

Serie: Informes científico-técnicos del
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras

Informe Técnico N°28

ImpaCT.AR 33: Planificación Integral del frente costero del partido de Lobería:
desarrollo de un prototipo regional. Inventario de captación de agua subterránea.



Autores: Orlando Mauricio Quiroz Londoño
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) UNMdP-CONICET
Mar del Plata, Argentina

Mar del Plata, mayo 2024

Citar como: Quiroz Londoño O M. (2024). ImpaCT.AR 33: Planificación Integral del frente costero del partido de Lobería: desarrollo de un prototipo regional. Inventario de captación de agua subterránea. Informe Técnico solicitado por Municipio de Lobería. Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras N°28 (UNMdP-CONICET). 4pp

Este informe es el resultado de Convenios ((CONICET (I-2022-187-APN-GVT#CONICETPR5496) y FCEyN, UNMdP (OCA 2580/21)) y del Proyecto ImpaCT.AR 33 (MINCyT, RS-2021-98035869-APN-SACT#MCT) con el Municipio de Lobería.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.

ISSN 2796-9088

La “Serie: Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras” se aloja en el sitio <https://www.iimyc.gov.ar/iimyc/es/informes-tecnicos/>

La utilización, redistribución, traducción y creación de obras derivadas de la presente publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original y que las obras que resulten sean publicadas bajo las mismas condiciones de libre acceso. Esta licencia se aplica exclusivamente al texto de la presente publicación. Para utilizar cualquier otro material que aparezca en ella (tal como textos, imágenes, ilustraciones o gráficos), será necesario pedir autorización a la Dirección del IIMyC iimyc@mdp.edu.ar. No está permitido utilizar el logotipo del IIMyC.

Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). El IIMyC no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en el/los idiomas que se publique será el texto autorizado”.

Mar del Plata, mayo 2024



INVENTARIO DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

Orlando Mauricio Quiroz Londoño¹

¹Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Mar del Plata, Argentina.

[Correspondencia: Orlando Mauricio Quiroz Londoño <qlondono@mdp.edu.ar>]

RESUMEN. Las regiones costeras, como zonas de transición tierra-mar, experimentan intensa actividad económica y recreativa, ejerciendo presión sobre las aguas subterráneas, las cuales a menudo son su única fuente de abastecimiento. Realizar un inventario de captaciones de agua subterránea es un paso fundamental para comprender y caracterizar los acuíferos presentes en diversas regiones. En este estudio, desarrollado en la zona costera del partido de Lobería, dicho inventario permitió la identificación y diferenciación de dos acuíferos mediante el análisis de datos hidrodinámicos, hidrogeoquímicos e isotópicos. Los datos compilados en este documento, sientan las bases para estudios hidrogeológicos detallados orientados a la gestión sostenible de este recurso.

ABSTRACT. Groundwater Catchment Inventory. Coastal regions, as land-sea transition zones, experience intense economic and recreational activity, exerting pressure on groundwater, which often serves as their sole source of supply. Conducting an inventory of groundwater intakes is a fundamental step in understanding and characterizing aquifers in various regions. In this study, conducted in the coastal area of the Lobería municipality, this inventory enabled the identification and differentiation of two aquifers through the analysis of hydrodynamic, hydrogeochemical, and isotopic data. The data compiled in this document lay the groundwork for detailed hydrogeological studies aimed at sustainable resource management.

Palabras clave: Acuífero, Hidrogeoquímica, Inventario de captaciones, Isotopos estables, Municipio de Lobería.

Key words: Aquifer, Hydrogeochemistry, Intake Inventory, Lobería Municipality, Stable Isotopes.

INTRODUCCIÓN

Los acuíferos costeros son recursos naturales de vital importancia para las regiones costeras, ya que constituyen la principal fuente de agua dulce para el consumo humano, la industria, la agricultura y el mantenimiento de los ecosistemas. Estas áreas costeras, que actúan como zonas de transición entre los dominios continental y marino, son espacios donde se llevan a cabo diversas actividades económicas y recreativas de gran magnitud, lo que ejerce una presión considerable sobre los recursos naturales (Bocanegra et al. 2022).

