

Estudios en las aguas subterráneas de la Región Hidrográfica del Río Uruguay

MSc. Ing. Julián Ramos

Prof. Departamento del Agua
CENUR Litoral Norte, Salto, Uruguay

Ing. Armando Borrero

Prof. Departamento del Agua
CENUR Litoral Norte, Salto, Uruguay

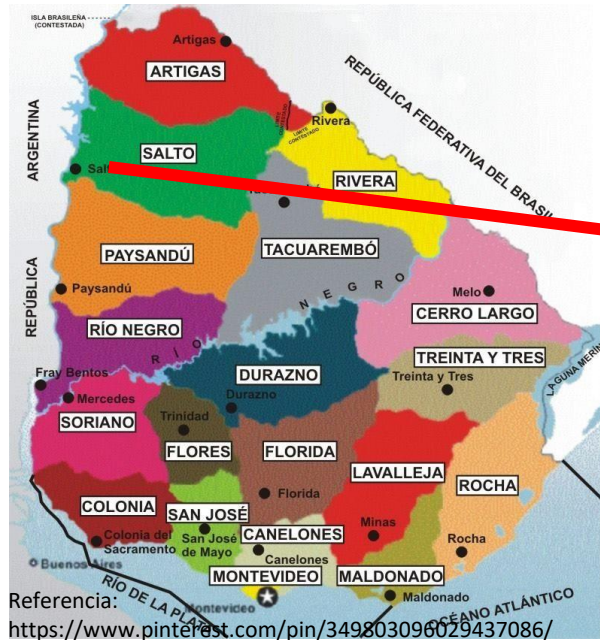


CENUR
Litoral Norte
Salto





Referencia: https://www.ecured.cu/Am%C3%A9rica_Latina



Referencia: <https://www.pinterest.com/pin/349803096029437086/>



<http://agua.unorte.edu.uy/>

Proyecto financiado por el Fondo María Viñas Agencia Nacional de Investigación e Innovación de Uruguay

Redi

[Colecciones en REDI](#) ▾

[Ingresar a REDI](#)

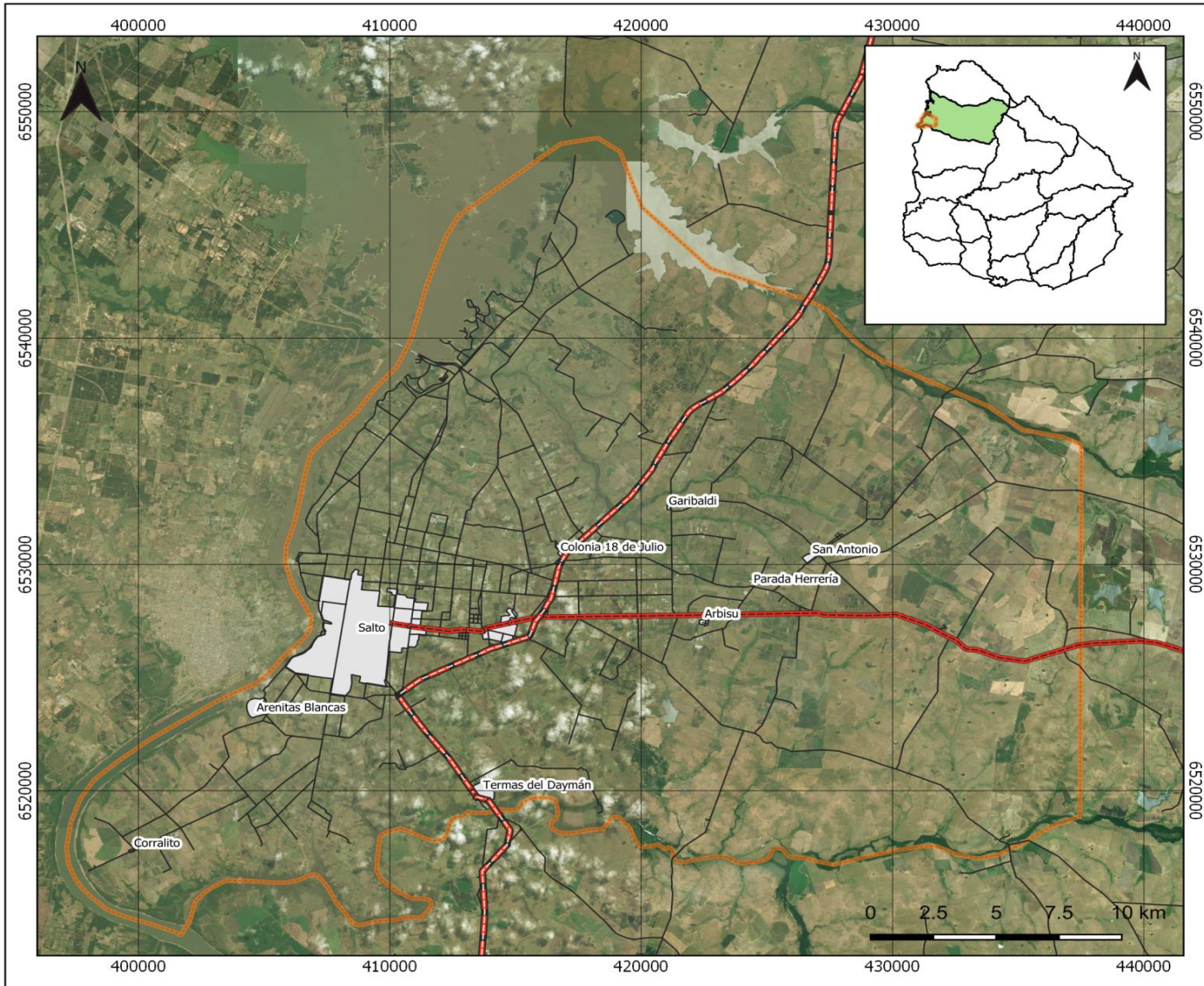
Título :

**Informe final del proyecto: Hacia una Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en
Sistemas Hidrológicos Altamente Antropizados: Arroyo San Antonio - Acuífero Salto/Arapey**

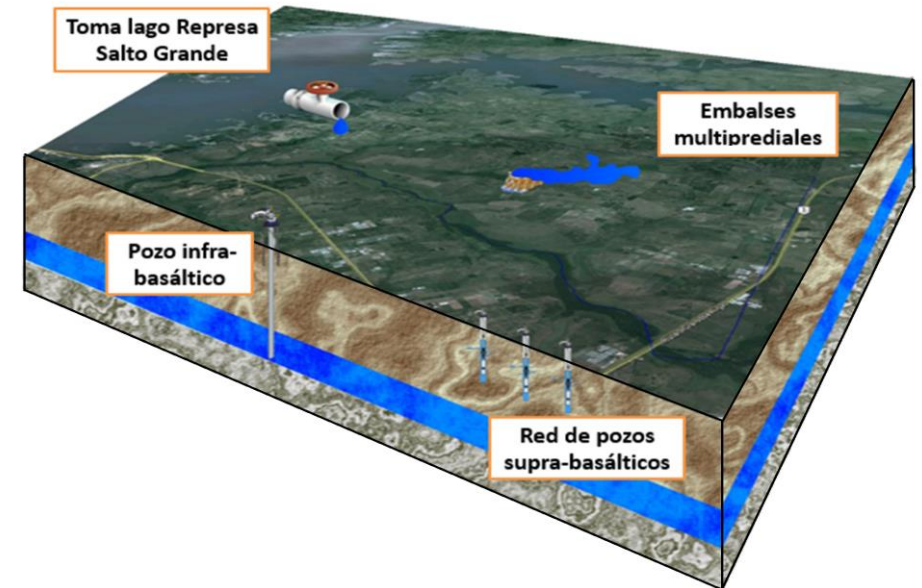
Autor(es) :

Campet, Hugo
Ferrizo Toledo, Héctor Gustavo
Abre, Paulina
Bessone Martínez, Lucas Carmelo
Abelenda, Esteban
Borrero Hernandez, Armando Alexis
Da Rocha, Sofia
Beltramelli Gula, Marcos Osvaldo
Navas, Rafael
De Souza Ibarra, Stefani Romina
Gaye Dutra, Martin
Erasun, Vanessa
Banega Grassi, Pablo Rafael
Blanco Gaucher, Gonzalo Homero
Dubosc, Guillermo
Alvareda Migliaro, Elena Maria
Sapriza Azuri, Gonzalo
Saracho Poses, Andrés
Russo Ganón, Paola
Gamazo Rusnac, Pablo Andrés
Blanco, Carlos Nicolas

