

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ  
ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES  
ACERCA DEL RECURSO

TESISTA: MARIANA GONZÁLEZ

DIRECTOR: SERGIO ZALBA  
CODIRECTORA: ALOMA SARTOR

BAHÍA BLANCA, JUNIO DE 2021

INDICE

AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	6
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	7
I.1 INTRODUCCIÓN	8
I.2 MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL	10
CAPÍTULO II: ENTENDIENDO PEHUÉN-CÓ COMO UN SISTEMA URBANO, SOCIOECOLÓGICO Y COMPLEJO	12
II. ENTENDIENDO PEHUÉN-CÓ COMO UN SISTEMA URBANO, SOCIOECOLÓGICO Y COMPLEJO	15
II.1 DEFINIENDO EL SISTEMA. UNA CUESTIÓN DE ESCALA	16
II.2 PEHUÉN-CO COMO SISTEMA COMPLEJO	17
II.2.1. SUBSISTEMA FÍSICO-NATURAL	17
II.2.2. SUBSISTEMA CONSTRUIDO	18
II.2.3. SUBSISTEMA ECONÓMICO - PRODUCTIVO	25
II.2.4. SUBSISTEMA NORMATIVO - INSTITUCIONAL	28
II.2.5. SUBSISTEMA SOCIO-CULTURAL	29
II.3 VINCULACIÓN DE LOS DISTINTOS SUBSISTEMAS. ANÁLISIS DE SUS RELACIONES	30
CAPÍTULO III: CÓ: LA IDENTIDAD DE PEHUÉN DESDE SU ORIGEN	33
III.1 LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH)	34
III.2 LA GESTIÓN DEL RHS COMO SISTEMA	35
III.3 CLASIFICACIÓN DE USOS Y USUARIOS DEL RHS	36
III.4 CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO	40
III.4.1. HIDROGEOMORFOLOGÍA	41
III.4.2. ESTIMACIÓN DE LA RECARGA Y CÁLCULO DE LA DESCARGA	43
III.4.3. RENDIMIENTO SOSTENIBLE DEL ACUÍFERO	44
III.5 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO	45
III.5.1. DISEÑO DEL EXPERIMENTO	45
III.5.2. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	47
III.5.3. RESULTADOS OBTENIDOS	50
III.5.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	53
III.6 CONCLUSIONES	60
CAPÍTULO IV: CÓ: ACTORES Y SUS REPRESENTACIONES SOCIALES	59
IV. EL ESTUDIO DE LAS PERCEPCIONES AMBIENTALES A PARTIR DE LA TEORÍA DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES	62
IV.1 RELEVAMIENTO DE LAS PERCEPCIONES AMBIENTALES	64
IV.2 EL AGUA SUBTERRÁNEA COMO OBJETO DE REPRESENTACIÓN SOCIAL	65
IV.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
CAPÍTULO V: ESCENARIOS FUTUROS EN TÉRMINOS DE SOSTENIBILIDAD DEL RHS	70
V. ESCENARIOS FUTUROS EN TÉRMINOS DE SOSTENIBILIDAD DEL RHS	71
V.1. SOSTENIBILIDAD DEL RHS: ABORDAJE FÍSICO VS. ABORDAJE HOLÍSTICO	71

**AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ**  
**ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO**

V.2 EL USO DE INDICADORES COMO MEDIDA DE SOSTENIBILIDAD DEL RHS	71
V.3 PROSPECTIVA HÍDRICA A PARTIR DE ESCENARIOS DE FUTURO	82
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	95

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1: ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA CANTIDAD DE POZOS DE ABASTECIMIENTO EN PEHUÉN-CÓ ENTRE LOS AÑOS 2018 Y 2030	39
TABLA 2: CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ. RESULTADOS	52
TABLA 3: INDICADORES DE PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA PARA LA EVALUACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO EN PEHUÉN-CÓ	73
TABLA 4: INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO EN PEHUÉN-CÓ. IDENTIFICACIÓN	79
TABLA 5: INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO EN PEHUÉN-CÓ. VALORACIÓN	80

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1: UNIDADES DE PAISAJE DE PEHUEN-CÓ	16
FIGURA 2: ZONA URBANA DE PEHUEN-CÓ. AÑO 2004	19
FIGURA 3: ZONA URBANA DE PEHUEN-CÓ. AÑO 2010	19
FIGURA 4: ZONA URBANA DE PEHUEN-CÓ. AÑO 2014	20
FIGURA 5: ZONA URBANA DE PEHUEN-CÓ. AÑO 2018	20
FIGURA 6: ZONA URBANA DE PEHUEN-CÓ. AÑO 2019	21
FIGURA 7: EMPLAZAMIENTO DE LA ZONA URBANA DE PEHUEN-CÓ. AÑO 2010	22
FIGURA 8: EMPLAZAMIENTO DE LA ZONA URBANA DE PEHUEN-CÓ. AÑO 2012	22
FIGURA 9: EMPLAZAMIENTO DE LA ZONA URBANA DE PEHUEN-CÓ. AÑO 2016	23
FIGURA 10: EMPLAZAMIENTO DE LA ZONA URBANA DE PEHUEN-CÓ. AÑO 2019	23
FIGURA 11: PROYECTO DE RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	24
FIGURA 12: RECURSOS TURÍSTICOS DE LA ZONA DE PEHUÉN-CÓ	26
FIGURA 13: USOS DE SUELO, AÑO 2006	27
FIGURA 14: USOS DE SUELO, AÑO 2016	27
FIGURA 15: ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LA ZONA DE PEHUÉN-CÓ	28
FIGURA 16: VINCULACIÓN DE LOS DISTINTOS SUBSISTEMAS DE PEHUÉN-CÓ	31
FIGURA 17: COMITÉ DE CUENCA DEL RÍO SAUCE GRANDE	35
FIGURA 18: PUNTOS CLAVE EN LA GESTIÓN DEL RHS	36
FIGURA 19: USOS DEL AGUA	37
FIGURA 20: DEFINICIÓN DE USUARIO DEL AGUA	38
FIGURA 21: SISTEMA DE GRUPOS DE INTERÉS DE GESTIÓN DEL AGUA EN PEHUÉN-CÓ	39
FIGURA 22: CRECIMIENTO DE LA CANTIDAD DE POZOS DE ABASTECIMIENTO. AÑOS 2008 A 2030	40

**AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ**  
**ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO**

FIGURA 23: CORDÓN ARENOSO COSTERO EN LA ZONA DE PEHUÉN-CÓ	41
FIGURA 24: REGIONES HIDROGEOLOGICAS: AMBIENTE COSTERO	42
FIGURA 25: MODELO HIDROGEOLOGICO DE FLUJO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	43
FIGURA 26: ESTIMACIÓN DE LA TASA DE RECARGA VS PRECIPITACIÓN ANUAL	44
FIGURA 27: EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	45
FIGURA 28: MONITOREO DE CALIDAD DEL RHS. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO	46
FIGURA 29: PROPUESTA PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	47
FIGURA 30: DETERMINACIONES IN SITU. EQUIPO PORTÁTIL UTILIZADO	48
FIGURA 31: ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO. PREPARACIÓN DEL EXPERIMENTO	48
FIGURA 32: ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO. PREPARACIÓN DE MUESTRAS EN CALDO MC CONKEY	49
FIGURA 33: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO. PREPARACIÓN DEL EXPERIMENTO	49
FIGURA 34: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO. PREPARACIÓN DE MUESTRAS EN AGAR - AGAR	50
FIGURA 35: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO. DISPOSICIÓN EN ESTUFA, 48 HS. A 37°C	50
FIGURA 36: ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO. LECTURA DE RESULTADOS. <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i>	51
FIGURA 37: ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO. LECTURA DE RESULTADOS. <i>E. COLI</i> Y C. TOTALES	51
FIGURA 38: ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO. LECTURA DE RESULTADOS. BACTERIAS HETERÓTROFAS	52
FIGURA 39: RESULTADOS DEL MONITOREO DE CONDUCTIVIDAD. DICIEMBRE 2019	54
FIGURA 40: RESULTADOS DEL MONITOREO DE HETERÓTROFOS. DICIEMBRE 2019	56
FIGURA 41: RESULTADOS DEL MONITOREO DE COLIFORMES TOTALES. DICIEMBRE 2019	57
FIGURA 42: RESULTADOS DEL MONITOREO DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> . DICIEMBRE 2019	58
FIGURA 43: RESULTADOS DEL MONITOREO DE <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i> . DICIEMBRE 2019	59
FIGURA 44: DIMENSIONES DEL MODELO PRESIÓN - ESTADO - RESPUESTA	72
FIGURA 45: EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL RHS	82
FIGURA 46: MEDIDAS LOCALES Y NACIONALES PARA LA GESTIÓN DEL RHS	83
LISTADO DE ANEXOS	
ANEXO III-1: MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO DE RED DE AGUA POTABLE	96
ANEXO V-1: FORMULARIO DE ENCUESTA	99
ANEXO V-2: MODELO DE ENTREVISTA	101
ANEXO V-3: CARACTERIZACIÓN DE LOS ACTORES SOCIALES ENTREVISTADOS	102
ANEXO V-4: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ACTORES SOCIALES ENTREVISTADOS	105

## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis es el resultado de un largo recorrido como inicio en mi actividad de investigación en el que destaco el apoyo y motivación de mi director y codirectora, Sergio Zalba y Aloma Sartor. Agradezco a Sergio por sus ideas para el enfoque del tema de estudio, las acertadas sugerencias en la estructuración del trabajo y las minuciosas observaciones y correcciones durante la elaboración del documento. A Aloma agradezco por el acompañamiento en las distintas actividades desarrolladas, por sus ideas y aportes en la escritura y por acercarme a la mirada integral del ambiente desde el paradigma de la complejidad.

Quisiera agradecer también a Carlos Frank por su acompañamiento en esta etapa de mi formación, en la que las actividades de intercambio académico tuvieron una marcada incidencia y donde su guía firme y amable aportó significativamente a mi formación a través del generoso compartir de su experiencia.

Por el apoyo en el análisis y evaluación de los monitoreos de calidad de agua realizados en el Laboratorio de la UTN - FRBB agradezco a su director Horacio Campaña y en especial a Milena Uribe Echavarría y Ariel Airasca por ser facilitadores en la realización de esta tarea con tan buena predisposición.

A todo el equipo del Grupo de Estudio de Ingeniería Ambiental, un grupo de una gran calidad humana donde inicié mi actividad académica hace 20 años, gracias por ser formadores en el día a día desde la construcción compartida del conocimiento en la nutrida convivencia de diversas disciplinas.

A la comunidad de Pehuén-Có en particular a todos aquellos que colaboraron en el desarrollo de los trabajos de campo, brindando desinteresadamente su tiempo y saberes para este estudio.

Finalmente agradezco a la Facultad Regional Bahía Blanca, institución en la que desarrollé mis estudios de grado y posgrado y donde hoy tengo la satisfacción de trabajar, por brindarme la oportunidad de desarrollarme en las áreas que me apasionan.

## RESUMEN

Pehuén-Có es una villa balnearia de reciente conformación respecto de otros asentamientos costeros de la provincia de Buenos Aires con una actividad turística en continuo crecimiento. Esto, sumado al incremento constante de la población residencial estable, resulta en un aumento de la presión antrópica sobre el sistema socioecológico que pone en evidencia desajustes en la infraestructura disponible en general y, en particular, en la referida al abastecimiento de agua potable desde el recurso hídrico subterráneo. El objetivo principal de esta tesis es conocer el estado actual del recurso y de su sistema de gestión en Pehuén-Có y analizar posibles estados futuros, considerando las percepciones ambientales de los actores sociales relacionados. Para esto se desarrolló una investigación de tipo cuali-cuantitativa sobre la problemática hídrica ambiental. A partir del relevamiento de antecedentes publicados y de otras fuentes de información, incluyendo búsquedas en internet y consultas a organismos públicos y privados, se describió el sistema de gestión del recurso hídrico subterráneo en Pehuén-Có, presentando su configuración sobre la base de la teoría de sistemas complejos. Una vez conocida la configuración del sistema, se desarrolló un diagnóstico de características físico-químicas y bacteriológicas del agua subterránea monitoreando 24 (veinticuatro) pozos de abastecimiento. Se midieron *in situ* el pH, la temperatura y la conductividad y se tomaron muestras que fueron posteriormente analizadas en laboratorio para la cuantificación de bacterias coliformes, heterótrofos, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. En cuatro perforaciones la conductividad eléctrica excedía los valores recomendados para agua de consumo doméstico, tres de ellas se encontraban cercanas a la línea de costa, lo que podría resultar un indicio de intrusión salina. Seis de las perforaciones mostraron contaminación bacteriológica, lo que podría estar asociado con la cercanía a pozos sépticos o, en algunos casos, con deficiencias en la limpieza de los tanques domiciliarios. Se estudiaron las percepciones de los actores involucrados con el recurso desde la teoría de las representaciones sociales. Se desarrollaron y aplicaron 24 encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas que consultaron acerca de la calidad y cantidad del recurso hídrico subterráneo, como así también sobre aspectos relacionados de la planificación urbana. Sobre la base de las representaciones sociales se desarrolló una prospección de la configuración futura del sistema a partir de la propuesta de indicadores ambientales de sustentabilidad hídrica. Estos indicadores fueron abordados desde el marco de la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales, analizando la sustentabilidad del sistema mediante cinco atributos: productividad, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y gestión. Los resultados obtenidos destacan la importancia del recurso hídrico como un factor clave de desarrollo y como un bien apropiado por parte de la comunidad, la que expresa una marcada preocupación por la sustentabilidad del recurso. Se destaca la oportunidad y la necesidad de abordar el desarrollo de la localidad desde una planificación estratégica que contemple la gestión ambiental de los recursos hídricos como un factor clave para su sustentabilidad. Los problemas reflejados en la disponibilidad y calidad del recurso, sumados a la expansión de la urbanización bajo las tendencias de cambio climático, podrían condicionar la calidad de vida de los habitantes de la localidad. Asimismo estos problemas limitarían el crecimiento y proyección de la villa balnearia como destino turístico y recreativo. La preservación de la calidad del agua dulce proveniente del acuífero subterráneo se convierte así en un objetivo central para el desarrollo de Pehuén-Có y requiere el análisis crítico de la experiencia de gestión del recurso en el área central de la localidad y su adaptación a la expansión urbana local para evitar futuros problemas ambientales.

Palabras clave: *sustentabilidad, recurso hídrico subterráneo, Pehuén-Có, representaciones sociales*

CAPÍTULO I  
INTRODUCCIÓN

## I.1 Introducción

Esta tesis aborda un estudio de investigación cuali-cuantitativa que plantea la problemática ambiental hídrica de la localidad de Pehuén-Có, en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, desde un enfoque transdisciplinar, elaborando un diagnóstico de la situación actual del recurso y de sus posibles estados futuros y analizando la relación entre la calidad del agua subterránea medida a través de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos con el análisis de las representaciones de los actores sociales involucrados.

Pehuén-Có es una villa balnearia de reciente conformación respecto de otros asentamientos costeros de la provincia de Buenos Aires. Su actividad turística se encuentra en continuo crecimiento, lo que implica un incremento constante de la población residencial estable, así como de los turistas, resultando en un aumento de la presión antrópica sobre el sistema socioecológico poniendo en evidencia desajustes en la infraestructura disponible.

Ubicada al sur de la provincia de Buenos Aires, distante 80 Km. de la ciudad de Bahía Blanca, Pehuén-Có cuenta con una población permanente de 1.916 habitantes<sup>1</sup>, con registros de hasta 55.000 visitantes durante la temporada estival (La Nueva Provincia, 2011). Situada sobre el sistema de dunas costeras típico del litoral bonaerense, su urbanización se caracteriza por propiedades construidas sobre terrenos amplios y una extensa arborización, principalmente de coníferas y eucaliptos. La precariedad de la infraestructura vial de acceso ha retrasado su crecimiento, lo cual favoreció la consolidación de un conjunto de representaciones sociales fuertemente asociadas con la protección ambiental y actitudes que tienden a preservar las condiciones apacibles del lugar, generando situaciones de conflicto social toda vez que se pone en riesgo el perfil original de la villa (Sartor y González, 2011).

Estas características de la villa parecieran transformarse lentamente, incorporando pautas propias de otros centros turísticos con un perfil urbano más “moderno”, en respuesta a los cambios implementados en obras de infraestructura, principalmente vial. Sumado a esto, comienza a observarse en el lugar el establecimiento de nuevas actividades económicas, como la pesca artesanal y otras relacionadas con el turismo, como la venta de artesanías, la organización de fiestas y encuentros populares, el establecimiento de complejos de cabañas, etc., que resultan en incrementos de su población estacional y estable. Asimismo el desarrollo de actividades culturales impulsadas por la Sociedad de Fomento “Amigos de Pehuén-Có”, vinculadas con el teatro, la música, exposiciones a partir de nuevas infraestructuras y propuestas que se centran en rescatar las características paleontológicas con el impulso de consolidar centros, exposiciones, eventos y nuevos proyectos.

A la fecha, los habitantes de Pehuén-Có se abastecen de agua subterránea proveniente de pozos de entre 5 y 10 m de profundidad ubicados en cada predio. No obstante, desde el año 2011 la localidad se encuentra en una fase de transición hacia la implementación de un sistema centralizado de abastecimiento de agua, no previendo en un futuro inmediato el desarrollo de un sistema de cloacas. La profundidad de los pozos negros, de entre 1 a 5 m., sumada a su construcción deficiente, pondría en riesgo la preservación de la calidad del agua subterránea por contaminación de las napas inferiores por infiltración. Es por esto que, si bien el nuevo sistema de abastecimiento supone una mejora en la calidad de vida de sus habitantes, de no ser pensado en forma integral y en caso de no ser acompañado por una adecuada planificación podría convertirse en un atractor de crecimiento que afectaría la sustentabilidad urbana.

En la Provincia de Buenos Aires, aproximadamente el 50% de la población humana vive a no más de 200 km de la costa. Las presiones que se ejercen sobre el medio ambiente costero no escapan a las situaciones evidenciadas en general para los espacios costeros en otras regiones del mundo, en las que se carece de un enfoque integrado de ordenación, de conservación de las zonas de captación o de las cuencas fluviales y de planificación del uso de la tierra (Lasta y Jaureguizar, 2006).

El crecimiento urbano, como puede observarse en otros asentamientos costeros más desarrollados, genera modificaciones en la presión de consumo de agua subterránea, y produce la transformación de áreas de particular valor para su almacenamiento, como los médanos litorales, y la contaminación de las napas freáticas a partir de los pozos ciegos, resultando en la afectación de la calidad y cantidad de los depósitos de agua.

Se puede inferir que la localidad se encuentra en un punto de inflexión en lo que hace a su desarrollo. Las dimensiones del área urbana y la intensidad de la actividad turística y de otras relacionadas con ella, posiblemente no hayan resultado aún en cambios de difícil reversión en lo que hace a la sustentabilidad del

---

<sup>1</sup>Estimado a partir de las estadísticas del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 (método geométrico).



recurso agua subterránea. Sin embargo, las tendencias de crecimiento y los proyectos de cambio en el sistema de abastecimiento hacen que resulte imprescindible desarrollar propuestas para la gestión integrada del recurso hídrico.

El agua subterránea suele reaccionar más lentamente que el agua superficial. Por lo general, los procesos físico-químicos que la afectan llevan más tiempo y, en consecuencia, su recarga y remediación demoran mucho más. La gestión sostenible de las aguas subterráneas implica que su utilización no altere el equilibrio entre la cantidad y calidad del recurso y la demanda. A tal efecto, los siguientes objetivos son fundamentales:

- a. equilibrar la extracción con la recarga de aguas subterráneas,
- b. proteger las aguas subterráneas de la contaminación (CapNET, 2010).

En el caso particular de Pehuén-Có, no existen estudios específicos de caracterización del agua subterránea, por lo que no se conoce el estado actual del recurso en términos de su rendimiento o de la capacidad de recarga, y no se ha delimitado tampoco la cuenca que abastece a la villa. Salvo iniciativas aisladas, no existe información acerca de la situación química y bacteriológica del agua, de las tendencias en el rendimiento de los pozos, ni de su relación con el uso que se le da al recurso o con el tratamiento que se aplica a los efluentes. Tampoco se conoce acerca de las representaciones de los actores sociales relacionados con el consumo del recurso (residentes, turistas y excursionistas) ni sobre sus expectativas de uso en caso de cambiar el sistema por otro que permita, por ejemplo, consumos mayores. No obstante, en el lugar sí se han desarrollado estudios sobre la zona de playa. En particular Manera, Aramayo y otros (2008) han estudiado acerca de la geología y paleontología de la reserva, Caló y colaboradores (1986, 1987) realizaron importantes aportes acerca de la geología, Perillo, Piccolo y Bustos (2012) publicaron estudios específicos acerca del clima y la dinámica costera en el balneario. Existen también estudios sobre el turismo, desarrollados como tesis de Licenciatura de Geografía en las que se ha analizado la demanda turística y se han evaluado alternativas de distintas propuestas de actividades turísticas (Fernández, 2016). Como un primer acercamiento a las condiciones sanitarias del recurso hídrico subterráneo se ha desarrollado una tesis de Licenciatura en Gestión Ambiental que evalúa la calidad físicoquímica y bacteriológica de diez pozos de abastecimiento ubicados en el sector urbano (Travi, 2015). También en relación a la calidad del agua subterránea se ha desarrollado una tesina de Licenciatura en Ciencias Ambientales que evalúa distintos parámetros fisicoquímicos (Andes, 2018). Asimismo, se ha desarrollado una tesis de Licenciatura en Geología que estudia el comportamiento del acuífero en la zona costera entre Pehuén-Có y Punta Alta (Valdes, 2016).

Este trabajo propone, entonces, la generación de la información de base necesaria para realizar un diagnóstico de la situación del agua subterránea en Pehuén-Có, el análisis de las representaciones sociales de los habitantes alrededor de este recurso y la evaluación de posibles escenarios futuros ante las tendencias de crecimiento demográfico y de cambio en el sistema de provisión de agua. Estos resultados podrían ser utilizados como insumos para el desarrollo de una estrategia de gestión integrada del recurso, mientras que el enfoque empleado podría ser considerado para desarrollar herramientas de aplicación práctica en la planificación y gestión del territorio en otros sistemas urbanos con similares características.

El objetivo principal de este trabajo es el estudio del estado del sistema de manejo actual del recurso agua subterránea en Pehuén-Có y sus posibles estados futuros, considerando las percepciones ambientales de los actores sociales relacionados. Del abordaje de este objetivo se desprenden objetivos particulares los que han sido planteados al inicio de la investigación, a saber:

1. Identificar los distintos usos y demandas del recurso agua subterránea en la localidad de Pehuén-Có.
2. Caracterizar el sistema hídrico subterráneo de la zona de estudio.
3. Evaluar la calidad bacteriológica del agua y sus variaciones según la densidad de viviendas de la urbanización.
4. Identificar los posibles problemas de salinización y eventuales variaciones en función de la densidad de pozos y de la distancia de los pozos a la línea de costa.
5. Estudiar las percepciones de los actores sociales respecto del agua subterránea, en particular su conocimiento acerca de la vulnerabilidad del recurso y sus expectativas de consumo ante la instalación de un sistema de distribución de agua por red.
6. Evaluar posibles escenarios futuros en términos de disponibilidad y calidad del recurso de acuerdo a cambios en la densidad humana y habitacional y en respuesta a la adopción de un sistema de distribución de agua por red.

Para el cumplimiento de los objetivos se realizaron trabajos de campo, encuestas, entrevistas, relevamientos de datos pre-existentes y toma de muestras de agua subterránea; así como investigación bibliográfica en gabinete y desarrollo de análisis en laboratorio, lo cual se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Química de la Facultad Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional.

La tesis se estructura en seis capítulos, desde los que se abordaron los distintos objetivos específicos:

En el Capítulo I se realiza una introducción al tema de estudio, planteando los objetivos perseguidos y las partes en las que se estructura el trabajo de investigación. Se desarrolla además el marco teórico conceptual que sustenta la investigación, validando los distintos temas abordados en ella, como gestión integrada de recursos hídricos, sistemas complejos, teoría de las representaciones sociales, sustentabilidad, análisis de escenarios de futuro, etc.

El Capítulo II, “Entendiendo Pehuén-Có como un sistema urbano, socioecológico y complejo”, analiza el estado actual de la villa balnearia desde la teoría de los sistemas complejos, planteando la urbanización como un sistema formado por los subsistemas físico-natural, construido (urbano), económico-productivo, normativo-institucional y socio-cultural. Esto permite a partir del estudio detallado de cada uno de ellos analizar su interacción y favorecer a la comprensión de la dinámica de la villa a partir de la vinculación de los subsistemas propuestos.

Con la fundamentación de base del Capítulo II y considerando al Recurso Hídrico Subterráneo (RHS) en Pehuén-Có como un sistema en sí mismo, se desarrolla el Capítulo III, “Có: La identidad de Pehuén”. En este capítulo se describe el RHS, se analiza su gestión y se estudia su caracterización física a partir de la recopilación bibliográfica existente. Se desarrolla además una caracterización bacteriológica a partir del muestreo *in situ* y análisis de calidad de agua en laboratorio.

El Capítulo IV, “Agua Subterránea en Pehuén-Có: actores y sus representaciones sociales”, analiza las percepciones ambientales de los actores involucrados en el uso y la gestión del recurso hídrico subterráneo a partir de la teoría de las representaciones sociales. Allí se desarrolla una investigación de tipo cualitativa, efectuando un estudio de campo basado en el desarrollo de encuestas y entrevistas.

En base al estudio desarrollado en los capítulos anteriores, en el Capítulo V, “Escenarios futuros en términos de sostenibilidad del RHS”, se plantea el desarrollo de un sistema de indicadores de sostenibilidad que permitan evaluar la misma a partir del establecimiento de distintos escenarios futuros.

Por último, en el Capítulo VI se exponen y argumentan las consideraciones finales a modo de conclusión y como corolario del trabajo de investigación.

## **1.2 Marco teórico - conceptual**

La sostenibilidad, y en particular el desarrollo sostenible constituyen uno de los conceptos más controvertidos de la literatura ambiental (Gallopín, 2003). El enfoque tradicional establece que *“la sostenibilidad del desarrollo y de cualquiera de las actividades que lo soportan implica tres dimensiones: económica, social y ecológica, cuya profunda interrelación obliga a una concepción multi e interdisciplinar de la planificación y de la gestión del desarrollo”* (Gómez Orea y Gómez Villarino, 2014). En los extremos se ubican, por una parte, quienes sólo prestan atención a la sostenibilidad del sistema social o socioeconómico y, por la otra, quienes privilegian únicamente la sostenibilidad de la naturaleza (Gallopín, 2003). Sin embargo, los sistemas sociales y los ecosistemas se han ido moldeando y adaptando conjuntamente, convirtiéndose en un sistema integrado de humanos en la naturaleza, denominado sistema socio-ecológico o socio-ecosistema. Los sistemas socio-ecológicos representan sistemas adaptativos complejos, jerárquicamente estructurados y auto-organizados (Berkes, et al., 1994) en los que sus distintos componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos y naturales interactúan (Resilience Alliance, 2010) por lo tanto el enfoque de la gestión de sus recursos naturales, no debería centrarse en los componentes del sistema sino en sus relaciones, interacciones y retroalimentaciones (Farhad, 2012). En este sentido, las cuencas hidrográficas actúan como un socio-ecosistema (Olsson; Folke, 2001; Moberg; Galaz, 2005), donde los diferentes niveles organizativos (desde los ecosistemas que la integran hasta la propia cuenca) suministran servicios a la sociedad, y los actores sociales a diferentes niveles organizativos del sistema social son beneficiarios de estos servicios (Martín-López, et al., 2009).

Los recursos hídricos no escapan de la imprecisión en cuanto a la definición de sostenibilidad. No obstante, algunos autores definen a la sostenibilidad hídrica como: *“el uso del agua que sostiene la capacidad de la sociedad humana para mantenerse y crecer dentro de un futuro indefinido, sin comprometer la integridad del ciclo hidrológico o los sistemas ecológicos que dependen de él”* (Crojethovich; Rescia, 2006). Asociado a este concepto la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) se desarrolla desde comienzo de la años ochenta en respuesta a la presión que sobre los sistemas de recursos hídricos causan el crecimiento poblacional y su evolución socioeconómica con gestiones del recurso que se basaban exclusivamente en cómo responder con mayor oferta al aumento de la demanda, nuevas obras de ingeniería y necesidad progresiva de mayores recursos económicos para su financiación; sin embargo, los problemas en torno al acceso al agua persistían en términos de desigualdad y de progresivo deterioro. La escasez de agua y el deterioro de su calidad han obligado a muchos países a reconsiderar las modalidades de gestión de sus recursos hídricos. En las reuniones internacionales, las opiniones convergen sobre las implicaciones de la GIRH. Esto se vio reflejado en los Principios de Dublín de 1992 que han sido universalmente aceptados como base para la GIRH (Loucks et al. 2005). En tal sentido se establece que la GIRH es un proceso que promueve el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos y recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas (GWP, 2000). Desde el marco teórico de la GIRH se considera que el uso de los recursos en las actividades y funciones sociales y económicas requieren determinar la implementación de leyes y reglamentos para que dicho uso sea sostenible (Loucks et al., 2005).

En este sentido, los últimos foros internacionales desarrollados en torno a temas hídricos reflejan la necesidad de buscar respuestas abarcativas para dar solución a problemas que exceden su tratamiento desde la óptica del abastecimiento del recurso como único componente del sistema, que es en evidencia mucho más complejo. Se vuelve imprescindible entonces identificar prioridades que permitan establecer cuáles son las demandas que implican encontrar soluciones sostenibles al tratamiento de los principales problemas hídricos. A escala internacional los temas discutidos en los foros mundiales reflejan la evolución en la comprensión de estos problemas.

Así, el Foro Mundial del Agua desarrollado desde 1997 ha planteado como tópicos:

- Visión para el Agua, la Vida y el Ambiente (Marruecos, 1997)
- De la Visión a la Acción (The Hague, 2000)
- Un Foro con una Diferencia (Kyoto, 2003)
- Acciones Locales para un Desafío Global (Mexico City, 2006)
- Separando Puentes para el Agua (Estambul, 2009)
- Tiempo de Soluciones (Marsella, 2012)
- Agua para el Futuro (Daegu y Gyeongbuk, 2015)
- Compartiendo Agua (Brasilia, 2018)

Es en este último foro<sup>2</sup> en el que las metas planteadas se enfocaron principalmente en: seguridad hídrica y cambio climático; riesgo, resiliencia y preparación ante desastres; agua, saneamiento y salud; agua, energía y seguridad alimentaria; aguas urbanas y residuos; agua y ciudades; calidad del agua, subsistencia de los ecosistemas y biodiversidad; financiación para la seguridad hídrica, gobernanza, justicia y educación.

Esto muestra cómo el eje central de la discusión a nivel global ha ido corriéndose desde la visión del agua como recurso hasta la visión actual de la necesidad de entender al agua como elemento integrado a las ciudades e indispensable para el desarrollo del territorio y la conservación de los ecosistemas con el desafío de una adaptación constante a los cambios globales.

Desde el conocimiento se evidencia también que los problemas relacionados con el agua requieren para su abordaje un enfoque transdisciplinario que permita *“solucionar un problema complejo, en el cual influyen un sinnúmero de variables, el que, para su tratamiento, requiere de la participación y el aporte de distintas ramas de la Ingeniería y de diversas profesiones que abarquen conocimientos no sólo técnicos, sino también sociales, económicos, etc.”* (Zucarelli, 2008).

Se reconoce cierta evolución de la doctrina y práctica de la gestión en relación con el desarrollo de los distintos saberes y conocimientos asociados a la temática hídrica, en consonancia asimismo, con la

---

<sup>2</sup> Foro Mundial del Agua (2016). *Foro Mundial de Agua 2018. Principales ejes temáticos*. Accedido el 07.10.2017. <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/images/Ejestematicos.pdf>

transformación de los criterios sociales referidos al uso de los recursos. La evolución en el abordaje de estos problemas evidencia la existencia de dos paradigmas hídricos diferentes: el paradigma hidráulico tradicional, cuyo axioma central puede resumirse en la necesidad de proporcionar agua suficiente para todos aquellos agentes sociales dispuestos a utilizarla con fines productivos y un nuevo paradigma hidrológico basado en el concepto de desarrollo sostenible. En el primer modelo, la práctica planificadora se limita a proyectar infraestructuras orientadas al abastecimiento de las demandas consideradas como algo exógeno y creciente, sin profundizar en el análisis de los usos ni en la manera de recortar las dotaciones ni las inversiones en obras (Pedregal Mateos, 2005). Es evidente que la gestión del agua debería trascender este enfoque, basándose en el conjunto de valores, criterios, medidas, normas y acciones encaminadas a utilizar y preservar los sistemas hídricos en un ámbito espacial y temporal determinado para garantizar la sostenibilidad del sistema. Así es como surge el nuevo paradigma hidrológico, en un contexto de ampliación de la conciencia medioambiental presidido por el concepto de desarrollo sostenible (Pedregal Mateos, 2005). Este nuevo paradigma hidrológico evidencia que la construcción de una racionalidad ambiental se desarrolla a través de la integración de distintos saberes que no están vinculados exclusivamente a lo científico. En tal sentido Leff (2004) afirma que *“la comprensión y la intervención social sobre la naturaleza rebasan el campo privilegiado de las ciencias y de la racionalidad dominante para pensar la sustentabilidad desde el encuentro de seres constituidos por saberes.”*

Resulta imprescindible, entonces, la comunicación con los habitantes del lugar para dar sustento al conocimiento teórico-técnico que pueda ser desarrollado durante una investigación destinada a conocer la evolución y el funcionamiento de un sistema. En toda fase de inicio, y para conformar el diagnóstico ambiental, existen tres aproximaciones informativas que se complementan la científico - técnica, el conocimiento local de quienes están directamente implicados en la explotación de los recursos y la percepción de la población y los actores sociales sobre el tema de estudio. Es decir que, además de la aproximación técnica y científica, existe otra aproximación perceptiva basada en la apreciación de la realidad por los actores sociales (Gómez Orea, 2007). Así es como la percepción, las actitudes y las representaciones de los actores sociales conforman un aspecto imprescindible para la comprensión integral de un sistema (Fernández Moreno, 2008).

Desde el punto de vista de la planificación, las percepciones ambientales son consideradas como una fuente clave de información para los planificadores y gestores del ambiente en los procesos de toma de decisión. Usualmente la imagen del ambiente difiere de modo apreciable entre los tomadores de decisiones y la interpretación que de esta misma realidad hacen otras personas (Fernández Moreno, 2008). Las representaciones sociales, por su parte, son construcciones de significado que organizan las actitudes de los grupos sociales y que determinan sus expectativas y sus acciones (Abric, 2001; Jodelet, 1984). Desde este punto de vista, el conocimiento de las percepciones sociales alrededor del recurso agua puede resultar tan importante para una adecuada planificación como la información acerca de su rendimiento, caudales y estado químico y bacteriológico.

Dentro de la jerarquía de los sistemas sociales, los diferentes grupos de individuos y organizaciones que los conforman tienen diferentes percepciones o visiones sobre cuál es el estado deseado del socio-ecosistema, generando conflictos y desigualdades sociales en el uso y gestión de los servicios. De esta forma, cualquier toma de decisiones relativa a la gestión de los servicios de los ecosistemas afecta a la estructura y funcionamiento tanto de los ecosistemas como de los sistemas sociales (Martín-López y Montes, 2011).

Es así que el estudio de las percepciones ambientales cobra una importancia significativa en los últimos años a partir de la necesidad de generar estudios que tomen en cuenta a los diferentes actores sociales involucrados, con el fin de que el conocimiento generado permita aportar elementos para el diseño y ejecución de una política ambiental, contribuyendo así al diseño de políticas ambientales verdaderamente públicas, más incluyentes y encaminadas hacia el interés general (Fernández Moreno, 2008). Estas percepciones pueden ser reflejadas en el planteo de escenarios que permitan configurar una posible conformación futura de los sistemas. El análisis de estos escenarios permitiría entonces avizorar cuáles opciones serían más apropiadas para la configuración futura del sistema hídrico y, en base a esto, diseñar modelos de desarrollo que tiendan a la sustentabilidad.