Aunque los acuíferos costeros suelen ser de magnitud reducida, su importancia radica en su capacidad para satisfacer las demandas de agua de las comunidades costeras. Desde el abastecimiento de agua potable en ciudades hasta la irrigación de cultivos, estos acuíferos desempeñan un papel fundamental en el desarrollo y el bienestar de las regiones costeras. Para poder realizar una gestión adecuada de los recursos hídricos subterráneos es imprescindible contar con un inventario de puntos de agua o captaciones.

Dicho inventario permite tener un conocimiento preciso de las fuentes de agua disponibles en una determinada región, proporcionando información sobre la ubicación, la cantidad y la calidad del agua en cada punto. Adicionalmente, dicho inventario, permite identificar y caracterizar los diferentes acuíferos existentes en una región y plantear hipótesis sobre su posible relación con fuentes superficiales, como ríos y lagos. De igual

manera este primer paso en el conocimiento hidrogeológico facilita la detección de posibles contaminantes o problemas de calidad del agua ayudando a evaluar el impacto potencial de proyectos de desarrollo en los recursos hídricos existentes y tomar medidas de mitigación necesarias.

En resumen, realizar un inventario de puntos de agua en hidrogeología es fundamental para la gestión adecuada de los recursos hídricos, la evaluación de la disponibilidad de agua, el monitoreo y control del agua, y la planificación del desarrollo y la infraestructura. Proporciona información esencial para tomar decisiones informadas y garantizar un uso sostenible del agua, tanto para las necesidades humanas como para la preservación de los ecosistemas.

En este documento se describen los resultados de un inventario general realizado en la zona costera del partido de Lobería, sobre la cual se viene desarrollando un crecimiento importante desde el punto de vista turístico y habitacional. Este inventario es el primero que se realiza en la zona y se espera que sea el punto de partida para estudios detallados enfocados en la caracterización hidrogeológica de esta zona costera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el desarrollo de este proyecto, se llevó a cabo un relevamiento de puntos de agua en la zona de estudio, que abarcó tanto muestras de agua superficial como subterránea (pozos domiciliarios y de riego). Acordado a lo planteado por Quiroz Londoño et al. (2010), se identificaron dos acuíferos en la zona:

uno de carácter regional, denominado acuífero Pampeano, y otro de carácter local, restringido a la zona de médanos costeros actuales.

Con el objetivo de caracterizar inicialmente estos dos acuíferos, se realizaron muestreos en los que se tomaron datos de geo posicionamiento de cada captación, se midió la profundidad del nivel freático y se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, conductividad eléctrica). Además, se tomaron muestras para análisis fisicoquímico de iones mayoritarios (Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , y SO_4^{2-}) e Isotópico ($\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$ del agua). Estos análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Hidrogeoquímica e Hidrología Isotópica del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (FCEyN, UNMdP-CONICET). Los análisis fisicoquímicos se realizaron siguiendo la metodología detallada en APHA (1998), mientras que las determinaciones isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$ se llevaron a cabo utilizando un espectroscopio láser para agua líquida modelo TIWA-45EP, desarrollado por Los Gatos Research. Los valores de incertidumbre utilizados en estos análisis fueron de $\pm 0,15\%$ para $\delta^{18}\text{O}$ y $\pm 1,0\%$ para $\delta^2\text{H}$. La referencia utilizada en el análisis isotópico fue el Vienna Standard Mean Ocean Water (V-SMOW), definida por Gonfiantini (1978). Además, se utilizaron datos de años anteriores proporcionados por profesionales del Grupo de Investigación Hidrogeología de la Universidad Nacional de Mar del Plata, como línea base hidrogeológica para este proyecto. Los datos hidrogeoquímicos fueron analizados con el programa AQUACHEM (Calmbach 1997) mediante una caracterización estadística general y diagramas convencionales de Piper (Hem 1985).

