

# Universidad Nacional de Salta

## Facultad de Ciencias Naturales

### CARTOGRAFÍA DE SUELOS

José Sastre, 2020

# Cartografía de Suelos

- La cartografía de suelos trata de su variabilidad horizontal o como difieren los suelos de un lugar a otro a través del paisaje.
- Quien maneja el suelo, deberá no sólo conocer "su origen", sino también debe saber "donde se ubican".
- Un regante conocerá las condiciones del suelo que serán necesarias para que sea productivo bajo sus propiedades, pero él también deberá saber **donde se pueden encontrar los suelos con estas propiedades.**
- Existen estudios de suelos para usos especiales que delimitan y describen los cuerpos naturales.
- Otros estudios mapean la distribución geográfica de las propiedades de suelos, como aptitud para un proyecto de irrigación o conformación de un proyecto de fertilización de una finca.

# Cartografía de Suelos

- Un levantamiento de suelos es "un examen sistemático, descripción, clasificación y cartografía de los suelos en un área determinada."
- Implica un trabajo de:
  - Gabinete
  - Campo
  - Laboratorio
- Un levantamiento de suelos **describe** sus características en un **área específica**, **clasifica** las tierras de acuerdo a un sistema **estándar**, **dibuja** sus límites en un **mapa** y permite hacer **predicciones** acerca del comportamiento de las unidades.

- La necesidad de producir alimentos, fibras y biocombustibles moviliza esfuerzos hacia la planificación del uso de la tierra, para que el incremento de la producción tenga lugar en los sitios más adecuados.
- Los **Mapas de Suelos** muestran áreas delimitadas en un plano, definidas y denominadas “**unidades cartográficas**”.
- Ellas contienen en un espacio geográfico acotado diferentes clases de suelos a “**nivel taxonómico**” (desde órdenes hasta subgrupos de suelos) y otras veces a “**nivel utilitario**” (**capacidad de uso o uso potencial del suelo**).

## *UNIDAD TAXONOMICA*

- Concepto abstracto, Definido a base de propiedades del suelo seleccionadas.*
- Agrupa pedones similares sin referencia a su ubicación geográfica.*

## *UNIDAD CARTOGRAFICA*

- Áreas específicas del paisaje identificadas con el nombre de una o más unidades taxonómicas.*
- Agrupa pedones similares y contiguos.*

# TIPOS DE MAPAS DE SUELOS A BASE DE SUS OBJETIVOS

## • Mapas de suelos

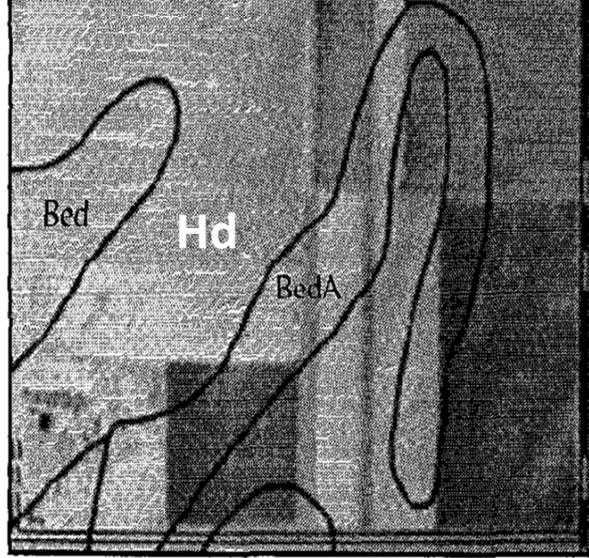
- Son científicos y separan **unidades cartográficas de suelos**.
- Muestran **propiedades y características de suelos** relacionadas con su **génesis**.

## • Mapas de propiedades

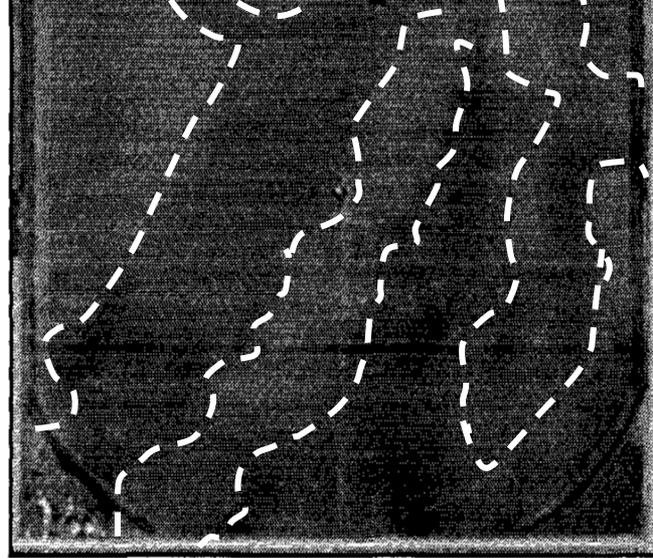
- **Textura, contenido de nitrógeno, pH, carbonatos, materia orgánica, profundidad efectiva del suelo**, entre otras.
- Representadas por **isolíneas** (agrupación de puntos con igual valor para una determinada propiedad).

## • Mapas temáticos o de evaluación

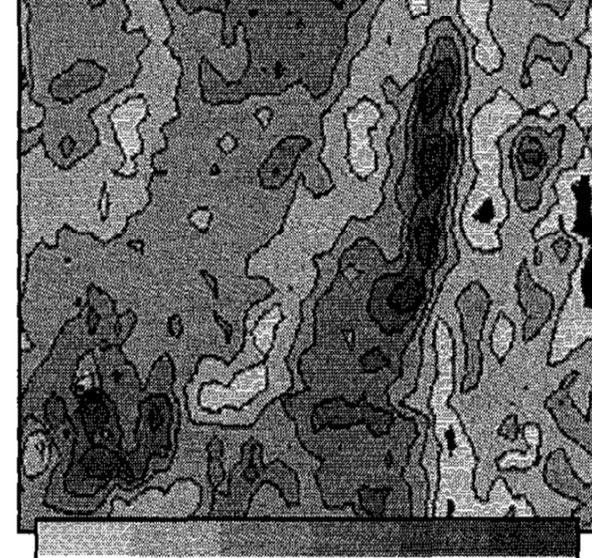
- A partir de un mapa de suelos se seleccionan propiedades relevantes para evaluar suelos con un fin determinado y se definen clases.
  - «**sin limitaciones**», «**limitaciones moderadas**», «**limitaciones severas**», «**no apto**»).
  - Se pueden confeccionar: **mapas de evaluación de capacidad de uso, mapas de aptitudes para fines específicos, mapas de erosión, sodicidad, niveles de salinidad**, entre otros.



Mapa de suelos



Fotografía aérea



1.3 1.7 2.1 2.5 2.9 3.3  
Mapa de % de MO

- (Izquierda) Mapa con **series de suelo** a partir de fotografías aéreas en blanco y negro con cultivos de cobertura.
- (Medio) Foto años después y el suelo fue convertido con riego de pivote central y los campos rectangulares se combinaron en un solo campo redondo. **Suelo recién arado con variaciones en color** relacionadas con la topografía y el contenido de materia orgánica que **se distinguen fácilmente**.
- (Mapa derecho) **Contenido de materia orgánica de suelos superficiales (1.3 a 3.3%)**.
- **Correlación entre la materia orgánica del suelo (derecha) y colores del suelo (medio) son parecidos.**
- Las **unidades cartográficas de suelos** (izquierda) se aproximan a las diferencias en materia orgánica y drenaje.
- Las **unidades cartográficas en las ciénagas "Hd"** poseen mayor cantidad de **MO en el suelo que las unidades cartográficas ubicadas sobre las lomas codificadas como "Bed"**.



• Mapas temáticos o de evaluación

- 1
- 2 H
- 3 M
- 4 L
- 5 N
- 6 AOF
- 7 LfZ

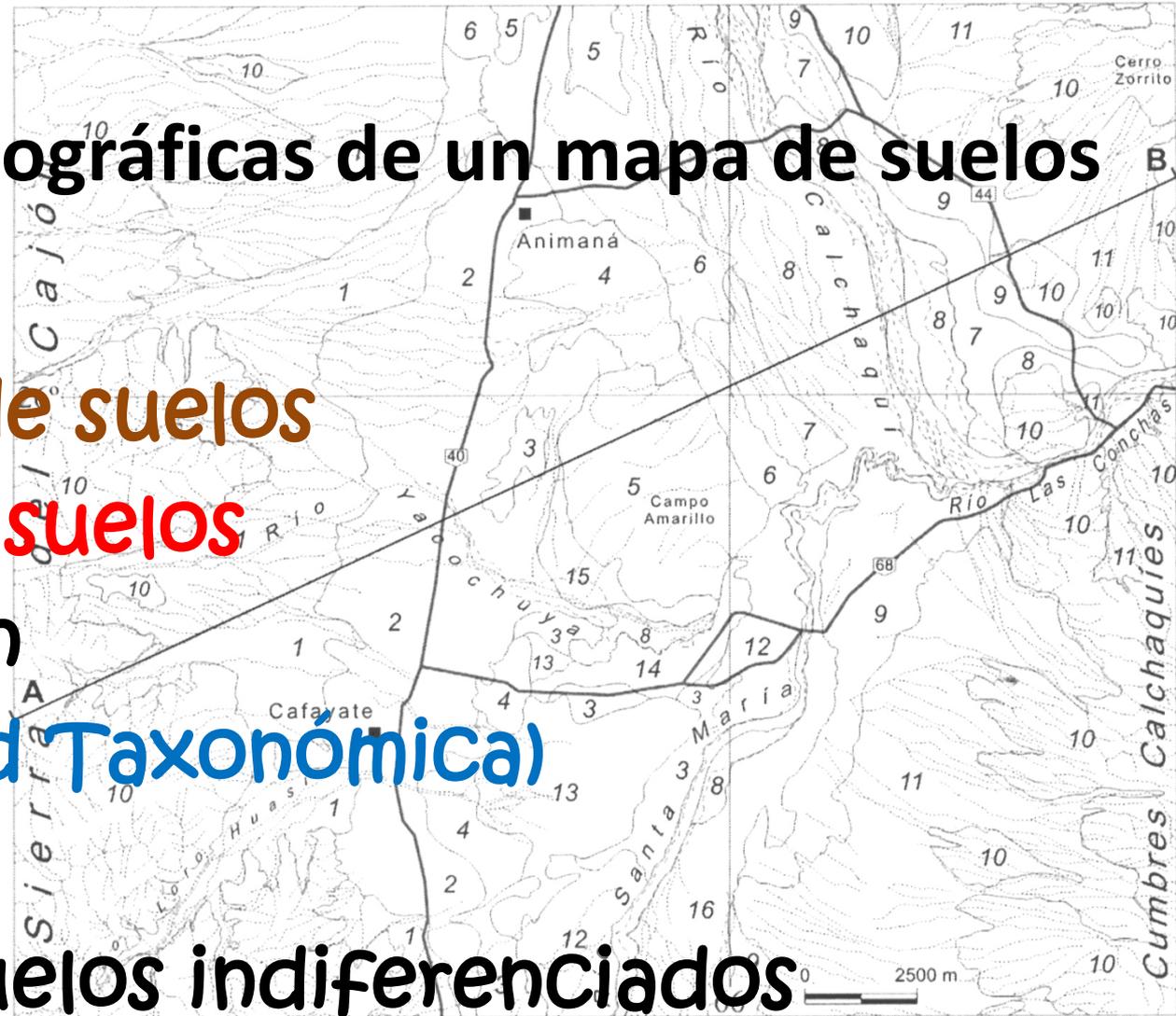
- Límites entre suelos en un mapa se muestran con líneas.
- Cada área circunscripta por una línea se denomina **delineación de suelos**.
- El conjunto de todas las delineaciones de suelos que están identificadas por un símbolo único, color o nombre, u otra representación en el mapa se denomina **unidad cartográfica**.

Unidad Cartográfica: es una asociación geográfica de suelos que se muestra en un mapa. Puede estar constituida por una o más unidades taxonómicas.

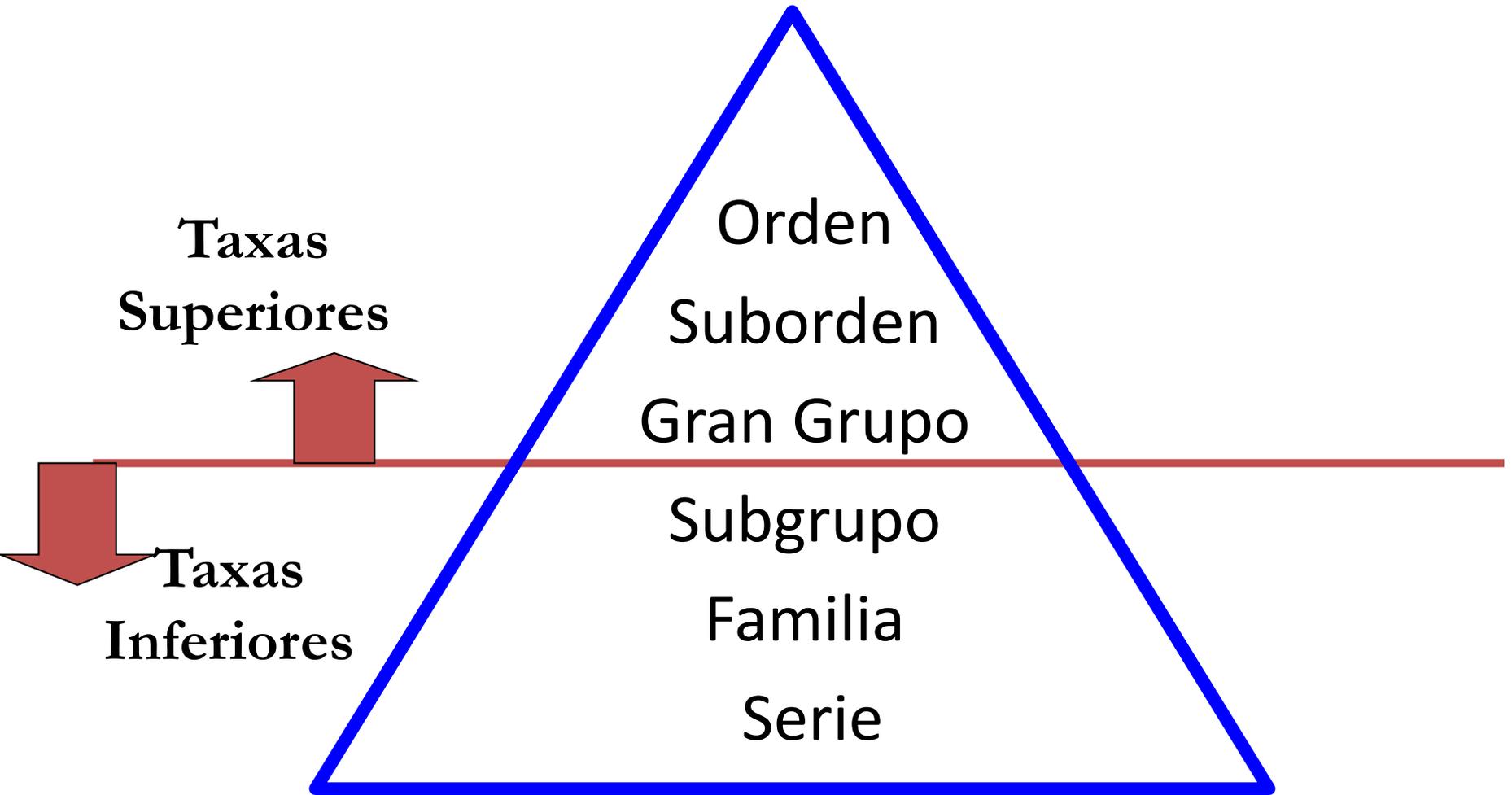
- Las unidades cartográficas pueden ser simples (o puras) o compuestas.
- Las simples encierran una sola unidad taxonómica con o sin fase. Se usan en mapas de escala grande como mapas detallados de suelos.
- Las unidades cartográficas compuestas encierran dos o más unidades taxonómicas con más de una fase.
- A medida que disminuye la escala del mapa, las unidades cartográficas son más complejas.

