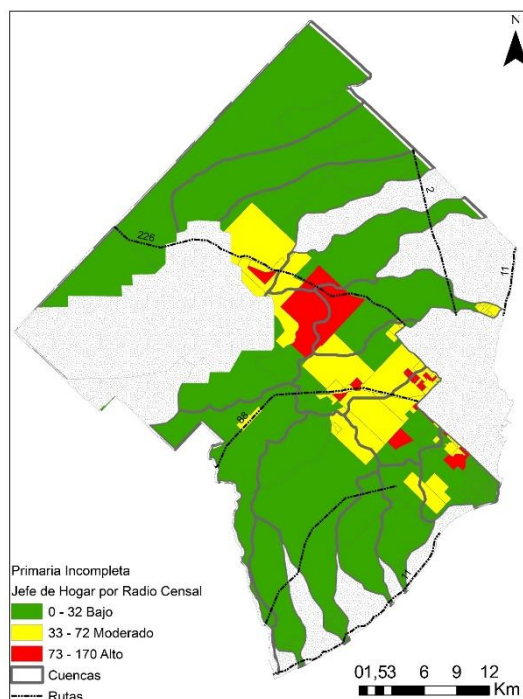


Figura 7.24. Jefe de hogar con educación primaria incompleta por radio censal.

7.3.c.3. Valoración e ingreso a CDP

Luego de espacializar y definir el modo de valoración de cada subcriterio (Tabla 7.5), los valores obtenidos fueron ingresados a CDP como variables de costo o de beneficio.

Tabla 7.5. Subcriterios y modo de valoración

Criterio	Subcriterio	Modo de valoración (c=costo, b=beneficio)
Uso de suelo con carga contaminante	Sitios de Disposición de Residuos	Cuanto mayor es la cantidad peor es la situación(c)
	Criaderos	Cuanto mayor es la cantidad peor es la situación(c)
	Industrias sin conexión cloacal	Cuanto mayor es la cantidad peor es la situación(c)
	SASH	Cuanto mayor es la cantidad peor es la situación(c)
	Agrícola extensivo/ganadero	Cuanto mayor es la cantidad peor es la situación(c)
	Agrícola intensivo	Cuanto mayor es la cantidad peor es la situación(c)
	Pozos ciegos domiciliarios	Cuanto mayor es la cantidad peor es la situación(c)
	Reservas de agua subterránea	Cuanto mayor volumen de reservas disponibles mejor es la situación (b)

Cantidad	Extracción para abastecimiento público	Cuanto mayor volumen de extracción peor es la situación (c)
	Extracción para riego Suplementario	Cuanto mayor volumen de extracción peor es la situación (c)
	Extracción para abastecimiento domiciliario	Cuanto mayor cantidad peor es la situación(c)
Equidad	Población	Cuanto mayor es la cantidad peor es la situación(c)
	Calidad de la vivienda	Cuanto mayor es la cantidad peor es la situación(c)
	Salud	Cuanto mayor es la cantidad mejor es la situación (b)
	Nivel educativo del Jefe de Hogar	Cuanto mayor es la cantidad peor es la situación(c)
	Organización ciudadana	Cuanto mayor es la cantidad mejor es la situación (b)
Calidad	Potencial pérdida de calidad fisicoquímica	Cuanto mayor es el área peor es la situación(c)
	Potencial pérdida de calidad bacteriológica	Cuanto mayor es el área peor es la situación(c)
	Potencial pérdida de calidad por agroquímicos	Cuanto mayor es el área peor es la situación(c)
Vulnerabilidad del acuífero	Alta	Cuanto mayor es el área peor es la situación(c)

Para ingresar los subcriterios obtenidos del censo 2010 se asignó en el software un rango de valores de 1 a 3 (1 para el mejor caso, 2 para el moderado y 3 para el peor caso). CDP asigna a cada valor numérico una etiqueta: trivial (trivial), sin importancia (unimportant), importante (important), muy importante (very important) y crítico (critical). En la Figura 7.25 se muestra, a modo de ejemplo, el subcriterio “Pozos ciegos domiciliarios”.

Alternative	Rating
1. Vivorata	2 Important
2. Los Cueros	2 Important
3. Arroyo Seco	3 Critical
4. Los Patos	3 Critical
5. De los Padres	3

Figura 7.25. Valoración e ingreso en CDP de pozos ciegos domiciliarios por cuenca

En el caso de los subcriterios cuyo modo de valoración es de cantidad por cuenca como variable de costo: Sitios de Disposición de Residuos, Criaderos, Industrias, SASH, extracción para abastecimiento público, extracción para riego suplementario, se asignó en CDP un rango de valores donde 0 siempre corresponde al mejor caso y el máximo número encontrado para ese subcriterio en cada cuenca corresponde al peor caso. En la Figura 7.26 se muestra, a modo de ejemplo, el subcriterio “Industrias sin conexión a red cloacal” (máximo encontrado 8 industrias en la cuenca Las Chacras).

Alternative	Rating
5. De los Padres	0 Trivial
6. La Tapera	1 Unimportant
7. El Cardalito	5 Very Important
8. Las Chacras	8 Critical
9. Corrientes	2

Figura 7.26. Valoración e ingreso en CDP de Industrias sin conexión a red cloacal por cuenca

En el caso de los subcriterios cuyo modo de valoración también es de cantidad por cuenca, pero como variable de beneficio: reservas de agua subterránea, salud y organización ciudadana, el

rango de valores fue ingresado fue: 0 para el peor caso, y el máximo valor encontrado de estos subcriterios en cada cuenca fue asignado como el mejor caso. En la Figura 7.27 se muestra, a modo de ejemplo, el subcriterio “Organización ciudadana” (máximo encontrado 21 para la cuenca Las Chacras).

Alternative	Rating
1. Vivorata	4 Very Important
2. Los Cueros	3 Critical
3. Arroyo Seco	5 Very Important
4. Los Patos	6 Very Important
5. De los Padres	7

Figura 7.27. Valoración e ingreso en CDP de Organización ciudadana por cuenca

Por último, para los subcriterios valorados como porcentaje de área por cuenca, que se expresan como variables de costo, se asigna un rango de valores entre 0 y 100, siendo 0 el mejor caso y 100 el peor. En la Figura 7.28 se muestra, a modo de ejemplo, el subcriterio “Potencial pérdida de calidad por agroquímicos” (peor caso corresponde a la cuenca San Eduardo con un 97,72% del área con alta potencialidad de pérdida de calidad por agroquímicos).

Alternative	Rating
1. Vivorata	56,3 Important
2. Los Cueros	87,92 Critical
3. Arroyo Seco	70,95 Very Important
4. Los Patos	76,71 Very Important
5. De los Padres	43,29

Figura 7.28. Valoración e ingreso en CDP de Potencial pérdida de calidad por agroquímicos

7.3.d. Resultados del modelo con criterios de igual peso

Una vez valorado cada uno de los subcriterios con la información disponible, se corrió el modelo en el software CDP; los resultados son presentados en el software como puntajes de decisión (decision scores) para cada alternativa; cuanto mayor es el valor del puntaje de decisión, mayor es la prioridad de esa alternativa. A partir de este puntaje (Figura 7.29) se obtuvo el mapa resultado de la priorización de las cuencas (Figura 7.30) donde pueden observarse 6 cuencas de mayor prioridad en bordo, 5 de prioridad intermedia en amarillo claro y 3 de menor prioridad en azul. Esta clasificación se realizó aplicando el método de Natural Breaks a los resultados del puntaje de decisión. El mapa obtenido fue utilizado como insumo del segundo Taller.

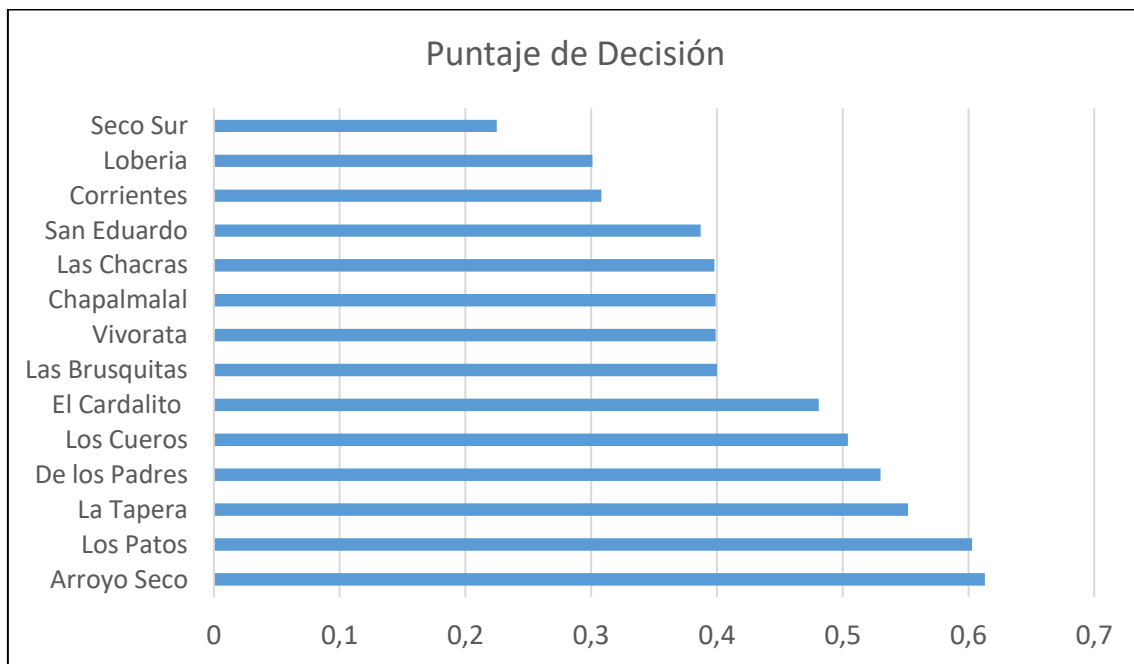


Figura 7.29. Puntaje de decisión del modelo con criterios de pesos iguales

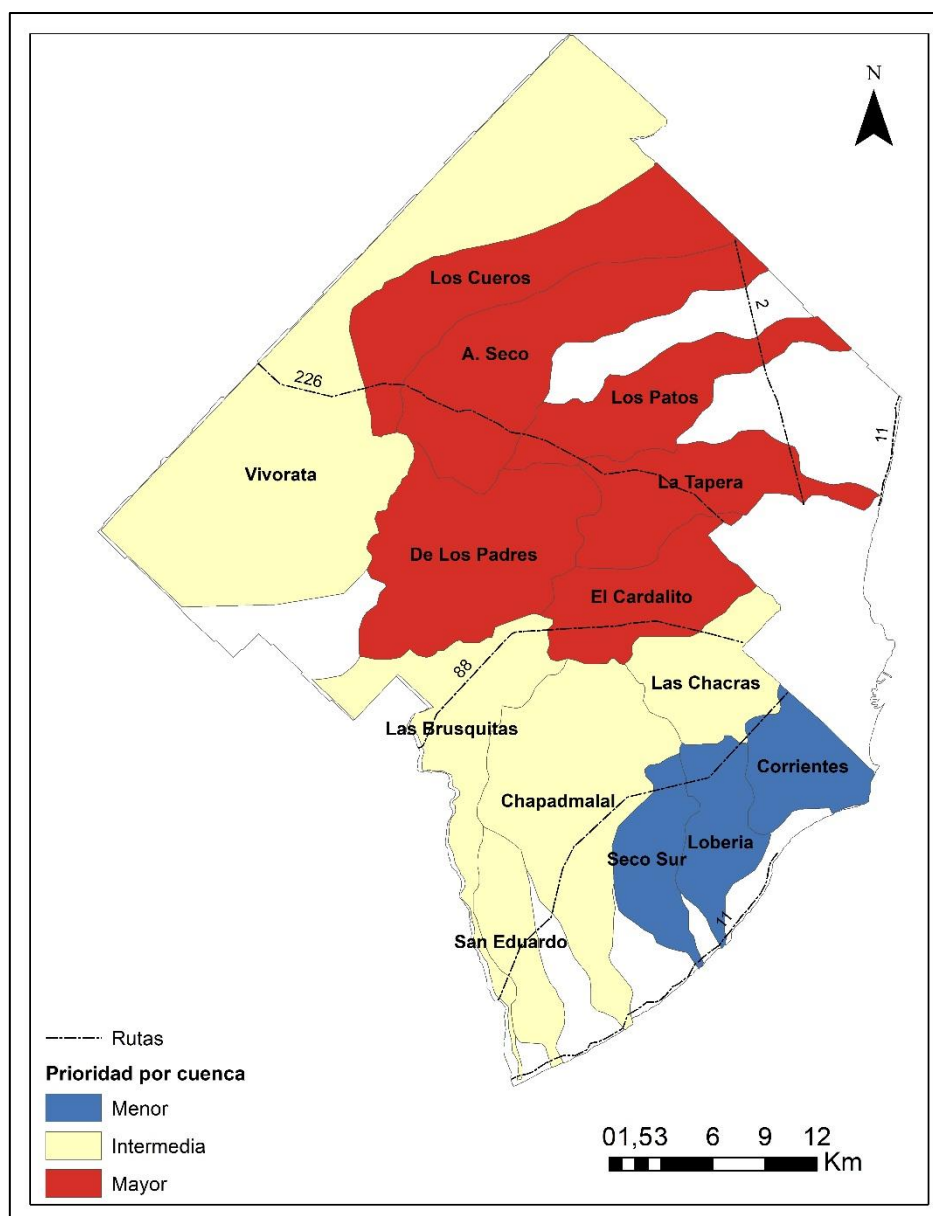


Figura 7.30. Mapa de prioridades por cuencas hídricas utilizando pesos iguales en los criterios

7.3.e. Validación de los resultados del modelo y ponderación de los criterios

7.3.e.1. Segundo Taller: 20 de noviembre de 2019

Participaron del mismo profesionales pertenecientes a: ADA - OSSE - INTA - Dirección de Gestión Ambiental (Municipio PGP) - Investigadores de Universidad Nacional de Mar del Plata/CONICET/ Universidad FASTA (Figura 7.31). El perfil disciplinario de los participantes abarca tanto a las ciencias sociales y humanas, como a las naturales y a las ingenierías.

El objetivo del segundo taller fue discutir el mapa resultado del modelo y ponderar los criterios para obtener un nuevo resultado, esta vez con ponderación diferenciada.



Figura 7.31. Segundo taller llevado a cabo en la Universidad FASTA

En este taller se realizó la revisión de los resultados del taller anterior (con la correspondiente explicación de cómo se llegó a este resultado y cómo se valoró cada subcriterio) y luego cada institución otorgó pesos a los criterios por el método de pares comparados (el cual fue explicado a los participantes). La ponderación se llevó a cabo en una planilla Excel (Figura 7.32), elaborada por el equipo del proyecto, donde cada institución participante debía seguir la metodología. El resultado de los pesos obtenidos se muestra en la Figura 7.33.

	Uso	Cantidad	Calidad	Equidad	Vulnerabilidad
Uso	1				
Cantidad		1			
Calidad			1		
Equidad				1	
Vulnerabilidad					1
Σ	1	1	1	1	1

	Uso	Cantidad	Calidad	Equidad	Vulnerabilidad	Promedio
Uso	1	0	0	0	0	0,20
Cantidad	0	1	0	0	0	0,20
Calidad	0	0	1	0	0	0,20
Equidad	0	0	0	1	0	0,20
Vulnerabilidad	0	0	0	0	1	0,20
						1

Escala Numérica	Escala verbal	Explicación
1	Ambos elementos son de igual Importancia	Dos actividades contribuyen por igual al objetivo
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio están a favor de un elemento sobre otro
5	Importancia fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido
7	Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es muy dominante
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido por al menos un orden de magnitud de
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes	Usados como valores de consenso entre dos juicios
0	No hay relación	Un elemento no contribuye al objetivo

Figura 7.32. Planilla Excel del método de pares comparados entregada a los participantes del taller

	OSSE	ADA	INTA	Muni PERU	UFASTA	UNMIP
Uso	0.23	0.09	0.16	0.27	0.23	0.26
Cantidad	0.04	0.37	0.05	0.19	0.11	0.13
Calidad	0.44	0.14	0.04	0.42	0.19	0.5
Equidad	0.10	0.24	0.40	0.06	0.05	0.05
Vulnerabilidad	0.19	0.15	0.35	0.06	0.45	0.07

Figura 7.33. Pesos obtenidos en el segundo taller por cada institución participante

Se obtuvieron 6 ponderaciones distintas para cada criterio, una por cada institución participante; para que todas ellas queden contempladas dentro del modelo se decidió utilizar la herramienta “Multi – Voiced” del software CDP; esta combina todas las “voces” (ponderaciones), para alcanzar un resultado final representativo. CDP también ofrece la posibilidad de ponderar las distintas “voces”, pero en este caso se decidió otorgar igual peso a todas.

7.3.f. Resultados del modelo multi-voiced

Se corrió el modelo multi-voiced en CDP con su nueva estructura (Figura 7.34) de la misma manera que se explicó en el caso del modelo con pesos iguales.

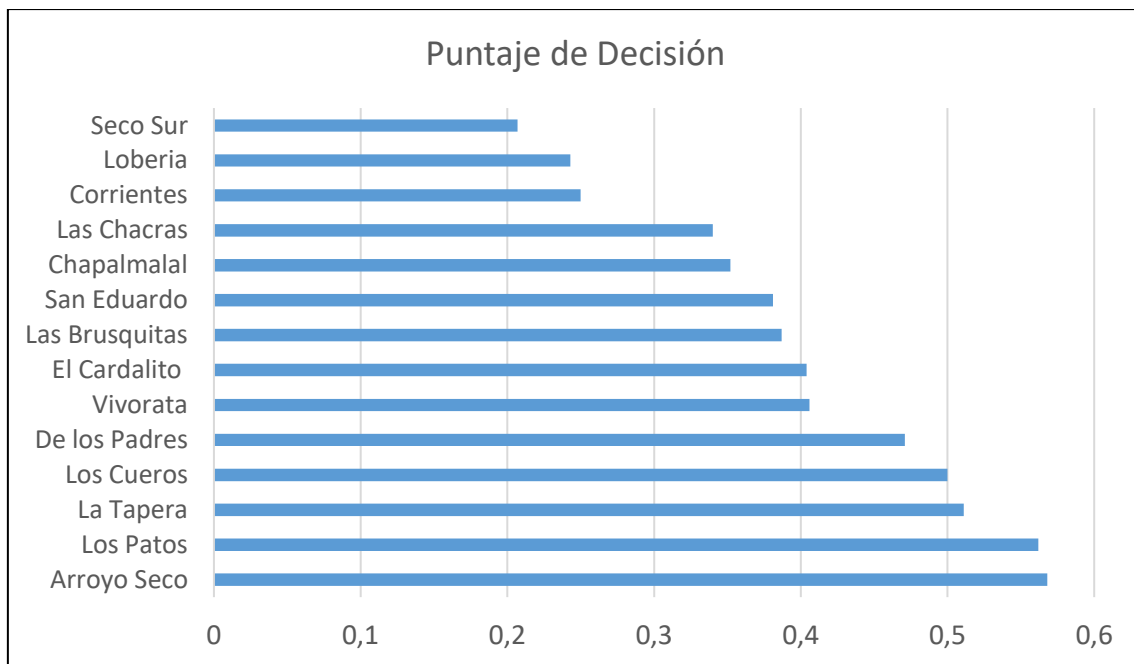


Figura 7.34. Puntaje de decisión por cuenca

Asimismo, el software permite conocer cómo contribuyen los criterios al resultado del puntaje de decisión (Figura 7.35 y Figura 7.36). Por ejemplo, para la cuenca de mayor prioridad, el criterio con mayor contribución es Cantidad (Tabla 7.6). El software también permite identificar las contribuciones de los subcriterios, no obstante, para el desarrollo de esta tesis se ha realizado el análisis de propuestas (ver 7.4) considerando el aporte de los criterios; la combinación de los criterios y subcriterios para la toma de decisión final implica un mayor detalle en el análisis que excede a los objetivos de esta tesis.

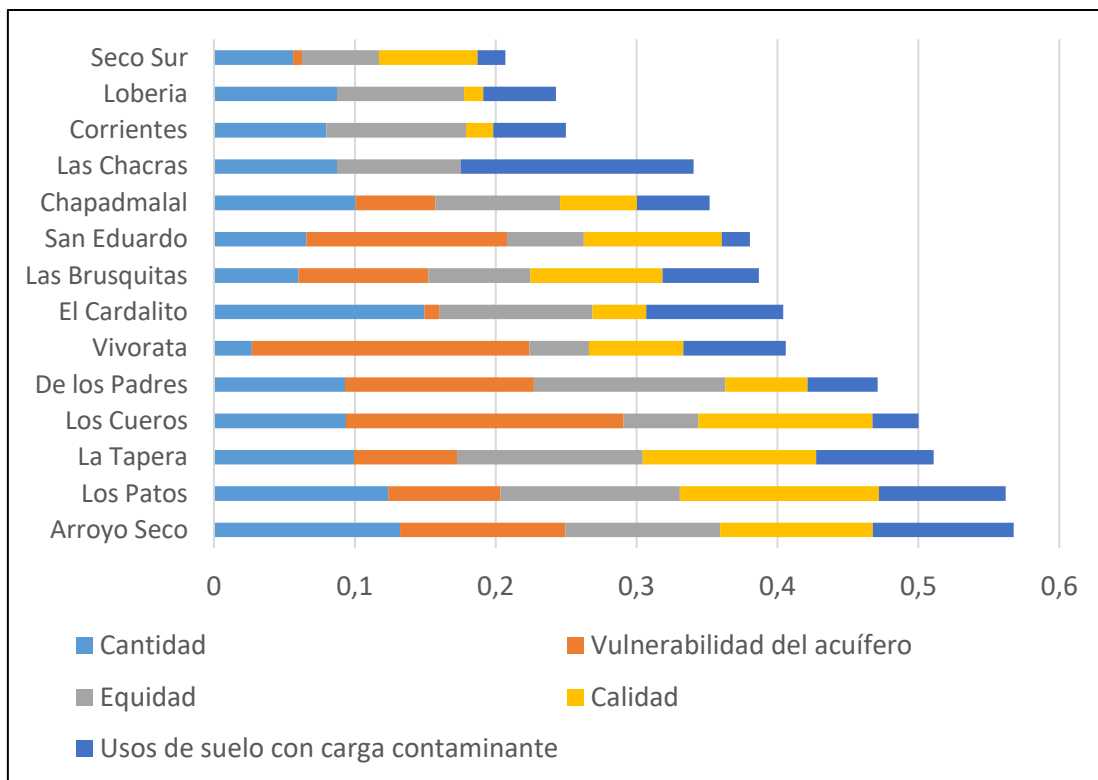


Figura 7.35. Contribuciones de los criterios al puntaje de decisión por cuenca

Tabla 7.6. Valores de contribuciones de los criterios al puntaje de decisión por cuenca

	Cantidad	Vulnerabilidad del acuífero	Equidad	Calidad	Usos de suelo con carga contaminante	Σ
Arroyo Seco	0,1321	0,1173	0,1099	0,1083	0,1000	0,568
Los Patos	0,1238	0,0796	0,1274	0,1411	0,0901	0,562
La Tapera	0,0993	0,0733	0,1318	0,1230	0,0835	0,511
Los Cueros	0,0937	0,1969	0,0533	0,1235	0,0328	0,500
De los Padres	0,0931	0,1340	0,1358	0,0585	0,0496	0,471
Vivorata	0,0270	0,1969	0,0422	0,0671	0,0728	0,406
El Cardalito	0,1494	0,0105	0,1087	0,0383	0,0971	0,404
Las Brusquitas	0,0600	0,0921	0,0725	0,0938	0,0684	0,387
San Eduardo	0,0655	0,1424	0,0546	0,0980	0,0200	0,381
Chapadmalal	0,1005	0,0565	0,0887	0,0545	0,0517	0,352
Las Chacras	0,0874	0	0,0879	0	0,1652	0,341
Corrientes	0,0799	0	0,0990	0,0193	0,0515	0,250
Loberia	0,0873	0	0,0902	0,0137	0,0516	0,243
Seco Sur	0,0562	0,0063	0,0546	0,0699	0,0199	0,207

Por último, con los resultados de los puntajes de decisión se generó el mapa de prioridades por cuenca. Como muestra la Figura 7.36, 5 cuencas son de mayor prioridad, 6 son de prioridad intermedia y 3 de menor prioridad. Estos resultados fueron validados con el responsable del

proyecto por parte de ADA, para luego distribuirlos entre los participantes de los talleres en un formato de “Resumen para Decisores” (Anexo III).

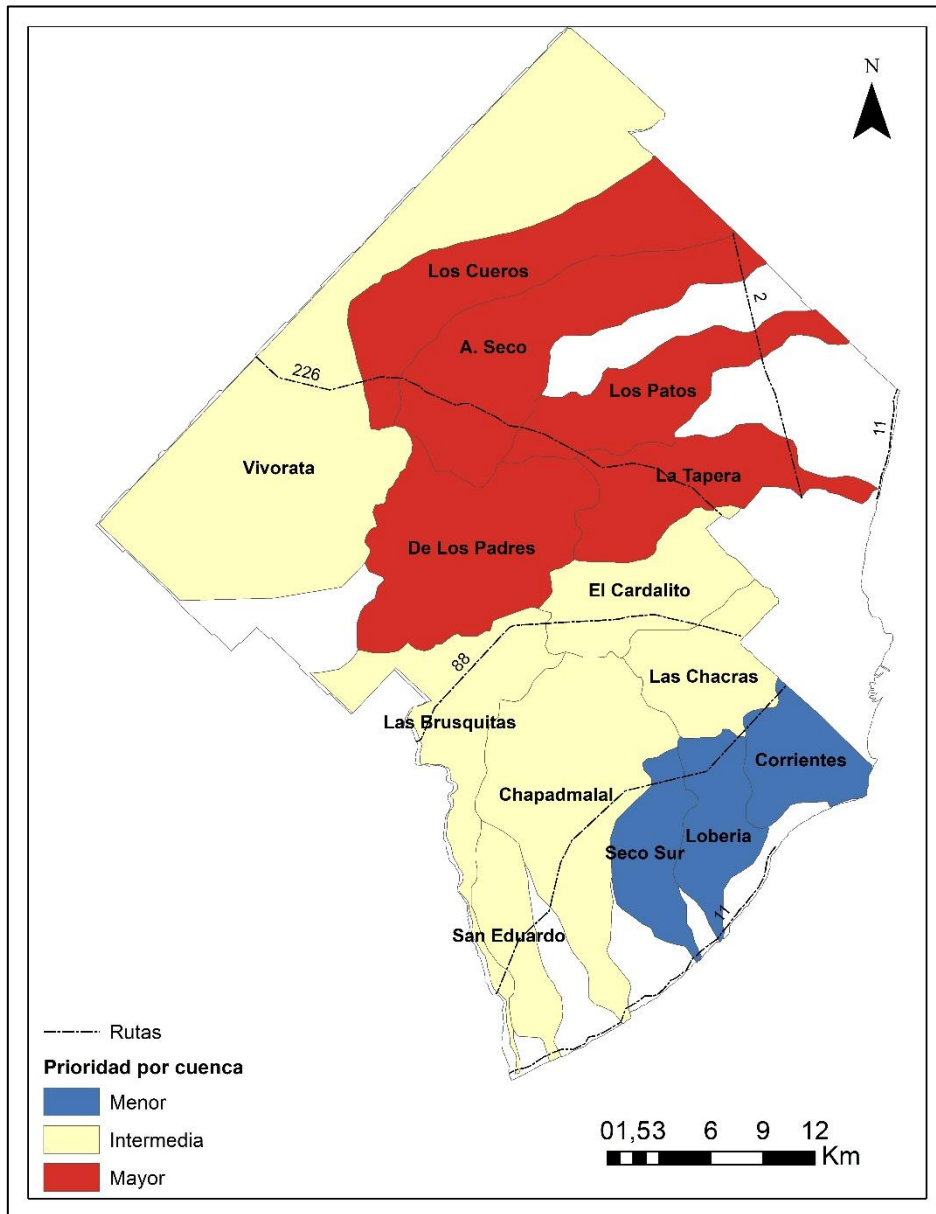


Figura 7.36. Mapa final de prioridades por cuenca con criterios ponderados “multi-voiced”.