Características del área

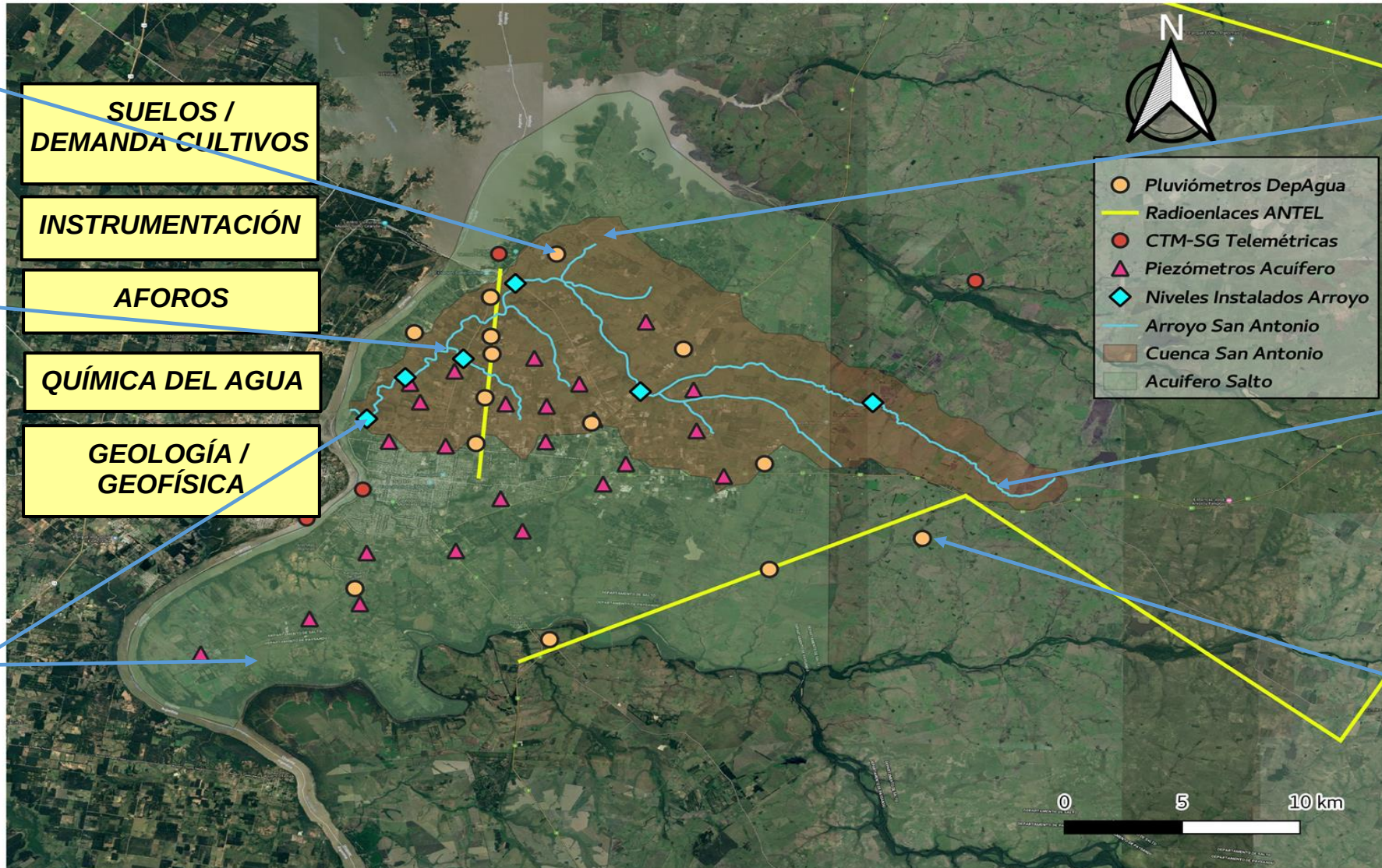


El sistema hidrológico Arroyo San Antonio - Acuífero Salto/Arapey (650 km²) se encuentra en una zona altamente antropizada.

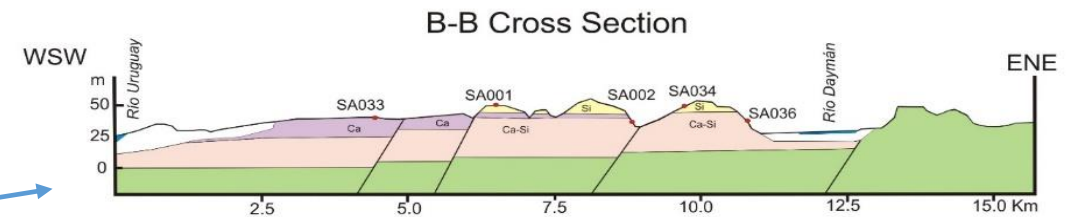
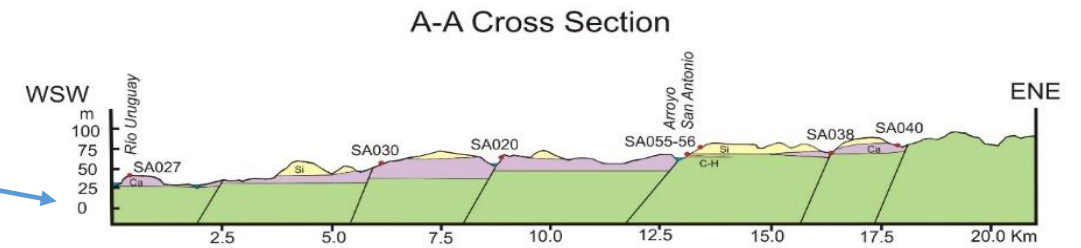
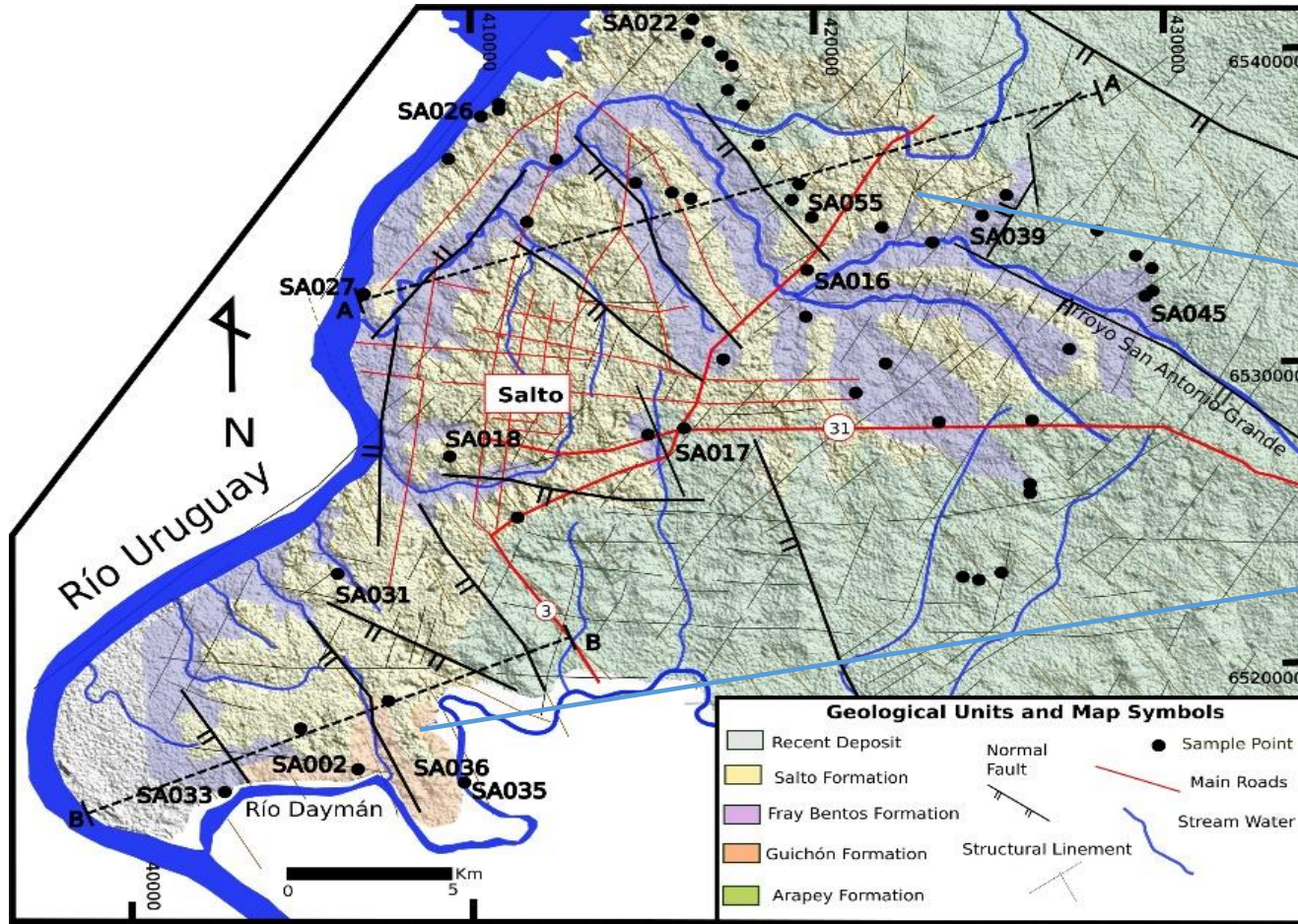


Los usos del agua en el sistema hidrológico considerado son muy diversos, los principales usos son riego, abastecimiento de agua potable, control de heladas, abrevadero de ganado y recreacional. La demanda de agua en la zona es cubierta a partir de tomas de agua directa del Arroyo San Antonio y sus afluentes, represas/tajamares y perforaciones de agua subterránea en

