

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA CARACTERIZACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS DE RECARGA DE LAS FUENTES MILANO Y EL CAIRO

Agosto 2009

Licitación abreviada

No. 2008 LA 000039 – PRI

Antecedentes

- En 1995 se inician las plantaciones de piña en la zona de estudio.
- En 1996 el AyA, mediante notas dirigidas a la Municipalidad de Siquirres y dirigentes de las ASADAS, advierte sobre el riesgo que se cierne sobre las nacientes de la zona como resultado del cambio de uso del suelo en zonas de alta vulnerabilidad.
- En 2003 el IRET identifica la presencia de plaguicidas en las fuentes del Cairo-Luisiana y Milano, detectándose trazas de Bromacil y otros compuestos, en el marco de una investigación regional sobre contaminación de aguas subterráneas en el Caribe costarricense.



Antecedentes

- En el 2005 y 2006, el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) y como recomendación y seguimiento a la investigación anterior, identifica nuevamente y de forma persistente la presencia de Bromacil y otros productos químicos en el agua de consumo humano.
- En 2007 se inicia el suministro de agua para consumo de la población mediante camiones cisterna por parte del AyA, como resultado de la presencia persistente de Bromacil y otros productos químicos en el agua de consumo humano de las fuentes de El Cairo y Milano (decisión gubernamental).



Antecedentes

- En 2007 se constituye una Comisión Interinstitucional (MS, MAG, SETENA, SENARA, AyA, MINAET, UCR), coordinada por el Ministerio de Salud, para la atención de la emergencia por contaminación.
- En el seno de la comisión se identifica la necesidad de desarrollar el estudio hidrogeológico para caracterizar y delimitar la zona contaminada.
- El AyA asume la responsabilidad de financiar dicho estudio mediante la contratación de una consultoría privada y, a la vez, constituirse en la contraparte técnica del mismo.

Objetivos

- Definir *zonas de recarga* para nacientes y pozos de ASADAS.
- Definir *zonas de protección* de nacientes y pozos de ASADAS.

Lo anterior para el área de las cuencas del Río Destierro y el Río Peje por debajo de la cota 300 msnm.

- Listado de uso de suelo y actividades admitidas y no admitidas dentro de las zonas de recarga de los manantiales

Metodología de la Investigación

- Elaboración del balance hídrico superficial y subterráneo.
- Caracterización geológica e hidrogeológica. ▶
- Elaboración del modelo hidrogeológico conceptual. ▶
- Caracterización hidrogeoquímica. ▶
- Evaluación del riesgo a partir de las variables anteriores. ▶

Metodología de la Investigación

- Determinación de los tiempos de tránsito de los contaminantes para las nacientes contaminadas.
- Determinación de las zonas de protección para las nacientes.
- Determinación de la vulnerabilidad mediante la aplicación del Método GOD (Grado de confinamiento hidráulico, Ocurrencia del sustrato suprayacente, Distancia del nivel del agua subterránea).
- Determinación del uso actual del suelo. ▶
- Determinación de los usos divergentes del suelo. ▶
- Determinación de los usos de suelo recomendados.

Conclusiones

- La zona ocupada por el cultivo es el área en donde se da la mayor recarga; esto conduce a que al someter un terreno de este tipo a la siembra de piña se induce a que aumente su capacidad de infiltración y por lo tanto, la velocidad de tránsito de los contaminantes hacia el acuífero.
- La presencia de bromacil en las fuentes se debe a que en una zona de recarga de éstas se ha aplicado este producto, y su llegada al acuífero puede haberse dado por transporte superficial, sub-superficial o una mezcla de ambos. 

Conclusiones

- La agrotecnia aplicada al cultivo de la piña modificó el patrón de drenaje natural de los territorios estudiados, mediante la construcción de una serie de canales artificiales y cambios en algunos cursos de agua. Esta situación ha alterado la dinámica del flujo de aguas en algunos sectores de la zona, provocando que aumente el riesgo de contaminación del acuífero y de las nacientes en la zona. La existencia de canales en las zonas de cultivo hace más vulnerable el acuífero, ya que lo pone en contacto casi directo con cualquier agroquímico que se aplique a nivel superficial.





Conclusiones

- Los acuíferos de las cuencas de los ríos Peje y Destierro tienen una vulnerabilidad entre extrema y alta, según el método GOD.
- En El Peje, el **91%** del área está ubicada en zonas de vulnerabilidad **extrema** y el 9% en zonas de vulnerabilidad alta, mientras que en el Destierro el **88%** del área se ubica en zonas de vulnerabilidad **extrema** y el 12% en zonas de vulnerabilidad alta.

Recomendaciones

- En zonas de vulnerabilidad extrema y alta: recuperación o mantenimiento del bosque.
- En zonas urbanas ya desarrolladas en zonas de vulnerabilidad alta o extrema: minimizar el riesgo de contaminación mediante sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales.

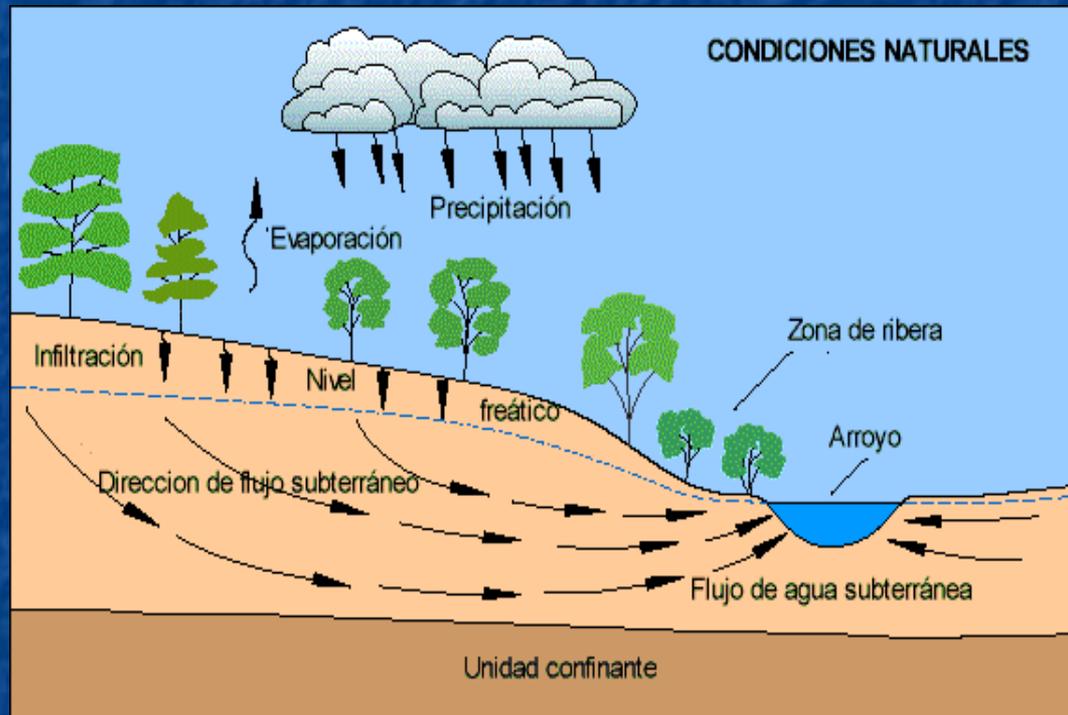
Recomendaciones

- En la zona de la carretera cerca de las nacientes de El Cairo, reducir la velocidad permitida, no permitir el adelantamiento y tomar las medidas para evitar el posible choque o vuelco de camiones que transporten combustible o agroquímicos, para evitar derrames accidentales.
- Que se garantice el establecimiento y cumplimiento de las medidas de protección en las zonas de protección determinadas por este estudio.