# Unidades cartográficas de un mapa de suelos

- Asociación de suelos
- Complejo de suelos
- Consociación
- Serie (Unidad Taxonómica)
- Fase
- Grupos de suelos indiferenciados
- Tierras misceláneas

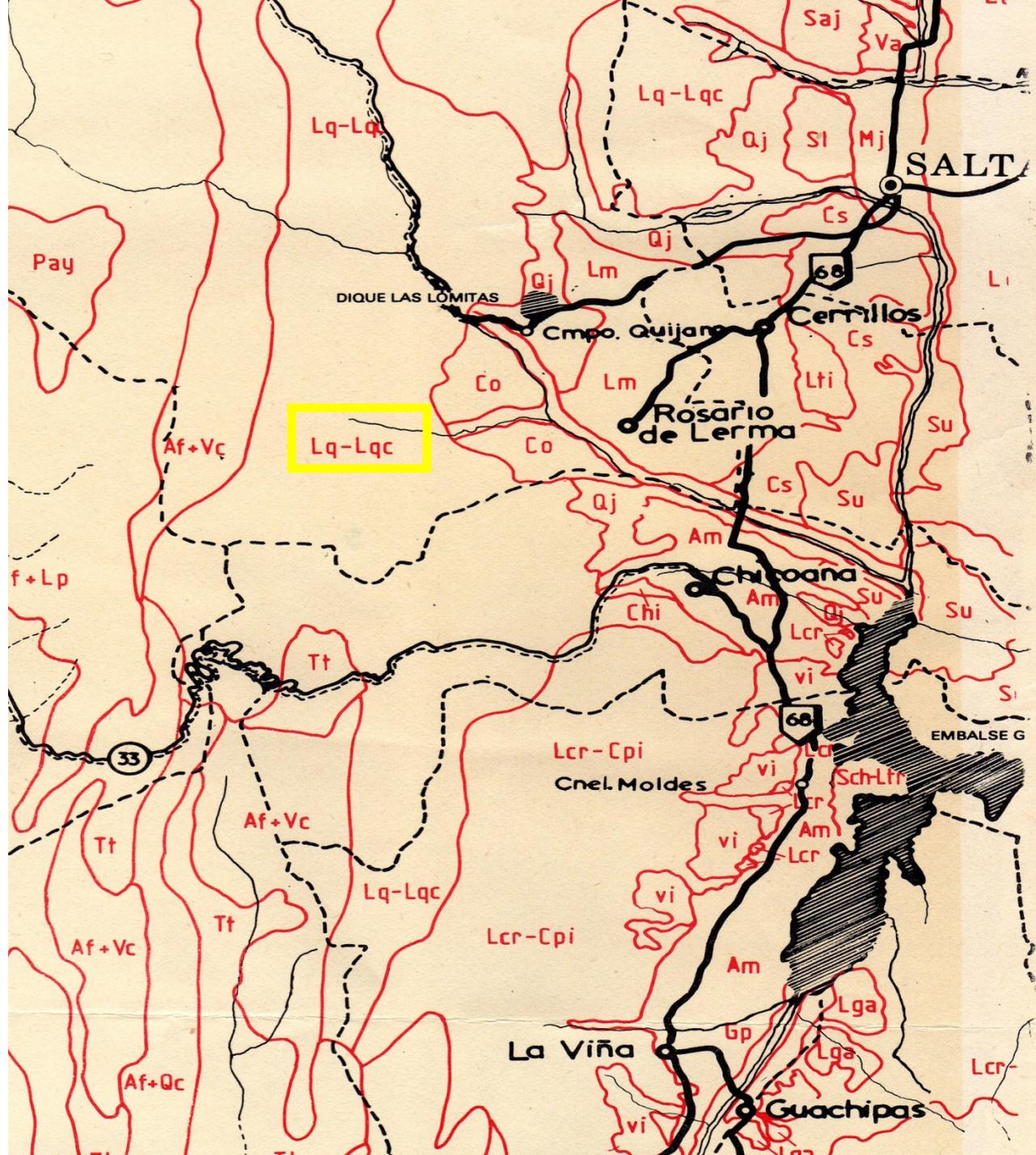


# Taxonomía de suelos o Soil Taxonomy (USDA)



# Unidades Cartográficas

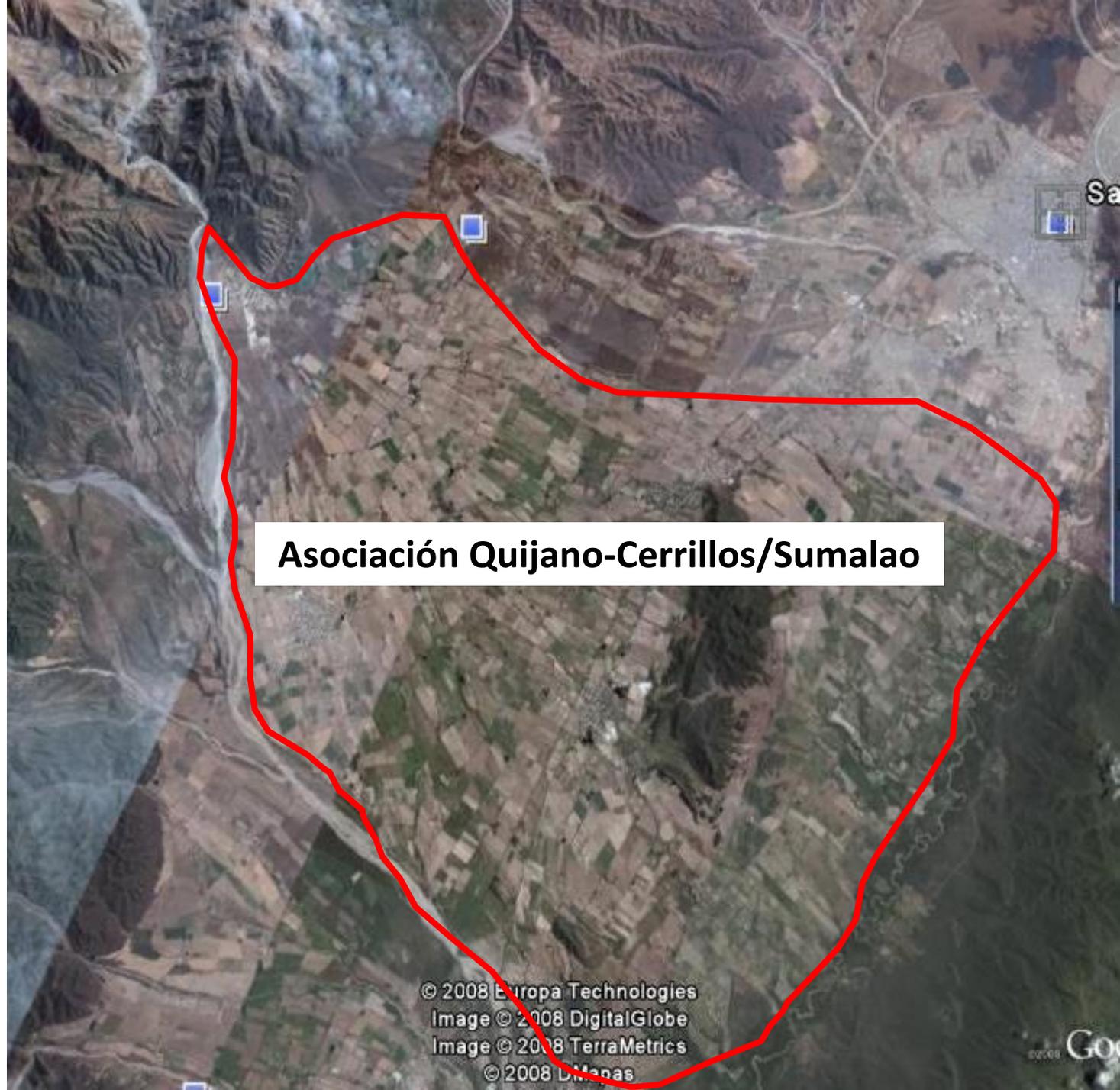
- Agrupan suelos que pueden o no ser similares y se representan en un mapa a través de líneas que encierran una superficie en cuyo interior se escribe la simbología.



# Unidades Cartográficas

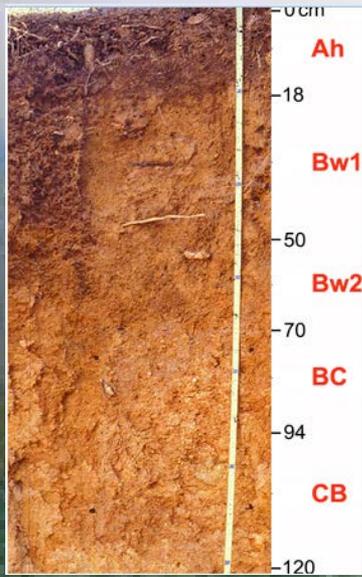
## Asociación de suelos

- Suelos con características diferentes.
- Asociados geográficamente.



Asociación Quijano-Cerrillos/Sumalao

# Asociación de suelos



Distrudept



Kandiudalf

Endoacuert



## Asociación de suelos

- Es un conjunto de individuos que se presentan en un paisaje. Es requisito que los suelos se formen juntos en la misma zona.
- Llevan el nombre de dos o tres unidades dominantes en el grupo, pero pueden contener varios suelos menos extensos adicionales.
- **Los suelos pueden ser del mismo o diferentes ordenes.**
- Se pueden formar en igual o diferentes materiales parentales.
- La identificación de asociaciones de suelos **permite caracterizar paisajes a través de grandes áreas** y ayudan a definir **zonas para la planificación del uso de la tierra.**
- Una asociación de suelo dada representa un rango definido de propiedades del suelo y relaciones con el paisaje, a pesar de que el rango de condiciones incluidas puede ser grande.

## **Asociación de suelos**

- **Compuestas por dos o más unidades taxonómicas** que podrían ser representadas separadamente en un mapa detallado de suelos.
- Ello se debe a la distribución espacial de cada uno de sus componentes.
- Se debe indicar el porcentaje de la superficie ocupada por sus integrantes dentro de la unidad cartográfica.

# Denominación de una Asociación de suelos

Suelos dominantes

Suelos subordinados

Suelos incluidos

Ej :

**Olleros-El Tunal** / **Cura Cura – Las Víboras** (Matorras)

>70 %

<30 %

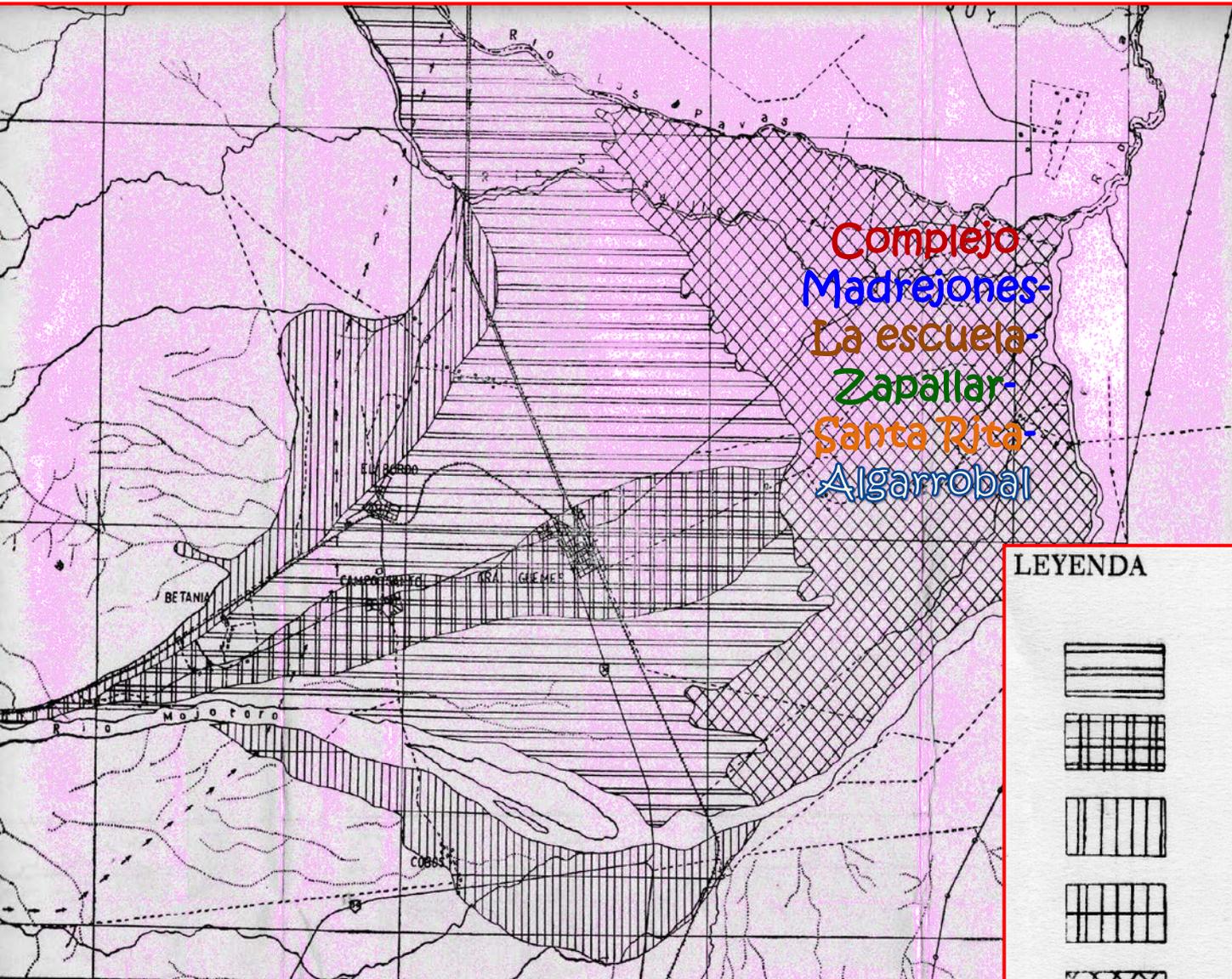
<10 %

# Unidades Cartográficas **Complejo de suelos**

Más de una  
unidad de suelos  
íntimamente  
mezclados que  
no es posible  
separarlos  
individualmente.

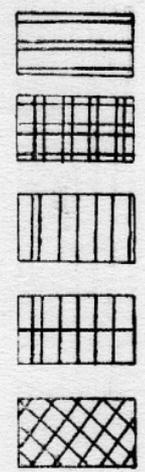


# Complejo de suelos



Complejo  
Madrejones-  
La escuela-  
Zapallar-  
Santa Rita-  
Algarrobal

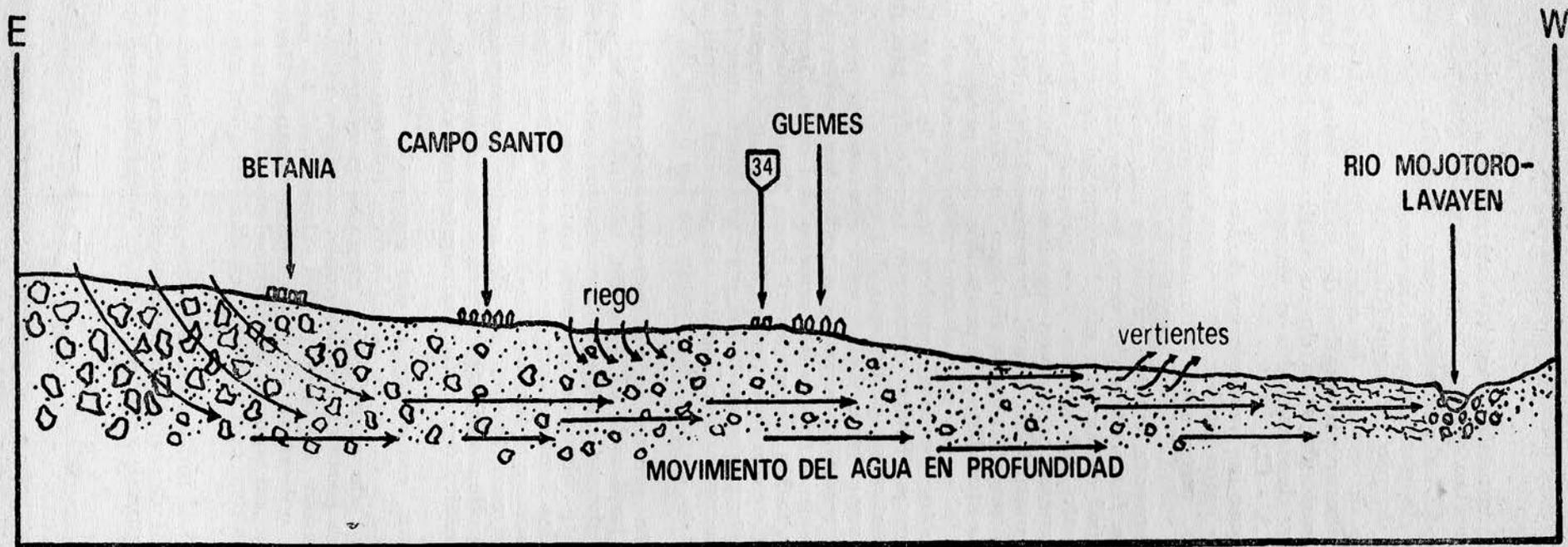
## LEYENDA



- Mj Serie Mojotoro
- (Gu-Be) Asociación Güemes - Betania
- (Bo-Lpr) Asociación El Bordo - Los Paraísos
- (Bo-Lpr-Co) Asociación El Bordo - Los Paraísos - Cobos
- (Md-Es-Zp-Sri-Al) Complejo Madrejones - La Escuela - Zapallar - Santa Rita - Algarrobal

PERFIL LONGITUDINAL AA'

# Cono aluvial del río Mojotoro

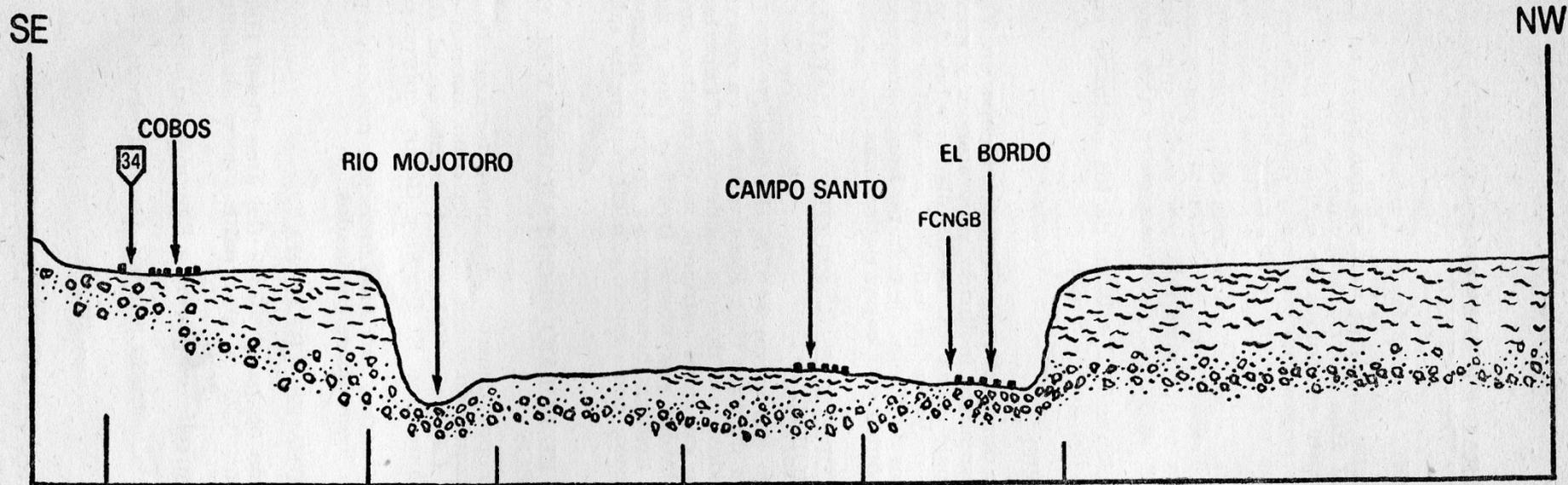


ZONA DE ALTA INFILTRACION, ZONA DE FREATICA PROFUNDA, MATERIAL GRUESO, HETEROGENEO, NO SALINO.

ZONA DE FREATICA SUPERFICIAL - VERTIENTES - MATERIAL FINO, HOMOGENEO, ZONA IMPERMEABLE, INUNDABLE, SALINO.