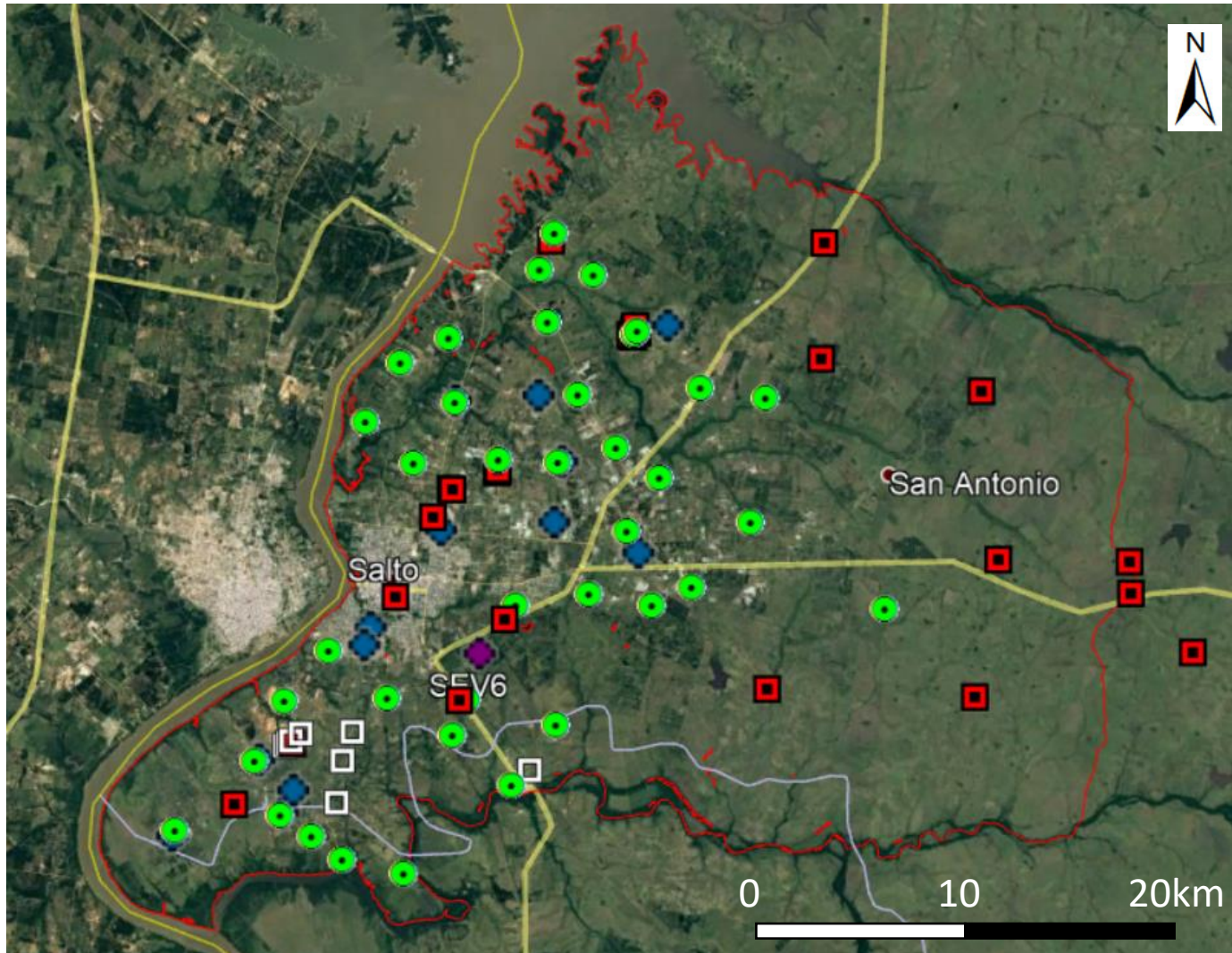
Estudio multidisciplinario






Actualización Carta Geológica

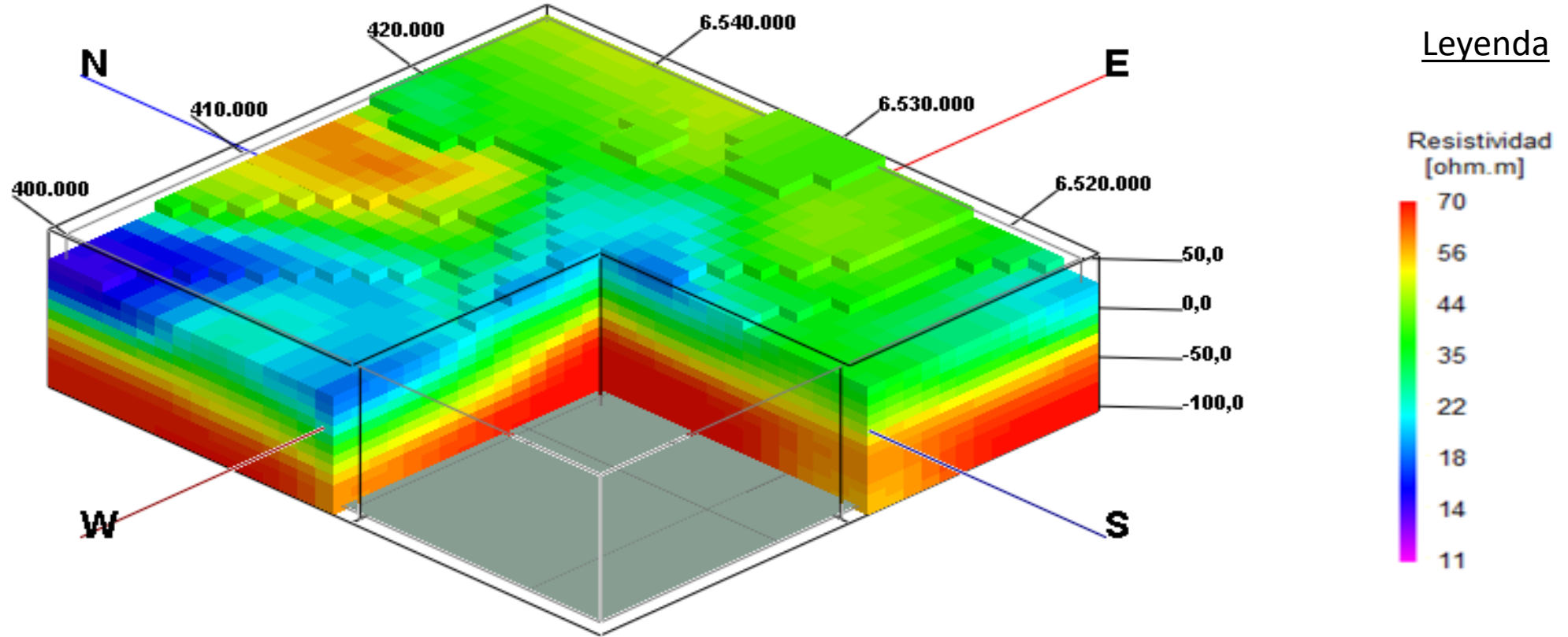


Sitios estudiados



-  ERT
-  SAMT
-  SEV
-  TDEM

Modelo geoelectrico en 3D



https://www.researchgate.net/publication/322505359_Caracterizacion_Geoelectrica_de_un_sector_de_los_Acuiferos_Salto_y_Arapey_mediante_el_empleo_de_SEV_y_sondeos_audiomagnetoteluricos

Modelo Matemático del sistema

DESARROLLO DE MODELOS CONCEPTUAL Y GEOLÓGICO

Para la construcción de los modelos se utilizó el software **Groundwater Modeling System** (GMS, Gurwin, & Lubczynski 2005; Izady et al. 2014) de la compañía Aquaveo en la versión 10.3.6.

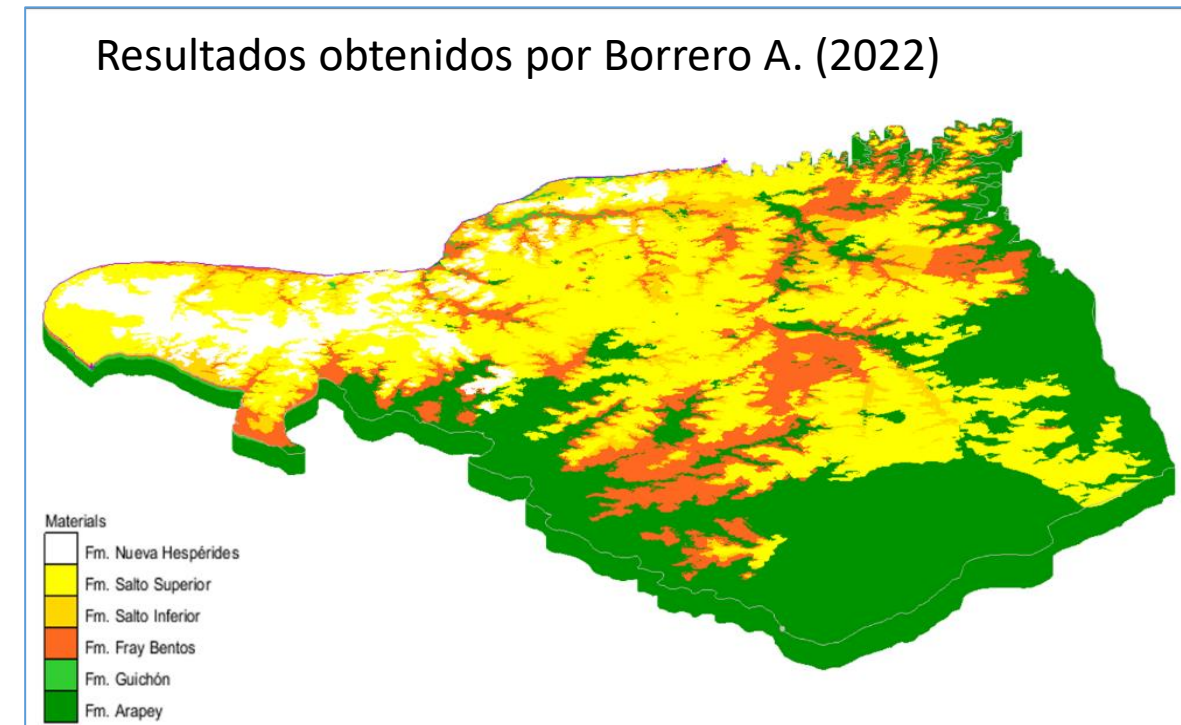
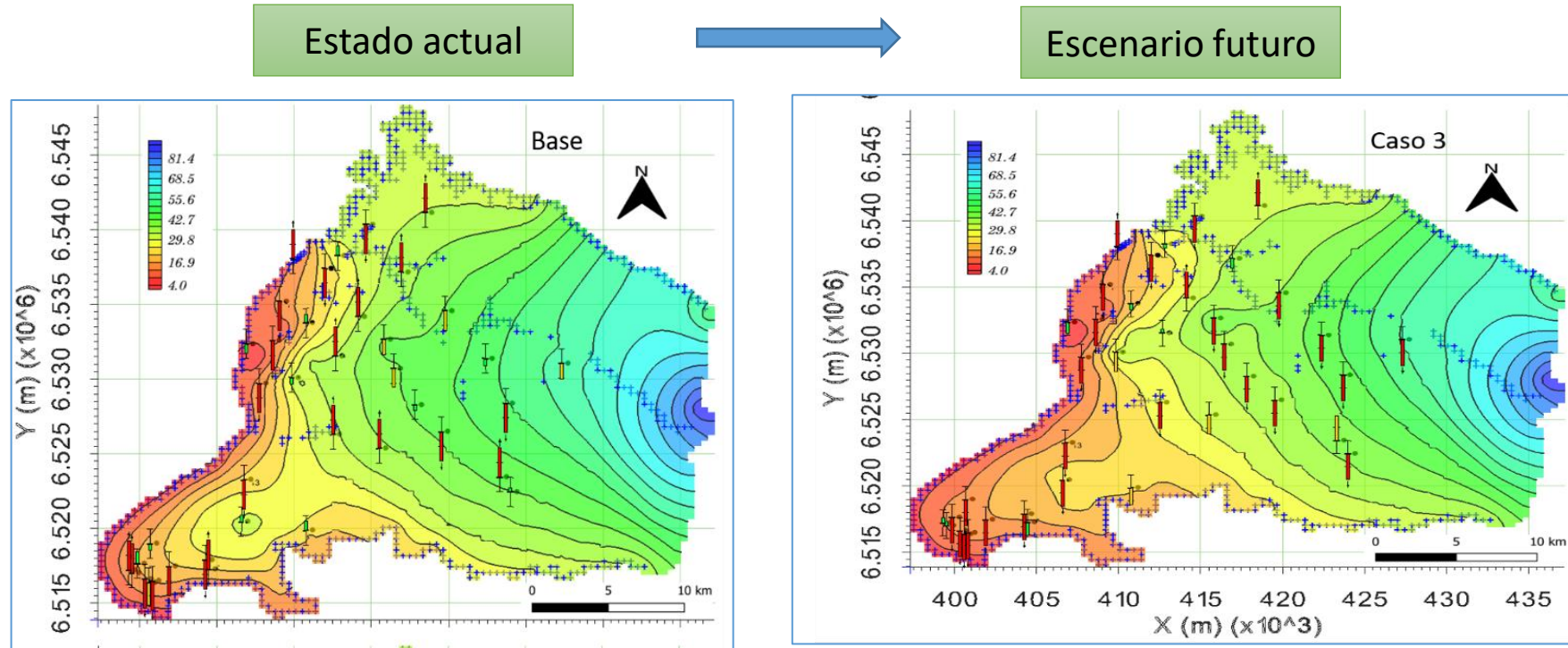


Fig. 5 – Representación 3D de las formaciones del SASA

Modelo Matemático del sistema



Resultados obtenidos por Borrero A. (2022)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvareda, E., Lucas, C., Paradiso, M., Piperno, A., Gamazo, P., Erasun, V., ... & de Mello, F. T. (2020). Water quality evaluation of two urban streams in Northwest Uruguay: are national regulations for urban stream quality sufficient?. *Environmental monitoring and assessment*, 192(10), 1-22.