La gestión de este conocimiento construido desde el estudio las percepciones ambientales permite, en municipios de perfil turístico de pequeña escala, tal el caso de Pehuén-Có, la aproximación a un modelo de desarrollo turístico sustentable que considere tanto la articulación de distintos niveles gubernamentales, como la optimización de recursos y adopción de nuevas tecnologías de gestión (MTN, 201x).

La Organización Mundial del Turismo (OMT), en su Agenda 21 para la industria de los viajes y el turismo, define el turismo sostenible como aquel que *“satisface las necesidades de los turistas actuales y de las regiones de destino, al mismo tiempo que protege y garantiza la actividad de cara al futuro. Se concibe como una forma de gestión de todos los recursos de forma que las necesidades económicas, sociales y estéticas*

*puedan ser satisfechas al mismo tiempo que se conservan la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas que soportan la vida".* Para garantizar esta sostenibilidad debe establecerse un equilibrio entre los aspectos ambientales, económicos y socioculturales del desarrollo del turismo, esto comprende: el uso óptimo de los recursos ambientales el respeto a la autenticidad sociocultural de las comunidades locales y el establecimiento de actividades económicas viables a largo plazo, que aporten a todos los interesados beneficios socioculturales bien distribuidos (OMT, 2005).

Dado que el modelo turístico predominante a nivel local es principalmente de sol y playa, altamente estacional, la previsión de crecimiento de la demanda en el uso del recurso hídrico subterráneo está asociada a los cambios demográficos estacionales que éste genera. Por otro lado, la estacionalidad de la demanda y la concentración de segundas viviendas con índices muy bajos de ocupación exige el sobredimensionamiento de las redes de servicio y sus costos asociados al momento de la planificación urbana (OSE, 2008).

Así, para evaluar un sistema de gestión de recursos hídricos, es fundamental conocer las tendencias de los indicadores relacionados con las aguas subterráneas, comprendiendo los cambios (pasados, presentes y futuros) en el acuífero (recarga, almacenamiento, dirección del flujo y calidad) y de qué manera se relacionan con los impactos originados por cambios en el uso del suelo, el cambio climático y el uso del agua (Owen et al, 2010). Además, y a fin de evaluar este sistema en términos de sustentabilidad, deben incorporarse otros aspectos relacionados con las dimensiones social y económica.

El planteo de posibles escenarios distintos en la evaluación de la sustentabilidad constituye una importante herramienta para la toma de decisiones, permitiendo predecir y analizar los posibles futuros eventos que puedan favorecer la consecución de determinados resultados a partir de la implementación de acciones oportunas. No obstante esta metodología se percibe con un alto nivel de incertidumbre y complejidad.

Las técnicas del análisis de escenarios sintetizan información cuantitativa y cualitativa para la construcción de múltiples escenarios a partir de distintas imágenes del futuro. Generalmente el análisis de escenarios considera tres diferentes supuestos: el caso base, el peor caso y el mejor caso. El caso base es el escenario esperado, el resultado que se obtendría si el sistema funciona normalmente. El peor y el mejor caso son supuestos con condiciones mínimas o máximas favorables introducidas o modificadas en el sistema (Zortea, 2014).

Particularmente, Pehuén-Có, por su escala y la conservación de la calidad de sus recursos naturales se encuentra aún en una situación privilegiada en este sentido, dado que su evolución urbana es incipiente, lo que permite incorporar metas de sustentabilidad en sus acciones de desarrollo.

CAPÍTULO II  
ENTENDIENDO PEHUÉN-CÓ COMO UN SISTEMA  
URBANO, SOCIOECOLÓGICO Y COMPLEJO

## II. ENTENDIENDO PEHUÉN-CÓ COMO UN SISTEMA URBANO, SOCIOECOLÓGICO Y COMPLEJO

Siguiendo con el objetivo principal de esta tesis, y con el propósito de estudiar el estado y el sistema de manejo actual del recurso agua en Pehuén-Có desde una perspectiva holística, se adopta la metodología de los sistemas complejos. Desde esta perspectiva sistémica se define y caracteriza a Pehuén-Có con una visión integrada del funcionamiento de la villa como soporte necesario para la gestión del recurso en términos de sistema.

García (2011) explica que ningún sistema está dado al comienzo de una investigación, sino que sólo se define adecuadamente durante el transcurso de la misma.

En tal sentido, el mismo autor señala dos condiciones que dan al sistema el carácter de complejo:

- las funciones de los elementos (subsistemas) del sistema no son independientes; esto determina la interdefinibilidad de los componentes;
- el sistema como totalidad es abierto, careciendo de fronteras rígidas e interactuando con una realidad más amplia por medio de flujos de materia, energía, recursos económicos, políticas regionales, nacionales, etc.

Propone García (2011), además, que la investigación de un sistema complejo significa estudiar un “trozo de realidad” que incluye aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos y que esta realidad carece de límites precisos, tanto en su extensión física como en su problemática. En tal sentido, considerar a Pehuén-Có como un sistema complejo resulta apropiado para la definición y caracterización de la localidad, ya que esta metodología permite definir los distintos componentes del sistema e identificar la vinculación entre ellos. A su vez, dentro de cada subsistema la posibilidad de identificación de las variables relacionadas al recurso agua subterránea facilitará la interpretación del estado actual de su gestión, objetivo principal de este trabajo.

El abordaje de la ciudad como sistema complejo es uno de los conceptos fundamentales de la Ecología Urbana, disciplina que permitió estudiar los procesos que atraviesan los asentamientos urbanos desde un enfoque integrador, complejo; entendiendo a las ciudades como sistemas abiertos, que intercambian con el entorno información, energía y materia (Montenegro, 1998). La Ecología Urbana se define como el estudio de la biósfera en pueblos y ciudades utilizando métodos ecológicos. Otros autores la definen como el estudio de las relaciones entre los habitantes de una aglomeración urbana y sus múltiples interacciones con el ambiente (social, físico, económico, institucional, cultural) (Di Pace, 2004). En tal sentido la ecología de la ciudad abordada desde el estudio de los ecosistemas urbanos, fue un concepto que se reconoció en los años 70s (la ciudad como ecosistema), los primeros trabajos publicados trataron sobre diversos aspectos del funcionamiento urbano de Bruselas; luego fue desarrollado en el marco del Programa sobre el Hombre y la Biósfera (MAB) de la UNESCO y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) un estudio sobre Hong Kong que da sustento en 1981 a la publicación de una obra de referencia fundamental en esta materia, introduciendo el estudio socioecológico de los ecosistemas urbanos (Terradas et al, 2011).

Se entiende por sistema socioecológico un sistema definido por un componente social en interacción con un componente ecológico, este sistema puede ser urbano o rural y definirse a diferentes escalas desde lo local a lo global (Gallopin, 2003). Es decir que no sólo se trata de un sistema en el que se consideran además de sistemas ecológicos, sistemas sociales humanos que interactúan en un espacio determinado y para comprender su comportamiento debe definirse la relación entre ambos.

Los sistemas sociales se desarrollan a partir de un constante intercambio de materia, energía e información con su medio ecológico, estableciéndose una estrecha relación entre sociedad y ambiente que resulta en un valor propio del sistema social y por tanto éste es autoconstruido. Así cobra importancia el estudio de las percepciones ambientales que se construyen en la comunidad, ya que de este modo ayudan a comprender el origen y evolución de los problemas ambientales y la relación de la comunidad con su entorno natural. En tal sentido, los diferentes conocimientos que se tienen en un sistema social acerca del entorno ambiental con el que se relaciona, cómo éste ha sido afectado por cambios en el entorno, y las diversas estrategias de adaptación que se han desarrollado, constituyen la memoria socioecológica, propia de cada sistema social.

Por otro lado, es relevante la ubicación de los elementos del sistema y de sus entornos, la conectividad espacial entre ellos, incluyendo geografía e infraestructura de los espacios donde interactúan el sistema social y el ecológico. De este modo, además de la delimitación espacial en la identificación de un territorio para el sistema socio-ecológico, debe ser considerado que el entorno del sistema también se relaciona con su propio comportamiento (Urquiza Gómez y Cadenas, 2015). En tal sentido el descubrimiento de huellas paleontológicas

en cercanías del balneario es un claro ejemplo de esta interacción, en que la ubicación y conectividad espacial configura el entorno del sistema, definiendo su comportamiento.

## II.1 Definiendo el sistema. Una cuestión de escala

Al definir un sistema como el espacio urbano de Pehuén-Có, no puede dejarse de lado las interrelaciones de los distintos subsistemas determinando el espacio en el que las mismas se llevan a cabo, el territorio, el cual constituye en sí mismo un sistema con la particularidad de adaptarse a los cambios y garantizar su sostenibilidad (Villatoro, 2017). El concepto de territorio se plantea aquí como una construcción social y temporal, como un espacio físico en el que se construye representación social y se materializan las percepciones ambientales de los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico.

Así, el análisis del territorio planteado desde la configuración de la gestión del recurso como foco de estudio para este caso, se plantea a partir de la identificación de unidades ambientales, definiendo como unidad ambiental a la síntesis de los distintos aspectos del ecosistema poniendo de manifiesto sus interrelaciones y estructuración, dando idea del grado de conservación e influencia humana.

Para el caso de estudio, se establecen las unidades ambientales: playa, área urbana, Laguna Sauce Grande, valle inferior del Río Sauce Grande, pinar, médanos, planicie litoral, sitios de valor arqueológico (Figura 1).



Figura 1: Unidades de paisaje de Pehuén-Có  
Elaboración propia en base a imagen satelital de *Google Earth*

El entorno de la villa balnearia está constituido al norte por el cordón medanar que separa el área urbana de la planicie litoral en la que se desarrollan actividades agropecuarias. Al noreste de la urbanización se extiende el Río Sauce Grande, que desemboca en la laguna homónima, para seguir luego su curso hasta el Océano Atlántico.

Tanto al este como al oeste de la urbanización se observan unidades ambientales de bosques de pinos, vegetación introducida en el sector y la cual da nombre al lugar. En dirección este y a unos 8 km. se sitúa el Yacimiento Paleontológico de huellas fósiles. En dirección oeste, y adyacente a la urbanización, se localiza un nuevo loteo denominado Pueblo Darwin, que se encuentra en avanzado estado de ocupación.



De acuerdo a lo expresado por García (2011), la definición de los límites en un sistema complejo, no supone que se traten solamente las fronteras físicas, sino que se deben considerar también: la problemática en estudio, el marco conceptual que se maneja y los fenómenos incluyendo las escalas espaciales y temporales. “Dejar afuera de los límites del sistema no significa necesariamente dejar fuera de consideración. En los casos en que aquello que quedó afuera interactúa con lo que quedó adentro, su acción se toma en cuenta a través de las condiciones de contorno o condiciones de los límites. Tales condiciones se especifican en forma de flujos (de materia, de energía, de créditos, de información, etc.” (García, 2011). Así, en el caso de la gestión del recurso hídrico en Pehuén-Có, si bien tomando como referencia las características de las unidades ambientales identificadas, y definiendo como área de estudio el sistema urbano, se considera el entorno como frontera indisociable del sistema, y la relación entre sistema y entorno permitiendo que uno influya sobre el otro y viceversa (Villatoro, 2017). Ejemplo de esto es el riesgo de incendio que constituye la cercanía a los bosques de coníferas, los que en el verano 2019-2020 pusieron en evidencia la fragilidad del sistema de respuesta a emergencias y la dependencia necesaria de la disponibilidad del recurso agua para enfrentar este tipo de catástrofes.<sup>3</sup>

Así se consideran para la definición de este sistema las cuestiones que lo definen como un sistema complejo en sí mismo; no como una cuestión estrictamente geográfica, sino como una cuestión de caracterización de componentes. Dada la escala territorial del espacio urbano, el desafío supone adaptar metodologías de sistemas extensos a estos espacios de pequeña magnitud.

## II.2 Pehuén-Có como sistema complejo

De acuerdo al marco teórico adoptado en esta tesis, sustentado en la teoría de sistemas complejos, se define a Pehuén-Có como un sistema urbano complejo.

Considerando lo sugerido por Gallopín (2003), y sobre la base de la recopilación bibliográfica de estudios realizados en el área y de relevamientos de campo y trabajos en gabinete, se definen como componentes del sistema urbano Pehuén-Có cinco subsistemas:

- *Subsistema físico-natural*
- *Subsistema construido (urbano)*
- *Subsistema económico-productivo*
- *Subsistema normativo-institucional*
- *Subsistema socio-cultural*

los que de algún modo muestran por sí mismos y a través de las relaciones entre ellos y con el contexto externo, la situación de la villa balnearia a partir del análisis de la gestión actual del recurso hídrico.

Esta situación es entonces configurada por los subsistemas, por las relaciones entre ellos y por las condiciones de contexto externo (zona agrícola, turismo, recreación -población pasiva- etc.). Los cambios que se dan en los elementos de los subsistemas, a partir de las interrelaciones, determinan su comportamiento y aumentan en la medida en que aumenta su complejidad volviéndose impredecibles dado la subjetividad de los actores o colectivos que componen el sistema territorial (Villatoro, 2017).

A fin de conocer las características de los subsistemas y sus relaciones se describe y analiza a continuación a cada uno de ellos.

### II.2.1. Subsistema físico-natural

La localidad se sitúa en la cuenca baja del río Sauce Grande, en la porción sur del sistema serrano de Ventania (Provincia de Buenos Aires) (Luque, 1979).

La playa en el balneario Pehuén-có tiene un ancho promedio aproximado de 100 m. El frente costero ocupa unos 2,5 km, materializado por el primer cordón de médanos costeros. Este cordón de dunas frontales de baja

---

<sup>3</sup> <http://radiofm2001.com.ar/index.php?/post/luego-de-los-incendios-ocurridos-en-pehuen-co-una-ong-realizo-una-manifestacion>

altura en ocasiones cubre los fragmentos de conchillas, los bloques de areniscas sueltos y las gravas de cuarcitas depositados por el mar durante las tormentas, y muestra procesos de erosión sobre algunos sectores, lo que representa efectos sobre la urbanización y también sobre la calidad de agua subterránea, tema que es ampliado en el Apartado II.2.2. – Subsistema Construido.

La vegetación existente en la villa es predominantemente introducida. Pinos, eucaliptus y tamariscos fueron plantados para la ornamentación del balneario y para la fijación de los médanos, en el caso de estos últimos. Sobre ambos lados de la zona urbanizada, en las formaciones arenosas, la vegetación psamófila está dominada por olivillo (*Hyalis argentea*), junquillo (*Sporobolus rigens*), varita de oro (*Solidago chilensis*) y tupe (*Panicum urvilleanum*), además de un endemismo de esta región costera: *Neosparton darwinii* (Bróndolo, 2000, Zalba y Nebbia, 1999).

El clima es templado con cuatro estaciones bien diferenciadas. La temperatura media anual es de 14,3°C. Las temperaturas en primavera-verano tienen un promedio de 19°C mientras que en otoño-invierno es de 10,4°C. La presión media anual alcanza los 1015,3 hPa. La humedad media anual de 77% y las precipitaciones no superan los 500 mm. anuales. Es una región de períodos húmedos y secos alternativos. Normalmente las lluvias se concentran en primavera-verano, haciéndose mínimas en invierno. El área se caracteriza por el predominio de vientos moderados a fuertes, con velocidades medias anuales de 6,3 m/s. La dirección predominante del viento es del norte seguida por la del noreste mientras que las mayores velocidades corresponden al cuadrante sudoeste. Se observan calmas especialmente en los meses de julio y agosto, presentando el viento mayor intensidad entre los meses de octubre y abril (Bustos, 2012).

Respecto del Recurso Hídrico Subterráneo (RHS), el flujo de aguas subterráneas más importante tiene su recarga al norte de la barrera de médanos (planicie ondulada) y la descarga en el mar, siendo los aportes de agua debidos a las precipitaciones (Valdés, 2016).

La descripción hidrogeológica del área de estudio, así como el comportamiento del sistema hídrico se desarrolla en detalle en el Apartado IV.4: Caracterización del Recurso Hídrico Subterráneo.

En relación con la vegetación, las dunas fijas/semifijas presentan pastizales y arbustales psamófilos (adaptados a sustratos arenosos que pueden mostrar movilidad), dominando en los bajos interdunales juncos, gramíneas y ciperáceas, así la vegetación en las dunas activas adopta fisonomía de estepa mixta (Monserrat et al., 2008). La distribución de la vegetación está asociada a la heterogeneidad geomorfológica, observándose en el área 31 familias y 75 especies vegetales, con predominio de las *Asteraceae*, *Poaceae* y *Fabaceae*. Se conserva en este área un alto número de especies nativas, entre ellas *Neosparton darwinii* (Celsi et al., 2008). Esta especie endémica crece en un área de intenso uso turístico, se considera única de este sector de la costa de la provincia de Buenos Aires y se ha observado una reducción cuantitativa y cualitativa en la disponibilidad de su hábitat, lo que alerta sobre su vulnerabilidad, así como la de otros elementos de las comunidades nativas (Zalba y Nebbia, 1999).

## **II.2.2. Subsistema construido**

La conformación urbana de la villa corresponde a manzanas irregulares delimitadas por calles sin pavimentar, siguiendo las ondulaciones de las cadenas de médanos y con presencia de arbolado de gran desarrollo, lo que le da una característica propia en comparación con otros balnearios de la costa bonaerense, donde la urbanización se ha desarrollado sobre una morfología más llana y sin vegetación. El balneario cuenta con servicio de electricidad y alumbrado público y no posee red de gas natural, agua potable ni cloacas.

Respecto de la evolución del subsistema construido, existe una correlación entre el crecimiento urbano y algunos hitos fundamentales en el desarrollo de la infraestructura del lugar: construcción del camino de ingreso, aumento de turismo con nueva oferta de complejos, nuevos loteos, etc. (Figuras 2 a 5).



Figura 2: Zona Urbana de Pehuén-Có. Año 2004  
Elaboración propia en base a imagen satelital de Google Earth



Figura 3: Zona Urbana de Pehuén-Có. Año 2010  
Elaboración propia en base a imagen satelital de Google Earth



Figura 4: Zona Urbana de Pehuén-Có. Año 2014  
Elaboración propia en base a imagen satelital de Google Earth



Figura 5: Zona Urbana de Pehuén-Có. Año 2018  
Elaboración propia en base a imagen satelital de Google Earth

Como puede observarse en las figuras 2 a 5, el área urbana está conformada por cuatro cuadrantes con distinta densidad, en estas figuras se evidencia cómo la urbanización se ha ido intensificando a partir del cuadrante SE en el que se observa una mayor densidad de vegetación introducida y una mayor cobertura habitacional. Los cuadrantes NE y SO presentan una cobertura media, tanto de vegetación como de construcciones y es en ese orden como ha evolucionado el crecimiento urbano de la villa. El cuadrante NO es el que se ha conformado más recientemente en cuanto a ocupación de parcelas, las imágenes 4 y 5 permiten observar que se ha producido una notable expansión del área aumentando su superficie construida entre los años 2010 y 2014 (específicamente entre 2011 y 2012). En este cuadrante se observa una incipiente vegetación introducida que corresponde a jóvenes ejemplares de pinos, eucaliptos, sauces y otras especies, replicando el arbolado de las zonas de poblamiento más antiguo.

Un punto de singular importancia a observar en las distintas imágenes es el sitio de implantación del basural municipal, ubicado en el sector NE del ejido urbano. Este sitio ha crecido notablemente en superficie,

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

expáñdiéndose en la actualidad a unos 11.700 m<sup>2</sup>,<sup>4</sup> allí se deposita la totalidad de los residuos urbanos generados en la villa y su creciente expansión, sumado a la ubicación aguas arriba de la urbanización constituye un riesgo de contaminación del RHS, como asimismo su cercanía a sectores poblados es una preocupación para los pobladores por cuestiones de salubridad, tema que se expondrá en el Capítulo IV: Agua Subterránea en Pehuén-Có, Actores y sus Representaciones Sociales.

La figura 6 muestra la conformación actual del ejido urbano y en ella puede observarse la densificación poblacional en los distintos cuadrantes, cuyo grado de ocupación mantiene la tendencia creciente de SE a NO. En esta misma figura puede observarse la afectación del basural municipal, el cual ya se percibe como de notable extensión.



Figura 6: Zona Urbana de Pehuén-Có. Año 2019  
Elaboración propia en base a imagen satelital de Google Earth

En las figuras 7 a 10, las cuales muestran la zona de emplazamiento del ejido urbano, se observa la conformación de nuevas áreas de loteos en el sector E, que corresponde a recientes urbanizaciones. Del mismo modo en el sector O, lindante con el Bosque Encantado, se observa una reciente urbanización, denominada Pueblo Darwin, este proyecto ha sido materializado como puede observarse a partir del año 2012 con la conformación de apertura de calles, entre los años 2016 a 2018 las imágenes muestran la mayor cobertura de suelo en ese sector a partir de la materialización de nuevas construcciones.

---

<sup>4</sup> Medido desde Google Earth en fecha 02.12.2019 sobre imagen satelital del 12.02.2019



Figura 7: Emplazamiento de la zona Urbana de Pehuén-Có. Año 2010  
Elaboración propia en base a imagen satelital de Google Earth



Figura 8: Emplazamiento de la zona Urbana de Pehuén-Có. Año 2012  
Elaboración propia en base a imagen satelital de Google Earth



Figura 9: Emplazamiento de la zona Urbana de Pehuén-Có. Año 2016  
Elaboración propia en base a imagen satelital de Google Earth

La comparación de las distintas imágenes pone en evidencia, además, cómo a partir del año 2012 comienza a consolidarse el proyecto del loteo Pueblo Darwin, ubicado al este del ejido urbano y cuya cobertura de suelo comienza a ser evidente en la ocupación de sus lotes con una mayor aisuidad sobre su calle principal de acceso, tal puede observarse en la Figura 10.



Figura 10: Emplazamiento de la zona Urbana de Pehuén-Có. Año 2019  
Elaboración propia en base a imagen satelital de Google Earth

Con respecto a los servicios, el área no cuenta aún con red de abastecimiento de gas natural por lo que los domicilios se abastecen de modo individual con garrafas y cilindros de Gas Licuado de Petróleo (GLP).

Como se expresó anteriormente, el abastecimiento domiciliario de agua se realiza en forma directa del acuífero, lo que genera una mayor presión asociada relacionada a la evolución observada en las imágenes satelitales a partir del aumento de la densidad de construcciones. Los problemas vinculados a la modalidad de uso del recurso y a la coexistencia de perforaciones y cámaras sépticas sin control de ningún organismo público sobre sus condiciones constructivas han impactado sobre la calidad del recurso, se evidencia un aumento en la

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

cantidad de perforaciones realizadas en las parcelas, así como también un aumento en la profundidad de explotación. Este tema es analizado en los Capítulos III: Có - La Identidad de Pehuén y IV: Agua Subterránea en Pehuén-Có, Actores y sus Representaciones Sociales, a partir de vincular su relación con la calidad del recurso y la percepción de los actores involucrados en su gestión y uso.

En la actualidad se encuentra construida una primera etapa de la red de abastecimiento de agua potable pero sin embargo no se ha avanzado con la habilitación del servicio. La ejecución de este Proyecto fue planteada en cuatro etapas (Fases I a IV) desde el SPAR (Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento Rural) como puede observarse en la figura 11 y en el Anexo III-1: Memoria Descriptiva del Proyecto de Red de Agua Potable).

La primera etapa, culminada en el año 2011 comprende tres pozos de captación (hasta 50 metros), un tanque de abastecimiento elevado de 80 m<sup>3</sup> y 7.250 m. de cañería de distribución. Esta primera etapa del proyecto está delimitada, como se observa en la siguiente figura, por las calles Espora, Drumound, Dufour, Juncal, Buchard, 9 de Julio y Azopardo, y comprende 375 conexiones domiciliarias, a las que se adicionarán otras 471.

Se prevé que el servicio de distribución de agua potable será administrado por una Cooperativa la cual aún no ha sido conformada.

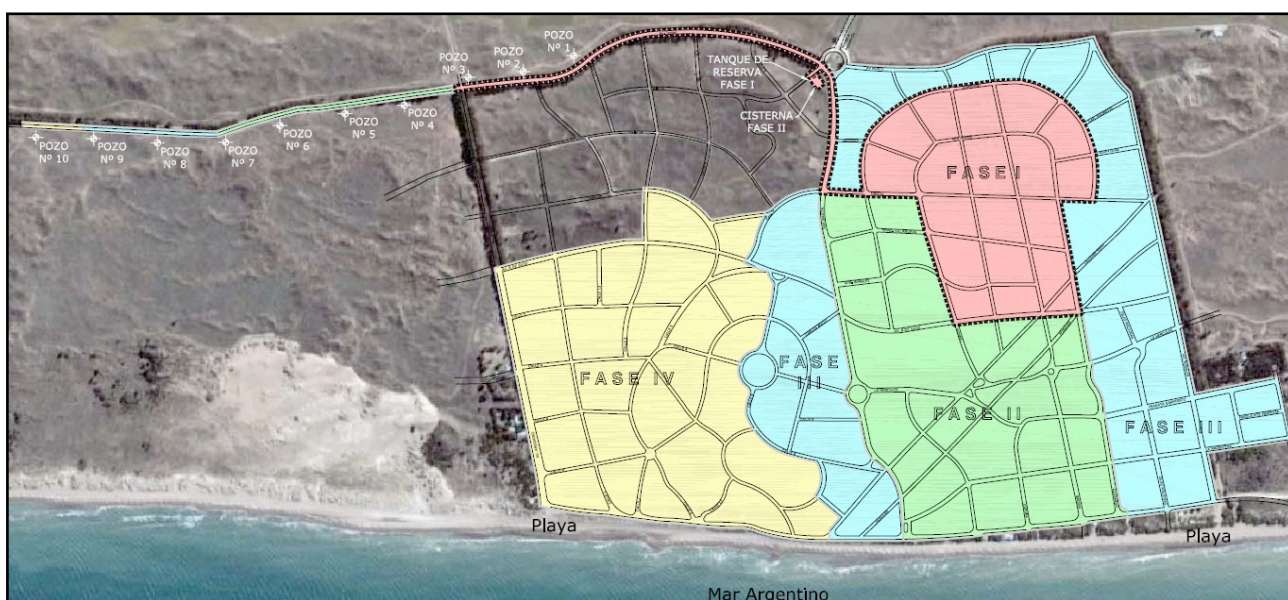


Figura 11: Proyecto de Red de Abastecimiento de Agua Potable.  
Fuente: SPAR, 2010 (Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento Rural)

En relación con las actividades recreativas, y dado que el mayor atractivo turístico es la costa, la urbanización cuenta con infraestructura en la playa. En la zona céntrica pueden observarse algunos paradores, una costanera construida en madera recorre longitudinalmente el ejido urbano, bordeando el médano costero.

Más allá de las construcciones livianas observadas bordeando la costa, existen otras construcciones y actividades antropogénicas como la explotación de arena de playa, degradación y forestación de la duna costera, la generación de abras deflacionarias y el desarrollo de barreras eólicas (Marcomini et al, 2009) que impactan sobre el médano frontal de modo directo, provocando el fenómeno de erosión<sup>5</sup>, lo cual ha dado lugar a obras de intervención en el médano a través de la construcción de un talud de contención<sup>6</sup> en el año 2019. Asimismo existen otros antecedentes de trabajos de intervención en el médano frontal realizados por el Municipio a fin de dar soporte estructural a las construcciones ribereñas como la construcción en el año 2004

<sup>5</sup> Alarma por el riesgo cada vez mayor de la erosión costera.

<https://www.lanueva.com/nota/2019-9-1-8-0-46-alarma-por-el-riesgo-cada-vez-mayor-de-la-erosion-costera>

<sup>6</sup> El Municipio comenzó la construcción de taludes en el Frente Costero en Pehuén-Có.

<http://www.rosalesmunicipio.gob.ar/blog/2019/09/19/el-municipio-comenzo-la-construccion-de-taludes-en-frente-costero-de-pehuen-co/>



de una defensa costera oculta consistente en un talúd conformado por bolsones de arena y protegido por una membrana geotextil recubierta con arena y vegetación introducida (Caló et al., 2014).

El manejo de dunas en Pehuén-Có constituye un tema que ha generado controversias no sólo entre los pobladores sino también a nivel académico (Bustos et al., 2017, Caló et al., 2014). Mientras que el primer trabajo citado concluye que *“la cobertura del médano frontal es decisiva para la dinámica litoral”* y la recuperación de la playa luego de eventos de tormenta mejora en aquellos sitios con existencia de coberturas con vegetación, el segundo, en contraposición, sugiere la cobertura del médano frontal con una estructura, que si bien de tecnología sencilla y para salvaguardar una construcción existente, constituiría una intervención de impacto en la dinámica costera a largo plazo.

### II.2.3. Subsistema económico - productivo

El turismo es la principal actividad económica del balneario, de acuerdo con información publicada por la Secretaría de Turismo de Coronel Rosales, la cantidad de personas que accedieron al lugar por fin de semana en el primer mes de la temporada estival 2019-2020 fue de más de 20.000 visitantes, de los cuales 14.700 corresponden a la categoría de visitantes y 5.500 a turistas.<sup>7</sup>

De acuerdo con la evolución temporal del turismo, analizando los datos aportados por Fernández (2016) se observa que desde los inicios de la villa, el turista que visita Pehuén-Có prefiere las características de sus playas, su tranquilidad y su arbolado. Por eso en este sentido marca al Bosque Encantado, ubicado al oeste de la localidad como un recurso de importancia, proponiendo la creación de un sendero interpretativo que dé relevancia a este recurso.

Los recursos turísticos que posee el balneario tanto en la villa como en su entorno y cuya ubicación puede observarse en la figura 12 se describen a continuación:

- Villa balnearia: la localidad de Pehuén-Có permite realizar actividades de observación de flora y fauna y excursiones. No se radican allí actividades industriales y posee una reducida zona comercial. Su frondoso arbolado y la conformación de su traza por marzanas irregulares ofrecen un atractivo particular.
- Sala de interpretación Florencio Ameghino: ofrece infografía sobre los yacimientos paleontológicos de la zona. Desde allí se coordinan excursiones a los yacimientos de huellas paleoicnológicas, permitiendo salidas de observación e interpretación de huellas y fósiles.
- Residencias particulares y construcciones de interés como Casa Barco, La Boya, Casa Molino, Hotel Cumelcán, Capilla Sagrada Familia: conforman sitios de interés histórico, cultural y/o religioso en los que se realizan actividades de observación, esparcimiento y celebraciones religiosas.
- Feria de artesanos: esta feria está conformada por alrededor de treinta artesanos y funciona en un predio cedido por la Sociedad de Fomento Amigos de Pehuén-Có en donde funciona desde hace alrededor de 15 años.
- Fiestas populares: distintas fiestas de interés local y regional se realizan en el balneario, entre otras, la fiesta de la primavera, fiesta del sol, fiesta del encuentro y otras más recientes que enmarcan distintos encuentros con actividades de interés social.
- Yacimientos Paleoicnológicos: descubiertos en el año 1886 y 2005 están conformados por huellas fósiles de animales de 12.000 años de antigüedad. Allí se realizan actividades de observación de flora y fauna, visitas guiadas e investigación científica.
- Barco Hundido: localizado 1 km al oeste de la villa balnearia, allí pueden observarse las ruinas de la embarcación “La Soberana” y realizarse actividades de observación de flora y fauna marina.
- Bosque Encantado y Vivero Municipal: ubicado 4 km al oeste de la villa balnearia, es un bosque de 105 ha que en sus comienzos funcionó como vivero municipal. En la actualidad funciona como camping

---

<sup>7</sup> <https://www.puntanoticias.com.ar/node/9029>

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

municipal y pueden realizarse allí actividades de caminatas, observación de flora y fauna y excursiones (Bustos, 2012).



Figura 12: Recursos turísticos de la zona de Pehuén-Có.  
Fuente: Elaboración propia en base a Bustos, 2012 y Google Earth, 2019.

Si bien el turismo es la actividad principal de la villa balnearia, existen otras actividades productivas que se desarrollan en su zona de influencia.

En dirección al norte a la urbanización, se observan actividades agropecuarias. Los cultivos producidos en el Partido de Coronel Rosales, de acuerdo a información correspondiente a las campañas 2018-2019, corresponden a avena (9.200 ha), cebada, (14.600 ha), centeno (1.000 ha), girasol (600 ha), maíz (1.500 ha), sorgo (900 ha) y trigo (13.500 ha); habiéndose registrado en dichas campañas una producción de 116.800 Tn. De un total de 83.400 ha, en el Partido de Coronel Rosales, la superficie destinada a uso agrícola corresponde a 41.354 ha, a uso ganadero y potrero (barbechos de cultivos de años anteriores) 37.258 ha y a otros usos (superficie no productiva en sentido agropecuario) 4.687 ha <sup>8</sup> Esto indica que un 95% de la superficie del Partido se emplea con fines productivos (50% en uso agrícola y 45% ganadero y potrero) lo que muestra la importancia del requerimiento hídrico a partir de la necesidad de cobertura de la demanda de agua asociada a estas actividades.

En tal sentido, en el año 2014 se observaban 24 instalaciones de riego por pivote central ubicadas en el área sur de la cuenca del Río Sauce Grande (Cifuentes y Bonzini, 2014). Los autores muestran que en el período 2002/2011 en área de riego en esa cuenca aumentó como mínimo en una superficie de 1353 ha, lo que muestra un continuo aumento del uso del recurso para fines productivos.

En las figuras siguientes (13 y 14), se muestran los usos de suelo en los años 2006 y 2016 respectivamente, correspondientes a los partidos de Bahía Blanca y Coronel de Marina Leonardo Rosales. En su comparación puede observarse cómo se ha extendido, al norte de la urbanización de la villa, las actividades de cultivo; se observa además la extensión de terrenos arenosos contrario a la disminución de áreas de matorrales (refiere a vegetación dunícola). Estas imágenes ponen de manifiesto también la expansión de las áreas urbanizadas a expensas de la superficie forestada y de áreas naturales, en concordancia con la zona en la que se ubica la villa balnearia.

<sup>8</sup> Según datos del Ministerio de Agroindustria de la Provincia de Buenos Aires

<https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/distribucion/cf2015-16/buenosaires/bahiablanca.php>

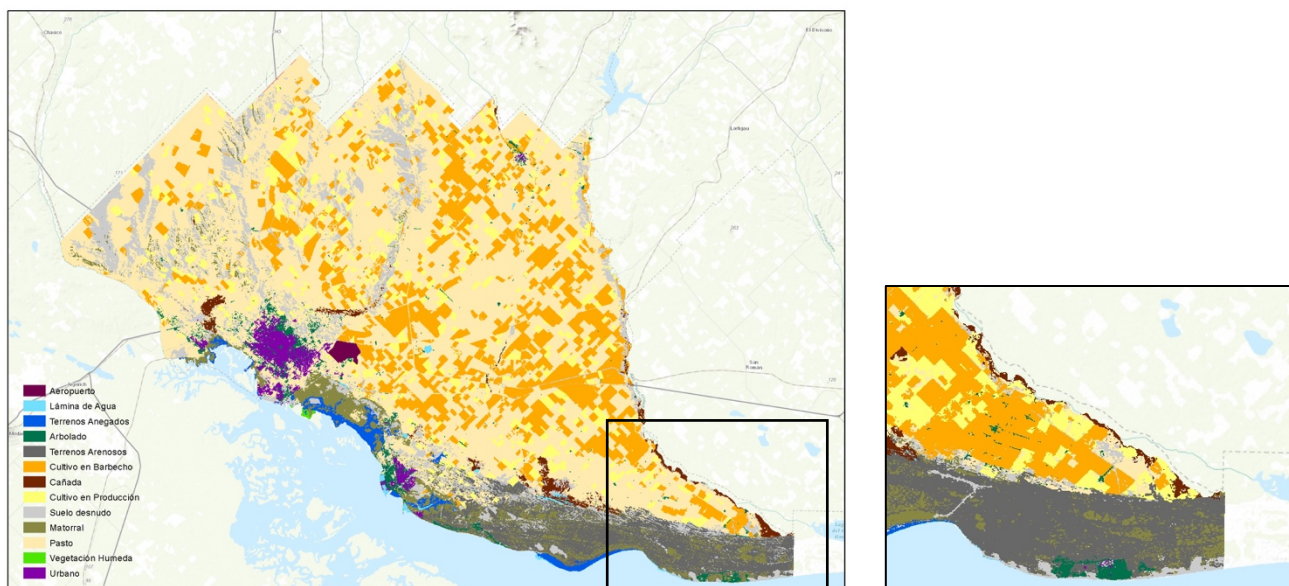


Figura 13: Usos de suelo, año 2006.  
Fuente: Elaboración propia en base a IDOM, 2017.

