

LÍNEA BASE DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS ZONA FERRÍFERA DE VALENTINES - URUGUAY

Departamentos de Florida, Durazno y Treinta y Tres – Uruguay

Autores: Massa, Enrique¹; Pintos, V¹; Pena, S¹; Abelenda, E¹; Heinzen, W¹.

¹ Técnicos de la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) – Uruguay

E-mail: hidrogeologia@miem.gub.uy

RESUMEN

Uruguay dispone de una red de pozos para monitorear un área de potencial explotación de mineral de hierro en relación a la calidad de las aguas subterráneas, implementada por el servicio geológico de Uruguay, la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE).

Se estableció una “línea base” (2016) de niveles estáticos y parámetros físico- químicos en la Zona Ferrífera de Valentines (ZFV) que se ubica al Este de la cuenca baja del río Uruguay; llevándose catastradas 100 perforaciones en 1.200 km² de superficie.

La geología del área, se compone de 90 % de cuarcitas magnetito-anfibólicas, edad proterozoica (Bossi 1966; Hartman et al. 2001) aflorantes en la porción suroeste y centro; contiene acuíferos fisurados.

El 10% restante al NW, paraje Las Palmas, posee una cobertura de 30 metros de areniscas devónicas (Bossi 1966) que constituyen acuíferos de porosidad primaria.

En 53 perforaciones seleccionadas se midió nivel estático, Conductividad Eléctrica, pH, temperatura y alcalinidad; además se tomaron muestras para análisis físico – químicos de mayoritarios.

Los valores de pH son los esperados para aguas naturales subterráneas, excepto en los cerros Uría y Morochos, al SE del área, donde hay 2 medidas con valores básicos, y una con pH ácido en Capilla de Farruco, al NW.

Las medidas de Conductividad Eléctrica se encuentran en los rangos bajos y medio, naturales para las aguas subterráneas (hasta 2000 µS/cm). Se midieron valores máximos de 1.440 µS/cm en el paraje Puntas de Malbajar al centro y en el oeste del área. También, próximo a Cerro Chato en Ruta 7, se reportan valores del orden de los 900 µS/cm.

ABSTRACT

The National Directorate of Mining and Geology (DINAMIGE) started a work to establish a groundwater monitoring network in the ferriferous zone of Valentines, located in east-central Uruguay. This network comprises an approximate area of 1,200 km² and the main object was the determination of static levels and physicochemical groundwater conditions. These parameters were the information to construct the “base line” during 2016.

Valentines’s Formation (Bossi 1966; Hartman et al. 2001) contains quartzite magnetite-amphibolic with an approximate age of 2600 Ma. Northwestern zone, (Las Palmas locality), has a coverage of about 30 meters of sandstones from Cerrezuelo’s Formation (Bossi 1966), aged in early Devonian.

Static levels, electrical conductivity, pH, temperature and alkalinity were measured in situ at wellhead and also were taken samples for physicochemical analysis of monitoring in 53 wells selected.

Abnormal pH values for natural fresh water, occurs in Uria’s and Morocho’s Hill, where “alkalinity waters” were found (≈ 10 pH units). “Acid waters” were found near “Capilla de Farruco” village, which values near the 6 pH units.

Values of electrical conductivity were in the low and middle range for the main whole study area, although the highest values were found in Puntas de Malbajar locality (≈ 1450 $\mu\text{S}/\text{cm}$) and near “Cerro Chato” town (≈ 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

INTRODUCCION

En el año 2015 la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) instaló una red de monitoreo de aguas subterráneas referida a los niveles estáticos y calidad físico - química en la Zona Ferrífera de Valentines (ZFV). Esta red se extiende en un área de 1.200 km² (Figura 1) con 100 puntos catastrados de monitoreo y toma de medidas semestrales en el orden del 50% de los puntos.

Esta zona de potencial explotación de hierro fue objeto de evaluaciones estatales con asistencia de Naciones Unidas en la década de 1960, y en años recientes (2006 – 2014) por la empresa Zamin Ferrous – Proyecto Aratirí.