Departamento del Agua, Cenur Litoral Norte sede Salto, Sitio web: agua.unorte.edu.uy.

Gamazo, P., Victoria, M., Schijven, J. F., **Alvareda, E.**, Tort, L. F. L., Ramos, J., ... & Colina, R. (2018). Evaluation of bacterial contamination as an Indicator of viral contamination in a sedimentary aquifer in Uruguay. *Food and environmental virology*, 10(3), 305-315.

Gamazo, P., Victoria, M., Schijven, J. F., **Alvareda, E.**, Tort, L. F. L., Ramos, J., ... & Colina, R. (2020). Modeling the Transport of Human Rotavirus and Norovirus in Standardized and in Natural Soil Matrix-Water Systems. *Food and environmental virology*, 12(1), 58-67.

Hasan S.E. (2021). Medical Geology, *Enciclopedia de Geología*, 684–702. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7241403/>, acceso 16/07/2021.

Salvo, M., Azambuya, J., Baccardatz, N., Moriondo, A., Blanco, R., Martinez, M., **Alvareda E.** & Victoria, M. (2022). One-Year Surveillance of SARS-CoV-2 and Rotavirus in Water Matrices from a Hot Spring Area. *Food and environmental virology*, 1-9.

Salvo, M., Moller, A., **Alvareda, E.**, Gamazo, P., Colina, R., & Victoria, M. (2021). Evaluation of low-cost viral concentration methods in wastewaters: Implications for SARS-CoV-2 pandemic surveillances. *Journal of Virological Methods*, 297, 114249.

Wu, R., **Alvareda, E. M.**, Polya, D. A., Blanco, G., & Gamazo, P. (2021). Distribution of Groundwater Arsenic in Uruguay Using Hybrid Machine Learning and Expert System Approaches. *Water*, 13(4), 527.

GESTIÓN AMBIENTAL DEL SISTEMA ACUÍFERO MERCEDES (SAM)

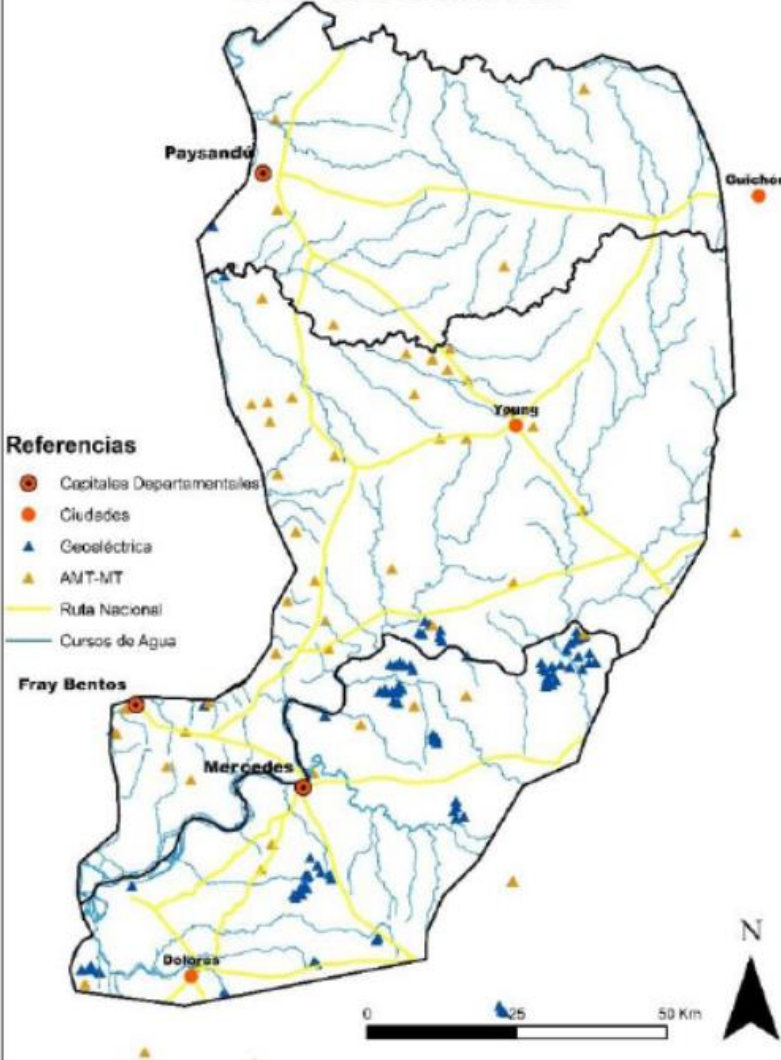


Fondo Conjunto de Cooperación México-Uruguay
Montevideo, Uruguay, Febrero 2017

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

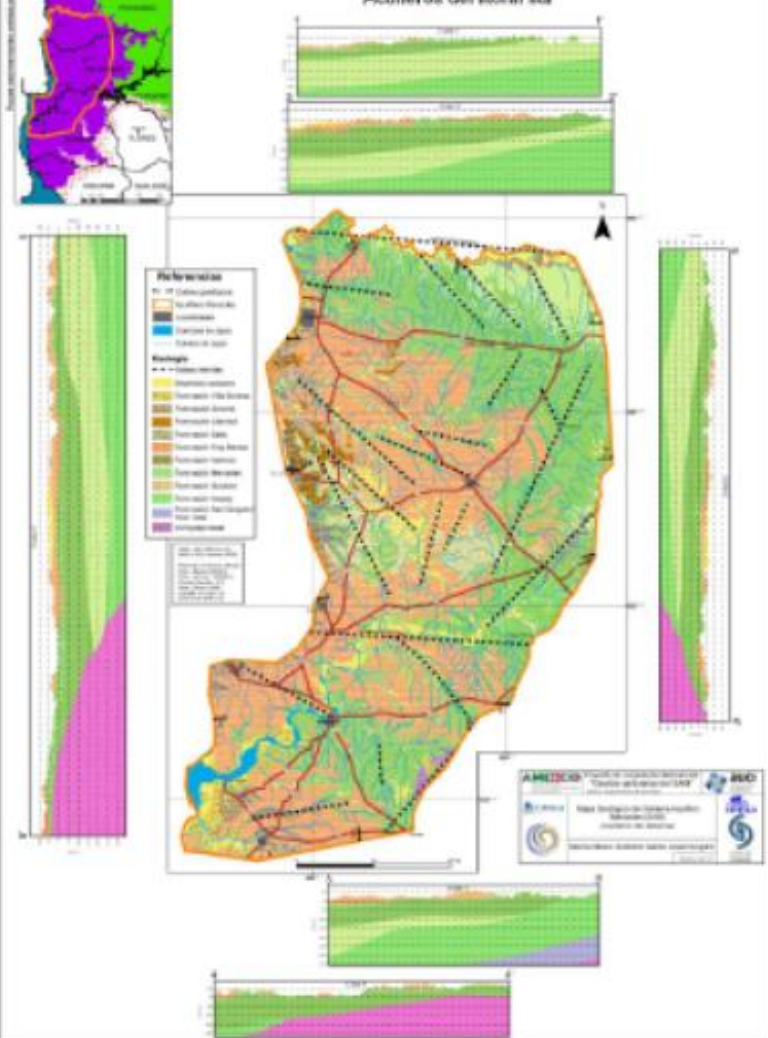
	<p>M. Sc. Ing. Jorge de los Santos Ing. Agustín Menta Ing. Manuel Giménez Ing. Alfonso Flaquer Dr. en Geol. Marcos Musso M. Sc. Ing. Julián Ramos Bach. en Geol. Santiago Ford Bach. en Ing. Javier Gregorio Lic. en Geol. Guillermo García Ing. Claudia Bessouat</p>
	<p>Dra. Graciela Herrera Zamarrón Dr. Guillermo Hernández García Dr. Fernando Corbo Camargo M. I. Leticia Becerra Soriano</p>

Geofísica

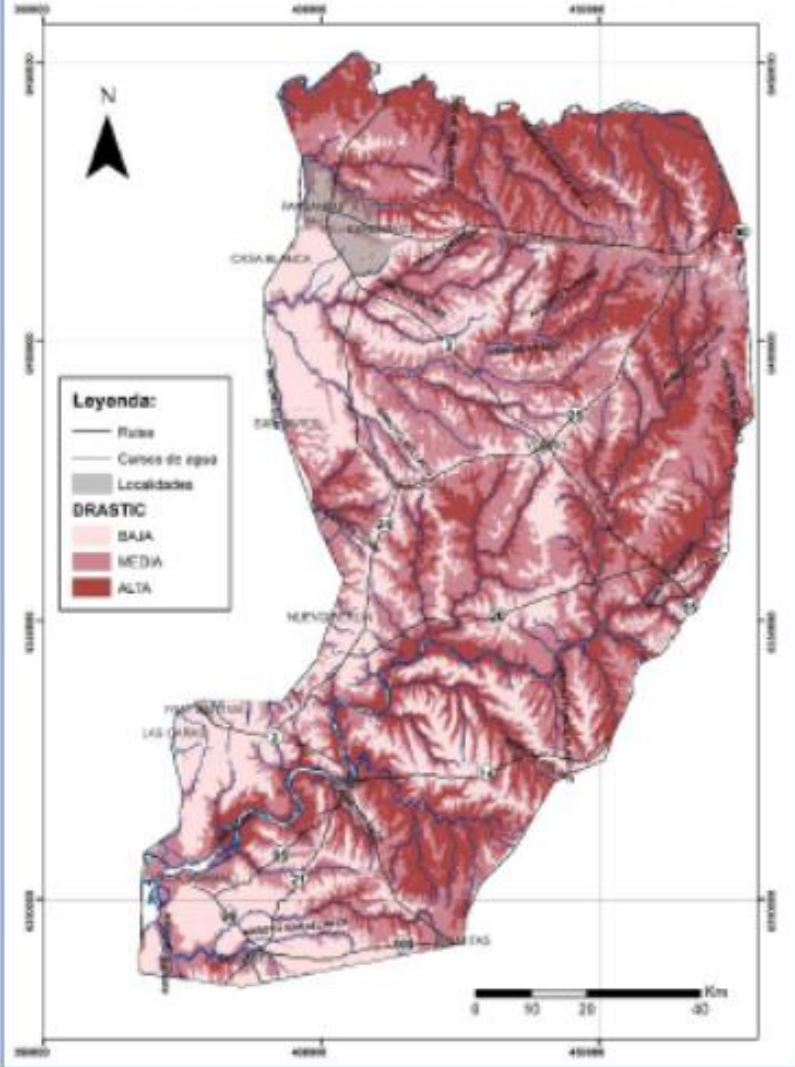


- Referencias**
- Capitales Departamentales
 - Ciudades
 - ▲ Geoelectrica
 - ▲ AMT-MT
 - Ruta Nacional
 - Cursos de Agua