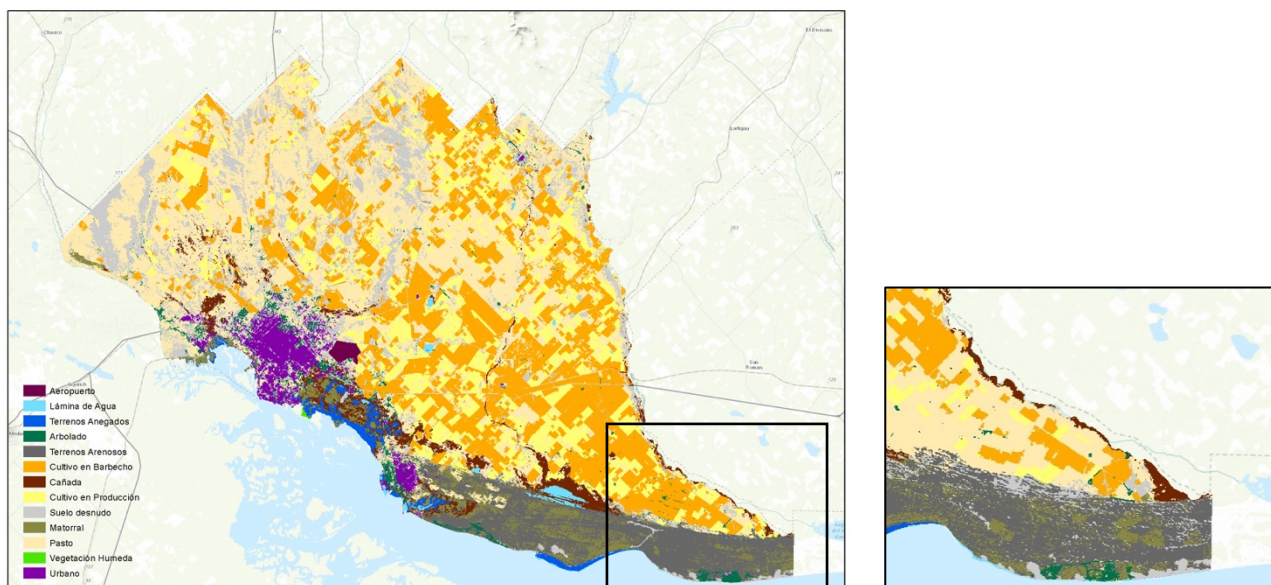


Figura 14: Usos de suelo, año 2016.  
Fuente: Elaboración propia en base a IDOM, 2017.

En sentido sudoeste, en el predio del Bosque Encantado y a 3 km de la rotonda de ingreso al balneario, se encuentra ubicado el Vivero Municipal. Se trata de 105 hectáreas, en las que trabaja un total de ocho personas. Allí se producen ejemplares de especies ornamentales y arbustivas para parquear y realizar cercos vivos, además de las plantas aromáticas y un bosque frutal cuya cosecha se destina a distintas dependencias municipales y entidades sin fines de lucro. El vivero trabaja en coordinación con el INTA de Punta Alta y la cátedra de Fruticultura de la Universidad Nacional del Sur, y cuenta con la colaboración de los Amigos del Bosque y Sociedad de Fomento de Pehuén-Có a fin de promover diferentes eventos productivos<sup>9</sup>. Los requerimientos hídricos del mismo para abastecer sus funciones productivas y de esparcimiento hacen que

<sup>9</sup> El vivero de Pehuén-Có en constante crecimiento.  
<https://www.lanueva.com/nota/2013-1-26-9-0-0-el-vivero-de-pehuen-co-en-constante-crecimiento>

constituya uno de los principales actores involucrados en la gestión, tema que se desarrolla en el apartado IV.3: Clasificación de los Usos y Usuarios del RHS.

Las actividades extractivas se vinculan con las explotaciones mineras (extracción de áridos) y la pesca artesanal (Figura 15). Las explotaciones mineras de arena de playa han favorecido, junto a otras acciones antropogénicas y naturales, una erosión inducida muy localizada en la zona céntrica del balneario. Por otro lado, la calidad de estas arenas en cuanto a su granulometría indican que no son aptas para la elaboración de hormigones (de acuerdo a Norma IRAM 1627), aunque podrían ser aptas para la preparación de otro tipo de mezclas, como morteros, etc. Al respecto, dada la erosión evidenciada en la zona céntrica y habiendo evaluado la granulometría de estos áridos, Marcomini et al (2009) sugieren que las labores mineras, debidamente reguladas, podrían trasladarse campo de dunas inactivo situado al norte de la localidad, prohibiéndose en la zona de playa y duna costera de Pehuén-Có y zonas aledañas.



Figura 15: Actividades productivas de la zona de Pehuén-Có.  
Fuente: Elaboración propia en base a Marcomini, 2009.

La actividad de pesca artesanal se concentra principalmente mar adentro, a unos 6 km de la costa, las especies que generalmente se extraen son brótola, pescadilla, bagre de mar, burriqueta, palometa, corvina rubia y chucho, pargo, raya, pejerrey, espinillo, lenguado, melgacho y pez elefante, entre otros y de acuerdo a la época del año<sup>10</sup>.

El producto de la pesca se destina a la venta en la villa y al consumo de las familias de pescadores.

Además de la pesca artesanal como actividad productiva, dos empresas locales ofrecen la actividad recreativa de pesca embarcada, la cual puede realizarse también desde la costa, en dos sectores denominados Las Rocas y Punta Tejada.

#### II.2.4. Subsistema normativo - institucional

La localidad de Pehuén - Có pertenece al Partido Bonaerense de Coronel de Marina Leonardo Rosales, cuyo Municipio se encuentra ubicado en la ciudad de Punta Alta, cabecera del partido. Pehuén-Có corresponde a

<sup>10</sup> Pesca en Pehuén-Có.

<https://pehuenco.com.ar/pesca-en-pehuen-co/>

una delegación cuya máxima autoridad la conforma un Delegado Municipal residente en la villa y elegido de modo directo por la intendencia.

Institucionalmente, al ser Pehuén-Có una delegación, su normativa corresponde a la normativa del Partido, tanto el Código de Planeamiento Urbano del partido, como el Código de Edificación por ejemplo, no contemplan las características particulares de la villa balnearia, dado que corresponden a códigos generales cuya normatividad no considera, no sólo los ambientes físicos distintos, sino también los usos y recursos particulares de cada urbanización.

La Constitución Nacional de 1.994 en su (Art. 124), establece que “corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio”. De la normativa en el ámbito provincial y local pueden destacarse por su relación con la temática de interés de este estudio las siguientes:

El Decreto - Ley N°7.533/69 y 7.792/71 que crea el Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento Rural (SPAR) de la Provincia de Buenos Aires y que en su Art. 2 establece como objetivo ejecutar en el ámbito provincial el Plan Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Rural, estimulando la organización comunitaria y creando las condiciones necesarias para tal fin. El actual proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable para la villa está en el marco del “Programa 300 Obras” realizado por el SPAR.

La Ley N°12.257, Código de Aguas de la Provincia de Buenos Aires, establece en su Art. 57 la obligatoriedad de uso del servicio público de abastecimiento de agua potable que la autoridad imponga para su vivienda. En su Artículo 142 limita la urbanización sobre el frente costero. Respecto del recurso hídrico subterráneo, en su título IV, artículos 82 al 89, establece las normas aplicables. En este capítulo se indican las condiciones que deben reunirse para el aprovechamiento e incluso las condiciones técnicas que deben reunir las perforaciones, debiendo contarse con aprobación de la Autoridad del Agua.

En el ámbito municipal: la Ordenanza (Expte D-755/95) sobre delimitación de zonas para usos específicos. La Ordenanza 2.053/89 sobre la creación de un Consejo Asesor de Control de Recursos Naturales y Medio Ambiente, organismo que tendría a su cargo el manejo de los recursos. La Ordenanza 2.660/97, Código de Edificación cuyo alcance es jurisdiccional, comprendiendo a todo el Partido de Coronel de Marina Leonardo Rosales. No se establecen en este código especificaciones particulares para la villa balnearia Pehuén-có, excepto las relacionadas a la construcción de cercos medianeros. A partir de junio de 2008 se encuentra en vigencia el Código de Zonificación, aprobado por Ordenanza Municipal 3.059 en el cual se asigna al área de estudio la categoría Zona Residencial Parque Pehuén-Có.

A nivel provincial, el Decreto 3202<sup>11</sup> del año 2006 parte de un diagnóstico crítico sobre la urbanización costera dando lineamientos de reordenamiento territorial que limiten los procesos de expansión inmobiliaria a partir de reorientar su modelo de desarrollo y limitarlo espacialmente dejando a voluntad de gobiernos municipales su aprobación e implementación (Hernández, 2018).

Lo anteriormente expuesto muestra que la zona, el ejido urbano Pehuén-Có, no posee un marco normativo institucional propio que contemple las particularidades del sitio en relación a la sanción de una Ordenanza específica que apruebe y regule la implementación del Decreto 3.202 de Frente Costero.

## **II.2.5. Subsistema socio-cultural**

Se entiende comúnmente que la sociedad se construye a partir de instituciones, creencias, normas, valores intangibles, etc. En otras palabras, la sociedad se compone tanto de instituciones como de cultura cuya relación e interacción define el entorno sociocultural de un espacio (Syed, 2001).

De acuerdo a las estadísticas del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2.001 la población estable del Balneario Pehuén-có fue de 674 habitantes, esto representa una tasa de crecimiento del 284,5% respecto de los datos del año 1.991 de 237 habitantes. No obstante en el año 2010 los datos de población recabados por el Censo reflejaron 681 habitantes, lo cual permite estimar para el año 2.019 una cantidad de habitantes igual a 688 según la aplicación del método de proyección geométrica.

Dada la cercanía del balneario a otros centros urbanos de importancia, como las ciudades de Bahía Blanca y Punta Alta, se observa la afluencia estival de turistas que ingresan a la villa con la finalidad de establecerse durante el día. Para dar cuenta de la magnitud de la afluencia turística, vale mencionar a modo de ejemplo que en el primer fin de semana del mes de enero de 2018 ingresaron al balneario alrededor de 57.000

---

<sup>11</sup> <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/06-3202.html>

personas<sup>12</sup> las que en su mayoría permanecieron allí sólo durante el día. Este número es significativo considerando la dimensión de la población estable de la villa y considerando además que el ingreso de turistas en la primera quincena del año 2018 ascendió a 100.000 personas<sup>13</sup>.

Respecto de los actores involucrados, la Sociedad de Fomento Amigos de Pehuen-Có juega un rol fundamental en la evolución de la villa balnearia, realizando diversas actividades para la promoción de mejoras, impulsando no sólo emprendimientos propios sino también elevando inquietudes y solicitudes concretas a las autoridades correspondientes. Esta asociación sin fines de lucro, desarrolla diversas actividades que le permiten generar recursos propios que son invertidos luego en pos de la mejora continua de la calidad de vida de los habitantes de la villa balnearia.

La conformación institucional analizada en el apartado anterior, del gobierno municipal cuya autoridad principal se establece a 70 km y con una delegación municipal de débil presencia explica el rol protagónico que esta sociedad de fomento desarrolla en el lugar.

El Rotary Club Internacional también desarrolla tareas de interés comunitario en la villa, funcionando su sede en la Casa Molino y donde se instalará la “Casa de la Cultura Hispana y la Amistad”, allí se realizan conferencias, exposiciones temporarias de libros, pinturas y objetos coleccionables.<sup>14</sup>

### II.3 Vinculación de los distintos subsistemas. Análisis de sus relaciones

Con el propósito de estudiar el estado del sistema de manejo actual del recurso agua subterránea en Pehuén-Có, objetivo principal de esta tesis, el análisis de las interrelaciones entre sus componentes, permite comprender los alcances de la gestión actual del recurso hídrico e inferir sus posibles estados futuros a partir del estudio de las percepciones ambientales de los actores sociales involucrados.

La vinculación de los distintos subsistemas de acuerdo con la metodología de sistemas complejos, precisa de un análisis temporal definido por la propia estructura del sistema. En el caso de este estudio, esto se evidencia al observar la dinámica de expansión urbana mostrada en el Apartado II.2.2: Subsistema construido. Este enfoque requiere flexibilidad y adaptabilidad, partiendo de la premisa de la configuración dinámica de los sistemas y sus cambios, tanto espaciales como temporales, los que tienen implicaciones sobre los sistemas y recursos naturales adyacentes. El estudio detallado de la complejidad de la gestión del RHS se sustenta en la identificación de las relaciones entre subsistemas (Figura 16).

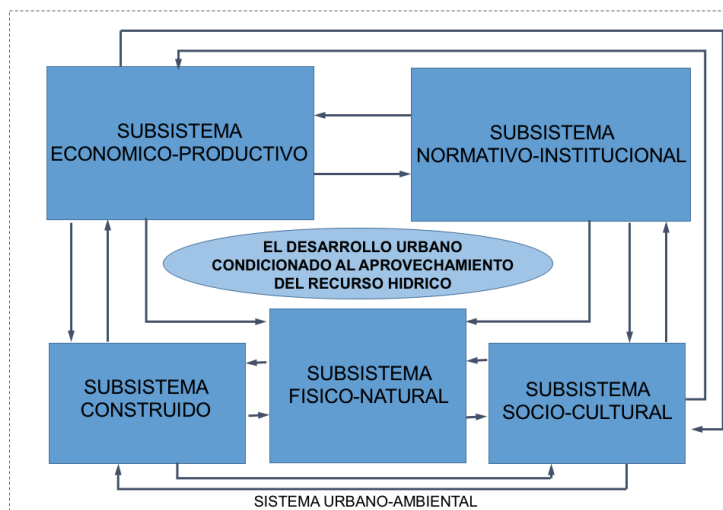


Figura 16: Vinculación de los distintos subsistemas de Pehuén-Có.  
Fuente: Elaboración propia.

<sup>12</sup> <https://www.lanueva.com/puntaalta/nota/2018-1-9-13-53-0-pehuen-co-aseguran-que-el-primer-fin-de-semana-de-enero-llegaron-unos-57-000-visitantes>

<sup>13</sup> <https://www.lanueva.com/nota/2018-1-15-6-30-4-mas-de-100-mil-turistas-visitaron-pehuen-co>

<sup>14</sup> <http://pehuenco.com.ar/casa-molino-pehuen-co/>

El análisis de los subsistemas y sus interacciones en relación al uso del agua subterránea determina la estructura del problema que se estudia. Permite identificar aquellos aspectos que impactan sobre el agua subterránea, ya sea en su calidad y/o disponibilidad, afectando de tal modo la sustentabilidad del recurso. A continuación se describirán algunas de ellas, que se consideran relevantes para el análisis.

Así, una acción en el Subsistema Construído como puede ser la ejecución de una red de distribución del servicio de agua potable produce cambios en el Subsistema Sociocultural, facilitando el abastecimiento y modificando las modalidades de consumo; el cambio en el acceso al agua en la villa, desde la explotación directa del acuífero por perforaciones individuales a un sistema centralizado, incidirá en el Subsistema Físico Natural a partir de modificar las condiciones de explotación del recurso e impactará en la disposición de líquidos cloacales en pozos absorbentes. Asimismo, la sobreexplotación del acuífero podría incidir en un proceso de intrusión salina.

En el mismo Subsistema Construído la intervención en el médano costero conocida como dinámica de barreras, a partir de la fijación y forestación con especies no autóctonas y la urbanización de este sector, podría incrementar los problemas de erosión costera y de escasez o contaminación de aguas subterráneas (Isla, 2001, 2006, 2010).

Una intervención que colaboró en el crecimiento del turismo fue la mejora en la ruta de acceso a la villa, esta obra aunque fuera de los límites del ejido sin embargo influyó directamente en su crecimiento.

La ubicación actual del sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos conformando un basural situado aguas arriba de la localidad, representa otra situación en la que el Subsistema Construído se vincula al Subsistema Físico Natural a partir de la posible alteración en la calidad del agua subterránea debido a la lixiviación de residuos y la percolación de estos líquidos al acuífero, facilitada por las características naturales del terreno.

La extracción de áridos es una acción vinculada al Subsistema Económico Productivo, que se relaciona de modo directo con el Subsistema Físico Natural, dado que su desarrollo en sitios no apropiados impacta en la erosión costera (Marcomini, 2009), lo cual pone en evidencia la necesidad de incorporar regulaciones que limiten estas prácticas en el territorio, vinculando esta acción también al Subsistema Normativo Institucional.

También en el Subsistema Económico Productivo, se destaca la práctica de la agricultura podría afectar la disponibilidad del RHS (debido a la explotación del recurso para riego) y a la calidad del RHS por el uso de fertilizantes dado que las áreas intervenidas por esa práctica están ubicadas aguas arriba de la localidad. En este Subsistema, el Turismo es una actividad central para la villa que presiona sobre el ambiente, en particular sobre el recurso hídrico dado el impacto que supone el aumento poblacional estacional, tanto para el abastecimiento de agua, como para el vertido de efluentes líquidos.

Surge entonces la necesidad de abordar a la gestión del recurso hídrico como un sistema complejo en sí mismo, tema que se tratará en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO III  
CÓ, LA IDENTIDAD DE PEHUÉN DESDE SU ORIGEN



### III. CÓ: LA IDENTIDAD DE PEHUÉN DESDE SU ORIGEN

Pensar el vocablo Co desde su etimología como componente fundamental en la fundación del balneario presupone su elección como referencia al mar. Sin embargo, en su traducción literal de la lengua original, el mapuche, Pehuén-Có significa Agua de los Pehuenes (Asociación Civil Alihuén, 2016).

En la elección del nombre para la fundación del Balneario, el componente agua fue fundamental. Proveniente del araucano, el vocablo Co (agua) define, junto al Pehuén (araucaria) los dos atractivos representativos del lugar. Más allá de su elección para la representatividad del mar como atractivo fundamental, la consideración etimológica muestra cómo el sustento principal para la vegetación, es lo que da identidad al lugar. Asimismo, el sustento para la vegetación, constituye en la actualidad el elemento fundamental para el desarrollo y el crecimiento de las distintas actividades de la villa balnearia.

En este capítulo se abordan los objetivos relacionados al estudio del agua subterránea desde la dimensión físico-natural y considerando además las características propias de su gestión, tomando como objetivos particulares:

- Identificar los distintos usos y demandas del recurso agua subterránea en la localidad de Pehuén-Có.
- Caracterizar el sistema hídrico subterráneo de la zona de estudio.
- Calcular el rendimiento del acuífero freático en función de los valores de precipitación y evapotranspiración y considerando el consumo de agua y sus variaciones estacionales.
- Evaluar la calidad bacteriológica del agua y sus variaciones según la densidad de viviendas y la distancia entre perforaciones freáticas y pozos ciegos.
- Analizar posibles problemas de salinización y eventuales variaciones en función de la densidad de pozos y de la distancia de los pozos a la línea de costa.

Para identificar los distintos usos y demandas del recurso agua subterránea en la localidad de Pehuén-Có (objetivo 1), se desarrolló una investigación preliminar en diferentes sitios de información (tal como puede observarse en el Apartado III.4: Caracterización del RHS), validando la misma a partir del trabajo en campo, y se desarrollaron encuestas y entrevistas a los habitantes de la localidad (tal como puede observarse en el Capítulo IV: Agua subterránea en Pehuén-Có. Actores y sus representaciones sociales). Se corroboró la información obtenida con consultas a organismos relacionados con la gestión del agua (municipio, Cooperativa Eléctrica, Sociedad de Fomento, etc.), de este modo se identificaron los distintos usos y demandas del recurso.

En relación al segundo objetivo planteado, respecto de la caracterización física del recurso agua subterránea, se consideró como primera tarea el relevamiento y estudio de información sobre el sistema físico de la cuenca, tanto desde fuentes bibliográficas y de la consulta a especialistas, como desde la observación directa en el lugar a fin de caracterizar el sistema hídrico subterráneo de la zona de estudio a partir del estudio del subsistema físico-natural.

El cálculo del rendimiento del acuífero freático en función de los valores de precipitación y evapotranspiración, objetivo número tres, se realizó considerando el consumo de agua y sus variaciones estacionales, para ello se utilizan los datos resultantes del desarrollo de los objetivos planteados anteriormente y además, valores de precipitación procedentes de estaciones de monitoreo de la zona. Los valores de evapotranspiración se determinan a partir de la aplicación de métodos empíricos (Custodio y Llamas, 1983).

Una vez analizado el sistema de gestión del recurso, determinados sus usos y demandas y efectuada la caracterización física del acuífero, se procedió a la evaluación de la calidad bacteriológica del agua y sus variaciones según la densidad de viviendas y la distancia entre perforaciones freáticas y pozos ciegos. Para esto, a partir de la determinación de 20 (veinte) puntos de monitoreo situados en distintas instalaciones de abastecimiento individual, consistentes en perforaciones de uso individual y pozos sépticos, se evalúa la calidad bacteriológica del agua en cada punto. Asimismo y para alcanzar el objetivo número cinco, a fin de analizar posibles problemas de salinización y eventuales variaciones en función de la densidad de pozos y de la distancia de los pozos a la línea de costa, se estudiaron los resultados relativos a la salinidad de las muestras anteriormente mencionadas, analizando los valores de conductividad eléctrica medidos *in situ* y considerando la ubicación de los pozos respecto de la línea costera.

El desarrollo de cada uno de los objetivos planteados en el presente capítulo permite entonces configurar una representación sobre la caracterización integral del RHS en Pehuén-Có basada tanto en antecedentes de estudios previos realizados en el área como asimismo de relevamientos y estudios efectuados ad-hoc en el marco del presente trabajo de investigación.

### III.1 La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es un enfoque que promueve el desarrollo y la gestión coordinados de agua, suelos y demás recursos asociados con el objeto de maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales (GWP, 2000).

Esto comprende un desarrollo y una gestión más coordinados de:

- suelo y agua
- aguas superficiales y subterráneas
- la cuenca hidrográfica y sus ambientes costero y marino adyacentes
- actividades desarrolladas aguas arriba y aguas abajo.

La fragmentación de responsabilidades en distintos organismos abocados a diferentes usos del agua, ya sea el agua de consumo humano, el agua de riego y el ambiente en general, sumada a una inadecuada vinculación entre estos sectores contribuye a la falta de coordinación en la gestión de los recursos (hídricos) lo que deriva en conflictos y pérdidas y a la insostenibilidad del sistema. En Pehuén-Có, donde el sistema de abastecimiento de agua potable será gestionado por una Cooperativa a ser conformada ad-hoc, confluyen la autoridad de contralor del recurso, Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires, ente centralizado en la ciudad de La Plata distante a 600 km, el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible, autoridad ambiental de la Provincia de Buenos Aires ente también centralizado en la mencionada ciudad y el Municipio de Coronel Rosales, con intendencia en la ciudad de Punta Alta, distante a 70 km.

El sistema de gestión actual requiere de la adopción de un enfoque sostenible e integrado para la gestión y el desarrollo de los recursos hídricos a partir de la implementación de cambios en distintas áreas y niveles incluyendo las políticas de gestión, la legislación, los instrumentos económicos y las herramientas de control del recurso. A tal efecto, la Asociación Mundial para el Agua (Global Water Partnership), identifica las distintas áreas pasibles de cambio para propender a la sostenibilidad en la gestión de los recursos hídricos, a saber:

<p>AMBIENTE PROPICIO</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Políticas: fijación de objetivos para el uso, la protección y la conservación del agua.</li> <li>2. Marco legal: normas a implementar para desarrollar políticas y alcanzar objetivos.</li> <li>3. Estructuras de financiación e incentivos: asignación de recursos financieros para satisfacer las necesidades de agua.</li> </ol>	<p>INSTRUMENTOS DE GESTIÓN</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Evaluación de los recursos hídricos: comprensión de los recursos y las necesidades.</li> <li>7. Planes para la GIRH: combinación de opciones de desarrollo, uso de recursos e interacción humana.</li> <li>8. Gestión de la demanda: uso más eficiente del agua.</li> <li>9. Instrumentos de cambio social: promoción de una sociedad civil orientada al agua.</li> <li>10. Resolución de conflictos: manejo de disputas, garantía de uso compartido del agua.</li> <li>11. Instrumentos de regulación: asignación y límites al uso del agua.</li> <li>12. Instrumentos económicos: utilización del valor y los precios para lograr eficiencia y equidad.</li> <li>13. Gestión e intercambio de información: optimización del conocimiento para una mejor gestión de los recursos hídricos.</li> </ol>
<p>ROLES INSTITUCIONALES</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Creación de un marco organizativo: formas y funciones.</li> <li>5. Fortalecimiento de la capacidad institucional: desarrollo de recursos humanos.</li> </ol>	

Cuadro 1: Áreas de cambio en la GIRH  
Fuente: elaboración propia a partir de Owen et al, 2010

Tradicionalmente, se ha efectuado una separación institucional entre aguas superficiales y aguas subterráneas, esto ha creado barreras que afectan a la interacción entre técnicos y políticos, administradores y usuarios del agua, dificultando la comprensión de los procesos y de las consecuencias de la vinculación entre aguas superficiales y subterráneas (Owen et al., 2010).

En tal sentido, observando cómo se organiza a nivel institucional la gestión de los recursos, se ve que el Municipio de Coronel Rosales (y por ende es alcanzada la localidad de Pehuén-Có) integra el Comité de Cuenca del Río Sauce Grande (Figura 17). Este comité fue creado en fecha 29/11/2001 y es integrado además por los municipios de Bahía Blanca, Tornquist, Coronel Dorrego, Monte Hermoso, Coronel Pringles y Coronel Suárez.



Figura 17: Comité de Cuenca del Río Sauce Grande.  
Fuente: Autoridad del Agua, 2010.

Por otro lado, observando específicamente al Recurso Hídrico Subterráneo, en su gestión intervienen otros actores, a nivel cuenca subterránea los límites son más complejos de definir y no existe, al igual que en el caso de la Cuenca Superficial, una única figura que esté involucrada en la gestión.

Si se considera el enfoque de GIRH, ambos recursos en la práctica debieran gestionarse como uno solo, cuyo principal objetivo sea el desarrollo sostenible del mismo no sólo para diferentes usos, sino también para su conservación como elemento clave para el mantenimiento de la composición y de la integridad de los ecosistemas naturales y la diversidad biológica asociada. En el caso de las aguas subterráneas, un punto clave para su sostenibilidad (Tema que se ampliará en el Apartado V: Escenarios futuros en términos de sostenibilidad del RHS) es el equilibrio entre los recursos disponibles y las demandas de agua, definiendo como objetivos fundamentales:

- equilibrar la recarga de aguas subterráneas y la extracción.
- proteger las aguas subterráneas de la contaminación.

### III.2 La gestión del RHS como sistema

Una adecuada comprensión de las características de las aguas subterráneas y de su comportamiento como sistema, ya sea a escala relativamente pequeña, localizada (pocas hectáreas o kilómetros cuadrados) o de escala regional (hasta decenas o cientos de miles de kilómetros cuadrados) tal el caso del área de estudio permite la conceptualización de la gestión de las aguas subterráneas con enfoque de sistema (Owen, 2010).

En el caso de Pehuén-Có, la expansión territorial y la caracterización de los distintos sectores urbanos y periurbanos, los usos y la disponibilidad de los recursos hídricos, permiten la caracterización del RHS como un sistema.

Asimismo, tener un conocimiento integrado sobre las relaciones que se dan entre los elementos naturales y humanos permite conceptualizar a las cuencas hidrográficas como sistemas socio-ecológicos (Liu et al., 2007; Ostrom, 2009).

El enfoque para la gestión de las aguas subterráneas que se adopte dependerá, en gran medida, de la información que se posea sobre los siguientes factores y sobre la interacción entre ellos:

- dimensiones y complejidad hidrogeológica
- grado de aridez climática y tasa de recarga del acuífero y renovación del recurso;
- escala de la extracción de agua subterránea y cantidad y tipos de usuarios;
- rol ecológico y servicios ambientales que dependen del agua subterránea;
- susceptibilidad y vulnerabilidad del sistema acuífero a la degradación;
- calidad natural del agua subterránea (amenaza de elementos traza y presencia de agua salina);
- otros recursos hídricos disponibles.

Asimismo, y a fin de considerar la elaboración de un plan de gestión de aguas subterráneas, se deberá tener en cuenta un conjunto de aspectos que serán reunidos y analizados en distintos estadios, considerando una etapa temporal de acuerdo a algunos momentos clave (hitos) que son marcados por los desencadenantes que motivan su concepción, su inicio y el enfoque de gestión en sí mismo seleccionado para su abordaje (Loucks et al., 2005) (Figura 18):

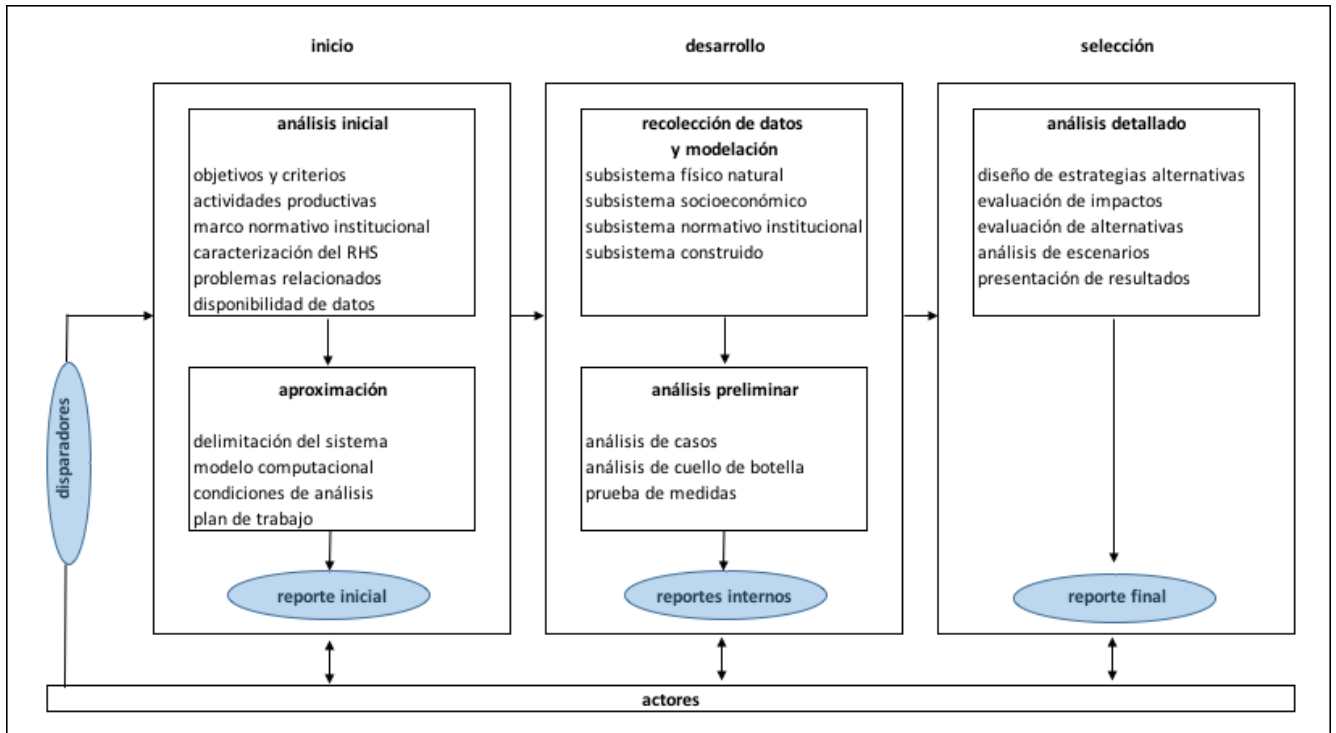


Figura 18: Puntos clave en la gestión del RHS.  
Fuente: Elaboración propia en base a Loucks et al., 2005.

Así, para comprender y analizar el sistema actual de gestión del recurso hídrico subterráneo en Pehuén-Có se identifican en los siguientes apartados, los distintos aspectos mencionados.

### III.3 Clasificación de Usos y Usuarios del RHS

Existen diversos criterios para establecer la clasificación de los usos del agua, la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires, clasifica, en la Resolución ADA 660/11, Art. 6 a los usos del agua como: consuntivos y no consuntivos, refiriéndose a consuntivos al agua extraída de su lugar de origen y/o apartada de su ciclo hidrológico y consumida o retenida por un lapso indefinido; y a no consuntivos en el caso del agua que es utilizada en el ambiente natural o cuerpo de agua sin extracción o consumo del recurso (Figura 19).

De este modo define el uso de los recursos hídricos como el uso consuntivo y no consuntivo para cubrir las necesidades humanas y ambientales del agua.

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

En el siguiente gráfico se observa esta clasificación general para los usos del agua, indicándose aquellos usos que son observados en la región de estudio.

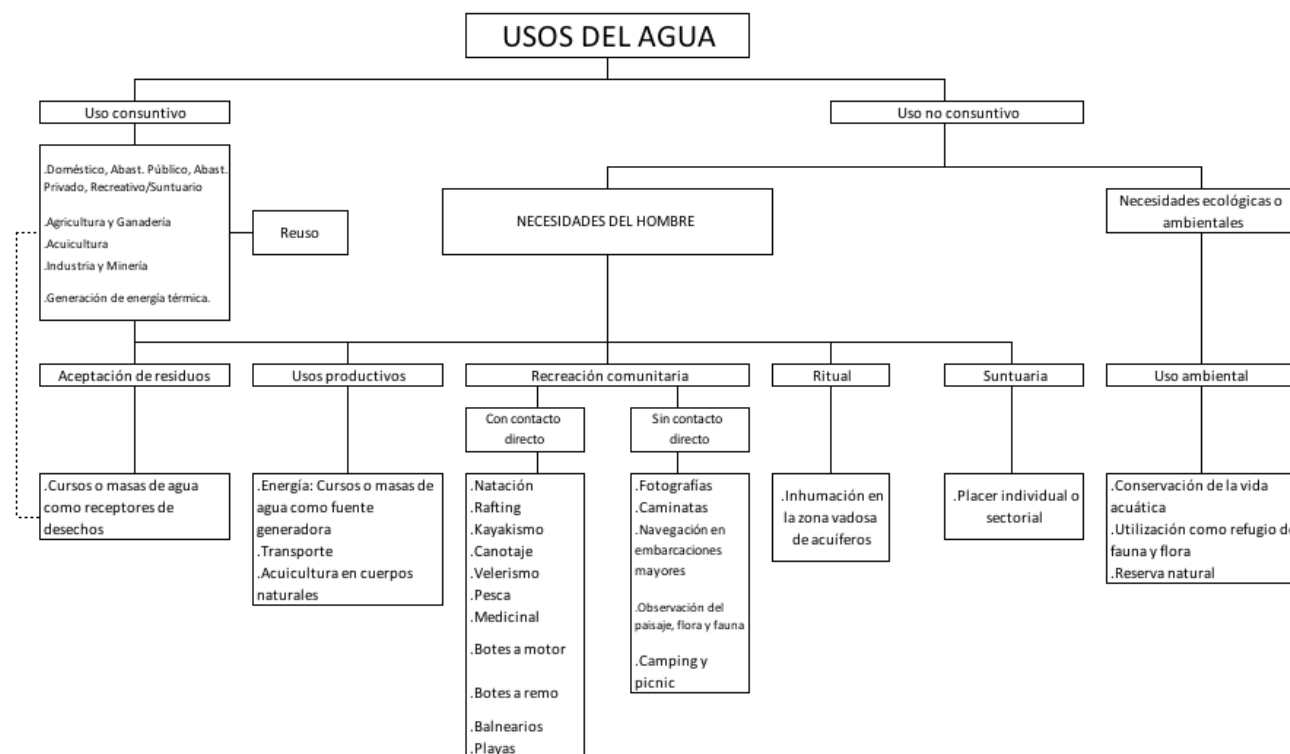


Figura 19. Usos del agua.

Fuente: Elaboración propia en base a material producido por la Autoridad del Agua de la Provincia de Bs. As.

Así se considera que de acuerdo a la clasificación desarrollada precedentemente, los usos del agua subterránea observados en la región corresponden a:

- Uso doméstico: relacionado con los consumos en domicilios particulares y en alojamientos turísticos.
- Uso industrial: no se observan en la localidad industrias, por lo que no se asocia uso industrial a ninguna actividad.
- Uso recreativo: relacionado a los consumos de las piletas de natación de domicilios particulares y distinto tipo de alojamientos turísticos.