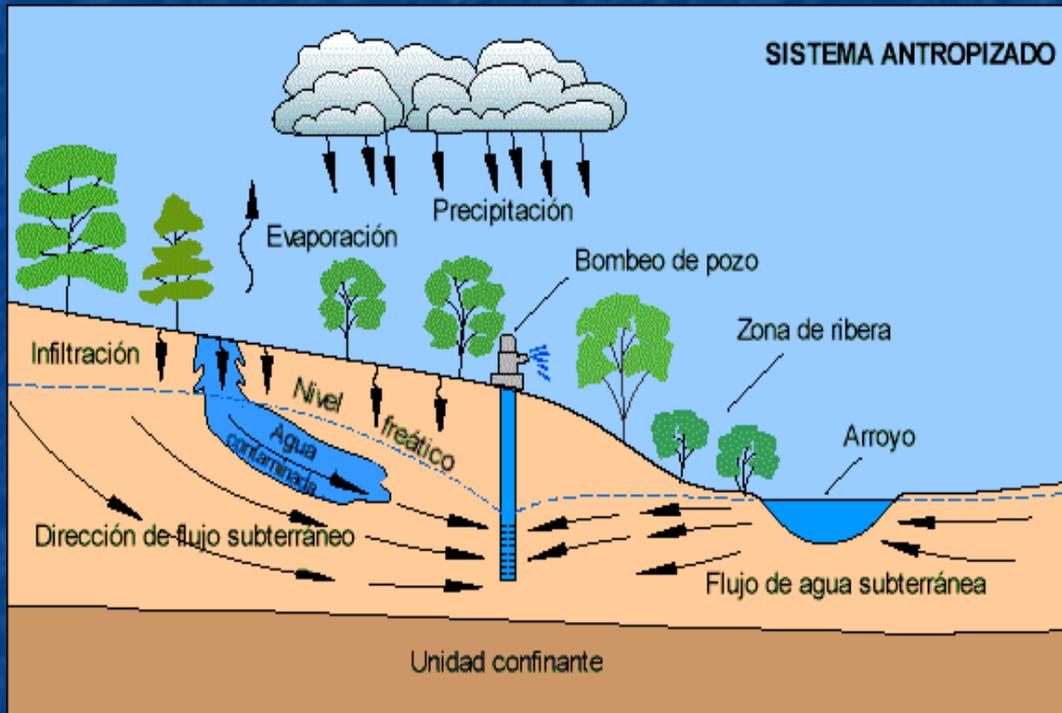
Fin

Muchas gracias

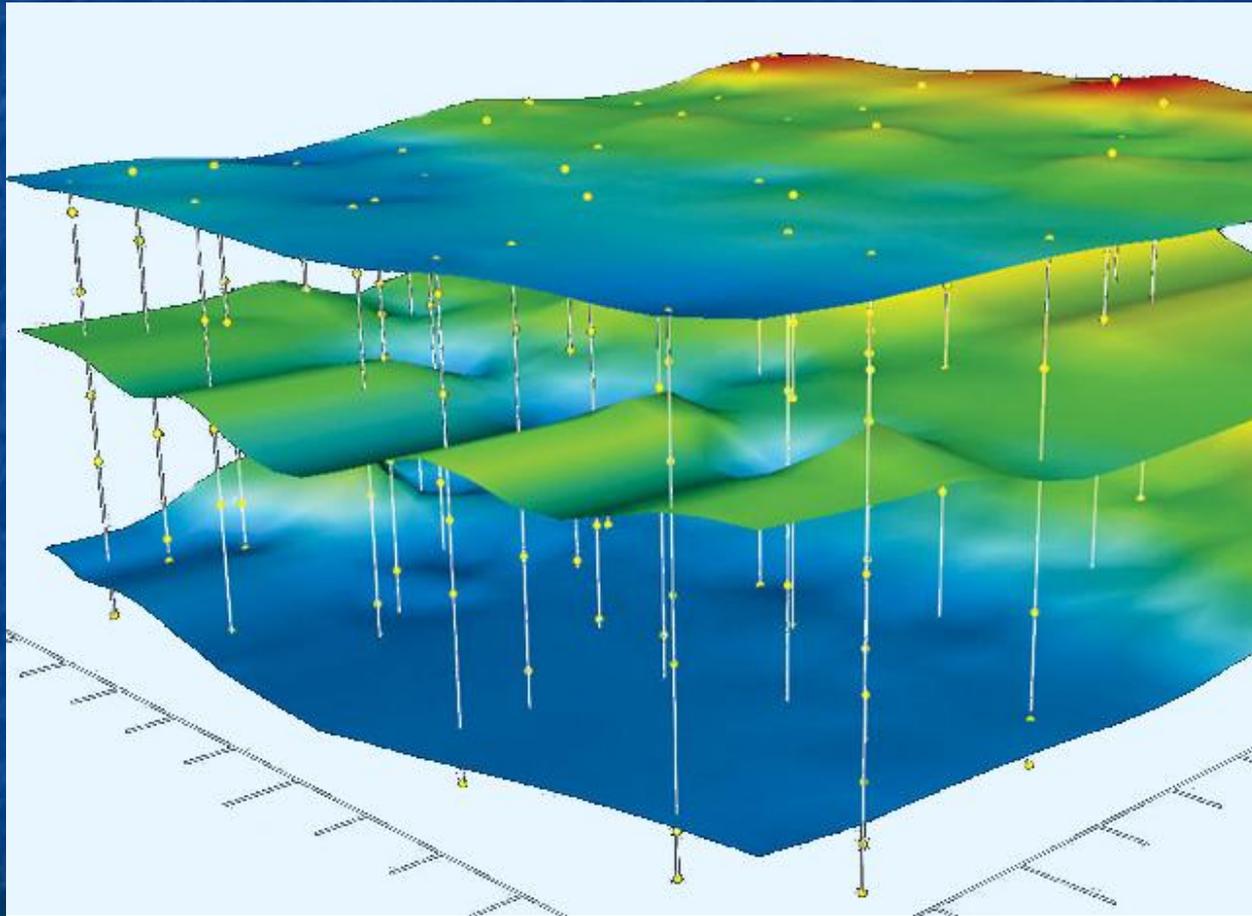
Ciclo hidrológico y flujo subterráneo

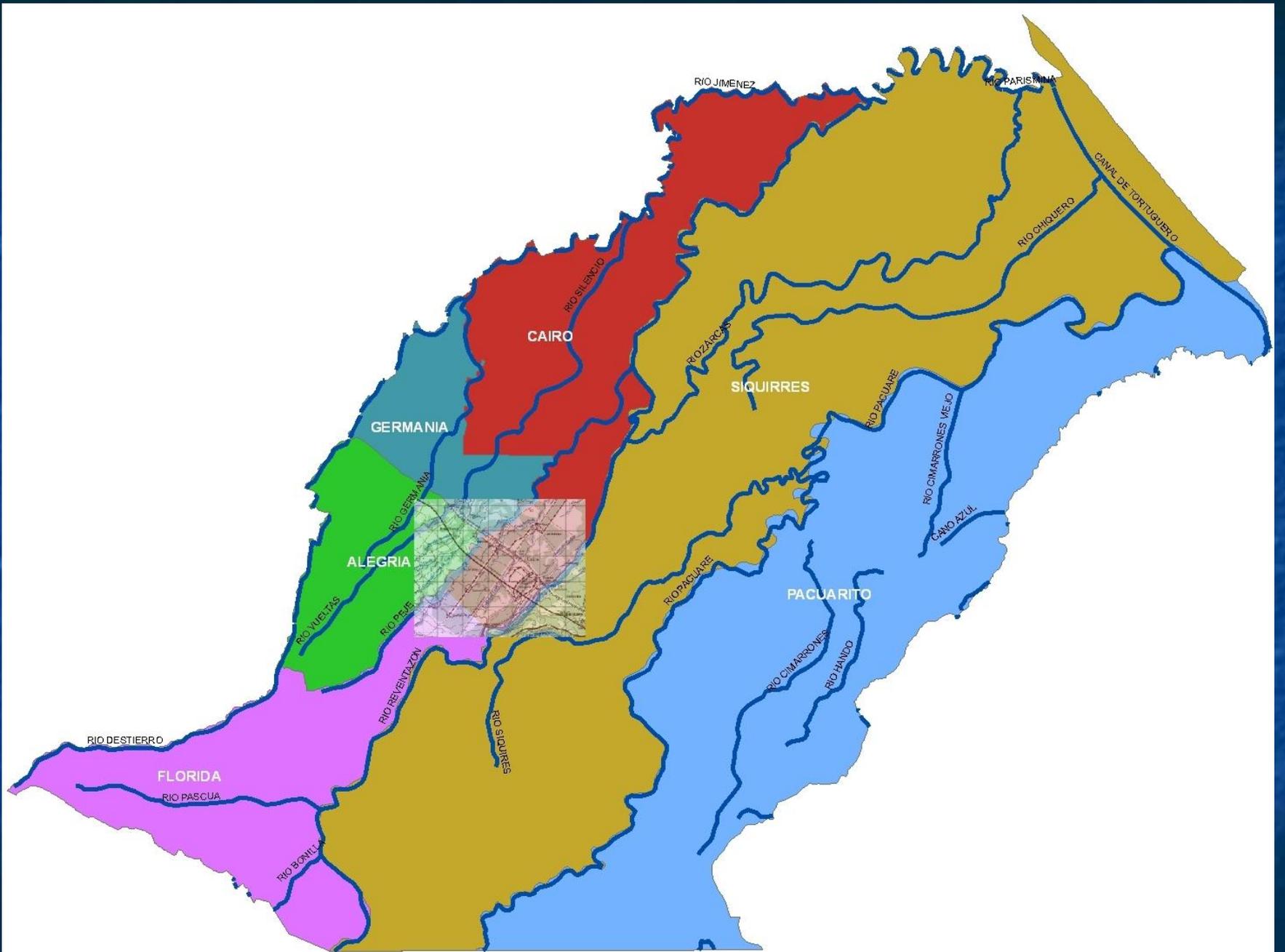


Ciclo hidrológico y flujo subterráneo