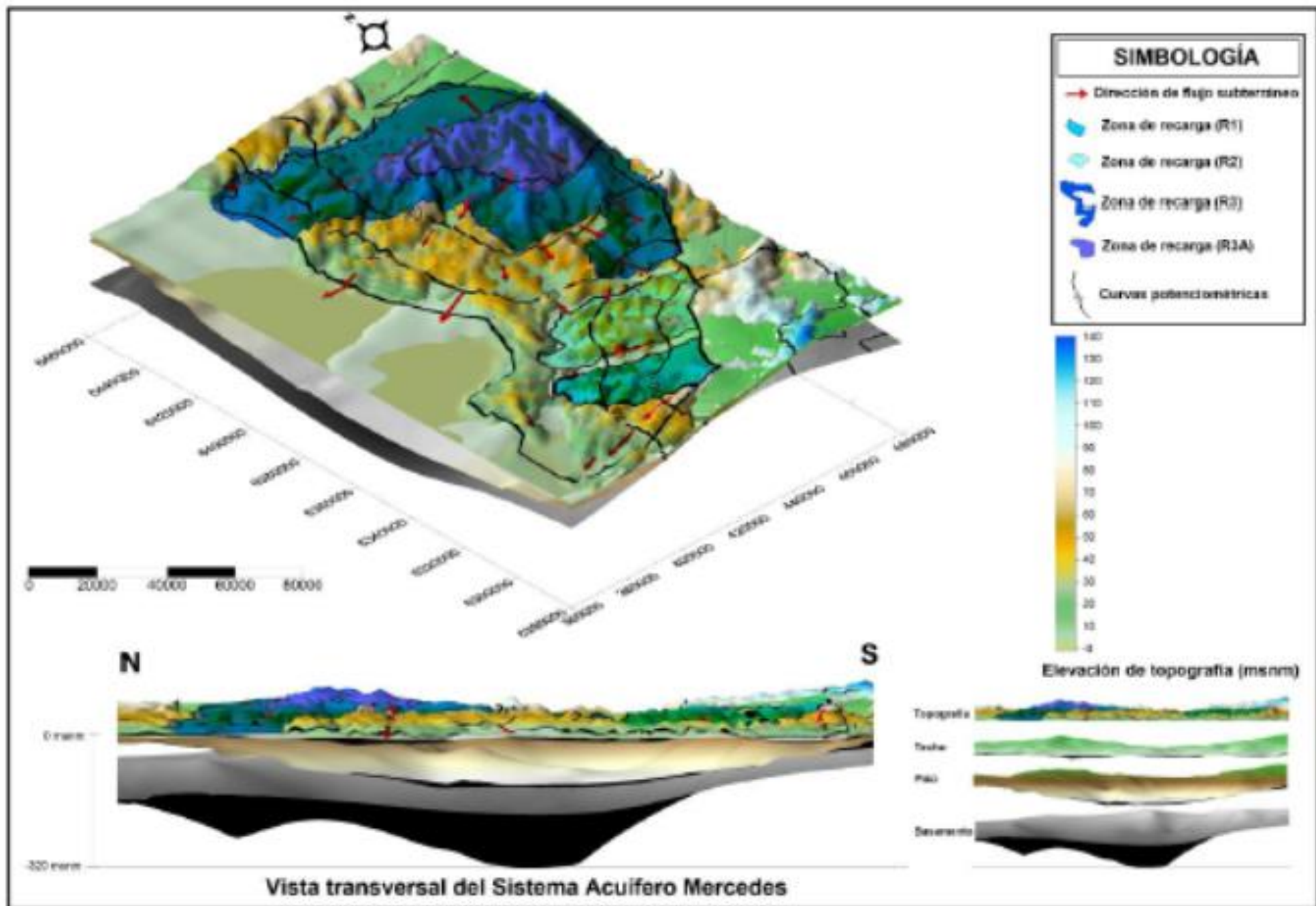
Sistema Acuífero Mercedes . Mapa Geológico



Carta de Vulnerabilidad a la contaminación del SAM

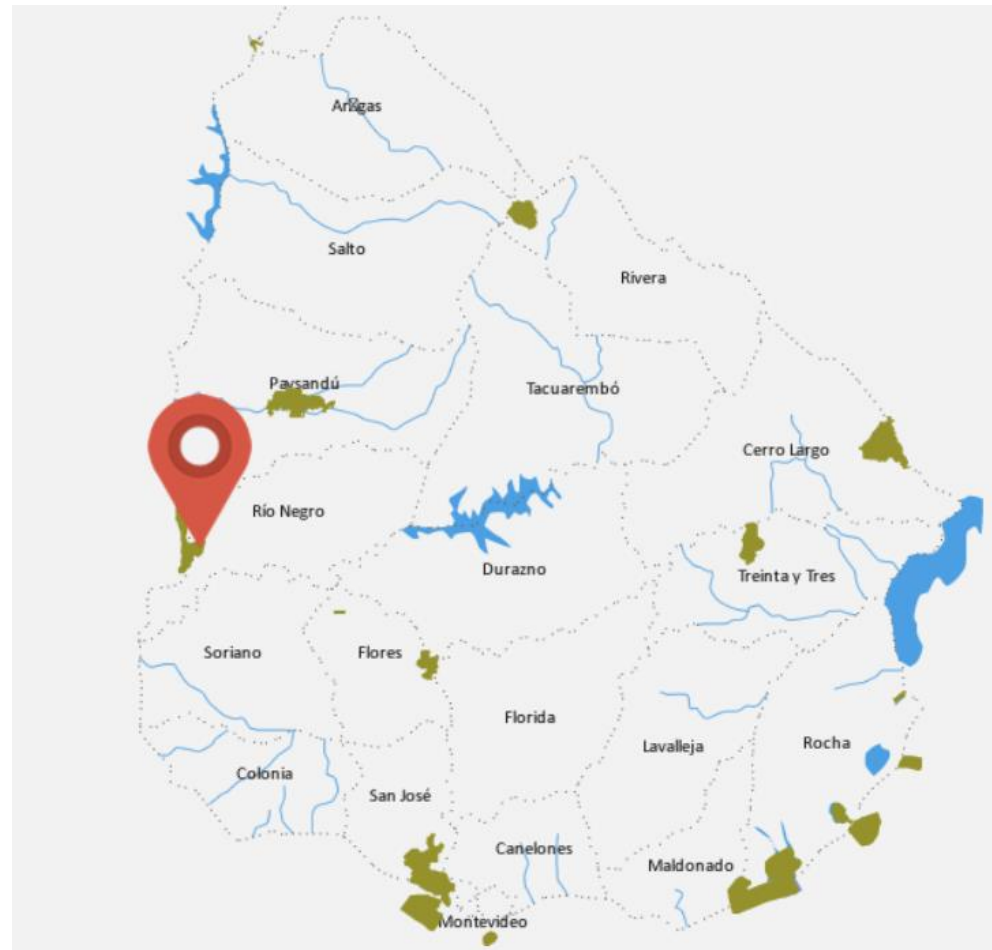


- Leyenda:**
- Rutas
 - Cursos de agua
 - Localidades
- DRASTIC**
- BAJA
 - MEDIA
 - ALTA



Caso de estudio

Parque Nacional Esteros de Farrapos

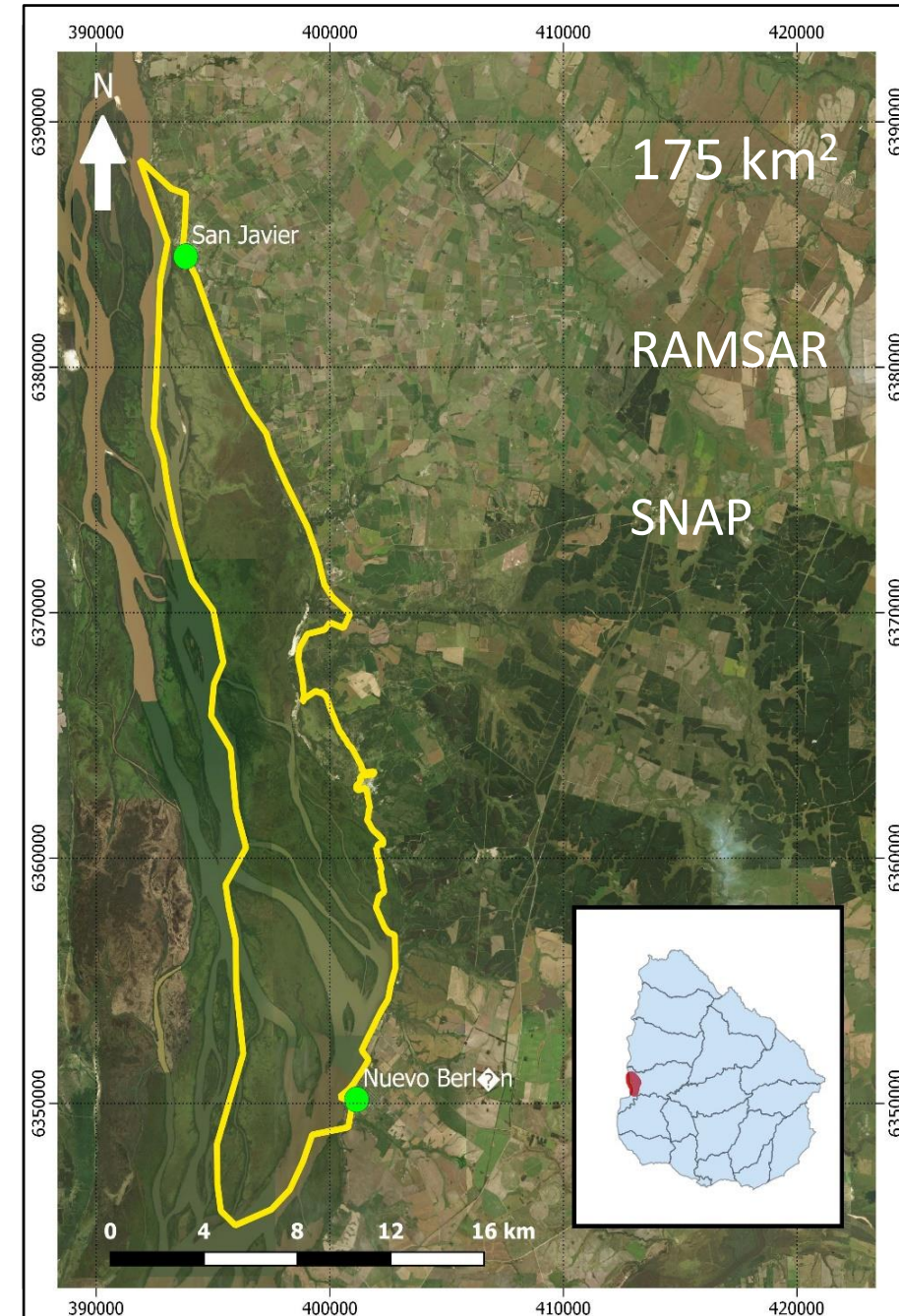


Fuente:



