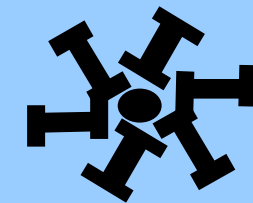




MINISTERIO DE CULTURA  
Y EDUCACION  
*Universidad*  
*Nacional de San*  
*Juan*



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DPTO INGENIERÍA CIVIL

**Primer Seminario Taller**

**GESTION INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRAFICAS  
Y MANEJO RACIONAL DE HUMEDALES**

***CAMBIOS HIDROLÓGICOS EN LA CUENCA DEL RÍO MENDOZA  
SIMULADOS CON EL MODELO SIMGRO***

**J. Morábito, D. Tozzi y E. Querner**

*San Juan, 1 y 2 de noviembre de 2007*






# CUENCA DEL RIO MENDOZA (22.800 km<sup>2</sup>)

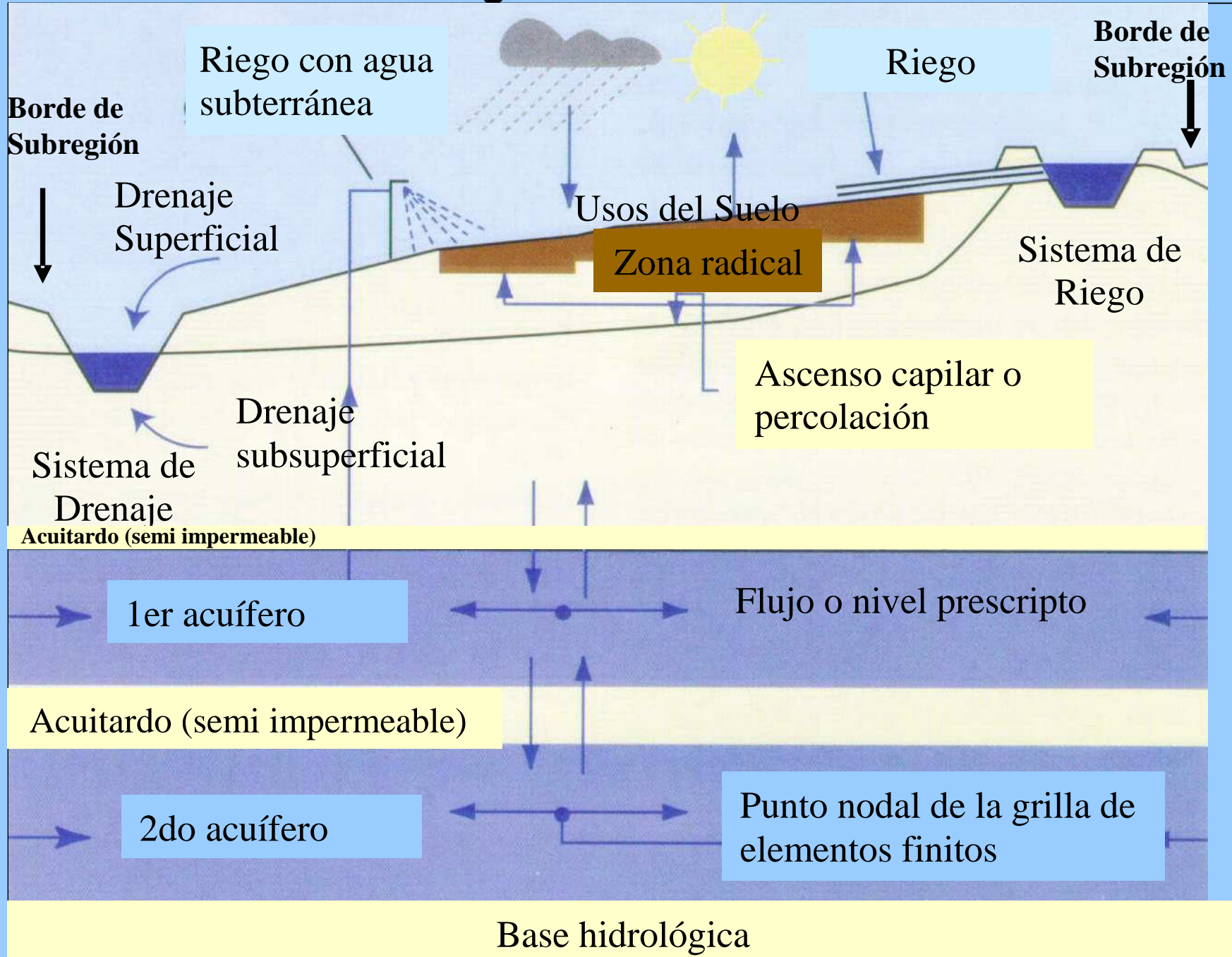
Andes



## **OBJETIVOS**

-  **Calibrar el modelo SIMGRO en el área regadía del río Mendoza**
  
-  **Analizar el funcionamiento de la cuenca con el nuevo escenario (embalse Potrerillos)**
  - **Hidrología (superficial y subterránea )**
  - **Balance salino (agua y suelo)**
  
-  **Analizar indicadores para cuantificar y calificar el desempeño del riego y drenaje**

# Sistema integrado del modelo SIMGRO



# EFECTO DE LA SALINIDAD DEL SUELO

- Afecta la estructura del suelo
- Efecto osmótico (reducción de la disponibilidad de agua para el cultivo)
- Efecto iónico (ausencia o acumulación, ion cloruro)

## Medición de la salinidad

- General: conductividad eléctrica  
( $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1} = 1 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ )
- Sodicidad: relación adsorción sodio (RAS) *No considerado por SIMGRO*



**Cálculo de la concentración de sales por medio de SIMGRO:** transporte advectivo de componentes solubles no reactivos

$$C = \alpha * CE$$

$$\alpha = f(CE)$$

$$C = (633,3 + 6,66*CE) CE$$

$\alpha$  función lineal de CE

(Richards, 1954)

C = concentración de sal (mg/l) y CE = conductividad eléctrica ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ )

### **SIMGRO.DAT**

Parámetros de control y opción  
Zona no saturada  
Uso del suelo  
Agua superficial  
Concentración de sales iniciales  
Datos dependientes del tiempo  
Condiciones borde: flujo y concentración de sales de agua subterránea/niveles freáticos, flujo y concentración de sales de agua superficial

### **SIMGRO.HDS**

Cotas de agua iniciales (en los puntos nodales y por capa)

### **SIMGRO.EVP**

Precipitación  
Evapotranspiración cultivo de referencia (datos por día)

### **SIMGRO.FAC**

Factores de cultivo ( $K_C$ ) por día y cultivo

### **SIMGRO.IRP**

Láminas de riego con agua Superficial y subterránea por subregión y por mes

**SIMGRO**

### **SIMGRO.NDE**

Datos geo-hidrológicos:  
- Profundidad de las capas  
- Permeabilidad horizontal  
- Resistencia vertical  
- Porosidad  
Coordenadas de puntos nodales  
Cota de terreno por punto nodal

### **OUTPUT, RESULTADOS (por día o intervalo a elegir)**

Niveles de agua en los puntos nodales y por capa  
Flujos verticales entre acuíferos  
Láminas de riego aplicadas y Evapotranspiración por subregión y cultivo  
Almacenamiento de humedad por subregión y cultivo  
Concentración de sales en los puntos nodales, la zona no saturada (por subregión y cultivo) y el agua superficial

## INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para evaluar cambios y posibles medidas de mitigación, es necesario contar con **indicadores** a nivel de cuenca que tengan en cuenta el agua **superficial y subterránea**.

Durante los últimos 10 años, se han desarrollado **indicadores** para **cuantificar y calificar** el desempeño del riego y drenaje.

Los indicadores de desempeño analizan:

- . la distribución y el uso eficiente del agua,
- . el mantenimiento de la red,
- . los aspectos ambientales, socio-económicos y de manejo (M. Bos, 1997).

Para **comparar** el desempeño de unos sistemas con otros, es recomendable **seleccionar los indicadores más significativos**.