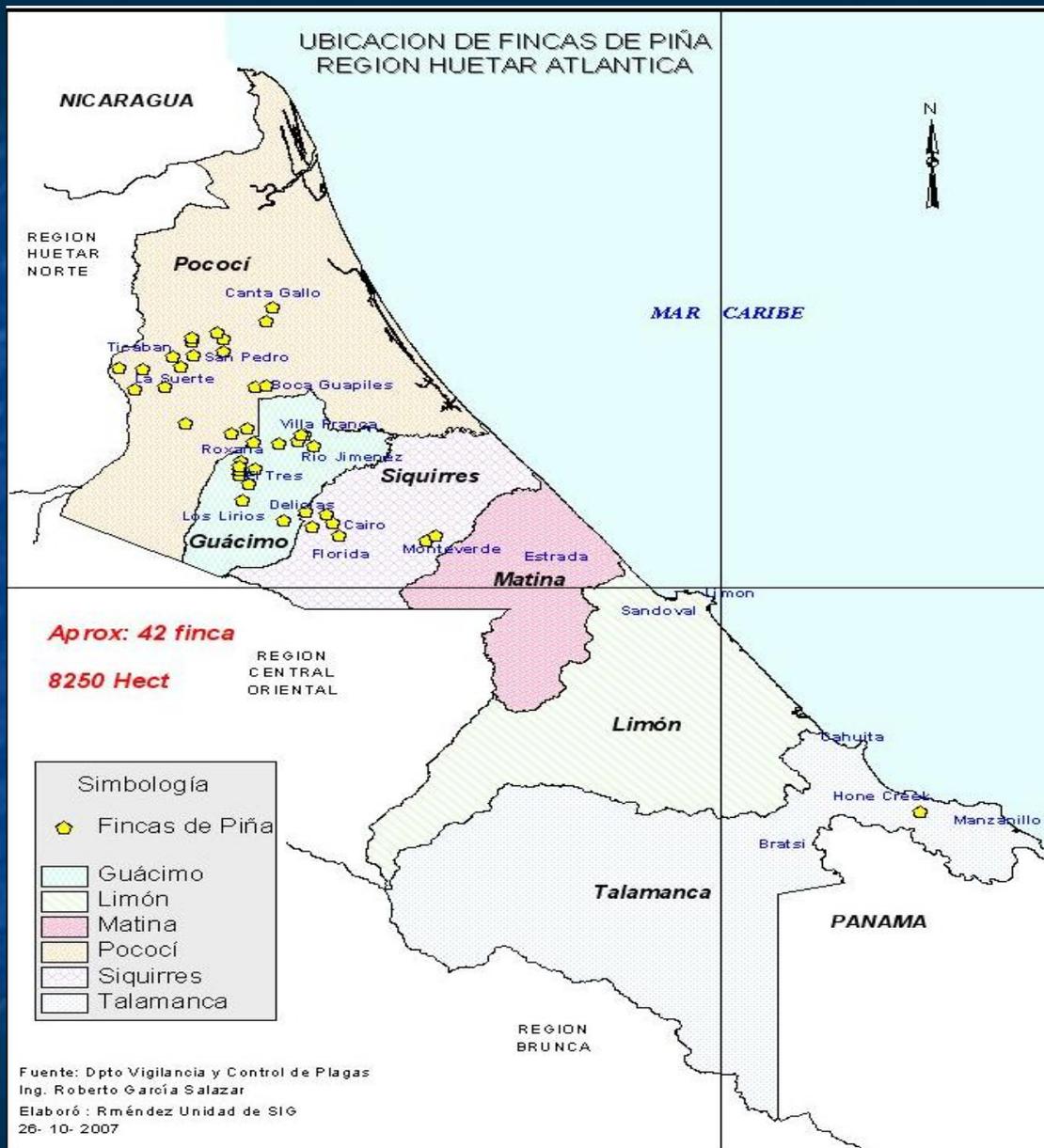


Concepto de Acuífero

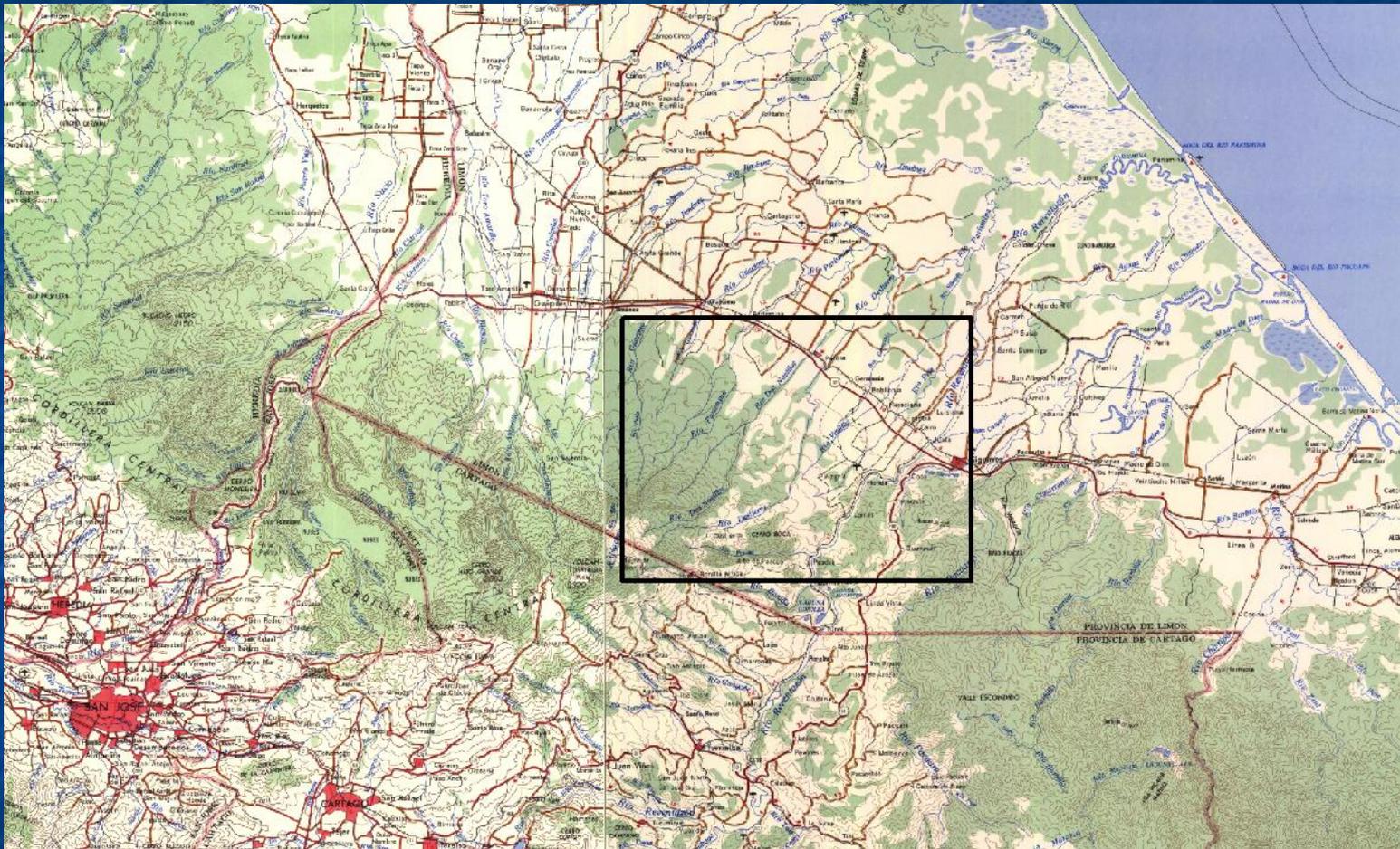




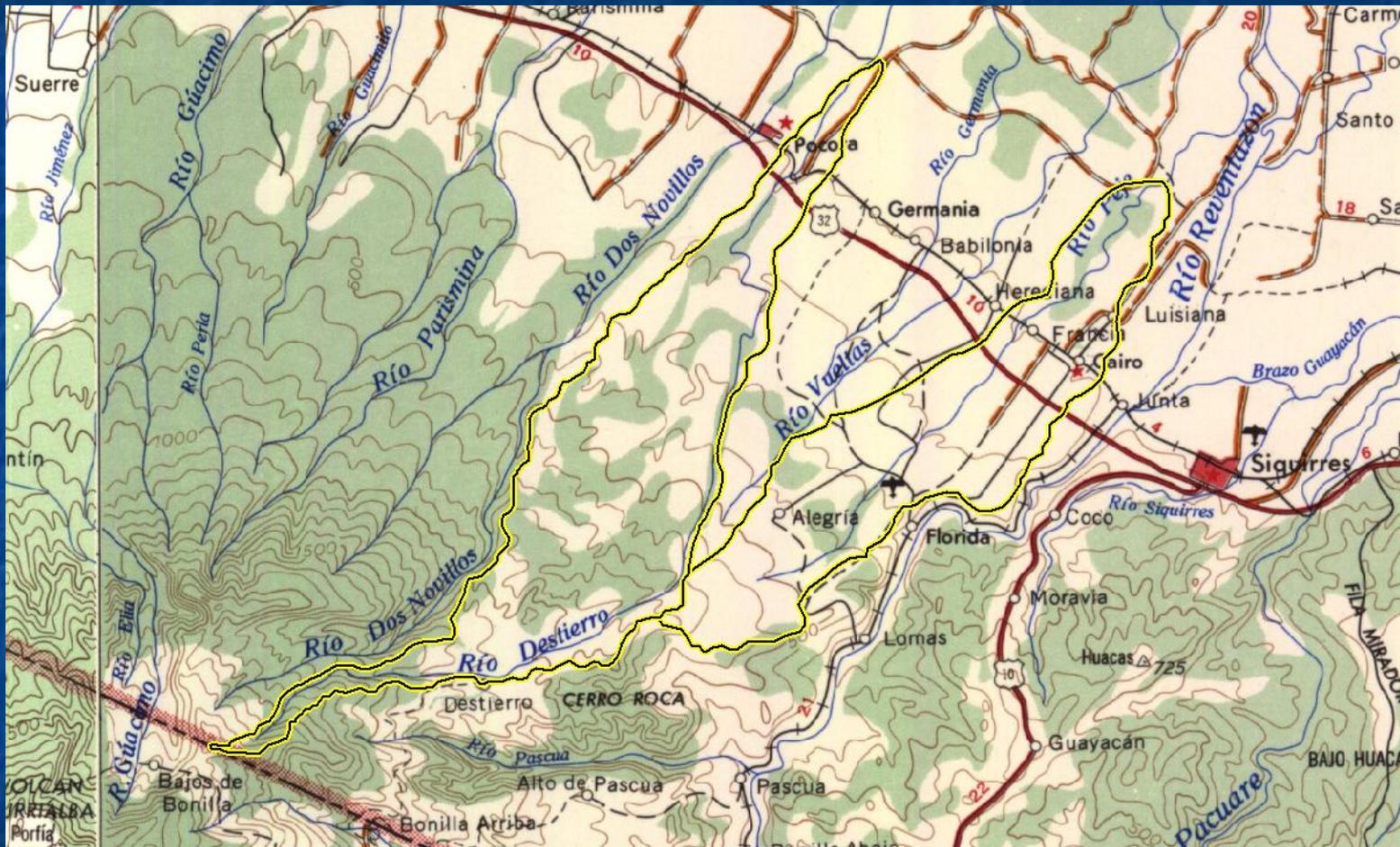
UBICACION DE FINCAS DE PIÑA
REGION HUETAR ATLANTICA