Contexto

- El Parque Nacional Esteros de Farrapos (PNEF) es una de las 17 Áreas Naturales Protegidas del Uruguay.
- Cuenca superficial del PNEF abarca 448 km² – Zona de estudio.
- Alberga uno de los humedales de mayor extensión (175 km²) y biodiversidad del país.
- Plan de conservación del humedal (DINAMA, 2014) no incluye estudio hidrogeológico exhaustivo.
- No existe un modelo conceptual, ni estudios hidrogeoquímicos e isotópicos antecedentes.
- No se conocía, ni se había visualizado como importante la vinculación entre el agua subterránea, el humedal y el ecosistema que sostiene.



Preguntas de investigación

¿Cuál es el modelo conceptual del sistema hidrológico – hidrogeológico de la cuenca del PNEF?

¿Existe aporte de agua subterránea a los cursos de agua superficiales que aportan a los esteros?

¿Existe aporte de agua subterránea directamente a los humedales?

En caso de existir aportes, ¿cuál es su origen?, ¿cuál(es) componente(s) del sistema aporta(n) agua al humedal?



Estudios Antecedentes

- Gestión Ambiental del Sistema Acuífero Mercedes (SAM). 2017.



- Diplomatura de especialización en Hidrología Subterránea. UDELAR. (2019)

- Agustín Menta
- Alfonso Flaquer
- Manuel Giménez
- Guillermo Hernández



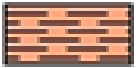



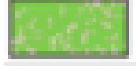
- Tesis de Maestría de Manuel Giménez. UNAM (2022). “Modelo conceptual del comportamiento hidrogeoquímico e isotópico de los Esteros de Farrapos: aportes para la identificación de la posible interacción entre humedal y acuífero”

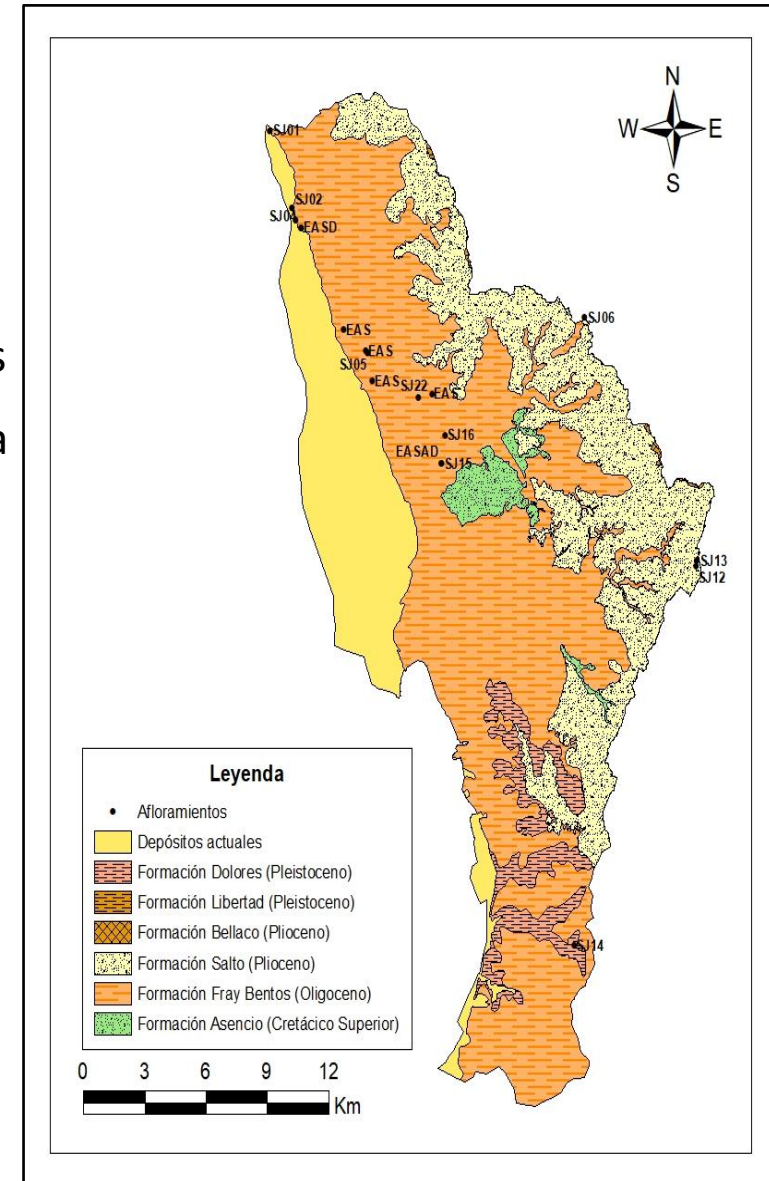


- En Desarrollo Tesis de Maestría del Ing. Geólogo Armando Borrero. PEDECIBA Geociencias. “Caracterización Petrográfica, Geoquímica y Geofísica de las unidades Cretácicas y Cenozoicas del sector sur de la Cuenca Litoral”.



Marco Geológico – Tesis de Maestría

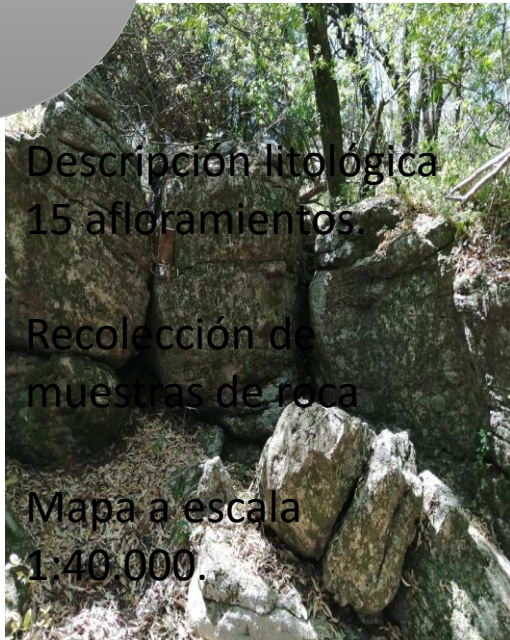
-  Fm. Dolores (Pleistoceno) → Pelitas y areniscas marrones a verde-grisáceas
-  Fm. Salto (Plioceno) → Arenas y areniscas cuarzosas, con horizontes silicificados
-  Fm. Fray Bentos (Oligoceno) → Areniscas finas cuarzo feldespáticas y arcillas
-  Fm. Asencio (Cretácico Sup.) → Areniscas finas, arcillosas, ferrificación secundaria
-  Fm. Mercedes (Cretácico Sup.) → Areniscas cuarzo-feldespáticas medias a conglomerádicas. Cemento Calcáreo



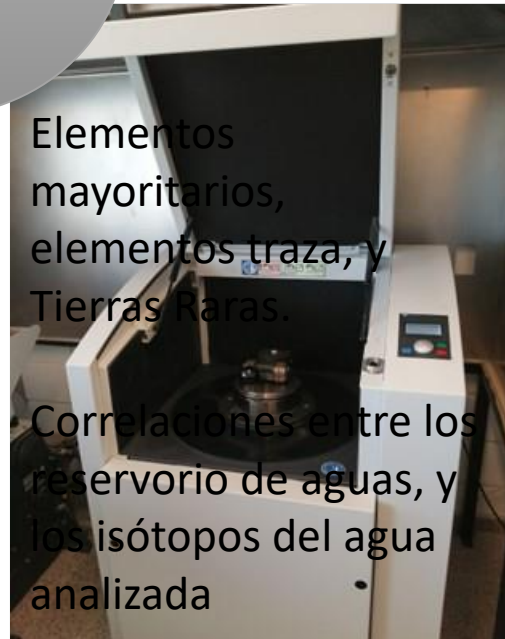
Marco Geológico Local – Tesis de Maestría