PERFIL BB'  
 RELACION GEOMORFOLOGIA — SUELOS

(Escala vertical exagerada)



UNIDAD GEOMORFOLOGICA	C4	TERRAZA (T)	DEPOSITO ALTO DE CONO (C2)		TERRAZA (T)
		ASOCIACION EL BORDO - LOS PARAISOS - COBOS	SERIE MOJOTORO	ASOCIACION GÜEMES - BETANIA	SERIE MOJOTORO
SUELO					

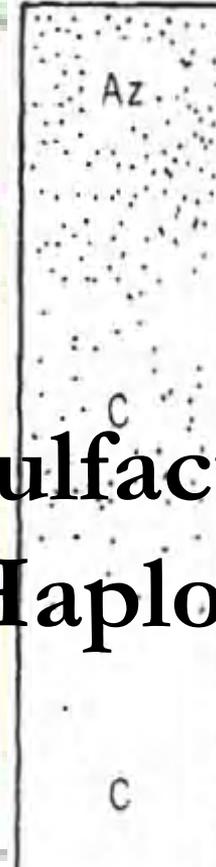
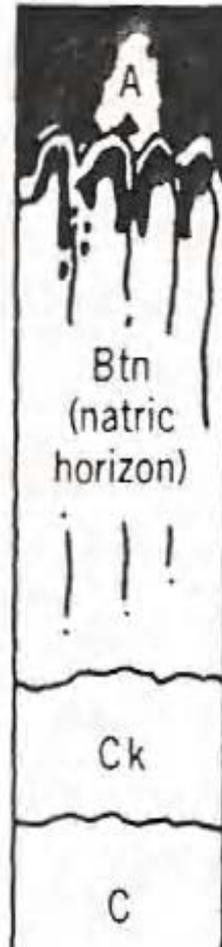
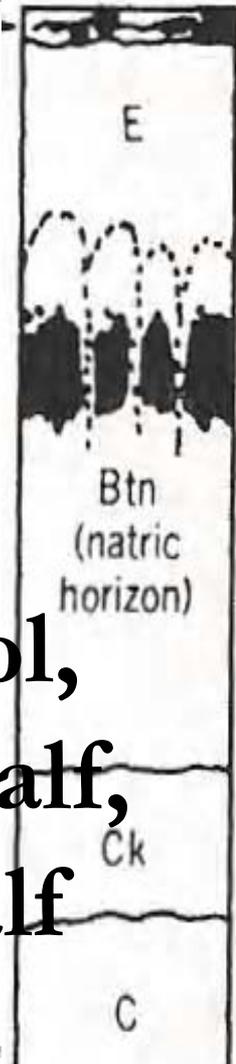
# Complejos de suelos

## Natracuol,

## Natrudol

Media Loma

Tendido Alto



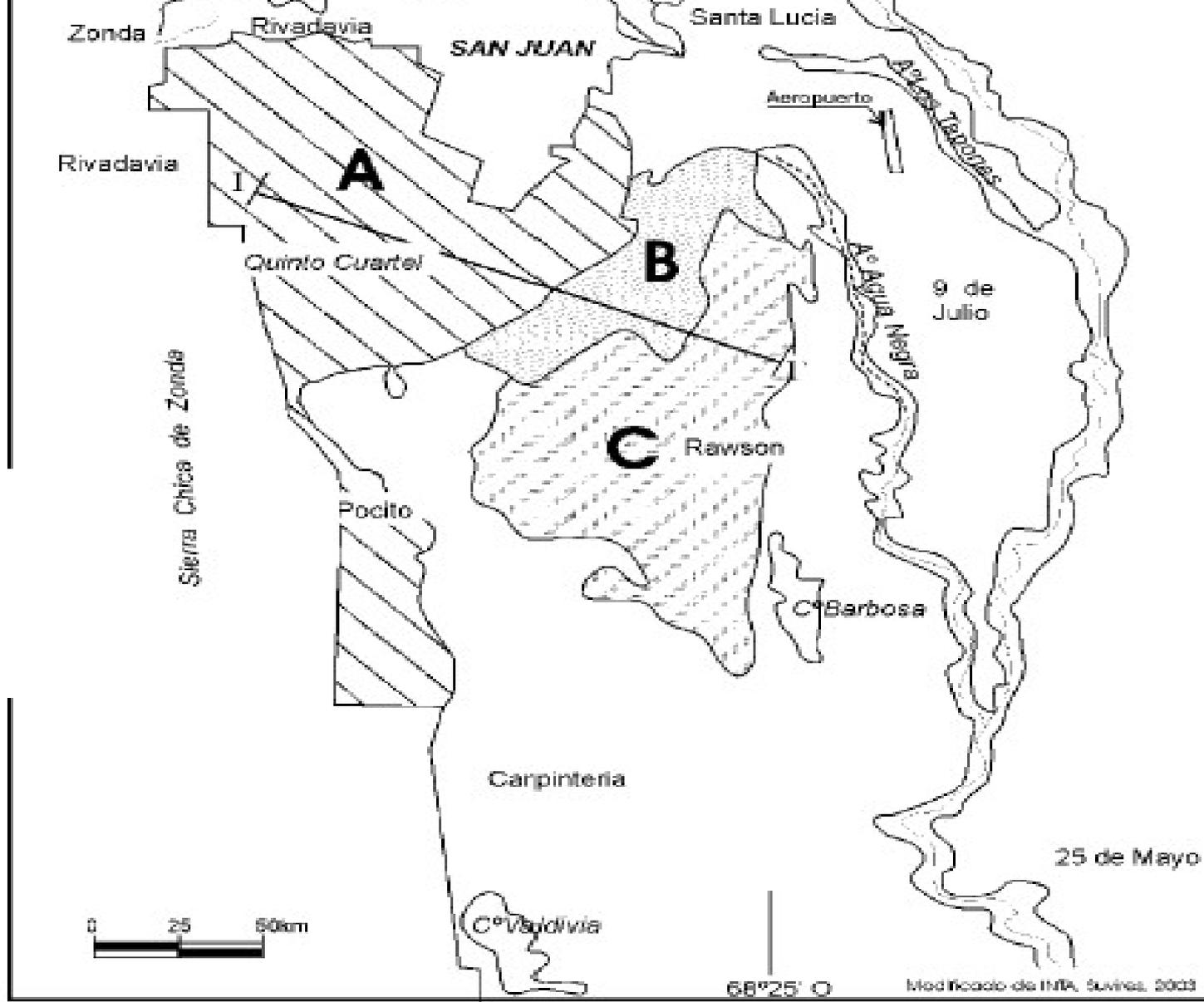
**Natralbol,  
Natracualf,  
Natrudalf**

**Sulfacuent,  
Haplosalid**

# Complejos de suelos



# Complejo de suelos



## REFERENCIAS

- |   |  |   |                                       |
|---|--|---|---------------------------------------|
|  | Complejo El Salado - Orden Entisol     |  | Complejo Ramón Franco - Orden Ardisol |
|  | Complejo Médano de Oro - Orden Entisol |  | Corte esquemático                     |

10/22/2011 9:10 a.m.

San Juan

# Complejos de suelos

A

B

C

Image © 2015 DigitalGlobe  
Image © 2015 CNES / Astrium

Tour Guide

015

31°37'28.49" S

68°32'45.13" O

elevacion 623 m

alt. ojo 26.20 km

## Complejos de suelos

- A veces se forman suelos contrastantes adyacentes entre sí en un patrón tan intrincado que la delineación de cada tipo sobre un mapa se hace difícil, si es que no es imposible.
- Se indica en el mapa un complejo de suelos, y en el informe del levantamiento está contenida una explicación de los suelos presentes en el complejo.
- Un complejo a menudo contiene dos o tres consociaciones de suelos muy diferentes.

# Complejos de suelos

- Los componentes no pueden ser cartografiados en forma separada, aún a escalas de mayor detalle.
- Esto se debe al reducido tamaño de alguno de ellos y por su intrincada distribución en el terreno que hace imposible adjudicar usos o tratamientos diferentes a cada uno de los componentes.
- Se puede determinar el porcentaje de cada uno de los suelos integrantes.

# Consociaciones

- La unidad cartográfica más pequeña para estudios detallados de suelos es un área que contiene una **serie de suelos** y sólo **una fase de la serie del suelo**.
- Una consociación se denomina por ejemplo: "Campo Argentino, con 2 a 5% de pendiente, moderadamente erosionada."
- Una **consociación** deberá ser "pura" en un 50% y las "impurezas" deben ser tan similares a la fase mencionada de manera que las diferencias no afecten el manejo de la tierra.
- En el campo, un área mapeada como la **consociación** recién mencionada en la que se realizan **20 pozos** de observación o barrenados, por lo **menos 10 de las perforaciones** deberían revelar propiedades dentro del intervalo definido para el suelo "**Campo Argentino**".
- Algunas de las perforaciones pueden indicar la presencia de un suelo similar, tal como el suelo "**Campo Argentino**" en el que el horizonte **Bt** es algo más espeso que para el suelo **Campo Argentino**, pero para los que las interpretaciones del uso del suelo son la mismas.
- **Inclusiones de suelos contrastantes deben ocupar menos del 15% de la consociación.**

## Consociaciones

- Están dominadas por un solo taxón, y suelos similares a éste.
- Por lo menos la mitad de los pedones en cada delineación de una consociación deben ser de la misma unidad taxonómica, la cual proporciona el nombre a la unidad cartográfica.
- De lo que resta de la delineación, la mayoría corresponde a unidades taxonómicas tan similares al suelo dominante, que las hacen de idéntica aptitud productiva que éste.
- En este tipo de unidad cartográfica se admite hasta un 15% de suelos disímiles, si es que son “limitativos” y hasta un 25%, si no lo son.

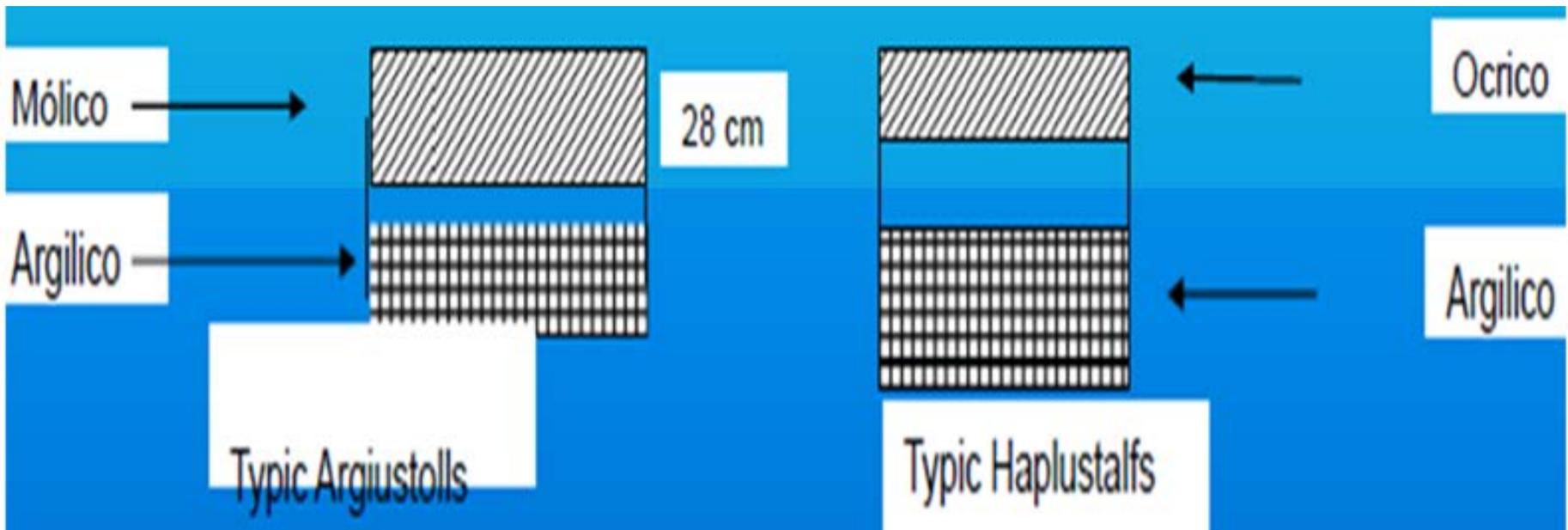
## Suelos similares y disímiles

- Pocas veces se pueden delimitar áreas de suelo totalmente uniformes y en la mayoría de los paisajes existe gran variabilidad de los cuerpos suelo.
- Hay que aceptar una cantidad de inclusiones de otras clases de suelos en las unidades de mapeo.
- La cantidad tolerable de estas inclusiones depende de los objetivos del estudio y de su grado de similitud con la clase de suelo dominante en la unidad de mapeo.
- El grado de similitud entre las clases de suelos se juzga de acuerdo a los siguientes criterios:



# Suelos similares:

- Son semejantes en la mayoría de sus propiedades. Comparten límites de las propiedades de diagnóstico en las cuales difieren, o las diferencias son muy ligeras.
- Las interpretaciones para los usos comunes de estos suelos son semejantes.



# Suelos disímiles:

- Difieren apreciablemente en una o más propiedades y las diferencias son suficientemente grandes para afectar la mayoría de las interpretaciones.
- Las inclusiones disímiles no limitantes (**IDNL**) tienen restricciones menos severas para su uso comparadas con el suelo dominante en una unidad de mapeo y no afectan las interpretaciones de la unidad de mapeo.

1) Suelo dominante		Suelo disímil no limitante
Endoacuept Aérico		Haplustol Fluvéntico
		Haplustept Típico
	<b>IDNL</b>	
2) Endoacuept Típico	-----→ ←-----	Haplustept Típico
	<b>IDL</b>	

# **Inclusiones disímiles limitantes:**

- Tienen potencialidad de uso significativamente menor que el componente dominante en una unidad de mapeo o afectan la posibilidad de satisfacer las necesidades de manejo.
- Una pequeña cantidad de estas inclusiones dentro de una unidad de mapeo afecta ampliamente las predicciones que pueden hacerse sobre ellas mismas.

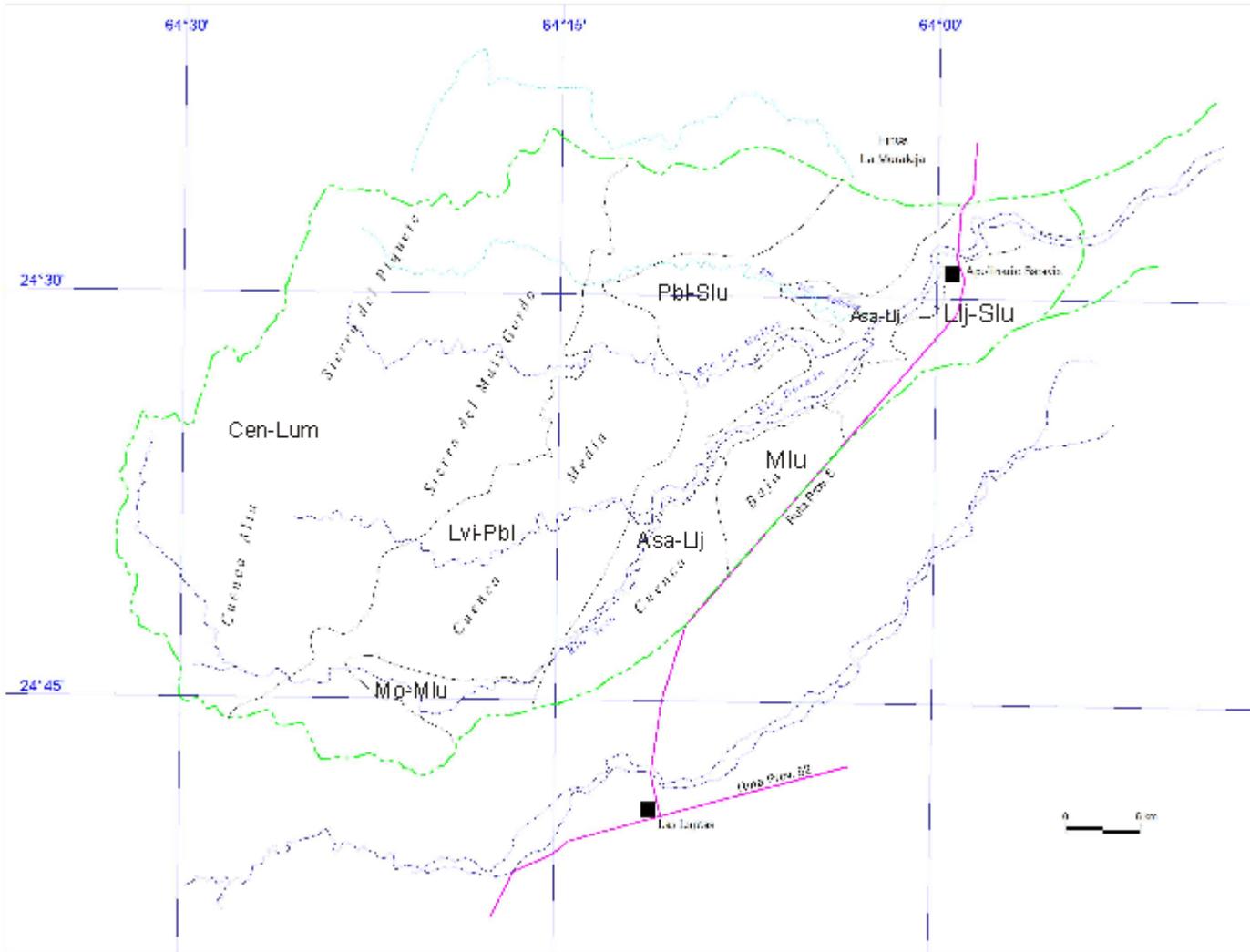
# 12. UNIDADES TAXONÓMICAS Y UNIDADES CARTOGRÁFICAS

## Unidades taxonómicas

### UNIDAD TAXONÓMICA

Concepto que agrupa suelos pertenecientes a una misma clase en un determinado sistema de clasificación taxonómica. Se define por un **suelo modal** cuyas características físicas, químicas y mineralógicas presentan un intervalo de variación determinado, cuyos valores límite para cada propiedad se definen cuantitativamente de forma precisa.