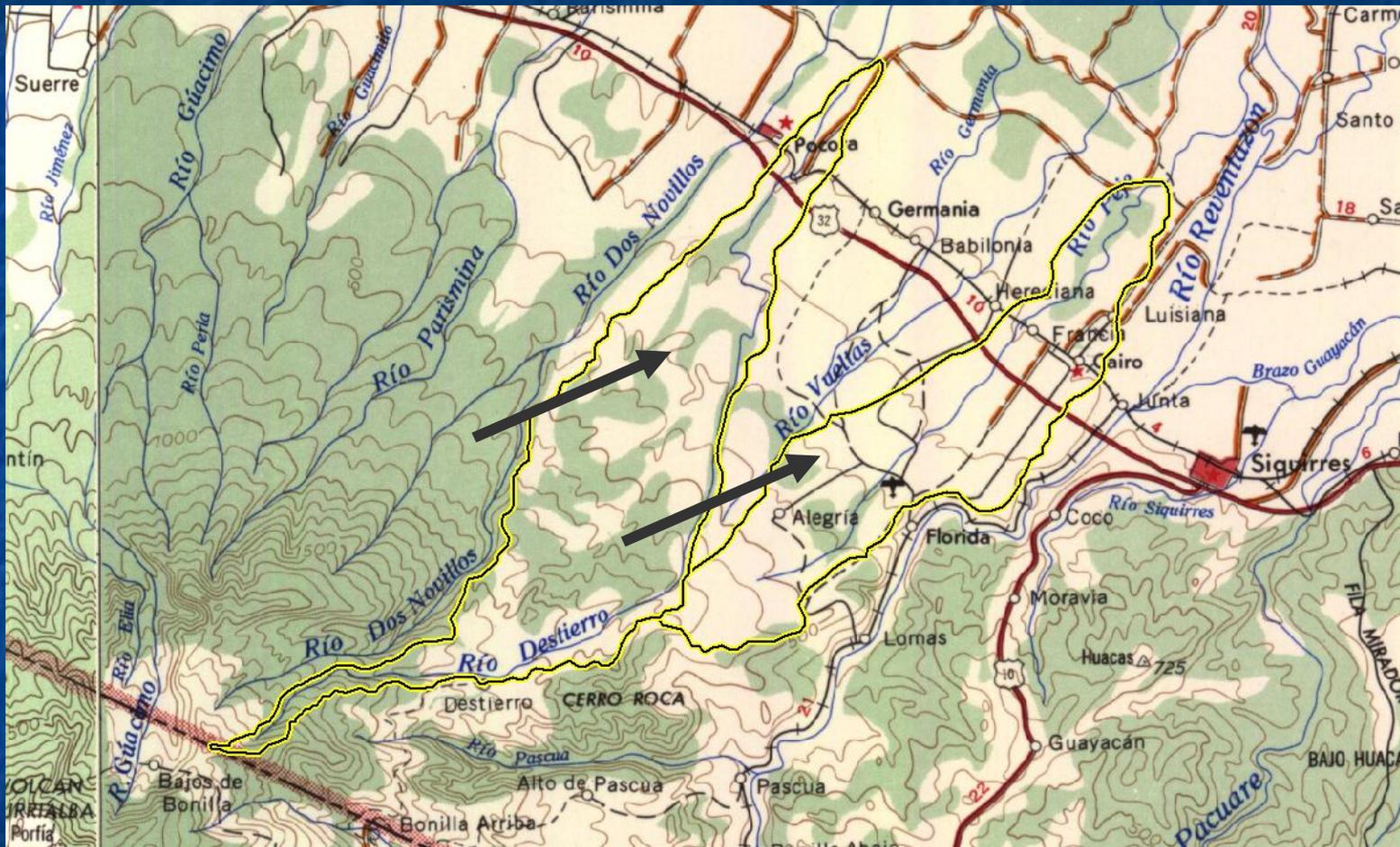
Ubicación del área de estudio



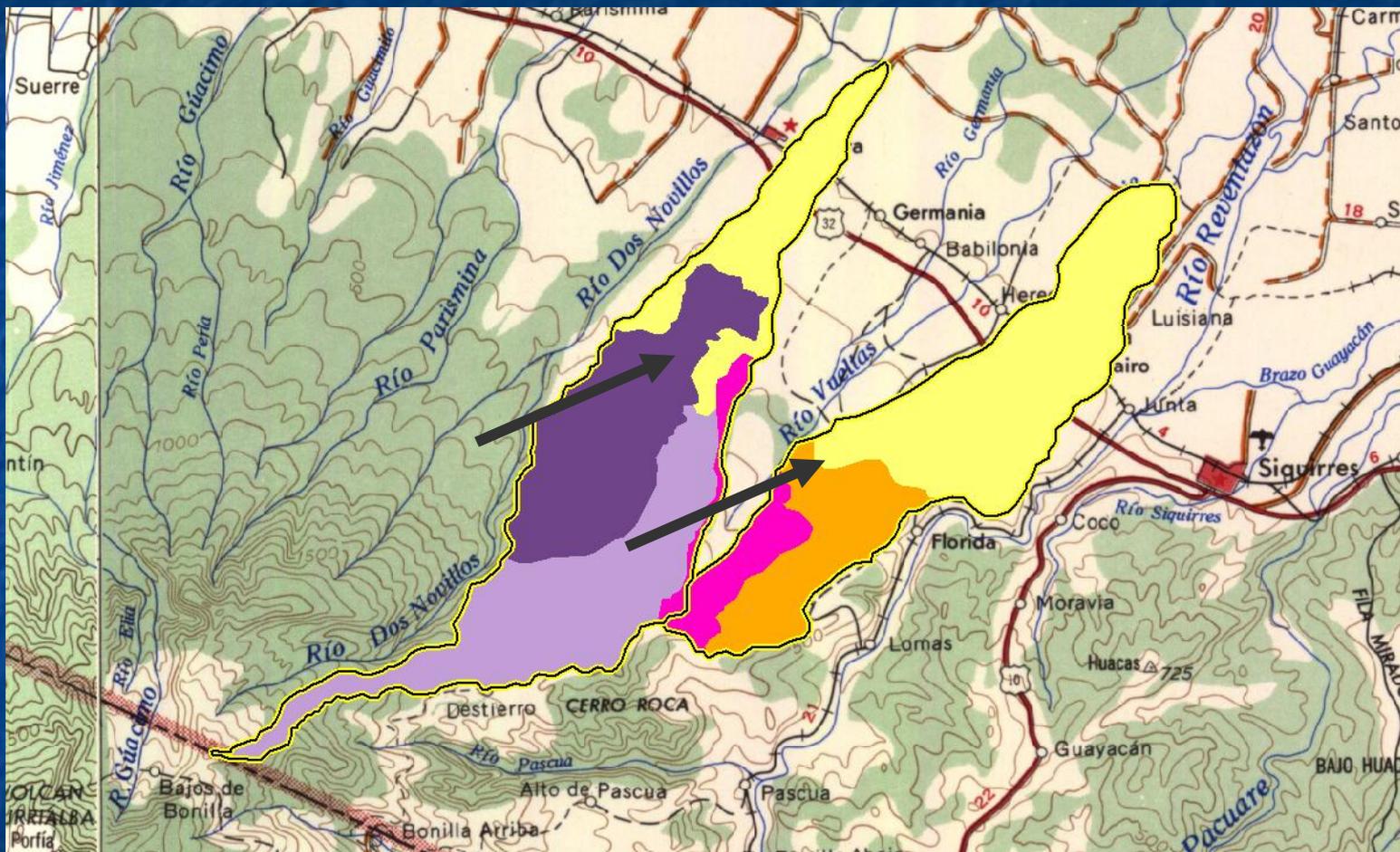
Detalle del área de estudio



Detalle del área de estudio



Geología del área de estudio



Unidad geológica

Depósitos aluviales

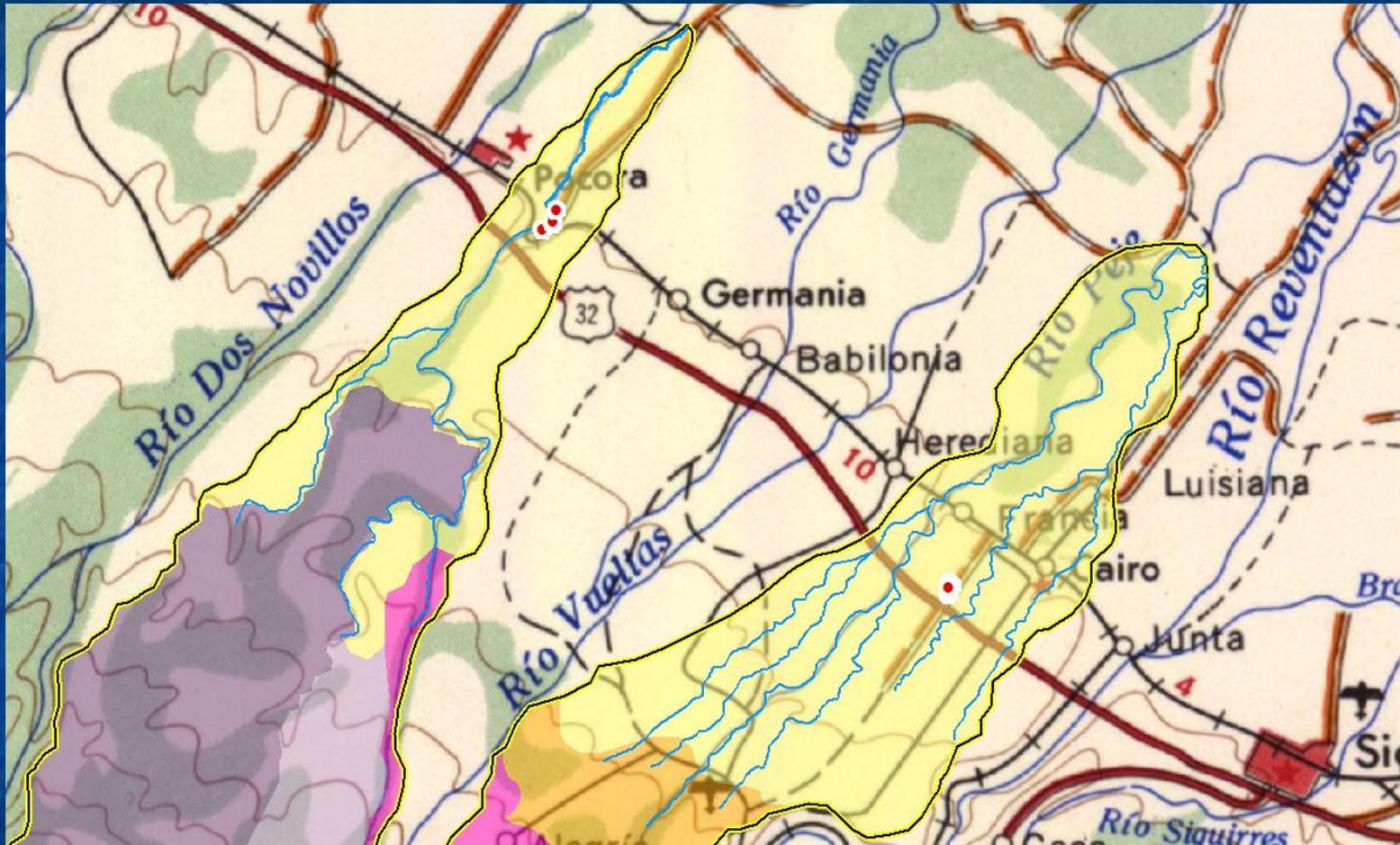
Depósitos laháticos

Unidad Lavas Alto Botella

Unidad Lavas Dos Novillos 2

Unidad Lavas Indiferenciadas

Detalle zona de recarga: aluviones



Unidad geológica

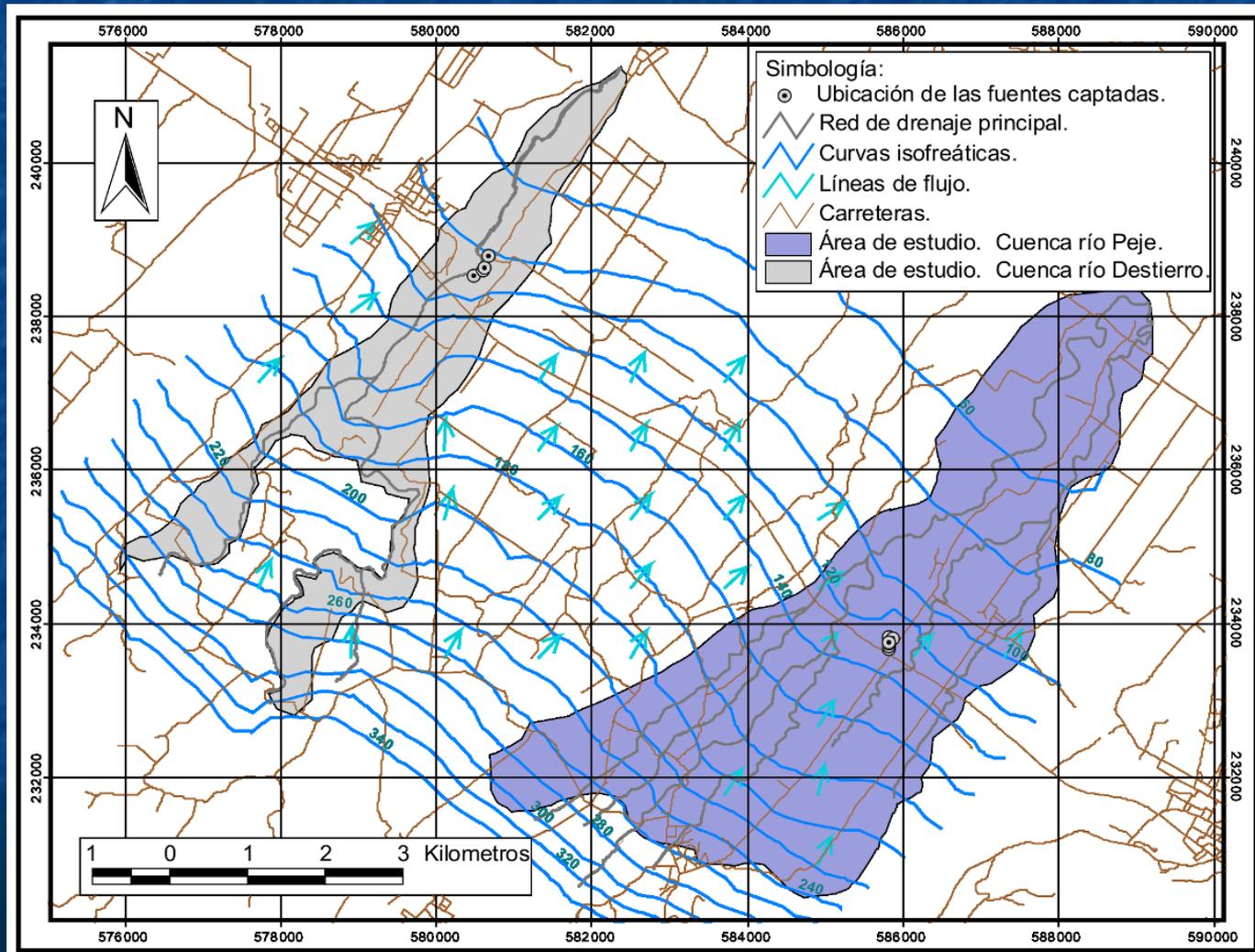
- Depósitos aluviales
- Depósitos laháticos
- Unidad Lavas Alto Botella