Alcance en geología: 3 Ejes Temáticos

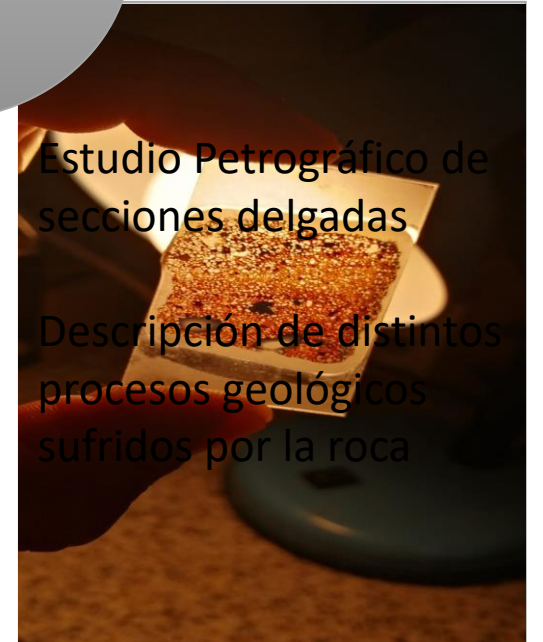
Geología de Campo



Geoquímica



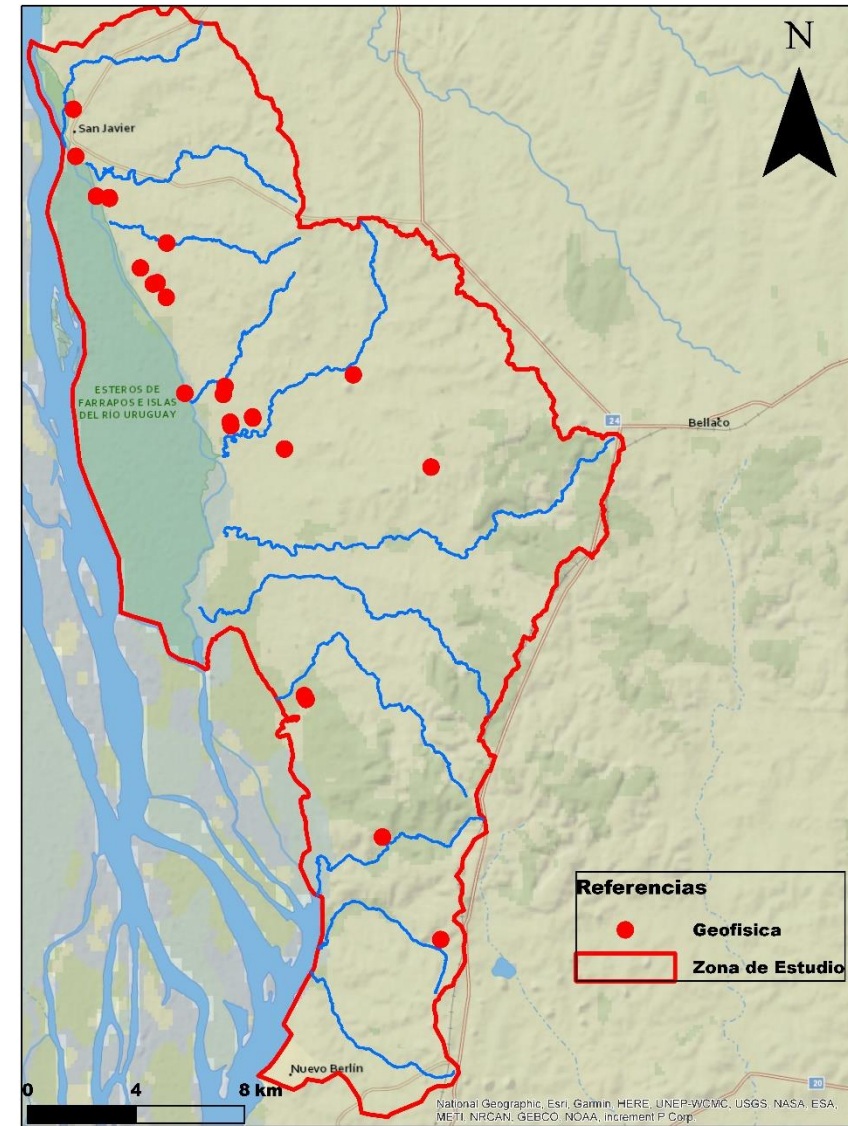
Petrología



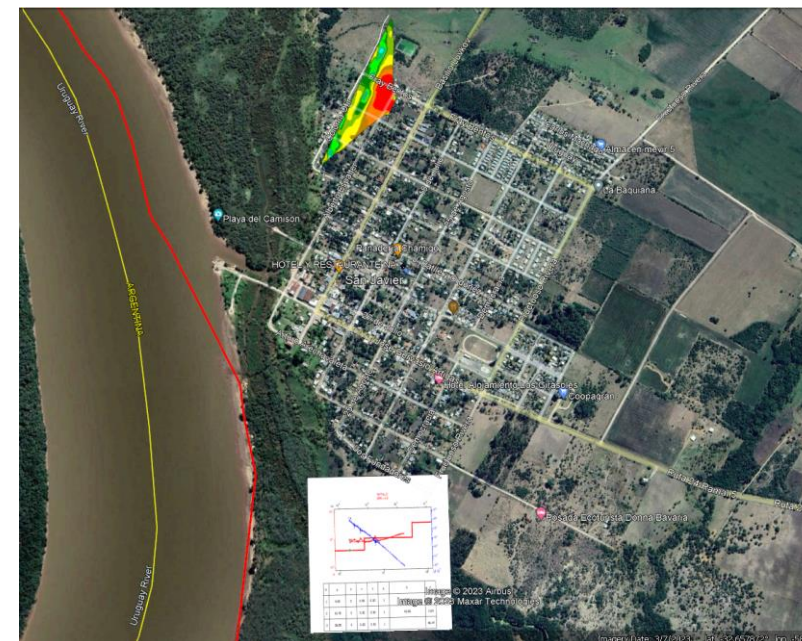
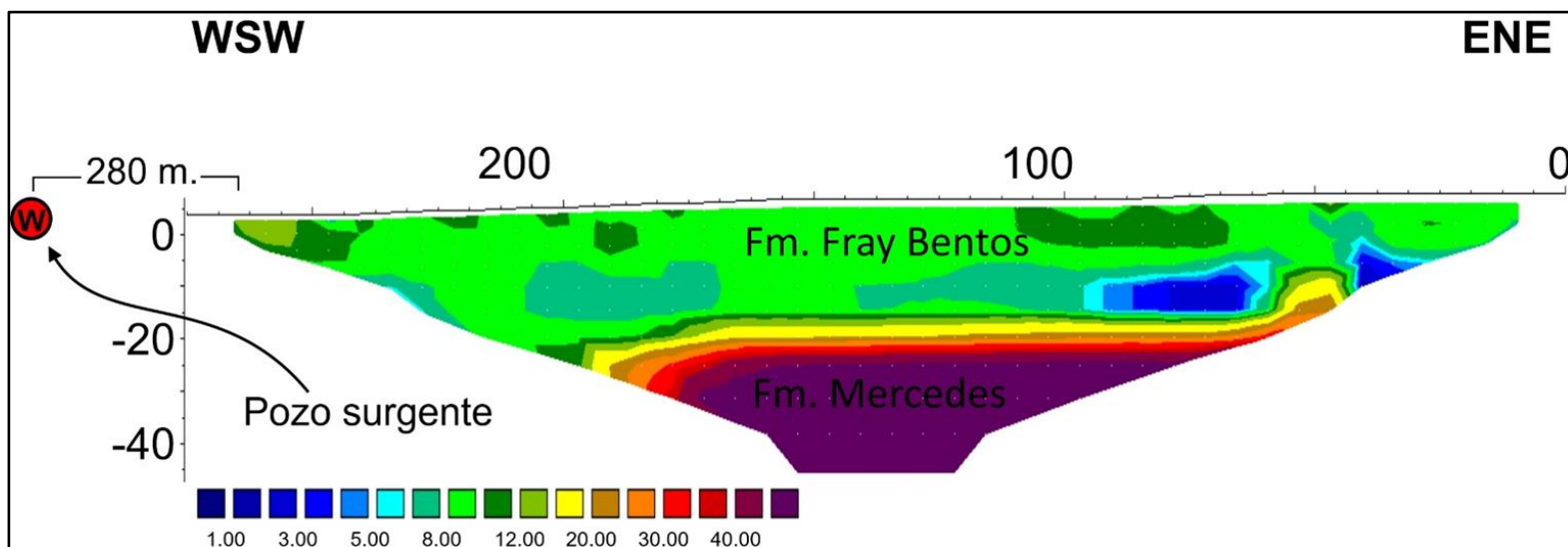
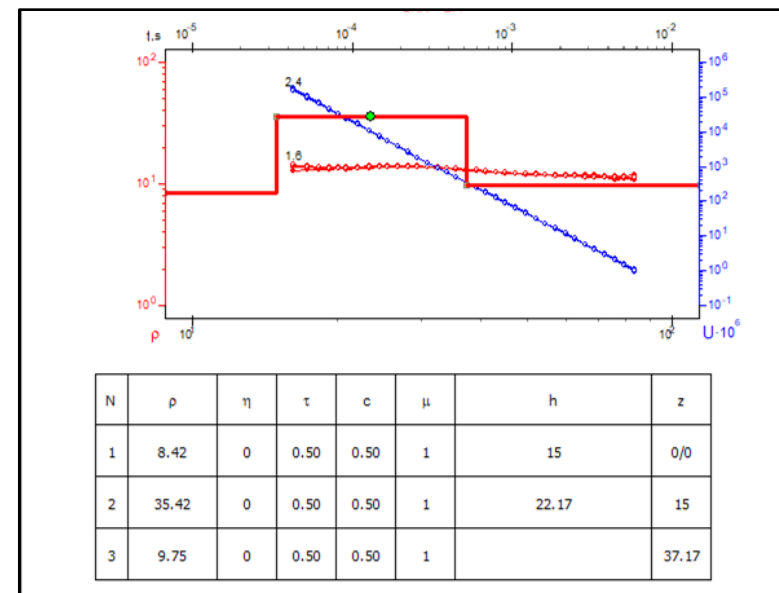
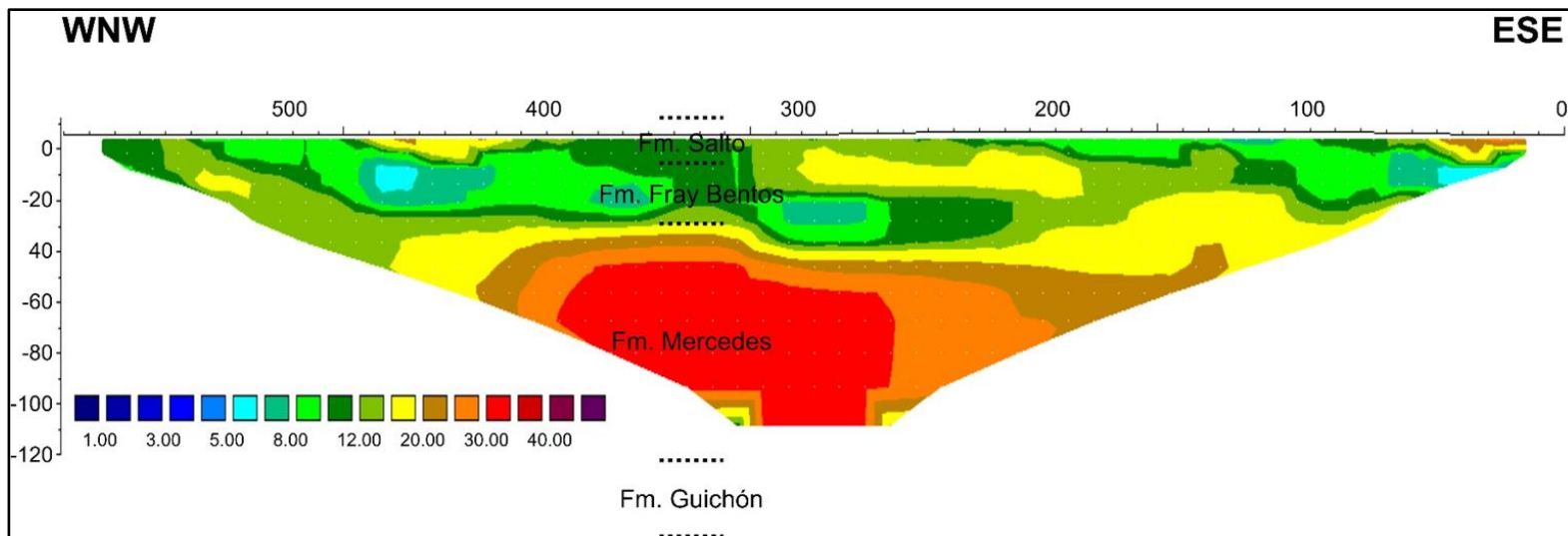
Relevamientos Geofísicos