# Mapa de suelos



**Unidades  
Cartográficas**

**Mlu:**

**Consociación  
Media Luna**

**Cen-Lum:  
Asociación  
Centinela  
/Lumbrera**

- **Ejercicio: un cartógrafo de suelos dibujó un límite en torno a un área en la que hizo seis perforaciones con barreno ubicadas al azar, dos en el suelo Zenta, con un horizonte argílico de 60 cm de espesor, de color marrón oscuro, y las otras cuatro en el suelo Zenta, con un horizonte argílico marrón claro, con espesor entre 50 y 70 cm. Otras propiedades del suelo, como consideraciones de manejo, fueron similares para los dos tipos de suelos. La unidad delineada en el mapa será probablemente una **consociación de suelos**.**

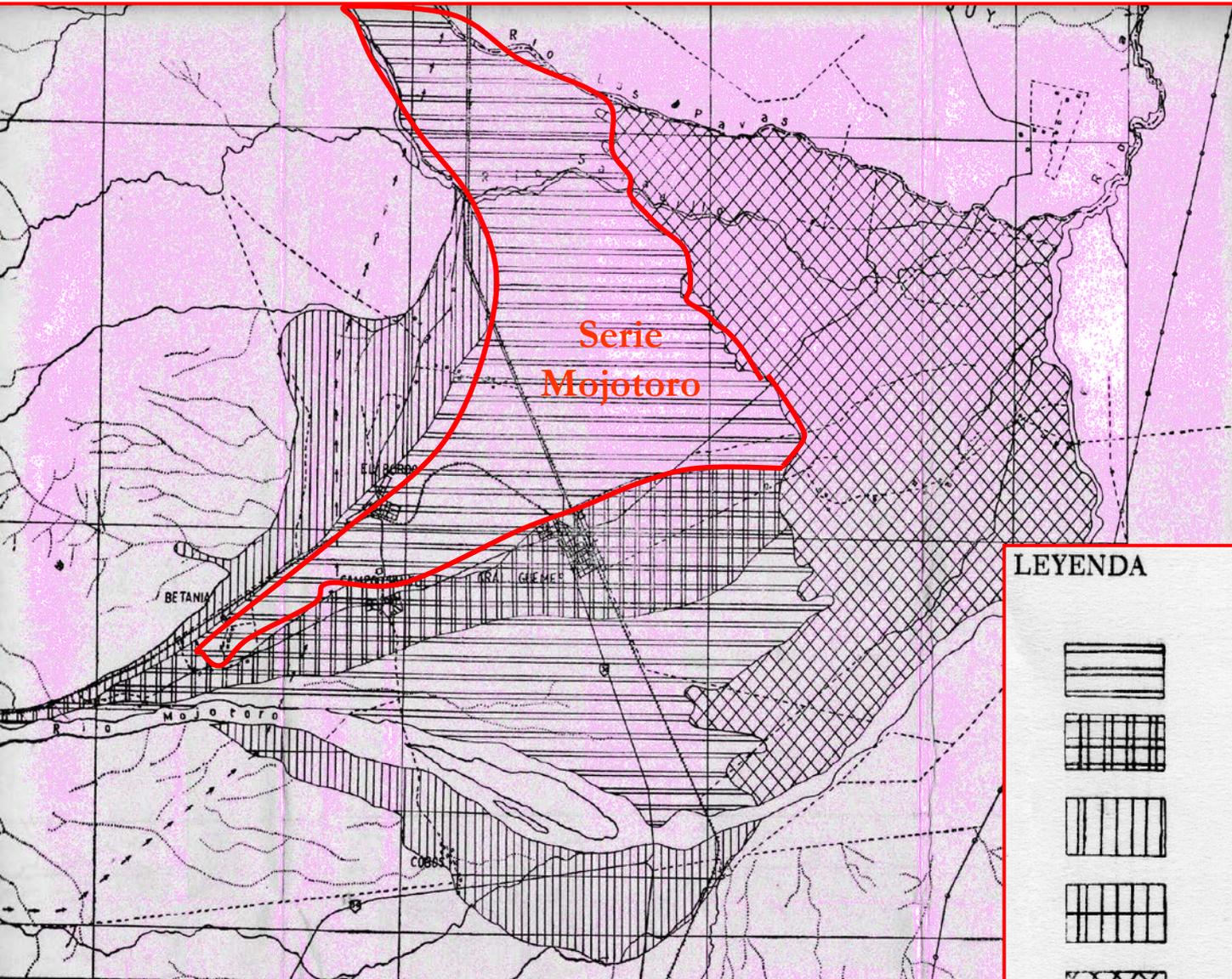
# Unidad Taxonómica: **Series**

Agrupar suelos con:

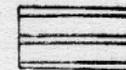
Igual secuencia de horizontes,

El mismo material original,

Igual propiedades físicas, químicas y bioquímicas.



## LEYENDA



Mj Serie Mojotoro



(Gu-Be) Asociación Güemes - Betania



(Bo-Lpr) Asociación El Bordo - Los Paraísos



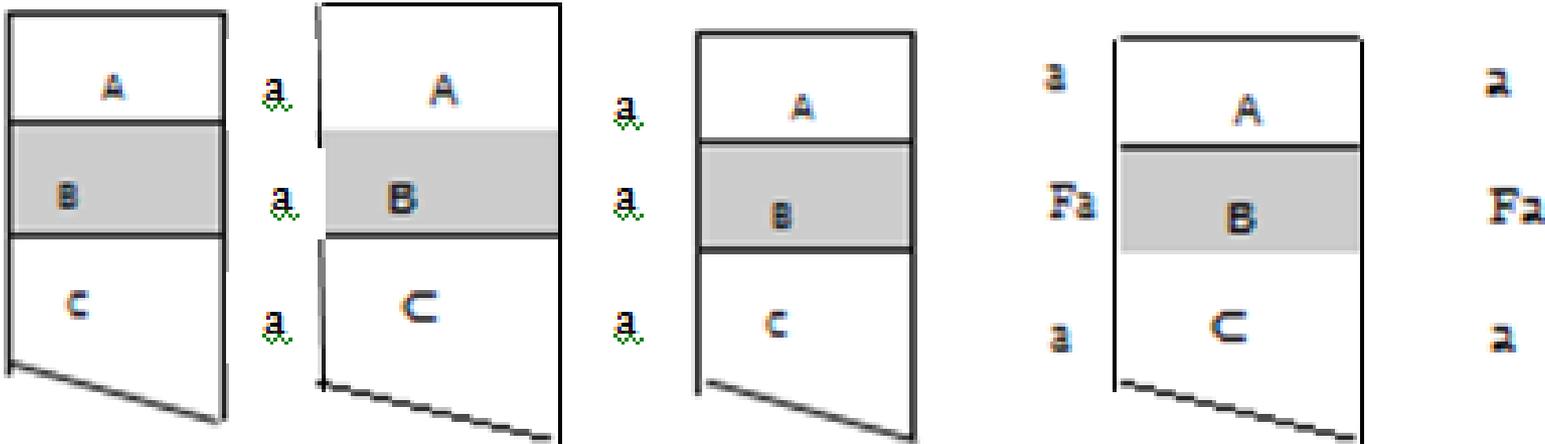
(Bo-Lpr-Co) Asociación El Bordo - Los Paraísos - Cobos



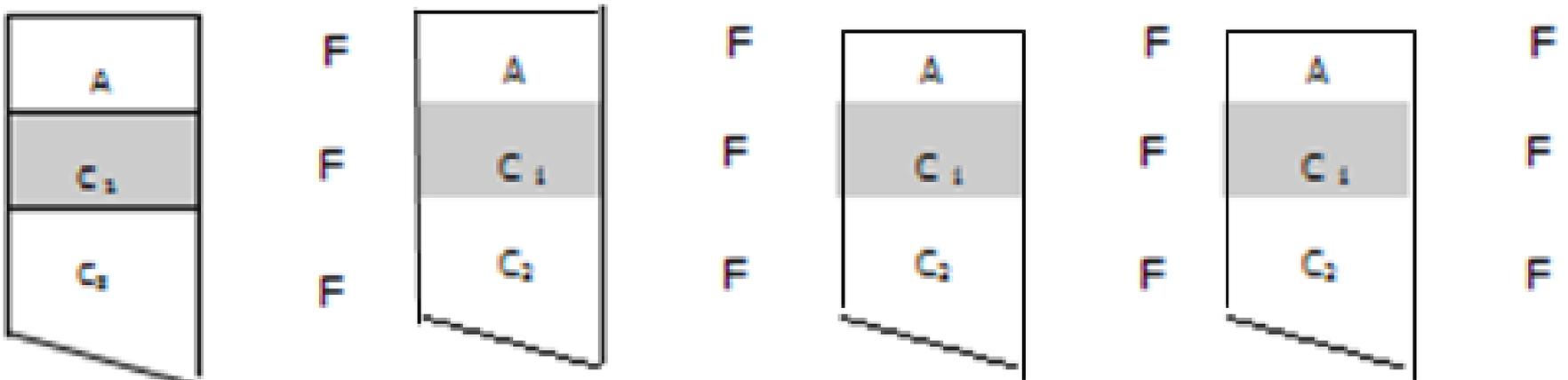
(Md-Es-Zp-Sri-Al) Complejo Madrejones - La Escuela - Zapallar - Santa Rita - Algarrobal

# Ejercicio: ¿Puede una Consociación de suelos tener los siguientes perfiles?

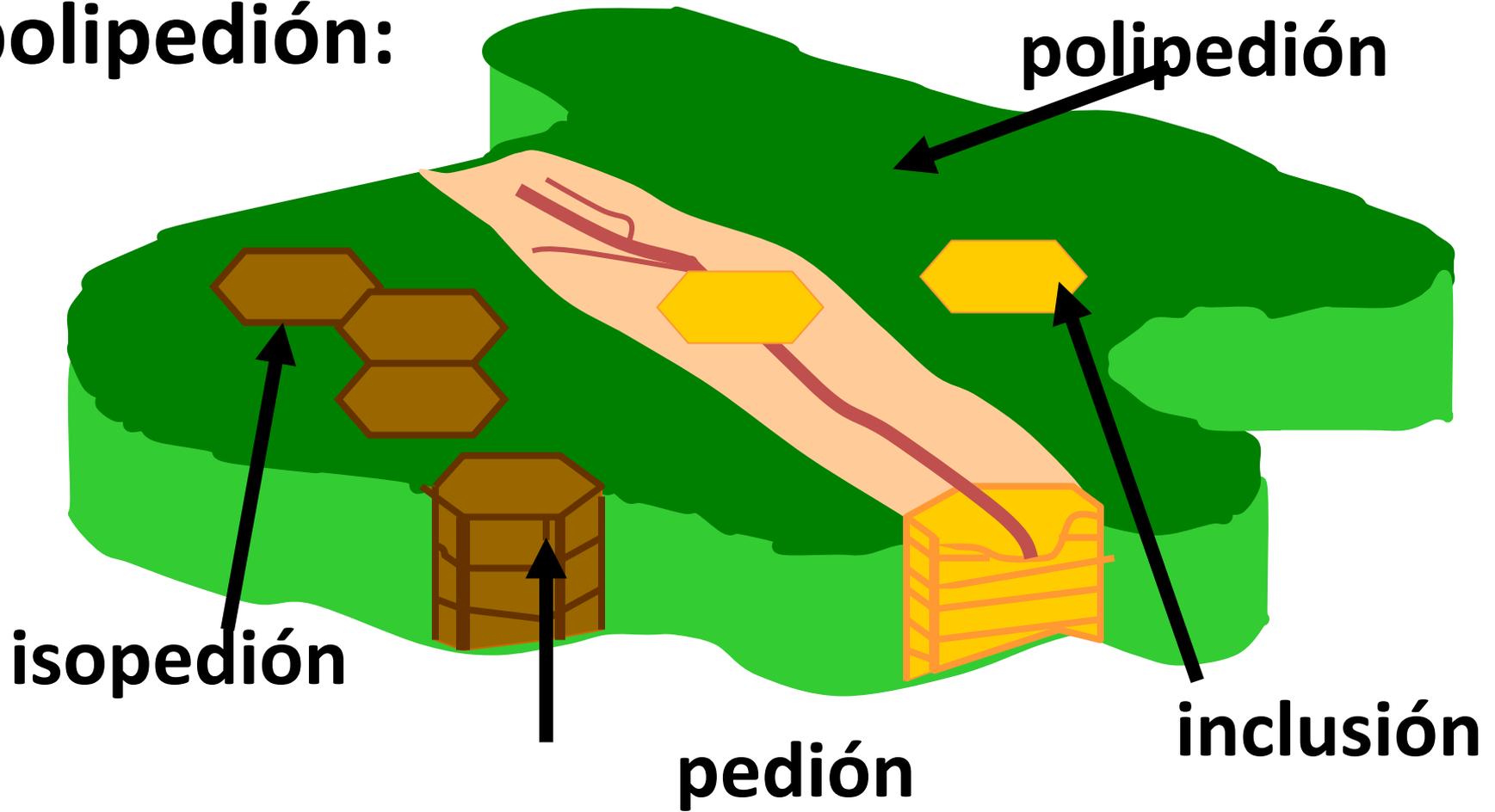
a.-



b.-



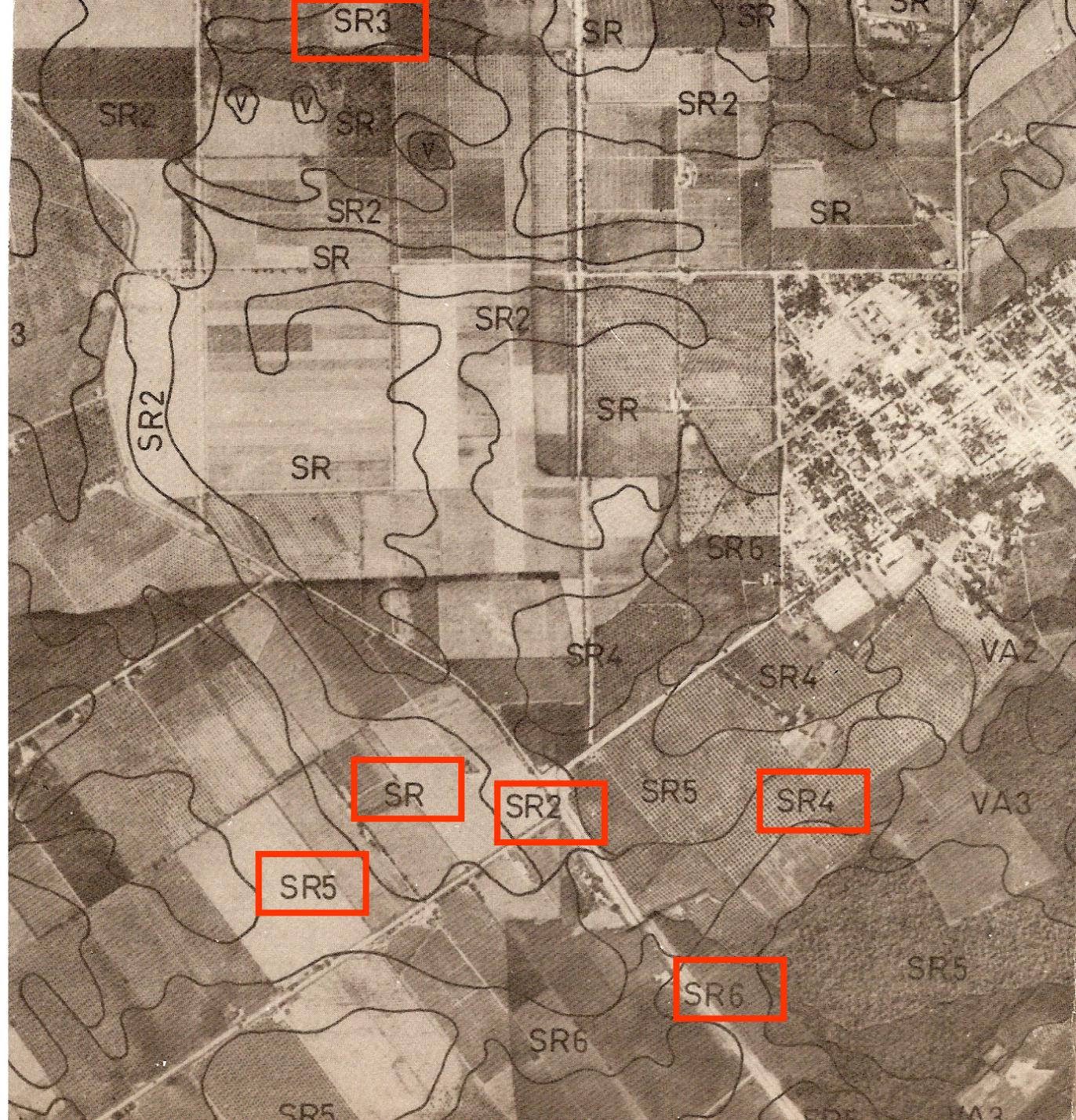
**polipedión:**



- **Pedón:** la unidad fundamental de clasificación de suelos.
- **Polipedón:** un grupo contiguo de pedones similares.
- **Serie de suelo:** un grupo de polipedones que poseen características similares.

# Unidad Cartográfica: Fase

Subdivisión de la unidad del suelo basada en características o limitantes para el uso, manejo y productividad del suelo.



# Fases del suelo

- Aunque técnicamente no está incluida como una clase en la *Taxonomía de Suelos*, una *fase* es una subdivisión basada en alguna desviación importante que influye en el uso del suelo, **tal como textura del horizonte superficial o subsuperficial, grado de erosión, pendiente, pedregosidad, o el contenido de sal soluble.**
- Así, el suelo **Los Matos**, con pendiente del 3 al 5% y el suelo **La Escuela**, con fase pedregosa, son ejemplos de las **fases de consociaciones de suelos.**

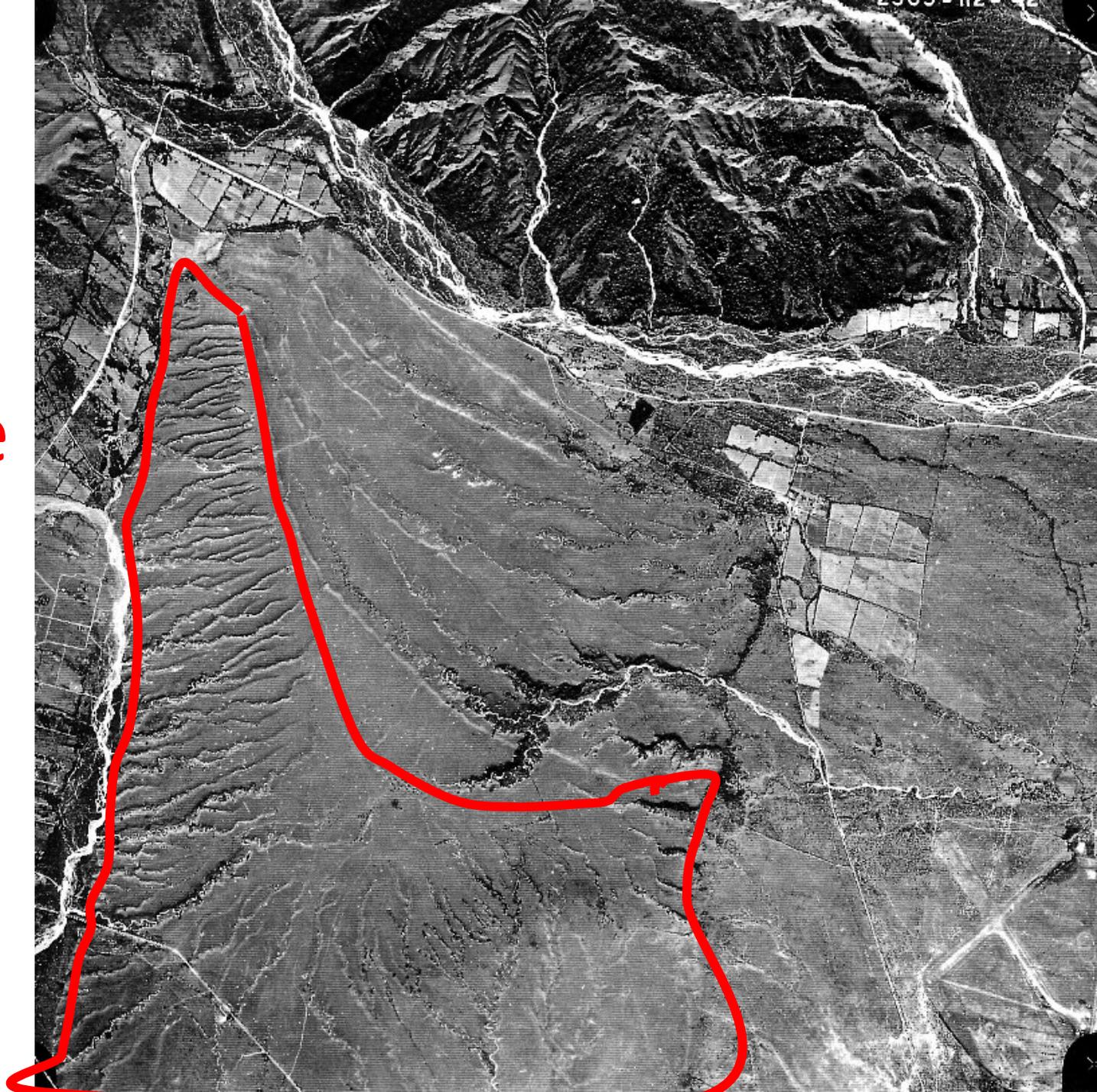
## Fases

- Son unidades cartográficas que surgen de las **subdivisiones de las consociaciones o series puras**.
- Se definen sobre la base de criterios prácticos para el uso y manejo de los suelos.
- Proporciona información acerca de las características del suelo para su uso, manejo y conservación.