Se define como usuario del recurso hídrico a toda persona física o jurídica de derecho público o privado, que haga uso de los recursos hídricos para el desarrollo de actividades productivas o de servicios, independientemente de que hubieran obtenido el permiso respectivo ante el ADA en el marco de la Ley 12.257 Código de Aguas de la Provincia de Buenos Aires (Autoridad del Agua, 2011).

Esta definición pone de manifiesto cómo desde la propia autoridad de contralor se vinculan los usuarios con el fin que se le da al recurso considerando los sectores productivos y de servicios. Claramente esto refleja la necesidad de revisar la definición de usuario a fin de incorporar en este concepto al usuario individual, como aquél que hace uso del recurso para satisfacer sus necesidades básicas.

Asimismo, de acuerdo a la definición de la Real Academia Española, se define como usuario del agua:

## Diccionario del español jurídico

### usuario del agua

Sublema de usuario, ría

1. *Adm.* Persona que posee un título que habilita al uso privativo del agua.
  2. *Adm.* Persona que recibe el agua proveniente de los servicios de abastecimiento urbano.
    - *Ley 10/2014, de 27-XI, de Aguas y Ríos de Aragón, art. 4.*
- abastecimiento de población, concesión, disposición legal, uso privativo del agua

Figura 20. Definición de “usuario del agua”.  
Fuente: Real Academia Española, 2019.

Así, si consideramos literalmente las acepciones al término usuario del agua, tanto de acuerdo a lo definido en el Código de Aguas provincial como a la definición de la Real Academia Española, en ninguno de ambos casos los ciudadanos de Pehuén-Có serían considerados usuarios. En el primer caso, porque el uso doméstico no correspondería a las actividades productivas ni de servicios y en el segundo caso porque su uso del recurso no está asociado a un título de habilitación ni como indica la segunda acepción proviene de un servicio de abastecimiento urbano.

El sentido común indica la no aplicabilidad literal del término en este caso particular y se considera más apropiado el uso del término “actor”, puesto que incluye a todas las figuras que intervienen en la gestión y el uso del recurso hídrico subterráneo.

Se consideran actores a las partes interesadas en cualquier entidad con un interés o participación declarada o concebible en una preocupación de política, éstos pueden ser de cualquier forma, tamaño y capacidad; pueden ser individuos, organizaciones, o grupos no organizados (Banco Mundial, 2001).

Como fue presentado en el Apartado II: Entendiendo Pehuén-Có como un Sistema Urbano, Socioecológico y Complejo, los actores relacionados con la Gestión del Recurso Hídrico Subterráneo en Pehuén-Có se identifican como:

- Usuarios individuales (domésticos)
- Delegación Municipal
- Autoridad del Agua
- Sociedad de Fomento “Amigos de Pehuén-Có”
- Vivero Municipal

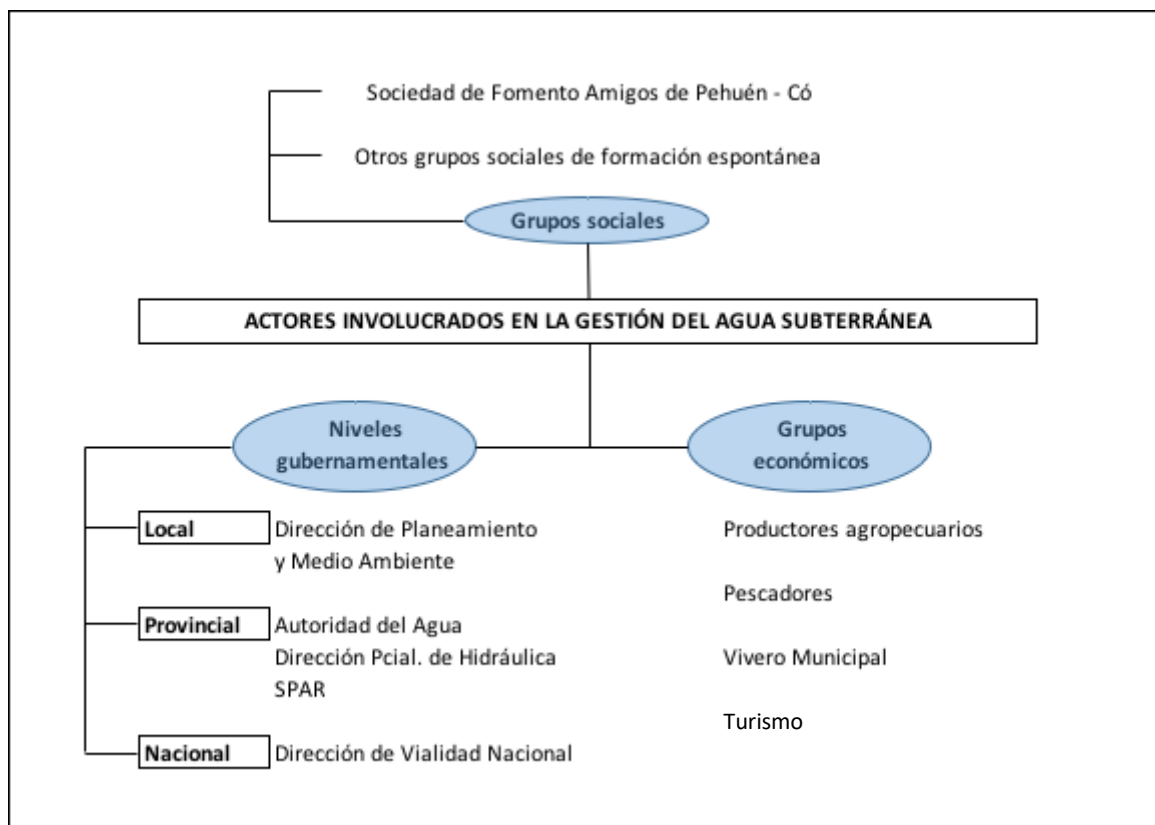


Figura 21. Sistema de grupos de interés de gestión del agua en Pehuén-Có  
Fuente: Elaboración propia en base a Loucks, D, 2005.

La noción de que las partes interesadas deben tener voz y voto en la gestión del agua es uno de los pilares del concepto de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH).

Como se ha descrito en el Apartado II.2.2: Subsistema construido, el agua en Pehuén-Có es abastecida en cada vivienda a través del bombeo de un pozo individual. Dada la inexistencia de un registro de la cantidad de pozos construidos, se estima la cantidad de los mismos a partir de asociar un pozo a cada vivienda y asumir que cada vivienda cuenta con un medidor de energía eléctrica, siendo el mecanismo de bombeo más usual en la actualidad el de bomba centrífuga, ya sea de superficie o sumergible, si bien podrían existir también algunos casos de bombas de accionamiento manual.

De acuerdo a datos suministrados por la Cooperativa Eléctrica de Punta Alta, en base a la cantidad de medidores de energía eléctrica instalados en el año 2008 (1350 medidores) a 2014 (1733 medidores) se proyecta la cantidad de 2006 pozos para el año 2018 y de 2772 pozos para el año 2030<sup>15</sup>. Esto evidencia un crecimiento estimado del 205% entre los años 2008 y 2030.

2008	2010	2014	2018	2025	2030
1350	1508	1733	2006	2453	2772
	12	28	49	82	205
	%	%	%	%	%

Tabla 1: Estimación del crecimiento de la cantidad de pozos de abastecimiento en Pehuén-Có entre los años 2018 y 2030

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por CEPA

<sup>15</sup> Proyección según método de correlación por método de Mínimos Cuadrados.

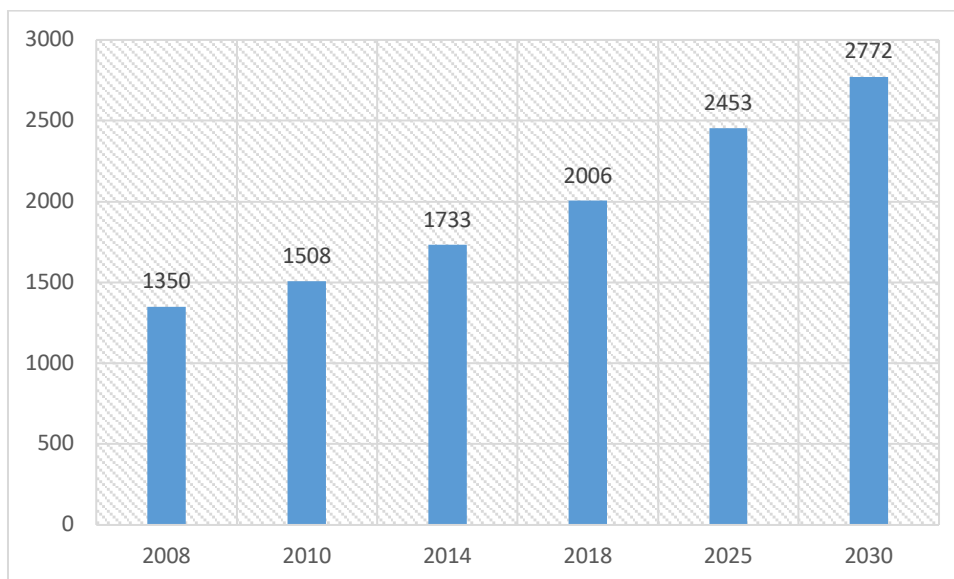


Figura 22: Crecimiento de la cantidad de pozos de abastecimiento. Años 2008 a 2030

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por CEPA

Así, la densidad estimada de pozos es de 594 perforaciones por km<sup>2</sup> en el año 2014 y se pueden proyectar 820 perforaciones por km<sup>2</sup> para el año 2030 en el caso de que el sistema no contara con modificaciones en su red de abastecimiento.

### III.4 Caracterización del recurso hídrico subterráneo

En este apartado se describen antecedentes generales acerca de la hidrogeología del área de estudio. Se presenta una caracterización del acuífero, realizada en base al relevamiento y al análisis de la información de estudios previos realizados en el área sobre el sistema físico de la cuenca, tanto desde fuentes bibliográficas y de la consulta a lugareños y especialistas, como desde la observación directa en el sitio.

*“La gestión de las aguas subterráneas tiene que basarse en una buena comprensión de las características del acuífero considerándolo a este como un sistema. Esta comprensión requiere buenos datos obtenidos a partir de investigación, monitoreo e interpretación.*

*La caracterización de un sistema de aguas subterráneas, como base para su adecuada gestión, requiere los siguientes conocimientos:*

- *Extensión (límites) del sistema del acuífero*
- *Propiedades del acuífero*
- *Fuentes de recarga del sistema*
- *Descargas del sistema (incluidas las extracciones realizadas con perforaciones)*
- *Cambios de estas características en el tiempo.*

*La información sobre las características del sistema proviene de:*

- *Investigaciones hidrogeológicas*
- *Ensayos de bombeo*
- *Datos sobre la hidrología superficial (precipitaciones, evaporación, caudales de los cursos de agua, niveles de agua en embalses y lagos, etc.)*
- *Registros de nivel del agua subterránea en perforaciones*
- *Registros de extracción de agua subterránea”*

(Owen et al., 2010).



A partir de los datos relevados y tomando como referencia parámetros sugeridos en la bibliografía se realiza el balance hídrico del acuífero basado en la estimación de los valores de recarga y descarga, a fin de analizar su sustentabilidad.

No obstante, y dado que la sustentabilidad está relacionada también con la calidad, se estudia luego la calidad del agua, analizando parámetros físicos, químicos y bacteriológicos. Tomando como referencia esta línea de base, se analiza la vulnerabilidad del acuífero considerando los usos de suelo.

### III.4.1. Hidrogeomorfología

La zona en estudio pertenece a la franja costera de la provincia de Buenos Aires, una unidad compuesta por arenas cuarzosas de colores amarillentos de granulometría media a fina, que forman el cordón arenoso costanero y faja medanosa de la provincia de Buenos Aires (Figura 23). Se distribuye en alrededor de 600 km de costa Atlántica con un ancho variable de 3 km de promedio, conformando la Formación Continente del acuífero costero (CFI, 1990, en Santa Cruz y Busso, 1999).



Figura 23: Cordón arenoso costero en la zona de Pehuén-Có  
Fuente: Elaboración propia sobre imagen Google Earth®

Los mismos autores establecen una clasificación de las regiones hidrogeológicas de la provincia de Buenos Aires de acuerdo a la cual la región se encuentra en el límite entre las regiones clasificadas como Subregión Hidrogeológica III o Subregión Pampeana, Subregión Hidrogeológica IV o Subregión Médanos Costeros y Subregión Hidrogeológica V o Subregión Sistema Termal Bahía Blanca (Santa Cruz y Busso, 1999).

Del mismo modo, Auge (2004), establece una clasificación en provincias o regiones hidrogeológicas a escala país, en la cual, considerando la correspondiente a la Costa Atlántica Bonaerense, clasificaría a la zona en Ambiente Costero. Este ambiente comprende el ámbito de la Costa Atlántica Bonaerense desde Punta Rasa (Cabo San Antonio) hasta Punta Alta, a lo largo de 640 km., allí se emplaza una faja de dunas que poseen gran importancia hidrogeológica por constituir la única fuente de agua potable con que cuentan la mayoría de las ciudades balnearias.

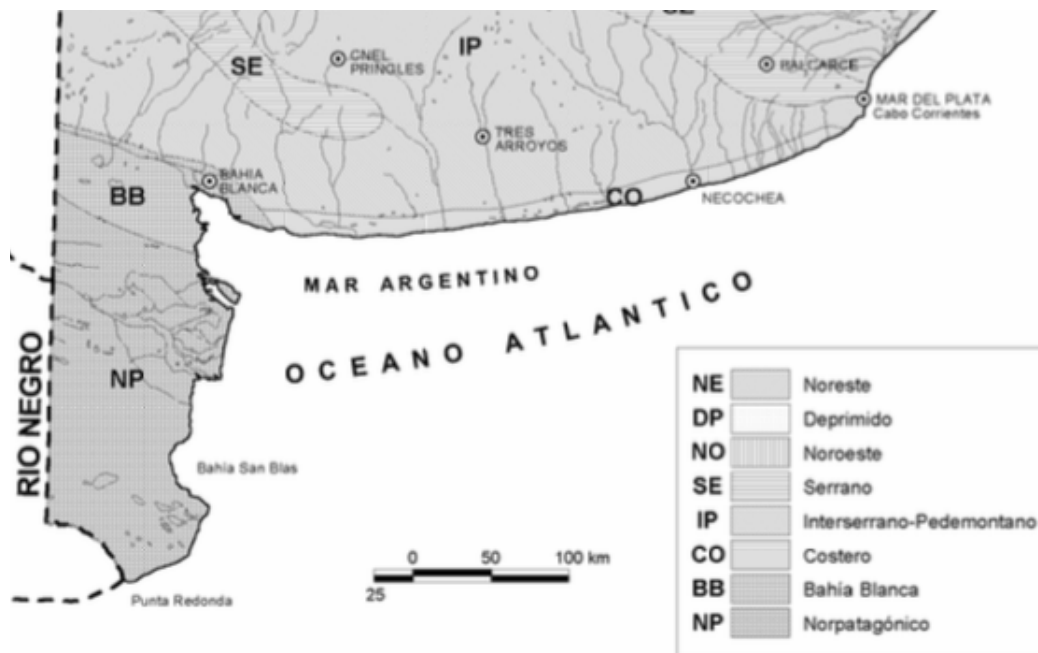


Figura 24: Regiones Hidrogeológicas: Ambiente Costero  
Fuente: Auge, 2004.

La morfología costera se clasifica en dos sectores: 1) supralitoral: ocupado por dunas costeras de baja altura, móviles y poco vegetativas, 2) mesolitoral: con una sucesión de afloramientos discontinuos, que forman plataformas de abrasión, con dirección subparalela a la costa, que alternan con playas arenosas. Desde el punto de vista sedimentario las plataformas están constituidas en su parte inferior por niveles de areniscas argilíticas de colores rojizo claro a rosado, en parte conglomeráticas y cementadas por carbonato de calcio. La parte superior está formada por niveles areno-arcillosos a limo-arcillosos, de color castaño grisáceo hasta gris oscuro, poco litificados (Aramayo et al., 2002).

El sector costero en general es bajo y arenoso con un ancho promedio de playa de 143 m., enmarcada por una línea de médanos frontales. Estos médanos forman parte de un complejo de médanos de aproximadamente 6 km de ancho medio. En los sectores más alejados de la costa los médanos son de menor altura y se encuentran cubiertos de vegetación. En las proximidades de la costa alcanzan una altura de 10 m, aproximadamente (Caló et al., 1987), con médanos sin vegetar, médanos cubiertos por tamariscos (*Tamarix gallica*), acantilados artificiales y afloramientos de arena cementada. El pie del espaldón de los médanos frontales suele estar cubierto de gravas de variados tamaños, formas y composición, fragmentos de conchillas y gravas de cuarcita. La playa de Pehuén-Có es un excelente ejemplo de playa de sedimentología mixta, mezcla de arena y gravas donde las gravas pueden hallarse en cualquier posición sobre un sustrato de arena (Perillo, 2011).

Respecto del cordón dunar, la vegetación en el médano costero incide de modo directo en su erosión. Así, el tamarisco, al igual que las acacias, introducidos con el fin de fijar las dunas, impiden el intercambio natural entre la duna costera y la playa, modificando así las características geomorfológicas de la duna costera original. La vegetación con especies arbustivas, si bien inicialmente favorece la formación de cordones de dunas costeras, con el tiempo hace que las dunas aumenten en altura, disminuyendo su ancho, hasta que la morfología se torna inestable. Las gramíneas que colonizan la duna natural, por el contrario, forman una cobertura vegetal que atrapa sedimentos permitiendo el aumento de su altura y ancho en forma proporcional a su tamaño original. En este caso el intercambio de arena entre la playa y la duna no se interrumpe durante su evolución (Marcomini, 2009).

En el ambiente costero, la permeabilidad vertical ( $K_v$ ) puede estimarse en por lo menos 1m/día, pese a que la  $K_v$  depende, además de las propiedades físicas del medio, del grado de saturación existente en la zona de aireación y esta puede variar significativamente en función del régimen pluviométrico y de evaporación (Auge, 2004).

El agua subterránea se mueve siguiendo trayectorias de flujo de diferentes longitudes que vinculan las zonas de recarga con las de descarga. Por consiguiente, el término “sistema de flujo” refiere a la definición de los límites hidráulicos de las unidades de gestión de las aguas subterráneas. Un sistema de flujo de agua

subterránea se define a partir de una zona de recarga y una zona de descarga y está separado de otros sistemas por divisorias de aguas subterráneas. En zonas de recarga un componente del flujo es descendente, mientras que en zonas de descarga el flujo es ascendente (Owen et al., 2010).

Así, los sistemas de flujo subterráneo pueden funcionar en una de tres escalas típicas que pueden superponerse, ya sean local, intermedia o regional. En los sistemas locales, las trayectorias de los flujos del agua subterránea son relativamente cortas (<5 km) y la descarga se produce habitualmente en las tierras bajas adyacentes a la zona de recarga más elevada (Toth, 1963).

En el caso de Pehuén-Có puede inferirse entonces que la zona de recarga del acuífero freático está situada en el cordón medanar, mientras que la descarga se produce en las perforaciones de la zona urbana y en el océano.

En la siguiente figura se observa el modelo hidrogeológico de flujo de aguas subterráneas del área de estudio:

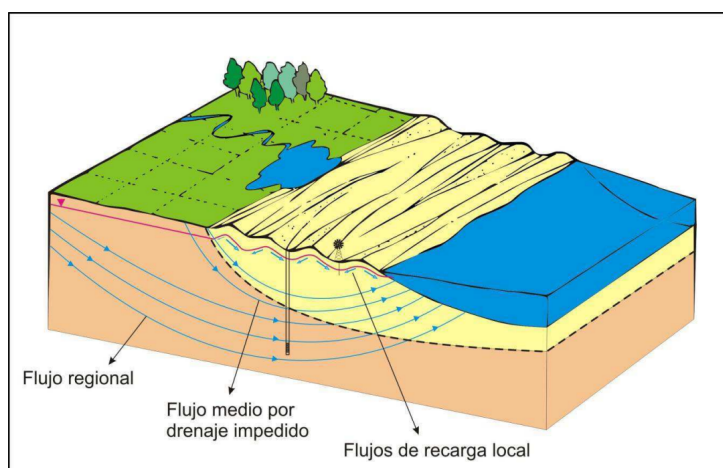


Figura 25: Modelo hidrogeológico de flujo de aguas subterráneas.  
Fuente: Valdes, 2016.

De acuerdo a Valdes (2016), el flujo de aguas subterráneas más importante en la zona en estudio tiene su recarga en la planicie ondulada al norte de la barrera de médanos y la descarga en el mar, donde se infiere la existencia de una interfase salina al interior del continente. Los aportes de agua se deben a las precipitaciones y a las lagunas. Así entonces, las recargas y descargas locales son consecuencia directa del relieve ondulado producto de las dunas parabólicas y longitudinales y en cada cresta se constituye un área de recarga local formando ojos de agua que se desarrollan en cada interduna por encima del flujo principal subterráneo. Estas características indican que la piezometría y el flujo acompañan a la topografía, circunstancia común en los acuíferos libres (Valdes, 2016).

#### III.4.2. Estimación de la recarga y cálculo de la descarga

El conocimiento de la tasa actual de recarga de un acuífero es fundamental para determinar la sostenibilidad de la explotación de las aguas subterráneas. No obstante, esta cuantificación de la recarga natural se enfrenta a dificultades metodológicas significativas, deficiencias en los datos e incertidumbres debido a los siguientes factores: amplia variabilidad espacial y temporal de precipitaciones y escurrimientos, variación lateral generalizada en perfiles de suelo, y condiciones hidrogeológicas (Owen *et al.*, 2010).

Una primera aproximación de la recarga puede obtenerse a partir de gráficos empíricos, los que aproximan la tasa de recarga a la precipitación anual.

Los valores de precipitación anual en el área de estudio, como se describió en el Apartado III, corresponden a 380 mm anuales (Bustos, 2012), por lo que en el caso de Pehuén-Có, la tasa de recarga se podría estimar en un máximo de 30 mm anuales (Figura 26).

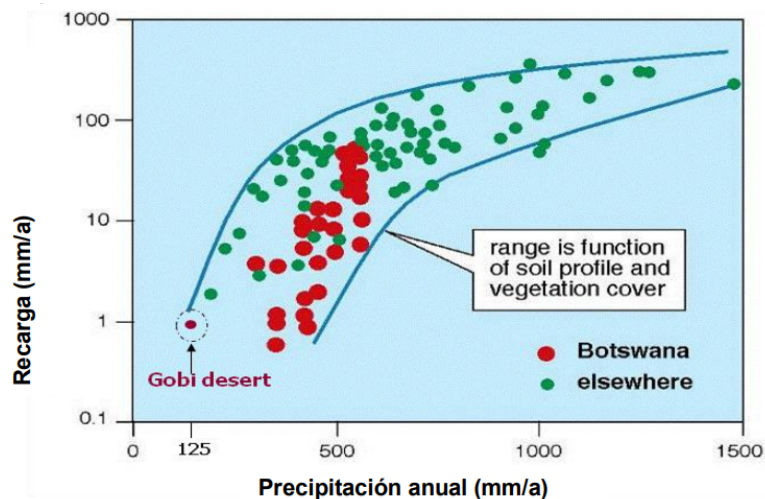


Figura 26: Estimación de la tasa de recarga vs precipitación anual.  
Fuente: Owen et al., 2010.

El bombeo de agua subterránea para diferentes usos afecta las entradas y salidas de agua del sistema, el cual se ajustará gradualmente a un nuevo equilibrio con niveles modificados (niveles piezométricos) de agua subterránea y diferentes descargas en sus límites interno y externo. Siempre y cuando estos cambios sean relativamente pequeños, sus impactos en el ambiente y en los usos establecidos del agua subterránea son generalmente aceptables. Sin embargo, si los cambios son tan grandes que los niveles del agua subterránea y las características del flujo sufren alteraciones sustanciales, las consecuencias pueden ser inaceptables (Owen, 2010).

En tal sentido es indispensable conocer los consumos de agua subterránea en el área de estudio, a tal efecto en el apartado III.3 se identificaron los distintos usos y se estimó la cantidad de perforaciones construidas en la actualidad. Esto permite, como puede verse en el Apartado V.2: El uso de indicadores como medida de sostenibilidad del RHS, estimar un consumo de 1,35 hm<sup>3</sup> anuales.

### III.4.3. Rendimiento sostenible del acuífero

*“La sostenibilidad de las aguas subterráneas requiere de una adecuada comprensión de la relación y de la importancia de la cantidad y calidad del agua subterránea para el mantenimiento de los cursos de agua superficial y hábitats de vida silvestre”.* Asimismo, la comprensión de esta relación y de cómo varía el balance hídrico en respuesta a las actividades humanas es uno de los aspectos más importantes al momento de caracterizar un sistema de agua subterránea (Owen et al, 2010).

En tal caso la relación entre los distintos tipos de recarga, prevaleciendo en el caso de estudio la recarga natural, tal lo descrito en el apartado anterior y las descargas evidenciadas por los distintos usos que generan beneficios económicos, en este caso el agua con fines recreativos, como el uso en piletas e instalaciones de hotelería y esparcimiento, el uso en la industria de la construcción, el uso para riego en instalaciones de viveros forestales; beneficios ambientales (ecosistemas terrestres y acuáticos) y beneficios humanos, en este caso el aprovechamiento con fines domésticos deberán verse equilibrados a fin de mostrar una explotación sostenible de las aguas subterráneas (Figura 27).

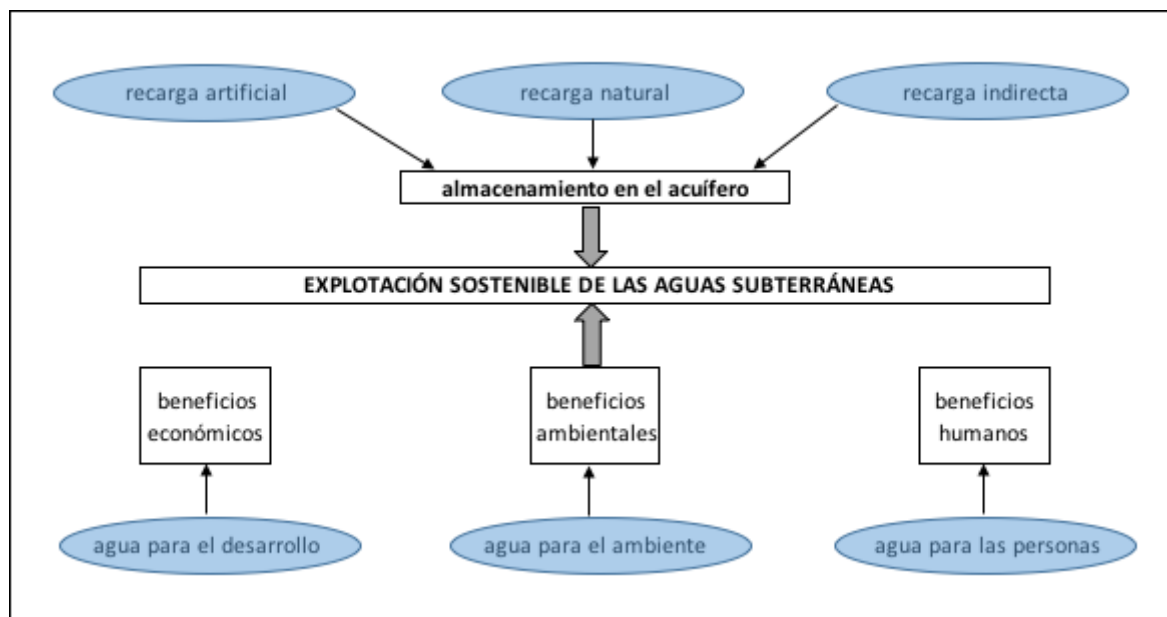


Figura 27: Explotación sostenible de las aguas subterráneas  
Fuente: Elaboración propia en base a Hiscock, 2002.

### III.5 Evaluación de la calidad del Recurso Hídrico Subterráneo

En este apartado se evalúa la calidad del RHS a partir de un muestreo estratificado en base a la identificación de unidades homogéneas de densidad de ocupación del terreno seleccionando para los distintos estratos pozos de abastecimiento de agua y de vuelco de efluentes. Se realiza un relevamiento *in situ* identificando sus características constructivas y georreferenciando los mismos a partir de su posicionamiento mediante GPS y georreferenciándolos en una imagen satelital.

#### III.5.1. Diseño del experimento

La cantidad de pozos a ser monitoreados puede ser determinada de acuerdo al grado de detalle con que se desee conocer la calidad del RHS. Así, Auge (2006) plantea que los monitoreos a escala de semidetalle, se emplean para el estudio de cuencas hidrogeológicas o unidades acuíferas individuales, cuando la extensión de las mismas oscila entre cientos y unos pocos miles de km<sup>2</sup>; la distribución de pozos normalmente varía entre 1 cada 4 y cada 65 km<sup>2</sup>, lo que en el caso de Pehuén-Có, considerando su superficie de 400 ha = 4 km<sup>2</sup> correspondería a un único pozo de monitoreo.

No obstante, el mismo autor sugiere que para la evaluación de ambientes específicos como zonas urbanas, regiones cultivadas y plantas industriales se utilicen los monitoreos a escala de detalle, estableciendo como parámetro la distribución de pozos va de 1 cada 400 m<sup>2</sup> a uno cada 4 km<sup>2</sup>, lo que en el caso de Pehuén-Có correspondería entre 1 y 10.000 pozos.

Otros autores sugieren que el tamaño de muestra se determine en base a la superficie considerada y de acuerdo a las características antrópicas desarrolladas en el lugar (Oosterbaan, 1994). En el caso de Pehuén-Có para la distribución del muestreo se considera el grado de ocupación de cada cuadrante de la localidad (Ver Apartado II.2.2: Subsistema construido), como base para el planteo de un muestreo estratificado que pudiera permitir evidenciar posibles diferencias entre las características de la napa en los distintos sectores.

Se determina entonces, a partir de lo sugerido por la mencionada bibliografía y de la disponibilidad de recursos un tamaño de muestra óptimo igual a 24 pozos de abastecimiento, distribuidos a saber:

- 8 en el sector más densamente poblado
- 3 en el menos poblado

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

- 6 en los otros dos sectores
- 1 en cercanías del basural

A tal efecto se construyó una grilla con 20 cuadros de 450m x 400m (17,25 km<sup>2</sup>) para abarcar un paralelogramo de 4000 m x 1600 m (Figura 28).



Figura 28: Monitoreo de calidad del RHS. Ubicación de puntos de muestreo.

Fuente: Elaboración propia en base a plano digital cedido por el Municipio de Coronel Rosales.

Las condiciones bacteriológicas del agua son fundamentales desde el punto de vista sanitario, el agua debe estar exenta de patógenos de origen entérico y parasitario intestinal que son los responsables de transmitir enfermedades como salmonelosis, shigelosis, amebiasis, etc. Los microorganismos indicadores de contaminación deben cumplir los siguientes requisitos: fáciles de aislar y crecer en el laboratorio; ser relativamente inocuos para el hombre y animales; y presencia en agua relacionada, cuali y cuantitativamente con la de otros microorganismos patógenos de aislamiento más difícil. Por este motivo, tres tipos de bacterias califican a tal fin:

- Coliformes fecales: indican contaminación fecal.
- Aerobias mesófilas: determinan efectividad del tratamiento de aguas.
- Pseudomonas: señalan deterioro en la calidad del agua o una recontaminación.

Desde el punto de vista bacteriológico, para definir la potabilidad del agua es preciso investigar bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales y fecales.

Dadas las condiciones constructivas de los sistemas de vuelco de efluentes líquidos domiciliarios, y dado que en muchos casos se observa su ubicación en cercanías de los pozos de abastecimiento de agua, se adoptan como parámetros a analizar:

PARÁMETROS		COMENTARIOS
<b>Parámetros de cuidados básicos</b> (para la medición periódica en todas las situaciones; la frecuencia dependerá de las características del sistema de agua subterránea y los riesgos de contaminación)		
EC	conductividad eléctrica	requieren la medición en campo en el pozo de agua, manantial o perforación de observación
pH	acidez / alcalinidad	
T	temperatura	
<b>Monitoreo microbiológico de las fuentes de agua potable</b> (fuentes consideradas en riesgo por la inspección sanitaria)		
FC	coliformes fecales	un cierto grado de monitoreo es necesario en fuentes rutinariamente usadas sin desinfección, pero la variabilidad temporal y las dificultades en el muestreo implican que esto se debe combinar con otras estrategias para evaluar el cumplimiento sanitario
FS	estreptococos fecales	
E Coli	<i>Escherichia coli</i>	

Figura 29: Propuesta para el monitoreo de la calidad del agua subterránea.  
Fuente: Modificado de AIH, 2017

Así se evalúan en el caso del examen físico: *pH*, *conductividad* y *temperatura*, y en el caso del examen microbiológico: *coliformes fecales*, *coliformes totales*, *E. Coli*, y se analiza además *Pseudomonas aeruginosa*.

Las pseudomonas son las más comunes en napas freáticas debido a su versatilidad respecto a fuentes de carbono y a sus bajos requerimientos nutricionales. La morfología y el hábitat de muchas pseudomonas coinciden con el de bacterias entéricas como *Escherichia coli*, pero se diferencian en que no fermentan azúcares. Según el Manual de Bergey (1974) este grupo admite siete especies, siendo *Pseudomonas aeruginosa* la de mayor relevancia sanitaria, es un patógeno oportunista por excelencia y el agente etiológico principal de infecciones en vías urinaria, intestino, oído y heridas. Por su relativa resistencia al cloro es considerada un indicador de eficiencia de la cloración. Su presencia en sistemas de almacenamiento, tanque, y cisternas, responde a un estado deficiente de dichas instalaciones. El control de pseudomonas, al igual que el de bacterias aeróbicas, debe intensificarse en redes expuestas a contaminación o cuando se comprueba cloración deficiente, tal el caso de Pehuén-Có en que el agua se extrae de modo directo desde el acuífero.

*Escherichia coli*, habitante normal del intestino humano, es utilizada como indicador de contaminación fecal de aguas. Las cepas patógenas de *E. coli* causan infecciones del tracto intestinal (generalmente agudas y no presentan mayores complicaciones, excepto en niños y adultos con deficiencias nutricionales).

### III.5.2. Recolección y análisis de las muestras

Los análisis se realizaron durante el mes de diciembre de 2019, época en la que comienza la afluencia de turistas y excursionistas, definiéndose como turista al “pasajero que permanece una noche por lo menos en un medio de alojamiento colectivo o privado del lugar visitado” y al excursionista como “el visitante que no pernocta en un medio de alojamiento colectivo o privado del lugar visitado” (ONU, 2008).

Dado que la validez de todo examen bacteriológico se apoya en una apropiada toma de la muestra y en las adecuadas condiciones de transporte desde el lugar de la fuente de agua hacia el laboratorio (refrigeración, tiempo), las mismas fueron colectadas en recipientes estériles de 250 ml de capacidad con cierre hermético. Asimismo, el sistema de conservación de la muestra debe ser confiable, y la misma ser analizada inmediatamente o al cabo de un corto período, por lo que las muestras fueron conservadas refrigeradas y trasladadas al laboratorio dentro de las 24 hs. de su extracción en un todo de acuerdo a la metodología sugerida en ISO 5667. La temperatura, conductividad eléctrica y el pH se midieron en campo con un equipo Hanna Egde 2030 (Figura 30).



Figura 30: Determinaciones in situ. Equipo portátil utilizado  
Fuente: Manual Hanna Edge 2030®.

Para la determinación de los parámetros bacteriológicos se utilizaron las instalaciones del Laboratorio de Química de la Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Las técnicas analíticas empleadas fueron los métodos normalizados (APHA, AWWA, WPCF, 1992).

Se analizaron 24 (veinticuatro) muestras, en dos etapas de ocho y 16 muestras por fecha utilizando como medio de cultivo caldo Mc Conkey para la determinación de bacterias coliformes en 100 ml (Figuras 31 y 32).



Figura 31: Análisis bacteriológico. Preparación del experimento.  
Bacterias coliformes en 100 ml.  
Fuente: Elaboración propia.