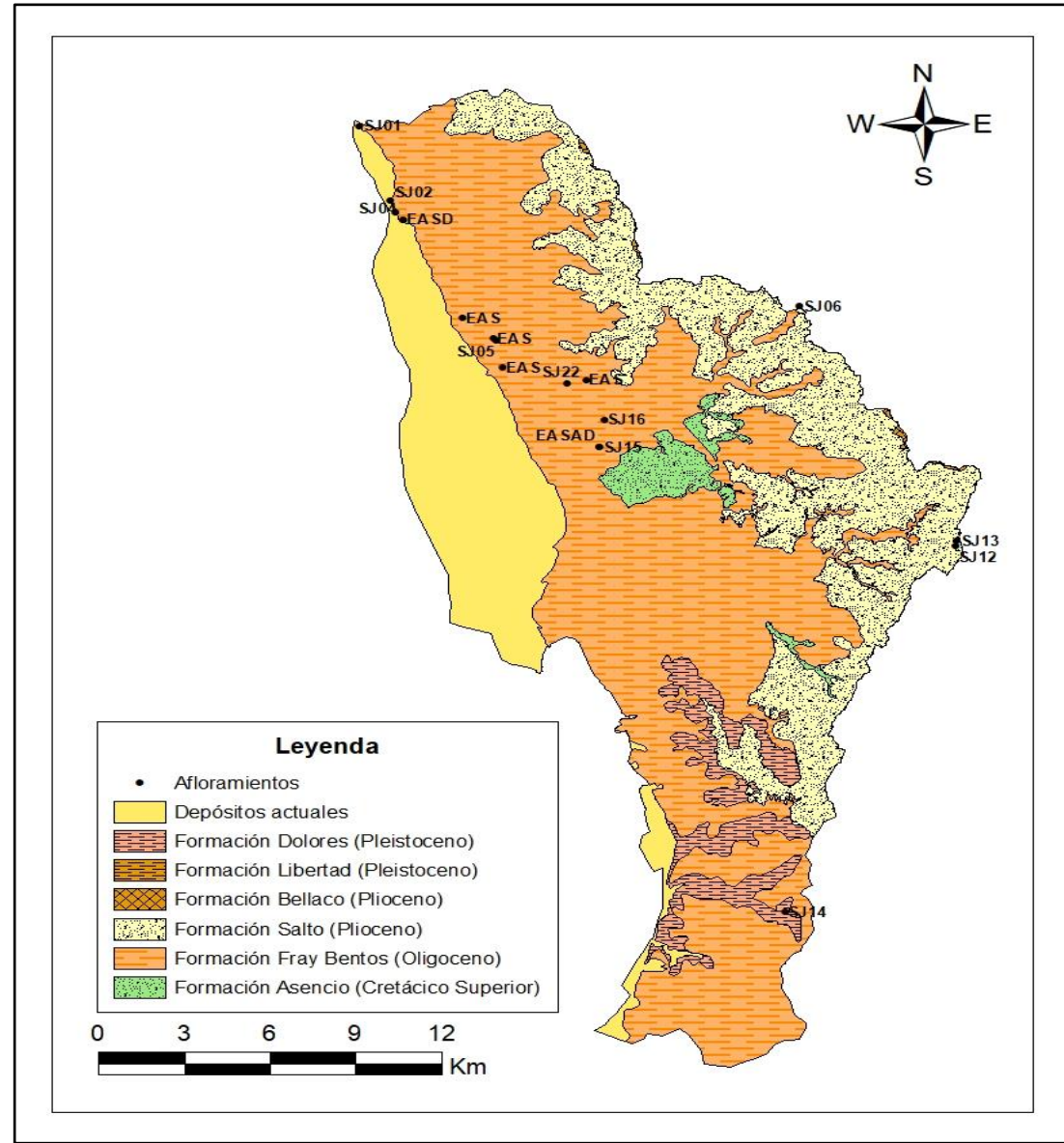
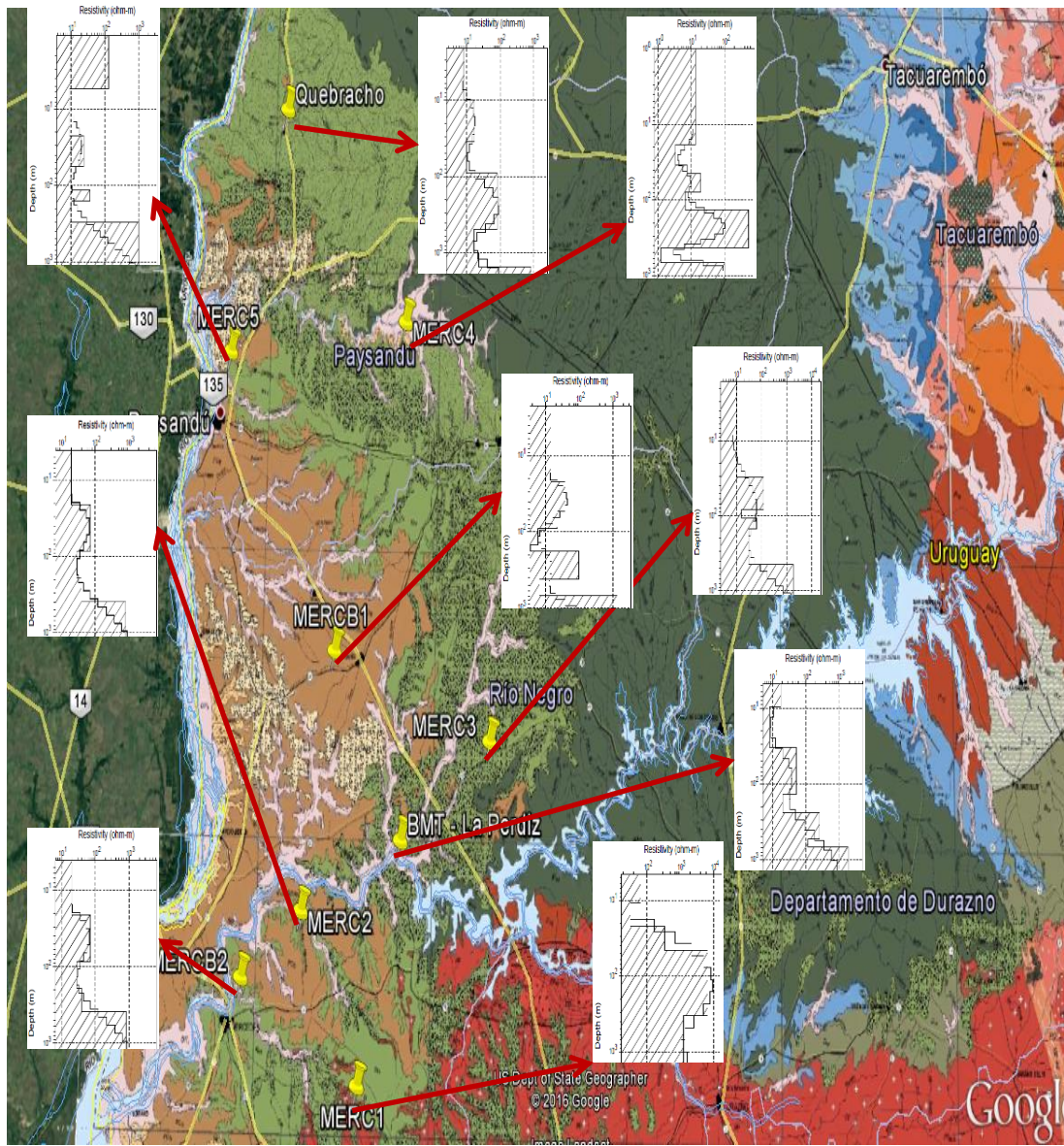
Objetivo: Complementar información geológica para la conformación del modelo físico para la conformación del modelo físico

- 6 sitios relevados en trabajo de Diplomatura
- 17 sitios relevados en el marco del proyecto



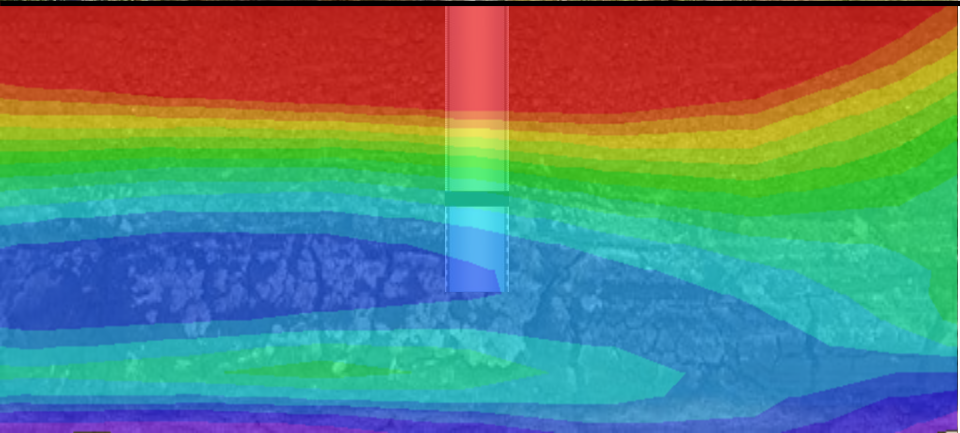
Relevamientos Geofísicos







Muchas gracias
por su atención



agua.unorte.edu.uy