Se determinan por:

- **Textura del horizonte superficial**
- **Pendiente del terreno**
- **Erosión**
- **Drenaje**
- **Pedregosidad**
- **Salinidad**
- **Profundidad efectiva**

- Fases:
- Textura del horizonte Bt Arcillosa



# Grupos de suelos indiferenciados

- Son asociaciones o complejos de suelos en las que no se justifica el esfuerzo de la determinación de su integración porcentual porque **sus Componentes son de muy baja Capacidad productiva.**
- Estas unidades consisten en suelos que **no se encuentran constantemente juntos, sino que se agrupan porque sus idoneidades y el manejo son muy similares para los usos comunes de las tierras y su respuesta es semejante.**
- La unidad se denomina con el nombre del suelo semejante y la letra “y” seguida del nombre del suelo integrado en la unidad.
- Pueden ser suelos que pertenecen a una **misma serie** pero difieren por su **pedregosidad superficial (fase diferente).**

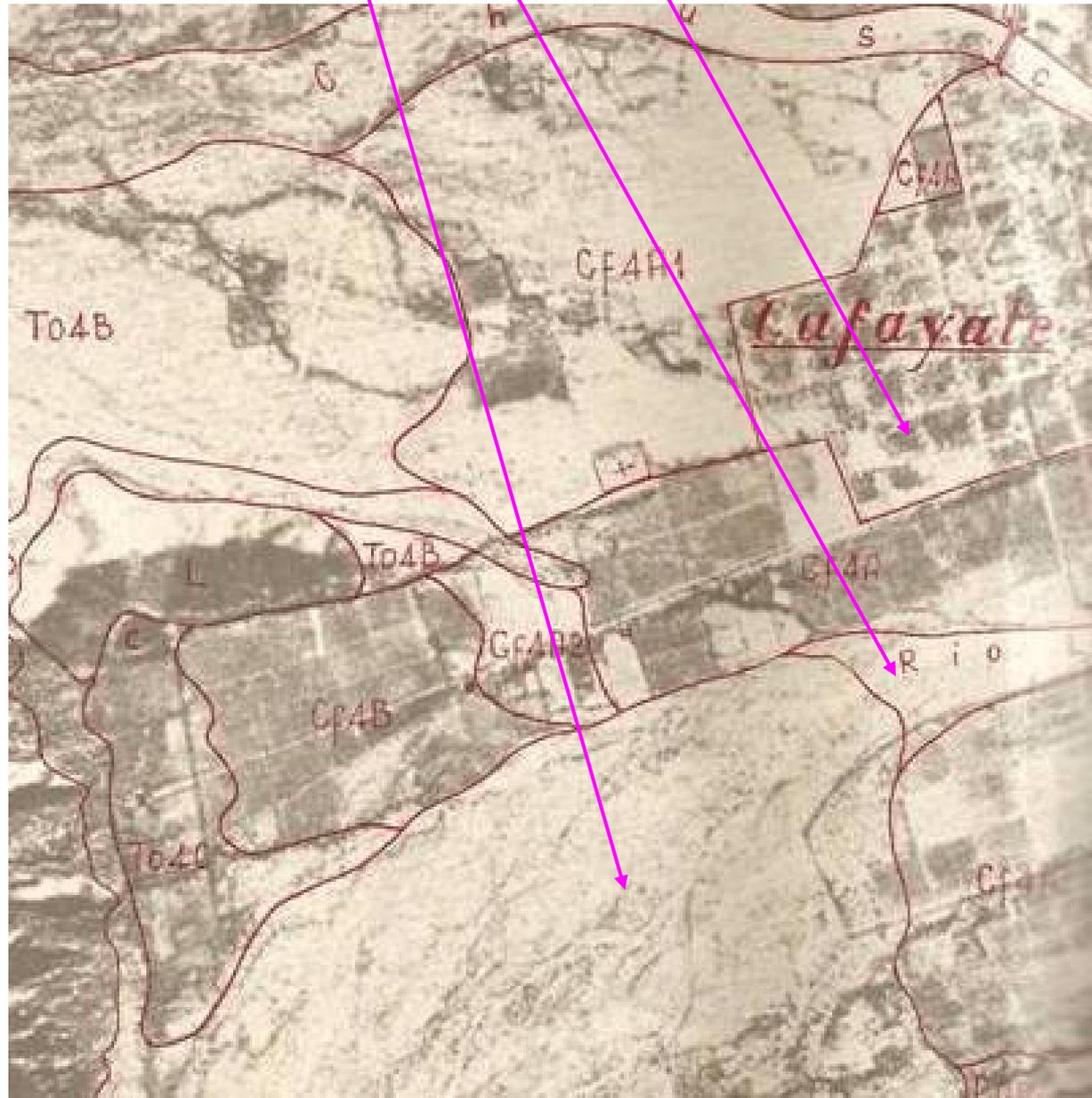
# Grupos de suelos indiferenciados



- 1 = Relieve llano, vegas, cultivos regada, materiales fluviales.
- 2 = Relieves ondulados, cultivos secano (olivos), materiales de micas calcáreas, Conglomerados, arenos y arcillas.
- 3 = Relieves montañosos, vegetación natural degradada, calizas y dolomías.
- 4 = Área urbana.

# Unidad Cartográfica: **Tierras misceláneas**

- Áreas con poco o nada de suelo o inaccesibles para su estudio.
- Afloramientos rocosos, pantanos, depósitos aluviales, arenales, rellenos sanitarios, entre otros.



## Tierras misceláneas

- Ocupan áreas cuyos suelos no presentan un perfil genético determinado por haber sido mezclados sus materiales recientes por fuerzas naturales o artificiales.
- Son ejemplos los depósitos aluviales recientes, tierras de dunas y médanos, tierras con cárcavas, basurales, tierras sistematizadas, marismas, tierras rocosas y pedregosas, pantanos, tierras urbanizadas, entre otras.
- Se usan en mapas detallados de suelos.
- Su capacidad productiva puede ser de alta a baja.

# Tipos de Mapas de Suelos

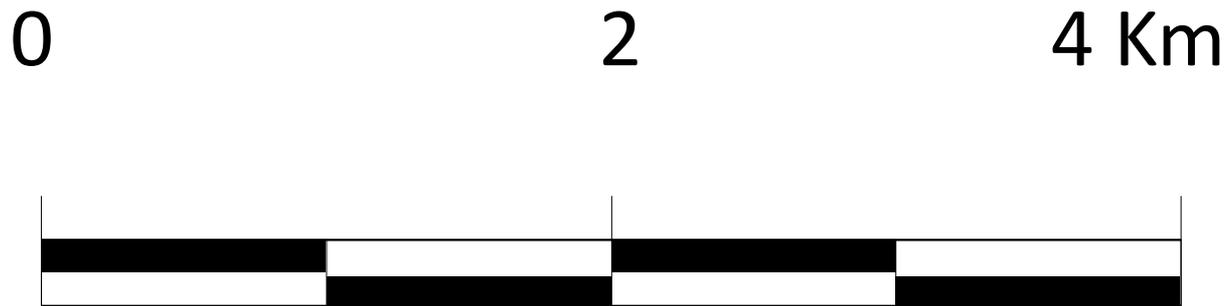
- Exploratorio o esquemático: usan diversas fuentes de información (climática, vegetación, entre otros). Escalas entre 1:500.000 a 1:1.000.000 o menor.
- Sin trabajo directo de campo. Proviene de estudios de suelos preexistentes más detallados. **Son de una provincia o un país completo.**
- Reconocimiento: **información general para uso potencial del suelo, planificación regional**: Escalas entre 1:500.000 a 1:100.000.
- Semidetallado: **para conocimiento de áreas pequeñas. Cultivos extensivos, ganadería.** Escala 1:100.000 a 1:20.000.
- Detallado o intensivo: **información del recurso suelo para predicciones de manejo en cultivos semiextensivos.** Escalas entre 1:30.000 a 1:10.000.
- Muy detallado o intensivo: **áreas pequeñas, planificación de riego o drenaje, cultivos hortícolas, campos experimentales.** Escala mayor a 1:10.000.

# Escala

- La **escala** de un mapa es la relación entre la distancia entre dos puntos en el mapa y la distancia entre esos dos puntos en el terreno.
- Ambas son medidas **lineales** y se miden con igual unidad.
- Es **adimensional** y se escribe como una relación con una unidad.
  - Escala Lineal
  - Escala gráfica
- **Escala:** distancia en el mapa / distancia en el terreno:
- La forma en que usualmente se presenta la escala en el mapa es la siguiente:  
Escala lineal= **1:25.000** ó  $\frac{\underline{1}}{25.000}$
- Significa que 1 cm en el mapa corresponden a 25.000 cm en el terreno o 250 m en el terreno.

# Escala gráfica

- Es la representación dibujada de la escala unidad por unidad, donde cada segmento muestra la relación entre la longitud de la representación y el de la realidad.

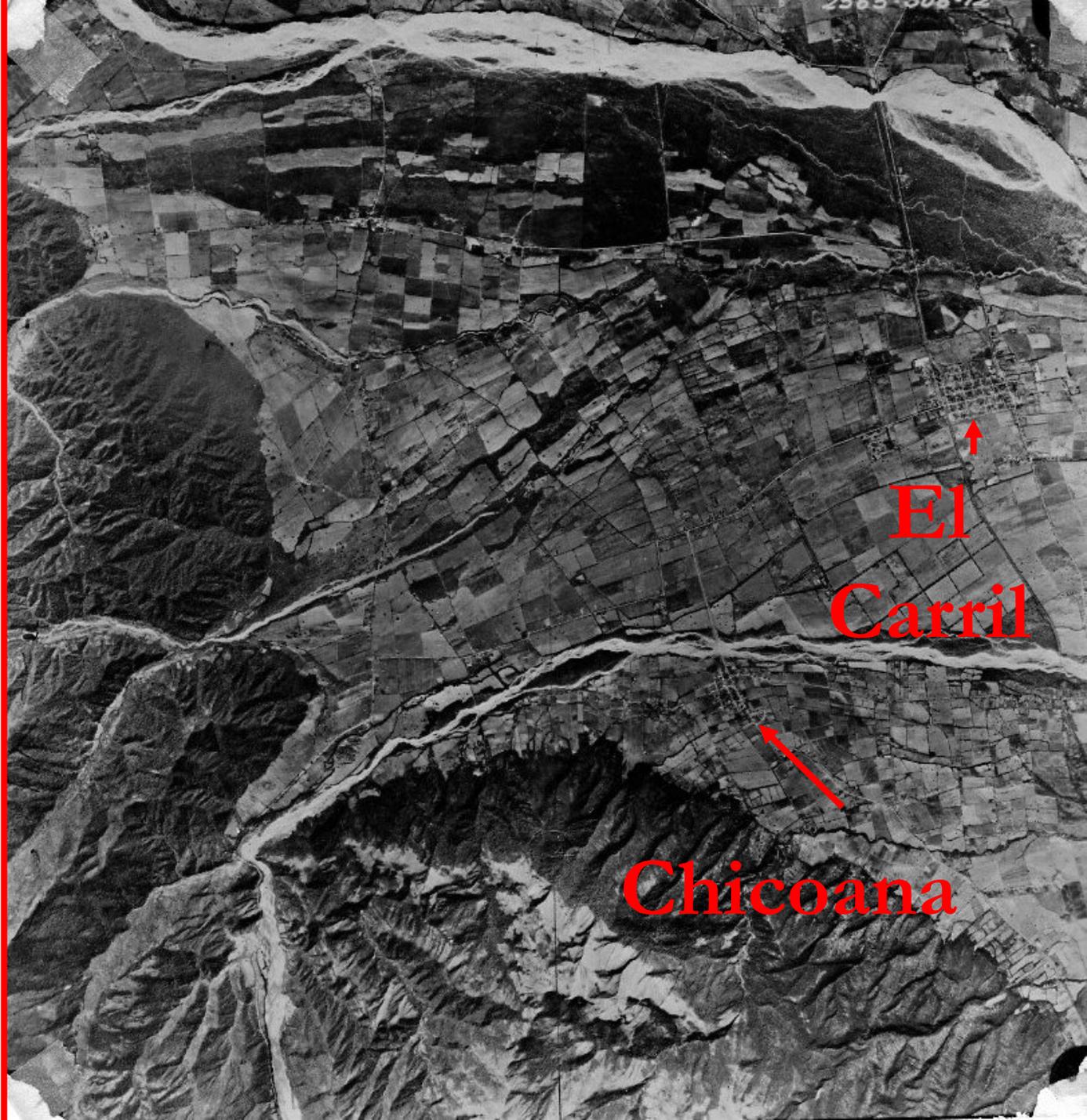


# Escala grande comparada con escala pequeña

- **Escala grande:** un área de terreno es representada por un mapa grande (los números son pequeños, 1:5.000, 1:10.000 o 1:20.000).
- **Escala pequeña:** un área de terreno es representada por un mapa pequeño (los números son grandes, 1: 500.000, 1:1.000.000 o 1:5.000.000).
- **Escala grande: 1:2.500 – 1:25.000**
- **Escala media: 1:50.000 – 1:150.000**
- **Escala pequeña: 1:250.000 – 1:1.000.000**

FOTOGRAFIA  
AEREA  
CHICOANA

ESCALA: 1:35:000  
Grande





<b>Nivel Cartográfico</b>	<b>Escala aproximada</b>	<b>Taxa</b>	<b>Unidad Cartográfica</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Destinatario</b>
<b>Esquemático</b>	<b>1:1.000.000 o menor</b>	<b>Orden Suborden Grangrupo</b>	<b>Asociación Fase</b>	<b>Educación Planificación a nivel nacional e internacional</b>	<b>Gobernantes</b>
<b>Reconocimiento</b>	<b>1:500.000</b>	<b>Subgrupo y Familia</b>	<b>Asociación Fase</b>	<b>Planificación regional o provincial</b>	<b>Gobernantes Técnicos</b>
<b>Semidetallado</b>	<b>1:50.000</b>	<b>Serie</b>	<b>Asociación Complejos Consociación (a veces) Fase</b>	<b>Planificación a nivel de partido, cuencas, estancias grandes, e. otros</b>	<b>Técnicos</b>
<b>Detallado</b>	<b>1:20.000</b>	<b>Serie</b>	<b>Consociación Complejos Fase</b>	<b>Planificación predial (uso extensivo)</b>	<b>Técnicos Productores</b>
<b>Muy detallado</b>	<b>1:5.000</b>	<b>Serie</b>	<b>Consociación Complejos Fase</b>	<b>Planificación predial (uso intensivo)</b>	<b>Técnicos Productores</b>

Tipo de levantamiento	Escala	Fotos aéreas	Propósito	Número de observaciones	Unidades geomorfológicas y fisiográficas	Unidades cartográficas.	Usos y aplicación
Exploratorio o esquemático.	1:5.000.000 a 1:1.000.000	Imágenes Sat. 1:500.000 a 1:250.000 o mosaicos	Visión generalizada o apreciación de grandes áreas para futuras exploraciones.	Una observación en 20.000 has o ninguna.	Unidades morfoestructurales: cordilleras, sierras, valles intermontanos, entre otros.	Suelos no diferenciados, <u>geología</u> (u. fisiograf. y morfoestruc.), <u>vegetación</u> (u. fitogeograf), <u>clima y relieve</u> Uso fact form.	Sirve para detectar posibles zonas que pueden desarrollarse (a grandes rasgos) y que son poco accesibles.
Reconocimiento	1:500.000 a 1:100.000	Imágenes Satelitales 1:250.000 a 1:100.000	Para separar a nivel regional, tierras aptas agricolamente.	Una observación en 5.000 has.	Unidades fisiográficas: valle, llanura aluvial, área montañosa.	Asociaciones de series y fases, tierras misceláneas.	Definir áreas con problemas. Inventario de recursos naturales, manejo de rec. nat. a nivel cuenca.
Semidetallado	1:100.000 a 1:25.000	1:50.000	-Proyectar una colonización agrícola. -Estudio de unidades económicas rentables.	Una observación en 20 has.	Unidad geomorfológica: cono, terraza, cieno, albardón.	Asociaciones de series, series, fases y complejos.  <b>Consociaciones</b>	Para inversores para compra de fincas. Determinar irrigación y drenaje, eros. e inundaciones.
Detallado	1:25.000 a 1:10.000	1:20.000	-Para estudiar problemas de drenaje (si hay que bajar el nivel freático del suelo). -Red de riego.	Una observación en 10 has.	Rasgos geomorfológicos: cono aluvial, terraza fluvial. (se definen series)	Serie, fases, tipo y complejo.  <b>Consociaciones</b>	Recuperación de suelos salinos, proyectos de construcción de carreteras, viviendas, represas, pistas de aterrizaje, camping.
Muy detallado	1:10.000 a 1:1.000	1:5.000	-Determinación de fertilidad.	Una obs. en media hectárea.	Todas las unid geomorf. con sus rasgos.	Serie y tipo (textura, entre otros).  <b>Consociaciones</b>	Fertilidad, contenido de N, P, K y MO.