## INDICADORES DE DESEMPEÑO USADOS

**Evapotranspiración Relativa ( $R_{ET}$ ):** *razón entre la evapotranspiración real y la potencial.*

*Refleja qué valor alcanza la Evapotranspiración Real y cuánto afecta al rendimiento del cultivo.*

**Fracción de consumo ( $D_F$ ):** *relaciona -en el área de estudio- los parámetros de balance hídrico con los factores que hacen fluctuar el nivel freático. Considera tres (3) componentes del balance hídrico del área de riego: evapotranspiración real, sumada a la precipitación más el agua de riego superficial y subterránea (Molden, 97: Bastiaanssen et al, 01).*

$$D_F = \frac{ET_{actual}}{P + V_c}$$

**$ET_{actual}$ :** evapotranspiración real de cultivos

**P** : precipitación       **$V_c$ :** volumen de riego sup. y subt.



# ÁREA REGADÍA DEL RÍO MENDOZA

## Parámetros de caracterización

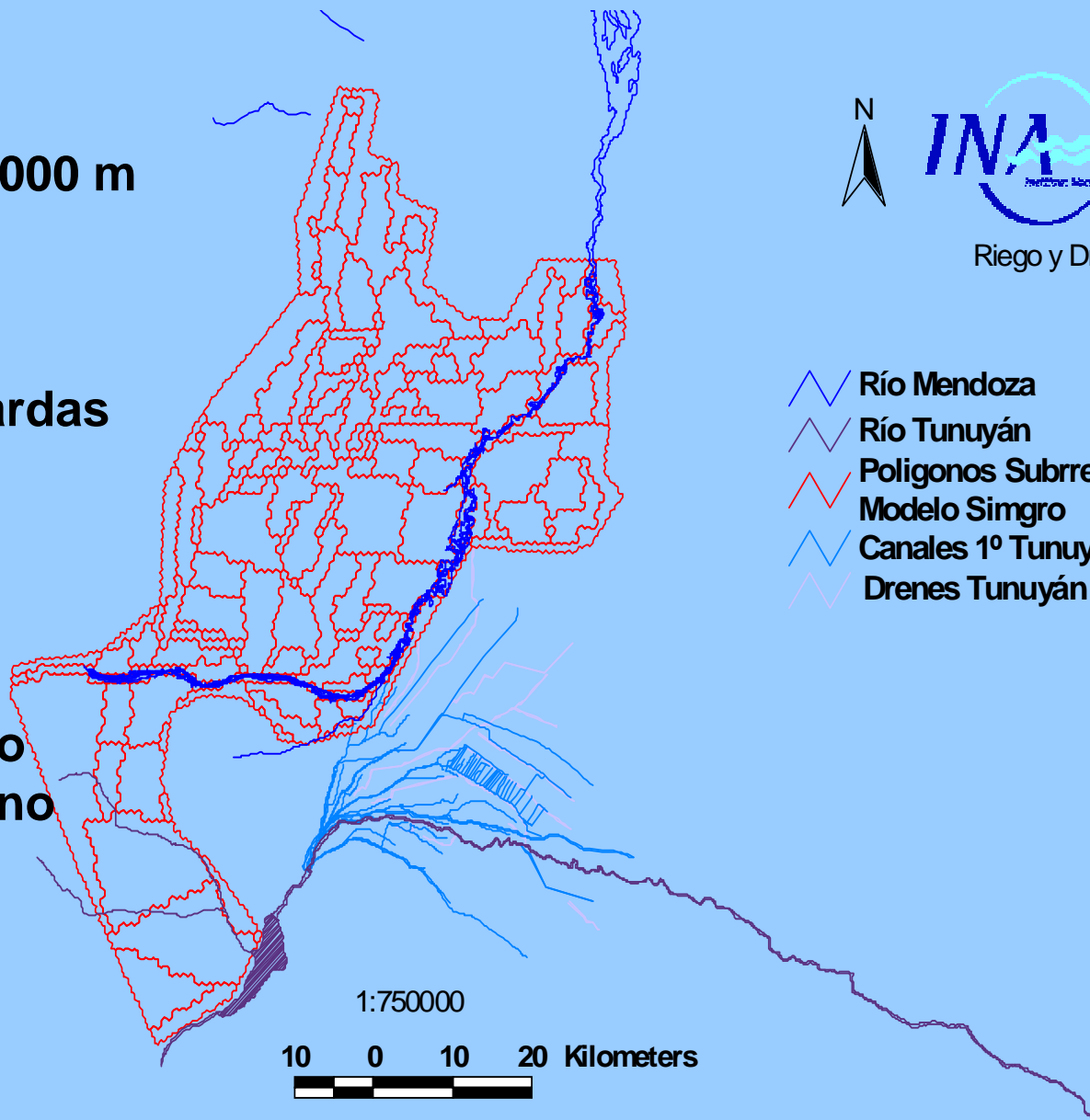
- Más del 95% del área utiliza métodos de *riego por superficie*
- Salinidad del agua de riego superficial  $CE_w = 0.9 \text{ dS.m}^{-1}$  (*ingreso al sistema*)
- Salinidad del agua de drenaje subsuperficial  $CE_w = 3 \text{ a } 5.2 \text{ dS.m}^{-1}$
- Salinidad de suelo (rizósfera cultivos regados) varía *desde*  
 $1.8 \text{ dS.m}^{-1} (\pm 1) \text{ a } 3.8 \text{ dS.m}^{-1} (\pm 1.9)$
- Láminas de riego superficial por subregión (1977 – 1997) de:  $500 \text{ a } 2100 \text{ mm año}^{-1}$
- Extracción del *agua subterránea de la 3ª y 5ª capa* de acuerdo al balance de cuenca

## Subregiones del modelo SIMGRO

- **Nodos: 3685**
- **Distancia: 1000 m \* 1000 m**
- **Elementos: 6986**
- **Subregiones: 124**
- **Niveles: 5**  
3 acuíferos y 2 acuitardas

### Usos de Suelo

- (1) vid y frutales
- (2) olivos
- (3) hortalizas de verano
- (4) hortalizas de invierno
- (5) pasturas
- (6) inculto
- (7) área urbana



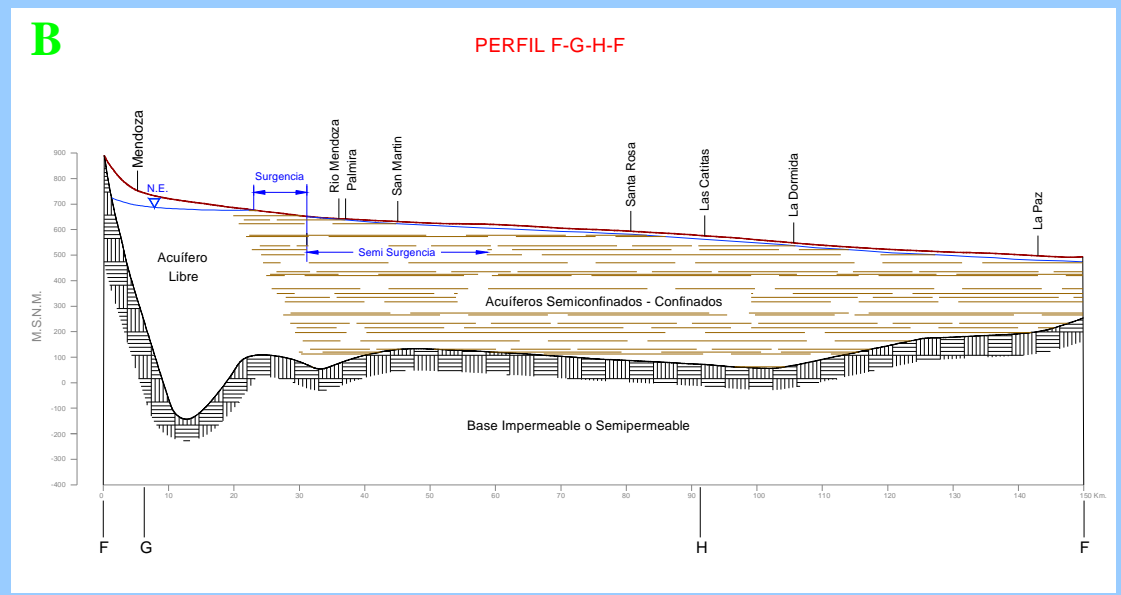
- Río Mendoza
- Río Tunuyán
- Poligonos Subregiones Modelo Simgro
- Canales 1º Tunuyán
- Drenes Tunuyán