- Unidad Lavas Dos Novillos 2
- Unidad Lavas Indiferenciadas

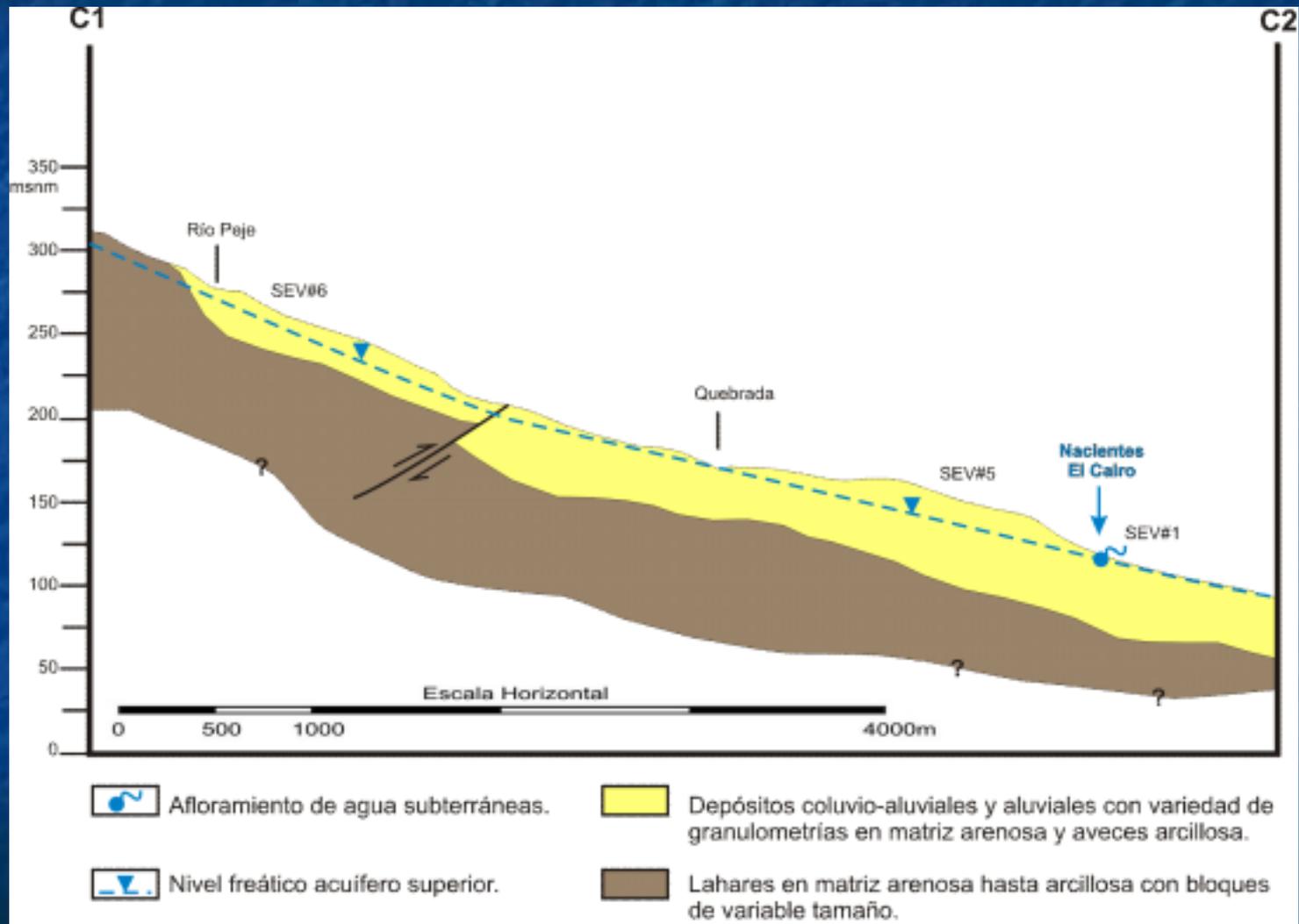


Líneas isofreáticas

- Se consideraron los 16 niveles piezométricos medidos el 15-ene-09.
- 1856 puntos en el río Peje y 2113 puntos del nivel del agua en el río Destierro

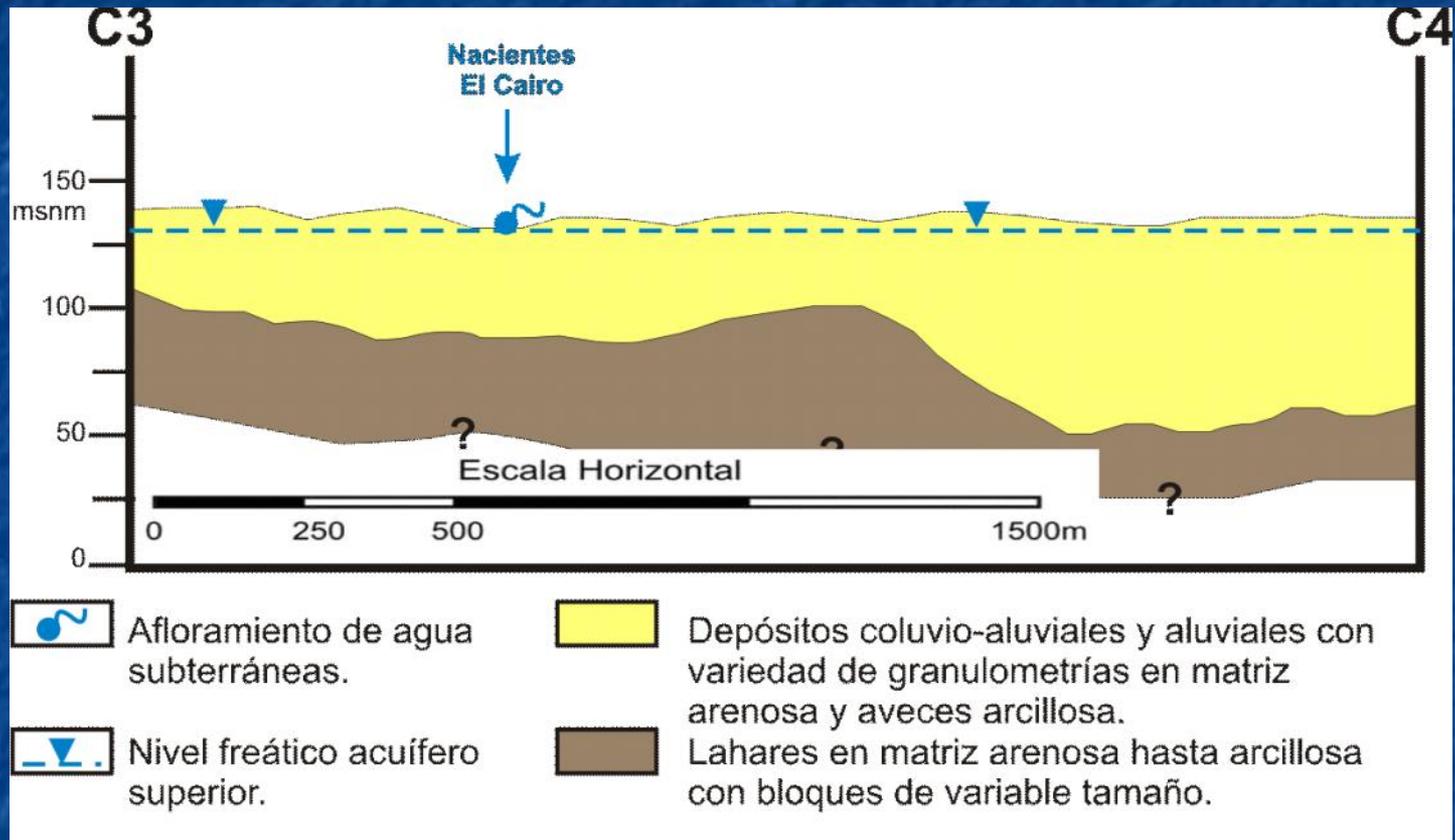


Perfil altitudinal y tabla de agua

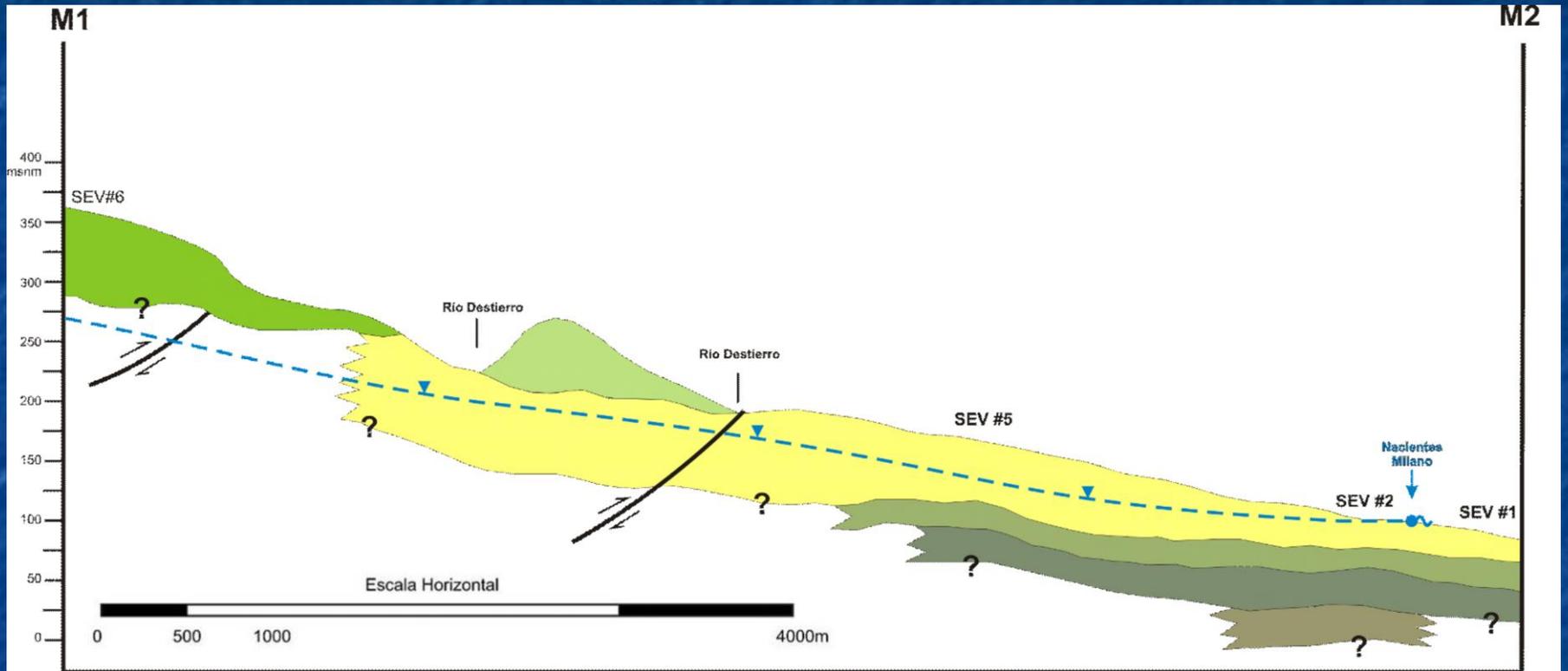




Perfil altitudinal y tabla de agua



Perfil altitudinal y tabla de agua



 Afloramiento de agua subterráneas.

 Nivel freático acuífero superior.

 Depósitos coluvio-aluviales y aluviales con variedad de granulometrías en matriz arenosa y a veces arcillosa