Para el conteo de bacterias se utilizan dos métodos:

- Recuento en medio sólido: el recuento de colonias es la forma más práctica para distinguir células viables y no viables en una suspensión bacteriana. Cada bacteria viable da lugar a la formación de una colonia después de la incubación en un medio agarizado apropiado. Se diluye la muestra, se toma un volumen determinado y se siembra en un medio agarizado contenido en cajas de Petri. Se incuba y una vez desarrollado el cultivo, se cuenta el número de colonias expresándose el resultado como UFC/mL (unidades formadoras de colonia por mL).

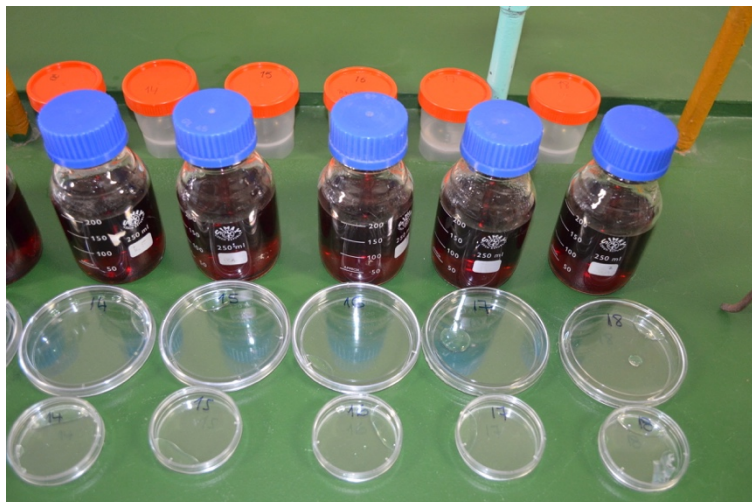


Figura 32: Análisis bacteriológico. Preparación de muestras en Caldo Mc Conkey. Determinación de bacterias coliformes.  
Fuente: Elaboración propia.

- Turbidimetría: las bacterias poseen un elevado índice de refracción que permite la dispersión de la luz que incide sobre ellas y el crecimiento queda determinado por el enturbiamiento originado en un medio líquido. Debido a los colores de los medios de cultivo, generalmente se usan longitudes de onda entre 490 y 660 nm. Esta técnica es de fácil ejecución y da resultados inmediatos, y se conoce vulgarmente como método DO (densidad óptica). Para la aplicación de este método se prepararon soluciones de 100 mL en caldo Mc Conkey a fin de determinar ausencia o presencia de *Pseudomonas aeruginosa* y/o de *Escherichia coli* (Figura 33).



Figura 33: Análisis microbiológico. Preparación del experimento. Determinación de bacterias coliformes y *Pseudomonas aeruginosa*.  
Fuente: Elaboración propia.

Para la determinación de *Pseudomonas aeruginosa* se empleó además como medio de cultivo agar-agar, disponiéndose las muestras en cajas de Petri y en estufa a 37°C durante 48 hs (Figuras 34 y 35).



Figura 34: Análisis microbiológico. Preparación de muestras en agar - agar. Determinación de *Pseudomonas aeruginosa*. Fuente: Elaboración propia.



Figura 35: Análisis microbiológico. Disposición en estufa, 48 hs. a 37°C. Determinación de bacterias coliformes y *Pseudomonas aeruginosa* en 100 ml. Fuente: Elaboración propia.

### III.5.3. Resultados obtenidos

El análisis cuantitativo de bacterias indicadoras de contaminación en una muestra de agua puede realizarse por dos métodos diferentes:

- Recuento directo de microorganismos cultivables por siembra de la muestra sobre o en un medio de cultivo agarizado.
- Recuento indirecto (basado en cálculos estadísticos) después de sembrar diluciones seriadas de la muestra en medios de cultivos líquidos específicos. Luego de una incubación adecuada, se determinan los números de cultivos «positivos» y negativos». Los resultados se expresan como número más probable (NMP) de microorganismos.

AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ  
ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

Para la determinación de *Pseudomonas aeruginosa* realizada con agar-agar como medio de cultivo, se dispusieron las placas de Petri en estufa a 37°C durante 48 hs. La siguiente figura muestra, a modo de ejemplo, la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en la muestra 3.

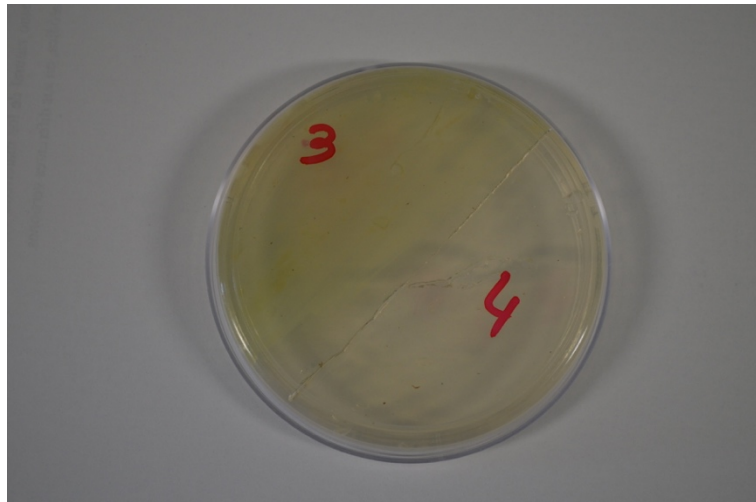


Figura 36: Análisis bacteriológico. Lectura de resultados.  
*Pseudomonas aeruginosa*.  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se observa la formación de colonias de bacterias coliformes y *Escherichia coli*, representadas por la tinción de coloración roja y azul respectivamente. El recuento fue realizado visualmente de acuerdo a la cantidad de unidades de colonias.

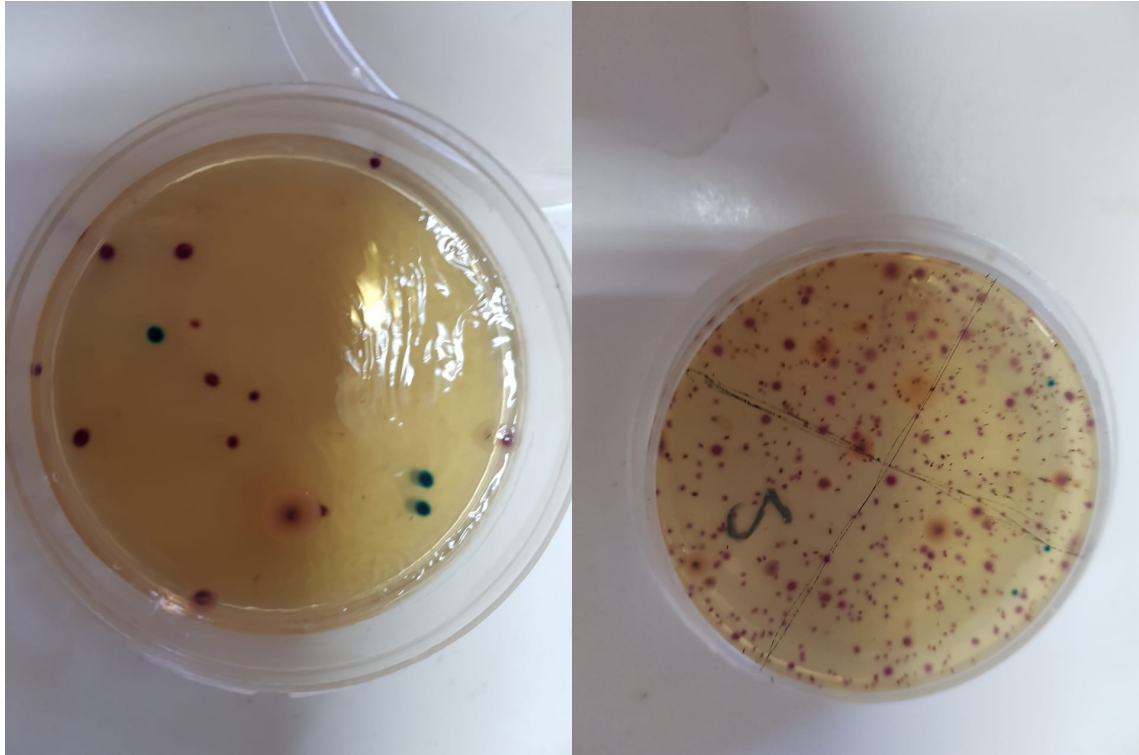


Figura 37: Análisis bacteriológico. Lectura de resultados.  
Colonias de *Escherichia coli* (azul) y coliformes totales (rojo).  
Fuente: Elaboración propia.

La determinación de bacterias heterótrofas se realizó a partir de la aplicación de la técnica de aislamiento por agotamiento de asa en placa de petri.

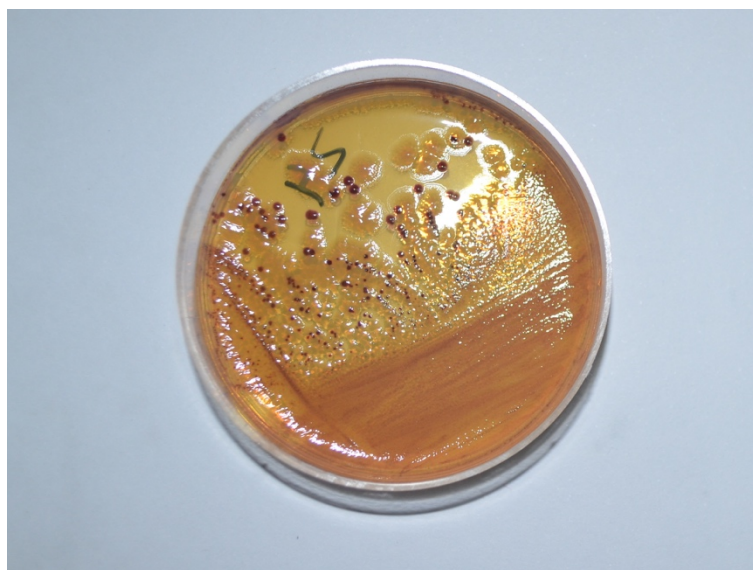


Figura 38: Análisis bacteriológico. Lectura de resultados.  
Bacterias heterótrofas.  
Fuente: Elaboración propia.

La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos indicando, fecha, hora y ubicación del pozo muestreado, determinación de Temperatura y pH *in situ* y determinaciones bacteriológicas en Laboratorio.

Pozo	Fecha	Temp.	CE	pH	Prof.	Heterótrofos	Colif. Totales	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseud. aeruginosa</i>
		[°C]	[μS/cm]	[upH]	[m.]	[UFC.ml <sup>-1</sup> ]	[UFC.ml <sup>-1</sup> ]	[en 100 ml.]	[en 100 ml.]
1	03.12.2019	S/D	S/D	S/D	15	<10	1	ausencia	ausencia
2	03.12.2019	21,3	<b>889</b>	7,28	13	<b>700</b>	<b>200</b>	<b>presencia</b>	<b>presencia</b>
3	03.12.2019	S/D	S/D	S/D	15	<10	<b>11</b>	<b>presencia</b>	<b>presencia</b>
4	03.12.2019	S/D	S/D	S/D	15	<10	<1	ausencia	ausencia
5	03.12.2019	17,9	517	7,47	15 a 18	<10	<1	ausencia	ausencia
6	03.12.2019	23,4	383	7,07	S/D	140	<b>160</b>	ausencia	ausencia
7	03.12.2019	18,4	726	6,95	S/D	200	0	ausencia	ausencia
8	03.12.2019	S/D	S/D	S/D	S/D	<10	1	ausencia	ausencia
9	10.12.2019	19,4	429	7,21	S/D	150	2	ausencia	ausencia
10	10.12.2019	19,0	645	7,32	S/D	<b>&gt;1000</b>	3	ausencia	ausencia
11	10.12.2019	18,8	367	7,06	18	0	0	ausencia	<b>presencia</b>
12	10.12.2019	18,4	598	7,57	18	0	0	ausencia	ausencia
13	10.12.2019	19,0	488	7,17	24	<b>800</b>	<b>32</b>	ausencia	ausencia
14	10.12.2019	18,4	<b>1647</b>	7,17	12	0	0	ausencia	ausencia
15	10.12.2019	22,1	<b>1440</b>	7,64	S/D	0	0	ausencia	ausencia
16	10.12.2019	18,6	<b>1250</b>	7,37	S/D	0	0	ausencia	ausencia
17	10.12.2019	18,7	663	7,69	S/D	0	0	ausencia	ausencia
18	10.12.2019	19,3	572	7,49	36 a 42	0	0	ausencia	ausencia
19	10.12.2019	19,1	554	7,39	S/D	0	0	ausencia	ausencia

AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ  
ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

Pozo	Fecha	Temp.	CE	pH	Prof.	Heterótrofos	Colif. Totales	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseud. aeruginosa</i>
		[°C]	[μS/cm]	[uPH]	[m.]	[UFC.ml <sup>-1</sup> ]	[UFC.ml <sup>-1</sup> ]	[en 100 ml.]	[en 100 ml.]
20	10.12.2019	18,8	481	7,68	40	0	0	ausencia	ausencia
21	10.12.2019	19,2	465	7,68	30	0	0	<b>presencia</b>	ausencia
22	10.12.2019	23,5	734	7,14	S/D	200	1	ausencia	<b>presencia</b>
23	10.12.2019	17,8	473	7,20	S/D	<b>800</b>	0	ausencia	Ausencia
24	10.12.2019	18,8	547	7,65	S/D	0	0	ausencia	Ausencia

Tabla 2: Calidad bacteriológica del agua subterránea en Pehuén-Có. Resultados.  
Fuente: Elaboración propia.

### III.5.4. Evaluación de la calidad del agua subterránea

#### Conductividad:

La conductividad es la capacidad que tiene un material de dejar pasar a través de él la corriente eléctrica. Las sales dentro del agua tienen la capacidad de transportar la energía eléctrica. Dado que toda el agua con la que estamos en contacto tiene sales disueltas, el agua conduce electricidad. Dada esta relación la conductividad se utiliza para medir la salinidad del agua.

El contenido de sales en el agua es lo que le da la capacidad de conducir electricidad. Cuantas más sales estén disueltas en el agua, mayor la capacidad de conducir la electricidad. Cada caso es distinto, pero un orden de magnitud de los valores de conductividad en el agua serían los siguientes<sup>16</sup>:

Agua pura: 0.055 μS/cm  
 Agua destilada: 0.5 μS/cm  
 Agua de montaña: 1.0 μS/cm  
 Agua para uso doméstico: 500 a 800 μS/cm  
 Máx. para agua potable: 10055 μS/cm  
 Agua de mar: 52 mS/cm

Una vez tenemos la conductividad podemos obtener la salinidad<sup>1</sup>, multiplicando por un factor de 0,6 o 0,7 para obtener el valor de la salinidad en mg/L. En tal caso la salinidad sería:

Agua pura: 0,033-0,0385 mg/L  
 Agua destilada: 0,3 - 0,385 mg/L  
 Agua de montaña: 0,6 - 0,7 mg/L  
 Agua para uso doméstico: 300 - 560 mg/L  
 Máx. para agua potable: 6033 - 7033 mg/L  
 Agua de mar: 31,2 - 36,4 g/L

En esta campaña de monitoreo, realizada en diciembre de 2019, se observaron valores en un rango de entre 367 y 1647 μS/cm, mostrando una conductividad promedio de 693,4 μS/cm y un desvío estándar de 353,73 μS/cm.

Considerándose entonces un valor de salinidad deseable para agua de uso doméstico de entre 300 a 560 mg/L, la conductividad máxima debería situarse en el rango de 500 a 800 μS/cm, por este motivo los pozos M2, M14, M15 y M16 poseen una salinidad por encima de lo recomendable para agua de uso doméstico.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los pozos y los resultados de la conductividad medida *in situ* en diciembre de 2019.

<sup>16</sup> <https://www.experimentoscientificos.es/conductividad/conductividad-del-agua/>



Figura 39: Resultados del Monitoreo de Conductividad. Diciembre 2019  
Elaboración propia en base a imagen satelital de *Google Earth*

### Condiciones bacteriológicas:

En la evaluación de los resultados se comparan los mismos con los valores indicados por la normativa vigente a escala nacional para aguas de bebida.

El Código Alimentario Argentino (PEN, 1971) indica en el Capítulo XII: BEBIDAS HÍDRICAS, AGUA Y AGUA GASIFICADA AGUA POTABLE, Artículo 982 - (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007) los límites que deberá cumplir el agua para ser considerada potable. Así, las características bacteriológicas que deben cumplir las mismas son:

Bacterias coliformes: NMP a 37 °C- 48 hs (Caldo Mc Conkey o Lauril Sulfato), en 100 ml:  $\leq 3$ .

*Escherichia coli*: ausencia en 100 ml.

*Pseudomonas aeruginosa*: ausencia en 100 ml.

Heterótrofos: Menor de 500 UFC/ml.

El recuento de bacterias heterótrofas a 37°C y 22°C determina la efectividad en el tratamiento de aguas e indica la limpieza y el estado de los sistemas de distribución y de los reservorios. El aumento repentino en el recuento podría estar ligado a un foco de contaminación. Por eso se aconseja higienizar el reservorio o la red de distribución cuando su número exceda las 500 Unidades Formadoras de Colonias por mililitro de agua (UFC/mL).

De acuerdo a las determinaciones bacteriológicas realizadas y comparando los resultados con los valores recomendados por el Código Alimentario Argentino:

- los pozos M2, M3, M6 y M13 presentan contaminación por coliformes totales
- los pozos M2, M3 y M21 indican presencia de *Escherichia coli*
- los pozos M2, M3, M11 y M22 indican presencia de *Pseudomonas aeruginosa*
- los pozos M10, M13 y M23 presentan valores en exceso de bacterias heterótrofas, por lo que se recomienda la limpieza profunda de reservorios y cañerías y verificación de posibles fuentes de contaminación en los mismos.

Dados los valores arriba mencionados y de acuerdo a lo indicado por el CAA, se recomienda el no consumo de agua extraída de los pozos M2, M3, M6, M11, M21 y M22.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los pozos y los resultados del análisis bacteriológico efectuado en diciembre de 2019.



Figura 40: Resultados del Monitoreo de Heterótrofos en 100 ml. Diciembre 2019  
Elaboración propia en base a imagen satelital de *Google Earth*





Figura 41: Resultados del Monitoreo de Coliformes Totales UFC/ml. Diciembre 2019  
Elaboración propia en base a imagen satelital de *Google Earth*



Figura 42: Resultados del Monitoreo de *Escherichia coli* en 100 ml. Diciembre 2019  
Elaboración propia en base a imagen satelital de *Google Earth*

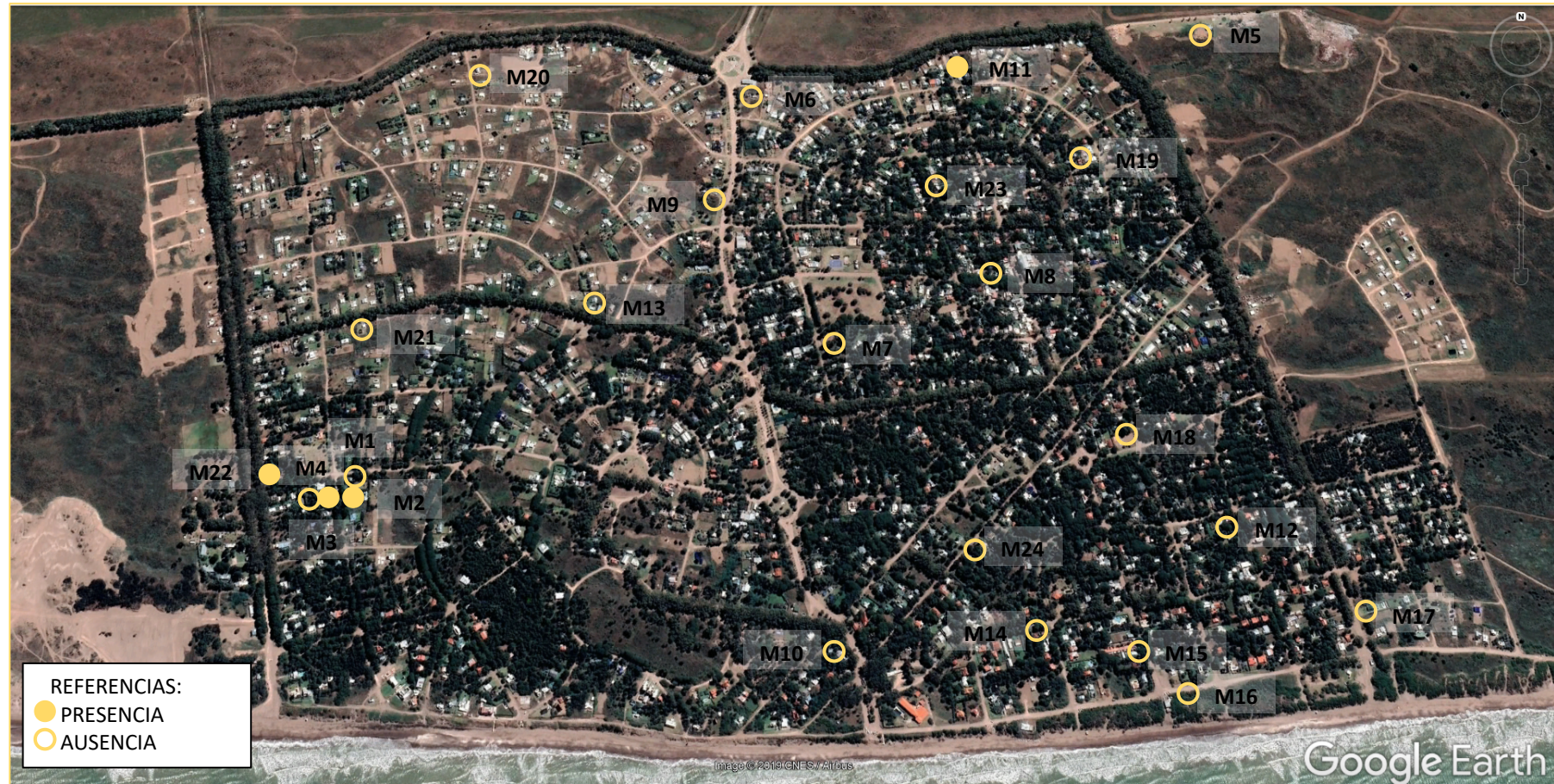


Figura 43: Resultados del Monitoreo de *Pseudomonas aeruginosa* en 100 ml. Diciembre 2019  
Elaboración propia en base a imagen satelital de *Google Earth*

### III.6 Conclusiones

La elevada permeabilidad vertical que presentan las dunas y que constituye un factor altamente favorable para la recarga, actúa en sentido inverso a la vulnerabilidad de la calidad del agua subterránea. En efecto, la cobertura arenosa tiene muy baja capacidad de retención, facilitando la dispersión de potenciales contaminantes en el agua subterránea.

Las muestras se tomaron en viviendas en las que hubo un consumo sostenido durante el año (sea por ocupación los fines de semana o por ser viviendas de residentes permanentes). No obstante, este monitoreo constituye una línea de base para conocer el actual estado de la calidad del Recurso Hídrico Subterráneo, mostrando la presencia de bacterias coliformes en algunos puntos, sin que se observe una correlación con la densidad de urbanización, sino que los casos pueden responder a situaciones puntuales de problemas de mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua (pozo de captación y bombeo) y/o del sistema de vuelco de líquidos cloacales propio o de los lotes linderos. Este monitoreo muestra además, una elevada conductividad en tres pozos situados en cercanías de la línea de costa y coincidentes con la zona de mayor densidad habitacional, lo que sugiere una potencial intrusión salina en ese sector. Tomando como línea de base estos resultados deberá definirse un plan de monitoreo que pueda desarrollarse a futuro de modo sostenido.

Se sugiere entonces como plan de monitoreo, la medición de la calidad del agua en los puntos M1 a M24 indicados en la figura 1 a fin de monitorear los parámetros:

- Temperatura
- Conductividad
- Bacterias heterótrofas
- Coliformes totales
- *Escherichia coli*
- *Pseudomonas aeruginosa*

La frecuencia de monitoreo se sugiere sea realizada de modo trimestral para abarcar los períodos en los que se producen cambios demográficos estacionales en la localidad de Pehuén-Có.

Los valores obtenidos serán comparados con los admisibles por el Código Alimentario Argentino a fin de evaluar las condiciones de potabilidad del agua subterránea, al menos en términos bacteriológicos, dado su aprovechamiento como agua de uso doméstico.

CAPÍTULO IV  
AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ:  
ACTORES Y SUS REPRESENTACIONES SOCIALES

#### IV. EL ESTUDIO DE LAS PERCEPCIONES AMBIENTALES A PARTIR DE LA TEORÍA DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES

En este capítulo se continúa con el estudio integral del recurso agua subterránea en Pehuén-Có y como parte del desarrollo del objetivo número cinco, incorporando a lo anteriormente desarrollado el estudio de las percepciones de los actores sociales respecto del agua subterránea, en particular su conocimiento y valoración acerca de la vulnerabilidad del recurso y sus expectativas de consumo ante la instalación de un sistema de distribución de agua por red. Se caracteriza y analiza el sistema sociocultural con la información generada en las entrevistas y encuestas a distintos actores sociales: autoridades estatales a cargo de los recursos naturales, autoridades de los entes prestatarios, autoridades del organismo de control y regulación, universidades y centros de investigación con proyectos afines al recurso agua, usuarios domiciliarios y privados, para indagar en percepciones ambientales que puedan aportar a la construcción de su representación social.

Las representaciones sociales aparecen en las sociedades modernas en las que el conocimiento está continuamente dinamizado por las informaciones que circulan vastamente y que exigen ser consideradas como guías para la vida cotidiana. Es debido a esta abundancia de información que las representaciones sociales son características de nuestra época en que el sentido común se impone como la explicación más extendida y determinante (Mora, 2002).

La teoría de las representaciones sociales fue formulada por Serge Moscovici y publicada en el año 1961 en su obra “El psicoanálisis, su imagen y su público”, surgiendo desde la inquietud de estudiar el impacto de la ciencia en la cultura cotidiana. Su interés se fundamentaba en entender cómo una teoría científica transforma la visión que una sociedad tiene sobre determinados objetos y situaciones en cuanto se difunde socialmente y en cómo se ve reflejada cotidianamente a través de sus actividades (Ofman, 2012).

Ya en el año 1898 Emile Durkheim había planteado el concepto de las representaciones colectivas, definiéndolas como el pensamiento social incorporado en cada una de las personas y explicando que lo colectivo no podía ser reducido a lo individual. De acuerdo a esta teoría, la conciencia colectiva trasciende a los individuos como una fuerza coactiva que puede ser visualizada a través de los mitos, las creencias y demás productos culturales colectivos (Mora, 2002). Moscovici retoma estos planteamientos, refutando la idea de representaciones colectivas y amplía las investigaciones al respecto, considerando que no toda forma de pensamiento organizado es una representación social. De acuerdo a la teoría desarrollada por Moscovici, una representación social es una forma particular de conocimiento que permite la elaboración de los comportamientos y la comunicación entre los individuos, siendo una de las actividades psíquicas que permiten a los sujetos hacer *inteligible la realidad física y social* (Moscovici, 1979, 1985, 1986). Estas representaciones sociales emergen determinadas por las condiciones en que son pensadas y constituidas, teniendo como denominador el hecho de surgir en momentos de crisis y conflictos, (Mora, 2002), dando origen a una línea teórica y de investigación, en la cual convergen el discurso científico, el acontecer de la vida cotidiana y el campo de la comunicación (Wagner & Elejabarrieta, 1997).

Denise Jodelet, discípula de Moscovici, afirma que la noción de representación social concierne a la manera los sujetos sociales incorporan los acontecimientos de la vida diaria, las características del ambiente y la información disponible, generando un conocimiento espontáneo o conocimiento de sentido común, que parte del pensamiento natural, por oposición al pensamiento científico. Si bien este conocimiento se construye a partir de nuevas experiencias, también se basa en informaciones, conocimientos, y modelos de pensamiento que son impartidos a través de la tradición, la educación y la comunicación social; constituyendo un conocimiento socialmente elaborado y compartido; en algún sentido se trata además de un conocimiento práctico (Jodelet, 1984).

De acuerdo a esta autora, toda representación posee los siguientes rasgos:

- a) siempre es la representación de un objeto,
- b) tiene un carácter de imagen y la propiedad de poder intercambiar lo sensible y la idea, la percepción y el concepto.
- c) tiene un carácter simbólico y signifiante,
- d) tiene un carácter constructivo,
- e) tiene un carácter autónomo y creativo.

Según Wagner y Elejabarrieta (1997) las representaciones sociales emergen por necesidades prácticas, con el fin de hacer comprensible o inteligible determinado objeto o acontecimiento social. Pereira de Sá (1998) afirma que una característica de los objetos y acontecimientos sobre los que se elaboran las representaciones sociales es que, además de ser compartidos por determinado grupo o sociedad, estos objetos y acontecimientos son culturalmente relevantes para dicha comunidad.

La representación social se presenta al individuo como un dato perceptivo (Herzlich, 1979). Esta construcción incide no sólo sobre la manera de ver las cosas, sino también sobre el modo de actuar de los actores de una sociedad. En tal sentido, *“la percepción de la realidad no es un proceso meramente individual e idiosincrásico, sino que existen diferentes visiones compartidas por distintos grupos sociales que tienen interpretaciones similares sobre los acontecimientos”* (Lacolla, 2005).

La percepción se describe como una instancia mediadora entre el estímulo y el objeto exterior y el concepto que de él se forma, la percepción. La representación social no es una intermediaria sino un proceso que hace que concepto y percepción sean intercambiables puesto que se engendran recíprocamente (Banchs, 1984).

Si bien es la percepción la que permite conocer e interpretar el mundo que nos rodea, proporcionando información objetiva, el producto de esta información es originado en base a las propias experiencias previas, expectativas, concepciones y recuerdos. Por otro lado la percepción es fruto de observaciones que difieren entre los sujetos en base a las relaciones distintas y variables que establecen con el medio, estando influidas, por un lado por las características físicas del entorno y, por otro, por condicionamientos políticos, económicos e ideológicos determinados por su propia cultura (Ortega Chinchilla, xxxx).

Los últimos avances en el análisis de las percepciones sociales muestran su aplicación como herramienta de análisis en diversos campos de estudio. En el campo de los recursos hídricos en particular, se identifica una creciente aplicación, pudiendo citarse algunos trabajos entre los que se encuentran “Equidad de Género y agua: los retos del desarrollo en los altos de Chiapas, México”, “Educación ambiental para el manejo sustentable del agua en la cuenca del Moctezuma, México”, “Pensar en el agua. Representaciones sociales, ideologías y prácticas: un modelo de las relaciones con el agua en diferentes contextos sociales”, y “Representaciones sociales del uso y distribución del agua en poblaciones marginadas” de diversos autores y en donde se destaca la importancia de las representaciones sociales para comprender las relaciones que las comunidades establecen con el agua, analizando cómo las representaciones del agua funcionan de algún modo como marco normativo (Flores, 2010).

Considerando entonces el tema de interés del presente estudio se sitúa al agua subterránea en la localidad de Pehuén-Có como el objeto representación a fin de estudiar la percepción ambiental de los actores sociales respecto del este recurso, en particular su conocimiento acerca de su vulnerabilidad y las expectativas de consumo ante la instalación de un sistema de distribución de agua por red.

El análisis para la identificación de estas percepciones se enmarca en una investigación de tipo cualitativo, siendo interés del estudio el significado de las experiencias y los valores humanos, el punto de vista interno e individual de las personas y el ambiente natural en que ocurre el fenómeno estudiado, así como la búsqueda de una perspectiva cercana de los participantes. Es decir, *“se enfoca en profundizar en los fenómenos, explorándolos desde el punto de vista de los participantes”* (Hernández Sampieri, 2010).

En el planteamiento del procedimiento metodológico de la investigación, se sigue principalmente la teoría de las representaciones sociales de Moscovici (1979). De acuerdo al autor, estas representaciones sociales, definidas como “universos de opinión” pueden ser analizadas en tres dimensiones:

- de información: referido a los conocimientos y nociones con que cuenta un grupo respecto a un objeto social,
- de campo de representación, en relación a la organización del contenido de la representación en forma jerarquizada, lo que permite visualizar el carácter del contenido y las propiedades cualitativas referidas a un aspecto preciso del objeto de representación,
- de actitudes: concerniente al juicio evaluativo que se asume frente al objeto de representación como un análisis de expresiones favorables y desfavorables.

En el estudio de las percepciones de los actores sociales acerca del recurso hídrico subterráneo en Pehuén-Có, se desarrolla una investigación de tipo cualitativa, dado que se pretende la exploración de significados y experiencias.

Este tipo de investigación no pretende establecer frecuencias, sino determinar la diversidad de algún tema de interés dentro de una población dada, no considerando el número de personas con la misma característica,

sino su variación significativa dentro de esa población. Difiere así de la investigación cuantitativa sobre la base de la iteración en la recolección y análisis de datos: la investigación se realiza en distintas etapas, primero la recolección de algunos pocos datos, luego su análisis, luego el desarrollo de una hipótesis sobre el tema y luego el nuevo muestreo para la recolección de datos; esto en modo sucesivo hasta llegar a una saturación teórica de los conceptos o una explicación completa del fenómeno en estudio. En este tipo de investigación cualitativa, fundamentada en el desarrollo y la saturación de conceptos, tanto el muestreo, como las preguntas de investigación se desarrollan de modo interactivo con el análisis de datos (Jansen, 2010). En este caso los aspectos consultados refieren a apreciaciones personales de los entrevistados y no son direccionados a la obtención de datos técnicos o numéricos.

Pereira de Sá (1998), señala que es imprescindible definir algunos aspectos metodológicos fundamentales durante el estudio de las representaciones sociales:

1. Enunciar el objeto de la representación.
2. Determinar los sujetos en cuyas manifestaciones discursivas y comportamientos se estudiará la representación.
3. Determinar las dimensiones del contexto sociocultural donde se desenvuelven los sujetos que se tendrán en cuenta para conocer sobre la representación.

Se define entonces en esta investigación como objeto de representación el agua subterránea en Pehuén-Có a partir del estudio de las percepciones de los residentes temporarios y permanentes de esa villa balnearia, considerando la caracterización socioambiental desarrollada en el Capítulo II: Entendiendo Pehuén.

## **IV.1 Relevamiento de las percepciones ambientales**

El relevamiento de información a campo se realizó a través de encuestas y entrevistas acorde con la metodología apropiada para estudios de tipo cualitativo (Hernández Sampieri, 2010). Si bien las percepciones se estudian tomando como material fundamental el análisis de los resultados obtenidos de las entrevistas, el cruce de información con el relevamiento obtenido a partir de las encuestas fortalece lo relevado en las mismas a partir de datos sobre el contexto sociocultural de los entrevistados.

La ubicación espacial de los sitios de consulta se definió a partir de considerar dos aspectos:

- distribución espacial de las viviendas, en el sentido de cubrir aleatoriamente todo el área urbana de la localidad
- la tipología de actor social de los sujetos entrevistados, en el sentido de cubrir tanto residentes permanentes como temporarios, de distinto sexo, edad, ocupación y contexto sociocultural.

Se seleccionó a los entrevistados según un muestreo teórico, utilizando una técnica de muestreo estándar de las Ciencias Sociales, que se desarrolló en el contexto de la "teoría fundamentada" en la cual las muestras (en este caso, el número de entrevistados) no se seleccionan de acuerdo con la representatividad estadística, sino de acuerdo con categorías conocidas *a priori* (estratos) de perspectivas definidas sobre un tema (Lienert, 2006). No debe asumirse que todos los actores dentro de una categoría sean homogéneos en sus percepciones, ya que las personas generan percepciones de acuerdo a diversos factores que requieren de una mayor exploración en sucesivos análisis. En este sentido las entrevistas en profundidad son una buena herramienta para obtener una visión detallada (GDEE, 2014).

### **Encuestas**

Para las encuestas se desarrolló un formulario de tipo estructurado. La primera parte del cuestionario se refiere en general a características personales de los encuestados como: edad, sexo, nivel de formación alcanzado y tipo y antigüedad de residencia en la localidad, consultando a los residentes temporarios sobre el tiempo (en meses al año) y la antigüedad de residencia (en años).

A través de este formulario se identificaron también características técnicas de los sistemas de abastecimiento de agua y sistema de disposición de efluentes cloacales, además de identificar los usos domésticos del recurso.