## ÁREA REGADÍA DEL RÍO MENDOZA

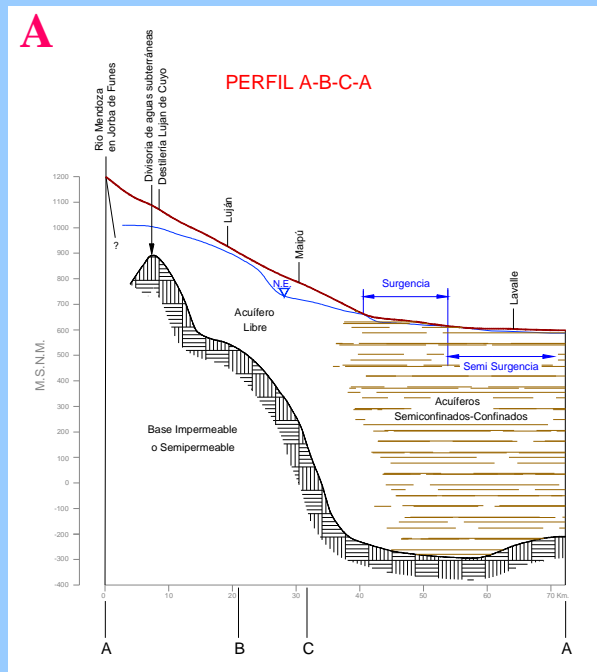
<b>Esquemmatización hidrogeológica del área modelada</b>			
<b>Nº</b>	<b>Capa</b>	<b>Transmisividad (m<sup>2</sup>. día<sup>-1</sup>)</b>	<b>Resistencia Vertical (día)</b>
<b>1</b>	<b>Acuífero</b>	<b>7.000</b>	<b>-</b>
<b>2</b>	<b>Acuitardo</b>	<b>-</b>	<b>100 – 4.000</b>
<b>3</b>	<b>Acuífero</b>	<b>120 – 5.700</b>	<b>-</b>
<b>4</b>	<b>Acuitardo</b>	<b>-</b>	<b>100 – 6.000</b>
<b>5</b>	<b>Acuífero</b>	<b>240 – 7.500</b>	<b>-</b>