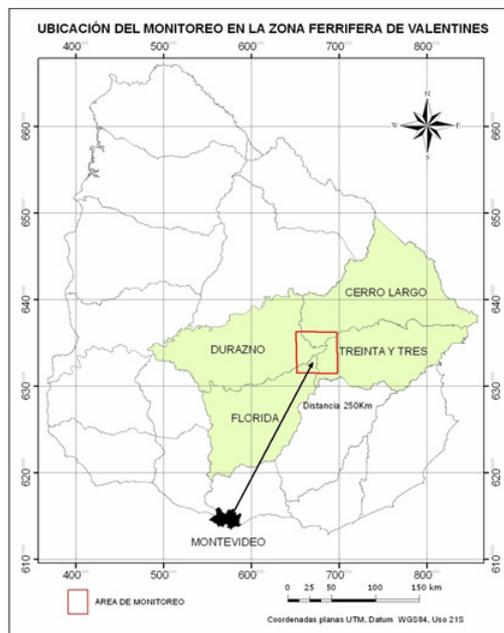


FIGURA 1 – MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA FERRÍFERA DE VALENTINES

GEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

Geología

En Uruguay, la potencial explotación de hierro y su zona ambiental de influencia se emplaza al este de la cuenca baja del río Uruguay, ocupando parte de los departamentos de Durazno, Florida y Treinta y Tres con una superficie de unos 1.200 km²

La existencia de rocas con contenido de hierro fue reconocida por Mastrander (1916), Walther (1932), Mac Millan (1933), y Serra (1944). Bossi (1966) definió como Formación Valentines al conjunto litológico integrado por piroxenitas, cuarcitas con magnetita y augita, y gneises con

oligoclasa. Hartmann et al. (2001) y Bossi & Ferrando (2001) le asignan el nombre de Complejo Granulítico Valentines, constituido por rocas metamórficas de alto grado (gneises, anfibolitas, BIF, granitoides y chert).

Desde el punto de vista del mapeo geológico, las unidades aflorantes corresponden a la Formación Valentines situada en la porción sureste y centro del área de interés, mientras que en la zona noroeste, hacia Ruta N° 6, conocida como paraje Las Palmas, presenta una cobertura del orden de 30 metros de areniscas de la Formación Cerrezuelo (Bossi 1966) de edad Devónico Inferior. Esta formación de origen fluvial y de una antigüedad de 350 Ma, está constituida por areniscas finas y medias de selección variable, arcillosas, micáceas, masivas o con estratificación cruzada, de color gris o rojo.

Aguas subterráneas

La zona posee dos unidades hidrogeológicas diferentes; la primera ocupa el 90% y está constituida por acuíferos fisurados paleo y neoproterozoicos. El 10% restante lo ocupa la Formación Cerrezuelo, suprayacente a la anterior y se trata de areniscas de unos 30 metros de espesor y de edad Devónico Inferior en el paraje Las Palmas al noroeste de la zona.

La productividad de los acuíferos fisurados es baja, siendo los caudales específicos en el entorno de 1.0 m³/h/m y el residuo seco del orden de los 500 mg/L.

En tanto, los acuíferos sedimentarios tienen caudales específicos del entorno de 1.50 m³/h/m y valores de residuo seco del orden de los 800 mg/L (Figura 2).

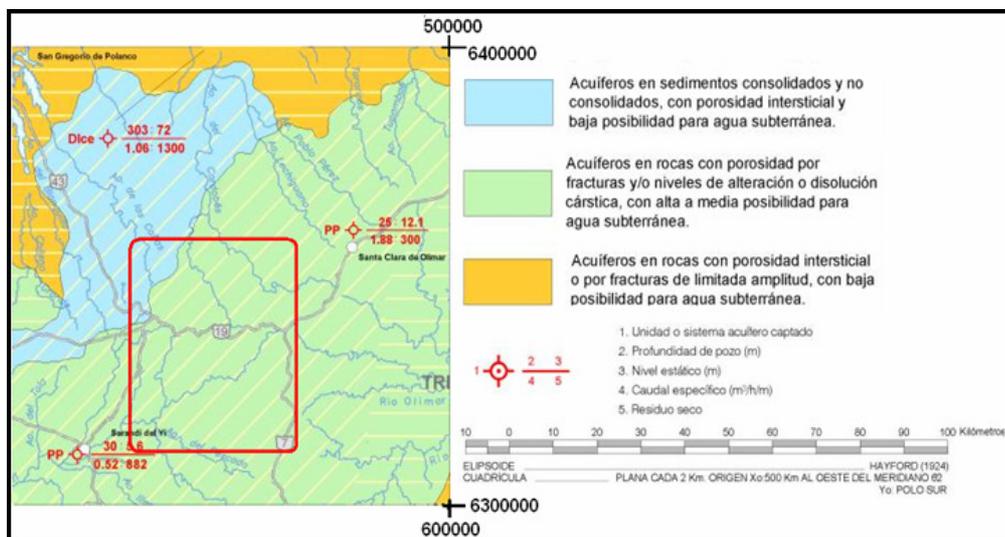


FIGURA 2 – CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA REGIONAL DE LA ZONA FERRÍFERA DE VALENTINES (DETALLE DEL MAPA HIDROGEOLÓGICO DEL URUGUAY, DINAMIGE, 2003)