## Orden de Levantamiento de Suelos

	5 <sup>º</sup> orden	4 <sup>º</sup> orden	3 <sup>º</sup> orden	2 <sup>º</sup> orden	1 <sup>º</sup> orden
<b>Tipo de levantamiento</b>	<i>Exploratorio</i>	<i>Reconocimiento</i>	<i>Semidetallado</i>	<i>Detallado</i>	<i>Intensivo</i>
<b>Escala del levantamiento</b>	<i>1:250.000— 1:10.000.000</i>	<i>1:50.000— 1:300.000</i>	<i>1:20.000— 1:65.000</i>	<i>1:12.000—1:32.000</i>	<i>1:1000— 1:15.000</i>
<b>Tamaño de la unidad cartográfica</b>	<i>2.5—500 km<sup>2</sup></i>	<i>15—250 ha</i>	<i>1.5—15 ha</i>	<i>0.5—4 ha</i>	<i>Menor que 0.5 ha</i>
<b>Componentes típicos de las unidades del mapa</b>	<i>Ordenes, subórdenes, y grandes grupos.</i>	<i>Grandes grupos, subgrupos, y familias.</i>	<i>Familias, series, y fases de series.</i>	<i>Series de suelos; fases de series.</i>	<i>Fases de series del suelo.</i>
<b>Tipo de la unidad del mapa</b>	<i>Asociaciones, algunas consociaciones y grupos indiferenciados</i>	<i>Asociaciones y algunos complejos, consociaciones.</i>	<i>Asociaciones o complejos; algunas consociaciones.</i>	<i>Consociaciones y complejos; algunas asociaciones</i>	<i>La mayoría consociaciones; algunos complejos</i>
<b>Fuentes de teledetección</b>	← Landsat Thematic Mapper digitized data →				
	← SPOT image digital data →				
	← High-altitude aerial photography →				
	← Low-altitude aerial photography →				
<b>El uso del levantamiento de suelos en la planificación de la tierra</b>	← Inventario de recursos y →				
	← Ubicación del proyecto →				
	← Factibilidad del proyecto →				
	← Cartografía para el manejo del suelo →				

# Orden de detalle del reconocimiento

Tipo	Reconocimiento extensivo	Reconocimiento Intensivo	Semi-detallado	Detallado	Muy Detallado
Escala	1:2500000-1:1000000	1:70000-1:250000	1:30000-1:60000	1:10000-1:30000	1:1000-1:10000
Unidades taxonómicas	Grandes grupos	Subgrupos y familias	Familias, Series y Fases de series	Series y fases de Series	Fases de series
Clases de unidades cartográficas	Asociación algunas consociaciones y grupos indiferenciados	Asociaciones, algunos complejos y consociaciones	Asociaciones o complejos y algunas consociaciones	Consociaciones y complejos, pocas asociacio-nes	Principalmente consociaciones y algunos complejos

Usos

Inventario del recurso

Proyectos locales

Proyectos de Factibilidad

Proyectos ejecutivos

Cultivos extensivos

Cultivos intensivos

# Clases de mapas de suelo

- Los mapas pueden elaborarse a distintos niveles y escalas según su objetivo:
  - esquemáticos,
  - de reconocimiento,
  - semidetallado,
  - detallado y
  - muy detallado.
- La elección de la escala varia en distintos países y con las regiones, áreas y ecosistemas particulares.
- La elección estará supeditada por los siguientes factores:
  - \* extensión del área a relevar,
  - \* características y grado de complejidad del territorio en estudio,
  - \* objetivos buscados,
  - \* material cartográfico disponible,
  - \* estudios previos preexistentes.

## A. Mapas a nivel exploratorio o esquemático

- Regiones naturales o ecosistemas que lo caracterizan.
- Información **geomorfológica**, **geológica**, **hidrológica**, **de clima**, **vegetación** y condiciones socio-económicas.
- Relación que existe entre los componentes de un ecosistema y la composición y dinámica de los grupos genéticos de suelos que lo integran.
- Describen suelos como cuerpos naturales, los caracterizan genéticamente, describen los horizontes que caracterizan al perfil y establecen el nexo existente con **los factores y procesos ambientales que determinan el origen de esos suelos**.
- Aportan visión generalizada del territorio y dan bases para la toma de decisiones científicas, económicas y políticas, vinculadas a la economía de grandes territorios.
- La escala mas usada es 1:1.000.000 o menores, y admite escalas mayores (hasta 1:500.000).
- **UNIDAD TAXONOMICA: Orden, Suborden y Gran grupo.**
- **UNIDAD CARTOGRAFICA: Asociación de Grandes grupos y sus fases.**

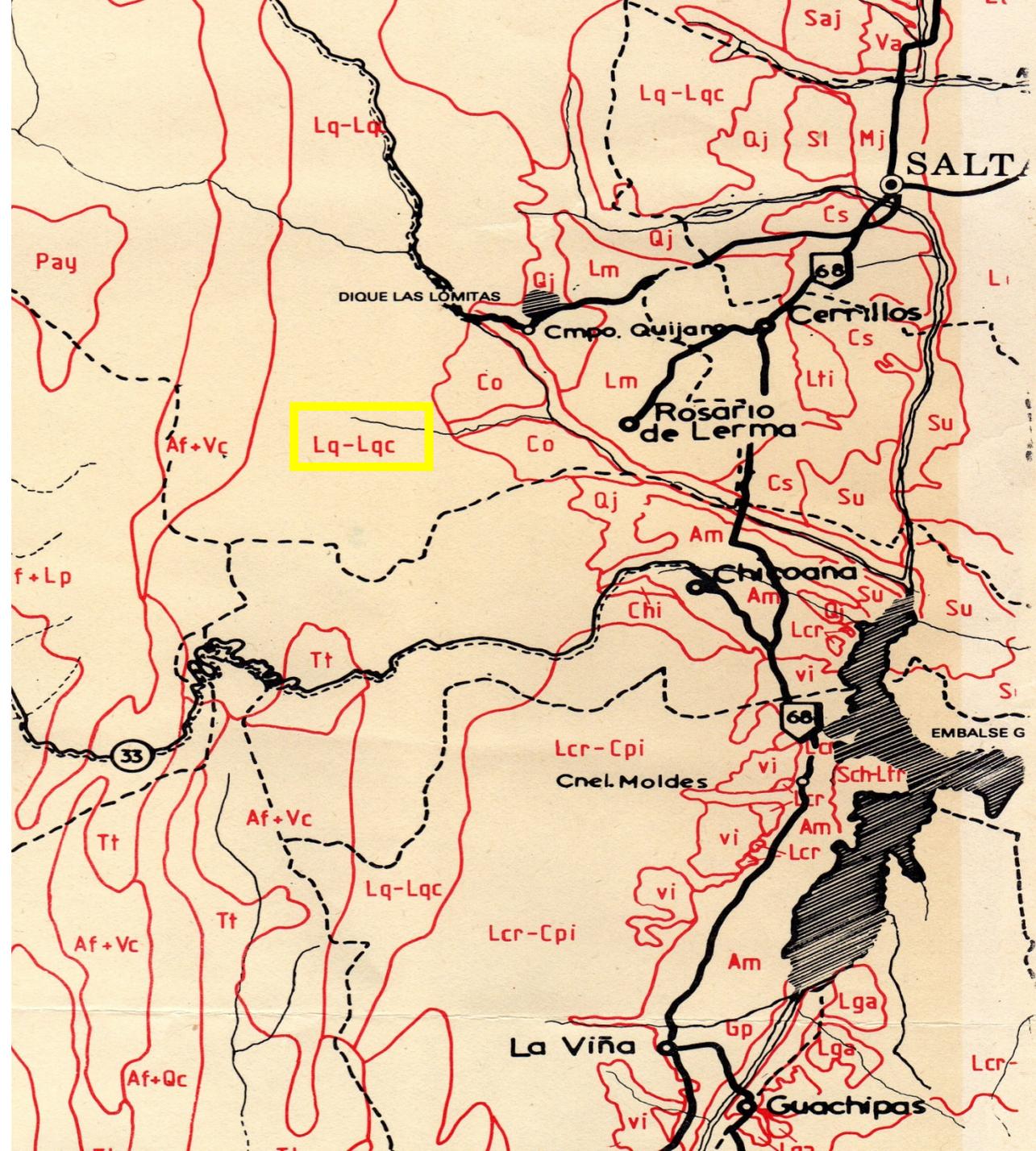
## B. Mapas de reconocimiento

- Con suelos dominantes y distribución en ecosistemas o en amplios territorios.
- A nivel de planificación regional, provincial o nacional.
- Con información de suelos poco detallada y escasas observaciones a campo.

Permiten:

- \* **Determinar posible uso agrícola, ganadero o forestal de una región poco conocida.**
- \* **Delimitar áreas de posible desarrollo que necesitarán un estudio detallado.**
- \* **Elaborar mapas que sirvan para determinar superficies ocupadas por cierto tipo de suelo sobre el que se establecerá un cultivo, se aplicaran sistemas de manejo o recuperación, entre otros.**
- \* **Delimitar áreas afectadas por erosión, inundación, salinización, alcalinización, hidromorfismo, entre otros.**
- Se trazan sobre mosaicos de fotos aéreas, imágenes satelitales y con escaso control de campo.
- **Las categorías taxonómicas usadas son Grandes grupos o Subgrupos y eventualmente Familias con sus respectivas fases.**
- **La unidad cartográfica usada es "asociación de suelos", y las unidades puras no se pueden representar por razón de escala. Pueden incluir "Complejos de suelos". Escalas varían de 1:500.000 a 1:100.000.**

Mapa de  
reconocimiento  
de las  
provincias Salta  
y Jujuy  
1:500.000



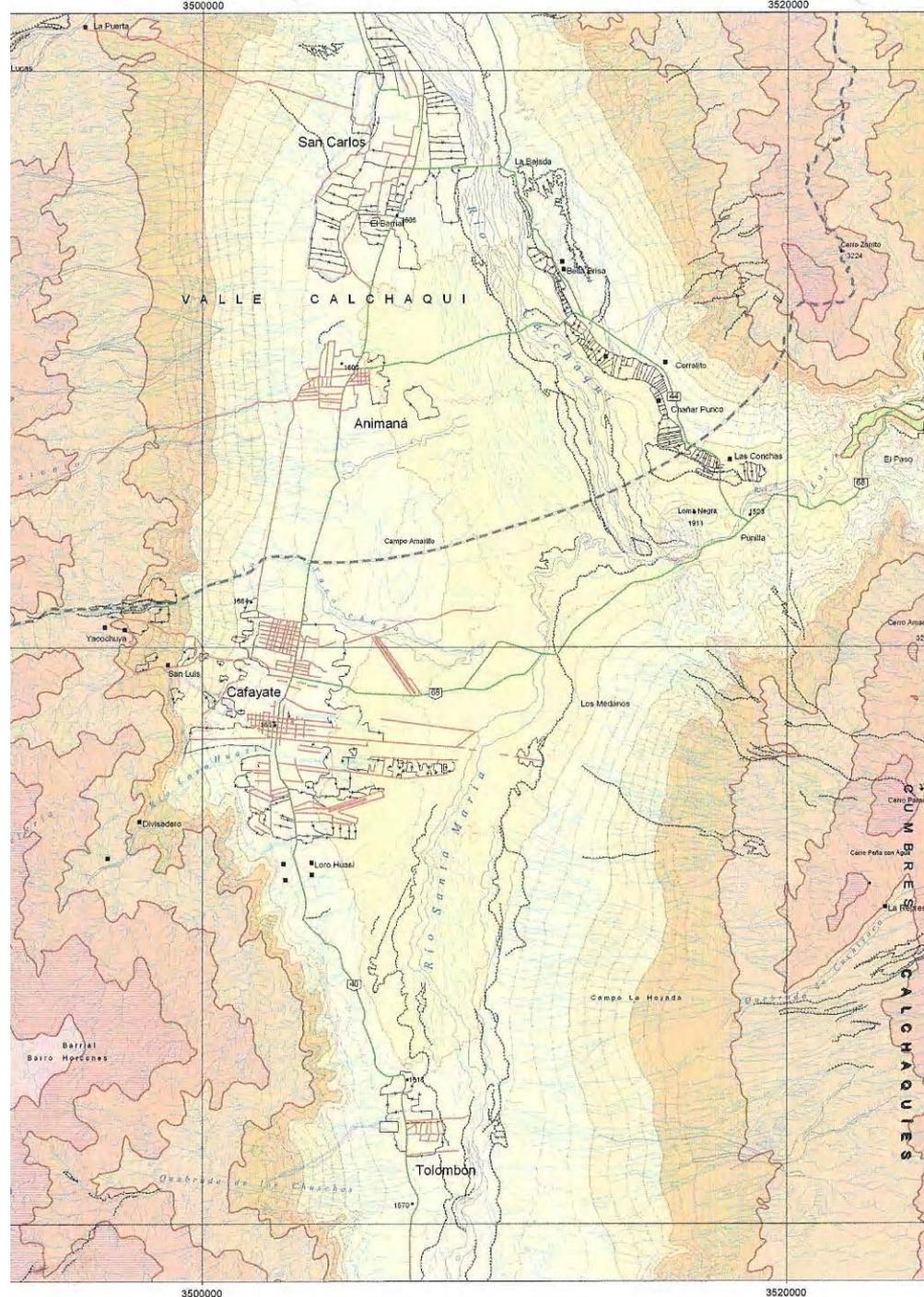
## C. Mapas semidetallados

- Objetivos:
- \* **Inventario de los suelos de regiones con agricultura y ganadería semi-intensivo o extensivo.**
- \* Caracterizar, describir, analizar y representar suelos.
- \* Resaltar cualidades y limitaciones de los suelos para un determinado uso.
- \* **Informar al productor y a gobernantes sobre el uso potencial de los suelos de una región.**
- Límites de las unidades se trazan con interpretación de fotografías aéreas y escaso control de campo.
- **Las categorías taxonómicas que se usan son:**
  - **serie,**
  - **familia y**
  - **subgrupo con sus respectivas fases.**
- **La clasificación taxonómica se organiza hasta familia y fases de series,** y se realiza al mismo tiempo que la **clasificación utilitaria.**
- U. Cartog. **Asociaciones de suelos, complejos y consociaciones.**
- Escala de 1:100.000 a 1:20.000.

## D. Mapas a nivel detallado

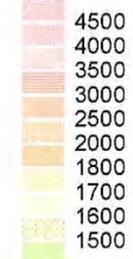
- Planificación del uso y conservación del **suelo y agua**.
- **Manejo de suelos a nivel de parcela**.
- Permiten:
  - \* Determinar características importantes de suelos de un área.
  - \* Establecer límites cartográficos de unidades de suelos.
  - \* **Determinar y predecir adaptabilidad de suelos a cultivos, sistemas de manejo, corrección de problemas de drenaje y anegamiento, salinidad y alcalinidad, implantación de sistemas de riego, entre otros.**
  - \* Evaluar las tierras con fines tributarios, de crédito agrícola y compra de propiedades rurales.
- Límites entre unidades de suelos se trazan con observaciones a campo (del perfil del suelo) y fotointerpretación.
- Unidad de mapeo identificada a campo y límites trazados a base de observaciones de pozos.
- **Las unidades cartográficas se corresponden con unidades taxonómicas puras, salvo en el caso de los complejos.**
- **Las unidades taxonómicas son: serie y sus fases (se reúnen uno o varios polipedones).** Las escalas varían de 1:25.000 a 1:10.000.
- U. Cartog. Consociaciones, complejos y asociaciones.

# Mapa topográfico del Valle Calchaquí a nivel detallado. 1:50.000



- Referencias**
- Camino Principal
  - Camino Secundario
  - Drenaje Principal
  - Drenaje Secundario
  - Canales
  - Limite Departamental
  - Puesto
  - Barrancos
- Curvas**
- Equidistancia 500 m.
  - Equidistancia 100 m.
  - Equidistancia 25 m.

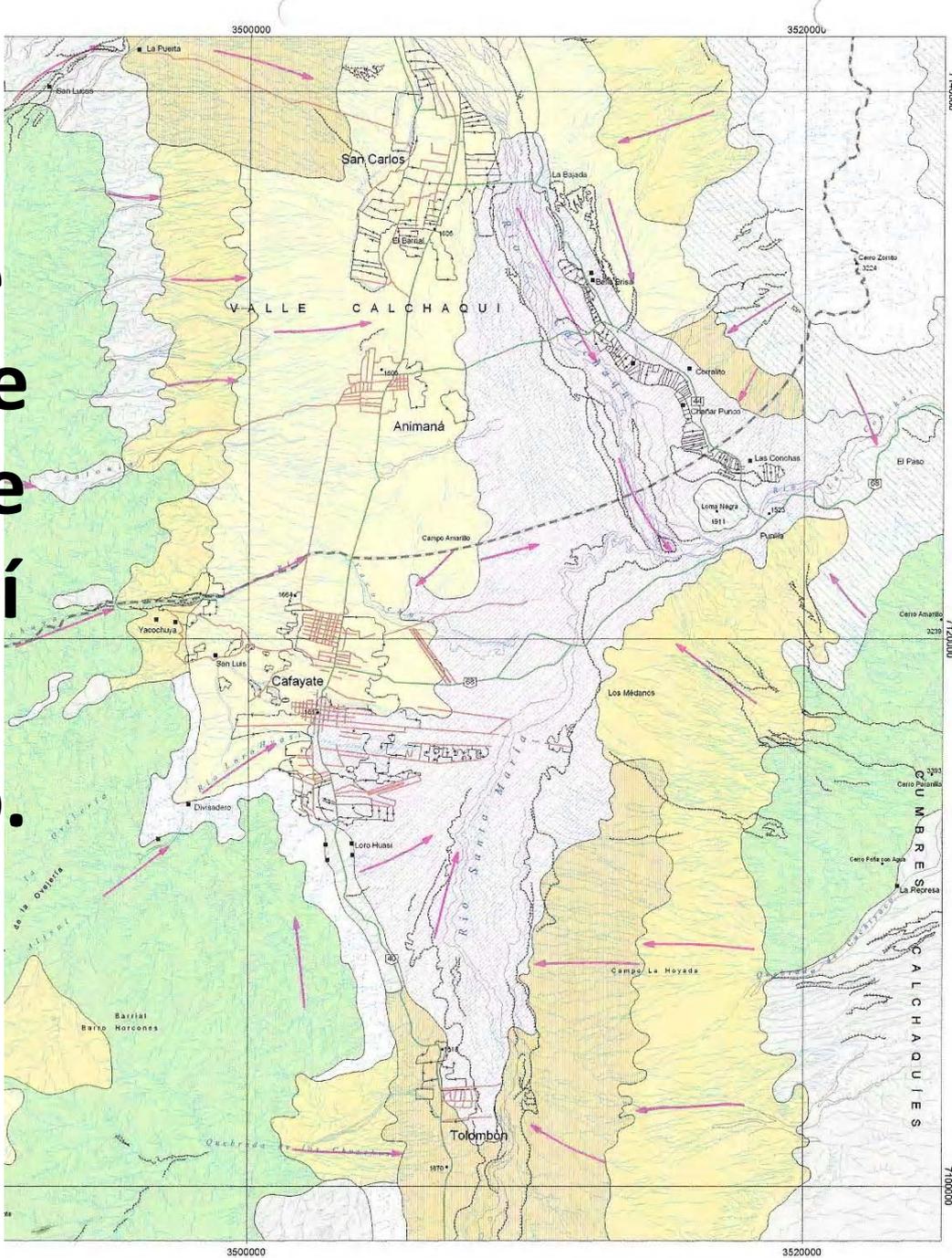
### Topografía



Topografía



# Mapa de pendiente s del Valle Calchaquí a nivel detallado. 1:50.000



**Referencias**

-  Caminos Principal
-  Caminos Secundario
-  Drenajes Principal
-  Drenajes Secundario
-  Canales
-  Limite Departamental
-  Puesto
-  Barrancos