7.3.g. Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos por ambos procedimientos, en cuanto a cuencas prioritarias, son bastante similares (Figura 7.37).

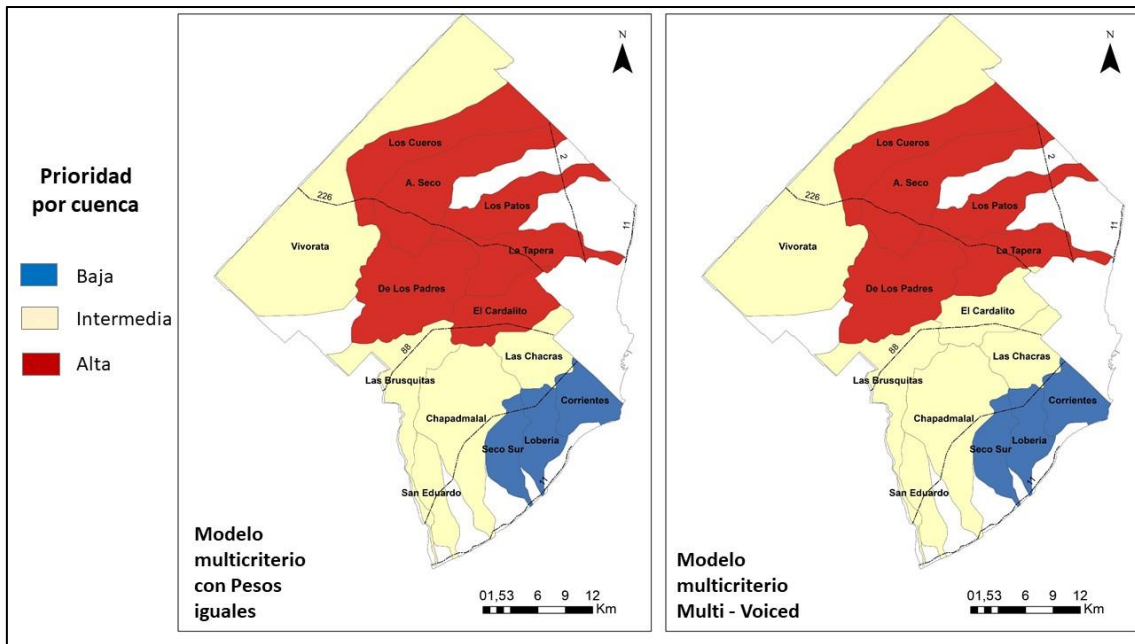


Figura 7.37. Comparación entre modelo con pesos iguales y multi-voiced

En ambos casos las cuencas de prioridad mayor corresponden a una parte importante del área periurbana, donde coexisten múltiples usos de suelo (Capítulo 3); las cuencas de menor prioridad se mantienen iguales en ambos casos, y la principal diferencia se da en la cuenca del Cardalito que pasa de mayor prioridad a intermedia. En el modelo de pesos iguales el Cardalito está rankeada n°6 y entra en la categoría de mayor prioridad, mientras que en el modelo multi-voiced desciende al n°7 quedando como segunda alternativa dentro de las de prioridad intermedia (Figura 7.34). Este descenso en el ranking de la cuenca el Cardalito, que es una cuenca periurbana importante, se adjudica a dos razones: al bajo peso del criterio equidad otorgado en el segundo taller (ver Figura 7.33) y la baja contribución que tiene el criterio vulnerabilidad del acuífero, dado que el valor del índice DRASTIC es muy bajo por estar influenciado por el descenso del nivel freático debido a la presencia de los pozos de explotación del SAS. A pesar de la importancia que tiene esta cuenca como cuenca periurbana, para esta tesis se decidió utilizar como referencia al modelo multi-voiced, ya que contempla las ponderaciones de criterios de las instituciones participantes del taller. Si bien se había pautado la realización de un taller para consensuar esta decisión, en abril del 2020, el mismo tuvo que ser suspendido por el avance de la pandemia del COVID-19.

Las 5 cuencas que presentan mayor prioridad en el modelo multi-voiced son las que se encuentran al noreste del PGP. Como características principales de las mismas se pueden destacar que Los Cueros, Arroyo Seco y Los Patos presentan un uso del suelo rural extensivo/ganadero y con baja cantidad de habitantes, mientras que La Tapera y De Los Padres poseen un uso del suelo rural intensivo y una mayor cantidad de habitantes. Por otro, La Tapera,

Los Cueros, Arroyo Seco y Los Patos están en el área distal de explotación de OSSE (SAN). En la cuenca de Los Padres existe un área de reserva provincial que es un humedal dependiente del agua subterránea. Las cuencas que presentan prioridad intermedia son 6, una que tiene su desarrollo territorial más importante en la vertiente norte (Vivorata), una que tiene su desarrollo en el área central (Las Chacras) y 4 que son dentro de las cuencas de la vertiente sur, las más cercanas al área urbana de Mar del Plata. Por último, las cuencas que presentan menor prioridad son 3 y se encuentran al sudeste del PGP.

El principal inconveniente que surgió en el desarrollo de este modelo multicriterio tiene su causa en los desajustes existentes entre los límites hidrológicos y los administrativos; como se mencionó anteriormente todos los datos socioeconómicos presentes en el censo 2010, que fueron utilizados para valorar 5 de los 19 subcriterios analizados, están disponibles por radios censales que son diseñados por INDEC (Figura 7.18). El hecho que los límites de los radios censales no concuerden con los límites de las cuencas provocó que se debiera tomar una decisión de cómo se valorarían los subcriterios socioeconómicos (ver 7.3.c.2 espacialización inferida) optando por un método que consideraba siempre la peor situación posible en cada cuenca, lo cual resulta en un mapa final más restrictivo.

Es también importante mencionar que el modelo multicriterio presentado excluye áreas dentro del PGP dejándolas fuera del análisis (como el ejido urbano, entre ellas); esto es debido a que las mismas no corresponden a cuencas de drenaje o a que son áreas altamente urbanizadas en las que existe una alta intervención humana en los drenajes y en las que los límites de las cuencas quedan desdibujados dificultando la identificación de las mismas.

7.3.h. Desarrollo del modelo multicriterio utilizando “zonas” como alternativas

En respuesta a las problemáticas expuestas anteriormente y como una posible opción para resolverlas se desarrolla en este apartado un modelo multicriterio que respeta la estructura del árbol jerárquico multi-voiced validado en los talleres, pero utilizando como alternativas 7 zonas que cubren la totalidad del partido.

7.3.h.1. Descripción de zonas para el análisis multicriterio

Las zonas utilizadas como alternativas en la metodología multicriterio para priorizar en función de la necesidad de gestión del recurso hídrico subterráneo, fueron definidas teniendo en cuenta las áreas de explotación del acuífero para la red de abastecimiento público (actuales, en desarrollo y previstas a futuro), la delimitación del ejido urbano y de los radios censales 2010 (los límites de las zonas coinciden con los límites de los radios censales de modo de facilitar el

uso de los datos del Censo Nacional) y la delimitación del área periurbana frutihortícola. De esta manera, las zonas definidas fueron 7, las cuales abarcan la totalidad del partido, (Figura 7.38):

- Zona 1: se caracteriza por ser una zona sin explotación del acuífero para abastecimiento de la red pública y con un uso de suelo agrícola extensivo/ganadero.
- Zona 2: corresponde a la zona donde se prevé instalar el Sistema Acueducto Austral (SAA), que aún se encuentra en fase de estudio.
- Zona 3: en esta zona se encuentra los pozos del Sistema Acueducto Sur (SAS) y unos 20 pozos del área urbana; la gran mayoría del área es parte del periurbano frutihortícola.
- Zona 4: esta es la zona que en la actualidad posee mayor cantidad de pozos de extracción para la red de abastecimiento público pertenecientes al Sistema Acueducto Norte (SAN). Además, en su extremo noroeste se encuentra en construcción el nuevo Sistema Acueducto Oeste (SAO), que contará en una primera etapa con 25 pozos de extracción.
- Zona 5: esta zona abarca casi en su totalidad el periurbano frutihortícola y no presenta explotación del acuífero para abastecimiento de la red pública. Asimismo, es la zona que presenta mayor complejidad en la interacción de una amplia variedad de usos del suelo (tanto productivo como residencial).
- Zona 6: corresponde a parte del área urbana de Mar del Plata, en la que se encuentran alrededor de 20 pozos operativos de extracción para la red de abastecimiento público.
- Zona 7: corresponde al sector sudeste del área urbana de Mar del Plata. No presenta pozos de extracción para la red de abastecimiento público. Para trazar el límite con la zona 6 se consideró además de los límites de los radios censales, el máximo alcance de la influencia del cono de depresión de los pozos de esa zona (Figura 3.12b).

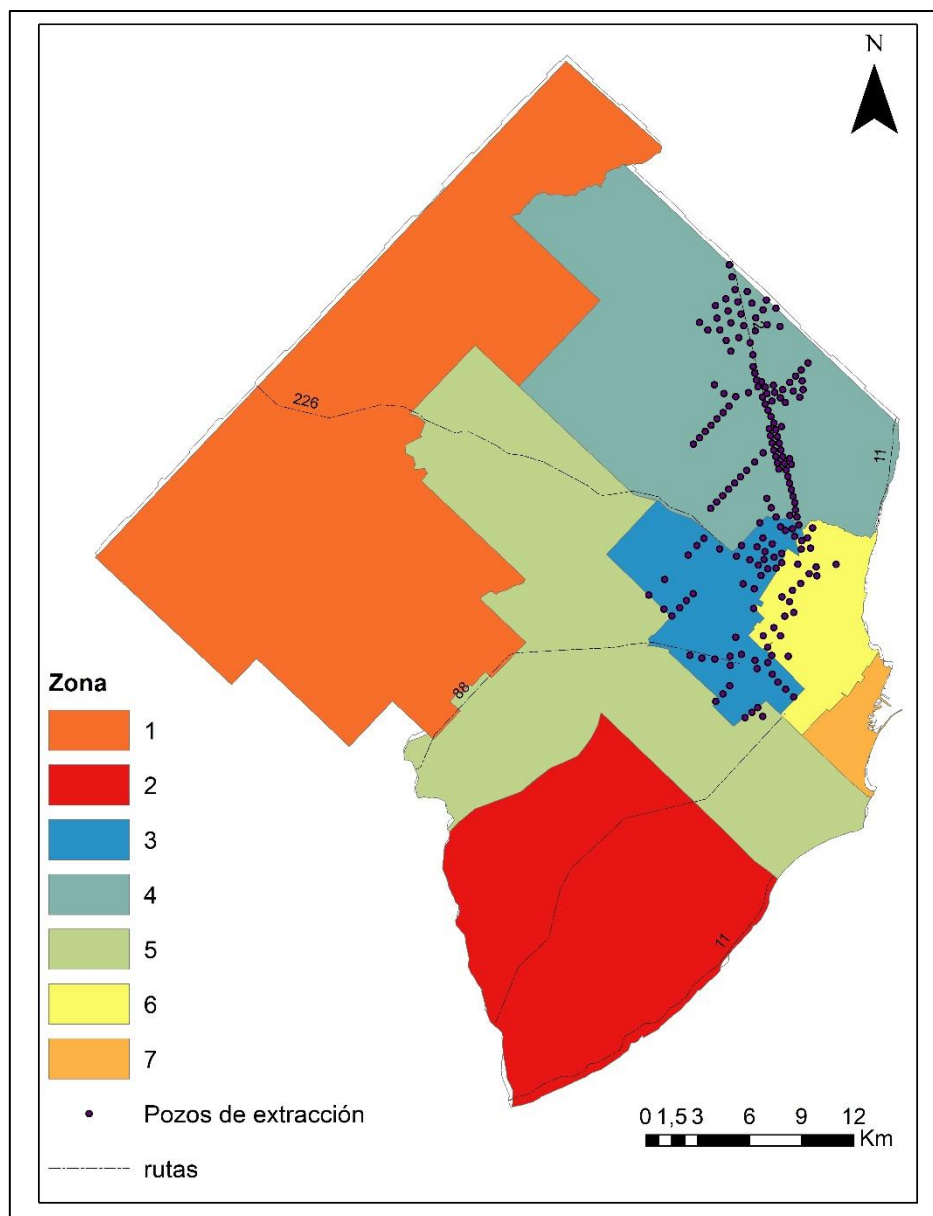


Figura 7.38. Mapa de zonas del PGP

Modificaciones en la espacialización de los subcriterios

La estructura del árbol jerárquico del modelo se mantuvo igual a la original (incluidos los pesos de los criterios y los subcriterios; Figura 7.39), pero al momento de realizar la espacialización de los subcriterios, tuvo que modificarse la metodología (Tabla 7.7), particularmente de los que provenían del censo 2010 (espacializados en el modelo por cuencas con método inferido) y aquellos en los que se contaba con los datos provenientes del Plan Director de OSSE (espacializados con método directo; Tabla 7.2). El resto de los subcriterios se espacializó con el mismo método que el utilizado para la alternativa cuencas, pero considerando las zonas.

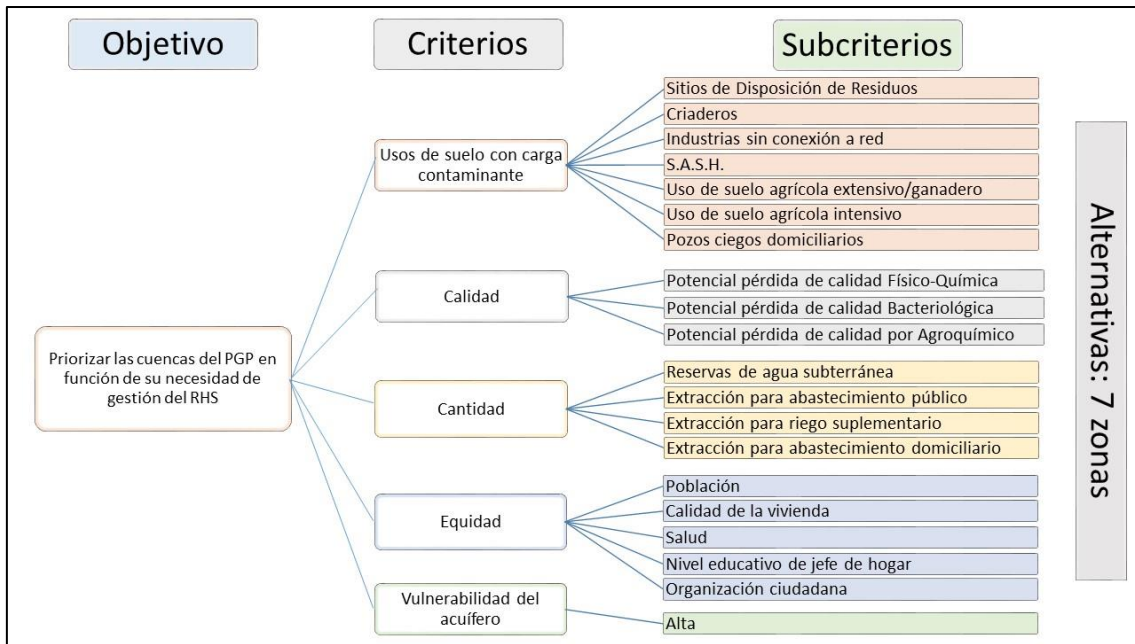


Figura 7.39. Estructura del modelo de decisión. Alternativas: zonas.

Tabla 7.7. Subcriterios cuyo modo de espacialización ha sido modificado

Criterio	Subcriterio	Modo de Espacialización	Tipo de Representación y Geometría
Uso del suelo	Pozos ciegos domiciliarios	Cantidad por zona.	Vectorial. Polígono. Radio Censal
Cantidad	Reservas de agua subterránea	Volumen promedio por zonas. Se realizó un promedio de los valores de reservas en hm ³ /año de las cuencas que forman parte de cada zona.	Vectorial. Polígono. Cuencas Hídricas
	Extracción para abastecimiento público	Cantidad de pozos por zona.	Vectorial. Puntual. PGP
	Extracción para riego Suplementario	Volumen promedio por zonas. Se realizó un promedio de los valores de agua extraída para riego en hm ³ /año de las cuencas que forman parte de cada zona.	Vectorial. Polígono. Cuencas Hídricas
	Extracción para abastecimiento domiciliario	Cantidad de hogares sin acceso a la red por zona.	Vectorial. Polígono. Radio Censal
Equidad	Población	Cantidad por zona.	Vectorial. Polígono. Radio Censal
	Calidad de la vivienda	Cantidad de viviendas con calidad constructiva insuficiente por zona.	Vectorial. Polígono. Radio Censal

	Nivel educativo del Jefe de Hogar	Cantidad de Jefes de Hogar con primaria incompleta por zona.	Vectorial. Polígono. Radio Censal
--	--	--	-----------------------------------

7.3.h.2. Valoración e ingreso a CDP de los subcriterios modificados

La valoración de estos subcriterios en relación a su expresión como variable de costo o de beneficio se mantuvo igual que en el caso de las cuencas.

Para el caso de los subcriterios cuyos valores se obtuvieron del censo, se realizó una valoración directa sumando los datos de los radios censales que conforman cada zona y se asignó en CDP un rango donde el mejor caso está dado por el valor 0 y el peor caso por el máximo valor encontrado de cada subcriterio en las distintas zonas (máximo valor encontrado 13847 pozos ciegos para la zona 3; Figura 7.40).

Alternative	Rating
Zona 1	109 Trivial
Zona 2	796 Trivial
Zona 3	13847 Critical
Zona 4	4988 Unimportant
Zona 5	12302

Figura 7.40. Valoración e ingreso a CDP de subcriterios obtenidos del Censo 2010: Ejemplo Pozos ciegos domiciliarios por zona.

Para el caso de “Reservas de Agua subterránea” y “Extracción para riego suplementario” se realizó una valoración inferida obteniendo un volumen promedio de reservas y de extracción para riego para cada zona; en ambos casos se contaba con el dato en hm³/año por cuenca. Para el primer subcriterio se asignó el mejor caso que correspondía al máximo valor promedio encontrado y el peor caso al valor 0 (máximo valor promedio encontrado de 20,4 hm³/año para la zona 1; Figura 7.41); para el segundo subcriterio el rango de valores fue asignado de forma inversa (máximo valor promedio encontrado de 1,3 hm³/año para la zona 3; Figura 7.42).

Alternative	Rating
Zona 1	20,4 Trivial
Zona 2	1,85 Critical
Zona 3	0,66 Critical
Zona 4	3,5 Very Important
Zona 5	2,91

Figura 7.41. Valoración e ingreso a CDP de Reservas de agua subterránea por cuenca.

Alternative	Rating
Zona 1	1,225 Critical
Zona 2	0,125 Trivial
Zona 3	1,3 Critical
Zona 4	1,12 Very Important
Zona 5	1,1

Figura 7.42. Valoración e ingreso a CDP de Extracción para riego suplementario.

Por último el subcriterio “Extracción para abastecimiento público” fue valorado también por método directo, utilizando la cantidad de pozos de extracción presentes en cada zona; el valor 0 correspondía al mejor caso y el máximo valor encontrado al peor caso (máximo valor encontrado 130 pozos para la zona 4; Figura 7.43)

Alternative	Rating
Zona 1	0 Trivial
Zona 2	0 Trivial
Zona 3	49 Important
Zona 4	130 Critical
Zona 5	5

Figura 7.43. Valoración e ingreso a CDP de Extracción para abastecimiento público.

7.3.h.3. Resultados del modelo multicriterio por zonas

Una vez cargados los valores de los subcriterios se corrió el modelo multi-voiced nuevamente obteniéndose los puntajes de decisión (Figura 7.44) y las contribuciones de criterios y subcriterios a ese resultado.

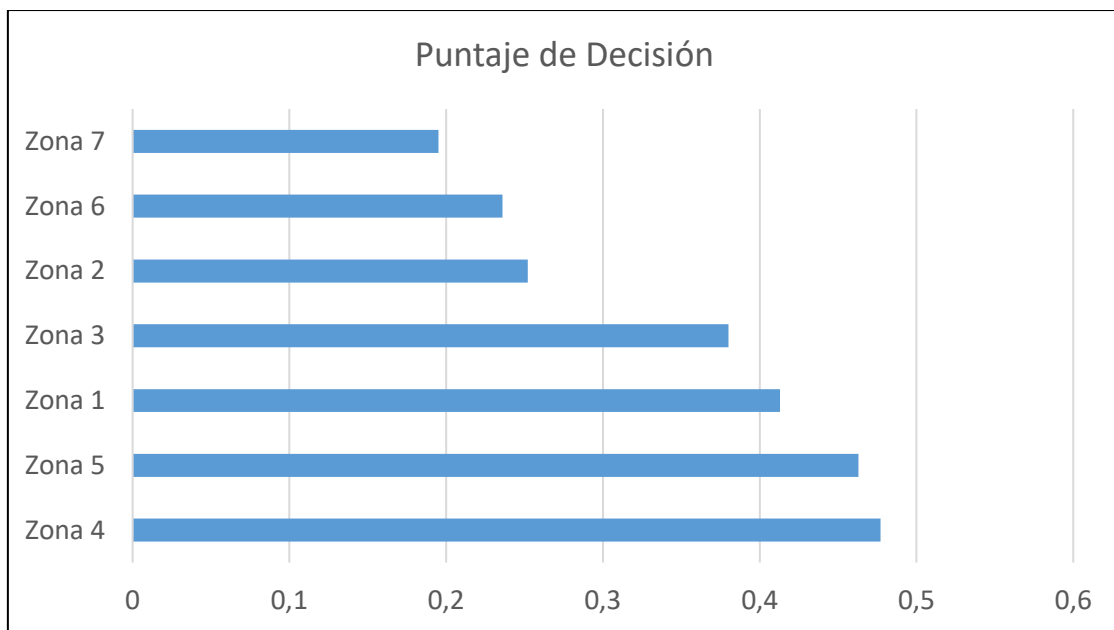


Figura 7.44. Puntaje de decisión por zonas

La zona de mayor prioridad resulto ser la Zona 4 y la de menor prioridad la Zona 7. El criterio de mayor contribución para la zona de mayor prioridad (Figura 7.45, Tabla 7.8) continúa siendo el

criterio de cantidad (tal como se observó en el modelo multicriterio por cuencas para la de mayor prioridad).

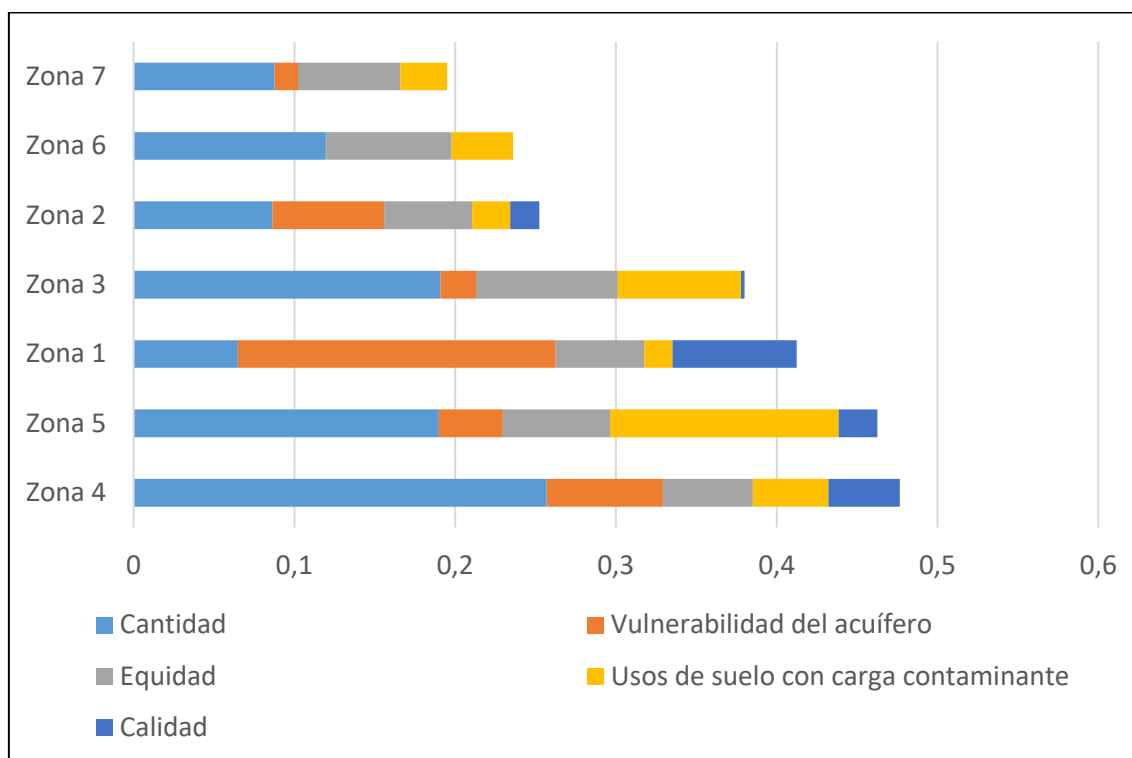


Figura 7.45. Contribución de los criterios al puntaje de decisión por zonas

Tabla 7.8. Valores de contribución de los criterios al puntaje de decisión por zonas

	Cantidad	Vulnerabilidad del acuífero	Equidad	Usos de suelo con carga contaminante	Calidad	Σ
Zona 4	0,2570	0,0722	0,0559	0,0471	0,0444	0,477
Zona 5	0,1899	0,0397	0,0668	0,1422	0,0240	0,463
Zona 1	0,0649	0,1977	0,0550	0,0176	0,0773	0,413
Zona 3	0,1908	0,0221	0,0883	0,0765	0,0022	0,380
Zona 2	0,0864	0,0694	0,0548	0,0237	0,0180	0,252
Zona 6	0,1196	0,0002	0,0781	0,0381	0	0,236
Zona 7	0,0877	0,0146	0,0637	0,0291	0	0,195

A partir de los datos de los puntajes de decisión se realizó también para este caso un mapa donde se clasificaron 3 categorías de prioridades (mayor-bordo, intermedia-amarillo claro y menor-azul) utilizando el método de natural breaks (Figura 7.46).