Respecto de las características del sistema de abastecimiento se consultó sobre la cantidad, antigüedad y tipo de cegado de las perforaciones, volumen del tanque de almacenamiento y frecuencia de llenado del tanque.



En relación con el abastecimiento de agua, se indagó sobre su calidad, consultando sobre la disponibilidad de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos realizados previamente y en tal caso la frecuencia de realización y la disposición para facilitar los datos.

Considerando los usos domésticos se consultó sobre la instalación de sistemas de riego y de piletas de natación, sus características y frecuencia de uso.

En relación al sistema de saneamiento se consideraron la cantidad y antigüedad de los pozos absorbentes, la profundidad, la distancia a la perforación de agua de consumo y la existencia o no de de cámara séptica y desengrasadora.

Se realizó un total de 24 (veinticuatro) encuestas, las cuales fueron previamente validadas y los resultados sistematizados a fin de facilitar su interpretación.

El modelo de encuesta puede observarse en el Anexo V-1: Formulario de encuesta.

### **Entrevistas**

Para las entrevistas se desarrolló un cuestionario semi estructurado (Hernández Sampieri, 2010), de preguntas semi-abiertas referidas a los distintos aspectos de interés en la investigación de las percepciones: la importancia asignada a la preservación del recurso hídrico, la importancia asignada al abastecimiento de agua, la preocupación sobre la sustentabilidad del recurso y los cambios potenciales percibidos en la infraestructura.

Para la aplicación de los formularios se realizaron cuatro campañas, validando a campo las preguntas propuestas inicialmente. Esto se vio fundamentado en el análisis iterativo del material surgido en las entrevistas. En algunos casos resultó conveniente alterar el orden de las preguntas, en otros resultó necesario reformularlas a fin de lograr una mejor interpretación por parte del sujeto entrevistado y/o lograr captar su percepción respecto del objeto de estudio desde respuestas abiertas generadas a partir de preguntas que permitieran expresarse en sus opiniones.

Esta validación del cuestionario a través de cuatro intervenciones sucesivas arrojó como resultado la formulación de preguntas abiertas de tipo prospectivo agrupadas en cuatro bloques orientados a identificar las percepciones de los actores respecto de: cambios en la infraestructura de la villa balnearia, preservación y calidad del recurso hídrico subterráneo, disponibilidad del recurso y predisposición para la implementación de la red de abastecimiento de agua potable.

El modelo definitivo de entrevista puede observarse en el Anexo V-2: Modelo de entrevista.

Las entrevistas fueron realizadas en forma personal, fueron grabadas y luego transcritas a fin de no alterar el sentido de las respuestas y facilitar el posterior análisis. Estuvieron dirigidas a los actores relacionados al uso del recurso hídrico subterráneo con residencia temporal o permanente en la localidad. Se entrevistaron usuarios domiciliarios ya sean residentes temporales o permanentes, entre los que se identificaron: participantes de ONGs, comerciantes, proveedores de servicios turísticos, y público en general. La distribución de estos grupos puede observarse en el Anexo V-3: Caracterización de los actores sociales entrevistados.

Se efectuaron un total de 24 (veinticuatro) entrevistas, cuya distribución espacial se realizó aleatoriamente de modo de cubrir la totalidad de la urbanización como puede observarse en el Anexo V-4: Distribución espacial de los sujetos entrevistados.

## **IV.2 El agua subterránea como objeto de representación social**

En el análisis de datos cualitativos se descubren temas y conceptos que se encuentran ocultos entre los datos recolectados. A medida que se avanza en el análisis de los datos, esos temas y conceptos se entrelazan en una explicación más amplia que luego conforma su integración final. Para efectuar un análisis de datos cualitativos se debe actuar de modo sistemático, siguiendo una secuencia y un orden preestablecido (Fernández Núñez, 2006).

Para el análisis de los resultados, se clasificaron las respuestas definiendo previamente distintos códigos de identificación, a saber: calidad, disponibilidad/cantidad, red de agua, residencia/actividad del sujeto entrevistado, atributos de lugar, cambios/necesidades, idiosincracia.

De acuerdo a Jodelet (1984), el caso de estudio:

- a) siempre es la representación de un objeto, en este caso el agua subterránea
- b) tiene un carácter de imagen y la propiedad de poder intercambiar lo sensible y la idea, la percepción y el concepto; en este caso surge de las entrevistas: “*el agua es buena*” en vez de “*calidad físico-química del agua*”; “*la napa baja*” en vez de “*agotamiento del RHS*”.
- c) tiene un carácter simbólico y significativo, define en este caso la identidad del lugar, como se describe en el Capítulo III: Có - La Identidad de Pehuén desde su origen.
- d) tiene un carácter constructivo, por cuanto la percepción sobre el agua se construye en tanto se produce un constante cambio en la relación de la comunidad con su entorno
- e) tiene un carácter autónomo y creativo, cada individuo crea su propia representación en relación al objeto (en este caso el agua subterránea) en función de su experiencia, su relación con el entorno y saberes previos.

Por su parte, Pereira de Sá (1998) presenta como postulados:

1. Enunciar exactamente el objeto de la representación, en este caso el agua subterránea en Pehuén-Có.
2. Determinar los sujetos en cuyas manifestaciones discursivas y comportamientos se estudiará la representación, en este caso los residentes temporarios y permanentes de la villa balnearia Pehuén-Có.
3. Determinar las dimensiones del contexto sociocultural donde se desenvuelven los sujetos que se tendrán en cuenta para conocer sobre la representación. En este caso el nivel de formación, actividad desarrollada, sexo, edad, etc.

### IV.3 Resultados y discusión

Si bien las percepciones fueron estudiadas tomando como material fundamental el análisis de las entrevistas, el cruce de información con el relevamiento obtenido a partir de las encuestas permitió realizar una aproximación cualitativa respecto del contexto sociocultural donde se desenvuelven los sujetos, es a partir de estas manifestaciones donde se estudian las percepciones de los mismos respecto del objeto de representación.

Se observa en general una marcada diferencia entre las manifestaciones de los residentes temporarios y las manifestaciones de los residentes permanentes, como así también valoraciones marcadas de acuerdo a la actividad de los entrevistados.

Respecto de los requerimientos de infraestructura y servicios, los residentes permanentes coinciden en general en la necesidad de una red de gas natural como prioridad para la villa, no considerando relevante la red de abastecimiento de agua, ni cuestiones relacionadas a infraestructura relacionada a la playa. Por otro lado, en general los residentes temporarios manifiestan su preocupación acerca del mantenimiento de calles y bajadas a la playa como aspectos referidos a las necesidades de infraestructura y servicios.

Las necesidades que se detectaron en las entrevistas con la mayor frecuencia fueron las vinculadas a la instalación de un hospital y a la adecuación del sitio de disposición final de residuos.

En referencia a la planificación de la villa, se detectaron expresiones que vinculan la necesidad de una planificación para evitar los problemas evidenciados en el crecimiento de balnearios cercanos, en los cuales los atributos naturales han sido reemplazados por un acelerado crecimiento urbano sin planificación previa. En tal sentido los atributos del lugar que más frecuentemente se citaron fueron: paz, tranquilidad, entorno natural.

En el desarrollo de las entrevistas y encuestas realizadas se manifiestan expresiones relacionadas tanto con la calidad como con la disponibilidad de agua. De acuerdo con Moscovici (1979, 1985 y 1986), las representaciones sociales, definidas como “universos de opinión”, pueden ser analizadas en tres dimensiones:

- De información: referido a los conocimientos y nociones con que cuenta un grupo respecto a un objeto social. En este caso surgen de las entrevistas, entre otras, las manifestaciones:

*“el agua procede de la napa”*

*“por ahí una es mejor, otra es peor, depende de la profundidad”*

*“la distancia y ubicación del pozo negro incide sobre la calidad del agua de perforación”*

*“el tema es que se van contaminando los pozos, se usan pozos (absorbentes) y si tuviéramos cloacas el agua deja de contaminarse”*

lo que da cuenta de conocimientos previos del sujeto respecto del recurso agua.

- De campo de representación: en relación a la organización del contenido de la representación en forma jerarquizada. Esto permite visualizar el carácter del contenido y las propiedades cualitativas referidas a un aspecto preciso del objeto de representación. Vinculado a esta dimensión surgen de las entrevistas, expresiones vinculadas con la calidad, entre otras:

*“el agua es buena”*

*“el agua es la misma siempre”*

*“acá no compramos agua, si el agua es riquísima”*

*“la uso como viene, tomo mate, tomo café”*

*“¿no probaste el agua de Pehuén-Có? Debieras, es más livianita”*

*“el agua ya salía media verde”*

*“el agua es totalmente segura, en mi casa sí”*

y también a la cantidad:

*“el agua es infinita”*

*“todas las perforaciones tienen que tener esa profundidad, cuando ya es menos, bueno, se quedan sin agua y listo”*

*“las napas bajan en verano”*

*“me ha pasado de estar regando y que tengo que apagar el bombeador porque no chupa, porque se baja la napa”*

*“con lo que ha llovido y con las calores, qué sé yo, se va el agua”*

*“ya desde el anteaño pasado las napas van siendo cada vez menos, o sea que las napas van bajando”*

*“cuando no llueve mucho se nota”*

*“habría que limitar la superficie no absorbente, mantener alto grado de superficie absorbente y que los pluviales vayan al interior y no al exterior (del predio)”*

- De actitudes: concerniente al juicio evaluativo que se asume frente al objeto de representación como un análisis de expresiones favorables y desfavorables. En relación a esta dimensión pueden asociarse las expresiones:

*“acá nadie de los que tienen casa de fin de semana cuida el agua”*

*“dejan el riego prendido durante 15 días seguidos”*

*“todo se basa sobre el agua para darle confort al turista”*

*“mucha gente viene a buscar agua acá porque le gusta el agua”*

*“no se puede manejar el crecimiento”*

*“...tres paisanos que tengan ganas y amor propio por Pehuén”*

*“acá los riegos prendidos en invierno, lloviendo, y eso parece que no pero estás sacando de un pozo y ese es el problema de las napas acá”*

*“la gente que no vive acá cuida más que la que vive acá”*

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

De acuerdo con los trabajos citados de Moscovici, de estas dimensiones, la actitud es la más frecuente y quizás la primera, dado que nos informamos y nos representamos una cosa únicamente después de haber tomado posición y en función de la posición tomada. A fin de responder a una pregunta, los datos de que disponen la mayor parte de las personas para formar una idea a propósito de un objeto preciso, son generalmente, a la vez, insuficientes y superabundantes.

Así, en relación a los aspectos referidos al recurso hídrico subterráneo, como origen de la fuente de abastecimiento, modo de explotación y forma de uso, en general los entrevistados manifiestan un sólido conocimiento, evidenciándose una marcada preocupación por la sustentabilidad de este recurso.

En relación a la instalación de la red de abastecimiento de agua potable mayormente los residentes, tanto temporarios como permanentes manifestaron no ser un requerimiento necesario:

*“ya todos tienen perforaciones, todos están con el agua ya”*

*“así que agua de red como cuando éramos chicos, ya no consume nadie agua de red”*

*“yo no sé pero para mí es una cosa que ya están hechas todas las instalaciones”*

*“yo tengo buena agua acá y esto anda”*

*“es agua de pozo con más profundidad pero no está purificada”*

*“yo la verdad que no estaría de acuerdo con tener red de agua, en sesenta años nunca hemos tenido problemas”*

*“acá no pasó nadie a preguntar si quiero agua, no me parece necesario poner una red de agua”*

*“no tengo certeza de que sea necesaria su implementación”*

Respecto de la disposición al pago del servicio, las posiciones son variadas, por un lado de quienes lo perciben como un costo adicional innecesario:

*“no, porque ya estábamos acostumbrados a que se pagaba con la luz”*

y por otro lado de quienes lo asocian a un costo hoy absorbido por el servicio de energía eléctrica:

*“en realidad de alguna manera u otra se paga igual porque la bomba trabaja o sea que si no lo pagás en agua lo pagás en luz”*

*“el costo de las boletas de luz, producto de que no hay agua, porque el agua se abastece con energía eléctrica y prender la bomba una vez, dos veces, tres veces por día tiene un impacto de miles”*

A la red de agua se le asignó una importancia relativa baja en relación a otras necesidades manifestadas como instalación de un hospital, red de gas natural, un relleno sanitario, y otros nombrados con menor frecuencia como iluminación, orden y limpieza, instalación de un cajero automático, supermercado, farmacia, entre otros:

*“para mí no es tan necesario el agua, es más necesario por ahí el gas”*

*“yo con lo del gas me anoto, el agua no sería tan grave”*

*“un hospital y la red de gas natural, el agua ya está hay que abrirla nomás”*

*“el gas natural es más importante que el agua”*

Así, los sujetos entrevistados mostraron en general un alto grado de compromiso y manifiesta preocupación en relación al desarrollo urbano de la villa.

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

Los resultados de este análisis muestran la apropiación del recurso hídrico como un factor clave de desarrollo por parte de la comunidad y una marcada preocupación por la sustentabilidad del recurso. Su modalidad de uso a partir de extracciones al acuífero en forma individual en las condiciones actuales, podría limitar el desarrollo urbano de la villa balnearia, no obstante, la puesta en marcha del servicio de abastecimiento de agua potable ofrece posibilidades de desarrollo vinculadas principalmente al turismo.

A través del planteamiento de posibles escenarios de futuro evidenciados en el estudio de las representaciones, resulta indispensable potenciar el inminente desarrollo de esta localidad enmarcado en una planificación estratégica que contemple entre otros aspectos relacionados a la infraestructura de la villa, la gestión ambiental de sus recursos hídricos como un factor clave para su sustentabilidad.

Es así que el estudio de las representaciones sociales cobra una importancia significativa a partir de la necesidad de generar conocimiento que permita aportar elementos para el diseño y ejecución de planes y políticas públicas en los que considere la relación de los actores sociales con el recurso y permitan conocer cómo abordar los problemas actuales a partir de la identificación de su origen.

CAPÍTULO V  
ESCENARIOS FUTUROS  
EN TÉRMINOS DE SOSTENIBILIDAD DEL RHS

## V. ESCENARIOS FUTUROS EN TÉRMINOS DE SOSTENIBILIDAD DEL RHS

Se evalúan en este capítulo posibles escenarios futuros en términos de disponibilidad y calidad del agua subterránea, teniendo en cuenta las transformaciones de la localidad de Pehuén-Có en relación tanto a su densidad poblacional como a los cambios en el uso del suelo y la infraestructura, a la caracterización del recurso y a las percepciones ambientales de los actores involucrados en su gestión, temas estudiados en los capítulos anteriores. Esta evaluación responde a lo propuesto en el objetivo número siete:

- Evaluar posibles escenarios futuros en términos de disponibilidad y calidad del recurso de acuerdo a cambios en la densidad humana y habitacional y en respuesta a la adopción de un sistema de distribución de agua por red.

El análisis de las percepciones ambientales y del diagnóstico ambiental del área (objetivos uno al seis desarrollados en los capítulos II al IV), permiten configurar potenciales escenarios respecto de la disponibilidad y calidad del recurso en el marco de su sostenibilidad.

### V.1. Sostenibilidad del RHS: abordaje físico vs. abordaje holístico

El término sostenibilidad como sustantivación del verbo sostener, del latín *sustinere* alude etimológicamente a mantener, proseguir, prestar apoyo. Esto hace referencia necesariamente a un sostenimiento externo a un sistema. Así, en el caso del recurso agua subterránea, analizado en el capítulo IV como parte del subsistema físico natural del sistema Pehuén-Có su sostenibilidad está ligada en el ámbito externo a las condiciones ambientales, de uso del recurso, políticas de gobierno, marco normativo, entre otros. Asimismo en el capítulo II, se definió la sostenibilidad del recurso hídrico como *“el uso del agua que sostiene la capacidad de la sociedad humana para mantenerse y crecer dentro de un futuro indefinido, sin comprometer la integridad del ciclo hidrológico o los sistemas ecológicos que dependen de él”* (Crojethovich et al, 2006). No obstante, el agua subterránea representa un intangible y es percibido muchas veces como un recurso infinito y renovable, las representaciones sociales respecto de este recurso han sido estudiadas y analizadas en el capítulo V.

La evaluación de la sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo se limitó durante décadas al estudio del comportamiento físico del acuífero, con sus respectivos balances de extracción y recarga de agua, sin considerar otros aspectos asimismo importantes como las condiciones ambientales, los ecosistemas que con ella se relacionan ya sea a partir de su dependencia como a partir de permitir la recarga de agua, los distintos usos, etc.

Así, la incorporación de otras dimensiones que permitan un acercamiento holístico a la sostenibilidad de la gestión del agua subterránea considera los aspectos hidrogeológicos, hidrológicos, ecológicos, socioeconómicos, tecnológicos, culturales, institucionales y legales de la utilización del agua subterránea, intentando establecer un compromiso razonable entre varios intereses que pueden eventualmente coexistir en conflicto.

### V.2 El uso de indicadores como medida de sostenibilidad del RHS

En toda observación de un fenómeno cuya evolución a través del tiempo se quiera evaluar, debe definirse una medida que permita identificar y registrar cada parámetro observado. Se definen para este propósito indicadores que consisten en datos o información que sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de un hecho o para determinar su evolución futura. Estos datos permiten entonces observar la evolución de una característica (o aspecto) a partir de una medida concreta que puede ser evaluada en distintos momentos, tal es el caso de los indicadores ambientales en términos de sostenibilidad.

La bibliografía referida al uso de indicadores de sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo es vasta y variada, no obstante, existen algunos indicadores básicos preestablecidos que refieren en general a parámetros de calidad fisicoquímica y parámetros que permiten evaluar su disponibilidad.

Estos indicadores permiten mostrar la evolución de un sistema en relación a su comportamiento físico ambiental, lo cual es valioso para el estudio de la calidad del recurso en sí mismo, pero para la evaluación de la

sustentabilidad del sistema hídrico es necesaria la incorporación de otros indicadores que permitan analizar la evolución de aspectos relacionados con las dimensiones social y económica.

### Los indicadores de Presión - Estado - Respuesta (PER)

A los efectos de un abordaje holístico en la aplicación de indicadores que permitan evaluar la sostenibilidad del recurso agua subterránea en Pehuén-Có se propone como metodología la aplicación de los indicadores Presión - Estado - Respuesta (PER).

Este modelo, desarrollado a finales de los años '80, se basa en que las actividades antrópicas ejercen de una manera directa e indirecta presiones sobre el ambiente, afectando la calidad y cantidad de los recursos naturales (estado). La sociedad responde a estas presiones a través de acciones evidenciadas por la adopción de políticas ambientales y económicas (respuesta). Así el modelo permite identificar a partir de las presiones, estados y respuestas, la relación que existe entre las acciones ambientales que se tomen y sus impactos en el sistema (OSE, 2008) (Figura 44).

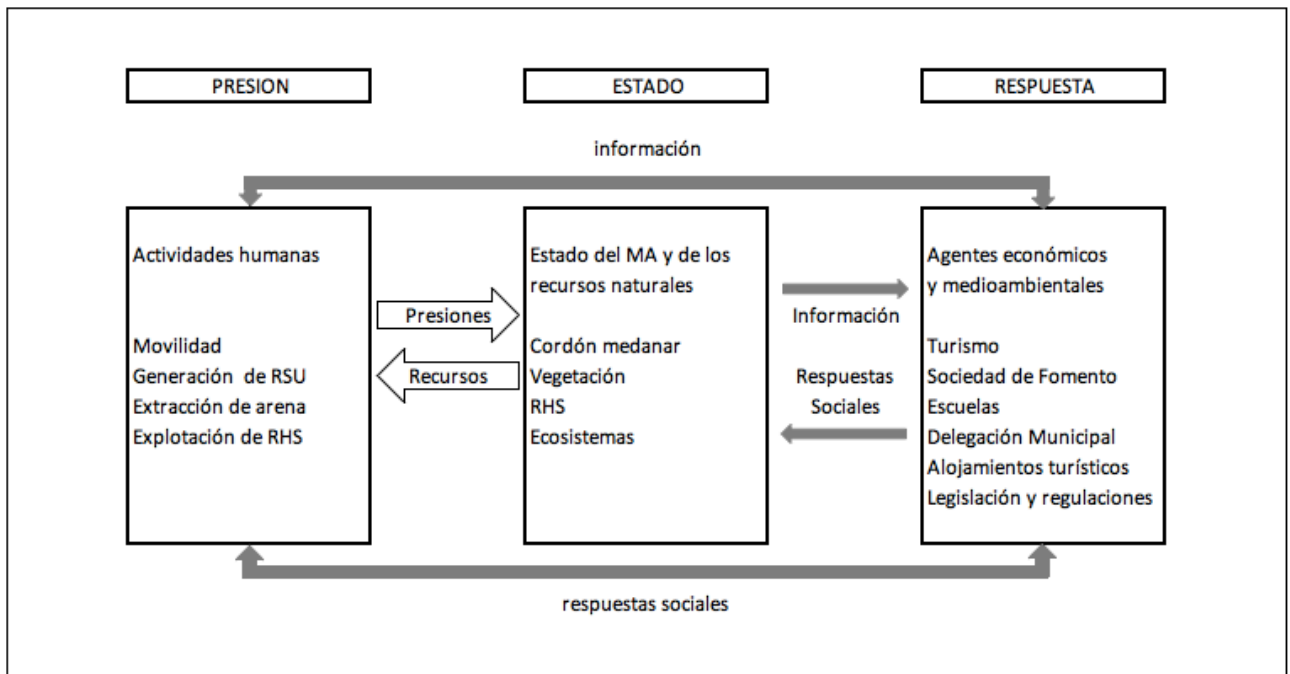


Figura 44. Dimensiones del modelo Presión - Estado - Respuesta.  
 Fuente: Elaboración propia en base a OCDE, 2003.

La identificación y clasificación de los indicadores de estado en términos de Presión - Estado - Respuesta permite su descripción y posterior análisis con la correspondiente asignación de unidades de medición que permitan su evaluación periódica.

Así, se propone su clasificación en cuatro dimensiones: físico-natural, económico-productivo, socio-cultural y normativo-institucional a fin de lograr un abordaje en términos de sostenibilidad del sistema.

Desde la dimensión físico-natural se evalúan los aspectos calidad y disponibilidad del RHS, considerando aquellas variables que pudieran afectar de modo directo al acuífero (presión) como ser: cantidad de pozos absorbentes (sistemas sanitarios individuales) y cantidad de pozos de abastecimiento de agua (sistema de abastecimiento de agua individual). En la evaluación del estado se proponen como indicadores: parámetros de calidad del RHS (nitratos) y recarga del acuífero (precipitaciones), y como indicadores de respuesta: pozos construidos de acuerdo a normativa y sistemas de tratamiento alternativo.



Dimensión	Aspecto	PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
Físico - Natural	Calidad RHS	Cantidad de pozos absorbentes  (número de viviendas construidas/año)	Monitoreo de calidad del RHS  (nitratos en mg/l)  Aparición de enfermedades provocadas por el agua (cant. de personas que han comunicado enfermedades por este motivo)	Normas para la construcción de pozos absorbentes (cantidad de normas constructivas y de cegado de pozos)  Alternativas para el tratamiento de AR  (cantidad de viviendas con tratamientos alternativos/año)
	Disponibilidad RHS	Cantidad de pozos de abastecimiento (número de viviendas construidas/año)	Recarga del acuífero (precipitaciones en mm/año)	Sensibilización ambiental (cantidad de personas alcanzadas/año)
Económico - Productivo	Turismo	Plazas disponibles (número de plazas disponibles)	Pago por agua envasada (costo del agua envasada/litro)	Sensibilización ambiental (número de campañas de sensibilización/año)
	Producción forestal	Emprendimientos forestales (cantidad de ejemplares producidos/emprendimiento-año)	Pago por energía de bombeo (costo de energía/m3 de agua extraída)	Regulación del precio del agua (costo en \$/m3)
	Actividades extractivas	Destrucción de infraestructura	Riesgo de derrumbes / Degradación del médano costero	Intervenciones privadas para sostener el médano costero (cantidad de intervenciones/año)
	Construcción	Nuevas construcciones públicas y privadas (cantidad de nuevas obras/año)	Ocupación del terreno (m2 construidos/año)	
Socio - Cultural	Poblacional	Población estable (número de habitantes estables)  Población turística (número de turistas ingresados/temporada)	Residuos generados (cantidad de camiones ingresados al basural/temporada)	Alternativas de disposición final de RSU (número de personas que adoptan alternativas de mejora/año)
Normativo - Institucional	Relación interjurisdiccional	Extensión de la red de abastecimiento de agua (cantidad de conexiones domiciliarias instaladas)  Instituciones vinculadas a la gestión del RHS (cantidad de instituciones)	condición de funcionamiento del sistema (% de conexiones domiciliarias en uso)  gestión administrativa (niveles de participación en gestión: municipal-provincial-nacional)	Autorizaciones para el uso del RHS (cantidad de solicitudes/año)  actores vinculados a la gestión (número de actores involucrados)
	Normativa existente	Frente costero y urbanización (número de solicitudes de intervención en zonas de sensibilidad/año)	intervenciones urbanas costeras (m2 existentes en zonas de sensibilidad ambiental)	participación social (cantidad de participantes/asamblea vinculada al tema RHS)

Tabla 3. Indicadores de Presión-Estado-Respuesta para la evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo en Pehuén-Có.  
Fuente: Elaboración propia.

Desde la dimensión económico-productiva se plantea la evaluación de distintas actividades como indicadores de presión: construcción, turismo, producción forestal, actividades extractivas (pesca, áridos); para evaluar su vinculación con los indicadores de estado relacionados a la explotación del RHS como consumo de agua tanto en términos de cantidad como en términos económicos a partir de los costos de energía de bombeo, costos de agua envasada, etc.

Los aspectos relacionados a la población se plantean en la dimensión socio-cultural a partir de los indicadores de presión: cantidad de población estable, cantidad de población turística, relacionados a los indicadores de estado: cantidad de RSU generados, consumo de agua (por sistema de red y/o pozo individual) y como indicadores de respuesta la regulación del precio del agua y las posibles campañas y actividades de sensibilización que pudieran realizarse relacionadas a cuidado del ambiente en general y del RHS en particular.

La dimensión normativo-institucional contempla los aspectos de las relaciones interjurisdiccionales y la normativa existente, allí los indicadores de presión planteados corresponden a las instituciones vinculadas a la gestión del RHS, a las obras de infraestructura relacionada a la red de abastecimiento de agua y a las intervenciones urbanas (nuevos loteos, etc.). Los indicadores de estado relacionados con esta dimensión corresponden a los actores involucrados en la gestión del RHS, y respecto de los indicadores de respuesta de las autorizaciones de explotación del RHS, la participación social, etc.

Así, los indicadores propuestos para cada aspecto, refieren a:

### **Calidad del RHS**

#### **Cantidad de pozos absorbentes: *número de viviendas construidas/año* --> Indicador de Presión**

La razón para utilizar este indicador es que refleja el volumen de aguas residuales que son volcadas de modo directo al suelo y que por infiltración percolan a las napas de agua subterránea. La fuente de los datos procede de la cantidad de viviendas registradas en la correspondiente oficina municipal, aunque, dado que este dato podría no ser certero por no contar la obra con la correspondiente inscripción formal ante el Municipio, se sugiere contrastarlo con la cantidad de medidores eléctricos instalados en el año, puesto que un medidor puede relacionarse a una vivienda y por ende a un pozo de abastecimiento y a un pozo absorbente, dato que podrá ser suministrado por la Cooperativa Eléctrica de Punta Alta.

#### **Monitoreo de calidad del agua: *nitratos en mg/l* --> Indicador de Estado**

Este indicador permite evaluar la vulnerabilidad de la calidad del agua a la contaminación por efluentes cloacales. La fuente de los datos debiera ser el resultado de un monitoreo planificado *ad hoc* en el que se identifiquen puntos de monitoreo fijos y representativos del área a evaluar. Para asegurar la confiabilidad y continuidad en la toma de los datos, este monitoreo debiera ser efectuado desde una dependencia municipal o bien a través de la Sociedad de Fomento.

#### **Aparición de enfermedades provocadas por el agua: *cantidad de personas que han comunicado enfermedades por este motivo* --> Indicador de Estado**

Relacionado con la salud, este indicador permite efectuar un acercamiento a la evaluación de la calidad del agua. La fuente fehaciente de datos es el registro de la Sala Médica de la localidad, la cual deberá ser consultada al finalizar cada temporada.

#### **Normas para la construcción de pozos absorbentes: *cantidad de normas constructivas y de cegado de pozos* --> Indicador de Respuesta**

La adecuada construcción de los sistemas de saneamiento individuales y el correcto cegado de los pozos de extracción fuera de uso promueve el cuidado de la calidad del RHS. La fijación de normas y estándares que dicten pautas técnicas en relación a la construcción de los sistemas y al cegado de los pozos debiera ser incumbencia de las autoridades de contralor (entiéndase por tales el Municipio o los entes gubernamentales responsables de la gestión del recurso).

#### **Alternativas para el tratamiento de aguas residuales: *cantidad de viviendas con nuevos tratamientos alternativos* --> Indicador de Respuesta**

Dado que la localidad no dispone de red de colección de efluentes cloacales y los mismos son volcados de modo directo al suelo a través de pozos absorbentes, la respuesta a esta potencial fuente de contaminación será la adecuación en la construcción de los sistemas de saneamiento actuales. La posibilidad de incorporar

modificaciones al sistema tradicional existente puede constituir una posibilidad de mejora concreta a través de tratamientos alternativos, como por ejemplos lechos nitrificantes, humedales construidos, etc. que permitan un tratamiento natural individual (o colectivo) previo al vuelco. Este indicador puede ser medido a través de la identificación de estos sistemas constructivos en la oficina de contralor municipal correspondiente (Catastro Municipal).

### Disponibilidad del RHS

#### **Cantidad de pozos de abastecimiento: *número de viviendas construidas/año* --> Indicador de Presión**

La razón para utilizar este indicador es que puede dar una idea de la cantidad de agua subterránea que es extraída del acuífero. La fuente de los datos procede de la cantidad de viviendas registradas en la correspondiente oficina municipal, aunque, dado que este dato podría no ser certero por no contar la obra con la correspondiente inscripción formal ante el Municipio, se sugiere contrastarlo con la cantidad de medidores eléctricos instalados en el año, tal lo propuesto en el indicador cantidad de pozos absorbentes, puesto que un medidor puede relacionarse a una vivienda y por ende a un pozo de abastecimiento, dato que podrá ser suministrado por la Cooperativa Eléctrica de Punta Alta.

#### **Recarga del acuífero: *precipitaciones en mm/año* --> Indicador de Estado**

El seguimiento de las precipitaciones en mm/año permite estimar la cantidad de agua disponible por temporada. Este indicador ofrece un acercamiento al estudio del estado del acuífero. Los datos para su identificación pueden ser recolectados a partir de estaciones de monitoreo ubicadas ad-hoc o bien a partir de la Estación de Monitoreo Ambiental Costero (EMAC) Pehuén-Có.

#### **Sensibilización ambiental: *cantidad de personas alcanzadas/año* --> Indicador de Respuesta**

Una adecuada gestión del RHS tanto en lo referente al consumo de agua como al vuelco de efluentes cloacales depende indefectiblemente del grado de sensibilidad ambiental de los habitantes de una localidad, tanto estables como turistas, la cual puede verse beneficiada a partir de campañas de sensibilización en las que se alcance el total de la población. Estas campañas pueden surgir tanto desde los organismos relacionados a la gestión del recurso como desde otras organizaciones como por ejemplo la Sociedad de Fomento.

### Turismo

#### **Plazas disponibles: *número de plazas disponibles* --> Indicador de Presión**

Este indicador deberá hacer referencia a la capacidad total de plazas de acogida en los establecimientos turísticos, dato que podría ser suministrado por la Secretaría de Turismo del Municipio. En base a esta referencia se podrá identificar el número de plazas disponibles a fin de evaluar el porcentaje utilizado sobre la capacidad total. La medición de la capacidad es específica de cada sitio y puede controlarse también mediante factores específicos como son el abastecimiento de agua, número de plazas disponibles o algún límite ecológico o cultural establecido a ese efecto previamente (OMT, 2005).

#### **Pago por agua envasada: *costo del agua envasada/litro* --> Indicador de Estado**

Muchos de los establecimientos turísticos y de los usuarios individuales utilizan para agua de consumo el agua envasada. Un indicador que permite evaluar la oferta de agua es el costo del agua. Este indicador puede registrarse a partir del registro de los precios en distintos comercios del lugar.

#### **Sensibilización ambiental: *número de campañas de sensibilización/año* --> Indicador de Respuesta**

Concordante al indicador de respuesta para la disponibilidad del RHS, el grado de sensibilidad ambiental de los visitantes en una localidades turísticas, puede verse beneficiada a partir de campañas en las que se focalicen los temas relacionados de modo directo a los turistas. Estas campañas pueden surgir tanto desde los organismos relacionados a la gestión del recurso como desde otras organizaciones como por ejemplo la Sociedad de Fomento.

### Producción forestal

#### **Emprendimientos forestales: *cantidad de ejemplares producidos/emprendimiento por año* --> Indicador de Estado**

La producción forestal, como actividad consumidora directa del RHS, puede ser medida a partir de la cantidad de ejemplares producidos por cada emprendimiento por año. Este indicador de Estado puede verse favorecido

por la identificación previa de los distintos emprendimientos (por ej. Vivero Municipal y otros viveros privados, etc.) a fin de efectuar el registro de las cantidades a ser medidas.

**Pago por energía de bombeo: *costo de energía/m<sup>3</sup> de agua extraída* --> Indicador de Estado**

El registro de este indicador permite efectuar un seguimiento de la variación del costo del m<sup>3</sup> del agua extraída por bombeo en función del consumo energético y de su costo directo. El consumo energético es un dato cuya fuente será la Cooperativa Eléctrica y el caudal extraído será un dato suministrado por el proveedor del servicio de la red de agua de abastecimiento. En caso de que el sistema aún no esté en funcionamiento, el registro de los consumos de algunos pozos individuales, podrá ser fuente de información fiable (por ej. pozos correspondientes a dependencias municipales, colegios y/o Sociedad de Fomento).

**Regulación del precio del agua: *costo en \$/m<sup>3</sup>* --> Indicador de Respuesta**

El precio del agua será un indicador a ser registrado a partir de la puesta en marcha del sistema de abastecimiento de agua por red. Este costo será determinado por el proveedor del servicio y deberá ser vinculado a datos de economía como datos inflacionarios, etc. a fin de que el análisis comparativo de los datos de distintos períodos sea fiable.

**Actividades extractivas**

**Destrucción de infraestructura: *cantidad de obras alteradas/año* --> Indicador de Presión**

Este indicador muestra la cantidad de obras de infraestructura que han sido alteradas y/o destruidas por causa de una alteración del cordón medanar como posible consecuencia de actividades extractivas.

**Riesgo de derrumbes/Degradación del médano costero: *m<sup>2</sup> de superficie degradada/año* --> Indicador de Estado**

Debido a actividades extractivas, como extracción de arena para construcción, puede observarse una socavación del médano costero que podría poner en peligro las construcciones ubicadas en esa línea. Este indicador cuantifica la superficie degradada por alteración del médano costero causada potencialmente por actividades extractivas.

**Intervenciones privadas para sostener el médano costero: *cantidad de intervenciones/año* --> Indicador de Respuesta**

Como respuesta a distintas situaciones que se observan en la zona del cordón medanar, resultan respuestas materializadas por intervenciones privadas en tanto desde la población no se percibe la intervención del estado. Este indicador muestra por un lado, de modo directo, la cantidad de intervenciones, y de modo indirecto, las veces que la respuesta estatal resulta deficiente desde la percepción de la comunidad.

**Construcción**

**Nuevas construcciones públicas y privadas: *cantidad de obras nuevas/año* --> Indicador de Presión**

Desde la actividad productiva relacionada a la construcción, tanto pública, como privada, el registro de la cantidad de obras nuevas/año permite identificar la presión indirecta que sobre el acuífero se efectuará tanto en la calidad como en la cantidad de agua. La fuente de información de este indicador será la cantidad de obras registradas en el Municipio contrastada, tal como se ha indicado anteriormente, con la cantidad de medidores eléctricos nuevos instalados, dato que podrá suministrar la Cooperativa Eléctrica de Punta Alta.

**Ocupación del terreno: *m<sup>2</sup> construidos/año* --> Indicador de Estado**

Otro indicador relacionado con la actividad de construcción que permite dimensionar el impacto de la actividad sobre el terreno, es su ocupación, a partir de identificar la superficie ocupada en función de los metros cuadrados construidos por año, vinculados al indicador de Presión descripto anteriormente. La fuente de datos deberá ser indefectiblemente la oficina de Catastro Municipal.