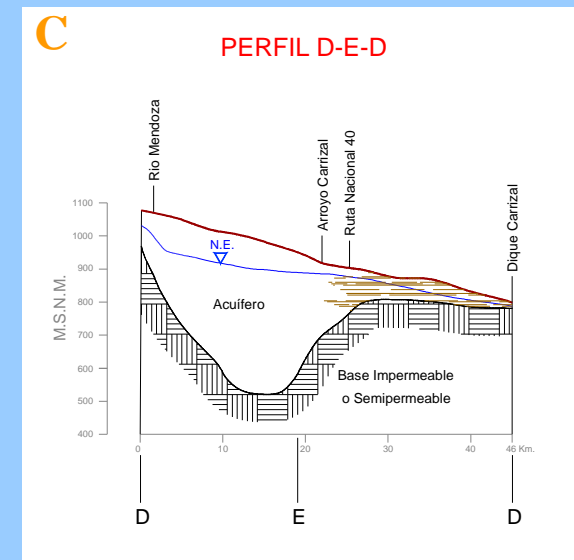
**Localización de los perfiles**



**Perfil sección B (Ruta 7)**

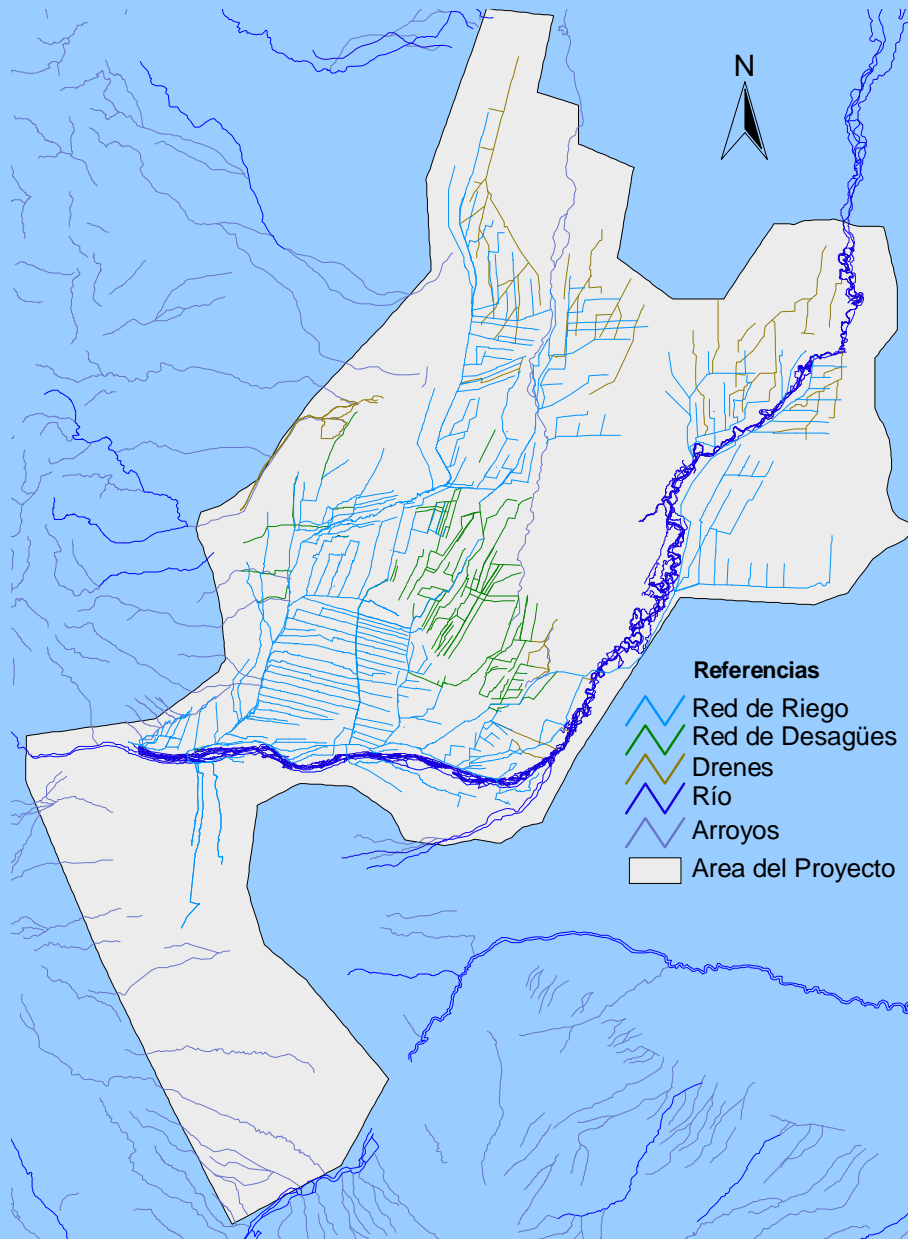


**Perfil sección A (Cacheuta-Luján-Lavalle)**

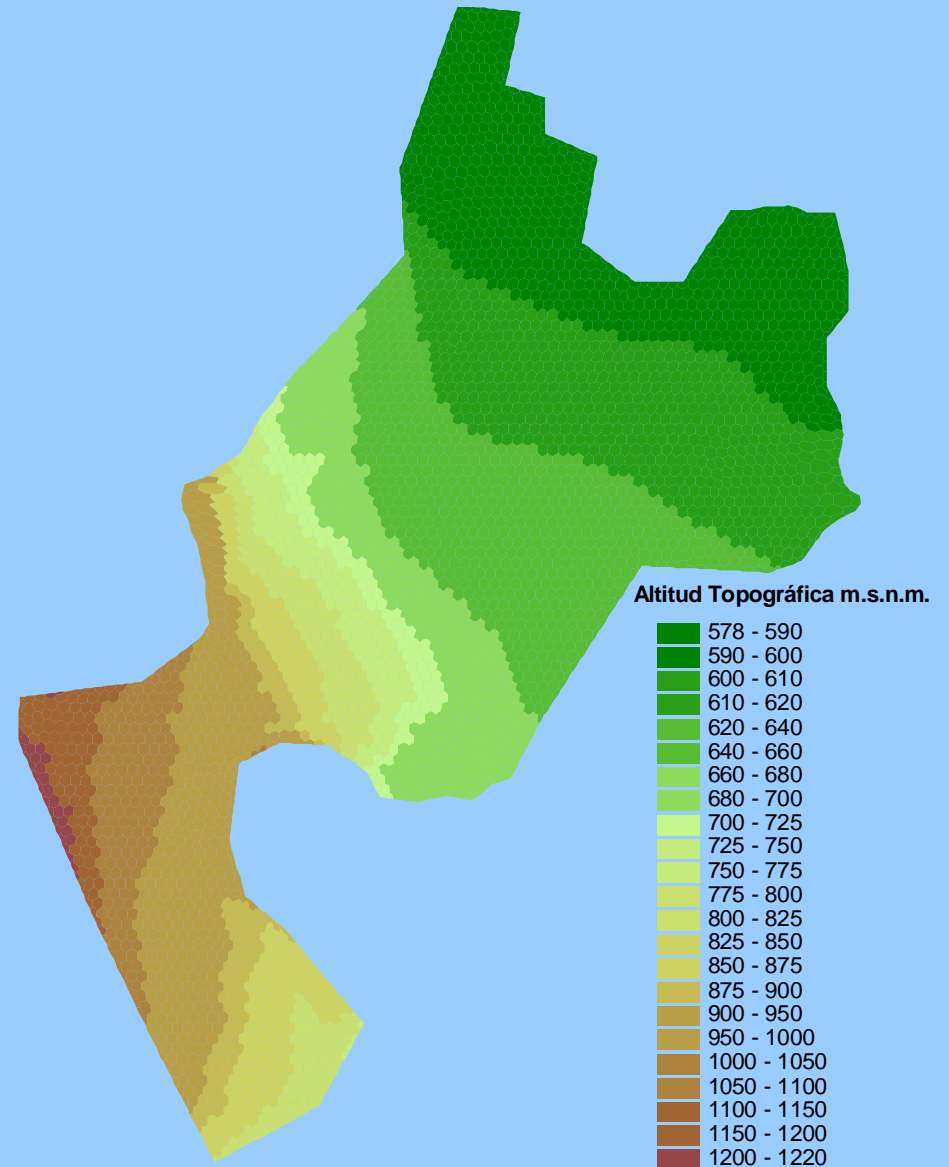


**Perfil sección C (subcuenca El Carrizal)**

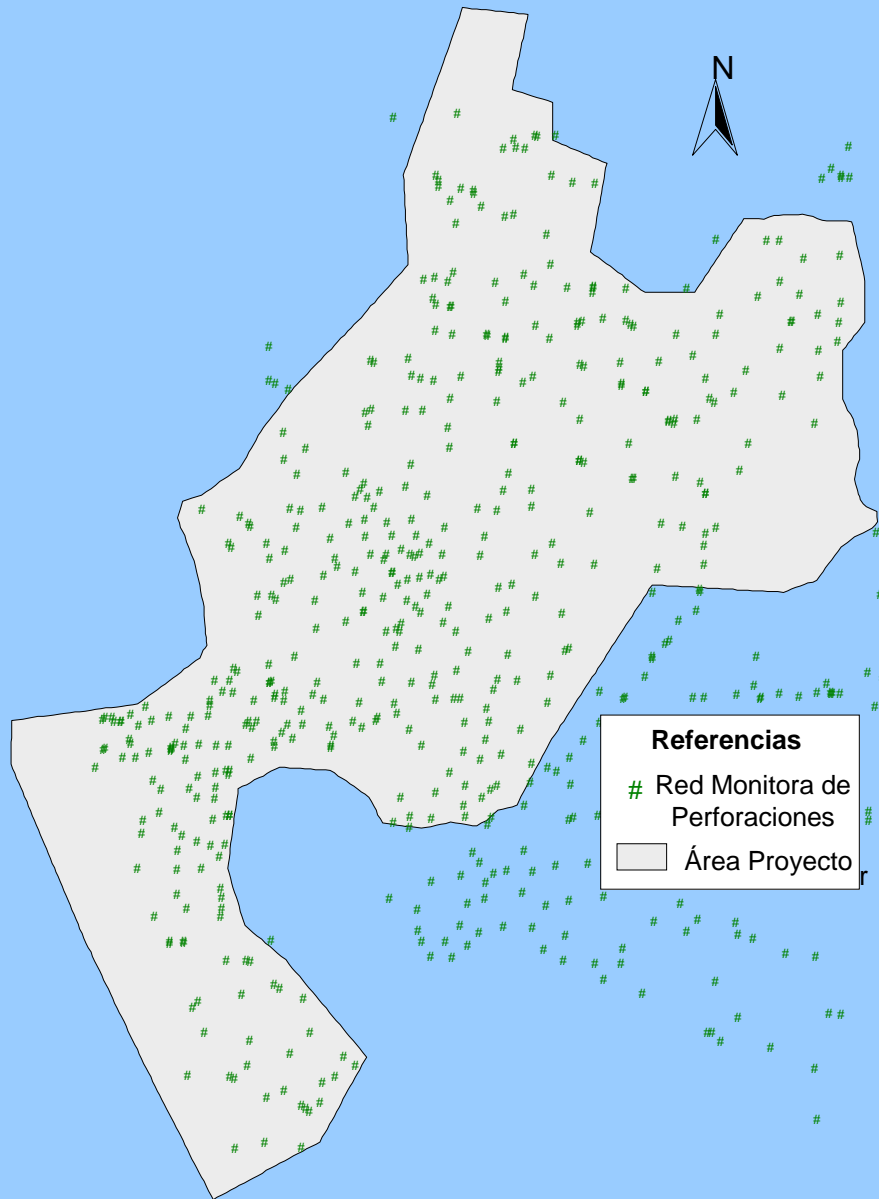
## Red de Riego (Sistema de Canales y Drenes)



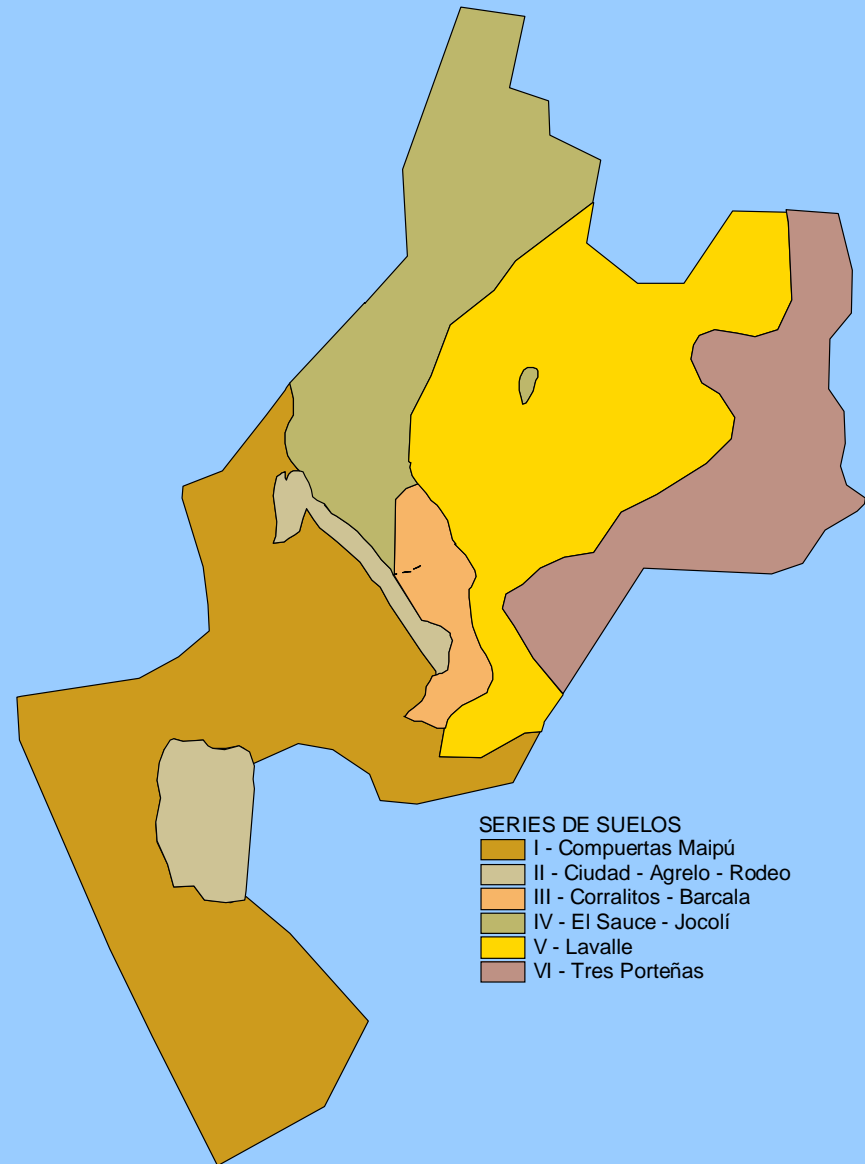
## Curvas de Nivel Topográfico (1150 – 580 msnm)