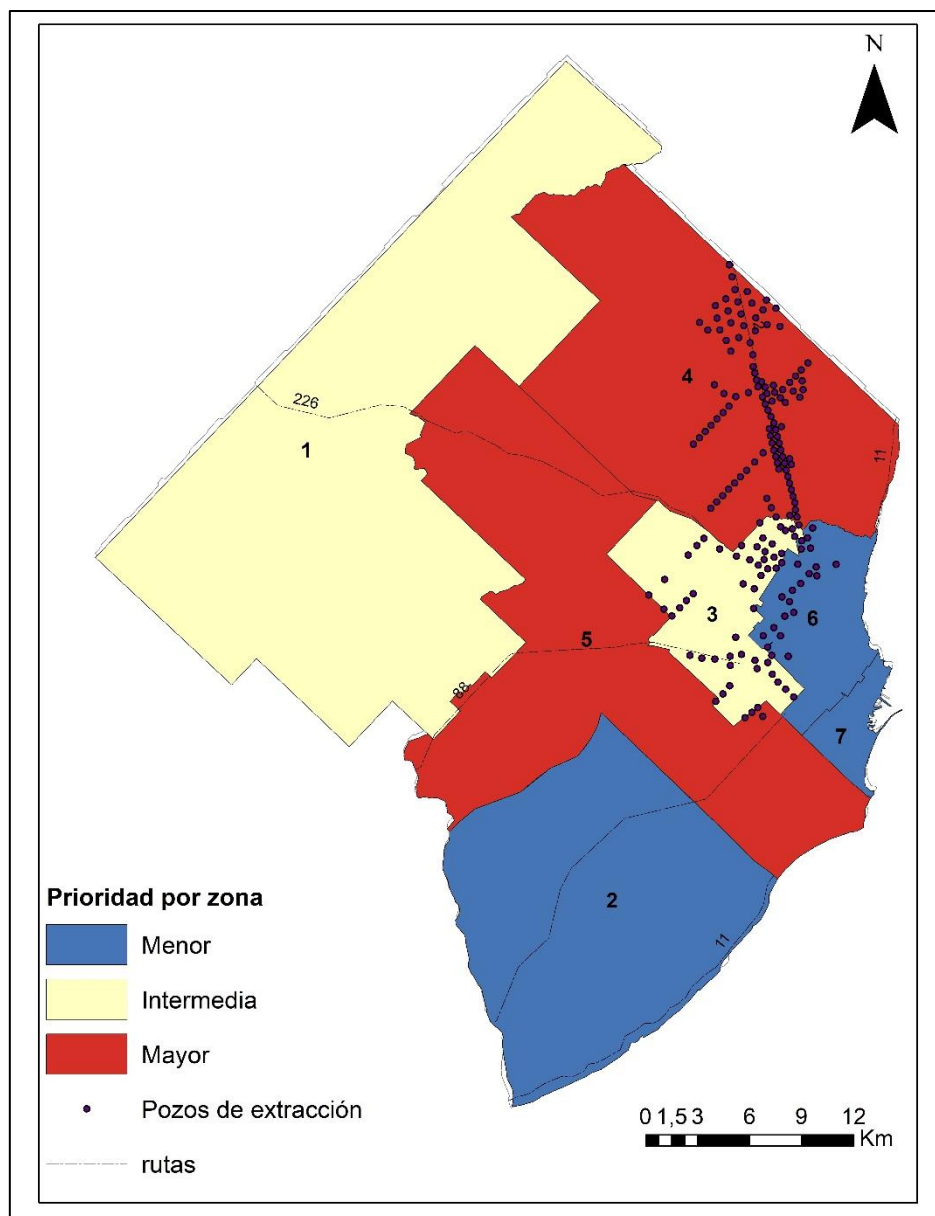


Figura 7.46. Mapa final de prioridades por zonas

En la última figura puede observarse que 2 zonas resultaron de mayor prioridad (zonas 4 y 5) y que coincidentemente con el modelo anterior corresponden al área periurbana de Mar del Plata y a las zonas donde se encuentra la mayor cantidad de pozos de extracción para abastecimiento público. Asimismo, 2 zonas resultaron de prioridad intermedia (zonas 1 y 3); la primera con baja población y un uso de suelo mayoritariamente agrícola extensivo/ganadero, y la segunda un área importante del periurbano, con alrededor de 48 de pozos de extracción de abastecimiento público del SAS y con presencia del uso de suelo agrícola intensivo. Por último, 3 zonas resultaron de menor prioridad, que corresponden en el caso de la cuenca 6 y 7 al área urbana de Mar del Plata y la cuenca 2 a la zona sur del PGP.

7.3.h.4. Discusión de los resultados

Como ya se analizó en este capítulo (7.3.f), a partir del resultado del modelo multicriterio por cuencas se identificaron 5 de mayor prioridad, 6 de prioridad intermedia y 3 de menor prioridad. Para el modelo por zonas, se identificaron 2 zonas de mayor prioridad, 2 de prioridad intermedia y 3 de menor prioridad. Para ambos casos, se puso atención en el criterio que tiene mayor contribución (rojo) en el ranking final y en el que le sigue (amarillo; Tabla 7.9 y Tabla 7.10). Mientras en el modelo por zonas hay un claro predominio del criterio cantidad en la definición del ranking, en el modelo por cuencas se observa una distribución donde el criterio más importante es el de equidad con 4 cuencas, en otras 3 cuencas el criterio de mayor contribución es cantidad, al igual que lo que sucede con vulnerabilidad del acuífero y calidad (con 3 cuencas cada uno), y por último solo 1 cuenca presenta a uso de suelo con carga contaminante como el de mayor aporte.

Tabla 7.9. Identificación de criterios más importantes por zona

	Cantidad	Vulnerabilidad del acuífero	Equidad	Usos de suelo con carga contaminante	Calidad
Zona 4	0,2570	0,0722	0,0559	0,0471	0,0444
Zona 5	0,1899	0,0397	0,0668	0,1422	0,0240
Zona 1	0,0649	0,1977	0,0550	0,0176	0,0773
Zona 3	0,1908	0,0221	0,0883	0,0765	0,0022
Zona 2	0,0864	0,0694	0,0548	0,0237	0,0180
Zona 6	0,1196	0,0002	0,0781	0,0381	0
Zona 7	0,0877	0,0146	0,0637	0,0291	0

Tabla 7.10. Identificación de criterios más importantes por cuenca

	Cantidad	Vulnerabilidad del acuífero	Equidad	Calidad	Usos de suelo con carga contaminante
Arroyo Seco	0,1321	0,1173	0,1099	0,1083	0,1000
Los Patos	0,1238	0,0796	0,1274	0,1411	0,0901
La Tapera	0,0993	0,0733	0,1318	0,1230	0,0835
Los Cueros	0,0937	0,1969	0,0533	0,1235	0,0328
De los Padres	0,0931	0,1340	0,1358	0,0585	0,0496
Vivorata	0,0270	0,1969	0,0422	0,0671	0,0728
El Cardalito	0,1494	0,0105	0,1087	0,0383	0,0971
Las Brusquitas	0,0600	0,0921	0,0725	0,0938	0,0684
San Eduardo	0,0655	0,1424	0,0546	0,0980	0,0200
Chapadmalal	0,1005	0,0565	0,0887	0,0545	0,0517

Las Chacras	0,0874	0	0,0879	0,0000	0,1652
Corrientes	0,0799	0	0,0990	0,0193	0,0515
Lobería	0,0873	0	0,0902	0,0137	0,0516
Seco Sur	0,0562	0,0063	0,0546	0,0699	0,0199

En las Figura 7.47 y Figura 7.48 se han identificado cada alternativa con el criterio de mayor contribución y el que le sigue para cada una de ellas.

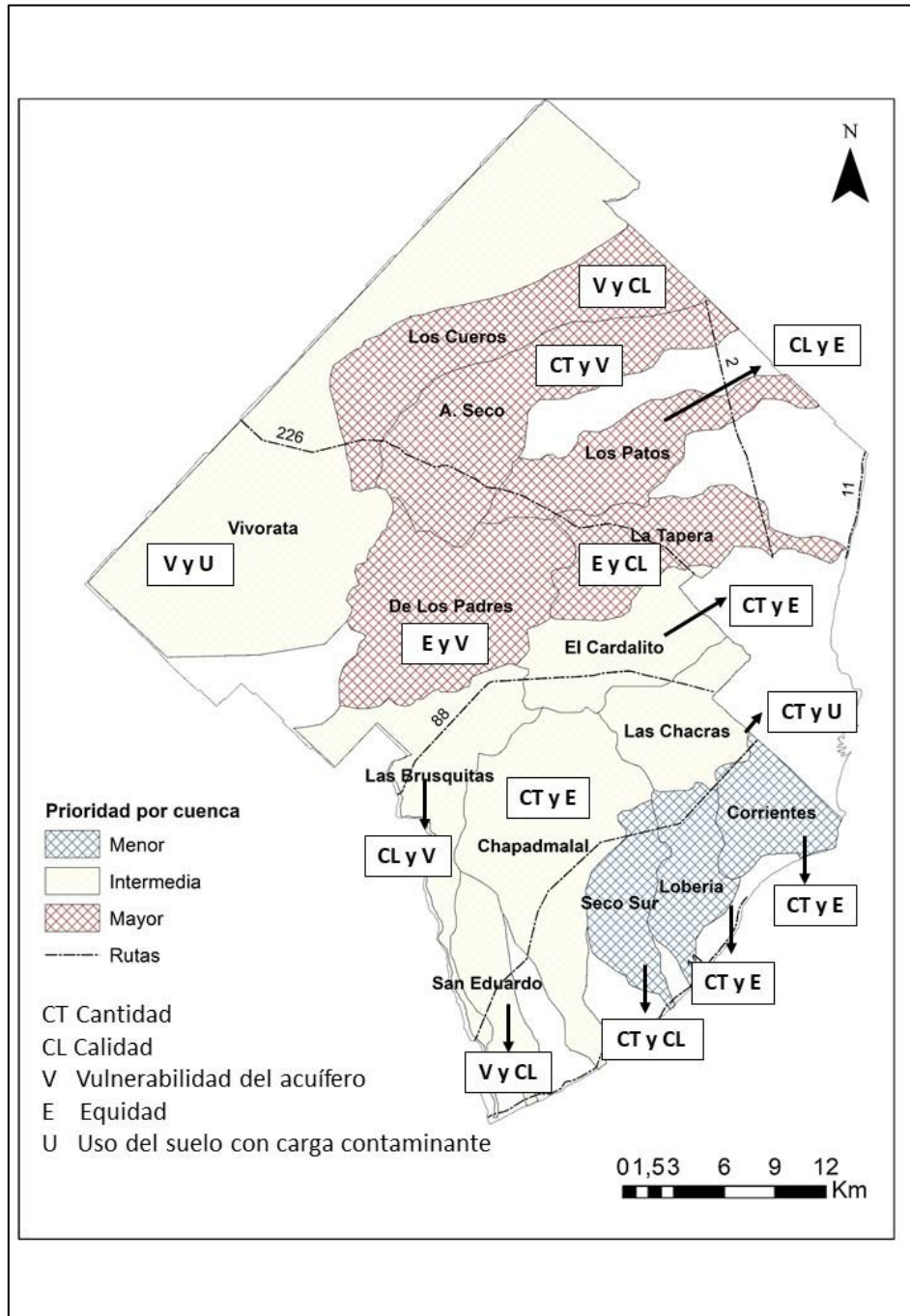


Figura 7.47. Mapa de prioridad y criterios de mayor contribución por cuenca

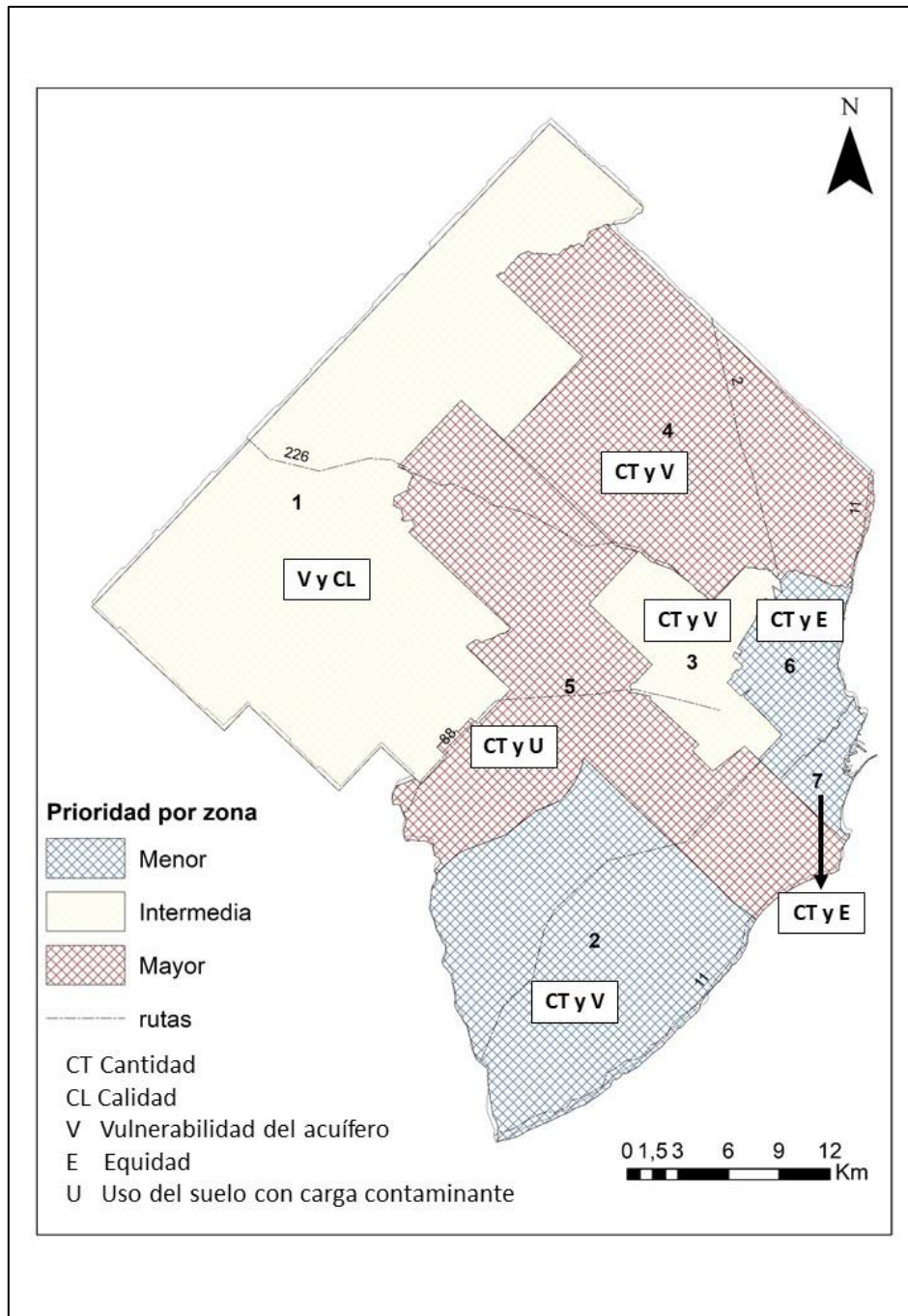


Figura 7.48. Mapa de prioridad y criterios de mayor contribución por zona

Esta diferencia entre los dos tipos de alternativa puede ser debida a que la definición de zonas tomo en consideración principalmente las áreas de extracción para el abastecimiento, mientras que, para el caso de las alternativas por cuencas, la predominancia del criterio equidad podría ser atribuida a que en su espacialización se consideró siempre la situación peor independientemente del porcentaje que ocupara esta variable en esa cuenca.

De los resultados obtenidos en el modelo zonas, se observa que la zona 3, siendo un área importante del periurbano, que cuenta con presencia del uso de suelo agrícola intensivo y con

una población considerable, entra en la categoría de prioridad intermedia. Del mismo modo que se explicó en el modelo por cuencas, esto podría deberse a la baja ponderación del criterio equidad y por presentar esta zona una baja vulnerabilidad del acuífero (por DRASTIC) influenciada por el descenso del nivel freático debido a la existencia de pozos de explotación, lo cual genera que la contribución que tiene este criterio sea baja.

Entre las ventajas que se encuentran al utilizar las zonas, definidas en esta tesis, como alternativas para el modelo multicriterio, en comparación con utilizar las 14 cuencas hídricas del partido se pueden mencionar:

- 1) En el caso del análisis por zonas todo el PGP está incluido en el análisis.
- 2) La cantidad de zonas definidas es la mitad de la cantidad de cuencas, cuanto menor es la cantidad de alternativas más sencillo se torna la toma de decisiones final.
- 3) Partiendo de la base que el método de espacialización directa es el más fiable y el inferido el que más incertidumbre ofrece, se destaca que en el caso de cuencas 11 subcriterios corresponden al directo y 5 al inferido; mientras que considerando como alternativas las zonas esta situación se invierte obteniendo 14 directas y 2 inferidas.

Como principal desventaja se menciona el hecho que los límites de estas zonas tienen mucha mayor dinámica que los límites de cuencas; es decir, ante un cambio en la distribución de los radios censales o áreas de explotación es necesario redefinir las zonas.

7.4. Propuesta preliminar de acciones destinadas a aplicar los resultados del modelo

La propuesta de acciones está basada, esencialmente, en las acciones identificadas en el capítulo 6 y los criterios que más contribuyen al ranking de alternativas identificados en este capítulo.

7.4.a. Identificación de las acciones generales a escala de partido

En base en las acciones identificadas en el capítulo 6 se realizó una encuesta a los integrantes de los talleres, utilizando Google Forms dadas las restricciones a la movilidad impuestas durante la pandemia COVID-19; con el fin de que el formulario sea más sencillo y práctico esas acciones se redujeron a 9, combinando aquellas que eran similares en una sola pregunta. Para la encuesta se utilizó la siguiente consigna:

1. Dentro de las acciones propuestas en la lista, coloque 1, 3, 5 en cada una según: 1-esta acción AYUDARIA MUCHO a mejorar la gestión del agua subterránea en el Partido; 3-

esta acción AYUDARIA PARCIALMENTE a mejorar la gestión del agua subterránea; 5-esta acción AYUDARIA POCO a mejorar la gestión del agua subterránea.

Las acciones a ponderar incluyeron:

- 1.a. Elaborar un mapa de riesgo de contaminación del agua subterránea para el Partido.
- 1.b. Implementar un sistema de información pública accesible, que permita acceder a información sobre calidad y consumo de agua en distintos sectores del Partido.
- 1.c. Mejorar el conocimiento del funcionamiento del sistema hidrológico local para optimizar el modelo conceptual existente, modelos de flujo de aguas subterráneas y el transporte de contaminantes potenciales
- 1.d. Contemplar la incorporación en el Código de Ordenamiento Territorial de la relación entre uso del suelo y peligro de contaminación del agua subterránea
- 1.e. Promover instancias participativas de los usuarios, especialmente en áreas sin servicio de red de agua corriente
- 1.f. Generar comités de cuenca de pequeña escala que puedan servir como nexo entre público y autoridades en la toma de decisiones.
- 1.g. Profundizar las actividades de sensibilización y conciencia ciudadana relacionadas al uso del agua (derroche, construcción de pozos particulares, etc.)
- 1.h. Fortalecer la capacidad de control por parte de las autoridades provinciales y municipales
- 1.i. Alentar a los productores agropecuarios a certificar los productos y/o procesos como ambientalmente sostenibles

Por último, para cerrar la encuesta se realizó una pregunta abierta en la que los participantes de los talleres podían proponer otras acciones.

2. ¿Existe alguna otra acción que quisiera mencionar?

7.4.a.1. Resultados de la encuesta

Como se mencionó anteriormente, la consulta fue enviada a todos los integrantes del taller y fue respondida por 11 personas; es importante destacar, que la totalidad de las Instituciones está representada por al menos una de las personas que respondió la encuesta. Una síntesis de los resultados obtenidos puede observarse en la Figura 7.49:

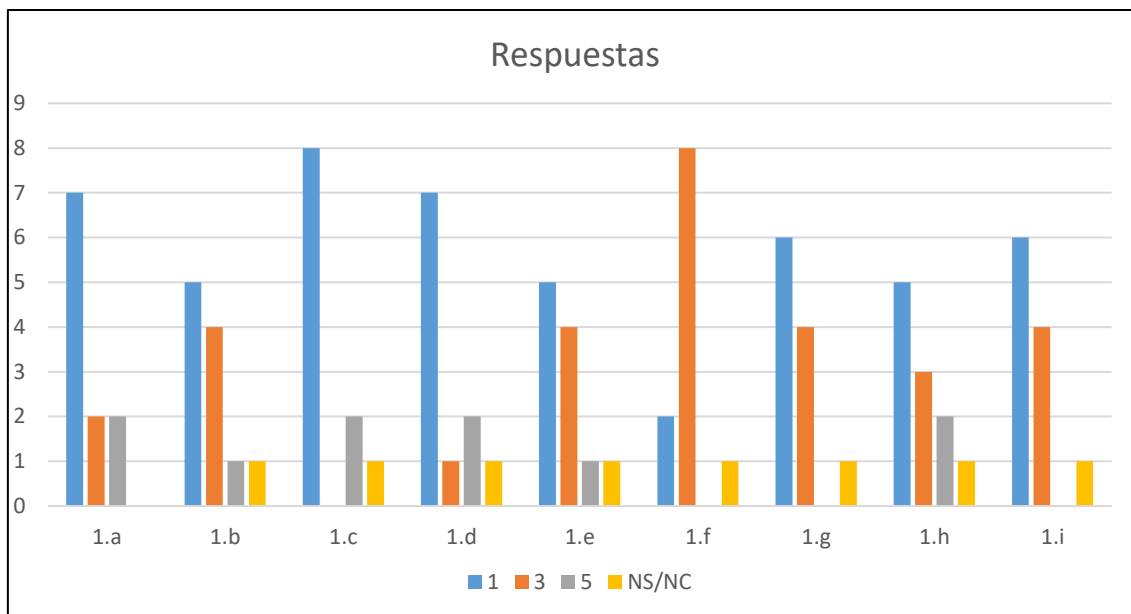


Figura 7.49. Síntesis de los resultados obtenidos

A fin de identificar cuáles de las acciones fueron las más relevantes para los encuestados, se generó un ranking en función de la cantidad de menciones “esta acción AYUDARIA MUCHO a mejorar la gestión del agua subterránea en el Partido”; en los casos en que las acciones presentaron igual cantidad de esta categoría se ordenaron teniendo en cuenta la cantidad de menciones “esta acción AYUDARIA PARCIALMENTE a mejorar la gestión del agua subterránea en el Partido”:

1.c. Mejorar el conocimiento del funcionamiento del sistema hidrológico local para optimizar el modelo conceptual existente, modelos de flujo de aguas subterráneas y el transporte de contaminantes potenciales

1.a. Elaborar un mapa de riesgo de contaminación del agua subterránea para el Partido.

1.d. Contemplar la incorporación en el Código de Ordenamiento Territorial de la relación entre uso del suelo y peligro de contaminación del agua subterránea

1.g. Profundizar las actividades de sensibilización y conciencia ciudadana relacionadas al uso del agua (derroche, construcción de pozos particulares, etc.) / 1.i. Alentar a los productores agropecuarios a certificar los productos y/o procesos como ambientalmente sostenibles

1.b. Implementar un sistema de información pública accesible, que permita acceder a información sobre calidad y consumo de agua en distintos sectores del Partido/ 1.e. Promover instancias participativas de los usuarios, especialmente en áreas sin servicio de red de agua

corriente/ 1.h. Fortalecer la capacidad de control por parte de las autoridades provinciales y municipales.

1.f. Generar comités de cuenca de pequeña escala que puedan servir como nexo entre público y autoridades en la toma de decisiones.

La pregunta abierta (2) fue contestada por 8 de las personas consultadas, mientras que 3 de ellas respondieron que las acciones planteadas en la pregunta anterior eran suficientes. A continuación, se presentan las acciones propuestas por los encuestados:

2.a. Cuantificar la extracción y uso de agua de forma transparente y certera para poder cobrar por el agua utilizada.

2.b. Determinar los beneficios económicos del uso del recurso hídrico de calidad y las consecuencias del uso excesivo y contaminación para generar concientización y responsabilidad

2.c. Crear sistema informático integrado para el control y evaluación de todas las acciones.

2.d. Implementar un programa de monitoreo constante y único, accesible a las instituciones académicas, autoridades también como al público en general mediante solicitud fundada con el fin de fortalecer planes de acción.

2.e. Fortalecer la interacción entre quienes abordamos la misma problemática, desde distintas instituciones.

2.f. Que se haga cumplir completa y efectivamente la Ley de Aguas de la provincia.

2.g. El comité de cuenca debería ser como mínimo el partido de General Pueyrredon y zona de Mar Chiquita vinculada.

2.h. Implementar la regulación de la extracción por control de energía.

2.i. Activar estudios científicos que tiendan a determinar la posibilidad técnica y económica de potabilizar agua en pequeña escala para brindar servicios descentralizados de agua potable donde la red centralizada no pueda llegar en el mediano / largo plazo. En barrios periféricos, tender a menos perforaciones de mayor caudal y mejor estándar de construcción, mediante pozos y redes barriales de gestión vecinal / pública.

2.j. Articulación entre los actores públicos de gestión del agua y de planificación urbano-territorial principalmente a nivel local.

Las acciones propuestas, tanto las que los encuestados debían valorar como las obtenidas en la pregunta abierta fueron sistematizadas en función de su pertenencia a 3 categorías básicas (Tabla 7.11):

- De concientización: son aquellas relacionadas a mejorar la sensibilidad y toma de conciencia de la población con respecto al agua y su deterioro relacionado con las actividades humanas. Tiene estrecha vinculación con la educación ambiental.
- Técnicas: bajo esta categoría se agruparon aquellas acciones que implican la aplicación de un conocimiento técnico vinculado tanto a las ciencias geológicas, sociales y económicas, como a la ingeniería y a la informática.
- Político/administrativo: aquellas acciones donde hay entes públicos que deben tener la capacidad de control o bien debe generarse normativa municipal nueva o adecuarse la existente.

Tabla 7.11. Clasificación de las acciones según su categoría

	de Concientización	Técnicas	Político/ Administrativas
1.a. Elaborar un mapa de riesgo de contaminación del agua subterránea para el Partido.		X	
1.b. Implementar un sistema de información pública accesible, que permita acceder a información sobre calidad y consumo de agua en distintos sectores del Partido.		X	X
1.c. Mejorar el conocimiento del funcionamiento del sistema hidrológico local para optimizar el modelo conceptual existente, modelos de flujo de aguas subterráneas y el transporte de contaminantes potenciales		X	
1.d. Contemplar la incorporación en el Código de Ordenamiento Territorial de la relación entre uso del suelo y peligro de contaminación del agua subterránea			X
1.e. Promover instancias participativas de los usuarios, especialmente en áreas sin servicio de red de agua corriente			X
1.f. Generar comités de cuenca de pequeña escala que puedan servir como nexo entre público y autoridades en la toma de decisiones.			X
1.g. Profundizar las actividades de sensibilización y conciencia ciudadana relacionadas al uso del agua (derroche, construcción de pozos particulares, etc.)	X		
1.h. Fortalecer la capacidad de control por parte de las autoridades provinciales y municipales		X	X
1.i. Alentar a los productores agropecuarios a certificar los productos y/o procesos como ambientalmente sostenibles	X	X	X
2.a. Cuantificar la extracción y uso de agua de forma transparente y certera para poder cobrar por el agua utilizada.		X	X
2.b. Determinar los beneficios económicos del uso del recurso hídrico de calidad y las consecuencias del uso	X	X	

excesivo y contaminación para generar concientización y responsabilidad			
2.c. Crear sistema informático integrado para el control y evaluación de todas las acciones.		X	X
2.d. Implementar un programa de monitoreo constante y único, accesible a las instituciones académicas, autoridades también como al público en general mediante solicitud fundada con el fin de fortalecer planes de acción.		X	X
2.e. Fortalecer la interacción entre quienes abordamos la misma problemática, desde distintas instituciones.		X	X
2.f. Que se haga cumplir completa y efectivamente la Ley de Aguas de la provincia.			X
2.g. El comité de cuenca debería ser como mínimo el partido de General Pueyrredon y zona de Mar Chiquita vinculada.			X
2.h. Implementar la regulación de la extracción por control de energía.		X	X
2.i. Activar estudios científicos que tiendan a determinar la posibilidad técnica y económica de potabilizar agua en pequeña escala para brindar servicios descentralizados de agua potable donde la red centralizada no pueda llegar en el mediano / largo plazo. En barrios periféricos, tender a menos perforaciones de mayor caudal y mejor estándar de construcción, mediante pozos y redes barriales de gestión vecinal / pública.		X	
2.j. Articulación entre los actores públicos de gestión del agua y de planificación urbano-territorial principalmente a nivel local.			X

Si bien es cierto que en una mirada amplia todas las acciones podrían contener aspectos de las 3 categorías, esta clasificación ha tratado de resaltar aquellas que podría ser más relevante para así poder orientar mejor dichas acciones.

7.4.b. Recomendaciones para la definición y aplicación de acciones específicas a escala de cuencas o zonas

1. Los resultados del modelo multicriterio CDP deberían ser utilizados para identificar aquellas cuencas o zonas por las cuales comenzar la implementación de las acciones.
2. En una etapa inicial de implementación se considera suficiente diferenciar acciones en base a los criterios. El análisis de acciones de detalle a escala de cuenca o de zona debe surgir de la combinación del análisis de criterios y subcriterios en un estudio de más detalle.
3. Las acciones identificadas en 8.3.1 pueden ser apropiadas para abordar más de un criterio.