**Pendientes**

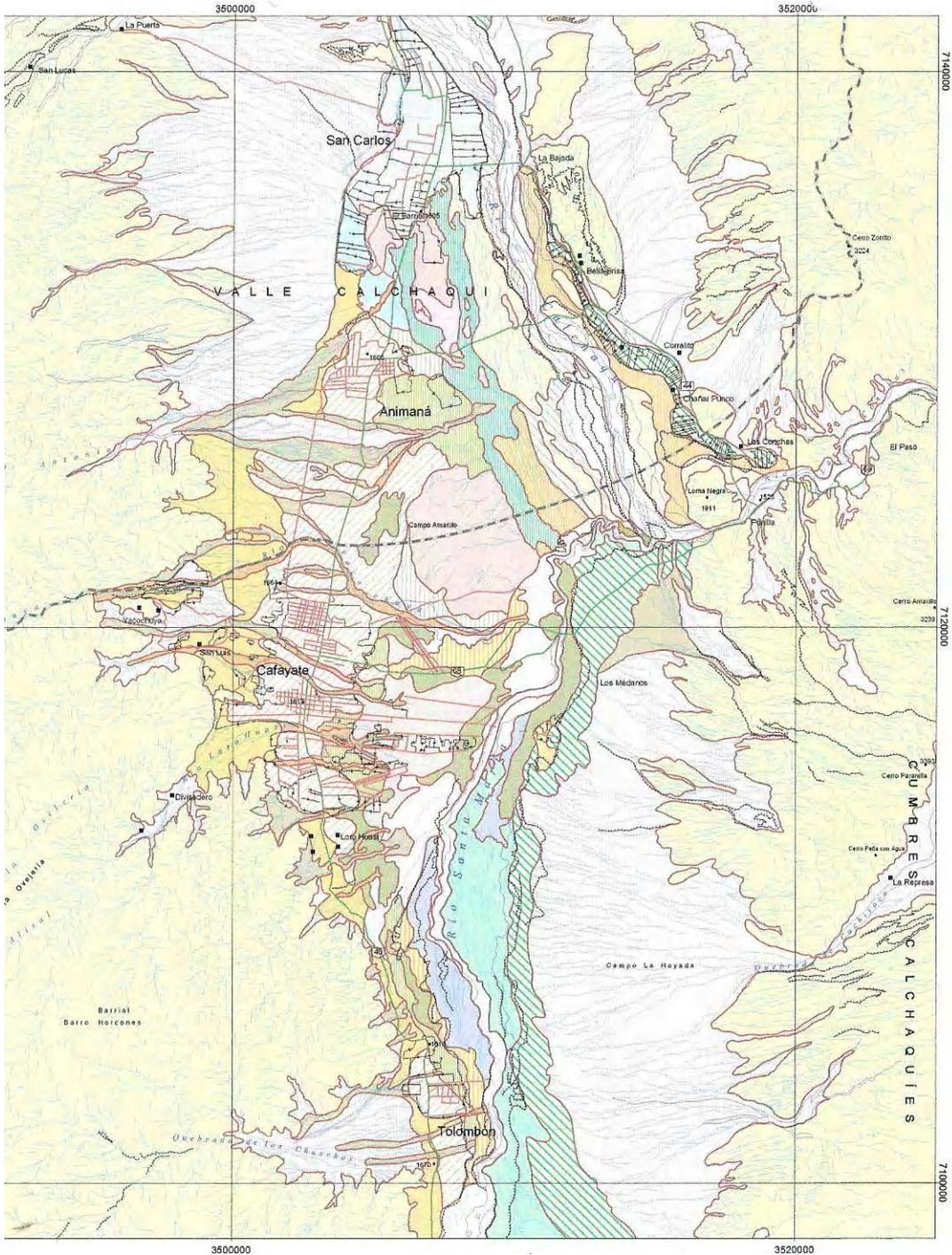
-  1-2 % Casi a nivel
-  2-4 % Muy ligera
-  4-6 % Ligera
-  6-10 % Moderada
-  10-20 % Fuerte
-  20-50 % Muy fuerte
-  50-80 % Escarpada
-  20-80 % Escarpada-Variable
-  80-100 % Abrupta
-  100-200 % Casi vertical o acantilada

 Dirección y sentido de la pendiente

**Pendientes**



# Mapa de suelos del Valle Calchaquí a nivel detallado. 1:50.000



- Referencias**
- Principal Caminos
  - Secundario Caminos
  - Principal Drenajes
  - Secundario Drenajes
  - Canales
  - Limite Departamental
  - Puesto
  - Barrancos

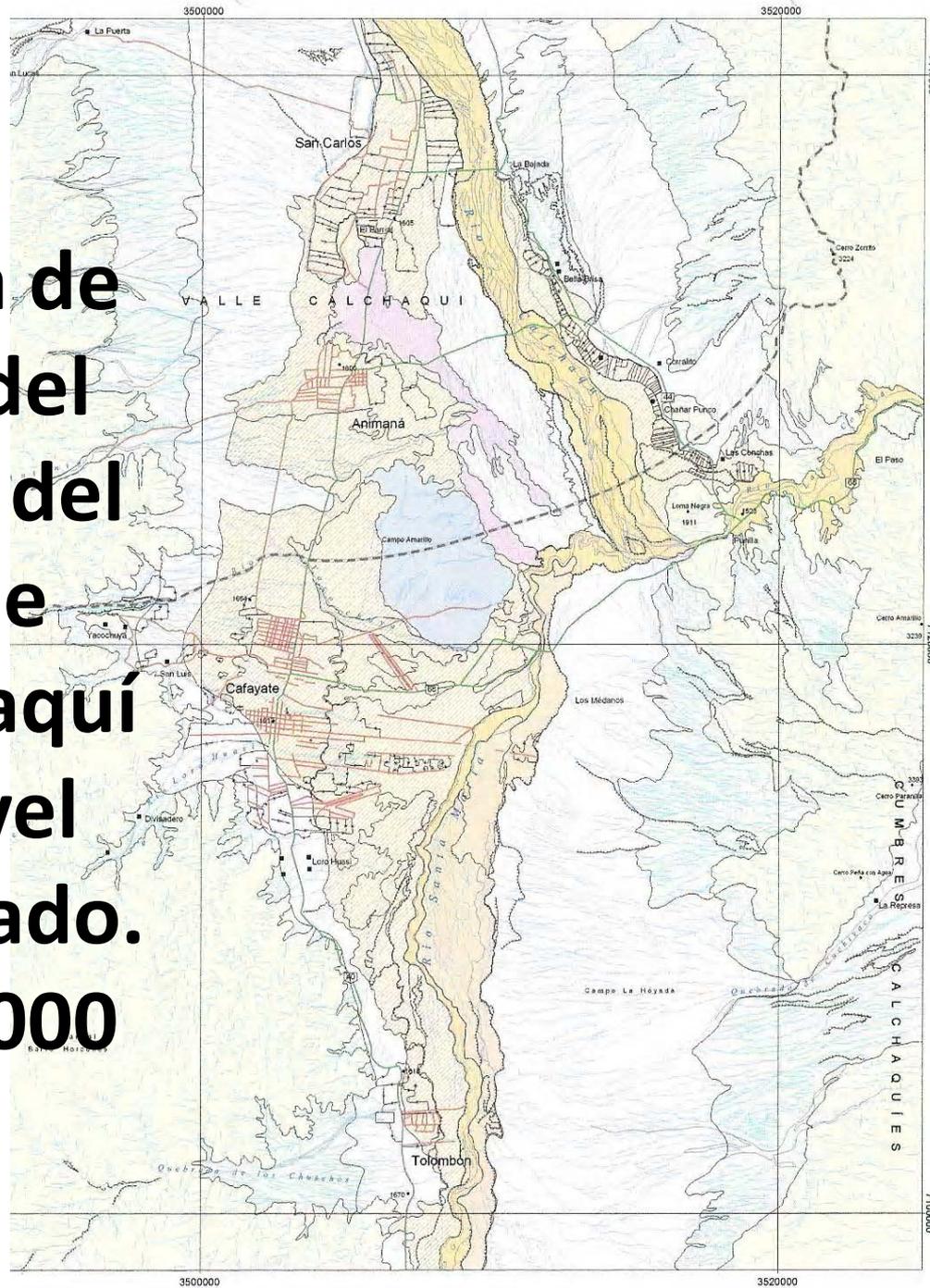
- Serie**
- El Alamo
  - Animaná
  - cafayate
  - Chimpa
  - Chimpa-Calchaquí
  - Chimpa-Médanos
  - Chimpa-Depositos eólic
  - Ciénago
  - Ciénago-Monte Redondo
  - Corralito
  - Calchaquí
  - Calchaquí-La Bajada
  - El Carmen
  - La Bajada
  - Lorohuasi
  - Monte Carmelo
  - Médanos
  - San Carlos
  - Tolombón

- Tierras Misceléneas**
- Cursos arenosos
  - Cursos areno pedregosos
  - Depósitos coluviales
  - Depósitos eólicos
  - Depósitos gravillosos
  - Litosoles

Suelos



# Mapa de uso del suelo del Valle Calchaquí a nivel detallado. 1:50.000



Sistema de clasificación de uso del suelo

110	Residencial-urbano.
120	Comercial y servicios: ventas, oficinas, profesionales, hoteles, entretenimientos y cultura.
131	Industrias livianas.
133	Industrias extractivas: minas y canteras de grava y arena.
141	Aeropuertos (campos y estacionamientos).
144	Calles y rutas.
151	Servicio de energía eléctrica.
152	Plantas de abastecimiento de agua.
154	Relleno sanitario y basural a cielo abierto.
160	Instituciones: educación, colegios, escuelas, iglesias, hospitales, centros de salud, cárceles, gubernamentales, administrativos y cementerios.
162	Iglesias.
167	Cementerios.
191	Terrenos baldíos dentro de áreas urbanas.
193	Suelo propuesto para nueva urbanización.
210	Cultivos y pasturas: en surcos y campos de cultivos.
225	Viñedos y pequeñas áreas de horticultura.
330	Vegetación natural arbustiva (Breas, entre otros).
422	Suelo con vegetación natural perenne (Algarrobos)
440	Suelo desnudo.
450	Áreas incendiadas.
510	Ríos y arroyos.
600	Llanuras aluviales, áreas solamente inundadas estacionalmente.
622	Zonas cenagosas con pasturas naturales.
730	Grava de capas barridas por el viento.
731	Dunas formadas por arena barrida de llanuras aluviales.
732	Abanicos aluviales rodeando montañas en zonas áridas.
740	Roca expuesta-afloramiento.

Limitaciones de suelos para construcciones edilicias

N-L	Ninguna a leves. Suelos profundos, bien drenados y con pendientes suaves (<4%).
M-L	Moderadas a leves. Suelos con inundaciones estacionales. Antigua llanura del río Santa María.
M	Moderadas. Suelos con pendientes entre 4 y 10 % y abundancia de bloques y grava en el perfil.
S	Severas. Suelos muy rocosos y con pendiente entre 10 y 20 %.
H	Suelos hidromórficos.
PE	Suelos con pendiente elevada (>20 %) y afloramientos rocosos.
LLA	Llanuras aluviales de los ríos Calchaquí y Santa María.
ZPNU	Zona propuesta para nueva urbanización.

Uso de suelo

Uso de suelos

0 2 4 Kilometers



Mapa  
suelos  
Salta a  
nivel  
detallado  
1: 10.000

# E. Levantamientos Muy Detallados

## Objetivos

- En suelos bajo uso intensivo con cultivos específicamente definidos.
- En campos experimentales en los que la tierra se destina a usos con **cultivos especiales** o **proyectos de riego** en los que el costo del desarrollo es muy elevado.

## Usos y Aplicaciones

- Se usan indicadores de calidad del suelo como:
  - **contenido de MO,**
  - **disponibilidad de macronutrientes y**
  - **determinación de fases por textura del horizonte superficial.**
- **Para determinar la cantidad de agua necesaria para el riego.**
- **Determinación del grado de compactación de un suelo.**
- **En mapas temáticos para técnicos que administran y manejan fincas, establecimientos, asesores y productores que quieren mejorar los rendimientos de los cultivos que se realizan en sus campos. U. Cartog. Consociaciones y complejos.**

# Mapa de Suelos

- Un mapa de suelos **puede estar integrado por una o varias de las unidades cartográficas anteriormente mencionadas**, lo que depende del nivel de levantamiento.
- Muestra la distribución geográfica de los **suelos de una determinada región, provincia, municipio o propiedad rural**.
- Debe ser de muy buena calidad para que **pueda ser usado de forma satisfactoria por agricultores, ganaderos, ingenieros forestales, asesores, planificadores del uso del suelo, extensionistas, ambientalistas, organismos estatales, privados, entre otros**.
- La información que debe poseer es la siguiente:

- **Escala**

1: 200.000      ó       $\frac{1}{200.000}$

0                      2                      4 Km



- -Numérica

- -Grafica

- **Leyenda de suelos**

- Unidades Cartográficas (Asociación, Consociación, entre otras)
- Superficie en has o km<sup>2</sup>.
- Clasificación por capacidad de uso

- **Ubicación de calicatas y pozos de observación con GPS**

- Referencias

- -Infraestructura

- **Georeferenciación**

- **Nombre de la finca o lugar geográfico**

- **Catastro o matrícula**

- **Provincia**

- **Departamento**

- **Año**

# Memoria

- Descripciones de los **perfiles de suelos**, **datos de análisis de laboratorio**, entre otros.
- Interpretación de las aptitudes de los suelos por **capacidad de uso** o **aptitud para riego**, **marcar sus potencialidades** y **definir sus limitaciones**.
- También indicar prácticas de manejo u otros usos agrícolas.

**Ejercicio:** Los bloques diagrama abajo mostrados corresponden: (a) a una zona semiárida cálida y (b) a una zona subhúmeda templada. De acuerdo a las unidades suelo-paisaje mostradas:

**A.-** ¿Qué unidad cartográfica agrupará todos los suelos clasificados en las figuras a y b?

**B.-** ¿Que unidad cartográfica agrupará todos los Calcid del Cono aluvial de la figura a?

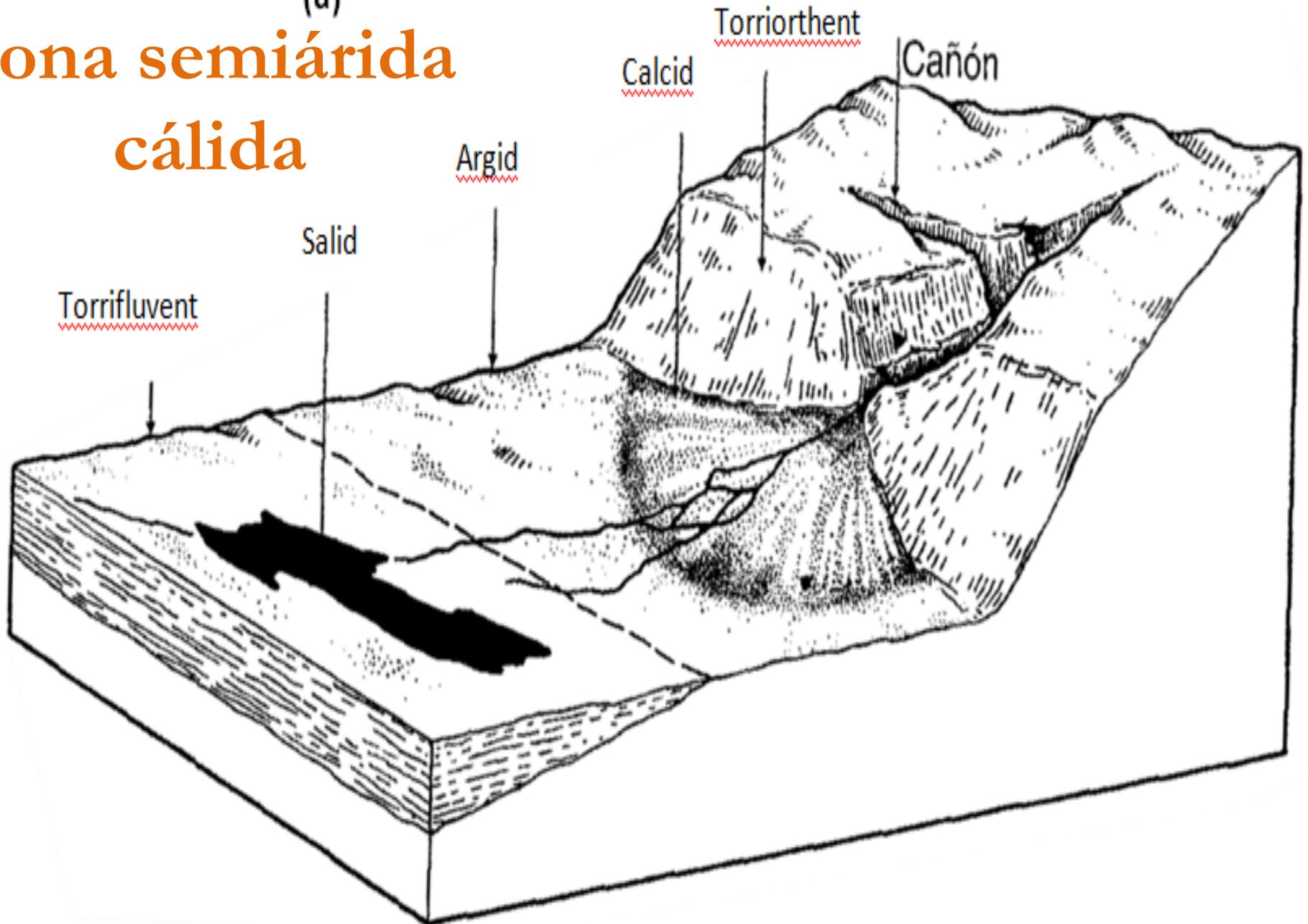
**C.-** ¿Que unidad cartográfica agrupará todos los torrifluventes (figura a) donde el 50% de ellos poseen un horizonte A ócrico con espesor variable entre 25 y 38 cm con los Salid incluidos que ocupan menos del 5% de su superficie?