**Población**

**Población estable: *número de habitantes estables* --> Indicador de Presión**

La cantidad de personas que habitan la localidad es un indicador directamente vinculado con la cantidad y calidad del RHS en tanto constituye un posible estimador de consumo de agua y de volumen de vuelco de efluentes cloacales. Si bien la fuente natural para este dato es el Censo Nacional de Hogares del INDEC, la

medición de este indicador por parte del Municipio sería de suma utilidad ya que permitiría tener datos detallados en cantidad y temporalidad.

**Población turística: *número de turistas que ingresan por temporada* --> Indicador de Presión**

Relacionado al indicador anteriormente descrito, la cantidad de población turística también se ve relacionada con la cantidad y calidad del RHS. La fuente fiable para obtener este dato es la Secretaría de Turismo del Municipio.

**Residuos generados: *cantidad de camiones ingresados al basural/temporada* --> Indicador de Estado**

Dada la ubicación del sitio de disposición final de residuos domiciliarios de la localidad (aguas arriba de la zona urbanizada) y sus condiciones constructivas (basural a cielo abierto), la cantidad de residuos generados resulta un indicador de Estado relacionado de modo directo a la calidad del RHS. La estimación de este indicador resulta de modo directo al contabilizar la cantidad de camiones ingresados al sitio, dato que puede ser suministrado por el Municipio.

**Alternativas de disposición final de RSU: *número de personas que adoptan alternativas de mejora/año* --> Indicador de Respuesta**

Este indicador es concordante al indicador relacionado a las alternativas de tratamiento de efluentes cloacales. La cantidad de personas que adoptan nuevas alternativas para la disposición de Residuos Sólidos Urbanos refleja un cambio positivo en una de las fuentes de contaminación del Recurso Hídrico Subterráneo.

**Relación interjurisdiccional**

**Extensión de la red de abastecimiento de agua: *cantidad de conexiones domiciliarias instaladas* --> Indicador de Presión**

Dado que el proyecto de red de abastecimiento de agua se encuentra ejecutado en una primera etapa, se propone como indicador la cuantificación de la extensión de la red en términos de cantidad de conexiones domiciliarias instaladas. La fuente para este dato será el proveedor del servicio.

**Condición de funcionamiento del sistema: *% de conexiones domiciliarias en uso* --> Indicador de Estado**

Como indicador de Estado, relacionado al indicador anterior, se propone registrar el porcentaje de la red de abastecimiento que se encuentra en uso. La fuente para este dato será el proveedor del servicio.

**Instituciones vinculadas a la gestión del RHS: *cantidad de instituciones en función* --> Indicador de Estado**

Distintos niveles y distintos modelos de organizaciones pueden estar vinculadas a la gestión del RHS, las mismas debieran ser identificadas y la fuente de información será un relevamiento exhaustivo al momento de constituir el modelo PER.

**Autorizaciones para el uso del RHS: *cantidad de solicitudes/año* --> Indicador de Respuesta**

De acuerdo a lo legislación provincial, todas las explotaciones del RHS deben contar con autorización por parte de la Autoridad del Agua, se propone entonces efectuar un relevamiento de cuántas autorizaciones son otorgadas en el año. Dados los tiempos de evaluación técnica y administrativa de estos permisos el indicador será relacionado a la cantidad de solicitudes de permisos efectuadas en un año. La fuente de información para el mismo será el organismo de contralor provincial.

**Gestión administrativa: *niveles de participación en la gestión* --> Indicador de Estado**

Los distintos niveles de participación pueden significar una intervención positiva en la gestión del RHS, en tanto exista una adecuada integración y comunicación entre los mismos. Por lo tanto, deberá observarse para el registro de este indicador, no sólo el nivel de participación interviniente (municipal, provincial y/o nacional) sino también el grado de articulación entre los mismos.

**Actores vinculados a la gestión: *número de actores involucrados* --> Indicador de Respuesta**

Una identificación minuciosa de los actores vinculados a la gestión del RHS y su posible integración en los distintos ámbitos (institucional, comercial, educativo, turístico, etc.) permite visualizar el potencial grado de sensibilización de la comunidad en general. Se propone como indicador la cantidad de actores que participan en la gestión integral del RHS.

### Normativa existente

**Frente costero y urbanización: *número de solicitudes de intervención en zonas de sensibilidad/año* --> Indicador de Presión**

Las áreas de sensibilidad costera en las que se soliciten intervenciones, requieren de un tratamiento especial para el otorgamiento de potenciales autorizaciones de uso. Se propone como indicador la cuantificación de las solicitudes de intervención en zonas de potencial sensibilidad ambiental como un indicador de Presión. La fuente de información para este indicador será el Municipio.

**Intervenciones urbanas costeras: *m<sup>2</sup> existentes en zonas de sensibilidad ambiental* --> Indicador de Estado**

Relacionado con el indicador anterior, se propone la cuantificación de la superficie ocupada en zonas de sensibilización ambiental en función de los m<sup>2</sup> construidos en zonas de sensibilidad ambiental. La fuente de información para este indicador será el Municipio.

**Participación social: *cantidad de participantes/asamblea vinculada al tema RHS* --> Indicador de Respuesta**

La gestión del RHS es un tema que se trata, entre otros temas ambientales, en las asambleas de la Sociedad de Fomento. Por este motivo se propone como indicador conocer el alcance de estas asambleas, cuantificando la cantidad de participantes en aquellas en las que sea tratado el tema. El proveedor de información para la cuantificación de este indicador será la Sociedad de Fomento.

El ejercicio metodológico de explotación y exploración de toda esta información es importante en tanto haga referencia a las condiciones de sostenibilidad, en términos económicos, del uso de los recursos hídricos y de los ecosistemas y el patrimonio natural, no sólo para satisfacer las necesidades actuales, sino también considerar las futuras en escenarios de cambio (OSE, 2008). Si bien la bibliografía refiere a estos escenarios de cambio como los relacionados al cambio climático, en el caso de Pehuén-Có, estos escenarios de cambio se encuentran directamente relacionados además de las cuestiones climáticas a la dinámica de funcionamiento de la villa, tanto en cuestiones sociales (cambios demográficos, idiosincrasia, etc.) como en cuestiones de infraestructura (nuevos loteos, implementación del servicio de red de abastecimiento de agua, etc.).

En aquellos casos en que no está definida una estrategia de planificación, el proceso de elaboración de indicadores permite centrar la atención en las cuestiones fundamentales, obtener información sobre el estado de las condiciones actuales y establecer objetivos favoreciendo un proceso de planificación o gestión más sistemático (OMT, 2005).

Así, esta presentación de indicadores facilita una buena aproximación a las condiciones actuales y puede ser potenciada a partir de incorporar a las tres dimensiones de sustentabilidad analizadas en estadios temporales definidos, su evaluación en función de posibles valores óptimos establecidos *a priori* para cada indicador, previendo distintos escenarios. Se plantea para esto la aplicación de una metodología que incorpora el análisis de distintos escenarios temporales, la cual será desarrollada en el siguiente apartado.

## **Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)**

MESMIS se describe como una metodología para evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo que ha sido adoptada desde 1995 por ONGs, universidades y centros de investigación a nivel internacional. Esta metodología permite hacer operativo el concepto de sustentabilidad a partir de un enfoque sistémico y multidimensional donde se evalúan siete atributos: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, equidad, autogestión y adaptabilidad (Masera et al, 2000). Esta evaluación es válida en un determinado lugar geográfico a una escala espacial determinada y requiere de una mirada interdisciplinaria en la que la sostenibilidad no es medida en sí misma, sino a través de la comparación de dos o más sistemas.

El conjunto de indicadores en este caso, fue seleccionados en función de la escala y del objetivo de estudio, la sustentabilidad del Recurso Hídrico Subterráneo, y una vez medidos y monitoreados permiten observar y analizar sus tendencias temporales en relación a un valor óptimo definido *a priori*, facilitando detectar, estandarizar y ponderar las tendencias y relaciones entre las dimensiones social, ambiental y económica (Olmos, 2013).

**AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ**  
**ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO**

La tabla siguiente muestra la definición de los indicadores de sustentabilidad, agrupándolos de acuerdo a las dimensiones social, económica y ambiental.

<b>Atributo</b>	<b>Criterios de Diagnóstico</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Dimensión</b>
Productividad	Eficiencia	Volumen de extracción	Ambiental
		Volumen de recarga	Ambiental
Confiabilidad Estabilidad Resiliencia	Conservación de recursos	Cantidad de usuarios con pozos absorbentes	Social
		Calidad bacteriológica del agua (Coliformes)	Ambiental
		Calidad físicoquímica del agua (NO <sub>3</sub> )	Ambiental
		Cambio de uso de suelo	Ambiental
		Vuelco de efluentes cloacales	Ambiental
Adaptabilidad	Evolución del acuífero	Disponibilidad	Ambiental
		Evolución del nivel estático	Ambiental
Equidad	Distribución del agua	Consumo de agua	Social
Gestión	Marco normativo-institucional Participación comunitaria	Valor económico del agua	Económico
		Permisos de extracción del RHS	Social
		Participación social	Social
		Programas de sensibilización	Social
		Participación institucional	Social

Tabla 4. Indicadores de Sustentabilidad del Recurso Hídrico Subterráneo en Pehuén-Có.  
Fuente: Elaboración propia.

Para la medición de los indicadores se establecieron dos escenarios distintos, denominados sistema de referencia y sistema alternativo, los que aluden a la situación inicial considerada como actual (2018) y dos situaciones futuras, a doce años (2030), en las que las condiciones de abastecimiento se asumen por pozos individuales y por red centralizada, respectivamente.

Cada uno de los indicadores planteados tiene asociada su escala de medición y el valor óptimo para la sostenibilidad del sistema.

El acceso a bases de datos con información ambiental confiable es una de las principales dificultades al momento de plantear metodologías de este tipo y el caso de Pehuén-Có no escapa a esta generalidad, por lo que en este caso, se indica para cada indicador cuál es la fuente de información óptima que permitirá construir un sistema de indicadores preciso y cuál es la fuente de información utilizada que permitió adoptar un valor de referencia inicial, en tal caso, estimación de los distintos indicadores. La siguiente tabla muestra los valores de medición y/o estimación de cada indicador asociado a sus valores óptimos.

**AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ**  
**ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO**

Indicadores	Unidad	Estimación (Real)	Fuente (Óptimo)	Valor óptimo	Sist. de referencia	Sist. alternativo 1	Sist. alternativo 2
Volumen de extracción	hm <sup>3</sup> /año	Bibliografía	Prestataria	1,35	1,17 (86,6%)	1,61 (119%)	1,61 (*) (119%)
Volumen de recarga	hm <sup>3</sup> /año	Bibliografía	Est. de monitoreo	1,69	1,11 (65%)	- (- %)	- (- %)
Cantidad de usuarios con pozos absorbentes	Unidad	CEPA	Municipio	- (**)	8024 (- %)	11088 (- %)	0 (- %)
Calidad físicoquímica del agua (ST)	g/L	Monitoreo individual	ADA / Municipio	1,5	2 (133%)	- (- %)	- (- %)
Calidad físicoquímica del agua (NO <sub>3</sub> )	mg/L	Monitoreo individual	ADA / Municipio	45	52,68 (117%)	- (- %)	- (- %)
Cambio de uso de suelo	km <sup>2</sup>	Relevamiento <i>in situ</i>	Municipio	3,38	0,06 (0,02%)	- (- %)	- (- %)
Cantidad de pozos absorbentes	Unidad	CEPA	ADA/Municipio	- (**)	2006 (- %)	2772 (***) (- %)	2772 (***) (- %)
Disponibilidad	hm <sup>3</sup> /año	Bibliografía	ADA / Municipio Servicio Hidrogeológico	1,69	1,11 (65%)	- (- %)	- (- %)
Evolución del nivel estático	m/año	Bibliografía Mediciones	Estación de monitoreo	0	1	- (- %)	- (- %)
Consumo de agua	m <sup>3</sup> /persona Año	Bibliografía Censo poblacional	Censo de pozos Prestataria	36,5	146 (400%)	146 (*) (400%)	146 (*) (400%)
Valor económico del agua	AR\$/m <sup>3</sup>	CEPA Relevamiento <i>in situ</i>	CEPA Prestataria	menor o igual a 0,40	0,40 (100%)	1,2 (300%)	1,2 (300%)
Permisos de extracción del RHS	Unidad	Relevamiento <i>in situ</i>	ADA	total de pozos construidos	0/2006 (0%)	-/2772 (- %)	- /- (- %)
Participación Social	Unidad	Fuentes de información	Sociedad de Fomento	12	4 (33%)	- (- %)	- (- %)
Programas de sensibilización	Unidad	Fuentes de información	Sociedad de Fomento	4	0 (0%)	- (- %)	- (- %)
Participación institucional	Unidad	Relevamiento <i>in situ</i>	ADA / Municipio Prestataria	6	1 (16%)	- (- %)	- (- %)

Tabla 5. Indicadores de sustentabilidad. Valoración.

Fuente: Elaboración propia.

(\*) Considerando que las expectativas de consumo no se verán influenciadas por el cambio de modalidad de servicio.

(\*\*) Valor óptimo sin referencia a fin de no establecer una preferencia previa entre sistemas de abastecimiento de agua.

(\*\*\*) Considerando como no previsto un proyecto de red cloacal.

Así entonces, el valor óptimo del volumen de extracción se estimó a partir de valores aportados por la bibliografía, como un 70% del volumen de recarga<sup>17</sup>, dando como resultado un valor óptimo de 1,35 hm<sup>3</sup>/año. El valor de referencia, de 1,17 Hm<sup>3</sup>/año se estima a partir de considerar un consumo de 400 litros diarios por habitante (Di Martino, 2017) para un promedio de cuatro personas por vivienda y para 2006 viviendas de acuerdo a la prospección realizada en el Apartado III.3: Clasificación de usos y usuarios del RHS.

<sup>17</sup> <http://groundwater.sdsu.edu/>



## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

Asimismo siguiendo la metodología indicada en la bibliografía (Di Martino, 2014) se estimó el volumen de recarga (en  $\text{hm}^3/\text{año}$ ) considerando como valor óptimo  $1,69 \text{ hm}^3/\text{año}$  adoptando una precipitación de  $500 \text{ mm/año}$  y una superficie de recarga de  $12 \text{ km}^2$ .

En este sentido, la reserva total calculada para un espesor saturado medio de  $16,4 \text{ m}$  resultó de  $2437,07 \text{ hm}^3$ , y la reserva efectiva, capaz de ser utilizada sin alterar la dinámica del acuífero, se estimó en  $23,83 \text{ hm}^3$  (Valdes, 2016). Por lo que el valor indicado precedentemente como volumen de extracción resulta menor al volumen de recarga y muy significativamente por debajo del valor de reserva efectiva.

Ambos indicadores, volumen de extracción y volumen de recarga, constituyen el atributo de productividad del sistema.

Como atributos confiabilidad, resiliencia y estabilidad, asociados a la conservación del recurso se definieron cantidad de usuarios con pozo individual (en unidades), calidad fisicoquímica del agua (sólidos totales en  $\text{g/l}$  nitratos en  $\text{mg/l}$ ), cambios de uso de suelo (como superficie intervenida en  $\text{km}^2$ ) y vuelco de efluentes cloacales (cantidad de viviendas con tratamiento individual en unidades). Los valores de referencia son adoptados del Código Alimentario Argentino (PEN, 1971), mientras que los valores del sistema de referencia fueron tomados de trabajos desarrollados por Travi (2015) en el sitio de estudio en relación a la calidad del agua.

El atributo adaptabilidad, cuyo criterio de diagnóstico es la evolución del acuífero en términos físicos, se definen como disponibilidad a partir del volumen de agua disponible (en  $\text{hm}^3/\text{año}$ ) y evolución del nivel estático a partir de la medición del nivel piezométrico (en  $\text{m/año}$ ). Si bien no se cuenta con valores referidos a este atributo, se sugiere incorporarlo en este sistema de indicadores y efectuar con frecuencia quincenal una medición del nivel piezométrico en pozos de referencia que podrían ser indicados como puntos fijos de medición.

En el atributo de equidad asociado al criterio de diagnóstico de la distribución de agua, se determina el indicador consumo de agua (en  $\text{m}^3/\text{habitante año}$ ). Se adopta como valor óptimo el sugerido por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003) que corresponde a  $100 \text{ l/habitante día}$ , lo que equivale a  $36,5 \text{ m}^3/\text{habitante día}$ .

El indicador ligado a la dimensión económica es el valor económico del agua (en  $\text{ARS}/\text{m}^3$ ). Como atributo de gestión se considera como valor del sistema de referencia el calculado a partir del costo de la energía eléctrica para extraer  $1 \text{ m}^3$  de agua de una perforación individual y como valor del sistema alternativo al costo de la energía eléctrica para extraer  $1 \text{ m}^3$  de agua para impulsar a la red de abastecimiento. Otros costos relacionados con la red de abastecimiento incluyen el mantenimiento del sistema de bombeo y la utilización de insumos agregados. De acuerdo al valor adoptado de la bibliografía, se requieren  $0,48 \text{ kWh}$  para producir  $1 \text{ m}^3$  de agua<sup>18</sup>, el valor actual indicado refiere a un costo de  $\$2,5/\text{kWh}$  referenciado al año 2018<sup>19</sup>.

Otros atributos relacionados con la dimensión social, se establecen con un valor óptimo estimado en función de la cantidad de instituciones participantes en programas de sensibilización y la cantidad de campañas relacionadas con la gestión del recurso agua subterránea. Si bien no resulta simple establecer un valor óptimo para estas categorías, se espera que este refleje un mayor compromiso y mayor visibilización del tema desde los referentes hacia la comunidad en general.

Así, el modelo propuesto anteriormente integra los enfoques conceptuales PER y MESMIS para analizar la sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo en Pehuén-Có. Los indicadores definidos permiten evaluar el estado actual del recurso y dos estados futuros, planteados como sistema actual y sistema alternativo respectivamente, en términos ambientales, sociales y económicos.

La siguiente figura muestra los valores de los indicadores para los tres sistemas propuestos, indicando los más cercanos al 100% como los más cercanos a la sustentabilidad.

---

<sup>18</sup> <https://www.iagua.es/blogs/facts-and-figures/cuanta-energia-se-necesita-producir-1-metro-cubico-agua>

<sup>19</sup> <https://www.cepanet.com.ar>

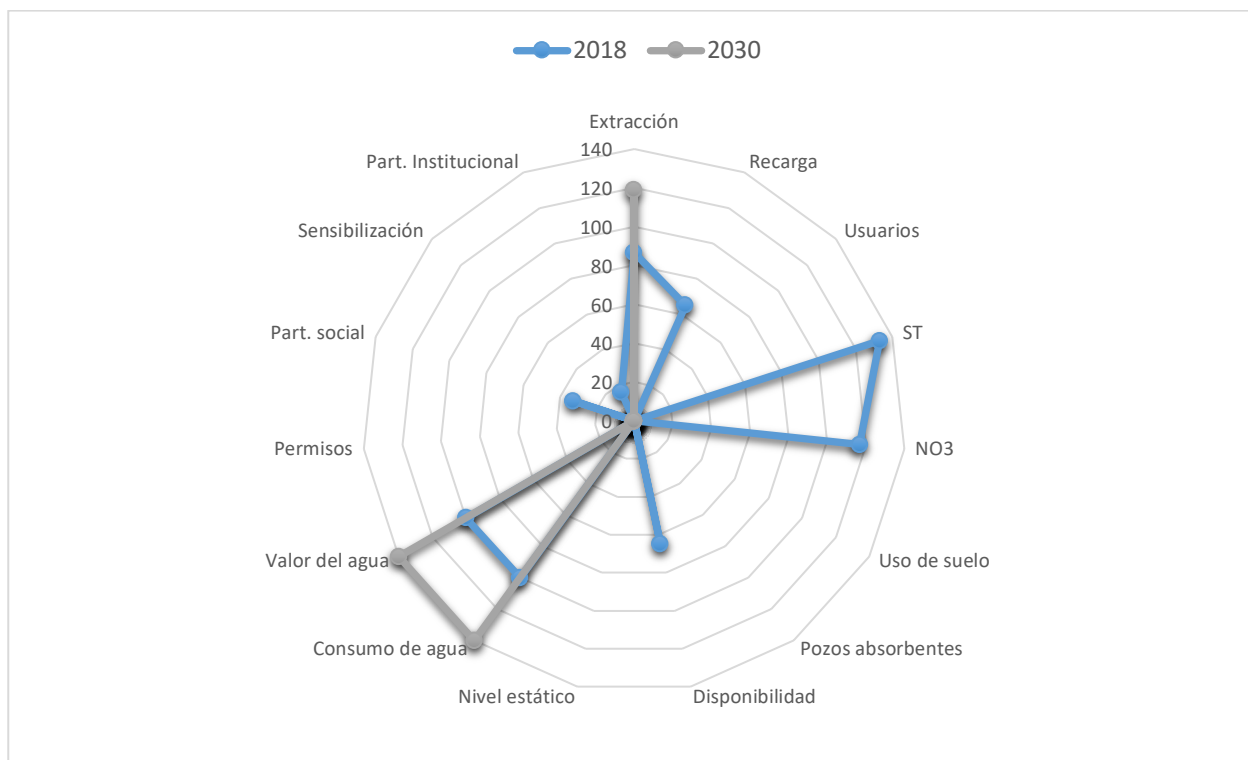


Figura 45. Evaluación de la sostenibilidad del RHS.  
Fuente: Elaboración propia en base a Neri-Ramírez et al, 2013.

Como se observa en la figura anterior, el indicador volumen de extracción tuvo un comportamiento cercano al valor óptimo, lo que indicaría que el sistema de referencia se encuentra en equilibrio para la situación actual. Sin embargo, en los dos sistemas alternativos este indicador se encuentra excedido en un 19% en relación a su valor de referencia.

Los indicadores relacionados con la calidad fisicoquímica del agua, la evolución del nivel estático y el consumo de agua se ven excedidos en cuanto a su valor de referencia respecto de la situación actual. Esta situación es variable espacialmente dado que representa la situación más desfavorable respecto de los resultados de monitoreo calidad de agua en pozos individuales de abastecimiento.

Respecto de la dimensión social, los indicadores relacionados con la participación institucional y con el cumplimiento normativo son los que más observación requieren puesto que se encuentran directamente ligados a posibilidades concretas de sensibilización de la comunidad.

### V.3 Prospectiva hídrica a partir de escenarios de futuro

La construcción de un sistema de indicadores que incorpore escenarios futuros permite visualizar, de acuerdo al grado de certidumbre en la estimación de la evolución de estos indicadores futuros, cuál será la situación respecto de la situación físico química del acuífero en particular y de la gestión del recurso hídrico en general.

Así, el concepto de planificación de escenarios es como un análisis de árbol de decisión que describe diferentes acciones o respuestas basadas en diferentes futuros posibles, en el caso de este estudio, se plantearon tres escenarios, uno de base (estado actual del sistema) y dos escenarios futuros (estados alternativos del sistema), considerando por un lado que nada cambia (continúa el uso de perforaciones individuales) y por otro lado considerando que la implementación de la red de abastecimiento de agua.

Esto permite visualizar los problemas que podrían presentarse en relación con la sustentabilidad del recurso y cuáles serán las acciones requeridas a fin de optimizar el uso adecuado del agua subterránea.

En los últimos años se ha observado un incremento en la superficie urbanizada, particularmente por la concreción del Proyecto de Urbanización “Pueblo Darwin” como ha sido descrito en el Apartado II.2.2: Subsistema Construido. Esta nueva urbanización presenta la oportunidad de apropiación de las experiencias de

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

Pehuén-Có en relación a la explotación del acuífero, pudiendo trasladarse allí prácticas apropiadas que eviten la contaminación.

En relación con los cambios en el uso del suelo, la carencia de políticas que estimulen la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y el ordenamiento territorial debilita la sostenibilidad de los recursos agua y suelo. Mayormente la gestión de ambos elementos, agua y suelo, se realiza de forma fragmentada y sumado a esto se requiere de mecanismos que hagan posible la eficiente participación de la sociedad civil en las distintas etapas del proceso de gestión (INA, 2014).

Por otro lado, y en relación con la incorporación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad, la modificación del sistema de abastecimiento per sé, no permite afirmar que la sustentabilidad del recurso se verá resguardada, es importante considerar un cambio que debe ser abarcativo e integral, que incluya no sólo la mejora tecnológica para el aprovechamiento físico del agua, sino su gestión integral, considerando necesariamente la gestión apropiada de los efluentes líquidos cloacales e incorporando a todos los actores involucrados.

El cambio del sistema tecnológico debe ser acompañado por un cambio en el sentido de pertenencia del recurso por parte de todos los grupos de interés, pensar no sólo en 'cambiar las cosas' para cambiar las personas sino en cambiar las personas que cambian las cosas. Diferente de las 'cosas' que pueden ser cambiadas por decreto, el arte de cambiar las 'personas' facilita el proceso del cambio conceptual, migrando del modelo clásico al contextual que exige el manejo de ciertas tecnologías (intelectual, social, cultural, política y de la sabiduría) que favorecen esta evolución (de Souza Silva, 2007).

Si bien la gestión del recurso debería ser enmarcada en las políticas propuestas a nivel de planificación estratégica, considerando las prioridades nacionales en el uso del recurso agua, alimentos y energía, en el contexto de la cuenca hidrológica e incorporando el marco legal institucional nacional, la gestión de la oferta y la demanda del agua; la conservación de este recurso deberá iniciarse a partir de propuestas que surjan del nivel institucional local a fin de considerar las necesidades y prioridades propias de la comunidad y establecer propuestas que permitan la concientización, sensibilización y participación de los grupos interesados. En tal sentido, la Figura 46 muestra la vinculación entre los niveles de planificación estratégica a nivel nacional y las políticas impulsadas desde el nivel institucional local a través de la gestión de la oferta y la demanda y de instrumentos económicos que permitan establecer una adecuada y pertinente gestión del recurso agua en el territorio.



Figura 46: Medidas locales y nacionales para la gestión del RHS  
Fuente: Elaboración propia en base a UNESCO, 2019.

CAPÍTULO VI  
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Pehuén-Có se caracteriza por estar situada en un sector que posee valor ecológico de importancia regional por ser un lugar de recarga de agua dulce hacia los acuíferos en el cordón de dunas, con valiosa cobertura de especies arbóreas urbanas implantadas y un contexto ambiental rico en componentes silvestres de valor. Su evolución como una localidad balnearia respetuosa del valor de la naturaleza constituye un perfil diferenciador respecto de otras localidades costeras con influencia directa en la misma región.

En esta región se encuentran otras localidades en el entorno serrano, la mayor movilidad turística impulsada por cambios culturales y facilidades de infraestructuras que conectan las sierras con el mar, a partir de la puesta en valor de vías de comunicación como el acceso a Pehuén-Có y el acceso por Paraje Frapal, favorece el crecimiento del circuito serrano y las localidades costeras lo cual permite que existan posibilidades de incorporar metas de sustentabilidad en sus acciones de desarrollo.

Creer con metas de sustentabilidad requiere estrategias de planificación urbana a partir del conocimiento de la interrelación urbana-ambiental compleja que se transforma en soporte de las políticas de desarrollo. En tal sentido, Pehuén-Có enfrenta la necesidad de crecer para generar posibilidades de retención y atracción de población en la localidad pero necesita hacerlo con acciones que no pongan en riesgos los valores esenciales que le otorgan un valor diferencial: calidad de vida, calidad de recursos naturales etc.

En particular, preservar la calidad del agua dulce proveniente del acuífero subterráneo se debería convertir en un objetivo central en todas las acciones del desarrollo urbano, especialmente si se toma como experiencia la evolución de este recurso esencial en la mayoría de los asentamientos urbanos costeros en la Argentina.

Los conceptos de sustentabilidad y preservación del ambiente podrían reforzarse con facilidad en la valoración social (población de alto nivel socio cultural, mayor cantidad de vegetación implantada, valoración de la tranquilidad y lo natural por sobre facilidades asociadas a los centros urbanizados, etc.) debido a la elevada valoración social con respecto a la preservación del ambiente.

Las nuevas urbanizaciones, como pueblo Darwin, presentan la oportunidad de apropiarse de las experiencias del Pehuén-Có residencial en relación a la explotación de RHS, para trasladar a esa nueva urbanización prácticas apropiadas que eviten la contaminación del acuífero.

En resumen, y de acuerdo con los resultados obtenidos en esta tesis, las principales características observadas en relación a la gestión del RHS en Pehuén-Có se refieren a:

- Potencial sobreexplotación y salinización del agua extraída de los pozos emplazados en proximidades de la costa.
- Existencia de pozos inactivos sin el adecuado cegado.
- Ubicación y expansión del basural a cielo abierto.
- Ausencia de red cloacal, pozos absorbentes.
- Ausencia de la autoridad de contralor en relación al RHS.
- Inexistencia de estaciones de monitoreo de calidad del RHS.
- Localización del acuífero libre en sedimentos arenosos de alta permeabilidad y porosidad efectiva.
- Potencial contaminación por condiciones constructivas inadecuadas.
- Inexistencia de identificación de zonas de protección del RHS.

En base a las características observadas, y como medidas para la mejora en la preservación del RHS, se sugiere:

- Ampliar el estudio de calidad del agua subterránea, adicionando una mayor cantidad de pozos de monitoreo y ampliando el monitoreo con otros muestreos a realizarse en distintas épocas del año.
- Incorporar estaciones de monitoreo fijas, con pozos construidos a tal fin, tal que permitan la evaluación de la calidad del recurso independientemente de las condiciones de uso de las perforaciones.
- Definir una zonificación por usos permitidos para evitar la contaminación del RHS.
- Establecer un área protegida para la recarga de los pozos de abastecimiento de la red considerando la ubicación de los mismos.
- Realizar una auditoría de control de cegado de pozos, una vez desactivados los mismos al momento de implementarse el uso de la red de abastecimiento de agua.

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

Los resultados de este trabajo destacan la importancia del recurso hídrico como un factor clave de desarrollo y como un bien apropiado por parte de la comunidad, la que expresa una marcada preocupación por la sustentabilidad del recurso.

Los posibles escenarios de futuro planteados a partir del estudio de las representaciones sugieren que resulta indispensable enmarcar el desarrollo de esta localidad en una planificación estratégica que contemple entre otros aspectos, la gestión ambiental de sus recursos hídricos como un factor clave para su sustentabilidad. Pehuén-Có, como otros asentamientos costeros, guarda una estrecha relación con el recurso hídrico subterráneo, no sólo porque del mismo depende el abastecimiento para consumo humano sino porque principalmente la esencia de su entorno, su paisaje construido en torno a la vegetación introducida, marca registrada del balneario, depende de él.

La sustentabilidad del recurso podría verse afectada en caso de que no se incorporen a la brevedad medidas que tiendan a lograr un uso responsable del agua subterránea y que favorezcan la disminución del consumo individual. La mera incorporación de una red de abastecimiento no asegura por sí misma que los caudales de consumo disminuyan, por el contrario, podría resultar en una intensificación de los problemas de deterioro en la disponibilidad y calidad del recurso, lo que sumado a la expansión de la urbanización en condiciones de clima cambiante podría poner condicionar la calidad de vida de los habitantes de la localidad y su importancia y proyección como destino turístico y recreativo.

## BIBLIOGRAFÍA

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

Abric, J. C (2001). *Las representaciones sociales: aspectos teóricos*. En: Abric J. C (Dir.), *Prácticas sociales y representaciones*. México: Coyoacán.

Andes, T (2018). Caracterización físico-química de la descarga de agua subterránea en la playa de Pehuén-Co: influencia ambiental y geomorfológica. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Departamento de Química. Universidad Nacional del Sur.

Asociación Civil Alihuén (2016). *Diccionario Mapudungun - Ranculche - Mapuche - Español*. Disponible en: [www.alihuen.org.ar](http://www.alihuen.org.ar). Accedido el 14.01.2016.

AIH (2017). *Los objetivos de desarrollo sustentable (ODS) de la Organización de Naciones Unidas (ONU) para el 2030. Indicadores esenciales para el Agua Subterránea*. Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Disponible en: [https://iah.org/wp-content/uploads/2019/10/IAH\\_SDGs\\_espanol.pdf](https://iah.org/wp-content/uploads/2019/10/IAH_SDGs_espanol.pdf) . Accedido el 20.02.202

APHA, AWWA, WPCF (1992). *Standard Methods for the Examination of Water Wastewater*. 18th Edition. Washington, APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1992.

Aramayo, S.; Schillizi, R. y Gutiérrez Téllez, B (2002). *Evolución paleoambiental del cuaternario en la costa atlántica del sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina*. Revista Sociedad Geológica España 15 (1-2): 95-104.

Auge, M., (2004). *Regiones hidrogeológicas, República Argentina y provincias de Buenos Aires, Mendoza y Santa Fe*. Disponible en: <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/RegionesHidrogeol.pdf> Accedido el 20.04.2015.

Auge, M. P (2006). *Métodos y técnicas para el monitoreo de acuíferos*. Miguel Pedro Auge. Buenos Aires.

Autoridad del Agua (2010). Comités de Cuencas Hídricas. Disponible en: <http://www.ada.gba.gov.ar/> Accedido el 20.04.2015

Banco Mundial (2001). *Stakeholders analysis*. The World Bank Group. Disponible en: <http://www1.worldbank.org/publicsector/anticorrupt/PoliticalEconomy/stakeholderanalysis.htm> Accedido el 26.02.2020

Banchs, M. A (1984). *Concepto de representaciones sociales. Análisis comparativo*. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Disponible en <http://pdfhumanidades.com/sites/default/files/apuntes/33%20-%20Banchs%20-%20Concepto%20de%20representaciones%20sociales%20%2814%20copias%29.pdf> Accedido el 07/10/2018

Berkes, F. y Folke, C (1994). *Linking social and ecological systems for resilience and sustainability*. Beijer International Institute of Ecological Economics, The Royal Swedish Academy of Sciences. Disponible en [http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/4352/Berkes-linking\\_social\\_and\\_ecological\\_systems\\_for\\_resilience\\_and\\_sustainability.pdf?sequence=1](http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/4352/Berkes-linking_social_and_ecological_systems_for_resilience_and_sustainability.pdf?sequence=1) Accedido el 08.10.2017

Bergey, D. H., Buchanan, R. E., Gibbons, N. E., & American Society for Microbiology. (1974). *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Baltimore: Williams & Wilkins.

Bróndolo, M. y Bazán, S (2000). *Geografía de Punta Alta y Partido de Coronel Rosales. El espacio geográfico potencialidades y restricciones*. Universidad Nacional del Sur.

Bustos, M. L (2012). *Estudio integrado ambiental del balneario de Pehuén-Có*. Tesis Doctoral. Departamento de Geografía. Universidad Nacional del Sur.

Bustos, M. L, Perillo, G y Piccolo, M. C (2017). *Dinámicas de perfiles de playa en zonas con médanos frontales modificados en Pehuén-Có (Argentina)*. Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis. Volume 23 (2) 2016, 133-149. Disponible en [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/65239/CONICET\\_Digital\\_Nro.2506b2dd-7487-4e40-95c9-f5f05e05f0ef\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/65239/CONICET_Digital_Nro.2506b2dd-7487-4e40-95c9-f5f05e05f0ef_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y) Accedido el 05.10.2020



## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

Caló, J., Espósito, G., Lizasoain, W y Caputo, R (1986). Estudio litoral geológico ambiental (dinámica sedimentaria) de la playa de la localidad de Pehuén-Có. Primer Informe. Municipalidad de Coronel Rosales e Instituto Argentino de Oceanografía. Bahía Blanca, 51 pp.

Caló, J., Espósito, G., Lizasoain, W y Caputo, R (1987). Estudio litoral geológico ambiental (dinámica sedimentaria) de la playa de la localidad de Pehuén-Có. Primer Informe. Municipalidad de Coronel Rosales e Instituto Argentino de Oceanografía. Bahía Blanca, 65 pp.