4. Las acciones generales identificadas en 8.3.1. tienen mayor afinidad para su aplicación a escala de partido.
5. Tanto en el modelo por cuencas como por zonas en la alternativa de mayor prioridad el criterio cantidad es el que más aporta; proponer acciones que se vinculen a este criterio implica considerar todas aquellas relacionadas a una disminución de la demanda en el consumo doméstico y un uso racional del riego; también implica el manejo de las reservas de agua subterránea con la finalidad de no someter a sobreexplotación el acuífero, en particular en las áreas de explotación intensiva (SAN, SAS y futuro SAO).
6. En aquellas cuencas o zonas donde el criterio vulnerabilidad del acuífero sea el que más aporta sería recomendable prestar atención al segundo criterio que le sigue en importancia, ya que la evaluación de la vulnerabilidad del acuífero realizada es de tipo intrínseca, no habiendo en ella parámetros que sean fácilmente modificables.
7. Si bien las acciones de tipo general se han categorizado en de concientización, técnicas, y político/administrativas no deberían considerarse de manera aislada, ya que las tres categorías interactúan y tienen influencias mutuas. A la hora de implementar acciones de detalle en cada cuenca o zona podría ser útil para una mejor planificación seguir este simple esquema de clasificación.

8. PROPUESTA DE UN SDSS RELACIONADO A LA GESTIÓN DEL PELIGRO DE CONTAMINACIÓN POR FUENTES PUNTUALES.

8.1. Objetivo y metodología del capítulo

Desarrollar un Sistema de Soporte a la Decisiones Espaciales (SDSS) que permita modificar y actualizar datos e información, utilizar modelos multicriterio para priorizar acciones, y efectuar o modificar la valoración del potencial de contaminación de fuentes puntuales en un entorno SIG.

La metodología utilizada para lograr el objetivo se explica a continuación.

8.2. Diseño e implementación del SDSS

En el marco teórico de esta tesis (Capítulo 2) ya se abordó la definición, estructura básica y principales componentes de un SDSS.

A lo largo de esta tesis se ha evidenciado que existen dos usuarios potenciales de la información generada durante el trabajo, por un lado, los gestores (en el ítem 7.1) y los investigadores de distintas ramas del conocimiento que participaron de los talleres (ítem 7.3.b); por otro lado el público en general, que es un sector de alta demanda de accesibilidad a la información (capítulo 6). En este sentido, para dar respuesta a estas demandas se tuvo en cuenta que los gestores y los investigadores tienen conocimientos de SIG y disponen de tecnología, y tienen conocimientos básicos de herramientas usuales de Microsoft. El público en general puede tener estos conocimientos o no, por eso se decidió dedicar una parte de este sistema a la generación de una herramienta de uso sencillo que permita visualizar información técnica.

Para el diseño del SDSS (Figura 8.1) se optó por un sistema de baja complejidad informática y que sigue un esquema Loose coupling, entendiendo por tal un esquema que combina las capacidades de modelos separados para funciones SIG y modelos multicriterio (MCDM) mediante la transferencia de archivos.

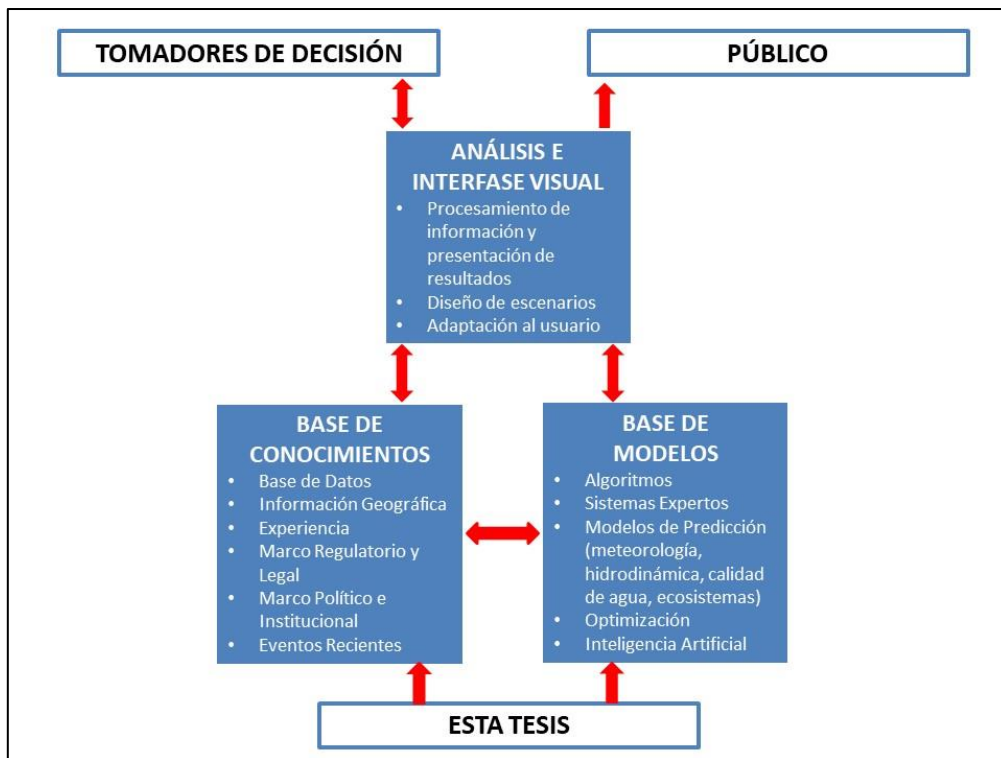


Figura 8.1. Esquema del diseño del SDSS. Fuente: modificado de Bereciartua (2003)

El modelo loose coupling si bien tiene la ventaja de su simplicidad informática, lleva a que (tal como indican Desai et al., 2009) para trabajar la interacción SIG-MCDM deba cambiarse entre el software SIG, el software de base de datos / hoja de cálculo, y el software MCDM muy a menudo.

Para esta tesis, se optó por un modelo loose coupling de tipo asincrónico y de uso tanto distribuido como centralizado (Sun y Li, 2016; Figura 8.2).

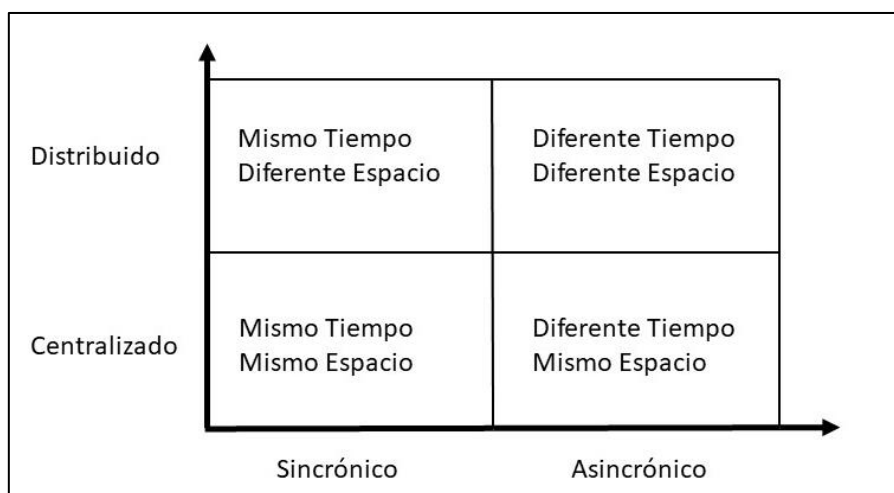


Figura 8.2. Clasificación basada en el tiempo y el espacio. Fuente: Sun y Li (2016)

Siguiendo la estructura mostrada en la Figura 8.1 se desarrollan los contenidos de los componentes del sistema implementado.

8.3. Base de conocimientos

8.3.a. Resumen para Decisores

Este documento contiene un resumen de lo realizado durante los talleres de aplicación del modelo multicriterio; de manera muy sintética se explica el trabajo realizado y se muestra el resultado obtenido (Figura 8.3).

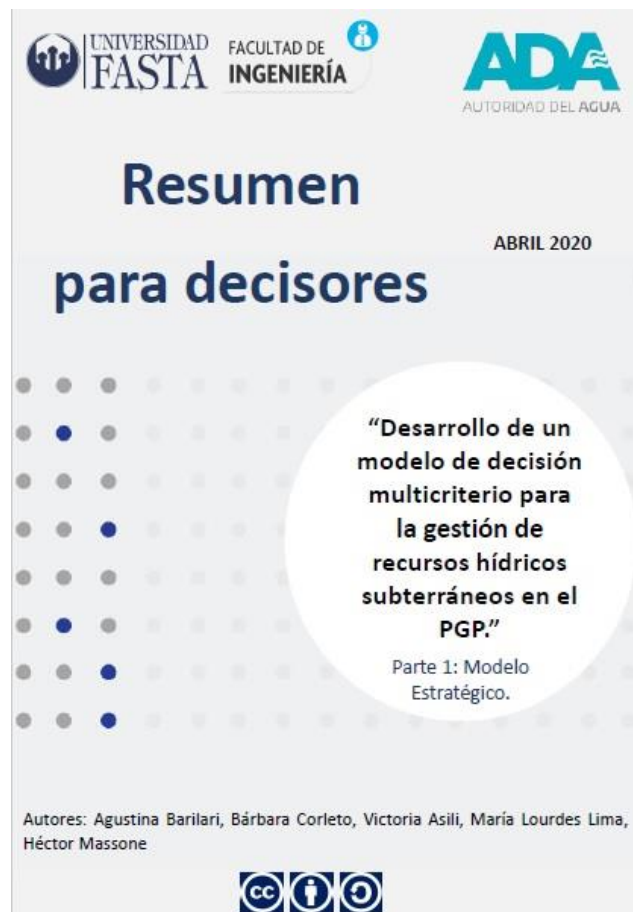


Figura 8.3. Portada del resumen para decisores

8.3.b. Información Geográfica

La información geográfica fue clasificada en función de lo recomendado por IDERA (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina, www.idera.gob.ar), que propone una clasificación de la información geográfica de tipo jerarquizada donde reconoce Datos Fundamentales, Datos Secundarios y Datos No Fundamentales (Figura 8.4). En total se presentan

39 archivos vector (en formato shp), 5 archivos raster y 44 archivos de metadatos en formato pdf.



Figura 8.4. Datos fundamentales, secundarios y no fundamentales. Fuente: IDERA (2019)

Datos fundamentales

Nivel 0: son los primeros en el proceso de producción, siendo esenciales para todos los conjuntos de datos subsecuentes. El proceso y análisis de estos por lo general están restringidos por cálculos geodésicos.

Nivel I: dependen de los de Nivel 0 para su creación. Están limitados por procesos de interpretación (por ejemplo, clasificación), y el grado de objetividad es alto. Esta categoría también incluye límites que son resultado de los procesos de decisión humana.

Nivel II: están relacionados con objetos hechos por el hombre (vías y otras infraestructuras). La definición es idéntica a la de Nivel I, pero sólo hace referencia a los objetos hechos por la mano del hombre.

Datos secundarios

Nivel III: son datos temáticos genéricos basados en datos primarios y derivados del análisis. Los datos en esta categoría son temáticos por naturaleza, pero de interés general y esencial para otros datos temáticos.

Datos no fundamentales

Nivel IV: son datos temáticos específicos derivados de análisis. En esta categoría se clasifican los datos que no están en los niveles de 0 a III. Los datos pueden ser cualitativos o cuantitativos.

Para facilitar el uso posterior de la información geográfica recopilada se la ha clasificado según el catálogo de objetos geográfico de IDERA (Figura 8.5), reconociendo clases, subclases, objetos y cada objeto geográfico se ha asociado al nivel que le corresponde (Tabla 8.1 y Tabla.8.2).

CÓDIGO	CLASE
01	INDUSTRIA Y SERVICIOS
02	GEOGRAFÍA SOCIAL
03	TRANSPORTE
04	HIDROGRAFÍA Y OCEANOGRAFÍA
05	GEOGRAFÍA FÍSICA
06	BIOTA
07	DEMARCACIÓN
09	DEFENSA Y SEGURIDAD
10	CLIMA Y METEOROLOGÍA
11	CATASTRO
12	UNIDADES GEOESTADÍSTICAS

Figura 8.5. Clases del catálogo de IDERA. Fuente: IDERA (2019)

Tabla 8.1. Catálogo de objetos geográficos vectoriales

Nombre de la capa	Código	Clase	Código	Subclase	Código	Objeto	Geometría	Descripción
Parque Industrial	01	Industria y Servicios	0102	Fabricación y Procesamiento	010205	Área de Fabricación y Procesamiento	Polígono	Área con instalaciones para producción o procesamiento de materias primas, transformándolas en bienes o productos utilizables en otras actividades. Incluye parques industriales, polos petroquímicos, entre otros.
Pozos OSSE	01	Industria y Servicios	0101	Extracción	010105	Pozo de agua	Punto	Excavación o perforación hecha en la tierra con el objetivo de extraer agua para diversos usos.
Áreas Frutihortícolas	01	Industria y Servicios	0103	Actividad Agropecuaria	010301	Área de Actividad Agrícola	Polígono	Área donde se realizan actividades productivas con el fin de obtener materias primas de origen vegetal a través de los cultivos sembrados.
SASH	01	Industria y Servicios	0107	Almacenamiento y Logística	010702	Tanque de Combustible	Punto	Depósito destinado a almacenar combustibles líquidos o gaseosos para su posterior utilización.
Criaderos	01	Industria y Servicios	0103	Actividad Agropecuaria	010306	Frigorífico, matadero	Punto	Establecimiento donde se lleva a cabo la faena de animales y / o el proceso productivo posterior a la matanza. Cuenta con cámara frigorífica en el predio en el que funciona y en él se pueden efectuar o no. Áreas de elaboración y / o industrialización.
Sitios de disposición final de residuos	01	Industria y Servicios	0108	Gestión de Residuos	010801/010802	Vertedero, basurero, relleno sanitario	Punto (polígono)	Área destinada al depósito de materiales de desecho, sin tratamiento previo o con tratamiento ingenieril

Canteras	01	Industria y Servicios	0101	Extracción	010107	Cantera	Punto	Explotación generalmente a cielo abierto de sustancias minerales de tercera categoría, a partir de la cual se obtienen rocas industriales, ornamentales y otros materiales. Una cantera puede tener más de una cava.
Industrias	01	Industria y Servicios	0102	Fabricación y Procesamiento	010201	Fabrica	Punto	Lugar que posee Instalaciones donde se realiza un conjunto de actividades técnicas destinadas a producir bienes materiales transformando materias primas. Incluye planta de ensamble, entre otros. No incluye astillero, matadero ni establecimiento agroindustrial.
Localidades	02	Geografía Social	0201	Asentamiento	020104	Planta Urbana	Polígono	Área urbana aproximada que incluye la zona contigua de amanzanamiento edificado, cuyos límites son reconocibles.
Salud	02	Geografía Social	0208	Salud	020801	Edificio de Salud	Punto	Construcción destinada a la asistencia de personas. Incluye hospital, sala de primeros auxilios, puesto asistencial, dispensario, entre otros.

Escuelas	02	Geografía Social	0206	Educación	020601	Establecimiento Educativo	Punto	Es la unidad institucional donde se registra la oferta educativa, cuya creación o autorización se registra bajo un acto administrativo - ley, decreto, resolución o disposición. Existe en él una autoridad máxima como responsable pedagógico administrativo, con una planta funcional asignada, para impartir educación a un grupo de alumnos. El establecimiento constituye la unidad organizacional que contiene en su interior a la/s unidades educativas, las cuales forman parte del establecimiento y se corresponden con cada uno de los niveles de enseñanza para los cuales se imparte educación. Un establecimiento puede funcionar en una o varias localizaciones geográficas. En caso de ser varias se compone de sede/s y anexo/s. Sede: es la localización donde cumple sus funciones la máxima autoridad pedagógica administrativa del establecimiento. La sede puede no tener alumnos. Anexo: es la localización donde funciona una sección o grupo de secciones que depende pedagógica y administrativamente de una localización sede y funciona en otro lugar geográfico (Ministerio
----------	----	------------------	------	-----------	--------	---------------------------	-------	--

								de Educación, Ciencia y Tecnología, 2018).
Cementerios	02	Geografía Social	0202	Equipamiento	020201	Cementerio	Punto	Espacio público o privado reservado para dar sepultura. Incluye cementerio parque, entre otros.
Rutas	03	Transporte	0302	Vial	030201	Red Vial	Línea	Trayecto diseñado con una superficie especialmente preparada, que se mantiene para ser usado por vehículos generalmente a motor.
Arroyos	04	Hidrografía y Oceanografía	0411	Aguas continentales	041103	Corriente de Agua	Línea	Flujo natural de agua que sigue los desniveles del terreno, siendo arreico o desembocando en otra corriente de agua, en un espejo de agua o en el mar.

Curvas de nivel	05	Geografía Física	0501	Hipsografía	050101	Curva de nivel	Línea	Línea que une puntos que tienen el mismo valor de altitud respecto al nivel medio del mar. También se la denomina isohipsa o curva hipsométrica.
Laguna de los Padres	05	Geografía Física	0513	Áreas Protegidas	051301	Área Protegida	Polígono	Área de tierra y / o mar destinada a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y de los recursos naturales y culturales asociados.
Límite General Pueyrredon	07	Demarcación	0701	Fronteras y Límites	070105	Límite interdepartamental o de partido	Línea/Polígono	Línea que constituye la representación de la traza demarcadora que delimita la jurisdicción de un departamento o partido de otro.
Barrios	07	Demarcación	0705	Planeamiento Urbano	070502	Barrios	Polígono	División geográfica de tercer orden (DGEyC-GCBA).
Ejido urbano	12	Unidades Geoestadísticas	1202	Áreas Urbanas Censales	120202	Envolvente Urbana	Línea/Polígono	Área comprendida por una o varias localidades censales cuya continuidad espacial determina que sean consideradas como una unidad o aglomerado urbano (INDEC, 2018).
Radios Censales	12	Unidades Geoestadísticas	1201	Divisiones Censales	120102	Radio Censal	Polígono	Unidad censal que forma parte de una fracción, definida por un espacio territorial con límites geográficos y una determinada cantidad de unidades de análisis a relevar (INDEC, 2018).

Periurbano	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Área periurbana de Mar del Plata	Polígono	Área que se extiende desde una línea señalada por el amanzanamiento, la presencia de agua potable por red y red cloacal y constituye una franja de territorio heterogéneo en el que se mezclan y yuxtaponen diferentes actividades económicas y de servicios con una población de características socioeconómicas diversas, pero identificadas con un común denominador de diferentes conflictividades (sociales, económicas, de convivencia de usos, etc.), hasta la línea que representa la agricultura y ganadería extensiva” (Ferraro et al. 2013)
Cuencas	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Cuencas Hidrográficas	Polígono	Se entiende como cuenca hídrica al territorio geográfico en el que las aguas que escurren superficialmente afluyen a un colector común (río) y son drenadas por éste. También puede desaguar a un cuerpo de agua (lago, laguna) o directamente en el mar. Topográficamente las líneas divisorias o de partición de las aguas superficiales constituyen el límite de las cuencas hídricas superficiales
Nivel Isofreatico	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Curvas isofreáticas	Línea	Línea que une puntos que tienen el mismo valor de cota del nivel freático (m.s.n.m).

Cavas Ladrilleras	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Cavas Ladrilleras	Punto	Explotación a cielo abierto de horizonte arcilloso en suelo, de escala artesanal desarrollada en predios de menos de 2ha.
Perímetros 50 días	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Perímetros de protección de pozos de abastecimiento público	Polígono	Área circundante a un pozo de abastecimiento que posee una regulación especial en relación al uso del suelo y que corresponde al área. Sus límites se fijan de acuerdo con el tiempo de tránsito desde la superficie hasta la zona de captación del agua, siendo para este caso 50 días.
Perímetros 100 días	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Perímetros de protección de pozos de abastecimiento público	Polígono	Área circundante a un pozo de abastecimiento que posee una regulación especial en relación al uso del suelo y que corresponde al área. Sus límites se fijan de acuerdo con el tiempo de tránsito desde la superficie hasta la zona de captación del agua, siendo para este caso 100 días.
Perímetros de 1 año	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Perímetros de protección de pozos de abastecimiento público	Polígono	Área circundante a un pozo de abastecimiento que posee una regulación especial en relación al uso del suelo y que corresponde al área. Sus límites se fijan de acuerdo con el tiempo de tránsito desde la superficie hasta la zona de captación del agua, siendo para este caso 365 días.
Reservas de Aguas Subterráneas	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Reservas Globales por cuenca	Polígono	En reservas globales de agua subterránea en hm ³ /año por cuenca

Extracción de agua para abastecimiento público	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Extracción para abastecimiento público	Polígono	Caudal en hm ³ /año extraído por los pozos de OSSE por cuenca
Extracción para riego suplementario poner dentro de cuenta	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Extracción para riego suplementario	Polígono	Caudal calculado en hm ³ /año extraído por las perforaciones de riego declaradas
Pozos ciegos domiciliarios	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Pozos ciegos por radio censal	Polígono	Cantidad de hogares con desagüe al inodoro que no sea a red pública (cloaca) por radio censal
Hogares sin acceso a agua de red	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Hogares sin acceso a agua de red por radio censal	Polígono	Cantidad de hogares con procedencia de agua que no sea por red pública por radio censal
Población	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Población por radio censal	Polígono	Cantidad de población por radio censal
Calidad de vivienda insuficiente	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Calidad de la vivienda insuficiente por radio censal	Polígono	Cantidad de viviendas con calidad constructiva insuficiente por radio censal
Jefes de hogar con primaria incompleta	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Jefes de hogar con primaria incompleta por radio censal	Polígono	Cantidad de Jefes de hogar que no completaron la escuela primaria por radio censal
Prioridad por zonas	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Zonas prioritarias para la gestión del agua subterránea	Polígono	Priorización de las zonas mediante el software CDP en función de necesidad de implementar medidas de gestión del agua subterránea
Prioridad por cuencas	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Cuencas prioritarias para la gestión del agua subterránea	Polígono	Priorización de las cuencas mediante el software CDP en función de necesidad de

								implementar medidas de gestión del agua subterránea
Índice de Peligrosidad	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Índice de Peligrosidad de contaminación del acuífero	Polígono	Índice obtenido a partir de la aplicación de la suma ponderada de las variables: carga contaminante potencial, modo de disposición del efluente y ubicación de la fuente puntual dentro de los perímetros de protección calculados
Espesor de ZNS	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Espesor de zona no saturada	Polígono	Representa la distancia, en metros, desde la superficie hasta el nivel freático

Tabla.8.2. Catálogo de objetos geográficos raster

Nombre de la capa	Código	Clase	Código	Subclase	Código	Objeto	Geometría	Descripción
MDE	05	Geografía Física	0501	Hipsografía	050103	Modelo Digital de Elevación	CELDA	Los modelos digitales de elevación (MDE) brindan información precisa sobre la altura, pendiente y topografía del terreno
Vulnerabilidad del acuífero	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero	CELDA	Índice de vulnerabilidad intrínseca del acuífero obtenido por la metodología DRASTIC
Fisicoquímico	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Potencial de pérdida de calidad fisicoquímica	CELDA	Representa la potencialidad de pérdida de calidad fisicoquímica del agua subterránea.
Bacteriológico	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Potencial de pérdida de calidad bacteriológica	CELDA	Representa la potencialidad de pérdida de calidad del agua subterránea por contaminación microbiológica a partir de los pozos ciegos
Agroquímicos	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Potencial de pérdida de calidad por agroquímicos	CELDA	Representa la potencialidad de pérdida de calidad por contaminación por agroquímicos.

Para cada objeto geográfico se construyó la página de metadatos basadas en IDERA (

Tabla 8.3).

Tabla 8.3. Ejemplo de planilla de metadatos

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Industrias		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Industria y Servicios		
4.1	DESCRIPCIÓN	Fábrica		
4.2	RESUMEN	Lugar que posee Instalaciones donde se realiza un conjunto de actividades técnicas destinadas a producir bienes materiales transformando materias primas. Incluye planta de ensamble, entre otros. No incluye astillero, matadero ni establecimiento agroindustrial.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Actividad Industrial - Contaminación – Agua Subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Massone, H., Corleto, B., Albornoz, D., Lima, M.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 XXV Congreso Nacional del Agua. Paraná.		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		

15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020
----	------------------------------------	------------

Además de contar con los archivos en formato shape y raster utilizados en esta tesis para ser descargados, los mismos fueron clasificados en 7 grupos temáticos a los fines de ser visualizados de manera más organizada en la plataforma Web- GIS QGIS Cloud (Figura 8.6):

Área de Estudio: en esta carpeta se encuentran compiladas las capas de información espacial que corresponden a las clases Industria y Servicios (Parque Industrial), Geografía Social (Escuelas, Salud y Localidades), Transporte (Rutas), Demarcación (Límite del Partido General Pueyrredon y Barrios) y Unidades Geoestadísticas (Ejido Urbano) del catálogo de IDERA y la capa Periurbano que no está contemplada en el mismo.

Geomorfología e Hidrología: aquí se encuentran las capas que corresponden a las clases Hidrografía y Oceanografía (Arroyos) y Geografía Física (Curvas de Nivel y Laguna de los Padres) del catálogo de IDERA y las capas Cuencas, Nivel Isfreático, Espesor de la Zona No Saturada (clasificada en 5 categorías) y Vulnerabilidad del acuífero (clasificada en alta, moderada y baja), que no se encuentran incluidas en el mismo.

Explotación del Acuífero: entre las capas de almacenadas en esta carpeta se encuentra la capa de Pozos de OSSE que corresponde a la clase Industrias y Servicios del catálogo de IDERA y las capas Extracción de agua para abastecimiento público, Extracción de agua para riego suplementario, Reservas de agua subterránea, Perímetros de 50 días, 100 días y 1 año, y Potencial pérdida de calidad bacteriológica, fisicoquímica y por agroquímicos (clasificadas en 3 categorías, alta, moderada y baja) que no están contempladas en el mismo.

Inventario de Fuentes puntuales: aquí pueden encontrarse las capas de las fuentes puntuales del PGP estudiadas en esta tesis, de las cuales SASH, Industrias, Criaderos, Sitios de Disposición de Residuos y Canteras pertenecen a la clase Industria y Servicios, Cementerios a la clase Geografía Social del catálogo de IDERA y Cavas ladrilleras que no se encuentra incluida en ninguna de las clases del catálogo.

Índice de Peligrosidad: en esta carpeta se encuentra una única capa donde pueden visualizarse la totalidad de las fuentes puntuales inventariadas clasificadas en 3 categorías según su Índice de Peligrosidad (verde, amarillo y rojo); esta capa no se encuentra incluida en ninguna de las clases del catálogo de IDERA.

Datos del Censo: en esta carpeta se incluye la capa de Radios Censales, contemplada en la clase Unidades Geoestadísticas del catálogo de IDERA y resto de las capas que presentan información del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda del 2010 (clasificadas en 3 categorías) con

respecto a Población, Pozos Ciegos Domiciliarios, Hogares sin acceso a agua de red, Jefes de Hogar con primaria incompleta y Calidad de la Vivienda insuficiente (no incluidas en ninguna clase del catálogo).

Modelos Multicriterio: por último, se incluyen las capas obtenidas a través de los resultados de los modelos multicriterio para Cuencas y Zonas (no incluidas en ninguna clase del catálogo de IDERA).