METODOLOGIA DE TRABAJO

Desde 2014 se realizaron campañas de reconocimiento, ubicación de pozos basados en la red del Proyecto Aratirí e incorporado perforaciones de establecimientos rurales. Se midieron a boca de pozo el nivel estático, la conductividad eléctrica, pH, temperatura y alcalinidad. Se seleccionaron y consideraron para este trabajo 53 perforaciones, lo que representa para el área monitoreada una densidad de 1 pozo cada 22 Km². Se tomaron, además, muestras para análisis físico –químicos de elementos mayores, excluyéndose análisis microbiológicos y de agroquímicos.

Con la información obtenida de campo se elaboraron mapas de rango para visualizar diferentes parámetros. En el trabajo se exponen los correspondientes a los mapas de pH y Conductividad Eléctrica con información hasta abril de 2016, que conforman parte de la “línea base” medida e interpretada para la zona de potencial explotación minera y su área ambiental de influencia.

Mapa de rango de pH

Se propone un modelo de rango (Figura 2) a partir de los valores de pH medidos en campo para caracterizar zonas de mayor acidez o basicidad de las aguas subterráneas del lugar.

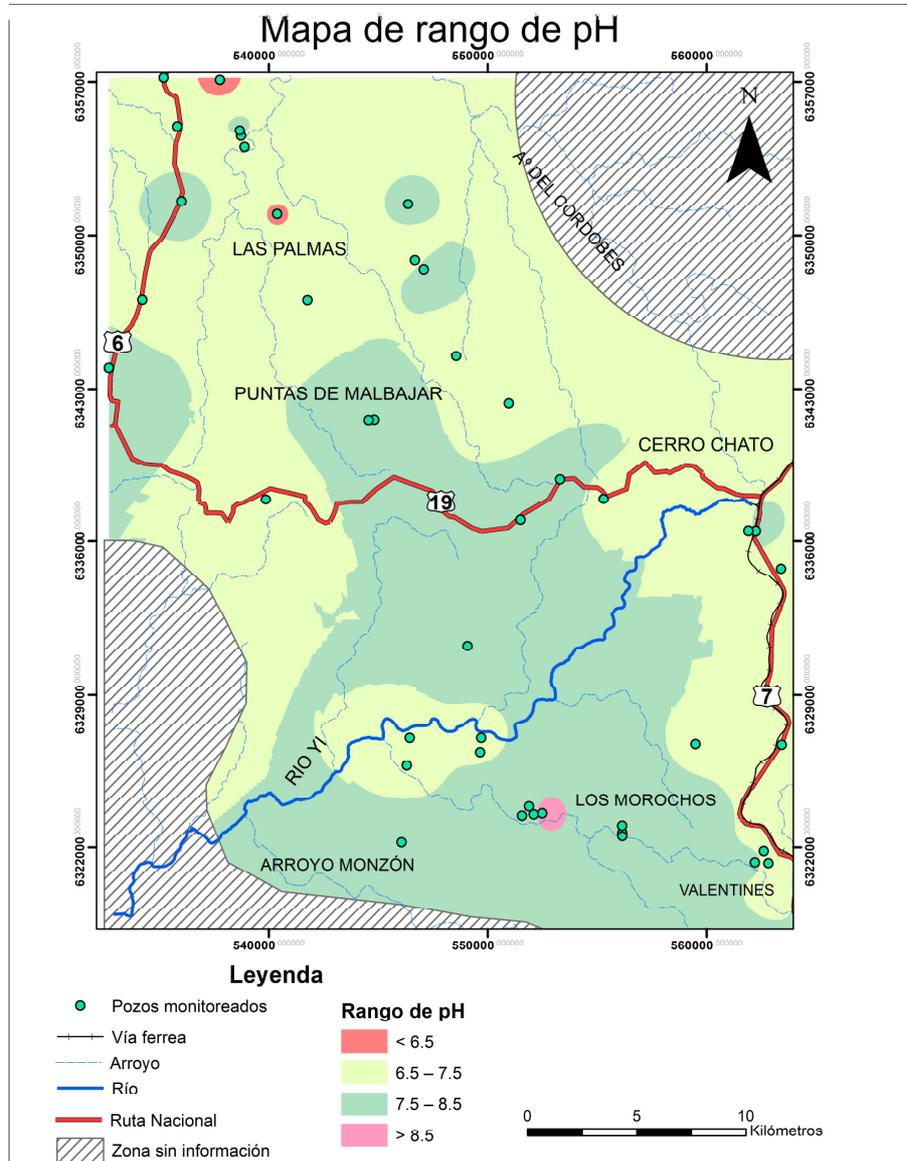


FIGURA 2 - MAPA DE RANGO DE PH EN AGUA SUBTERRÁNEA

Los valores de pH son los esperados para aguas naturales subterráneas (6,5-8,0), excepto en los cerros Uría y Morochos, al SE del área donde hay 2 medidas con valores básicos; una de 10,2 (pozo #38) y otra de 9,2 (pozo #27), y una de pH 5,8 –ácido- en Ruta N° 6, próximo a Capilla de Farruco al NW de la zona (pozo # 81)