Caló, J.; Caputo, R.; Di Martino, C.; Marcos, Á (2014). Protección invisible de un edificio sobre la duna frontal en la playa de Pehuén-co, provincia de Buenos Aires. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente. No 33, pp. 25 - 32. Disponible en: <https://www.editoriasagai.org.ar/ojs/index.php/rgaia/article/view/68/55> Accedido el 28.11.2019

CapNET, (2010). Gestión de Aguas Subterráneas en la GIRH. Manual de Capacitación. Disponible en: <http://www.argcapnet.org.ar/uploads/institucional/materiales/5a30385449880.pdf> Accedido el 18.02.2020

Celsi, C.; Monserrat, A (2008). Vascular plants, coastal dunes between Pehuén-có and Monte Hermoso, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Vascular-plants%2C-coastal-dunes-between-Pehuén-c%2C-Celsi-Monserrat/ad510a0dfc1e443a8a72729e7abc9d3fabe3ba97> Accedido el 02.12.2019

CFI (1990). Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo de la Región Costera Atlántica, Región I: Punta Rasa-Punta Médanos. Informe Final. Consejo Federal de Inversiones, Provincia de Buenos Aires (Inédito)

Cifuentes, O., Bonzini, M (2014). "TIGs como Herramientas para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos". En Libro "Geotecnologías del Sur Argentino. Casos de Estudio". Compilador Uboldi Julio A. et al. Capítulo 1. Pag. 397 - 413. ISBN 978-987-1648-38-2. ISSN 2362-5406. Fecha catalogación: 15/08/2014. Editado Departamento Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur.

Crojethovich A.; Rescia A (2006). Organización y sostenibilidad en un sistema urbano socio-ecológico y complejo. Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Urbanismo. Número 1. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2362252> Accedido el 30.04.2015.

Custodio y Llamas (1983). Hidrología Subterránea. Editorial Omega. 2 Volúmenes. Barcelona, España.

De Souza Silva, J (2007). El arte de cambiar las personas que cambian las cosas. Conferencia presentada en el "II Congreso Internacional de Formación Emprendedora", realizado en Quito, Ecuador, 17-19 de mayo de 2007, y organizado por la Universidad Tecnológica América (UNITA).

Di Martino, C. et al (2014). El acuífero libre costero de Monte Hermoso, Argentina. Generalidad. Recurso y reserva. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente · Nº 33 · 43 - 50 · 2014 · Buenos Aires. Disponible en: [http://www.cohife.org/advf/documentos/2018/11/5bf091e556213.9\\_el\\_acuifero\\_libre\\_costero\\_de\\_monte\\_hermoso\\_arg\\_generalidad\\_recurso\\_y\\_reserva.pdf](http://www.cohife.org/advf/documentos/2018/11/5bf091e556213.9_el_acuifero_libre_costero_de_monte_hermoso_arg_generalidad_recurso_y_reserva.pdf) Accedido el 24.08.2020

Di Martino, C. et al (2017). El abastecimiento de agua potable al balneario Monte Hermoso, provincia de Buenos Aires, Argentina. Estrategias para una Gestión Integrada del Agua Subterránea. Jornadas PROIMCA – PRODECA 2017. Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca. Disponible en: [http://www.edutecne.utn.edu.ar/prodeca-proimca/actas-prodeca-2017/DCA53\\_Abastecimiento-de-Agua-P.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/prodeca-proimca/actas-prodeca-2017/DCA53_Abastecimiento-de-Agua-P.pdf)

Di Pace, M. et al (2004). Ecología de la ciudad. 1ª ed. Buenos Aires. Universidad Nacional de General Sarmiento. Buenos Aires: Prometeo, c2004. 382 p. ISBN 9789879300664.

Farhad, S (2012). *Los sistemas socio-ecológicos. Una aproximación conceptual y metodológica*. XIII Jornadas de Economía Crítica. Sevilla, España. Disponible en: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ec/jec13/Ponencias/economia%20ecologica%20y%20medio%20ambiente/LOS%20SISTEMAS%20SOCIO-ECOLOGICOS.pdf> Accedido el 08.10.2017

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

Fernández, L (2016). *Propuesta de un sendero interpretativo autoguiado en el Bosque Encantado de Pehuén-Có*. Tesina de Licenciatura en Turismo. Universidad Nacional del Sur.

Fernández Moreno, Y (2008) *¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas*. Espiral, vol. XV, núm. 43, septiembre-diciembre, 2008, pp. 179-202. Universidad de Guadalajara Guadalajara, México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/138/13804306.pdf> Accedido el 30.04.2015

Fernández Núñez, L (2006). *¿Cómo analizar datos cualitativos? Ficha para Investigadores*. Universitat de Barcelona Institut de Ciències de l'Educació Secció de Recerca. Disponible en: <http://www.ub.edu/ice/recerca/pdf/ficha7-cast.pdf> Accedido el 08.05.2018

Flores, R. C (2010). *Medio ambiente y educación ambiental: representaciones sociales de los profesores en formación*. *MAGIS*, Revista Internacional de Investigación en Educación, 2 (4), 401-414.

Gallopin G (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Serie: Medio Ambiente y Desarrollo. CEPAL.

García, R (2011). *Interdisciplinariedad y sistemas complejos*. Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales, 1, 1. Disponible en: [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art\\_revistas/pr.4828/pr.4828.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4828/pr.4828.pdf) Accedido el 15/05/2019.

GDEE (2014). *El ingeniero global en el Desarrollo Humano y Sostenible, Global Dimension in Engineering Education, Barcelona*. Disponible en: <http://gdee.eu/index.php/resources.html> Accedido el 20.04.2018

GWP (2000). *Integrated Water Resources Management*. Tac Background Papers 4. Global Water Partnership. ISBN: 91-630-9229-8. Disponible en: <http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-english.pdf> Accedido el 29.04.2015

Gómez Orea, D. Y Gómez Villarino, M (2007). *Consultoría e Ingeniería Ambiental*. Editorial Mundi-Prensa. ISBN 978-84-8476-313-0

Gómez Orea, D. y Gómez Villarino, M (2014). *Evaluación Ambiental Estratégica*. Editorial Mundi-Prensa. ISBN 978-84-8476-676-6

Herzlich, C (1979). *La representación social: sentido del concepto*. En: *Moscovici S., Introducción a la psicología social*. Barcelona: Planeta.

Hernández, F (2018). Norma, descentralización y ordenamiento territorial en la costa marítima bonaerense. El Decreto 3202/06 como caso de estudio. *Pampa* (17), pp. 107 - 140. ISSN 1669-3299. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/PAMPA/article/view/7703/11099>. Accedido el 29.11.2019.

Hernández Sampieri A., et al (2010). *Metodología de la Investigación*. Editorial Mc Graw Hill. Quinta Edición. ISBN: 978-607-15-0291-9.

Hiscock, K.M., et al (2002). *Sustainable Groundwater Development*. Published by The Geological Society; Special Publication No. 193; pp1-4.

IDOM (2017). *Desarrollo Urbano y el Cambio Climático: Huella Urbano actual e histórica , escenarios de crecimiento y estudios básicos sobre mitigación y adaptación al cambio climático*. Programa de Consultoría para el Municipio de Bahía Blanca en el marco del Programa Ciudades Sostenibles.

INA (2014). *Prospectiva Hídrica*. Instituto Nacional del Agua. Disponible en: [https://www.ina.gov.ar/Prospectiva\\_hidrica\\_214.pdf](https://www.ina.gov.ar/Prospectiva_hidrica_214.pdf) Accedido el 24.08.2020

Isla, F.; Lasta, C (2010). *Manual de manejo de barreras medianas para la Provincia de Buenos Aires*. EUDEM, Editorial Universitaria de Mar del Plata. ISBN 978-987-1371-52-5.

## AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

- Isla, F.; Lasta, C (2006). *Manual de Manejo Costero para la Provincia de Buenos Aires*. EUDEM, Editorial Universitaria de Mar del Plata. 280 p. ISBN 987-544-182-1
- Isla, F.; Cortizo, L.; Turno Orellano, H (2001). Dinámica y Evolución de las Barreras Medanosas, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Geomorfología*, V.2, Nº1, pp. 73-83. Disponible en: <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/6216?locale-attribute=en> Accedido el 30.11.2019.
- Jansen, H (2010). *The Logic of Qualitative Survey Research and its Position in the Field of Social Research Methods*. FORUM: QUALITATIVE SOCIAL RESEARCH-SOZIALFORSCHUNG. Volume 11, No. 2, Art. 11.
- Jodelet, D (1984). *La representación social: fenómenos, concepto y teoría*. En: *Moscovici S., Psicología Social II: Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales*. Barcelona: Paidós.
- La Nueva Provincia, (2011). Nota en Sección Sociedad: *La gente eligió Pehuén-Có*. Diario La Nueva Provincia. Disponible en: <https://www.lanueva.com/nota/2011-3-8-9-0-0-nardini-la-gente-eligio-a-pehuen-co> Accedido el 18.02.2020
- Lacolla, L (2005). *Representaciones sociales: una manera de entender las ideas de nuestros alumnos*. En: *Revista ierRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa [en línea]. Vol.1, No.3 (Julio-Diciembre de 2005)*. Disponible: <http://revista.iered.org> ISSN 1794-8061.
- Lasta y Jaureguizar, (2006). *Manual de Manejo Costero para la Provincia de Buenos Aires*. Universidad de Mar del Plata. Editorial Universitaria de Mar del Plata, 280 p. ISBN 987-544-182-1
- Leff, E (2004). *Racionalidad Ambiental. La Reapropiación Social de la Naturaleza*, Siglo XXI Editores, México.
- Lienert, J. et al (2006). *Future Scenarios for a Sustainable Water Sector: A Case Study from Switzerland*. *Environ. Sci. Technol.* 2006, 40, 436-442. Disponible en <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es0514139> Accedido el 03.11.2018
- Liu J.G., et al (2007). Complexity of coupled human and natural systems. *Science* 317:1513-1516. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/5970448\\_Complexity\\_of\\_Coupled\\_Human\\_and\\_Natural\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/5970448_Complexity_of_Coupled_Human_and_Natural_Systems); accedido el 20.08.2020
- Loucks, D.; Van Beek, E (2005). *Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications*. UNESCO. ISBN 92-3-103998-9. Disponible en: [http://hydrologie.org/BIB/Publ\\_UNESCO/SR\\_999\\_F\\_2005.pdf](http://hydrologie.org/BIB/Publ_UNESCO/SR_999_F_2005.pdf) Accedido el 30.04.2015.
- Luque et al (1979). Estudio hidrológico e hidrogeológico de la Cuenca del Río Sauce Grande, Universidad Nacional del Sur.
- Manera de Bianco, T., Aramayo, S., Zavala, C. y Caputo, R (2008). Yacimiento paleoicnológico de Pehuén-Có. Un patrimonio natural en peligro. Sitios de Interés Geológico. Editores del libro: Comisión Sitios de Interés Geológico de la República Argentina (CSIGA). Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Editorial: Artes Gráficas Papiros S.A.C.L. Lugar de impresión: Buenos Aires. República Argentina. Páginas: 509-520.
- Marcomini, S.; López, R.; Uehara, F (2009). Manejo costero en la costa de dunas de Pehuén-Có. Buenos Aires. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*. Nº33, pp. 25-32. Disponible en: [http://www.editoriasagai.org.ar/sites/default/files/Revista-ASAGAI-23\\_Mayo-2009\\_0.pdf](http://www.editoriasagai.org.ar/sites/default/files/Revista-ASAGAI-23_Mayo-2009_0.pdf) Accedido el 30.11.2019
- Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., Montes, C (2009). *Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante*. Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible CUIDES 3: 229-258.
- Martín-López, Berta & Montes, C (2011). Biodiversidad y servicios de los ecosistemas. Biodiversidad en España: base de la sostenibilidad ante el cambio global. Observatorio de la Sostenibilidad en España. 444-465. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/285041508\\_Biodiversidad\\_y\\_servicios\\_de\\_los\\_ecosistemas](https://www.researchgate.net/publication/285041508_Biodiversidad_y_servicios_de_los_ecosistemas) Accedido el 07.10.2017

AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ  
ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

Masera, O.; Astier, M.; López Ridaura, S (2000). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Editorial Mundi - Prensa, México.

Montserrat, A.; Celsi, C (2008). La vegetación dunicola en el frente costero de la Pampa Austral (Partido de Coronel Dorrego, Buenos Aires). Multequina. 17. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/40426841\\_La\\_vegetacion\\_dunicola\\_en\\_el\\_frente\\_costero\\_de\\_la\\_Pampa\\_Austral\\_Partido\\_de\\_Coronel\\_Dorrego\\_Buenos\\_Aires](https://www.researchgate.net/publication/40426841_La_vegetacion_dunicola_en_el_frente_costero_de_la_Pampa_Austral_Partido_de_Coronel_Dorrego_Buenos_Aires)  
Accedido el 02.12.2019

Montenegro, R (1998). *Ecología de sistemas urbano*. Documento del curso: "La Gestión Ambiental en el Desarrollo Urbano". Maestría de Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano GADU. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. – Morello, Jorge y Otros (Febrero/Marzo 2000).

Mora, M (2002). *La teoría de las representaciones sociales de Serge Moscovici. Athenea Digital, 2*. Disponible en [http://www.academia.edu/214897/La\\_Teoria\\_de\\_las\\_Representaciones\\_Sociales\\_de\\_Serge\\_Moscovici](http://www.academia.edu/214897/La_Teoria_de_las_Representaciones_Sociales_de_Serge_Moscovici).  
Accedido el 23.05.2015

MTN, (201x). Directrices de Gestión Ambiental para Municipios Turísticos. Ministerio de Turismo de la Nación Disponible en: [http://www.turismo.gob.ar/sites/default/files/1\\_manual\\_dga\\_municipios.pdf](http://www.turismo.gob.ar/sites/default/files/1_manual_dga_municipios.pdf) Accedido el 03.11.2018

Moberg, F.; Galaz, V (2005). *Resilience: going from conventional to adaptive freshwater management for human and ecosystem compatibility*. Swedish Water House Policy Brief Nr. 3. SIWI.

Moscovici, S (1979). *Teoría de las representaciones sociales*. Editorial Paidós. Barcelona: España.

Moscovici S (1985). *Psicología social II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales*. Editorial Paidós España. ISBN: 9788475093437. 6ta. Edición, 2013.

Moscovici S. y Hewstone, M (1986). *De la ciencia al sentido común. En: Moscovici, Serge (comp.). Psicología Social II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales*. Barcelona, Ediciones Paidós.

Neri Ramírez et al (2013). Evaluación de la sustentabilidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca mediante el uso de la metodología MESMIS. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v19n2/v19n2a9.pdf> Accedido el 24.08.2020

OCDE (2003). Environmental indicators. Development, measurement and use. Reference Paper. Disponible en: <https://www.ocde.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>  
Accedido el 23.08.2020

Ofman S (2012). *Aproximaciones al estudio de las representaciones sociales de la salud y enfermedad: el caso de la diabetes mellitus. Psicología y Psicopedagogía. Revista Virtual de la Facultad de Psicología y Psicopedagogía de la Universidad del Salvador. 2012, 27, 34-42.*

Olsson, P.; Folke C (2001). Local ecological knowledge and institutional dynamics for ecosystem management: A Study of Lake Racken Watershed, Sweden. *Ecosystems* 4: 85-104. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/225457650\\_Local\\_Ecological\\_Knowledge\\_and\\_Institutional\\_Dynamics\\_for\\_Ecosystem\\_Management\\_A\\_Study\\_of\\_Lake\\_Racken\\_Watershed\\_Sweden](https://www.researchgate.net/publication/225457650_Local_Ecological_Knowledge_and_Institutional_Dynamics_for_Ecosystem_Management_A_Study_of_Lake_Racken_Watershed_Sweden) Accedido el 12.10.2017

Olmos, M.; González Santos, W (2013). El valor de la sustentabilidad. *Revista Ciencia y Agricultura*. Vol. 10, Nro.1. pp.91-100. ISSN 0122-8420. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/299996947\\_El\\_valor\\_de\\_la\\_sustentabilidad](https://www.researchgate.net/publication/299996947_El_valor_de_la_sustentabilidad) Accedido el 07.11.2019

OMS (2003). Domestic Water Quantity, Service Level and Health. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza. Disponible en: [https://who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/wsh0302/es/](https://who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/)  
Accedido el 23.08.2020

OMT, (2005). Indicadores de desarrollo sostenible para los destinos turísticos - Guía práctica. Organización Mundial del Turismo (OMT). ISBN 92-844-0838-5. Disponible en: <http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS14/MGTSV->

AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ  
ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

[07/tema2/OMTIndicadores\\_de\\_desarrollo\\_de\\_turismo\\_sostenible\\_para\\_los\\_destinos\\_turisticos.pdf](07/tema2/OMTIndicadores_de_desarrollo_de_turismo_sostenible_para_los_destinos_turisticos.pdf) Accedido el 03.11.2018

ONU, (2008). Recomendaciones internacionales para estadísticas de turismo. Departamento de asuntos económicos y sociales. División de estadística. Estudios de métodos: Serie M Nro. 83. Disponible en: [https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm\\_83rev1s.pdf](https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_83rev1s.pdf) Accedido el 01.06.2021

Oosterbaan, R. J (1994). *Drainage principles and applications*. International Institute for Land Reclamations and Improvement. Holanda. Disponible en: [http://www1.frm.utn.edu.ar/laboratorio\\_hidraulica/Biblioteca\\_Virtual/Publicaciones%20de%20IIRI/Drainage%20principles%20and%20applications.pdf](http://www1.frm.utn.edu.ar/laboratorio_hidraulica/Biblioteca_Virtual/Publicaciones%20de%20IIRI/Drainage%20principles%20and%20applications.pdf) Accedido el 14.04.2020

Ortega Chinchilla, M. J (xxxx). *Percepción y representación. El territorio andaluz en la cartografía manuscrita del siglo XVIII*. Editor: Editorial de la Universidad de Granada. ISBN 978-84-693-1313-8

OSE, (2008). *Agua y sostenibilidad. Funcionalidad de las cuencas*. Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE). ISBN: 978-84-8476-333-8. Disponible en <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0637193.pdf> Accedido el 07.10.2017

Ostrom, E (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of SocialEcological Systems. *Science*, 325(5939), 419-422. Disponible en: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4507355/mod\\_resource/content/1/i\\_709ab6a5/ostrom%20Ce\\_a\\_general\\_framework\\_for\\_analyzing\\_sustainability\\_of\\_social.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4507355/mod_resource/content/1/i_709ab6a5/ostrom%20Ce_a_general_framework_for_analyzing_sustainability_of_social.pdf); accedido el 20.08.2020

Owen, R.; Mirghani, M.; Diene, M.; Tuinhof, A. y Taylor, P (2010). *Gestión de aguas subterráneas en la GIRH. Manual de capacitación*. CAPNET. Disponible en: <http://www.argcapnet.org.ar/docs/Manual%20Agua%20Subterranea%20-%202011.pdf>; accedido el 12.11.2012

Pedregal Mateos, B (2005). *Población y planificación hidrológica*. Universidad de Sevilla. Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas y Transporte. España. ISBN 84-472-0791-9.

PEN (1971). Decreto 2126/71 y modificatorios, reglamentarios de la Ley Nacional 18.284 correspondiente al Código Alimentario Argentino. Capítulo XX: Bebidas hídricas, agua y agua gasificada. Poder Ejecutivo Nacional de la República Argentina.

Pereira de Sá C (1998). *A noçao de objeto de pesquisa. En: Pereira de Sá C, A Construcao do Objeto de Pesquisa em Representacoes Sociais*, Río de Janeiro: Uerj.

Perillo, G et al (2011). *Análisis preliminar del transporte de grava plana sobre una playa de arena, Pehuén-Có, Argentina*. Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis. Publicación de la Asociación Argentina de Sedimentología. Vol. 18, número 2. Disponible en: <https://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/lajsba/article/view/1441>; accedido el 01.06.2021

Real Academia Española (2019). Diccionario de la Lengua Española, actualización 2019. Disponible en: <https://dle.rae.es/usuario> Accedido el 24.08.2020

Resilience Alliance (2010). *Assessing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners. Version 2.0*. Disponible en: <http://www.resalliance.org/3871.php> Accedido el 08.10.2017

Santa Cruz, J.; Silva Busso, A (1999). *Escenario hidrogeológico general de los principales acuíferos de la llanura pampeana y mesopotamia meridional argentina*. 461-471 en: II Congreso Argentino de Hidrogeología y IV Seminario Hispano Argentino sobre Temas Actuales en Hidrología Subterránea. San Miguel de Tucumán, Tucumán.

Sartor, A. y González, M (2011). Ciudades costeras de interés turístico y su vinculación con el recurso hídrico. I Reunión Anual PRODECA. Mendoza, 2011.

AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ  
ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

SPAR (2010). Proyecto Red de Agua Potable Localidad de Pehuén-Có. Memoria Descriptiva. Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento Rural, Provincia de Buenos Aires.

Syed, S (2001). *Cultures of populations. Population dynamics and sustainable development*. UNESCO, 2001.

Terradas, J.; et al (2011). *Ecología Urbana*. Revista Investigación y Ciencia, edición española de Scientific American, número 422. [52-60]. Disponible en: <http://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/numero/422>. Accedido el 25.04.2015.

Toth, J., (1963). *A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins*. Disponible en: [http://www.civil.uwaterloo.ca/sykesj/CivE676/Toth\\_1963.pdf](http://www.civil.uwaterloo.ca/sykesj/CivE676/Toth_1963.pdf) accedido el: 28.04.2015.

Travi, P (2015). Caracterización y evaluación de las condiciones hídrico sanitarias en la localidad de Pehuén-Có. Tesis de Licenciatura en Gestión Ambiental. Universidad Nacional del Centro.

UNESCO (2019). Gestión apropiada el recurso hídrico subterráneo en América Latina. Lecciones de experiencias internacionales. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/images/AquaLAC-Numero1-Vol1-7-19.pdf> Accedido el 24.08.2020

Urquiza Gómez, A. y Cadenas, H (2015). *Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica*. L'Ordinaire des Amériques Nro.218. Disponible en: <https://journals.openedition.org/orda/1774#tocto1n3>. Accedido el 04.05.2019.

Valdes, S (2016). *Características hidrogeológicas de la zona costera entre Pehuén-co y Punta Alta, provincia de Buenos Aires*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Disponible en: [https://hdl.handle.net/20.500.12110/seminario\\_nGEO001069\\_Valdes](https://hdl.handle.net/20.500.12110/seminario_nGEO001069_Valdes) Accedido el 02.12.2019

Villatoro, F (2017). *El territorio como sistema complejo*. Revista Estudios Centroamericanos Vol. 72. Abril-Junio 2017. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/326065478\\_El\\_territorio\\_como\\_sistema\\_complejo](https://www.researchgate.net/publication/326065478_El_territorio_como_sistema_complejo) Accedido el 06.05.2019.

Wagner W & Elejabarrieta F (1997). *Representaciones sociales*. En: Morales J F (Co.), *Psicología Social*. Madrid: Mc Graw-Hill.

Zalba, S.; Nebbia, A (1999). *Neosparton darwinii (Verbenaceae), a restricted endemic species. Is it also endangered?*. Biodiversity and Conservation - BIODIVERS CONSERV. 8. 1585-1593. 10.1023/A:1008982002763. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/251294656\\_Neosparton\\_darwinii\\_Verbenaceae\\_a\\_restricted\\_endemic\\_species\\_Is\\_it\\_also\\_endangered](https://www.researchgate.net/publication/251294656_Neosparton_darwinii_Verbenaceae_a_restricted_endemic_species_Is_it_also_endangered) Accedido el 02.12.2019

Zortea, M (2014). Vínculos entre conocimiento y acción en El ingeniero global en el Desarrollo Humano y Sostenible. GDEE (eds.): Global Dimension in Engineering Education, Barcelona. Disponible en: <http://gdee.eu/index.php/resources.html> Accedido el 06.11.2019

Zucarelli, G (2008). *Planificación y gestión de los recursos hídricos*. Apuntes del curso de extensión a distancia. Universidad Nacional del Litoral.

## ANEXOS

ANEXO III-1  
MEMORIA DESCRIPTIVA  
DEL PROYECTO DE RED DE AGUA POTABLE



PROVINCIA DE BUENOS AIRES

MUNICIPALIDAD DE  
CORONEL ROSALES

Proyecto

**“RED DE AGUA POTABLE  
LOCALIDAD DE PEHUEN-CO”**

\*

Servicio

RED DE AGUA POTABLE

**MEMORIA DESCRIPTIVA**

**FASE I**

## **MEMORIA DESCRIPTIVA:**

### **1. Descripción general del Proyecto:**

El presente proyecto forma parte del diseño integral de la provisión del servicio de agua potable para la localidad de Pehuén-Co que consta de un total de cuatro fases subdivididas en función de la urgencia o y del potencial financiero, y se denomina "Fase I". La misma abarca un área total a servir de aproximadamente 46 Has. En la siguiente imagen se muestran todas las fases de proyecto y resaltada la presente.



Para todas las fases de proyecto se consideró que en la localidad de Pehuén-Co en los meses de la temporada estival aumenta entre 5 y 10 veces su población, por su carácter de localidad balnearia, por lo tanto se realizó la proyección demográfica de la población permanente para el periodo de diseño de 20 años en base a la información censal del INDEC. Esta proyección arroja una población permanente más o menos similar a la semi-permanente que se da hoy en día en los picos de la temporada estival, aproximadamente 15.000 habitantes.

Para esta primera fase, se proyectaron tres (3) perforaciones y estaciones de bombeo para extracción del recurso subterráneo con sus respectivas dependencias complementarias en los predios previstos. Estas dependencias se proyectaron con sistema de construcción tradicional.

Desde las perforaciones en serie parte una línea de impulsión proyectada en PVC de diámetro 250mm hasta el predio de almacenamiento donde, en distintas etapas, se prevé una torre tanque y una cisterna. En la Fase I se proyectó un tanque de reserva de PRFV de 80 m<sup>3</sup> elevado con una torre reticulada metálica de 15m de altura apoyada sobre una base de H<sup>+</sup> A<sup>+</sup>. Se incluyeron en esta etapa, además, las instalaciones complementarias correspondientes (bombas, cabina de cloración, tableros eléctricos, cerco perimetral, mástil, etc.)

La red de distribución fue diseñada en cañería de PVC con diámetros que oscilan entre 63 y 110 mm en tramado simple bajo la vereda, con tapada de un metro bajo terreno existente. La longitud total de redes de la presente Fase es de 7250 ml y se prevén 374 servicios entre domicilios, entidades públicas y hotelería/hospedaje repartiéndose en 205 servicios cortos y 169 servicios largos.

El sector de proyecto cuenta actualmente con servicio de electricidad aéreo, por lo que la contratista de la obra deberá solicitar interferencias a la Cooperativa Eléctrica de Punta Alta y permiso municipal de apertura de zanja.

Concepto	Fase I
Fuentes (Pozos + Inst. Electromec.)	3 pozos
Impulsión PVC CL6 Ø250	255 ml
Impulsión PVC CL6 Ø200	-
Impulsión PVC CL6 Ø160	-
Impulsión PVC CL6 Ø110	-
Almacenamiento	80m <sup>3</sup> Torre Met. 15m Inst. Civil Predio
Distribución PVC CL6 Ø63	3.600 ml
Distribución PVC CL6 Ø75	2.335 ml
Distribución PVC CL6 Ø90	865 ml
Distribución PVC CL6 Ø110	450 ml
Conexiones Domiciliares Cortas	205 unid.
Conexiones Domiciliares Largas	169 unid.

**ANEXO V-1  
FORMULARIO  
DE ENCUESTA**

**AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ**  
**ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO**

Fecha:

Ubicación de la vivienda:

**Datos generales**

Edad 

<20	20-40	40-60	>60
-----	-------	-------	-----

Sexo

Nivel de formación

Primario	<input type="text"/>
Secundario	<input type="text"/>
Terciario	<input type="text"/>
Universitario	<input type="text"/>

Tipología de residente

Temporario	<input type="text"/>
Permanente	<input type="text"/>

Si es residente temporario:

Tiempo de residencia  meses al año

Antigüedad de residencia  en años

**Relevamiento (p residentes permanentes o temporarios)**

**Sistema sanitario**

Profundidad del pozo absorbente	<input type="text"/>	en metros
Pozos cegados	<input type="text"/>	en caso de SI cantidad
Cantidad	<input type="text"/>	
Antigüedad del actual	<input type="text"/>	en años
Antigüedad del pozo cegado	<input type="text"/>	en años
Existencia de cámara desengrasadora	<input type="text"/>	
Existencia de cámara séptica	<input type="text"/>	

**Sistema de abastecimiento de agua**

Profundidad de la perforación	<input type="text"/>	en metros
Pozos cegados	<input type="text"/>	en caso de SI cantidad
Cantidad	<input type="text"/>	
Antigüedad del actual	<input type="text"/>	en años
Antigüedad del pozo cegado?	<input type="text"/>	en años
Cómo se realizó el cegado del pozo?	<input type="text"/>	
Distancia entre pozos	<input type="text"/>	en metros
Volumen del tanque	<input type="text"/>	en litros
Veces por día que llena el tanque	<input type="text"/>	en números
Realiza habitualmente análisis de calidad de agua?	<input type="text"/>	
Con qué frecuencia?	<input type="text"/>	
Desde cuándo?	<input type="text"/>	años
Cuenta con datos?	<input type="text"/>	
Estaría dispuesto a facilitarlos para este trabajo?	<input type="text"/>	
Utiliza ese agua para consumo humano?	<input type="text"/>	
Por qué?	Por cuestiones de costo	<input type="text"/>
	Por cuestiones de disponibilidad	<input type="text"/>
	Otros motivos:	<input type="text"/>

AGUA SUBTERRÁNEA EN PEHUÉN-CÓ  
ESTADO ACTUAL, PROYECCIÓN Y PERCEPCIONES ACERCA DEL RECURSO

**Riego:**

Posee sistema de riego?	
Automatizado?	
Cantidad de veces diarias que utiliza este sistema?	

**Piletas de natación:**

Posee pileta de natación?		
Tamaño		en litros
Frecuencia de cambio de agua		

Estaría dispuesto a permitir realizar un análisis bacteriológico gratuito a agua de su vivienda?

En tal caso posee alguna canilla ubicada en libre acceso?

Permitiría el acceso hasta ella?

De no ser así días y horarios convenientes


--

Contacto: (sólo en caso de que les interese realizar un análisis de agua)

Nombre	
e-mail	
TE	

Comentarios:

--

Estamos realizando entrevistas a residentes de la villa respecto al tema agua subterránea

Estaría dispuesto a colaborar?

Podría acordar día y horario? (puede ser en Pehuen o Bahía/Pta. Alta)

--



Cambios en la infraestructura
<b>¿Percibe la comunidad cambios en el desarrollo de la villa en los últimos años?</b>
<b>¿Avizoran cambios a ser implementados en el corto/mediano plazo?</b>
<b>¿Se identifican necesidades insatisfechas respecto de la infraestructura de la villa (servicios sanitarios, salud, educación, etc.)?</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ha observado cambios evidentes en la infraestructura o dinámica de la villa desde el tiempo que visita el lugar?</li> <li>2) Cuáles han sido los cambios más significativos? Enumere de 1 a 3 de acuerdo a su nivel de significancia.</li> <li>3) Piensa que son necesarios cambios en infraestructura, servicio o planificación territorial?</li> <li>4) Cuáles considera que son las tres prioridades principales para la villa en cuanto a :             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) infraestructura</li> <li>b) servicios</li> <li>c) planificación territorial</li> </ol>             Enumere de 1 a 3 de acuerdo a su nivel de significancia.           </li> <li>5) En caso de ser posible la implementación/funcionamiento de las siguientes obras, enumere en orden de prioridad asignando ventajas y desventajas a cada una de ellas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relleno sanitario</li> <li>- Paradores</li> <li>- Rambla</li> <li>- Nuevos loteos</li> <li>- Red cloacal</li> <li>- Hospital</li> <li>- Pavimento urbano</li> <li>- Red de gas natural</li> <li>- Red de abastecimiento de agua</li> </ul> </li> </ol>
Importancia de la preservación del RH
<b>¿Se percibe como vulnerable el recurso hídrico subterráneo?</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ¿Podría explicar la procedencia del agua que consume?</li> <li>2) ¿Conoce cuál es la disposición de los efluentes cloacales de su vivienda?</li> <li>3) ¿Sabe dónde está ubicado el pozo?</li> <li>4) ¿Podría describir la disposición final de los residuos sólidos en la villa? ¿Supone esto para Ud. una preocupación? ¿Por qué?</li> <li>5) ¿Piensa que la vegetación provoca alguna influencia en la disponibilidad del recurso?</li> <li>6) ¿Piensa que los médanos provocan alguna influencia en la disponibilidad/calidad del recurso?</li> <li>7) ¿Cree que esto podría tener alguna vinculación con la calidad del recurso?</li> </ol>
Abastecimiento de agua
<b>¿Cuál es la percepción de la comunidad respecto de la calidad del agua subterránea de la villa?</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ¿Conoce cómo se abastece de agua su vivienda?</li> <li>2) ¿Prefiere consumir agua de grifo o agua envasada?</li> <li>3) ¿Considera que el agua de grifo es segura?</li> <li>4) ¿Recuerda algún episodio de problemas de salud que pudiera relacionarse al consumo de agua?</li> <li>5) Comparando la calidad del agua de la villa, con la de su lugar de origen, ¿cuál le resulta más confiable? ¿Utilizaría/utiliza alguna para consumo humano?</li> </ol>
Sustentabilidad del recurso
<b>¿Cuál es la percepción de la comunidad respecto de la sustentabilidad del recurso hídrico subterráneo en la villa?</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ¿Ha observado cambios en la disponibilidad de agua? Por ejemplo ¿hay alguna época del año en la que el caudal de agua disminuya?</li> <li>2) ¿Tuvo alguna vez que profundizar un pozo o hacer uno nuevo?</li> <li>3) ¿Recuerda cuáles eran/son sus profundidades?</li> <li>4) ¿Ha observado cambios en la calidad del recurso?</li> <li>5) ¿Utiliza el agua subterránea para otros usos como riego o piletas?</li> <li>6) ¿Cuál es su opinión respecto del proyecto de la red de abastecimiento de agua? ¿Piensa que es necesaria su implementación?</li> <li>7) ¿Avizora problemas como consecuencia de la implementación de la red de agua? En tal caso ¿cuáles?</li> </ol>
<b>¿Cuál es la predisposición de los vecinos para el pago de los servicios de agua y cloacas?</b>

ANEXO V-3  
CARACTERIZACIÓN DE LOS  
ACTORES SOCIALES ENTREVISTADOS



### Caracterización de los actores sociales entrevistados

<b>Nro.</b>	<b>Fecha entrevista</b>	<b>Tipo de residente</b>	<b>Sexo</b>	<b>Edad</b>	<b>Ocupación</b>
1	22.05.2012	permanente	femenino	40 - 60	Propietario de complejo de cabañas
2	29.05.2012	temporario	masculino	40 - 60	Docente universitario
3	17.04.2014	permanente	femenino	40 - 60	Ama de casa
4	18.04.2014	permanente	femenino	>60	Productora agropecuaria
5	01.05.2014	permanente	masculino	40 - 60	Comerciante
6	01.05.2014	permanente	masculino	40 - 60	Albañil
7	01.05.2014	permanente	femenino	20 - 40	Ama de casa
8	01.05.2014	permanente	masculino	>60	Perforista
9	02.05.2014	permanente	femenino	20 - 40	Propietario de complejo de cabañas
10	07.06.2018	temporario	masculino	>60	Jubilado
11	09.06.2018	permanente	masculino	40 - 60	Agente inmobiliario
12	09.06.2018	temporario	femenino	>60	Jubilado
13	09.06.2018	permanente	masculino	40 - 60	Comerciante
14	09.06.2018	temporario	femenino	40 - 60	Ama de casa
15	09.06.2018	permanente	femenino	40 - 60	Comerciante
16	09.06.2018	permanente	femenino	20 - 40	Ama de casa
17	09.06.2018	temporario	femenino	40 - 60	Comerciante
18	14.06.2018	temporario	masculino	20 - 40	Administrativo
19	13.03.2019	temporario	masculino	20 - 40	Estudiante de posgrado
20	30.04.2019	no residente	masculino	20 - 40	Perforista
21	03.12.2019	permanente	masculino	20 - 40	Operador estación de servicio
22	03.12.2019	temporal	masculino	40 - 60	Albañil / Perforista
23	03.12.2019	permanente	masculino	>60	Propietario de complejo de cabañas
24	16.12.2019	temporario	femenino	>60	Jubilada

**ANEXO V-4**  
**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS**  
**ACTORES SOCIALES ENTREVISTADOS**



Ubicación residencial de los entrevistados.  
Elaboración propia en base a imagen satelital de Google Earth