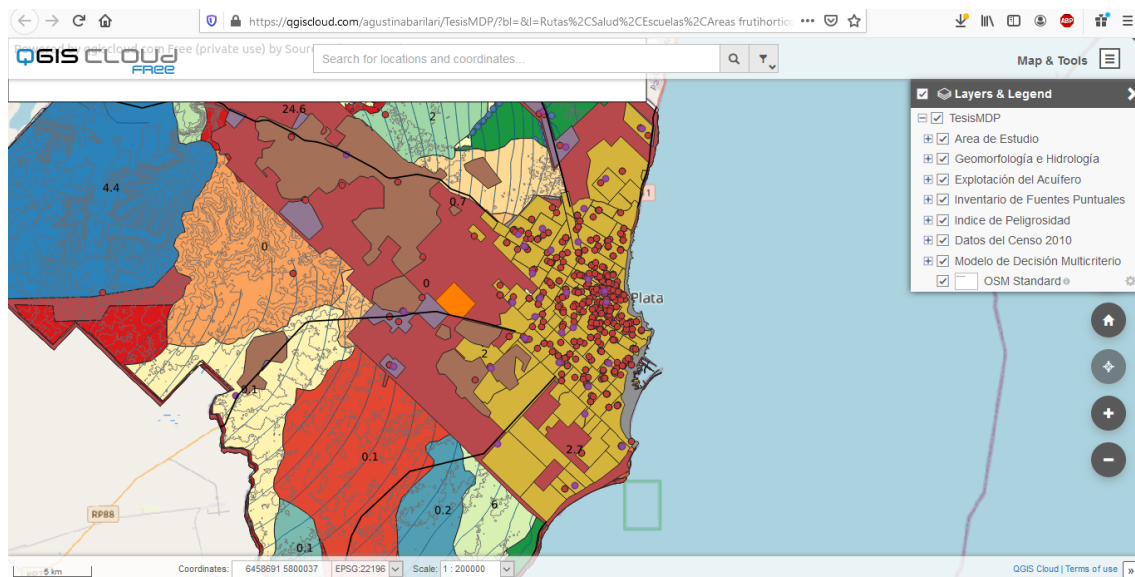


Figura 8.6. Visualización de capas en QGIS Cloud

8.3.b. Marco regulatorio y legal

Se incorpora la normativa relacionada con el proceso de gestión de la peligrosidad de contaminación del acuífero por fuentes puntuales, identificada en el capítulo 6; se incluyen 29 documentos en formato pdf con el contenido de cada normativa y un documento donde se evalúa el grado de cumplimiento de las recomendaciones/normativa.

8.3.c. Actores gubernamentales con responsabilidad en la gestión del peligro de contaminación del agua subterránea por fuentes puntuales.

Se incorporan los resultados de las entrevistas a los gestores (Capítulo 6) y las encuestas a los actores gubernamentales donde también se incluyen a investigadores (Capítulo 7).

8.4. Base de modelos

8.4.a. Software utilizados

Se ha considerado el uso de software libre; en el caso de SIG se trabajó con QGIS, por lo que el sistema remite a la página web de donde se puede descargar (www.qgis.com). En el caso del software para resolver modelos multicriterio se utilizó Criterium Decision Plus y de la misma manera se remite a la página de donde se puede descargar (www.infoharvest.com).

8.4.b. Planilla Excel para el cálculo del IP por fuentes puntuales

Mediante el uso de esta planilla es posible aplicar la metodología desarrollada en el capítulo 5 para calcular el IP de una fuente puntual determinada. Se incluye la macro para localizar aquellas fuentes puntuales que se encuentran dentro de los perímetros de protección seleccionados.

8.4.c. Resultados del modelo multicriterio

Se incluyen los archivos de los modelos multicriterio tanto para las alternativas zonas como cuencas, en formato CDP (Capítulo 7).

8.5. Análisis e interfase visual

La interfase del sistema se presenta como una página web anidada dentro de la página del grupo de Hidrogeología de la Universidad Nacional de Mar del Plata (<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/SSDaguasubterranea>); la misma está organizada en 4 secciones, siendo la primera la de inicio, luego la Base de Conocimiento, la Base de modelos y por último la visualización de mapas. A través de esta web los usuarios podrán visualizar los mapas, descargar la información utilizada para esta tesis y los softwares para generar nuevos resultados. Esta nueva información, si el usuario lo desea, podrá ser incorporada al sistema previo envío al administrador (agustinabarilari@gmail.com) a fin de que sea chequeada en términos de pertinencia y calidad.

En la primera sección se presenta el sistema (Figura 8.7), existiendo también un video explicativo de los puntos principales de la tesis (Figura 8.8).

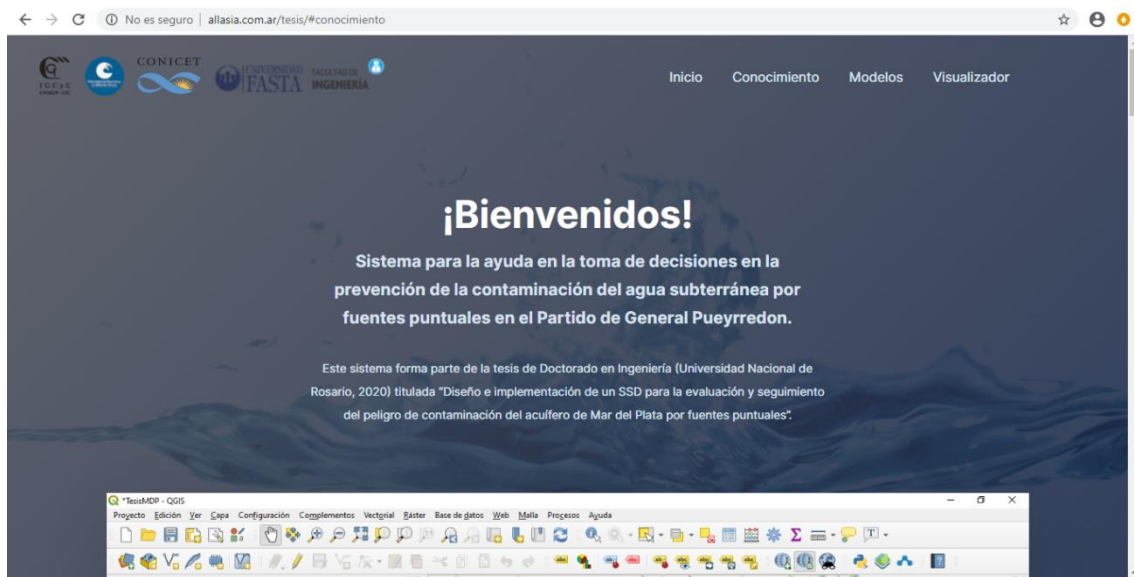


Figura 8.7. Sección de inicio de la página web



Figura 8.8. Video de síntesis de la tesis

En la sección de Base de Conocimiento (Figura 8.9) están compilados los archivos para descargar en distintos formatos (.pdf, .xls, .cdp, .shp).



Figura 8.9. Sección de base de conocimiento

En la tercera sección se encuentra la Base de modelos (Figura 8.10) donde, como ya se ha explicado, se encuentran los links para descargar los softwares a utilizar, la planilla MS Excel para el cálculo del IP y los modelos multicriterio por cuencas y zonas.



Figura 8.10. Sección de base de modelos

El sistema también presenta dos videos explicativos para los modelos de esta sección (Figura 8.11 y Figura 8.12).

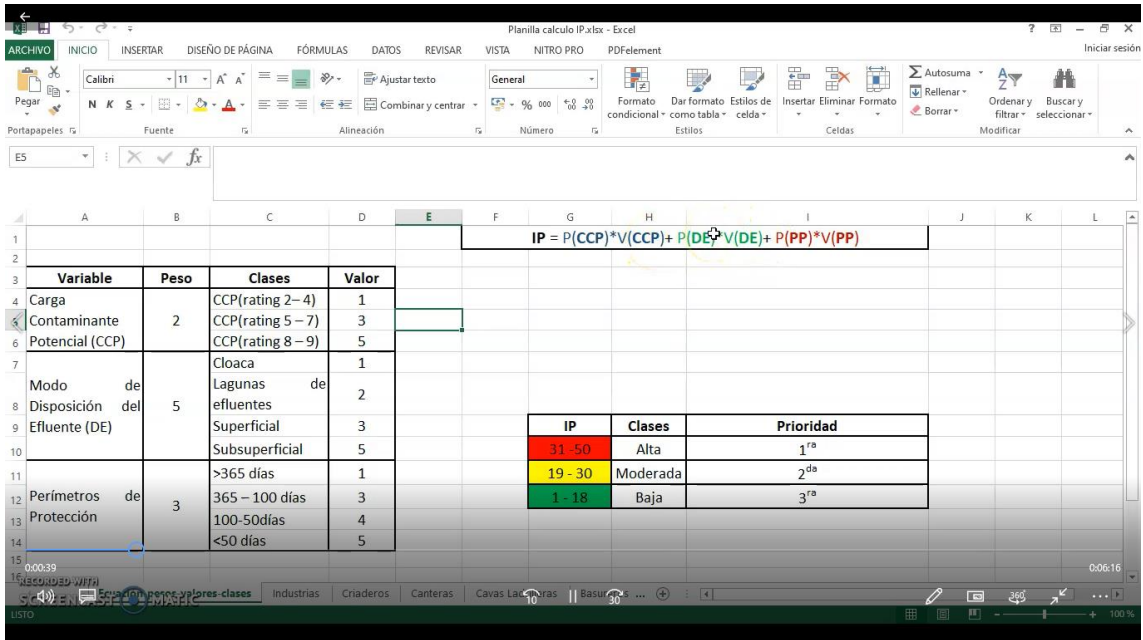


Figura 8.11. Video Planilla de cálculo del IP

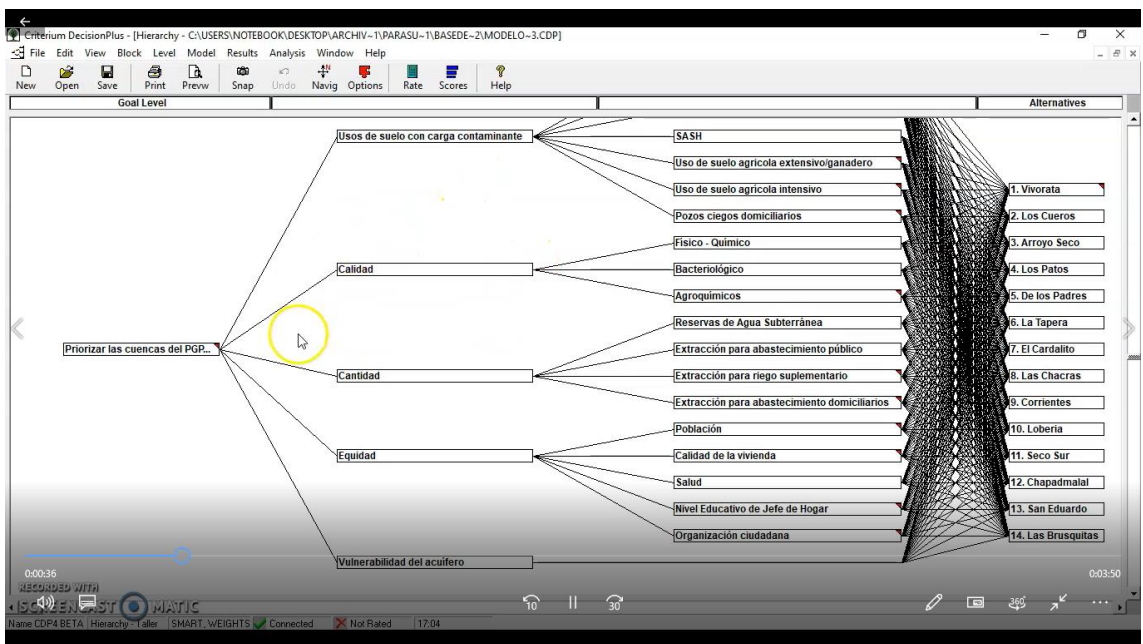


Figura 8.12. Video modelo multicriterio

Por último, en la cuarta sección puede accederse a la información espacial utilizada en el trabajo de tesis, a través de un link que redirecciona al usuario a la plataforma Web-GIS QGIS Cloud (Figura 8.13).

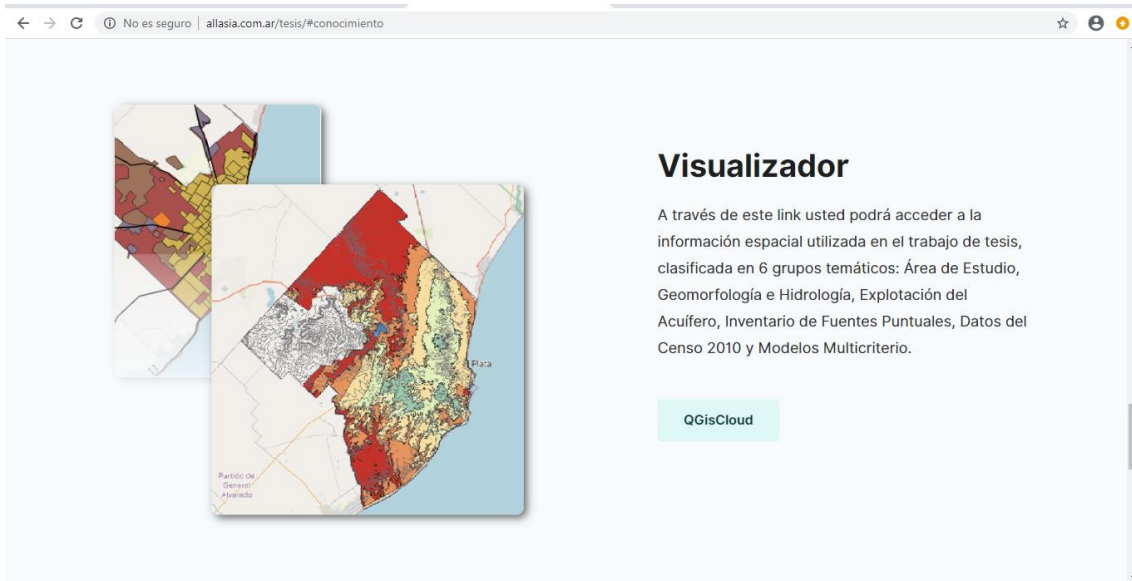


Figura 8.13. Sección de visualizador

9. CONCLUSIONES

A lo largo de esta tesis se ha hecho referencia a cómo las múltiples actividades que se desarrollan en un territorio afectan de una u otra forma a sus recursos hídricos; de ahí surge la necesidad de vinculación entre la gestión hídrica y la gestión territorial, recurriendo a prácticas sostenibles en todos los usos del suelo y en las actividades que se desarrollen en las cuencas hídricas. Esta dualidad gestión hídrica-gestión territorial se hace particularmente compleja en las áreas urbanas y periurbanas, muy especialmente en ciudades intermedias, como Mar del Plata (ciudad cabecera del Partido de General Pueyrredón). Por este motivo, el desarrollo de herramientas que contribuyan a la toma de decisiones en gestión hídrica resulta siempre importante y necesario.

Uno de los principales problemas asociados a la gestión hídrica es el deterioro de la calidad del agua subterránea por contaminación; en este sentido mucho se ha trabajado en el PGP en relación a las fuentes de contaminación de tipo difuso, no así en el caso de las puntuales.

La identificación de las fuentes puntuales realizada y la dificultad del municipio para poder controlar, con la misma eficiencia, a todas ellas, manifestada durante las entrevistas, dejó en evidencia la necesidad de generar un instrumento que permita priorizar las fuentes a controlar e identificar los pozos de extracción con mayor peligro de ser contaminados. El índice de peligrosidad desarrollado para ello (IP), permitió identificar 234 fuentes de contaminación con prioridad alta, 104 moderada y 494 con baja prioridad; también se identificaron 19 pozos de abastecimiento público con mayor grado de compromiso. La obtención de este índice mediante una planilla Excel resulta una herramienta sencilla y útil para la gestión. De la aplicación de esta metodología en el PGP, surge como necesario priorizar el seguimiento en los pozos del área urbana y como alternativa de gestión, prever su sustitución; la presencia de fuentes puntuales, en el área del Sistema Acueducto Oeste, debe ser considerada a los efectos de evitar interferencias con los nuevos pozos en construcción; a mediano plazo, las perforaciones de pozos del Sistema Acueducto Austral deben contemplar la ubicación de las fuentes puntuales presentes en el sector extremo suroeste de la zona periurbana. Estas recomendaciones serían una parte importante del proceso de gestión del peligro de contaminación del agua subterránea, especialmente considerando a las áreas servidas por los pozos públicos de OSSE.

Dentro del proceso de gestión del peligro de contaminación, las políticas públicas ocupan un lugar esencial, siendo las normativas un instrumento importante para ponerlas en práctica; a través de la sistematización de la normativa nacional, provincial y municipal, de lo recomendado por acuerdos internacionales, y de la realización de entrevistas, se logró identificar brechas entre

la teoría (normativa o guías) y la práctica (implementación) en el PGP. De este análisis, surgió que el 96,5% de las guías/normativas se enfoca en la etapa de prevención de la contaminación, mientras que la etapa de predicción es la menos referenciada; por otro lado, el 65,5% de las guías/normativas presenta brechas, generalmente multicausales, que pueden ser atribuidas en su mayoría a deficiencias en la gobernanza del agua. De las entrevistas realizadas resalta principalmente, como común denominador, la falta de recursos humanos y económicos con los que se ven afectadas las instituciones responsables del control de las fuentes puntuales en el PGP, así como la importante utilidad que tendría para algunos de los tomadores de decisión un sistema de información espacial. A partir de este análisis fue posible proponer medidas de gestión (de diferente factibilidad de implementación), que permitirían superar las brechas encontradas. Dentro de las de mayor factibilidad se destacan:

- “Contemplar en el Código de Ordenamiento Territorial la gestión de las aguas subterráneas y la planificación territorial basada en la evaluación del peligro de contaminación”
- “Mejorar el conocimiento del funcionamiento del sistema hidrológico local para optimizar el modelo conceptual existente”
- “Implementar el manual de elaboración de mapas de riesgo (Ley Nacional N°27287) adaptándolo al caso de contaminación de las aguas subterráneas”

Dentro de las de menor factibilidad se destacan:

- “Compatibilizar el desarrollo regional y sectorial, de acuerdo a los distintos usos, incrementando la disponibilidad del recurso y protegiendo su calidad, siguiendo los lineamientos que propone la Gestión Integrada de Recursos Hídricos”
- “Estandarizar la evaluación del peligro de contaminación del agua subterránea e incrementar las actividades de sensibilización”
- “Fortalecer la capacidad de control por parte de las autoridades locales. Alentar a los productores a certificar los productos y/o procesos como ambientalmente sostenibles”.

Esta propuesta se complementa con los resultados obtenidos en la encuesta a gestores e investigadores que participaron de los talleres desarrollados para esta tesis; en ella se presentaron nueve acciones de gestión para su jerarquización. Dentro de las acciones calificadas como “esta acción AYUDARIA MUCHO a mejorar la gestión del agua subterránea en el Partido” las tres más votadas fueron: “Mejorar el conocimiento del funcionamiento del sistema hidrológico local para optimizar el modelo conceptual existente, modelos de flujo de aguas subterráneas y el transporte de contaminantes potenciales”, “Elaborar un mapa de riesgo de

contaminación del agua subterránea para el Partido” y “Contemplar la incorporación en el Código de Ordenamiento Territorial de la relación entre uso del suelo y peligro de contaminación del agua subterránea”; asimismo en el ítem de respuesta libre los encuestados identificaron diez medidas de gestión con potencialidad de ser aplicadas en el Partido de las cuales una pertenece a la clase técnica-hidroológica, otra a la clase técnica-concientización ciudadana y ocho corresponden a acciones de índole administrativa/políticas, de las cuales cinco tienen también un componente técnico.

Las acciones de gestión propuestas anteriormente han sido pensadas a escala del PGP. Con el fin de discriminar territorialmente áreas con mayor necesidad de aplicación de unas u otras se implementó una evaluación multicriterio con instancias participativas, cuyo objetivo fue priorizar tanto cuencas (definidas geomorfológicamente) como zonas (definidas en función de aspectos administrativos y de explotación del acuífero) de acuerdo a la necesidad de gestión del recurso hídrico subterráneo. Del resultado de los modelos de cuencas y de zonas puede destacarse que las áreas con mayor prioridad corresponden a una parte importante del sector periurbano, donde coexisten múltiples usos de suelo; para el caso de cuencas, estas son Arroyo Seco, Los Patos, La Tapera, Los Cueros y de Los Padres y para el caso de las zonas las de mayor prioridad resultaron ser las identificadas como 4 y 5. En esta última definición hay una clara contribución del criterio cantidad con una amplia diferencia sobre los restantes; en el modelo por cuencas se observa que el criterio más importantes es el de equidad, aunque la diferencia sobre los restantes es mucho menos significativa que en el modelo anteriormente mencionado. En ambos casos, el criterio de uso de suelo con carga contaminante (dentro del cual se encuentran las fuentes puntuales como subcriterios) resultó ser de baja contribución al resultado. En el desarrollo de ambos modelos destacan potencialidades y restricciones; entre las principales restricciones que se encontraron en el modelo por cuencas cabe destacar los desajustes existentes entre los límites hidroológicos y los administrativos, y la exclusión del análisis de áreas que no integran cuencas propiamente dichas. Como principal potencialidad destaca la importancia que presenta el concepto de cuenca en la bibliografía referida a gestión integrada de recursos hídricos. Para el caso de zonas, entre las potencialidades se pueden mencionar que todo el PGP está incluido en el análisis, que las zonas al ser menos que las cuencas facilitan la toma de decisiones final y que su utilización disminuye los inconvenientes provenientes de las diferencias entre los límites hidroológicos y administrativos (particularmente radios censales); sin embargo como principal restricción se menciona el hecho que los límites de estas zonas tienen mucha mayor dinámica que los límites de cuencas; es decir, ante un cambio en la distribución de los radios censales o áreas de explotación es necesario redefinir las zonas.

El objetivo general de esta tesis pudo ser cumplido dado que se logró diseñar, generar e implementar un sistema de soporte a las decisiones espaciales en gestión de recursos hídricos subterráneos, relacionado con la evaluación del peligro de contaminación a partir de fuentes puntuales; el mismo permite obtener un índice de peligrosidad para una fuente puntual determinada, trabajar con un modelo multicriterio y acceder a una base de datos físicos y sociales del PGP en un entorno espacial de sistema de información geográfica. La página web utilizada como interfase de este sistema, resulta ser una herramienta de baja complejidad, que permite acceder al sistema a diversos tipos de usuarios, que pueden (de forma asincrónica) no solo descargar la información y los modelos utilizados en esta tesis, sino modificar o incluir nueva información. Finalmente, se concluye que durante el desarrollo de esta tesis se han analizado y trabajado satisfactoriamente las hipótesis planteadas y se ha cumplido con los objetivos específicos propuestos.

Recomendaciones Finales

Volviendo a las acciones de gestión mencionadas anteriormente se presentan algunas recomendaciones, en función de: a) los resultados del modelo multicriterio, b) los criterios utilizados y sus contribuciones, y c) la clasificación de las acciones como de capacitación, técnicas y administrativas/políticas, que pueden ser de utilidad para futuros trabajos en esta temática:

- a) En cuanto a los resultados del modelo multicriterio, estos se deben utilizar para identificar zonas o cuencas prioritarias para la implementación de las acciones; en una etapa inicial se considera suficiente diferenciar acciones en base a los criterios, pero acciones a escala de mayor detalle deben surgir de la combinación del análisis de criterios y subcriterios.
- b) Las acciones a implementar pueden ser apropiadas para trabajar más de un criterio, más allá de la importancia que haya tenido su contribución en el resultado final.
- c) Si bien clasificar las acciones en técnicas, de capacitación y administrativas/políticas contribuye a su mejor organización, no deberían considerarse de manera aislada, ya que las tres categorías interactúan y tienen influencias mutuas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero-Valverde, J., y Pujol-Mesalles, R. (2000). Análisis de vulnerabilidad a la contaminación de una sección de los acuíferos del Valle Central de Costa Rica. In VII Conferencia Anual Latinoamericana de Usuarios ESRI /Erdas y VI Conferencia Internacional de Topografía, pp. 20–22.
- Aguirre Curiel, M. (2019). Revisión Ambiental Inicial según Norma IRAM-ISO 14001:2015 aplicada a la elaboración de soluciones parenterales. Caso de estudio B. Braun Medical S.A. Proyecto Final de graduación. Facultad de Ingeniería, Universidad FASTA.
- Alberti, L., Colombo, L., y Formentin, G. (2018). Null-space Monte Carlo particle tracking to assess groundwater PCE (Tetrachloroethene) diffuse pollution in north-eastern Milan functional urban area. *Science of the Total Environment*, 621, pp. 326–339. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.253>
- Aller, L., Bennett, T., Lehr, J. B., Petty, R. J., y Hackett, G. (1987). DRASTIC : Standardized System for Evaluating Groundwater Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings. Oklahoma.
- Amirabdollahian, M., y Datta, B. (2013). Identification of Contaminant Source Characteristics and Monitoring Network Design in Groundwater Aquifers : An Overview, 2013(May), pp. 26–41. and risk assessment. *Hydrogeology Journal*, (28), pp. 463-466. <https://doi.org/10.1007/s10040-019-02090-0>
- Atucha, A. J., y Lacaze, M.V. (2018). Sectores Productivos. En Red Mar del Plata Entre Todos. Segundo Informe de Mar del Plata Entre Todos. Monitoreo ciudadano, para saber qué ciudad queremos, necesitamos saber qué ciudad tenemos, pp 240-247. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Red Mar del Plata Entre Todos.
- Auge, M. (2004). Vulnerabilidad de acuíferos, conceptos y métodos. *Hidrogeología Ambiental*. Sexto Curso de Posgrado. UBA. Inédito: pp. 1-278. Buenos Aires.
- Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*, 253(1), pp. 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.12.023>
- Baalousha, H. (2017). Vulnerability, probability and groundwater contamination risk. *Environmental Earth Science*, pp. 76-384.
- Balderacchi, M., Filippini, M., Gemitzi, A., Klove, B., Petitta, M., Trevisan, M., ... Gargini, A. (2014). Does groundwater protection in Europe require new EU-wide environmental quality

- standards ? *Frontiers in Chemistry*, 2(June), pp. 1–6.
<https://doi.org/10.3389/fchem.2014.00032>
- Barthel, R., Foster, S., y Villholth, K. G. (2017). *Approches interdisciplinaires et participatives: the key to effective groundwater management*. *Hydrogeology Journal*, 25(7), pp. 1923–1926.
<https://doi.org/10.1007/s10040-017-1616-y>
- Bereciartua, P. J., (2003). *Modelos Integrados de Gestión Modelos de Simulación, Sistemas Expertos y Sistemas Soporte de Decisión (Ssd)* Universidad de Buenos Aires Secretaría de Ciencia y Técnica Facultad de Ingeniería - Departamento de Hidráulica Instituto Argentino de Recursos Hídricos.
- Bernal Romero, S. (2018). *Modelo Multicriterio Aplicado a la Toma de Decisiones representables en Diagramas de Ishikawa*. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Bertolotti, M. I., Errazti, E., y Pagani, A. (2002). *El Sector pesquero del PGP*. In *Mar del Plata productiva: Diagnóstico y elementos para una propuesta de desarrollo local*, Mar del Plata: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales – CEPAL, pp. 40–54..
- Berumen, S. A., y Llamazares Redondo, F. (2007). *La utilidad de metodos de decisión multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente*. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. y Wisner, B. (2001). *At Risk: natural hazards. People's vulnerability and disasters*. New York: Routledge
- Bocanegra, E. (2008). *Estrategias de gestión del acuífero de Mar del Plata. Modelo conceptual y simulación bidimensional en planta*. Universidad Nacional de Rosario.
- Bocanegra, E. (2011). *Desarrollo de herramientas hidrogeoquímicas y numéricas aplicadas a la evaluación de la explotación del acuífero de Mar del Plata*. Universidad Nacional de Rosario.
- Bocanegra, E. y Custodio, E. (1994). *Utilización de acuíferos costeros para abastecimiento. Dos casos de estudio: Mar del Plata (Pcia. de Buenos Aires, Argentina) y Barcelona (Cataluña, España)*. *Ingeniería del Agua*. Vol. 1 Num. 4:49-78.
- Bocanegra, E., Martínez, D.E., Massone, H.E., y Cionchi J.L. (1993). *Exploitation effect and salt water intrusion in the Mar del Plata aquifer, Argentina*. *Proceedings of the XII Saltwater Intrusion Meeting*, Custodio and Galofré edits., pp. 177-191. CIMNE, Barcelona.
- Bonome, M. G. (2009). *La racionalidad en la toma de decisiones: análisis de la teoría de la decisión de Herbert a. simon*. (C. Seco Lopez y P. P. Otero, Eds.). Netbiblo, S. L.