Mapa de rango de conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica de las aguas subterráneas es un indicador indirecto del contenido de sólidos disueltos y está vinculada a la concentración de sales naturales o compuestos de origen antrópico. Los resultados modelados son en condiciones actuales (2016) sin explotación minera y baja intervención humana (ganadería extensiva en campo natural, con siembra de algunas praderas, áreas forestadas, escasos establecimientos agropecuarios y el núcleo poblado de Cerro Chato con 3.000 habitantes).

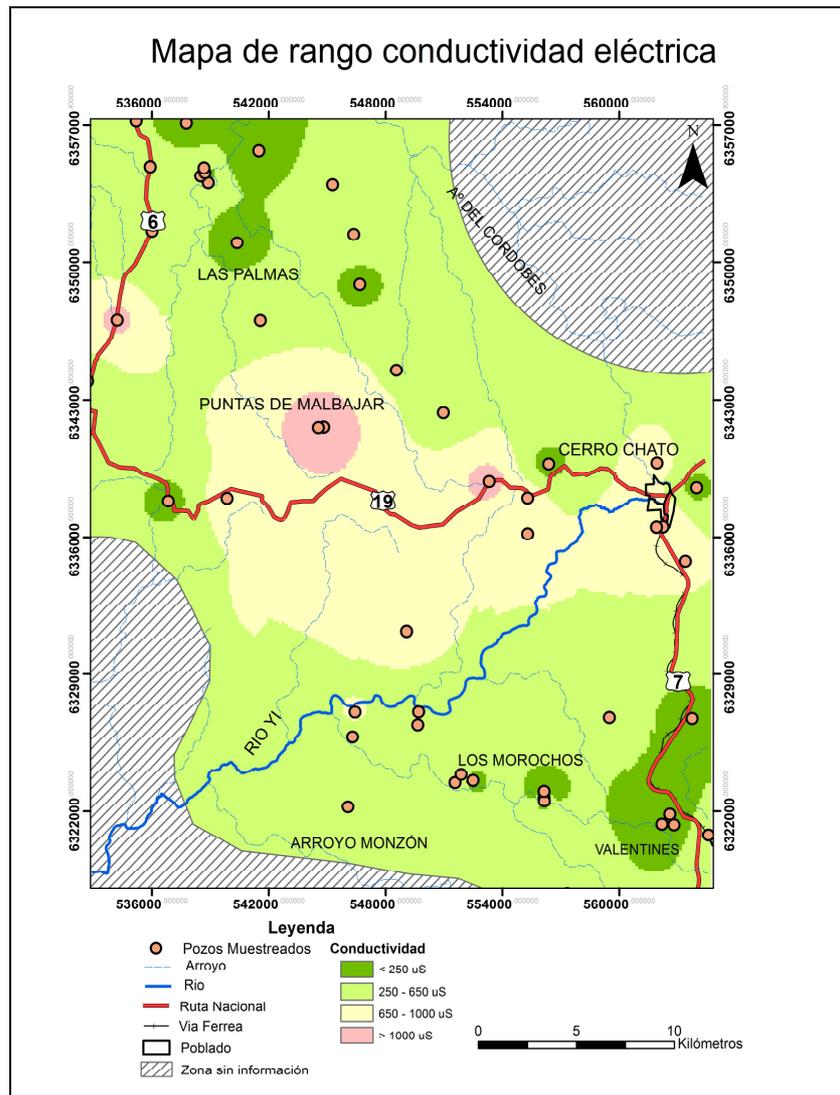


FIGURA 3 - MAPA DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN AGUA SUBTERRÁNEA

Los registros de Conductividad Eléctrica básicamente se encuentran en los rangos bajo y medio para las aguas subterráneas naturales (200 – 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Los valores máximos reportados en los pozos monitoreados fueron de 1440 y 1180 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (pozos 11 y 17) en Puntas de Malbajar -al centro del área (camino a Las Palmas y camino Taperas de Oribe)-, y sobre ruta N° 6 (pozo # 73), con un valor de 1.084 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Finalmente, al E, sobre Ruta 7 y en el ejido de Cerro Chato, se reportan valores de 860 y 978 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (pozos # 1 y # 53).