 Unidad Lavas Alto Botella

 Unidad Lavas Dos Novillos 2

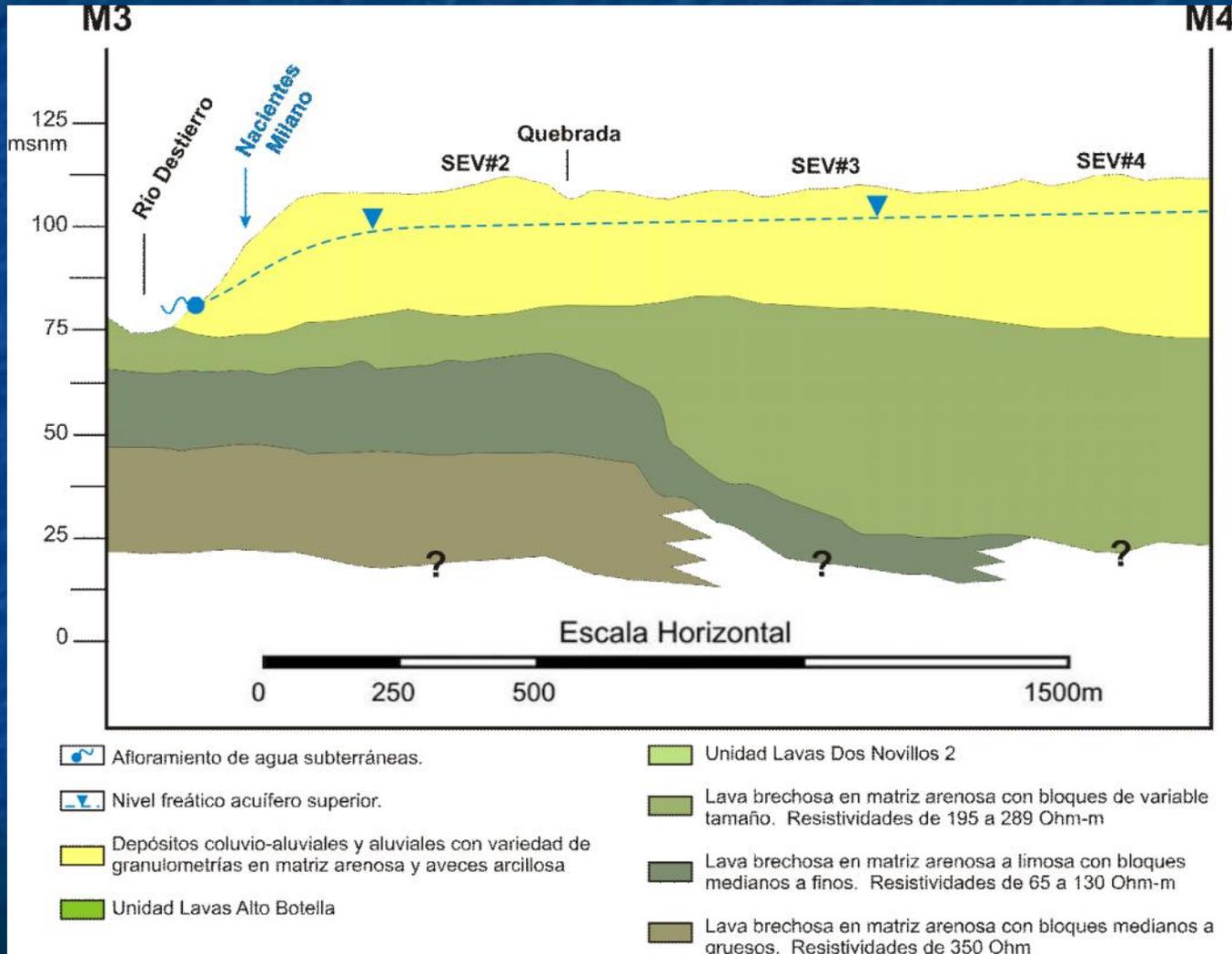
 Lava brechosa en matriz arenosa con bloques de variable tamaño
Resistividades de 195 a 289 Ohm-m

 Lava brechosa en matriz arenosa a limosa con bloques medianos a finos
Resistividades de 65 a 130 Ohm-m

 Lava brechosa en matriz arenosa con bloques medianos a gruesos
Resistividades de 350 Ohm



Perfil altitudinal y tabla de agua



Uso de la tierra 1998 del área de estudio



PROPIEDADES DEL BROMACIL

- *Presión de vapor:* $3,07 \times 10^{-7}$ mm HG a 25°C = $4,4 \times 10^{-10}$ atm
- *Coef. de partición de carbono orgánico:* $K_{oc} = 32$ g/m
- *Vida media:* $DT50 = 60$ días, aunque ha habido reportes de hasta 360 días.
- *Constante de Henry:* $H = 6,47 \times 10^{-9}$ (adimensional)
- *Aplicación:* 2-7 Kg/Ha
- *Peligrosidad:* Una exposición intensa o continua podría causar incapacidad temporal o posibles lesiones residuales, a menos de que se proporcione un rápido tratamiento médico.

PROPIEDADES DEL BROMACIL

Persistencia

- Se une ligeramente a las partículas de suelo, por ello presenta una movilidad de moderada a muy alta en este medio. En suelos de zonas lluviosas o bajo riego intenso se lixivia rápidamente y puede contaminar las aguas subterráneas.
- Puede sufrir una biodegradación lenta. En general la volatilización, hidrólisis y fotólisis no son destinos ambientales importantes para este plaguicida.
- El bromacil sólo se adsorbe ligeramente a las partículas del suelo, es soluble en agua y su vida media en el suelo es relativamente prolongada. Por estas razones, se prevé que el bromacil se desplace (lixivie) con bastante rapidez a través del suelo y pueda contaminar el agua subterránea



EVALUACIÓN DEL RIESGO

Para evaluar el riesgo de contaminación de las fuentes debe considerarse:

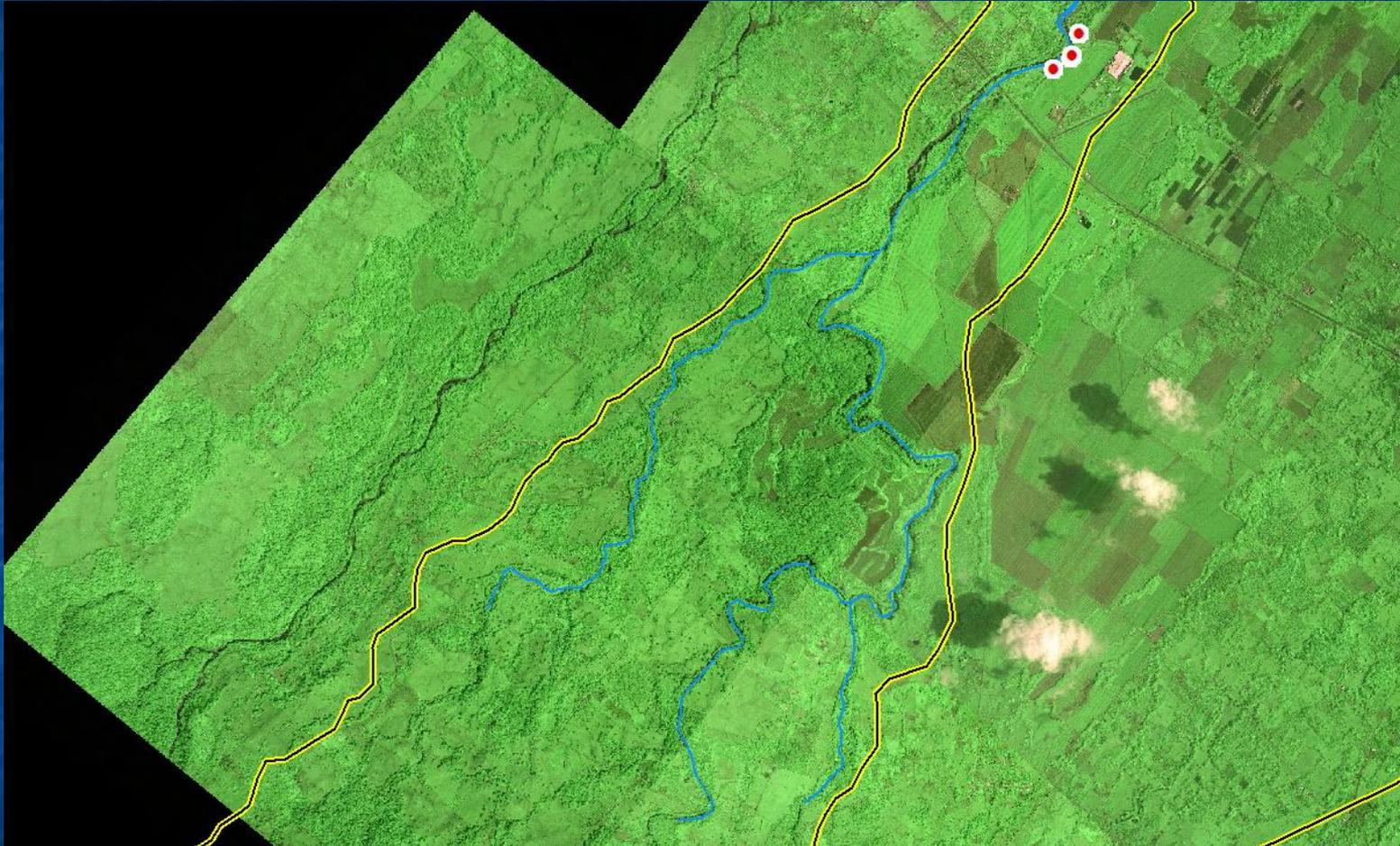
- Las características de la carga contaminante
 - Tipo
 - Intensidad de uso
 - Forma de aplicación
 - Duración
- La vulnerabilidad del acuífero
 - Características del suelo en la zona no saturada
 - Condiciones de confinamiento
 - Hidrogeología local y regional
- El uso del agua