- Burby, R., (1998). *Cooperating with Nature. Confronting natural hazards with land-use planning for sustainable communities*. Joseph Henry Press, Washington, pp. 356.
- Burgos, J.J., y Vidal, A.L. (1951). Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. *Meteoros* 1, pp. 1–32.
- Buzai, G. D., y Baxendale, C. A. (2013). Aportes del análisis geográfico con sistemas de información geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial, XXVII, pp. 113–141.
- Cardona, O. (2003). *Indicadores para la gestión de riesgos. Programa de información e indicadores para la gestión de riesgos (BID_CEPAL_IDEA)*, Manizales, Colombia.
- Carrica, J., Albouy, E. R., Lexow, C., Carrica, L., y Silva, G. (2017). Delimitación de perímetros de protección de la contaminación de los pozos de explotación de agua subterránea ubicados en las cercanías de Cabildo, prov. de Buenos Aires. En *PROIMCA-PRODECA 2017*. Bahía Blanca.
- Castillo Rosas, J. D., Jiménez Vélez, A., Monguet Fierro, J. M., y Nuñez Andrés, M. A. (2015). Conceptualización y Desarrollo de un Sistema para el Soporte a la Decisión Espacial Colectiva *Conceptualisation and Development of a Collective Spatial Decision Support System The Geospatial System of Collective Intelligence*. In *CISTI 2015: Iberian Conference on Information Systems and Technologies*, pp. 176–179. Aveiro: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- Conroy, M.J., y Peterson, J. (2013). *Decision Making in Natural Resource Management: A Structured, Adaptive Approach*. *Decision Making in Natural Resource Management: A Structured, Adaptive Approach*. 10.1002/9781118506196.
- Consejo Hídrico Federal (2003). *Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina. Fundamentos del Acuerdo Federal del Agua*. Retrieved from: www.cohife.org/advf/documentos/2015/10/561b1c0da79ae.pdf
- Dalla Salda, L., y Iñíguez Rodríguez, A.M. (1979). La Tinta, Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires. *7 Congreso Geológico Argentino*, 1, pp. 539-550, Neuquén.
- Davila Porcel, R. A., y Covarrubias Perez, G. C. (2017). Integrated water resources management and the Mexican prospects. *Environmental Earth Sciences*, pp. 76–390. <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6633-6>

- Del Río, J. L., Massone, H., y Cionchi, J.L. (1995). Mapa geomorfológico. En del Río, et al. edit. Carta Ambiental del Partido de General Pueyrredon. Tomo 1. Etapa de Inventario. Informe Inédito, pp. 33-40.
- Del Río, L., Caballé, M., Osterrieth, M., Kirilovsky, E., Bó, M. J., Denisienia, N., y Álvarez, J. (2007). Aplicación de índices de calidad ambiental para recuperación de canteras en zonas periurbanas (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Congreso Internacional sobre Desarrollo, Medio Ambiente y Recursos Naturales: sostenibilidad a múltiples niveles y escalas. pp. 918-928.
- Desai, C., Patil, M., Mahale, V., & Umrikar, B. (2009). Role of geographical information as data source to the decision support system. *Advanced in Information Mining*, 1(2).
- Döll, P., Hoffmann-dobrev, H., Portmann, F. T., Siebert, S., Eicker, A., Rodell, M., ... Scanlon, B. R. (2012). Impact of water withdrawals from groundwater and surface water on continental water storage variations. *Journal of Geodynamics*, 59–60, pp. 143–156. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2011.05.001>
- Dosso, R. (2003). La ciudad intermedia como producto urbano – turístico. Conflictos y Estrategias de Acción en el mercado turístico de ciudades. En IV Seminario Internacional de Estudios Urbanos. Centro de Investigaciones Geográficas. FCH. UNC. Tandil. pp. 1–26. Tandil.
- Dourojeanni, A. C. (2010). PROTOCOLOS, LINEAMIENTOS, DEFINICIONES APLICABLES A LA GESTION INTEGRADA DE RECURSOS HIDRICOS POR CUENCA HIDROGRÁFICA.
- Dourojeanni, A., y Jouravlev, A. (2001). Recursos naturales e infraestructura. Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua. Santiago de Chile.
- Ducci, D. (2000). GIS Techniques for Mapping Groundwater Contamination Risk. *Natural Hazards*, (1956), pp. 279–294.
- Edwards, W. (1977). How to use multiattribute utility measurement for social decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics SMC-7:5*, pp. 326–340.
- ENOHSA. (2016). Estudio de impacto ambiental sistema acueducto oeste – Mar del Plata Abril 2016 Capítulo 4.
- EPA. 1972. Clean Water Act. Pub. L. No. 92-500, 86 Stat. 816, 33 U.S.C 1251.
- Expósito, J.L., Esteller, M.V., Paredes, J., Rico, C., y Franco, R. (2010). Groundwater Protection Using Vulnerability Maps and Wellhead Protection Area (WHPA): A Case Study in Mexico. *Water Resour Manage*, 24, pp. 4219–4236.

- Fábrega, J. R., Guan, Y., Janusz-Pawletta, B., Kileshye-Onema, J. M., y Hiroo Saito, C. (2016). Integrated water resources management tool box teaching manual. Estocolmo: GWP.
- Fernández Barberis, G., y Escribano Ródenas, M. del C. (2012). La Ayuda a la Decisión Multicriterio: orígenes, evolución y situación actual. In *Historia de la Probabilidad y la Estadística VI*, pp. 243–260. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Ferraro, R., Zulaica, L. y Echechuri, H. (2013). Perspectivas de abordaje y caracterización del periurbano de Mar del Plata, Argentina. En *Letras Verdes. Ecología urbana*. FLACSO Sede Ecuador. Programa de Estudios Socioambientales, pp. 19-40. ISSN: 1390-6631
- Ferretti, V., y Montibeller, G. (2016). Key challenges and meta-choices in designing and applying multi-criteria spatial decision support systems. *Decision Support Systems*, 84, pp. 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2016.01.005>
- Ferretti, V., y Pomarico, S. (2013). Ecological land suitability analysis through spatial indicators : An application of the Analytic Network Process technique and Ordered Weighted Average approach. *Ecological Indicators*, 34, pp. 507–519. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.06.005>
- Fienen, M. N., y Arshad, M. (2016). The International Scale of the Groundwater Issue. In A. J. Jakeman (Ed.), *Integrated Groundwater Management*, pp. 21–48. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23576-9>
- Fikru, M.G. (2014). International certification in developing countries: The role of internal and external institutional pressure. *Journal of Environmental Management*, 144, pp. 286-296.
- Foster, S. S. D., y Chilton, P. J. (2004). Downstream of downtown : urban wastewater as groundwater recharge. *Hydrogeology Journal*, 12, pp. 115–120. <https://doi.org/10.1007/s10040-003-0296-y>
- Foster, S., Garduño, H., Tuinhof, A., y Tovey, C. (2010). Groundwater governance conceptual framework for assessment of provisions and needs. GW.MATE. Strategic Overview Series Number 1. Pp:16.
- Foster, S., Hirata R., y Howard, K. (2011). Groundwater use in developing cities: policy issues arising from current trends. *Hydrogeology Journal*, 19, pp. 271–274. DOI 10.1007/s10040-010-0681-2
- Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elia, M., y Paris, M. (2002). *Proteccion de la Calidad del Agua Subterranea*. Washington, D.C.

- Foster, S., y Ait-kadi, M. (2012). Integrated Water Resources Management (IWRM): How does groundwater fit in? *Hydrogeology Journal*, 20, pp. 415–418. <https://doi.org/10.1007/s10040-012-0831-9>
- Foster, S., y Garduño, H. (2013). Groundwater-resource governance : Are governments and stakeholders responding to the challenge ?, pp. 317–320. <https://doi.org/10.1007/s10040-012-0904-9>
- Foster, S., y Sage, R. (2017). Groundwater science in water-utility operations : global reflections on current status and future needs, pp. 1233–1236. <https://doi.org/10.1007/s10040-017-1602-4>
- Frenguelli, J. (1950). Rasgos generales de la morfología y laseología de la provincia de Buenos Aires. Publicaciones LEMIT, Serie 2 (33), pp. 1-72. La Plata.
- Fulop, J., Roth, D., y Schweik, C. (2006). What is meant by “decision-making” in the context of eco-informatics?
- Garces Ortega, J. H. (2015). Aplicación de Evaluación Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica para el modelado de la capacidad de acogida para la localización de viviendas de mediana densidad. Caso de estudio Cuenca del río Guadalajara (Valle del Cauca). Universidad del Valle.
- García Cascales, M. del S. (2009). Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y “Soft Computing.” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.
- García, J., y García, O.M. (1964). Hidrogeología de la región de Bahía Blanca (provincias de Buenos Aires y La Pampa). Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 96, pp. 1-94. Buenos Aires.
- García, M.C. (2009). El clima urbano costero en la zona atlántica comprendida entre 37° 40' y 38° 50 S y 57° 59' W. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.
- Gennero de Rearte, A., y Baltar, F. (2002a). Rama textil. In *Mar del Plata productiva: Diagnóstico y elementos para una propuesta de desarrollo local*. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales – CEPAL, pp. 63–70.
- Gennero de Rearte, A., y Liseras, N. (2002b). Rama alimenticia no pesquera. In *Mar del Plata productiva: Diagnóstico y elementos para una propuesta de desarrollo local*. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales – CEPAL, pp. 55–62.

- Gennero de Rearte, A., y Liseras, N. (2002c). Rama química. In *Mar del Plata productiva: Diagnóstico y elementos para una propuesta de desarrollo local*. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales – CEPAL, pp. 78–82.
- Gibbs, M., Maier, H., y Dandy, G. (2012). *Development of Decision Support Frameworks for Water Resource Management in the South East Technical Report Series No . 12 / 3*. Adelaide.
- Gomes Mota, P. J. (2013). *Comparative Analysis of Multicriteria Decision Making Methods*. Universidad Nova de Lisboa.
- González Insua, M. y Ferraro, R. (2015). Los residuos sólidos urbanos en Mar del Plata, Argentina: ¿problema ambiental o insumos para la industria?. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17, pp. 57- 85.
- González, N. (2005). Los ambientes hidrogeológicos de la Provincia de Buenos Aires. In *XVI Congreso Geológico Argentino, Relatorio*, pp. 359–374. La Plata.
- Graña, F. (2002). Rama metalmecánica. In *Mar del Plata productiva: Diagnóstico y elementos para una propuesta de desarrollo local*. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales – CEPAL, pp. 71–77.
- GWP (2000) *Integrated water resource management: TAC Back- ground Paper*. In: *Global Water Partnership* (ed), 2000 edn. Global Water Partnership, Stockholm
- GWP. (2009). *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. Global Water Partnership.
- Howard, K. W. F. (2012). *Urban-rural tensions Groundwater Governance - A Global Framework for Action*.
- IDERA. (2019). *Estructura del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Documento Técnico, versión 3*. Grupo de Trabajo de Información Geoespacial, pp. 18.
- INDEC. *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010*. Base de datos REDATAM.
- InfoHarvest. (1999). *Criterion Decision Plus (CDP)*. <http://www.infoharvest.com/ihroot/index.asp>
- Janza, M. (2014). *A decision support system for emergency response to groundwater resource pollution in an urban area (Ljubljana, Slovenia)*. Published online. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. *Environ Earth Sci* (2015) 73, pp. 3763–3774.
- Jenks G. (1977). *Optimal data classification for choropleth maps*. Department of Geography occasional paper no. 2, University of Kansas, Lawrence, Kansas.

- Jenks G., y Caspall, F. (1971). Error on choropleth maps: definition, measurement, and reduction. *Ann Assoc Am Geogr* 61(2), pp. 217-244.
- Jumadi, J., Widiadi, S., Priyana, Y., y Sigit, A. A. (2011). Development of Web-Based SDSS for Groundwater Resources Management. In *Asia Geospatial Forum*. Jakarta. <https://doi.org/10.13140/2.1.4370.7844>
- Keeney, R. L. (2004). Making Better Decision Makers. *Decision Analysis*, 1(4), 193–204. <https://doi.org/10.1287/deca.1040.0009>
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., y Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.*, 15, pp. 259-263. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130.
- Kruse, E. (1986). Aspectos geohidrológicos de la región sudoriental de Tandilia. Cuencas de los Arroyos Vivotará, Las Brusquitas y El Durazno. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XLI* (3-4), pp. 367-384. Buenos Aires.
- Lacaze, M. V., Atucha, A. J., Bertolotti, M. I., Gualdoni, P. A., Labrunee, M. E., Lopez, M. T., ... Volpato, G. G. (2014). Producto Bruto Geográfico del Partido de General Pueyrredon (Noviembre). Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Lavoie, R., Joerin, F., Vansnick, J., y Rodriguez, M. J. (2015). Integrating groundwater into land planning : A risk assessment methodology. *Journal of Environmental Management*, 154, pp. 358–371. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.020>
- Lima M.L., Massone H., Barilari A., Albornoz D. y Vivar J. (2011). Aplicación de métodos de clasificación espacial en la vulnerabilidad de acuíferos en zona de llanura. VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano- Latinoamericano sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea. 1ª Edición. Buenos Aires: Asociación Civil Grupo Argentino de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos - AIH. 44-51 ISBN 978-987-27407-0-2. Impreso en Salta.
- Lima, M. L., Barilari, A., Corleto, B., Albornoz, D., Massone, H., Fresta, P., ... Veras, P. (2016). EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL PELIGRO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA A PARTIR DE FUENTES PUNTUALES EN EL PARTIDO DE GENERAL PUEYRREDÓN, PROVINCIA DE BUENOS AIRES. In IX CONGRESO ARGENTINO DE HIDROGEOLOGÍA, pp. 200–207. Catamarca.
- Lima, M. L., Barilari, A., Corleto, B., Albornoz, D., Massone, H., Fresta, P., ... Damiano, F. (2017). APLICACIÓN DE TÉCNICAS MULTICRITERIO EN ESTUDIOS DE SISTEMAS HÍDRICOS EN EL

- PARTIDO DE GENERAL PUYPREDÓN. PROVINCIA BUENOS AIRES, ARGENTINA. In XXVI Congreso Nacional del Agua, pp. 219–226. Córdoba.
- Lima, M. L., Romanelli, A., Calderon, G., y Massone, H. E. (2019). Multi-criteria decision model for assessing groundwater pollution risk in the urban-rural interface of Mar del Plata City (Argentina). *Environmental Monitoring and Assessment*, (6), pp. 191–347. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7485-1>
- Lima, M. L., Romanelli, A., y Massone, H. E. (2013). Decision support model for assessing aquifer pollution hazard and prioritizing groundwater resources management in the wet Pampa plain, Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(6), pp. 5125–5139. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2930-4>
- Lima, M. L., Romanelli, A., y Massone, H. E. (2015). Assessing groundwater pollution hazard changes under different socio-economic and environmental scenarios in an agricultural watershed. *Science of the Total Environment*, 530–531, pp. 333–346. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.05.026>
- Llamas, S. (2019). *Gestión Ambiental*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo.
- Lucero, P., Rivière, I., Ares, S., Aveni, S., Bruno, M., Celemín, J. P., Mikkelsen, C., Sagua, M., y Sabuda, F. (2010). Atlas digital socio-territorial de Mar del Plata y el partido de General Pueyrredón. En: *Primeras Jornadas de las Nuevas tecnologías de la Información geográfica del sur argentino*. Bahía Blanca, 15 al 17 de noviembre de 2010, UNS.
- Machiwal, D., Jha, M. K., Singh, V. P., y Mohan, C. (2018). Assessment and mapping of groundwater vulnerability to pollution: Current status and challenges. *Earth-Science Reviews*, 185(August), pp. 901–927. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.08.009>
- Malczewski, J. (1997) *Spatial Decision Support Systems*, NCGIA Core Curriculum in GIScience.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. New Jersey: John Wiley y Sons
- Manzano, F. A., y Velazquez, G. A. (2015). La evolución de las ciudades intermedias en la argentina. *Revista Geo UERJ* |, 27, pp. 258–282.
- Márcia M. G., Alcoforado de Moraes, B. E., Martins de Albuquerque, F. C. A., Gomes de Amorim F., y Souza da Silva, G. (2014). SSD espacial para la gestión óptima de sistemas de recursos hídricos incorporando modelos hidroeconómicos. En: *Uso de Sistemas Soporte a la Decisión en Planificación y Gestión Integradas de Recursos Hídricos. Metodologías y Experiencias prácticas*. ISBN 8978-8-426-72161-7.

- Martínez, G.A. (1998). Identificación de Paisajes Relictuales del Pleistoceno Tardío-Holoceno con Imágenes Ópticas y de Radar en el Sudeste de la Provincia de Bs. As. V Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Mar del Plata, 9-11 diciembre 1998. Actas Vol 1, pp. 103-109.
- Massone, H.E., y Sagua M. (2005). La Integración de la Vulnerabilidad Social en la Evaluación del Riesgo de Contaminación de Acuíferos (The Integration of Social Vulnerability in the aquifer pollution assessment risk). IV Congreso Argentino de Hidrogeología y II Seminario Hispano Latinoamericano sobre Temas Actuales de Hidrología Subterránea. Actas, pp. 201-210. Rio Cuarto, Córdoba.
- Massone, H. E., Paris, M., Yongxin, X., y Nel, J. (2011). Estrategias de prevención de contaminación del agua subterránea. El uso de perímetros de protección de pozos en Argentina. En V Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la hidrogeología subterránea. Salta.
- Massone, H. E., y Grondona, S. (2018). Agua, Saneamiento y Drenaje. En Red Mar del Plata Entre Todos. Segundo Informe de Mar del Plata Entre Todos. Monitoreo ciudadano, para saber qué ciudad queremos, necesitamos saber qué ciudad tenemos, pp 54-75. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Red Mar del Plata Entre Todos.
- Massone, H., Quiroz Londoño, M., Tomas, M., y Ferrante, A. (2007). Evaluación de la vulnerabilidad de acuíferos en cuencas de llanura periserranas. Estudio de caso, Balcarce, Provincia de Buenos Aires. V Congreso Argentino de Hidrogeología. Actas, 149-158. ISBN: 978-987-23936-3-2. Paraná, Argentina, 16 al 19 de octubre de 2007.
- Massone, H.E. (2013). El concepto de riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Un análisis de sus perspectivas y alcances. En: Gonzalez, et.al (Eds.): Agua Subterránea, Recurso Estratégico. Tomo III. ISBN: 978-987-1985-03-6, EDULP, pp. 271-278.
- Massone, H.E. y Barilari, A. (2019). Groundwater pollution: a discussion about vulnerability, hazard
- Massone, H.E., Corleto, B., Albornoz, D., Lima, M.L., Pertini, I., Damiano, F., Barilari, A., y Fresta, P. (2015). Inventario de fuentes puntuales de contaminación potencial del agua subterránea. Caso de estudio Mar del Plata. En XXV Congreso Nacional del Agua. Paraná.
- Massone, H.E., Del Río, J.L., Fajardo, D., Cionchi, J.L., Martínez, D.E., y Bocanegra, E. (1993). Los residuos sólidos domiciliarios del Partido de General Pueyrredón (Provincia de Buenos Aires) desde una perspectiva geológico-ambiental. Parte I: Aplicación de la cartografía geocientífica a la Página: 39 selección de los sitios de disposición final. XII Cong. Geol. Arg., Actas VI, pp. 303-310. Mendoza.

- Massone, H.E., Lima, M. L., Barilari, A., Corleto, B., Albornoz, D., Fresta, P., ... Meschino, G. (2019). Sistema de soporte de decisión para evaluar fuentes puntuales de contaminación al acuífero. *Revista Argentina de Ingeniería*, 14, pp. 100–106.
- Massone, H.E., Meschino, G., Lima, L., Albornoz, D., Barilari, A., y Damiano, F. (2013). Aplicación de lógica difusa en la evaluación de vulnerabilidad de contaminación del agua subterránea. In VIII Congreso Argentino de Hidrogeología y VI Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología subterránea. La Plata.
- Massone, H.E., y Martínez, D. (2008) . Consideraciones metodológicas acerca del proceso de gestión del impacto y riesgo de contaminación de acuíferos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, (12), pp. 9–21.
- Mazorra, X., Heyn, I., Baldi, L., y Beccaria, A. (2005). Área Económica Local de Mar del Plata. 7º Congreso de Estudios del Trabajo. Buenos Aires: ASET.
- McKinney, D.C.; Cai, X., y Maidment, D.R. (1997). A prototype GIS-Based Decision Support System for River Basin Management. *ESRI International User Conference Proceedings*.
- Muñoz Medina, B., y Romana García, M. (2016). Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras de transporte. *Pensamiento Matemático*, 6(2), pp. 27–45.
- Nieto, N. (2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. *Política y Cultura*, (36), pp. 157–176.
- Obras Sanitarias Sociedad de Estado (2019). Cobertura. Recuperado de <http://www.osmgp.gov.ar/osse2/index.php/autoridades/>
- Obras Sanitarias Sociedad de Estado. (2006). Sistema acueducto oeste de provisión de agua potable ciudad de Mar Del Plata, Parte 1. Marco del Proyecto, Anexo 1. Plan Director. Presentación para el Programa PAYS-ENOHSA.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). *Guidelines for drinking-water quality*. 4th edition, incorporating the first addendum. Geneva: WHO.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2011). Desafíos de gobernabilidad multinivel en el sector del agua de ALC. In *OECD. Gobernabilidad del Agua en América Latina y el Caribe: Un enfoque multinivel*. OECD Publishing. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/9789264079779-6-es>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2020). *Gobernanza del Agua en Argentina*. OECD Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/53ee8b2e-es>.
- Ostrom, E. 2008. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.
- Pacheco, J.F., y Contreras, E. (2008). *Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos*. ILPES, Serie Manuales N° 58, pp. 111. Santiago de Chile.
- Paiqa, P., y Delerue-Matos, C. (2016). Determination of pharmaceuticals in groundwater collected in five cemeteries areas (Portugal). *Sci Total Environ*, 569, pp. 16 - 22.
- Pallarés, J. R. (2015). *Métodos de decisión multicriterio ELECTRE y TOPSIS aplicados a la elección de un dispositivo móvil*. Universidad de Sevilla.
- Paoli, C. G., Paris, M., Rodriguez, V., Pérez, M., y D'Elia, M. (2018). Las aguas subterráneas en la ley de aguas de la provincia de Santa Fe. In R. García, E. Castro, O. Tujchneider, V. Rocha Fasola, M. Rangel Medina, R. Hirata, ... A. Manganelli (Eds.), *Acuíferos transfronterizos. El agua subterránea. Planificación y gestión*, Primera Ed, pp. 229–236. Editorial de la Universidad Nacional de Salta.
- Paris, M. del C., D'Elía, M., Pérez, M., y Pacini, J. (2017). Wellhead protection zones for sustainable groundwater supply. *Sustainable Water Resources Management*, 5(1), pp. 161–174. <https://doi.org/10.1007/s40899-017-0156-x>
- Peña, H., y Solanes, M. (2002). *Gobernabilidad efectiva del agua en las Américas - Un tema crítico*. Sweden: GWP.
- Pierce, S. A., Sharp Jr, J. M., y Eaton, D. J. (2016). Decision Support Systems and Processes for Groundwater. In J. Jakeman (Ed.), *Integrated Groundwater Management*, pp. 639–665. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23576-9>
- Pochat, V. (2008). *Principios de gestión integrada de los recursos hídricos bases para el desarrollo de planes nacionales*.
- Pontrelli Albisetti, M. (2017). *Riesgo asociado a eventos extremos de precipitación en Mar Del Plata estrategias para una gestión sustentable*. Universidad Nacional del Sur.
- QGIS Development Team. (2018). *QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project*. <https://qgis.org>.
- Rahaman, M. M., y Varis, O. (2017). *Integrated water resources management : evolution, prospects and future challenges*. *Integrated water resources management : evolution, prospects and*

- future challenges. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 1(1), pp. 15–21.
<https://doi.org/10.1080/15487733.2005.11907961>
- Ramírez, A. M. (2007). El proceso de Análisis Jerárquico con base en funciones de producción para planear la siembra de maíz de temporal (Tesis Doctoral). Montecillo: Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrológicas.
- Renda, E., Rozas Garay, M., Moscardini, O. y Torchia, N. P. (2017). Manual para la elaboración de mapas de riesgo. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: United Nations Development Program (UNDP) / Ministerio de Seguridad de la Nación.
- Roberts, B., Iglesias, B., y Llop, J. (2016). Intermediary Cities: The Nexus Between the Local and the Global. Retrieved from https://www.uclg.org/sites/default/files/gold_iv_executive_summary.pdf
- Rodriguez, E., Atucha, A. J., y Gentile, N. (2002). Análisis estratégico de ramas de actividades prioritarias. En *Mar del Plata productiva: Diagnóstico y elementos para una propuesta de desarrollo local*, pp. 25–32. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales - CEPAL.
- Romanelli, A. (2012). Evaluación ambiental de lagunas pampásica del sudeste bonaerense. Diagnóstico y perspectivas de gestión sustentable. Tesis Doctoral para la obtención del Título de Doctorado en Ciencias Biológicas. FCEyNUNMdP.
- Romanelli, A., Esquius, K. S., Massone, H. E., y Escalante, A. H. (2013). GIS-based pollution hazard mapping and assessment framework of shallow lakes: southeastern Pampean lakes (Argentina) as a case study, 185(8), 6943–6961. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3077-7>
- Romanelli, A., Lima, M. L., Massone, H. E., y Esquius, K. S. (2014). Spatial decision support system for assessing lake pollution hazard: Southeastern pampean shallow lakes (Argentina) as a case study. *Wetlands Ecology and Management*, 22(3), pp. 247–265. <https://doi.org/10.1007/s11273-013-9327-1>
- Romanelli, A., y Massone, H. (2011). Ordenamiento territorial y figuras de protección en las lagunas de los padres y la brava. En *Lagunas de Los Padres y La Brava: un recurso natural y social para cuidar y compartir*, pp. 1-10. Mar del Plata: Suarez.
- Roqueñí, N., Mesa, J.M, Martínez, G., y Prendes B. (2004). Prototipo de Sistema de Soporte a la Decisión para Evaluación de Proyectos Hidroeléctricos basado en un Gis, VIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Bilbao, pp. 1015-1022.