En total, se tomaron y analizaron 42 muestras, que abarcan no solo la zona de influencia del sector medanoso, sino también se extienden desde la Ruta 88 hacia la costa. Esta extensión se incluyó con el objetivo de evaluar la evolución del acuífero regional antes de que entre en contacto con la zona de influencia del acuífero medanoso. La localización de dichos puntos puede observarse en la Fig. 1.

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA

En general, se observa que dos acuíferos analizados presentan facies fisicoquímicas similares en la mayoría de los puntos inventariados, siendo predominantemente aguas bicarbonatadas sódicas. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en las muestras del acuífero Pampeano, que muestran altos valores de cloruros. Esto es esperable según el Modelo Hidrogeológico Conceptual, ya que estos valores corresponden a flujos regionales altamente evolucionados y con largos tiempos de tránsito (ver Fig. 2).

En contraste, las muestras del acuífero Medanoso tienden a tener un mayor contenido de calcio y magnesio, y dos de ellas se clasifican como bicarbonatadas magnésico cálcicas. Estas facies están generalmente asociadas con zonas de recarga poco evolucionadas. El modelo conceptual de este acuífero propone una recarga local principalmente a través de la lluvia, con poca evolución hidroquímica y tránsito.

En cuanto al agua de la Laguna Malacara, se determinó que es de tipo bicarbonatada sódica, con un contenido considerable de calcio y magnesio. Los valores promedio de cada uno de los puntos de agua relevados en este proyecto se encuentran resumidos en la Tabla 1. Es importante destacar que todos los valores de las mediciones realizadas en los diferentes puntos

relevados y monitoreados han sido incluidos en el Sistema de Información Geográfica (SIG) del proyecto.

Una clara diferenciación se puede observar entre los dos acuíferos en términos de algunos parámetros hidrogeoquímicos, específicamente en la conductividad eléctrica y los cloruros (Fig. 3). En el caso del Acuífero Pampeano, se observan conductividades eléctricas variables que oscilan entre los 909 y 1708 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que, en el acuífero medanoso, las conductividades son inusualmente superiores a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Algunos pozos del acuífero medanoso presentaron conductividades cercanas a 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y esto podría deberse a la mezcla de aguas de ambos acuíferos en el mismo pozo.

CARACTERIZACIÓN ISOTÓPICA

La composición isotópica de las diferentes muestras se representa en el gráfico convencional de $\delta^2\text{H}$ vs $\delta^{18}\text{O}$ de la Fig. 4, el cual incluye la Línea Meteorica Global definida por Craig (1961). En este gráfico, se puede observar que las muestras de aguas subterráneas tienen un valor promedio de -5.2% en $\delta^{18}\text{O}$ y -30% en $\delta^2\text{H}$. Al analizar las muestras promediadas por acuífero, se encuentran valores medios de -5.6% en $\delta^{18}\text{O}$ y -34% en $\delta^2\text{H}$ para el Acuífero Pampeano. Por otro lado, el acuífero medanoso presenta valores medios de -6.2% en $\delta^{18}\text{O}$ y -35% en $\delta^2\text{H}$, lo que indica que, en promedio, este acuífero presenta una marca isotópica más empobrecida. Esta diferencia se puede apreciar visualmente en la Fig. 4, donde las muestras del acuífero medanoso tienden a mostrar valores más empobrecidos. Los pozos de este acuífero que presentan valores isotópicos más enriquecidos también muestran conductividades más altas, lo que sugiere que podrían ser pozos que captan agua de ambos acuíferos, evidencia procesos de mezcla entre ambos.