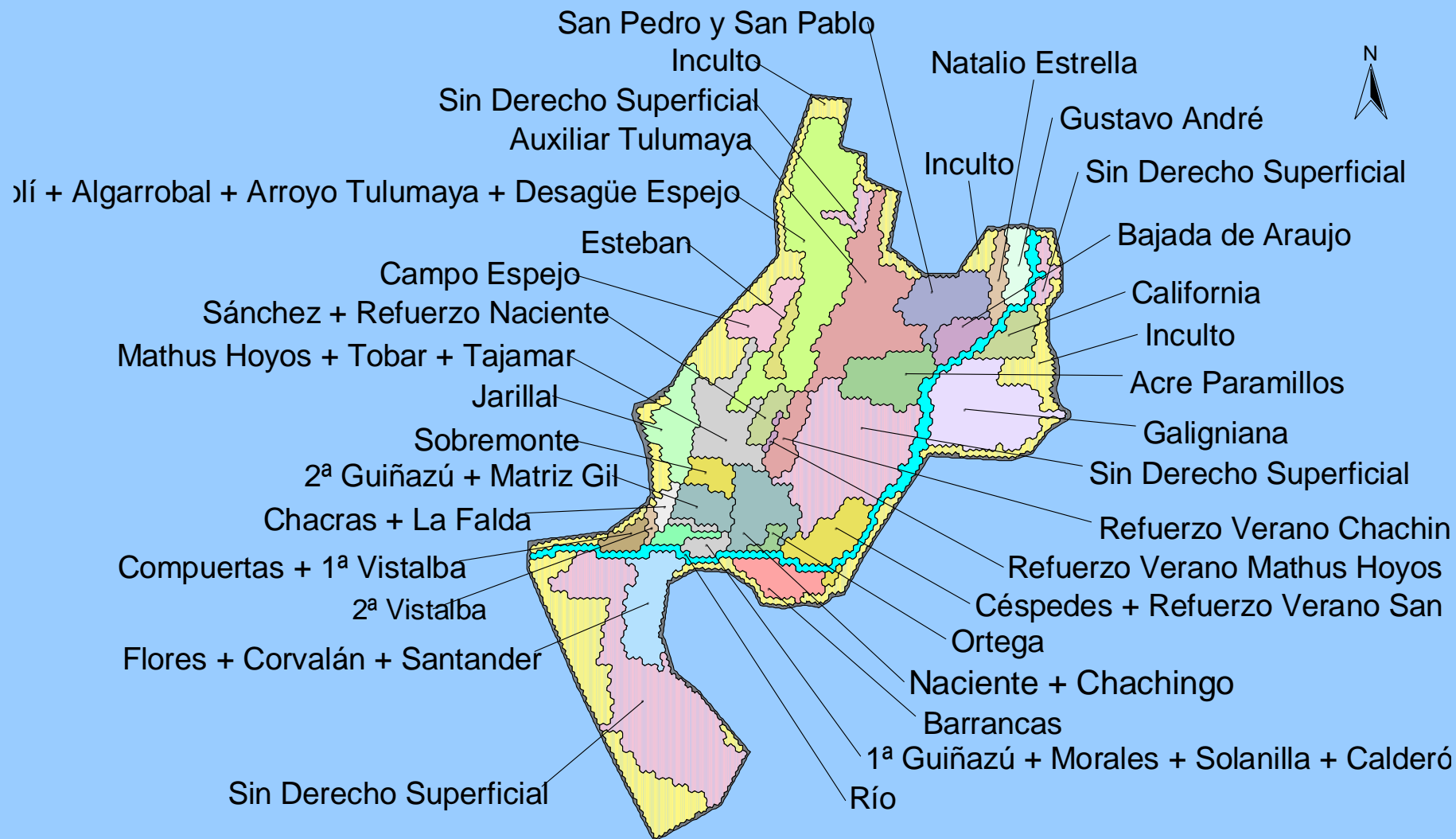
# Red de perforaciones del Área (Niveles y Calidad de Agua Subterránea)