- Saaty, T.L. (1992). *Multicriteria Decision Making - The Analytical Hierarchy Process*. RWS Publications, Pittsburg, Pa.
- Sabuda, F. (2018). Aspectos territoriales. En *Red Mar del Plata Entre Todos. Segundo Informe de Mar del Plata Entre Todos. Monitoreo ciudadano, para saber qué ciudad queremos, necesitamos saber qué ciudad tenemos*, pp 25-51. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Red Mar del Plata Entre Todos
- Sala, J.M. (1975). Recursos Hídricos (especial mención de las aguas subterráneas). VI Cong. Geol. Arg.. Relatorio, pp. 169-194. Buenos Aires.
- Sala, J.M., Hernández, M., González, N., Kruse, E., y Rojo, A. (1979- 1980). Investigación geohidrológica aplicada en el área de Mar del Plata. Convenio O.S.N.-Univ. Nac. De La Plata. Informe inédito. La Plata, 4 fascículos.
- Salman, S. A., Arauzo, M. y Elnazer, A. A. (2019). Groundwater quality and vulnerability assessment in west Luxor Governorate, Egypt. *Groundwater for Sustainable Development*, 8(June 2018), pp. 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2018.11.009>
- Shalsi, S., Ordens, C. M., Curtis, A., y Simmons, C. T. (2019). Can collective action address the “tragedy of the commons” in groundwater management? Insights from an Australian case study. *Hydrogeology Journal*, pp. 2471–2483. <https://doi.org/10.1007/s10040-019-01986-1>
- Shrestha, S., Kafle R. y Pandey V.P. (2017). Evaluation of index-overlay methods for groundwater vulnerability and risk assessment in Kathmandu Valley, Nepal. *Science of the Total Environment* 575, pp. 779–790
- Silver, M. S. (1991). *Systems that Support Decision Makers: Description and Analysis*. Chichester, John Wiley and Sons.
- Simpson, M. W. M., Allen, D. M., y Journeay, M. M. (2014). Assessing risk to groundwater quality using an integrated risk framework. *Environmental Earth Sciences*, 71, pp. 4939–4956. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2886-x>
- Smith, K. (2001). *Environmental Hazards. Assessing risks and reducing disasters*. London: Routledge.
- Sugumaran, R., y Degroote, J. (2010). *Spatial decision support systems: Principles and practices*. 10.1201/b10322.
- Sun, Y., & Li, S. (2016). Real-time collaborative GIS: A technological review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 115, pp. 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.09.011>

- Tella, G. (2016). El papel de las ciudades intermedias en Argentina. Retrieved from <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/792793/el-papel-de-las-ciudades-intermedias-en-argentina>
- Teruggi, M. E. (1957). The nature and origin of Argentine loess. *Journal of Sedimentary Research*, 27(3), pp. 322–332. <https://doi.org/10.1306/74D706DC-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- Teruggi, M.E., y Kilmurray, J.O. (1975). Tandilia. En *Relatorio Geología de la provincia de Buenos Aires*, 6 Congreso Geológico Argentino, pp. 55-77
- Toskano Hurtado, G.B. (2005): “El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores”. Tesis para optar el Título de Licenciado en Investigación de Operaciones de la UNMSM. SISTEMA DE BIBLIOTECAS.
- UN Environment. (2018). Progress on integrated water resources management. Global baseline for SDG 6 Indicator 6.5.1: degree of IWRM implementation.
- Van Beek, E., y Lincklaen Arriens, W. (2014). *Water Security : Putting the Concept into Practice*. TEC Background Papers. Stockholm: Global Water Partnership.
- Viglianchino, L. (2017). Situación actual y análisis de la superficie bajo cubierta (invernáculos) en el cinturón hortícola de la ciudad de Mar del Plata. En Massone, H., y Martínez, D. (Comps). *Proyecto Waterclima LAC 2015-2017: compilación de informes técnicos producidos en el Área Piloto Mar del Plata*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Voinov, A., Kolagani, N., McCall, M. K., Glynn, P. D., Kragt, M. E., Ostermann, F. O., ... Ramu, P. (2016). Environmental Modelling y Software Modelling with stakeholders e Next generation. *Environmental Modelling and Software*, 77, pp. 196–220. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.11.016>
- Vrba J., y Zaporozec, A. (1994). *Guidebook on mapping groundwater vulnerability*. International Association of Hydrogeologists (International Contributions to Hydrogeology 16). Verlag Heinz Heise, Hannover
- Wang, J., He, J., y Chen, H. (2012). Assessment of groundwater contamination risk using hazard quantification, a modified DRASTIC model and groundwater value, Beijing Plain, China. *Science of the Total Environment*, 432, pp. 216–226. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.06.005>
- Wang, W. (2006). Optimal environmental management strategy and implementation for groundwater contamination, prevention and restoration. *Environ Manag*, 37, pp. 553–566.

- Wang, Y., y Chin, K. (2011). International Journal of Approximate Reasoning Fuzzy analytic hierarchy process : A logarithmic fuzzy preference programming methodology q. International Journal of Approximate Reasoning, 52(4), 541–553. <https://doi.org/10.1016/j.ijar.2010.12.004>
- WWAP. (2012). 4to Informe (WWDR4): "Gestionar el Agua en un Contexto de Incertidumbre y Riesgo". UNESCO. <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr4-2012/>
- WWAP. (2015). The United Nations world water development report 2015: Water for a sustainable world. Paris: UNESCO.
- WWAP. (2018). El agua en un mundo en constante cambio. El 3er Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. SC-2010/WWAP/04/ES
- WWAP. (2019). The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving no One Behind. Paris.
- Zaporozec, A. (2002). Groundwater contamination inventory: a methodological guide.
- Zare, F., Elsayah, S., Iwanaga, T., Jakeman, A. J., y Pierce, S. A. (2017). Integrated water assessment and modelling: A bibliometric analysis of trends in the water resource sector. Journal of Hydrology, 552, pp. 765–778. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.07.031>
- Zhao, Y., Zhang, J., Chen, Z., y Zhang, W. (2018). Groundwater contamination risk assessment based on intrinsic vulnerability, pollution source assessment, and groundwater function zoning. Human and Ecological Risk Assessment, 7039, pp. 1–17. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1476965>
- Zulaica, L., Ferraro, R., y Vazquez, P. (2012). Transformaciones territoriales en el periurbano de Mar del Plata. Geograficando, 8(8), pp. 169–187.
- Zulaica, L., y Celemin, J. P. (2014). Condiciones de habitabilidad y crecimiento poblacional en el periurbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. Espaço y Geografia, 17(1), pp. 281–321.

ANEXOS

Anexo I. Guiones de entrevistas

Dirección de Gestión Ambiental, EMSUR

1. ¿Cuál es la normativa que se aplica en su área de trabajo con respecto a la prevención de la contaminación del agua subterránea?
2. ¿Cuál es la autoridad de aplicación de dicha normativa y que funciones tiene delegada su área?
3. ¿Cuáles son las actividades que desarrollan en función de la prevención de la contaminación del agua subterránea?
4. ¿Cuáles son las principales dificultades que se presentan en el desarrollo de estas actividades?
5. ¿Cómo actúan en caso de una emergencia o una denuncia?
6. ¿Cuentan con un protocolo sistemático para el control? ¿O solo se realiza en caso de denuncias?
7. ¿Tienen interacción con otros organismos? ¿Con cuál? ¿Cómo es la interacción con los mismos?
8. ¿Qué aspectos serían imprescindibles modificar o incorporar en función de optimizar su tarea?
9. ¿Qué organismo se encuentra a cargo del control de los SASH? ¿Quién es el responsable a cargo (para contactarlo para una entrevista)?
10. ¿Qué organismo se encuentra a cargo de los RSU? ¿Quién es el responsable a cargo (para contactarlo para una entrevista)?

Policía Minera, Delegación Mar del Plata

1. ¿Cuál es la normativa que se aplica en su área de trabajo con respecto a la prevención de la contaminación del agua subterránea?
2. ¿Cuál es la autoridad de aplicación de dicha normativa y que funciones tiene delegada su área?
3. ¿Cuáles son las actividades que desarrollan en función de la prevención de la contaminación del agua subterránea?
4. ¿Cuáles son las principales dificultades que se presentan en el desarrollo de estas actividades?
5. ¿Cómo actúan en caso de una emergencia o una denuncia?
6. ¿Con que frecuencia encuentran cavas o canteras con usos clandestinos como basurales?

7. ¿Cuentan con un protocolo sistemático para el control? ¿O solo se realiza en caso de denuncias?
8. ¿Tienen interacción con otros organismos? ¿Con cuál? ¿Cómo es la interacción con los mismos?
9. ¿Qué aspectos serían imprescindibles modificar o incorporar en función de optimizar su tarea?
10. ¿De qué utilidad considera que sería contar un con un sistema de soporte a la toma de decisiones en su área de trabajo?

Dirección de Residuos, EMSUR

1. ¿Cuáles son las principales funciones que tiene la Dirección de Residuos de MGP en relación a los sitios de disposición final de residuos?
2. ¿Cuál es la normativa que se aplica en con respecto a los aspectos operativos de estos sitios, especialmente en lo que hace al manejo de efluentes líquidos? ¿Es la Dirección de Residuos la autoridad de aplicación?
3. ¿Cuáles son las actividades que desarrollan en función del control del cumplimiento de la normativa? ¿Cuentan con un protocolo sistemático para el control?
4. ¿Cuáles son las principales dificultades que se presentan en el desarrollo de esas actividades de control de cumplimiento?
5. ¿Cómo actúan en caso de una emergencia o una denuncia?
6. Hay un protocolo de actuación para un derrame de efluentes por accidente
7. ¿Tienen interacción con otros organismos municipales o provinciales? ¿Con cuáles? ¿Cómo es la interacción con los mismos?
8. ¿Qué aspectos serían imprescindibles modificar o incorporar en función de optimizar su tarea?
9. En su trabajo, ¿cuentan con algún sistema, del tipo Sistema de Información Geográfica, que permita trabajar con información territorial?
10. ¿Considera que sería de utilidad contar un con un sistema de ese tipo en su área de trabajo?

SENASA, Mar del Plata

1. ¿Cuáles son las principales funciones que tiene SENASA Mar del Plata en relación con los criaderos de animales?

2. ¿Cuál es la normativa que se aplica en su área de trabajo con respecto al vertido/disposición de efluentes líquidos o residuos sólidos de esos establecimientos?
¿Es SENASA la autoridad de aplicación?
3. ¿Cuáles son las actividades que desarrollan en función del control del cumplimiento de la normativa?
4. ¿Cuáles son las principales dificultades que se presentan en el desarrollo de esas actividades?
5. ¿Cómo actúan en caso de una emergencia o una denuncia?
6. ¿Cuentan con un protocolo sistemático para el control? ¿O solo se realiza en caso de denuncias?
7. ¿Tienen interacción con otros organismos municipales o provinciales? ¿Con cuáles?
¿Cómo es la interacción con los mismos?
8. ¿Qué aspectos serían imprescindibles modificar o incorporar en función de optimizar su tarea?
9. En su trabajo, ¿cuentan con algún sistema, del tipo Sistema de Información Geográfica, que permita trabajar con información territorial?
10. ¿Considera que sería de utilidad contar con un sistema de ese tipo en su área de trabajo?

OSSE

1. ¿Cuáles son las principales funciones que tiene la Gerencia de Calidad en relación a la prevención de la contaminación del agua subterránea?
2. ¿Cuál es la normativa relacionada con la calidad del agua subterránea que se aplica en su área de trabajo? ¿Es OSSE la autoridad de aplicación?
3. ¿Cuentan con un protocolo sistemático para el control de la calidad del agua subterránea? ¿En qué consiste?
4. ¿Cuáles son las principales dificultades que se presentan en el desarrollo de las actividades de su área de trabajo?
5. ¿Cómo actúan en caso de una emergencia o una denuncia relacionada con la contaminación del agua subterránea?

Anexo II. Síntesis de las entrevistas

	Industrias	SASH	Cavas y Canteras	SDRS	Criaderos	Pozos de abastecimiento público
Poseen un protocolo sistemático de control	Si. Inspecciones periódicas ya se para la obtención del CAA o para la renovación del mismo.	No. Se concurre en caso de que se realice la extracción de los tanques. En caso de denuncia se actúa como según el protocolo ante emergencias o denuncias.	Si. Depende del tipo de inspección que se realiza. Si es una inspección por art. 22 se presta mayor atención a las condiciones ambientales (búsqueda de residuos, hidrocarburos, etc). Si es una inspección de rutina se recorre toda la zona y se revisan todas las condiciones (seguridad, ambientales, operativas, etc)	No	No	Si. Se realizan los controles de acuerdo a la ley 11820 de la Provincia de Buenos Aires, habiendo presentando el programa de trabajo ante la ADA. OSSE cuenta con el Laboratorio de Aguas dependiente de la Gerencia de Calidad para la ejecución del plan de monitoreo. Sectores analíticos de microbiología, química de agua y metales pesados son específicos para este control. Se derivan muestras a otros laboratorios para el control de micro contaminantes orgánicos. Se cuenta con personal y vehículos para los muestreos.

<p>Poseen un protocolo ante emergencias o denuncias</p>	<p>En caso de una denuncia se concurre al lugar, se constata y verifica lo denunciado, generalmente se concurre con OSSE; se labra un acta y de ser necesario se clausura. En caso de una emergencia se suele pedir colaboración a Defensa Civil y/o a Policía Ecológica.</p>	<p>Si. En caso de una denuncia se concurre al lugar, se constata y verifica lo denunciado, y se da intervención a las áreas de la Municipalidad que corresponda</p>	<p>Si. A las denuncias se concurre aun si es fuera del horario laboral, generalmente con Policía Ecológica. Se verifican medidas de seguridad, que el establecimiento este registrado y condiciones ambientales (presencia de hidrocarburos, de residuos o de agua).</p>	<p>Si, se notifica y pide explicaciones a la empresa que opera el relleno mediante una nota formal.</p>	<p>Si, cuentan con un protocolo que se activa ante las notificaciones de las denuncias realizadas por cualquier persona u organismo</p>	<p>Si. Actúa el Cuerpo Único de Inspección de acuerdo al caso de que se trate. Pudiendo ordenar el cese de un vertido en caso de constatare y haciendo las denuncia correspondientes administrativas y/o judiciales ante la ADA y OPDS, Juzgado de faltas y fiscalía de Delitos Ambientales.</p>
<p>Interacción con otras instituciones en las tareas de prevención</p>	<p>Municipales: OSSE, Inspección General, Obras Privadas, Secretaria de la Producción y las Delegaciones de Batán, Puerto y Sierras de los Padres. Provinciales: ADA, OPDS y Ministerio de Agroindustria.</p>	<p>Municipales: OSSE, Inspección General y Obras Privadas Provinciales: ADA y OPDS.</p>	<p>Con Policía Ecológica mayormente</p>	<p>Municipales: DGA, Policía Ecológica Delegación Mar del Plata. Provincial: OPDS. Nacional: Secretaria de Ambiente de la Nación</p>	<p>Municipales: Área de Producción y Zoonosis Regional: Zona Sanitaria 8va Provincial: Ministerios de Agroindustria de la Pcia. De Bs. As. y Patrulla Rural Nacional: INTA) Ámbito privado: Colegio de Veterinarios de la Provincia de Buenos Aires, Sociedad Rural del partido de General Pueyrredón, Cámara Argentina de</p>	<p>Municipales: DGA, Comisión Municipal de SASH, Juzgado de faltas y fiscalía de Delitos Ambientales Provinciales: OPDS, ADA.</p>

					Productores Avícolas (CAPIA).	
Dificultades en las tareas de prevención de la contaminación	Falta de personal y equipamiento para el control de las industrias.	Las mayores dificultades se ven en los interesados, que a veces comienzan las tareas de remediación o extracción y por temas económicos no las finalizan.	La falta de movilidad (camioneta); y falta de personal, el área que debe controlarse es muy grande para solo 2 inspectores.	No ser autoridad de aplicación dificulta el control sobre la empresa que opera el relleno sanitario. Complicaciones en la obtención de información	En el Partido existe una gran heterogeneidad de explotaciones y un solo veterinario local para que realice las inspecciones anuales mínimas requeridas por el programa	La dificultad para los muestreos en zonas rurales por falta de mantenimiento de caminos. La falta de visión integrada del servicio de agua y saneamiento por parte de algunos actores clave del sector.
Aspectos a modificar para optimizar las tareas de prevención	Contar con mayor cantidad de personal, movilidad y equipamiento técnico.	Al no ser autoridad de aplicación no sería imprescindible modificar nada.	Incorporar más personal con movilidad para que las áreas de cada inspector sean menores y se pueda controlar de manera más eficiente.	Cambiar el rol de la Dirección de Residuos con respecto al control de CEAMSE, para poder ejercer mayor control; y formalizar la comisión de control oficial.	Contar con más personal técnico calificado para asistir en las tareas de inspección o la sinergia con los otros organismos públicos que tengan injerencia en los mismos temas.	-
Utilización de sistema de información espacial oficial	No cuentan con un sistema de información espacial actualizado	No	No. Utilizan Google Earth pero por iniciativa propia	No. Utilizan Google Earth en algunas ocasiones y cuentan con archivo AUTOCAD desactualizado	Si, contamos con el sistema VIG (Sistema de Visualización Informativa Georreferenciada).	Si, OSSE cuenta con un SIG

Utilidad de un sistema de información espacial	Muy importante.	Para las tareas que actualmente llevan a cabo (por no se autoridad de aplicación) no sería imprescindible	Sería muy útil tener un catastro minero actualizado y un GIS actualizado con información específica de cada establecimiento	Muy útil e importante sobre todo para el control de microbasurales	Muy útil	Muy útil
--	-----------------	---	---	--	----------	----------

Anexo III. Resumen para Decisores



UNIVERSIDAD
FASTA

FACULTAD DE
INGENIERÍA



ADA
AUTORIDAD DEL AGUA

Resumen

ABRIL 2020

para decisores

**“Desarrollo de un
modelo de decisión
multicriterio para
la gestión de
recursos hídricos
subterráneos en el
PGP.”**

Parte 1: Modelo
Estratégico.

Autores: Agustina Barilari, Bárbara Corleto, Victoria Asili, María Lourdes Lima,
Héctor Massone



El agua subterránea es la única fuente de abastecimiento para la población y soporte esencial de las diversas actividades que se desarrollan en el Partido de General Pueyrredon (PGP); constituye, además, un insumo esencial en los servicios ecosistémicos.

En las últimas dos décadas se muestran notables dinámicas socioespaciales y se ha observado: un importante crecimiento demográfico y una expansión residencial e intensificación agrícola.

Además, dadas las características turísticas, la ciudad presenta un incremento poblacional importante entre diciembre y marzo que puede llegar hasta el 60% adicional a la población estable.



Dichas transformaciones han sumado presiones del uso del suelo sobre los recursos naturales, que conducen a una mayor amenaza tanto sobre la cantidad como la calidad del recurso hídrico.



Objetivo del Proyecto

El objetivo general es desarrollar y aplicar una metodología mediante técnicas multicriterio, que permita priorizar las cuencas hídricas del Partido en función de sus necesidades de manejo del recurso hídrico subterráneo (Parte 1: Modelo Estratégico) e identificar las acciones requeridas a tal fin (Parte 2: Modelo Táctico).

INSTITUCIONES PARTICIPANTES DEL PROYECTO

**Institución ejecutora
del proyecto**



**Institución adoptante y
demandante del proyecto**



Área de Estudio

El área de estudio seleccionada es el Partido de General Pueyrredon, ubicado al sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (Figura 1). El Partido de General Pueyrredon tiene una población de 620.000 habitantes, y Mar del Plata, su ciudad cabecera, posee más de 614.000 habitantes. En su territorio se desarrollan diversas actividades, residencial, turística, portuaria, agrícola intensiva y extensiva entre las más importantes.

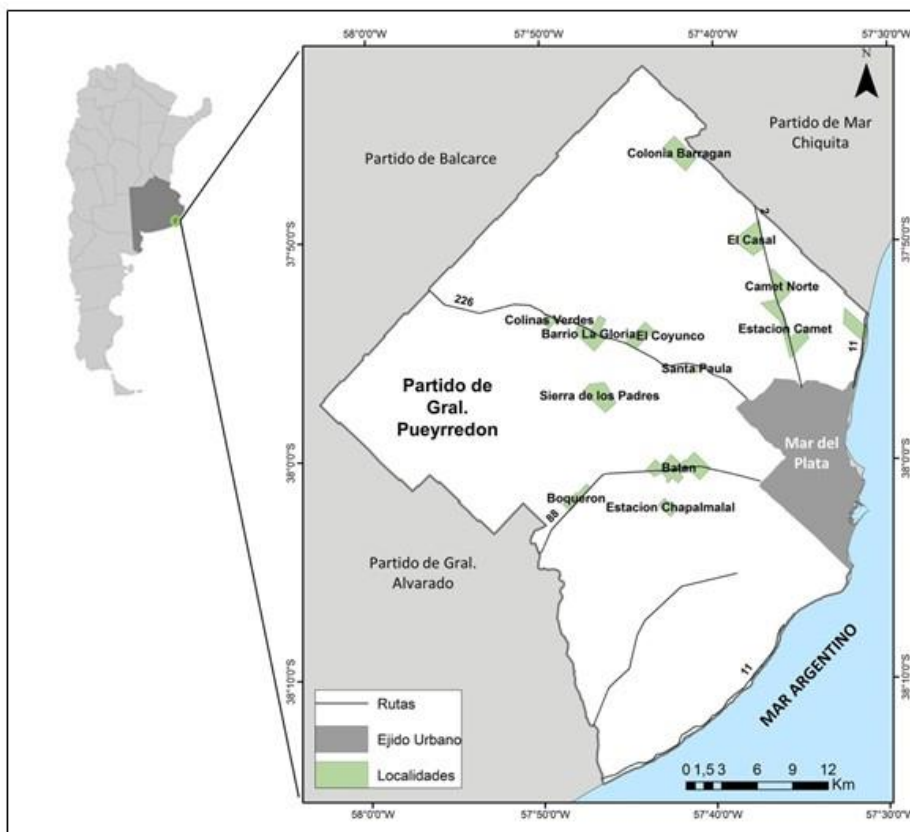


Figura 1. Área de estudio.



Producto a generar Parte 1: Modelo Estratégico

El producto final será una herramienta informática basada en modelos de decisión multicriterio y Sistema de Información Geográfica, que identifica cuencas hídricas (Figura 2) de mayor prioridad de gestión del recurso hídrico subterráneo según la evaluación del sistema, considerando criterios naturales, sociales, económicos y ambientales.

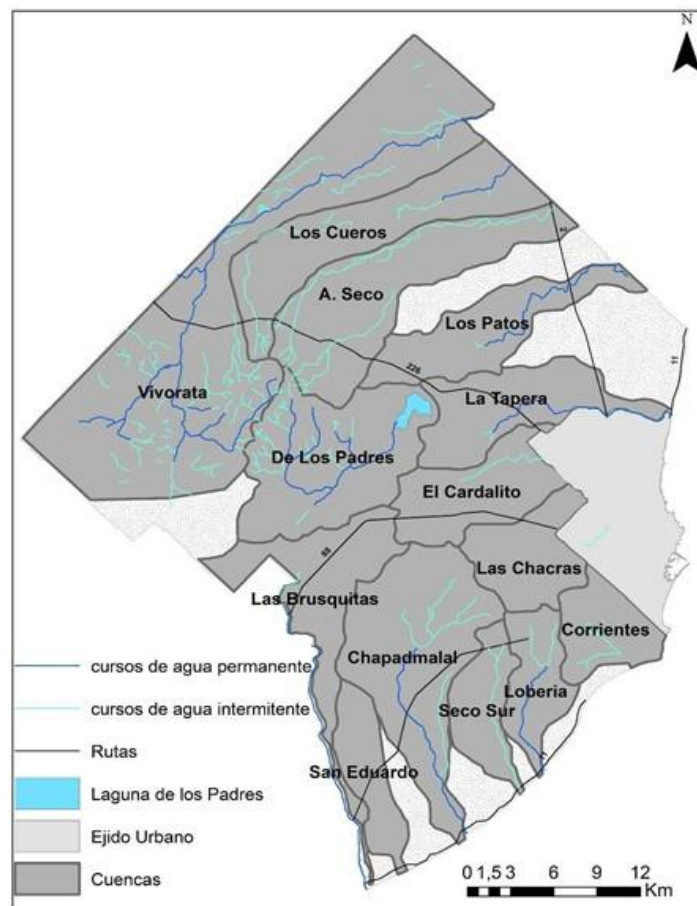


Figura 2. Cuencas Hídricas del PGP.



Metodología de Trabajo

Se adoptó una metodología participativa mediante talleres dirigidos a organizaciones gubernamentales vinculadas a la toma de decisión en la gestión hídrica (Figura 3).



Figura 3. Metodología de trabajo

Primer Taller: 22 de agosto de 2019

Objetivo

Identificar criterios y subcriterios en la estructura del modelo de decisión multicriterio desarrollado con el software Criterio Decision Plus (CDP).



www.infoharvest.com/ihroot/index.asp



Current and recent projects:
Case Study:

Public decisions support:
InfoHarvest works with mediators and independent 3rd parties to engage the public in complex public decisions.

[Public participation projects](#)
[Clackamas County Wastewater Treatment Plant](#)



Our desktop software, Criterium DecisionPlus (CDP) 3.0 is a visual decision tool that helps you make decisions and communicate your recommendations effectively.

- CDP Resources:**
- [Walk thru CDP 3.0](#)
 - [CDP 3.0 Features](#)
 - [Place CDP Order](#)
 - [CDP Training](#)
 - [Selected CDP Customers](#)

- CDP Applications:**
- [Vendor Selection](#)
 - [Capital Project Investment](#)
 - [Project Management Decisions](#)
 - [Resource Management](#)
 - [Procurement Decisions](#)

New & Noteworthy

Oct 23, 2019 - InfoHarvest presented at the 2019 Tribal Habitat Conference
InfoHarvest was privileged to be invited to the 2019 Tribal Habitat Conference hosted by the [Skokomish Tribe](#). We gave a presentation titled "The EMDS-Ecosystem Management Decision Support Platform. In which we described how the evolving open EMDS platform can help leverage data and models to support decision making in the Puget Sound basin."

Oct 22, 2019 - InfoHarvest chaired a session at INFORMS 2019 on AI and SDS
InfoHarvest hosted a session titled "Combining AI, Spatial and Decision Analysis in a Decision Support System to Change the World" [Consequence Accelerator](#) at the Inform's Annual meeting in Seattle. Keith Reynolds of the US Forest Service described how the EMDS platform is evolving with Version 8. Bill Levings of WHLevings showed how CDP running on the EMDS helps design portfolios of projects for a given budget, and InfoHarvest's CEO Philp Murphy showed how [LP's Visualize](#) rapid expert system building application can be used to identify what permits are required for projects in WA State.

Sep 12th, 2019 - InfoHarvest part of team winning NSF funding
InfoHarvest is part of a team that just received funding from the NSF for a [Consequence Accelerator](#) pilot. Our collaborative project is to develop an



Actividades del Primer Taller

Discusión del modelo de decisión preliminar preparado por el equipo técnico del Grupo de Investigación Recursos Hídricos de UFASTA incorporando a las cuencas hídricas del PGP como alternativas. Validación de los criterios y los subcriterios. Pesaje de los subcriterios.

Participaron
profesionales de: ADA - OSSE -
INTA - Dirección de Gestión
Ambiental - Investigadores de
UNMdP/ UFASTA
(Figura 4).



Figura 4. Fotos del primer Taller en la Universidad FASTA

Resultado del Primer Taller

Se obtuvo un modelo modificado (del preliminar) y consensado por todos los participantes, con pesos iguales para todos los criterios y pesos diferenciados para los subcriterios (Figura 5).

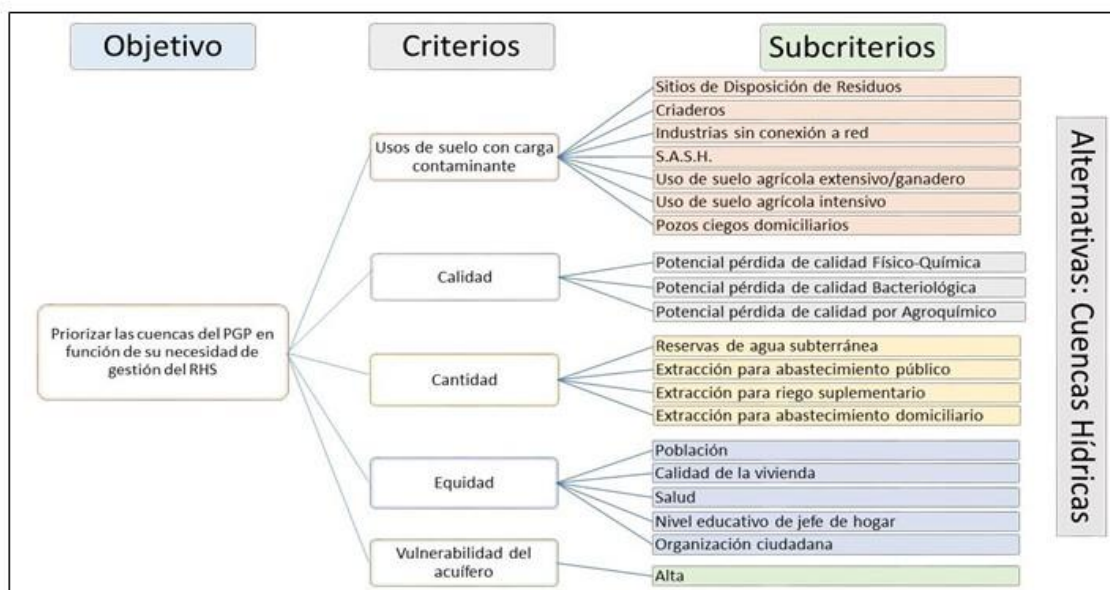


Figura 5. Modelo de decisión multicriterio consensado en el 1er Taller

Trabajo del equipo del proyecto luego del primer Taller

Se valoró cada uno de los subcriterios con la información disponible y se corrió el modelo consensuado en el software CDP. Se obtuvo un resultado preliminar de la priorización de las cuencas que fue utilizado como insumo del segundo Taller (Figura 6).