Por otro lado, el agua de la Laguna Malacara se caracteriza por ser enriquecida y reflejar un proceso de evaporación. Esto se evidencia mediante una línea de evaporación que podría originarse a partir del valor promedio del agua de los dos acuíferos. Estos hallazgos sugieren un aporte significativo de agua subterránea a este humedal, ya sea directamente desde el acuífero o a través del flujo base proveniente del arroyo que la alimenta.

Al analizar conjuntamente los datos de conductividad eléctrica y $\delta^{18}\text{O}$ (Fig. 5), se observa una clara diferenciación entre los acuíferos. El acuífero medanoso se distingue por sus valores reducidos de conductividad eléctrica y una marca isotópica más empobrecida en $\delta^{18}\text{O}$, mientras que el Acuífero Pampeano exhibe conductividades eléctricas más elevadas y valores isotópicos más enriquecidos. Además, en la Fig. 5 se pueden identificar de manera clara los pozos en los que se evidencian procesos de mezcla de aguas de ambos acuíferos, como G251, G1032 y G1026.

NIVELES FREÁTICOS

En algunos pozos, se pudo realizar mediciones del nivel freático utilizando una sonda bipolar graduada al centímetro, y los resultados se muestran en el mapa de mediciones obtenidas (Fig. 6). Además, se incorpora a este proyecto la información de dos freátímetros instalados en el Acuífero Pampeano por el grupo de Hidrogeología de la Universidad Nacional de Mar del Plata, los cuales han estado registrando datos diarios de nivel durante los últimos años. Debido a la limitada cantidad de datos recopilados y a su distribución espacial, no fue posible generar mapas isofreáticos de dichos acuíferos. Es importante destacar que todos los niveles medidos y recolectados durante la

ejecución de este proyecto han sido debidamente almacenados en el Sistema de Información Geográfica (SIG) correspondiente.

La Fig. 7 muestra los valores mensuales promedios obtenidos en el pozo G114, los datos de nivel se encuentran en metros sobre nivel del mar (msnm). Este pozo muestra oscilaciones, los valores más altos se encuentran siempre en los últimos meses del año y podrían asociarse a eventos de recarga regional. La variación máxima en este pozo ha alcanzado los 2.79 m, encontrándose su punto máximo en el mes de abril del año 2012.

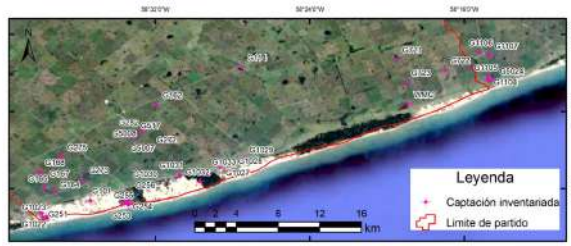


Fig. 1. Mapa de ubicación de captaciones consideradas en el proyecto.

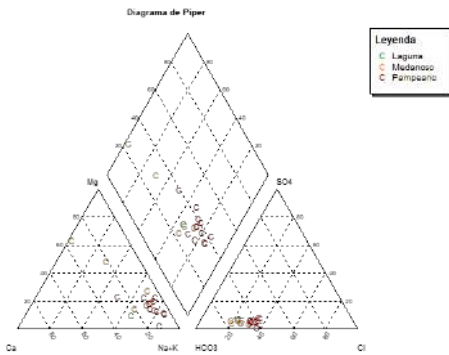


Fig. 2. Facies hidroquímicas presentes en las muestras analizadas.



Fig. 3. Mapa de pozos por acuífero y valores de conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

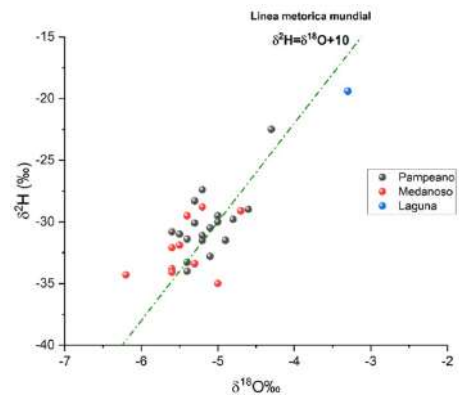


Fig. 4. Contenido isotópico de muestras de agua y Línea Meteórica Global.