# Series de Suelo: Infiltración básica promedio 1.3 – 7.3 mm.h<sup>-1</sup>

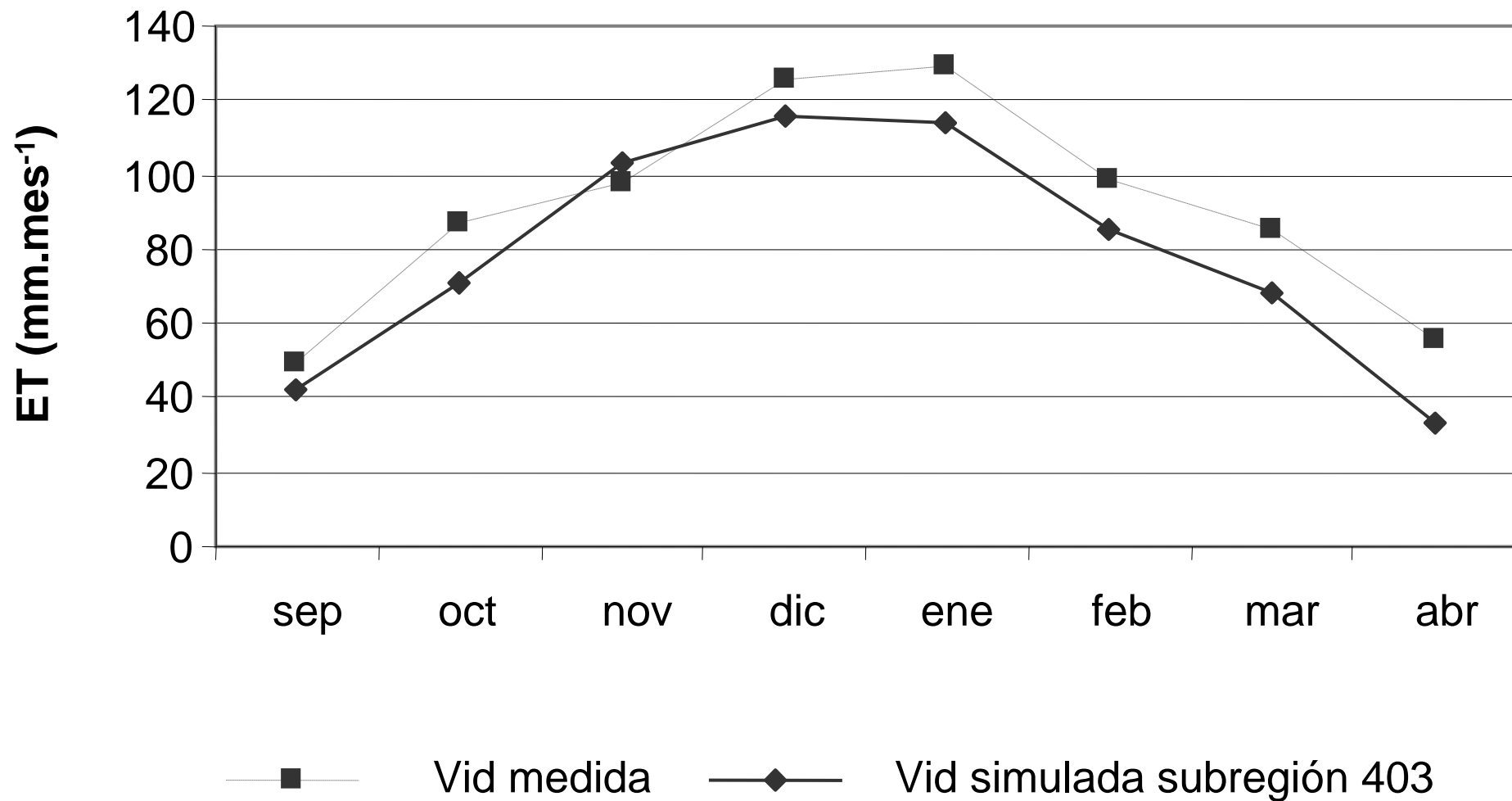


# Áreas de dominio de los canales de riego, de agua subterránea e incultas 124 subregiones



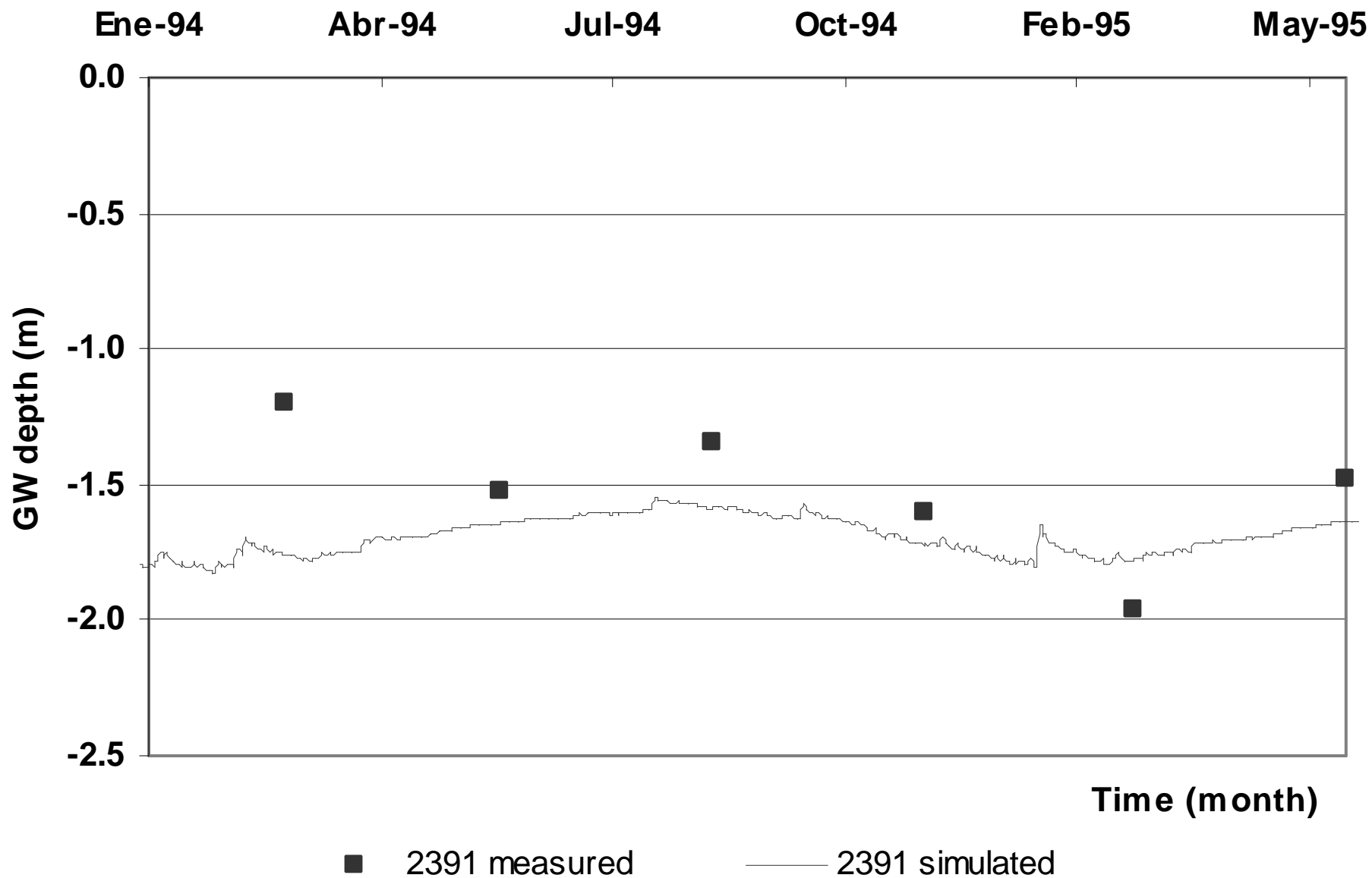
## CALIBRACIÓN DE SIMGRO

El modelo fue calibrado usando los niveles de agua subterráneas, evapotranspiración, salinidad de agua y suelo para la temporada 94/95