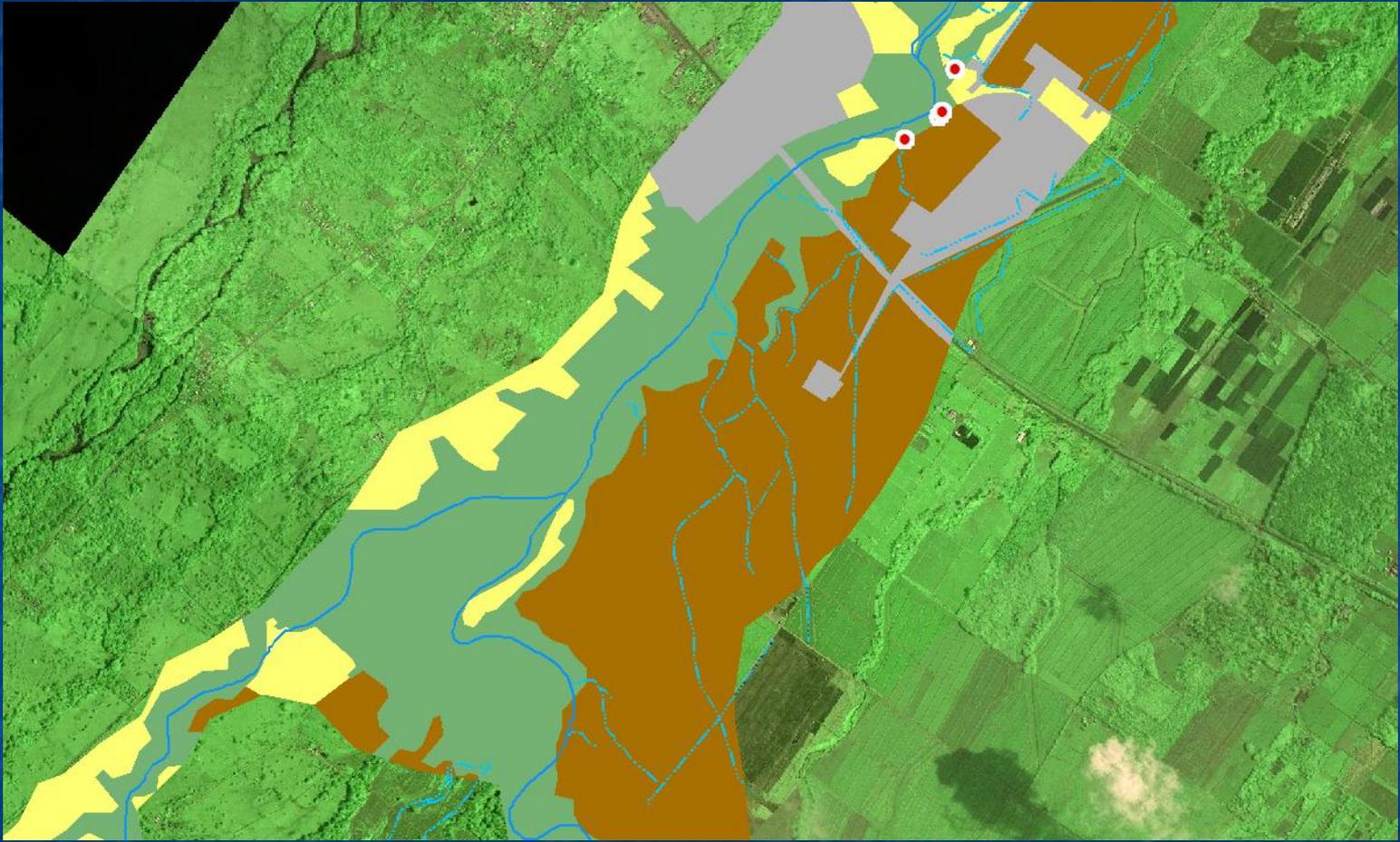
Imagen 1998 cuenca Destierro



Imagen 2005 cuenca Destierro



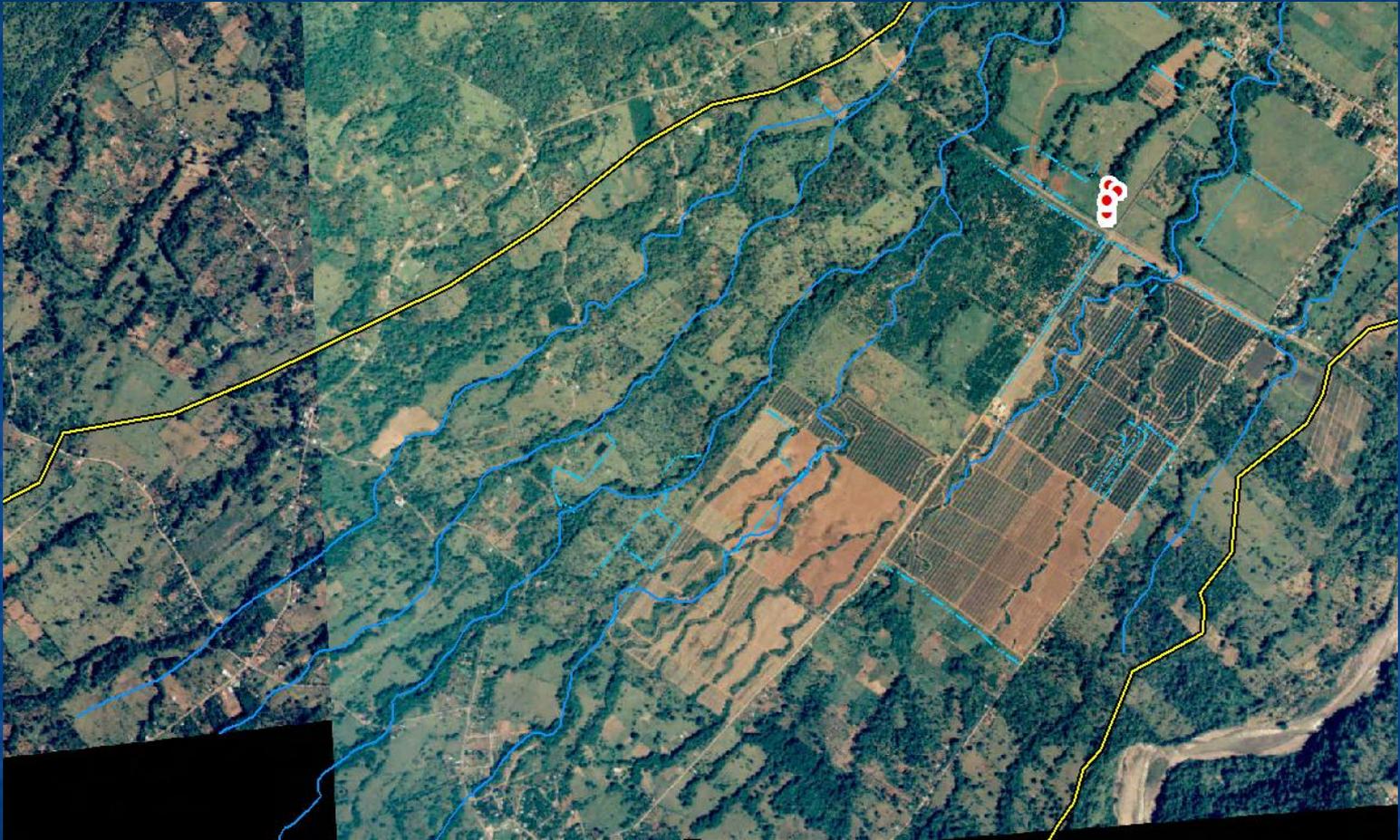
Uso de la tierra 2005 cuenca Destierro



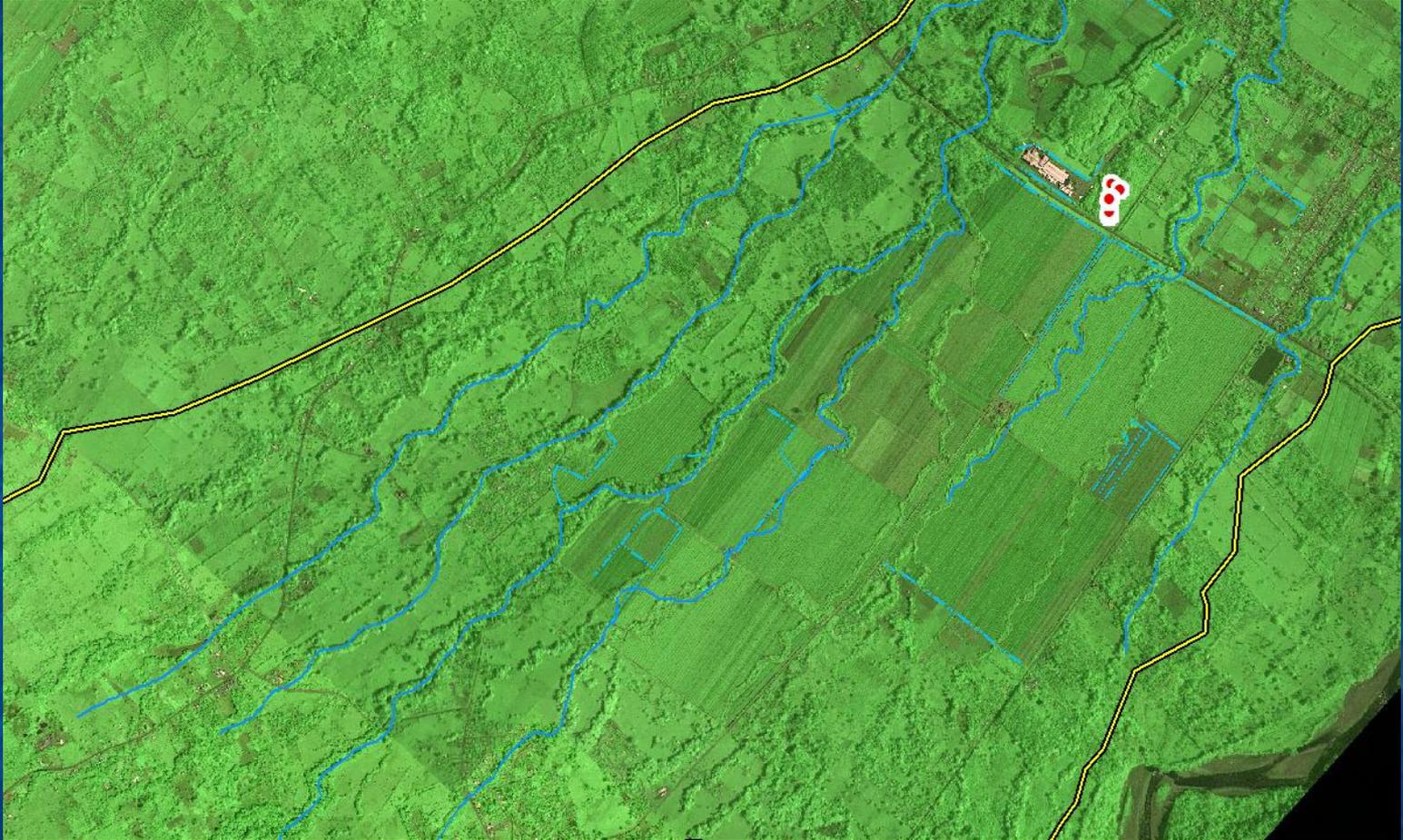
Categorías de
Uso de la Tierra

- Bosque
- Cultivo
- Pasto
- Urbano

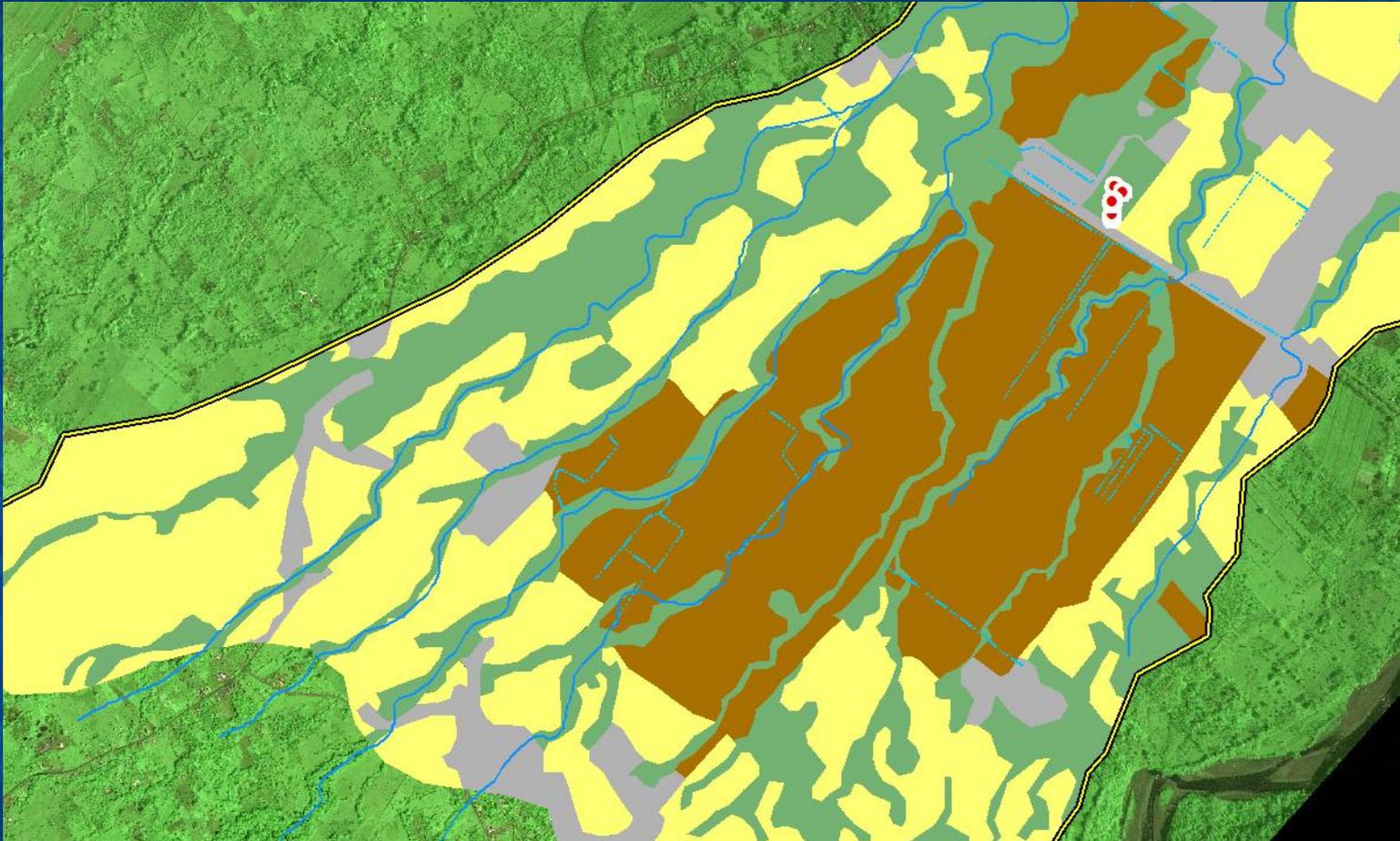
Cuenca río Peje: uso de la tierra 1998



Cuenca río Peje: uso de la tierra 2005



Cuenca río Peje: uso de la tierra 2005