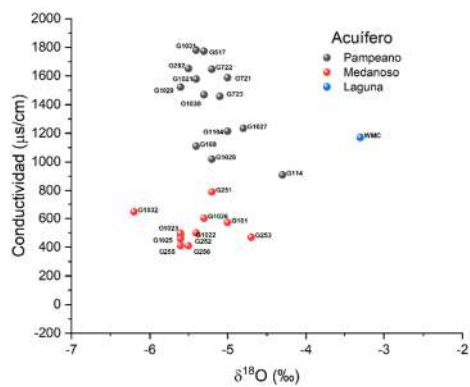


Fig. 5. Valores de $\delta^{18}\text{O}$ y conductividad eléctrica utilizados en la caracterización de acuíferos.



Fig. 6. Mapa de niveles freáticos promedios.

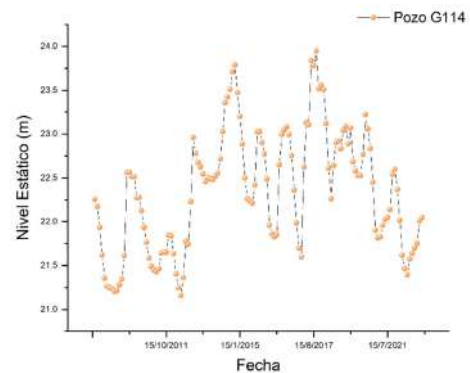


Fig. 7. Variación de nivel freático a escala mensual en el acuífero Pampeano - Pozo G114.

Tabla 1

Valores promedio de composición química y contenido isotópico en puntos de agua inventariados. Los isotopos estables están dados en ‰, los iones mayoritarios en mg/l y el pH sin unidades.

	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^2\text{H}$	Ca ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	Dureza	F ⁻
Laguna Malacara	1171.0	-3.3	-19.4	42.5	72.4	54.0	133.6	
Acuífero Medanoso	530.8	-5.4	-32.4	34.3	70.6	0	209.3	1.2
Acuífero Pampeano	1396.4	-5.1	-28.7	42.6	200.8	0	227.7	1.7
	HCO ₃ ⁻	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	NO ₃ ⁻	pH	SiO ₂	SO ₄ ²⁻
Laguna Malacara	364.0	5.0	10.0	130.0	22.5	8.3	15.3	27.0
Acuífero Medanoso	304.9	2.1	30.2	118.3	13.3	7.6	26.3	14.9
Acuífero Pampeano	605.8	11.3	35.2	255.2	75.8	7.7	23.1	46.3

LISTA DE REFERENCIAS

- Bocanegra E, Quiroz Londoño O, Grondona S, Martínez D (2022) Acuíferos Costeros Explotados Intensamente. Modelo Conceptual, Respuesta Hidrodinámica y Simulación Numérica del Acuífero se Mar del Plata. Revista Argentina de Hidrogeología (RAHI) 1(1), 59-77
- Calmbach L (1997) AquaChem computer code-version 3.7. 42. Waterloo, Ontario, Canada N2L, 3L3.
- Craig H (1961) Isotopic variations in meteoric waters. Science 133(3465), 1702-1703
- Gonfiantini R (1978) Standards for stable isotope measurements in natural compounds. Nature 271(5645), 534-536 doi:10.1038/271534a0.
- Hem J (1985) Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, vol 2254. Department of the Interior, US Geological Survey.
- Quiroz Londoño O, Martínez D, Massone H (2010) Las aguas subterráneas de Lobería Manual de manejo de barreras medanosas de la Provincia de Buenos Aires. EUDEM Mar del Plata, 117-128.