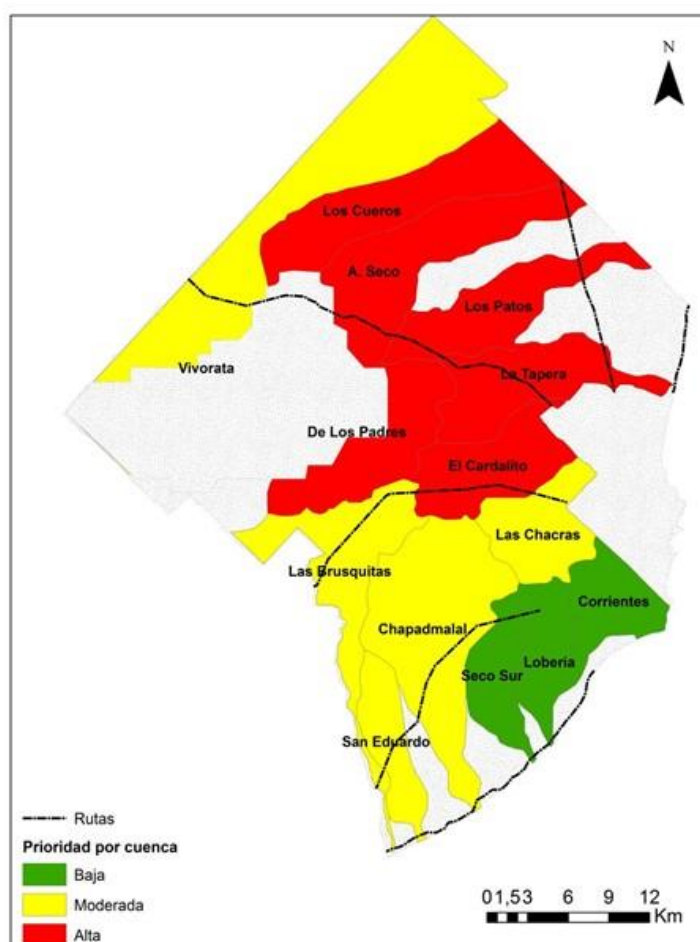


Figura 6. Mapa preliminar de prioridades por cuencas hídricas utilizando pesos iguales en los criterios

Segundo Taller: 20 de noviembre de 2019

Objetivo

Discutir los resultados preliminares del modelo y ponderar los criterios con pesos diferentes.

Actividades

Se realizó la revisión de los resultados del taller anterior y luego cada institución otorgó pesos distintos a los criterios, ya que en el primer taller, habían sido definidos con pesos iguales. El método utilizado fue el de Saaty.

Participaron
profesionales de: ADA - OSSE -
INTA - Dirección de Gestión
Ambiental - Investigadores de
UNMdP/ UFASTA
(Figura 7).



Figura 7. Fotos del segundo Taller en Universidad FASTA

Resultado del Segundo Taller

Se obtuvo un nuevo modelo donde tanto los criterios como los subcriterios contaban con pesos diferenciados. Se obtuvo un pesaje distinto de los criterios por cada institución presente.



Cada una de estas “voces” se utilizó como insumo para realizar un modelo multivoices en el software CDP del que se obtuvo el resultado final (Figura 8, 9 y 10).

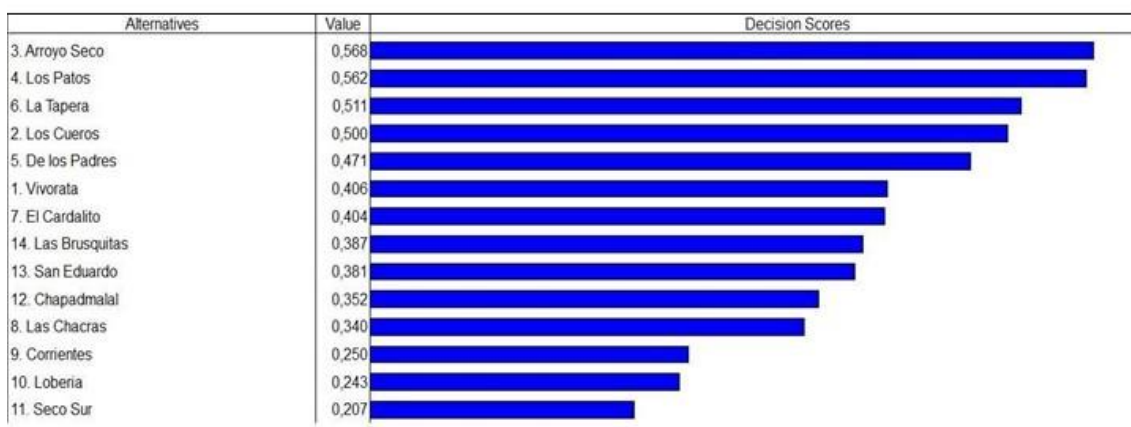


Figura 8. Valor de Decision Score surgido del modelo multicriterio del



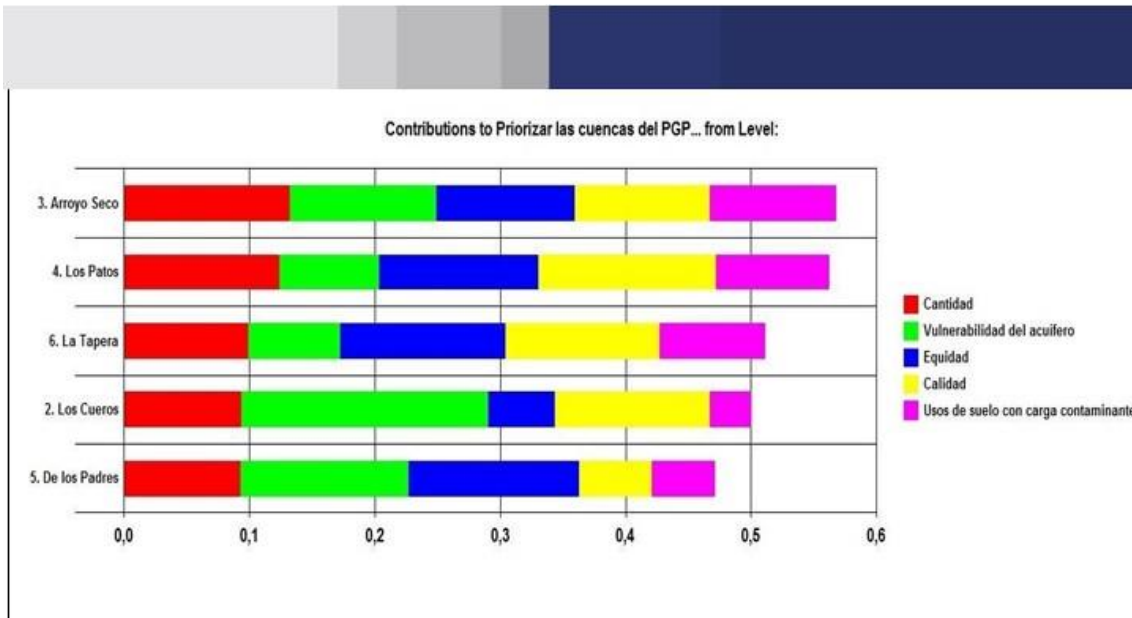
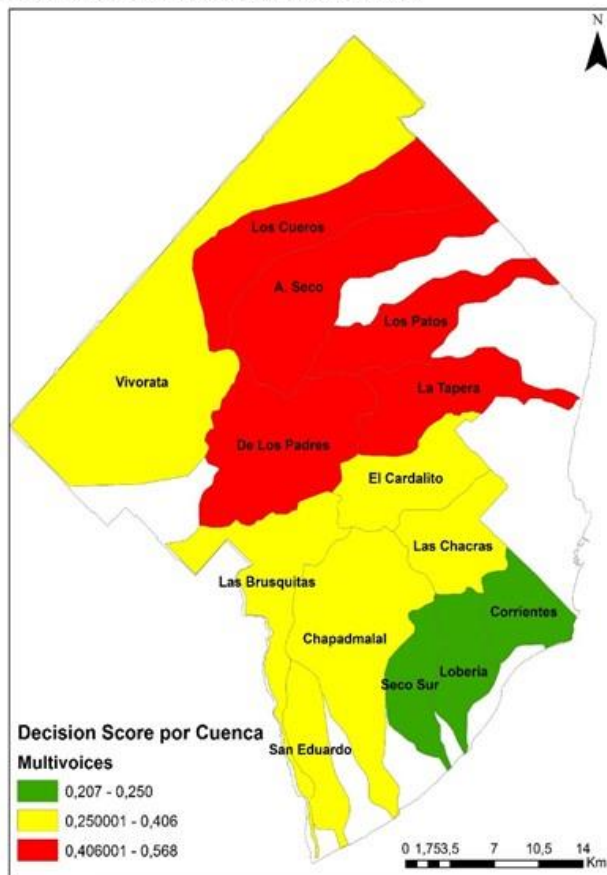


Figura 9. Contribución de los criterios al Decision Score

Figura. 10 Mapa final de prioridades.
 Rojo: alta prioridad;
 Amarillo: moderada prioridad;
 Verde: baja prioridad.



Anexo IV. Metadatos

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Agroquímicos		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Potencial de pérdida de calidad por agroquímicos		
4.2	RESUMEN	Representa la potencialidad de pérdida de calidad del agua subterránea por agroquímicos.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Actividad agrícola – Calidad del agua subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Celda		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Elaboración propia a partir de los mapas agrícola extensivo /ganadero, agrícola intensivo y el mapa vulnerabilidad del acuífero		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Raster		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Arroyos		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Hidrografía y Oceanografía		
4.1	DESCRIPCIÓN	Corriente de agua		
4.2	RESUMEN	Flujo natural de agua que sigue los desniveles del terreno, siendo arreico o desembocando en otra corriente de agua, en un espejo de agua o en el mar.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Hidrografía – Partido de General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Línea		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Mar del Plata Entre Todos (2018)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Áreas Frutihortícolas		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Industria y Servicios		
4.1	DESCRIPCIÓN	Área de Actividad Agrícola		
4.2	RESUMEN	Área donde se realizan actividades productivas con el fin de obtener materias primas de origen vegetal a través de los cultivos sembrados.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Área agrícola intensiva – Uso de suelo – General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Barilari (2020). A partir de Zulaica et. al (2012) y Viglianchino (2017)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Bacteriológico		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Potencialidad de pérdida de calidad bacteriológica del agua subterránea.		
4.2	RESUMEN	Representa la potencialidad de pérdida de calidad del agua subterránea por contaminación microbiológica a partir de los pozos ciegos.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Contaminación microbiológica – Calidad del agua subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Celda		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Barilari (2020). A partir del mapa de pozos ciegos domiciliarios y el mapa de vulnerabilidad del acuífero		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Raster		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Barrios		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Demarcación		
4.1	DESCRIPCIÓN	Barrios		
4.2	RESUMEN	División geográfica de tercer orden (DGEyC-GCBA).		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Barrios - Mar del Plata		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Municipalidad de General Pueyrredon		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
14.1	CONJUNTO DE CARACTERES DEL PERFIL DE METADATOS	UTF-8		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Calidad de vivienda insuficiente		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Calidad de vivienda insuficiente por radio censal		
4.2	RESUMEN	Cantidad de viviendas con calidad constructiva insuficiente por radio censal		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Viviendas – Calidad Constructiva - General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Canteras		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Industria y Servicios		
4.1	DESCRIPCIÓN	Cantera		
4.2	RESUMEN	Explotación generalmente a cielo abierto de minerales de tercera categoría, a partir de la cual se obtienen rocas industriales, ornamentales y otros materiales. Una cantera puede tener más de una cava.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Cantera – Contaminación – Agua Subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Massone, H., Corleto, B., Albornoz, D., Lima, M.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 XXV Congreso Nacional del Agua. Paraná		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Cavas Ladrilleras		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Cavas Ladrilleras		
4.2	RESUMEN	Explotación a cielo abierto de horizonte arcilloso en suelo, de escala artesanal desarrollada en predios de menos de 2ha.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Ladrilleras - Contaminación - Agua Subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Massone, H., Corleto, B., Albornoz, D., Lima, M.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 XXV Congreso Nacional del Agua. Paraná		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Cementerios		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Geografía Social		
4.1	DESCRIPCIÓN	Cementerio		
4.2	RESUMEN	Espacio público o privado reservado para dar sepultura. Incluye cementerio parque, entre otros.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Cementerios - Contaminación – Agua Subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Massone, H., Corleto, B., Albornoz, D., Lima, M.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 XXV Congreso Nacional del Agua. Paraná		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Criaderos		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Industria y Servicios		
4.1	DESCRIPCIÓN	Frigorífico, matadero		
4.2	RESUMEN	Establecimiento donde se lleva a cabo la faena de animales y / o el proceso productivo posterior a la matanza. Cuenta con cámara frigorífica en el predio en el que funciona y en él se pueden efectuar o no tareas de elaboración y / o industrialización.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Cría Intensiva - Contaminación – Agua Subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Massone, H., Corleto, B., Albornoz, D., Lima, M.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 XXV Congreso Nacional del Agua. Paraná		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Cuencas		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Cuencas Hidrográficas		
4.2	RESUMEN	Se entiende como cuenca hídrica al territorio geográfico en el que las aguas que escurren superficialmente afluyen a un colector común (río) y son drenadas por éste. También puede desaguar a un cuerpo de agua (lago, laguna) o directamente en el mar. Topográficamente las líneas divisorias o de partición de las aguas superficiales constituyen el límite de las cuencas hídricas superficiales		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Cuenca – Partido de General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2020		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Mar del Plata Entre Todos (2018)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	En proceso de publicación		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Curvas de nivel		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Geografía Física		
4.1	DESCRIPCIÓN	Curva de nivel en m.s.n.m		
4.2	RESUMEN	Línea que une puntos que tienen el mismo valor de altitud respecto al nivel medio del mar. También se la denomina isohipsa o curva hipsométrica.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Topografía – Partido de General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Línea		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Modelo Digital de Elevación (IGN, 2019)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Ejido Urbano		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Unidades Geoestadísticas		
4.1	DESCRIPCIÓN	Envolvente Urbana		
4.2	RESUMEN	Área comprendida por una o varias localidades censales cuya continuidad espacial determina que sean consideradas como una unidad o aglomerado urbano (INDEC, 2018).		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Área urbana – Mar del Plata		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Lucero, P., Rivière, I., Ares, S., Aveni, S., Bruno, M., Celemín, J. P., Mikkelsen, C., Sagua, M., & Sabuda, F. (2010). Atlas digital socio-territorial de Mar del Plata y el partido de General Pueyrredón. En: Primeras Jornadas de las Nuevas tecnologías de la Información geográfica del sur argentino. Bahía Blanca, 15 al 17 de noviembre de 2010, UNS.		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Escuelas		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Geografía Social		
4.1	DESCRIPCIÓN	Establecimiento Educativo		
4.2	RESUMEN	Es la unidad institucional donde se registra la oferta educativa, cuya creación o autorización se registra bajo un acto administrativo - ley, decreto, resolución o disposición.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Escuelas provinciales – Escuelas Municipales – Escuelas Privadas – Partido de General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Lucero, P., Rivière, I., Ares, S., Aveni, S., Bruno, M., Celemín, J. P., Mikkelsen, C., Sagua, M., & Sabuda, F. (2010). Atlas digital socio-territorial de Mar del Plata y el partido de General Pueyrredón. En: Primeras Jornadas de las Nuevas tecnologías de la Información geográfica del sur argentino. Bahía Blanca, 15 al 17 de noviembre de 2010, UNS.		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Espesor de ZNS		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Espesor de la zona no saturada		
4.2	RESUMEN	Representa la distancia, en metros, desde la superficie hasta el nivel freático.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Nivel freático – Profundidad – Partido de General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2020		
6	GEOMETRIA	Polígonos		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Barilari (2020)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Extracción de agua para abastecimiento público		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Extracción para abastecimiento publico		
4.2	RESUMEN	Caudal en hm3/año extraído por los pozos de OSSE por cuenca		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Agua subterránea – Extracción – Pozos públicos		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Elaboración propia a partir del Informe Plan Director OSSE (2006)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Extracción de agua para riego suplementario		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Extracción para riego suplementario		
4.2	RESUMEN	Caudal calculado en hm ³ /año extraído por las perforaciones de riego declaradas por cuenca		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Agua subterránea – Extracción – Pozos de riego		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Barilari (2020). A partir del Informe Plan Director OSSE (2006)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Fisicoquímico		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Potencial de pérdida de calidad fisicoquímica		
4.2	RESUMEN	Representa la potencialidad de pérdida de calidad fisicoquímica del agua subterránea.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Calidad fisicoquímica – Agua subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Celda		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Barilari (2020). A partir de los mapas de potencial pérdida de calidad bacteriológica y potencial pérdida de calidad por agroquímicos		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Raster		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Hogares sin acceso a agua de red		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Hogares sin acceso a agua de red por radio censal		
4.2	RESUMEN	Cantidad de hogares con procedencia de agua que no sea por red pública, por radio censal		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Hogares – General Pueyrredon – Acceso al agua de red		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Índice de peligrosidad		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Índice de Peligrosidad de contaminación del acuífero		
4.2	RESUMEN	Índice obtenido a partir de la aplicación de la suma ponderada de las variables: carga contaminante potencial, modo de disposición del efluente y ubicación de la fuente puntual dentro de los perímetros de protección calculados		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Peligro de contaminación – Agua subterránea – Fuentes Puntuales		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Barilari, A.; Quiroz Londoño, M.; Paris, M.; Lima, M.L; Massone, H. E. (2020). Groundwater contamination from point sources. A hazard index to protect water supply wells in intermediate cities. Groundwater for Sustainable Development, 10:100363. DOI: 10.1016/j.gsd.2020.100363		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Industrias		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Industria y Servicios		
4.1	DESCRIPCIÓN	Fábrica		
4.2	RESUMEN	Lugar que posee Instalaciones donde se realiza un conjunto de actividades técnicas destinadas a producir bienes materiales transformando materias primas. Incluye planta de ensamble, entre otros. No incluye astillero, matadero ni establecimiento agroindustrial.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Actividad Industrial - Contaminación – Agua Subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Massone, H., Corleto, B., Albornoz, D., Lima, M.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 XXV Congreso Nacional del Agua. Paraná.		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Jefes de hogar con primaria incompleta		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Jefes de hogar con primaria incompleta por radio censal		
4.2	RESUMEN	Cantidad de Jefes de hogar que no completaron la escuela primaria por radio censal		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Primaria Incompleta - General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Laguna de los Padres		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Geografía Física		
4.1	DESCRIPCIÓN	Área Protegida		
4.2	RESUMEN	Área de tierra y / o mar destinada a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y de los recursos naturales y culturales asociados.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Laguna – Reserva - General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Google Earth (2019)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Límite General Pueyrredon		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Demarcación		
4.1	DESCRIPCIÓN	Límite interdepartamental o de partido		
4.2	RESUMEN	Línea que constituye la representación de la traza demarcadora que delimita la jurisdicción de un departamento o partido de otro.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Limite administrativo – Partido de General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Google Earth (2019)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Localidades		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Geografía Social		
4.1	DESCRIPCIÓN	Planta Urbana		
4.2	RESUMEN	Área urbana aproximada que incluye la zona contigua de amanzanamiento edificado, cuyos límites son reconocibles.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Áreas urbanas – Partido de General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Google Earth (2019)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	MDE		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Geografía Física		
4.1	DESCRIPCIÓN	Modelo Digital de Elevación		
4.2	RESUMEN	Los modelos digitales de elevación (MDE) brindan información precisa sobre la altura, pendiente y topografía del terreno		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Topografía – Partido de General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Celda		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	IGN		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Raster		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Nivel Isofreático		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Geografía Física		
4.1	DESCRIPCIÓN	Curvas isofreáticas		
4.2	RESUMEN	Línea que une puntos que tienen el mismo valor de cota del nivel freático (m.s.n.m).		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Acuífero – Profundidad del agua		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Línea		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Proyecto WaterClima – LAC (2016)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	En proceso de publicación		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Parque Industrial		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Industria y Servicios		
4.1	DESCRIPCIÓN	Área de Fabricación y Procesamiento		
4.2	RESUMEN	Área urbana aproximada que incluye la zona contigua de amanzanamiento edificado, cuyos límites son reconocibles.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Área Industrial		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Google Earth (2019)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
14.1	CONJUNTO DE CARACTERES DEL PERFIL DE METADATOS	UTF-8		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Perímetro 1 año		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Perímetros de protección de pozos de abastecimiento público		
4.2	RESUMEN	Área circundante a un pozo de abastecimiento que posee una regulación especial en relación al uso del suelo y que corresponde al área. Sus límites se fijan de acuerdo al tiempo de tránsito desde la superficie hasta la zona de captación del agua, siendo para este caso 1 año.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Prevención – Contaminación del agua subterránea – Perímetro de protección		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Elaboración propia a partir de la metodología de Radio Fijo Calculado		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Perímetro 50 días		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Perímetros de protección de pozos de abastecimiento público		
4.2	RESUMEN	Área circundante a un pozo de abastecimiento que posee una regulación especial en relación al uso del suelo y que corresponde al área. Sus límites se fijan de acuerdo al tiempo de tránsito desde la superficie hasta la zona de captación del agua, siendo para este caso 50 días.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Prevención – Contaminación del agua subterránea – Perímetro de protección		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Elaboración propia a partir de la metodología de Radio Fijo Calculado		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Perímetro 100 días		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Perímetros de protección de pozos de abastecimiento público		
4.2	RESUMEN	Área circundante a un pozo de abastecimiento que posee una regulación especial en relación al uso del suelo y que corresponde al área. Sus límites se fijan de acuerdo al tiempo de tránsito desde la superficie hasta la zona de captación del agua, siendo para este caso 100 días.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Prevención – Contaminación del agua subterránea – Perímetro de protección		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Elaboración propia a partir de la metodología de Radio Fijo Calculado		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Periurbano		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Área periurbana de Mar del Plata		
4.2	RESUMEN	<p>Área que se extiende desde una línea señalada por el amanzanamiento, la presencia de agua potable por red y red cloacal y constituye una franja de territorio heterogéneo en el que se mezclan y yuxtaponen diferentes actividades económicas y de servicios con una población de características socioeconómicas diversas, pero identificadas con un común denominador de diferentes conflictividades hasta la línea que representa la agricultura y ganadería extensiva.</p>		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Área periurbana – Mar del Plata – Uso del Suelo		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Calderon (2019). Gestión Integral de Recursos Hídricos en el Ordenamiento Territorial como aporte al Desarrollo Sostenible en el periurbano. El área serrana del partido de General Pueyrredon, provincia de Buenos Aires. Doctorado en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible. Universidad Nacional de Cuyo. Tesis doctoral inédita.		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Población		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Población por radio censal		
4.2	RESUMEN	Cantidad de población por radio censal		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Población total – Radio Censal - General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Pozos ciegos domiciliarios		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Pozos ciegos por radio censal		
4.2	RESUMEN	Cantidad de hogares con desagüe al inodoro que no sea a red pública (cloaca) por radio censal		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Pozos ciegos - Contaminación – Agua Subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Pozos OSSE		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Industria y Servicios		
4.1	DESCRIPCIÓN	Pozo de agua		
4.2	RESUMEN	Excavación o perforación hecha en la tierra con el objetivo de extraer agua para diversos usos.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Extracción de agua – Abastecimiento público		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	OSSE (2016)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Prioridad por cuencas		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Cuencas prioritarias para la gestión del agua subterránea		
4.2	RESUMEN	Priorización de las cuencas mediante el software CDP en función de necesidad de implementar medidas de gestión del agua subterránea		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Resultados – CDP - Cuencas		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2020		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Barilari (2020). A partir de los resultados del Capítulo 7		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	En proceso de publicación		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Prioridad por zonas		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Zonas prioritarias para la gestión del agua subterránea		
4.2	RESUMEN	Priorización de las zonas mediante el software CDP en función de necesidad de implementar medidas de gestión del agua subterránea		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Resultados – CDP - Zonas		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2020		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Barilari (2020). A partir de los resultados del Capítulo 7		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	En proceso de publicación		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Radios Censales		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Unidades Geoestadísticas		
4.1	DESCRIPCIÓN	Radio Censal		
4.2	RESUMEN	Unidad censal que forma parte de una fracción, definida por un espacio territorial con límites geográficos y una determinada cantidad de unidades de análisis a relevar (INDEC, 2018).		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Radios Censales – General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	INDEC (2010)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Reservas de agua subterránea		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Reservas Globales por cuenca		
4.2	RESUMEN	Reservas globales de agua subterránea en hm3/año por cuenca		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Agua subterránea - Reservas		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Polígono		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Barilari (2020). A partir del Informe Plan Director OSSE (2006)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Rutas		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Transporte		
4.1	DESCRIPCIÓN	Red vial		
4.2	RESUMEN	Trayecto diseñado con una superficie especialmente preparada, que se mantiene para ser usado por vehículos generalmente a motor.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Rutas Provinciales – Partido de General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Línea		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Lucero, P., Rivière, I., Ares, S., Aveni, S., Bruno, M., Celemín, J. P., Mikkelsen, C., Sagua, M., & Sabuda, F. (2010). Atlas digital socio-territorial de Mar del Plata y el partido de General Pueyrredón. En: Primeras Jornadas de las Nuevas tecnologías de la Información geográfica del sur argentino. Bahía Blanca, 15 al 17 de noviembre de 2010, UNS.		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Salud		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Geografía Social		
4.1	DESCRIPCIÓN	Edificio de Salud		
4.2	RESUMEN	Construcción destinada a la asistencia de personas. Incluye hospital, sala de primeros auxilios, puesto asistencial, dispensario, entre otros.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Unidades Sanitarias – Hospitales – Partido de General Pueyrredon		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	www.mardelplata.gob.ar		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	SASH		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Industria y Servicios		
4.1	DESCRIPCIÓN	Tanque de combustible		
4.2	RESUMEN	Depósito destinado a almacenar combustibles líquidos o gaseosos para su posterior utilización.		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Tanques enterrados – Hidrocarburos – Agua subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Massone, H., Corleto, B., Albornoz, D., Lima, M.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 XXV Congreso Nacional del Agua. Paraná		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Sitios de Disposición de Residuos		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	Industria y Servicios		
4.1	DESCRIPCIÓN	Vertedero, basurero, relleno sanitario		
4.2	RESUMEN	Área destinada al depósito de materiales de desecho, sin tratamiento previo o con tratamiento ingenieril		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Residuos Sólidos - Contaminación – Agua Subterránea		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2019		
6	GEOMETRIA	Punto		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Massone, H., Corleto, B., Albornoz, D., Lima, M.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 XXV Congreso Nacional del Agua. Paraná		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Shape		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		

PLANILLA DE METADATOS		PRODUCTOR	Tesis doctoral	03/06/2020
1	TÍTULO	Vulnerabilidad del Acuífero		
2	PUNTO DE CONTACTO DEL DATO	Agustina Barilari		
3	CONTACTO	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, UNMDP - CIC, Funes 3350, Mar del Plata. agustinabarilari@gmail.com		
4	TEMA	N/D		
4.1	DESCRIPCIÓN	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero		
4.2	RESUMEN	Índice de vulnerabilidad intrínseca del acuífero obtenido por la metodología DRASTIC		
4.3	PALABRAS CLAVES DESCRIPTIVAS DEL RECURSO	Acuífero – Vulnerabilidad - DRASTIC		
5	FECHA DE REFERENCIA (CREACIÓN DE LOS DATOS)	2020		
6	GEOMETRIA	Celda		
7	IDIOMA DE LOS DATOS	Español		
7.1	CONJUNTO DE CARACTERES DE LOS DATOS	UTF8		
8	FUENTE DEL DATO - LINAJE	Barilari (2020)		
9	PROYECCIÓN	SRC EPSG:22196 - Campo Inchauspe / Argentina 6 - Proyectado		
10	DISTRIBUCIÓN	Disponible		
11	FORMATO	Raster		
12	URL RECURSO EN LÍNEA	https://qgiscloud.com/agustinabarilari/TesisMDP/		
13	RESTRICCIONES	SIN RESTRICCIONES		
14	IDIOMA DEL PERFIL DE METADATOS	ESPAÑOL		
15	FECHA CREACIÓN DEL METADATO	03/06/2020		