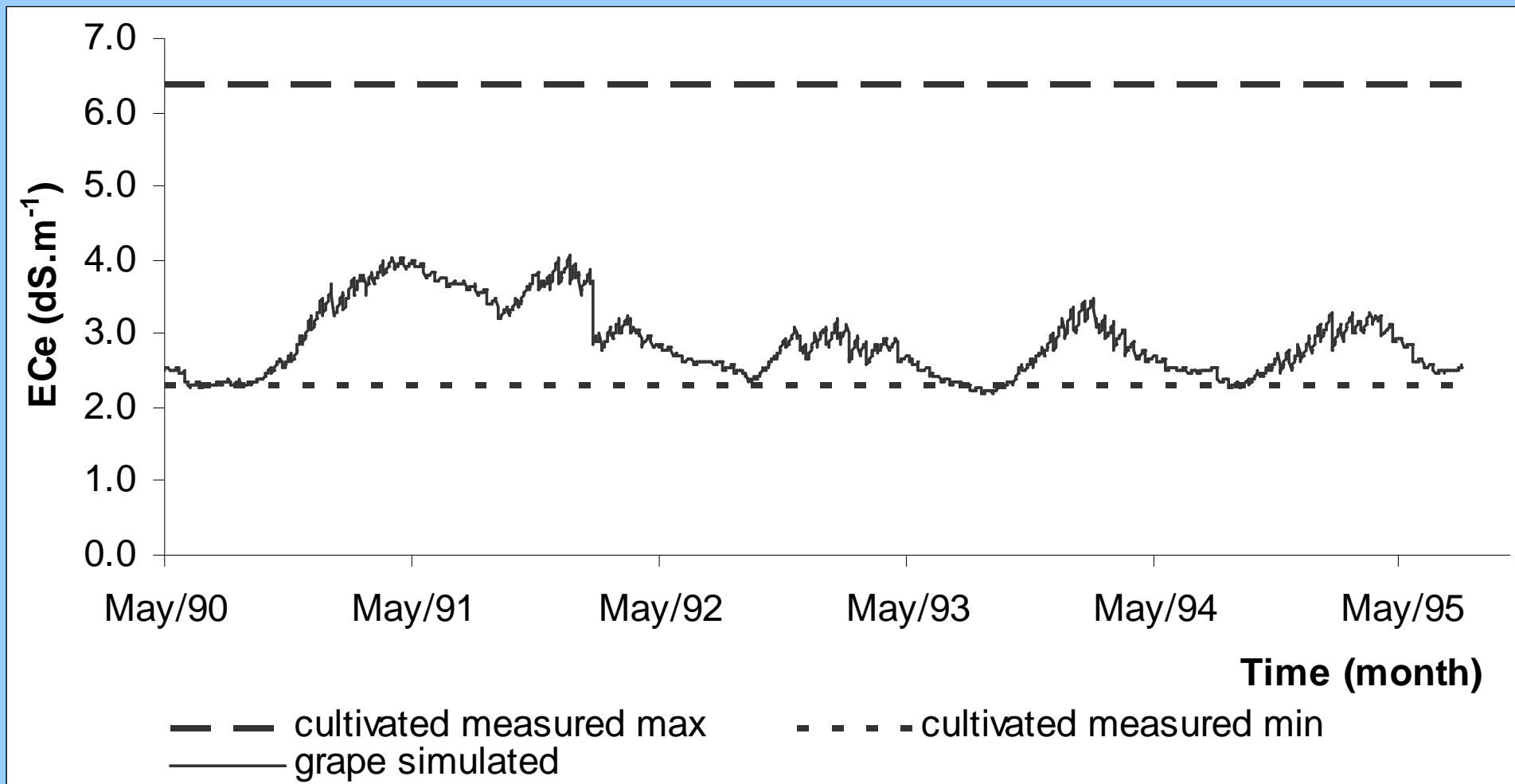


Evapotranspiración actual de la vid para la subregión 403



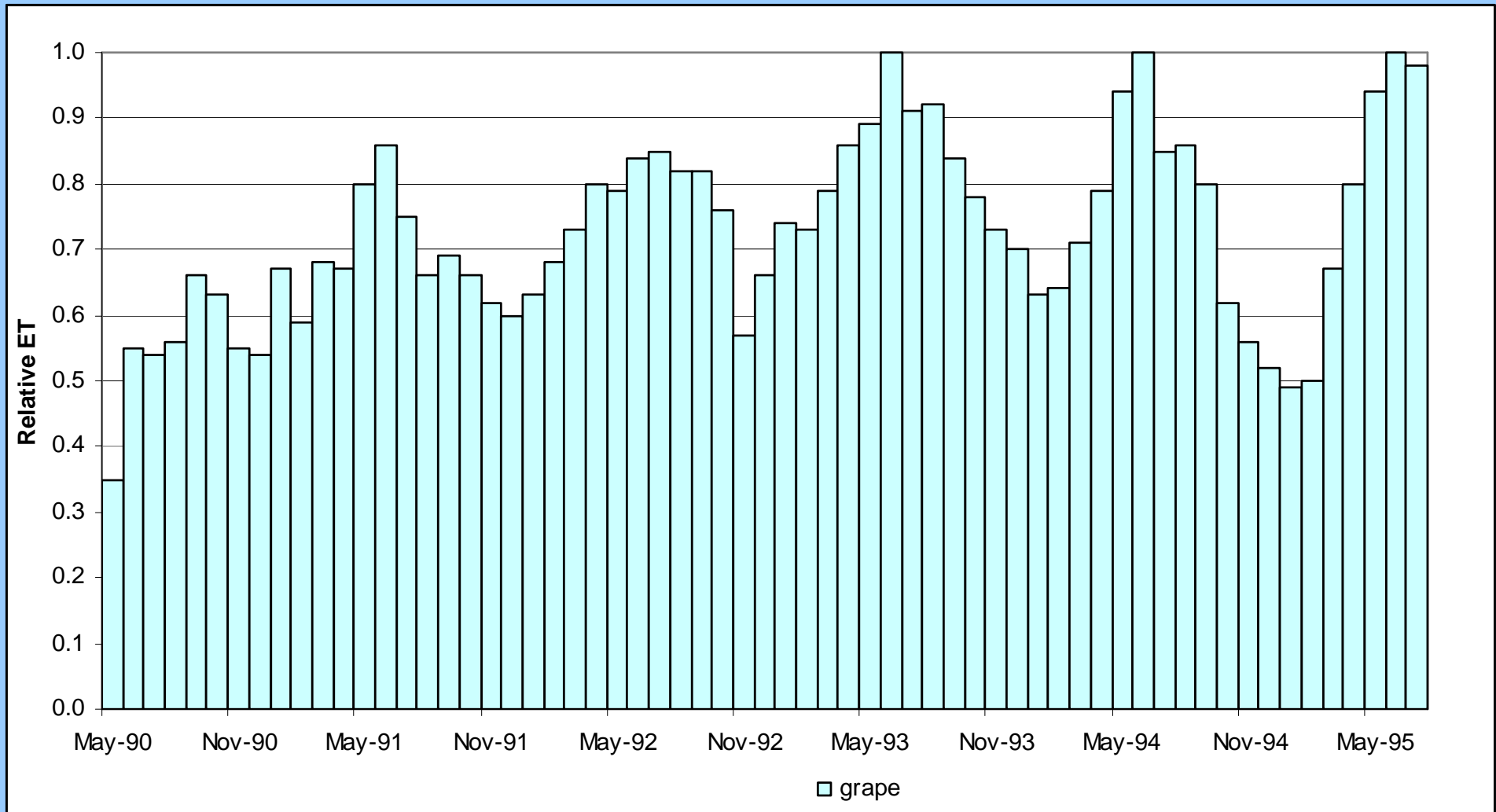


**Variación de la Profundidad del Agua freática en el nodo 2391**

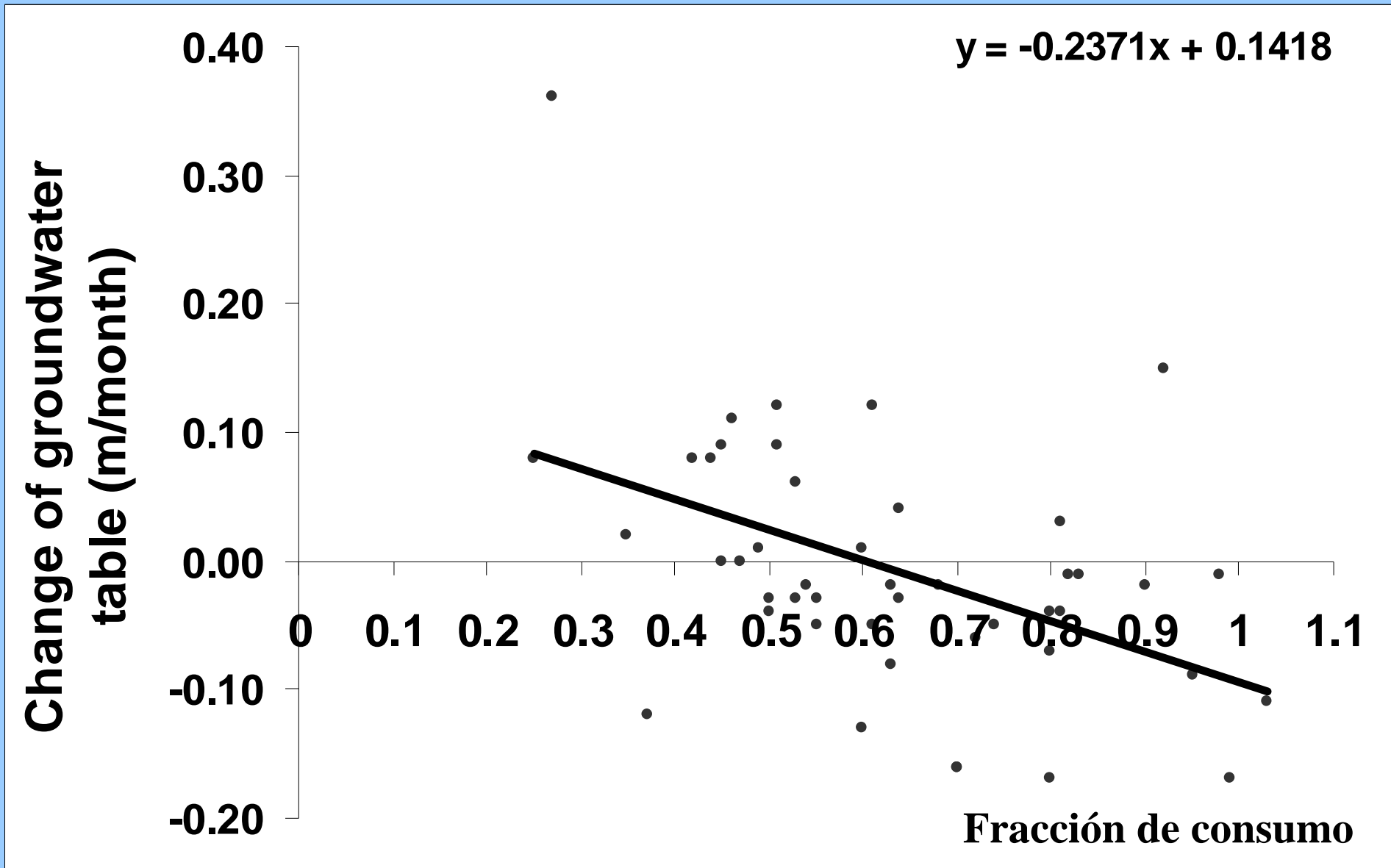


**Conductividad eléctrica del suelo (salinidad) simulada y medida en la zona de raíces, de viñedos en la subregion 408 (años 90-95)**