CONCLUSIONES

- Instalación de una red de monitoreo de aguas subterráneas en la Zona Ferrífera de Valentines y su área de influencia con 100 pozos catastrados en 1.200 km² de superficie.
- Establecimiento de la “línea – base” al estado actual (2016) de las aguas subterráneas, seleccionando un 50% de los pozos como puntos de medición de parámetros a boca de pozo y extracción de muestras para análisis físico – químicos de elementos mayores.
- Los valores de pH son los esperados para aguas naturales subterráneas (6,5-8,0), excepto en los cerros Uría y Morochos, al SE del área, donde hay 2 medidas con valores básicos, una de 10,2 (pozo #38) y otra de 9,2 (pozo #27) y una con pH ácido (5,8) en Ruta N° 6, Capilla de Farruco, al NW (pozo # 81)
- Los registros de conductividad eléctrica se encuentran en los rangos bajo y medio naturales en los pozos monitoreados (200 – 2000 µS/cm), hallándose valores superiores a 1.000 µS, pero dentro de los rangos naturales, en Puntas de Malbajar -al centro del área (camino a Las Palmas y camino Taperas de Oribe)-, con valores de 1440 y 1180 µS/cm (pozos 11 y 17), en Ruta 6, pozo # 73, con valor de 1.084 µS/cm. Finalmente, al E, sobre Ruta 7 en el ejido de Cerro Chato, se reportan valores de 860 y 978 µS/cm (pozos # 1 y # 53).-

Referencias bibliográficas

Bossi, J. y Gaucher, C., Capítulo 7 “Formación Valentines”, pgs 171 -189 in “Geología del Uruguay” Bossi, J. y Gaucher, C. editores tomo 1: Predevónico. Impresora Polo, edición de la Universidad de la República, Facultad de Ciencias. Montevideo, 2014.

Custodio. E y Llamas M. (1976). Hidrología Subterránea. Barcelona: Ediciones Omega S.A.

Dirección Nacional de Minería y Geología (1985) Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000 y memoria explicativa”. Preciozzi, Fernando et al, Montevideo: DINAMIGE, 1985. Disponible en <http://www.dinamige.gub.uy/publicaciones-y-estadisticas/geologia> , y en soporte papel

Empresa Zamin Ferrous (2011) <https://www.aratiri.com.uy/sustentabilidad/eias-original-entregado-en-octubre-de-2011/>; Fuente: Anexo III E-I Geología y Geomorfología del EIA de Minera Aratiri SA

Feitosa, Fernando. Hidrogeologia: conceitos e aplicaçoes/ organizaçao e coordenaçao científica. Feitosa et al. 3ª ed. rev e ampl. – Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812 p.

Mapa hidrogeológico del Uruguay a escala 1:1.000.000; DINAMIGE; Año 2003; Disponible en <http://www.dinamige.gub.uy/publicaciones-y-estadisticas/geologia> , y en soporte papel

Obras Sanitarias del Estado (2006). Norma interna de calidad de agua potable de la Administración de las Obras Sanitarias del Estado. http://www.ose.com.uy/descargas/reclutamiento/norma_interna_de_calidad_agua_potable_de_OSE.pdf

PNUD (1976) “Asistencia en exploración minera: conclusiones y recomendaciones del proyecto”. Nueva York: ONU, 1976. Disponible en Biblioteca de DINAMIGE, ubicación física 98.

Visualizador Geológico Minero en Sistema de Información Geográfica de DINAMIGE. <http://www.miem.gub.uy/web/mineria-y-geologia/sistema-de-informacion-geografica>

WMO-Nº 168 Guide to hydrological practice, Fifth edition 1994 – Data acquisition & processing, analysis, forecasting & other applications” – Chapter 20-Design and evaluation of hydrological networks. <http://www.slideshare.net/indiawrm/guide-to-hydrological-practices-data-acquisition-and-processing-analysis-forecasting-and-other-applications-wmono168-fifth-edition-1994>

Agradecimientos

Empresa Zamin Ferrous por aportar a la red de monitoreo sus pozos piezómetros e información complementaria.

Productores rurales por permitir el acceso a sus pozos particulares, medir y extraer muestras de agua.

Lic. Ana Rebellato, de Biblioteca de DINAMIGE, por el ordenamiento y formato de las fuentes de información