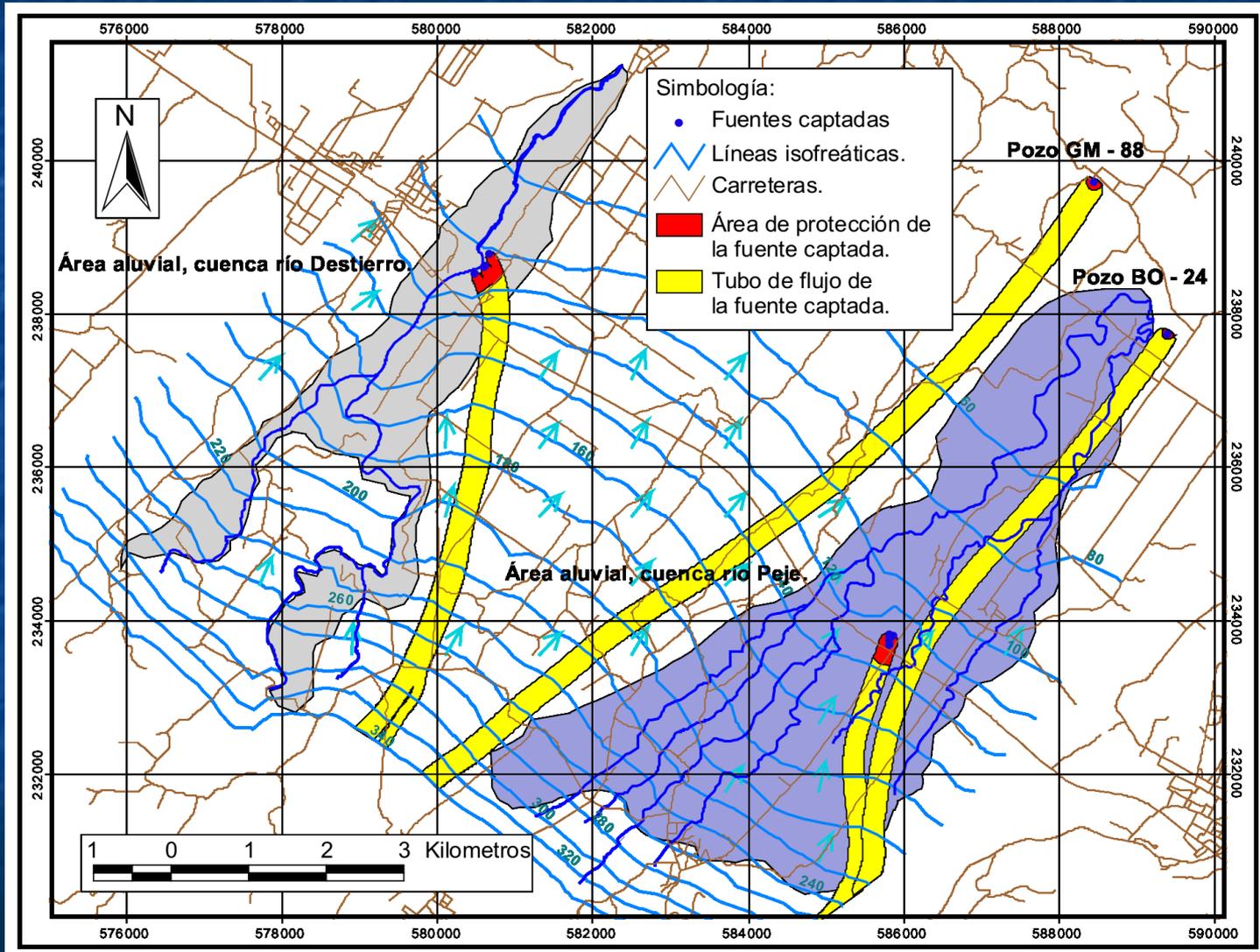


Categorías de
Uso de la Tierra

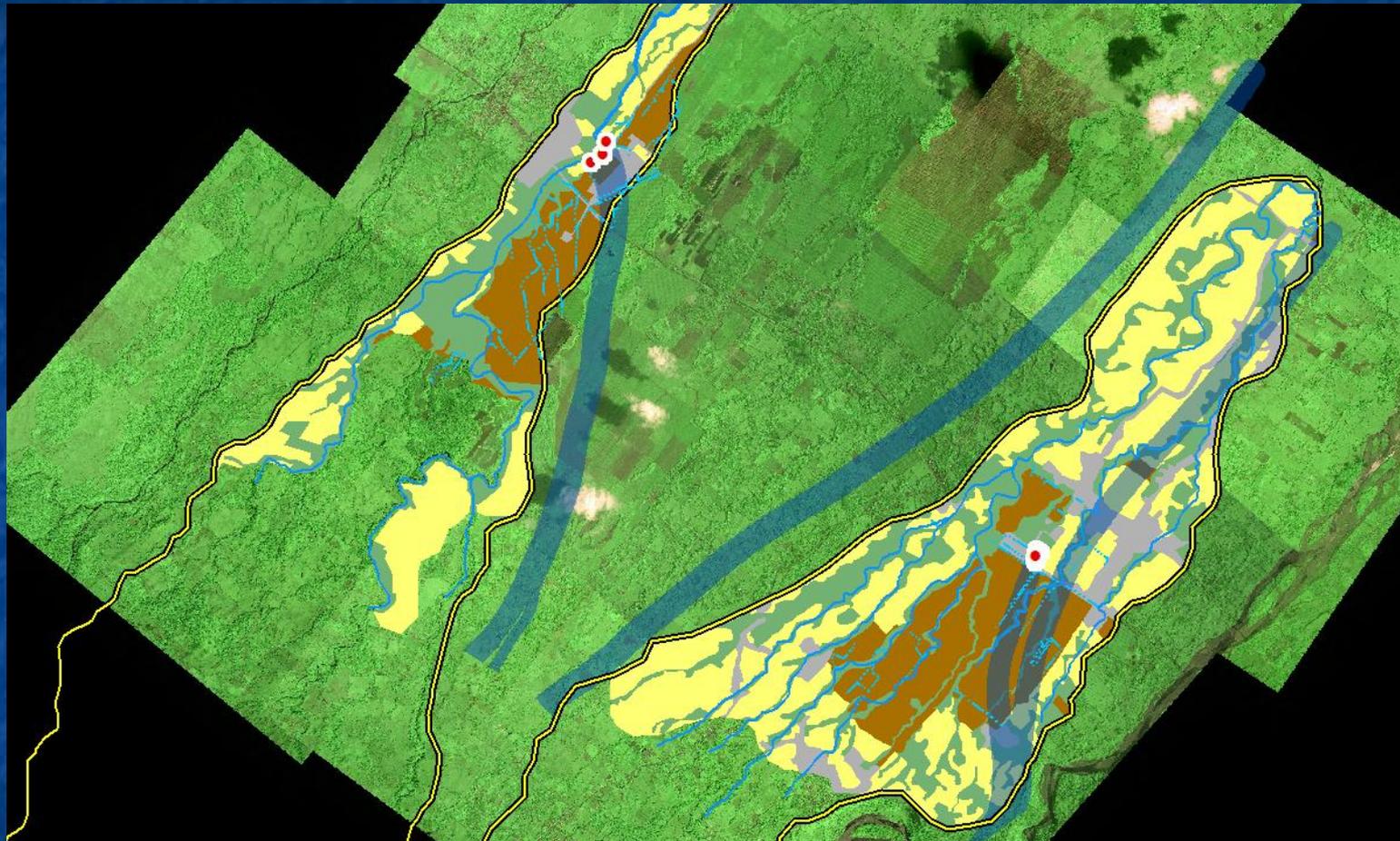
- Bosque
- Cultivo
- Pasto
- Urbano



Tubos de flujo



Uso de la tierra y tubos de flujo



Categorías de
Uso de la Tierra



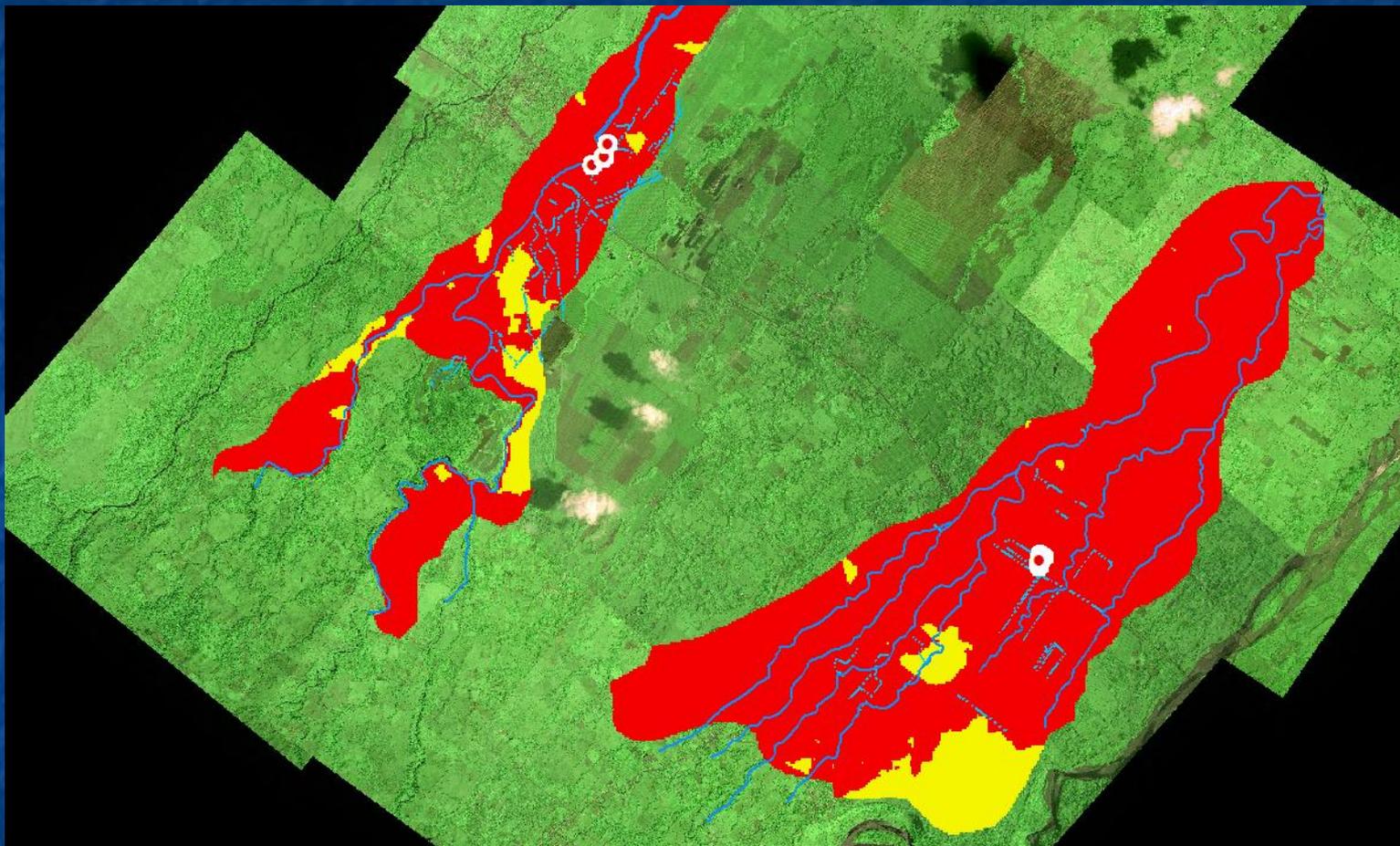
Divergencias de uso de la tierra



Áreas con divergencia



Nivel de Vulnerabilidad según GOD



Vulnerabilidad Extrema



Vulnerabilidad Alta