# RESULTADOS DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO



**Evapotranspiración Relativa ( $R_{ET}$ ) de Viñedos  
para la subregión 104**

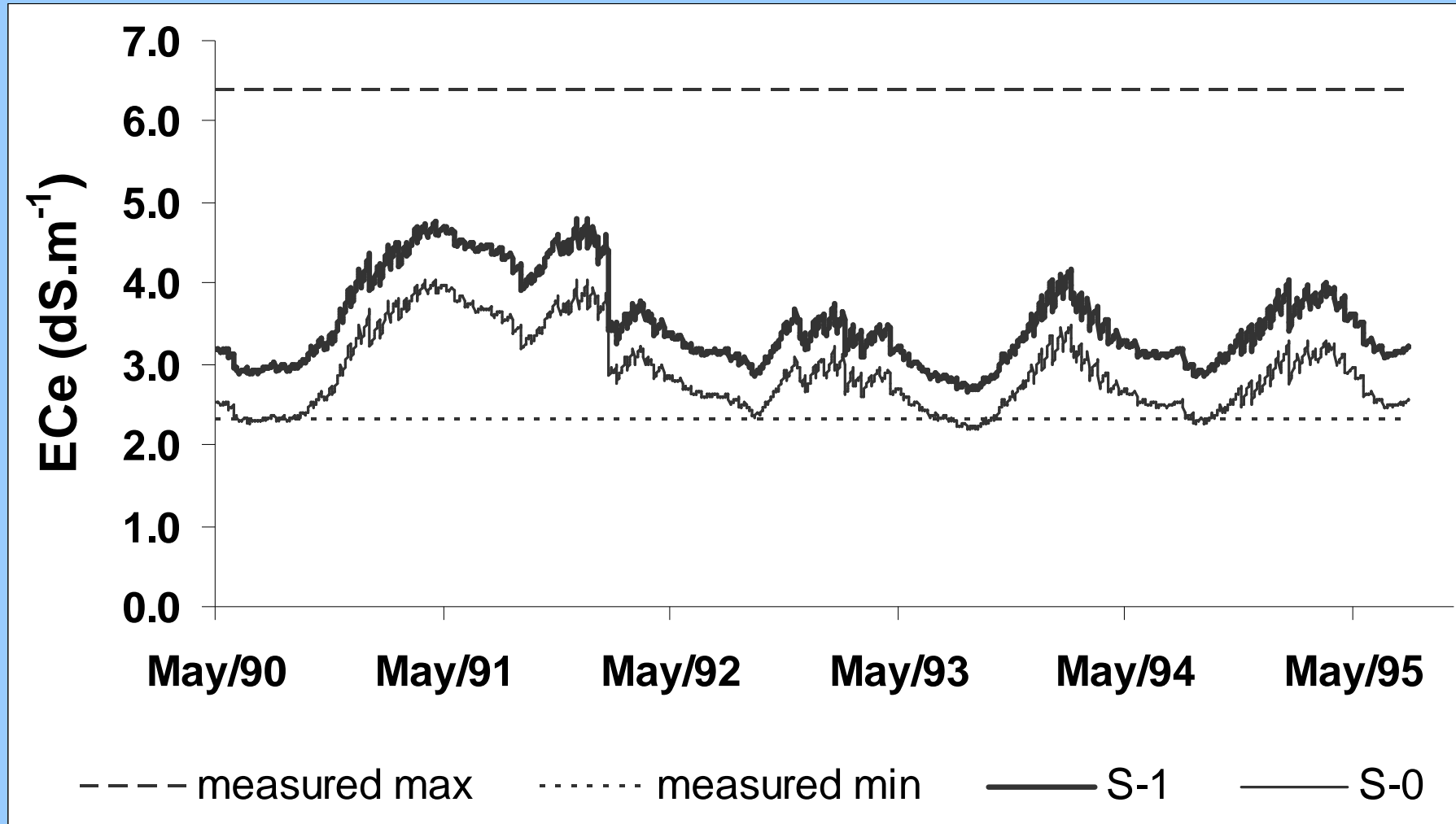


**Velocidad de cambio del nivel freático en función de la fracción de consumo para las subregiones 400**

# ANÁLISIS DE ESCENARIOS

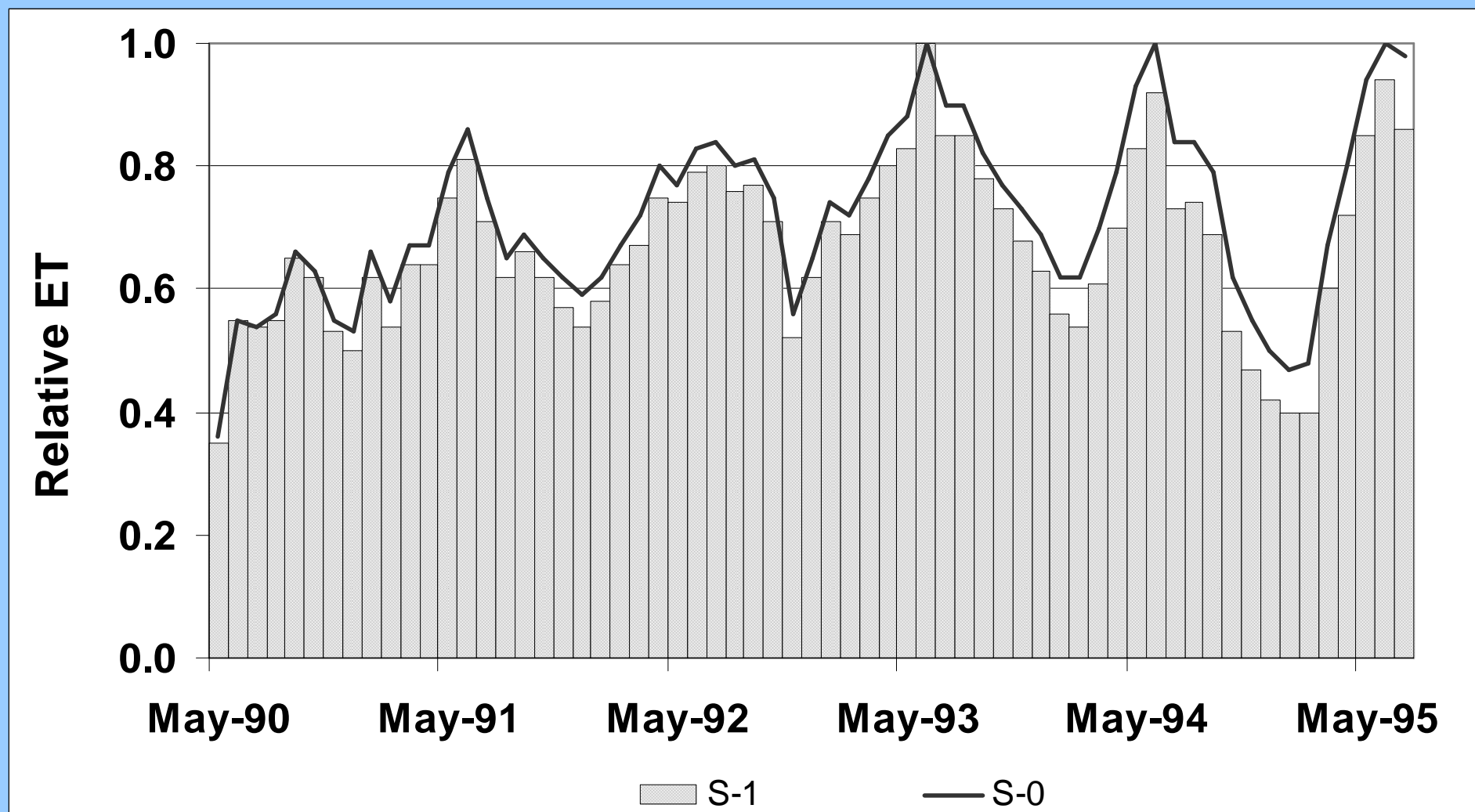
**S0: situación actual**

**S1: nuevo escenario (más infiltración en el lecho del río y en canales)**



**Salinidad del suelo cultivado en la subregión 408**

## ANALISIS DE ESCENARIOS



Evapotranspiración relativa ( $R_{ET}$ ) de tecnologías agrícolas en subregión 104

S0: situación actual - S1: nuevo escenario

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- SIMGRO puede ser usado en situaciones donde el cambio de las condiciones afecte al sistema hidrológico**
- Puede simular distintas prácticas de riego en varios años con condiciones meteorológicas y láminas de riego diferentes**
- El incremento de la infiltración del agua en el lecho del río y en la red de canales genera menor cantidad de agua disponible para riego superficial y elevación del nivel freático**
- En las partes bajas de la cuenca, se observa un incremento significativo de la salinidad en la rizósfera y del agua freática**
- Resulta importante investigar en el futuro el efecto de una mejor distribución del agua (superficial) y una adecuada extracción de agua subterránea para evitar déficit hídrico**

**Muchas gracias**