**D.-** Denomine los horizontes diagnósticos y genéticos de los suelos abajo clasificados a base de la nomenclatura de horizontes principales y letras subíndices:

**E.-** ¿Con cuáles regiones agroecológicas de la provincia de Salta asociaría usted estos paisajes?

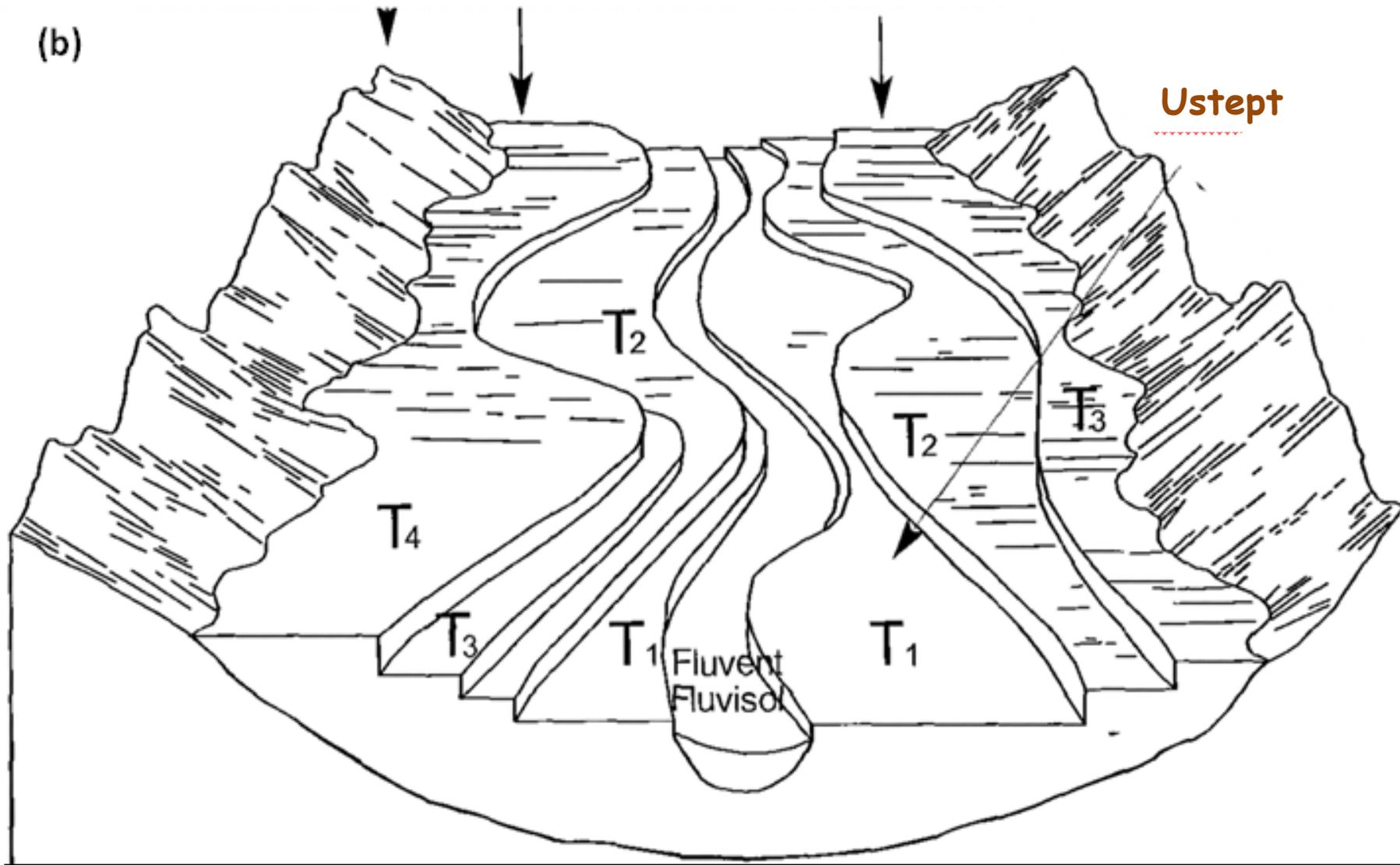
(a)

# zona semiárida cálida



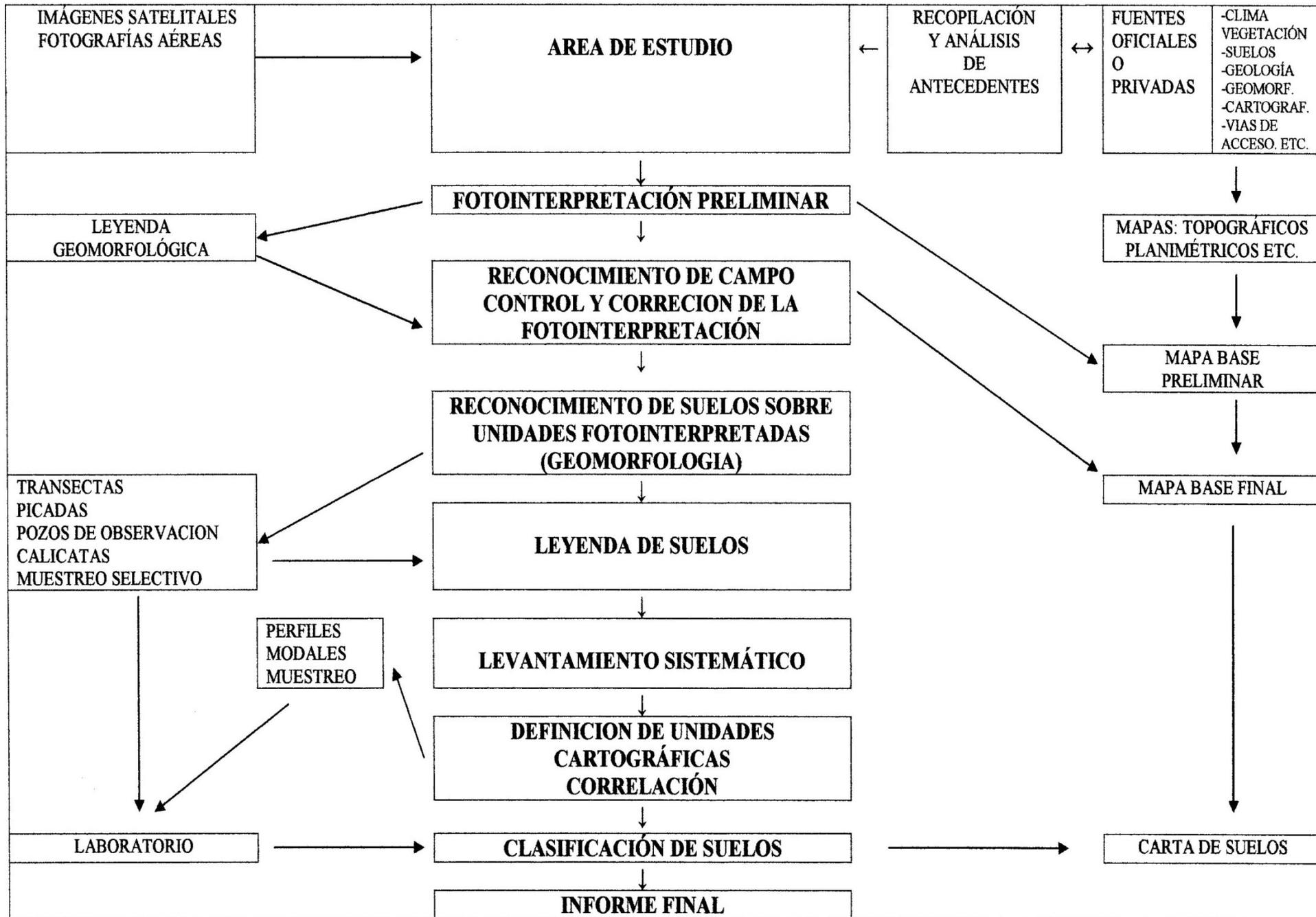
Orthent Haplustalf Cálculo Calciustept

(b)



zona subhúmeda templada

# SECUENCIA OPERATIVA DE UN LEVANTAMIENTO DE SUELOS



# Secuencia de un levantamiento de suelos

## ■ Gabinete: **ubicación del área de estudio**

- Se recopila información de organismos públicos y privados sobre **geología, geomorfología, topografía, flora o vegetación, fauna, clima, edafología, uso, entre otros, relacionados con el área de estudio.**
- Se recopila información de **fotografías aéreas, imágenes satelitales, mapas topográficos, geológicos, fitogeográficos**, entre otros.

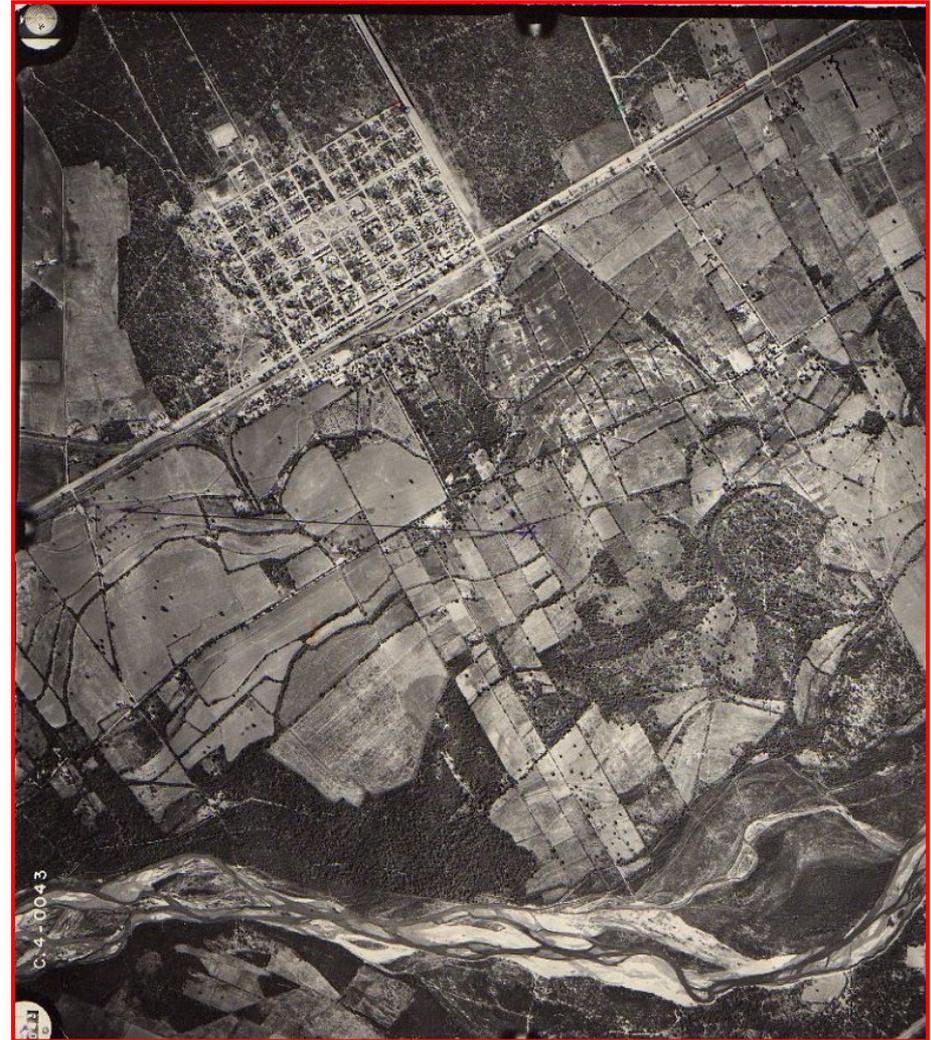
## ■ Fotointerpretación preliminar del área de estudio

- Se fotointerpretan unidades de relieve, paisaje, geomorfológicas y posibles unidades de suelos, entre otros (**unidades homogéneas**). Se obtiene así un **MAPA BASE PRELIMINAR.**

# Visión estereoscópica con fotografías aéreas



# Par estereoscópico de Fotografías Aéreas



# Imágenes Satelitales



- **Campo: Verificación de campo**

- Se cotejan las unidades homogéneas fotointerpretadas, para posteriormente realizar pozos de observación y también se hace revisión de caminos y vías de acceso.

- **En gabinete se realiza:**

- **Reinterpretación de la fotointerpretación y se vuelca la ubicación e información de los pozos de observación. Se obtiene el MAPA BASE FINAL**

- **Reconocimiento de las unidades de suelos, que es un trabajo de campo que se realiza con:**

- **Transectas, pozos de observación y calicatas, con lo que estamos en condiciones de realizar:**

- **Descripción de perfiles del suelo y se obtiene la leyenda de suelos.**

- En las calicatas se describe el **PERFIL MODAL** y se muestrean los horizontes para análisis de laboratorio.

**1. Descripción completa del perfil**

**2. Muestreo de suelos**

**3. Se procede a realizar análisis de las muestras de suelo en el Laboratorio.**

- Gabinete: se realiza la clasificación de los suelos y de la suma de las unidades cartográficas (**consociación, asociación, complejo, o *series (taxonómica)*, entre otras**, más la clasificación taxonómica o utilitaria de suelos surgen los:

**Mapas de suelos con su:**

**- Memoria o informe final.**

# Partes esenciales de un levantamiento de suelos

- *El mapa de suelos* y
- *El Informe final*. Este contiene la información relacionada con el origen, características, potencialidades y limitaciones de los suelos para diferentes usos.

# *Los usuarios de los levantamientos de suelos*

- **Usuarios de la tierra:** **agricultores, forestales, pecuarios, deciden que hacer con cada zona de suelo.**
- **Asesores de los usuarios de la tierra:** **extensionistas. Este grupo aconseja a los usuarios directos de la tierra.**
- **Unidades de servicio al uso de la tierra:** agencias de crédito agrícola, bancos, grupos de inversión. Este grupo facilita el uso de la tierra y requiere saber si su inversión será productiva.
- **Planificadores del uso de la tierra:** rurales, suburbanos, periurbanos y urbanos. Este grupo prohíbe, aconseja o facilita cierto tipo de usos en áreas diferentes.
- **Ambientalistas:** usan el suelo como un elemento de la ecología del paisaje.
- **Agencias reguladoras:** subgrupo de planificadores del uso de la tierra, pero con autoridad específica en la regulación del uso de la tierra.
- **Investigadores** en la respuesta de la tierra a varios tipos de uso y estrategias de manejo.

## SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

- Un sistema de información geográfica consiste en una serie de **pasos organizados** utilizados para **transportar o manejar información o datos**, incluyendo el **plan para recoger datos**, **recolección real de los datos**, **la manipulación de los datos**, y, por último, **la utilización de los datos para fabricación de un producto**, como un informe o un mapa.
- En un sistema de información geográfica (GIS), los datos están ligados a ubicaciones en el espacio.
- Por ejemplo, las propiedades de un perfil de suelo están asociadas con la ubicación de las unidades de mapas de suelos apropiadas.
- Un SIG incluye los siguientes cinco pasos:
  - ▶ (1) la adquisición de datos,
  - ▶ (2) procesamiento previo,
  - ▶ (3) el manejo de datos,
  - ▶ (4) la manipulación y el análisis de datos, y
  - ▶ (5) la generación de productos.

## SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

- Un ejemplo de preprocesamiento es la digitalización de un viejo mapa de suelos existente en papel, entrando todos los límites del suelo y otras características espaciales en una base de datos como puntos, lineas y áreas definidas geométricamente llamados polígonos.
- Una vez que toda la información necesaria se ha descargado o entrado en la base de datos, se puede controlar con los programas de ordenador y manipularla para crear nuevos tipos de información y puntos de vista. Por último, se produce un mapa o un informe.

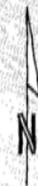
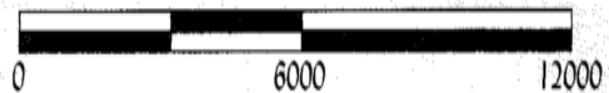
- El mapa de la figura de la diapositiva siguiente simplificó un conjunto de más de **90 unidades** de mapeo diferentes agrupándolos **en tres categorías simples**, que se muestran espacialmente.
- Comprende una **sola capa de información**.
- Un SIG puede ser utilizado para integrar muchas capas de información de un estudio de suelos.
- Ejercicio: un ingeniero quería encontrar un **sitio** adecuado para un **parque recreativo** en una de las **20 grandes extensiones de tierra** que se exponen en el área cubierta por el **mapa detallado de suelos**.
- El decidió que la **sede del parque** deberá cumplir con los siguientes cuatro criterios:
  - ▶ 1. **Sólo ligeras limitaciones para las áreas de parques.**
  - ▶ 2. **Sólo ligeras limitaciones para caminos y senderos.**
  - ▶ 3. **Clases de capacidad de uso del suelo mayor que II** (evitar el uso de la tierra agrícola de primera clase que debe ser preservada para la producción de alimentos).
  - ▶ 4. **Subclase para bosques con un sitio altamente productivo para árboles de madera dura.**



Limitation for use as campgrounds:  Moderate  Severe  Slight

Areas meeting all four criteria chosen for parks:

- Slight limitations for picnic grounds
- Land Use Capability Class greater than 2
- Slight limitations for paths and trails
- Woodland subclass = 20



- A partir de un mapa básico de suelos se pueden diseñar mapas utilitarios (de **aptitud de uso de la tierra, unidades taxonómicas, vulnerabilidad o producción**, entre otros).

## **EJEMPLOS DE MAPAS DE SUELOS EN LA ARGENTINA**

- **Atlas de Suelos de la República Argentina.** Mapas provinciales (**Salta-Jujuy 1:500.000**, La Pampa, Córdoba, Corrientes, Chaco, Neuquén, Río Negro, Santa Fe, Entre Ríos, Buenos Aires, entre otros, a escalas 1:1.000.000 ó 1:500.000).
- **Cartas de suelos [Salta (El Aybal, Moldes, Osma 1:17.500), Las Lajitas 1:50.000, Buenos Aires, Chaco, Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, entre otros),** escala 1:50.000.
- **Mapas hidrogeológicos,** escalas 1:250.000 y 1:500.000.
- **Cartografía ambiental** (involucra un sinnúmero de cartas).
- Uso de la cartografía para el Diagnóstico de la degradación del ambiente.
- **Cartas de suelos para evaluación del potencial forestal de las tierras.**
- Uso de cartas de suelos para determinar la **Aptitud de las tierras para riego complementario.**

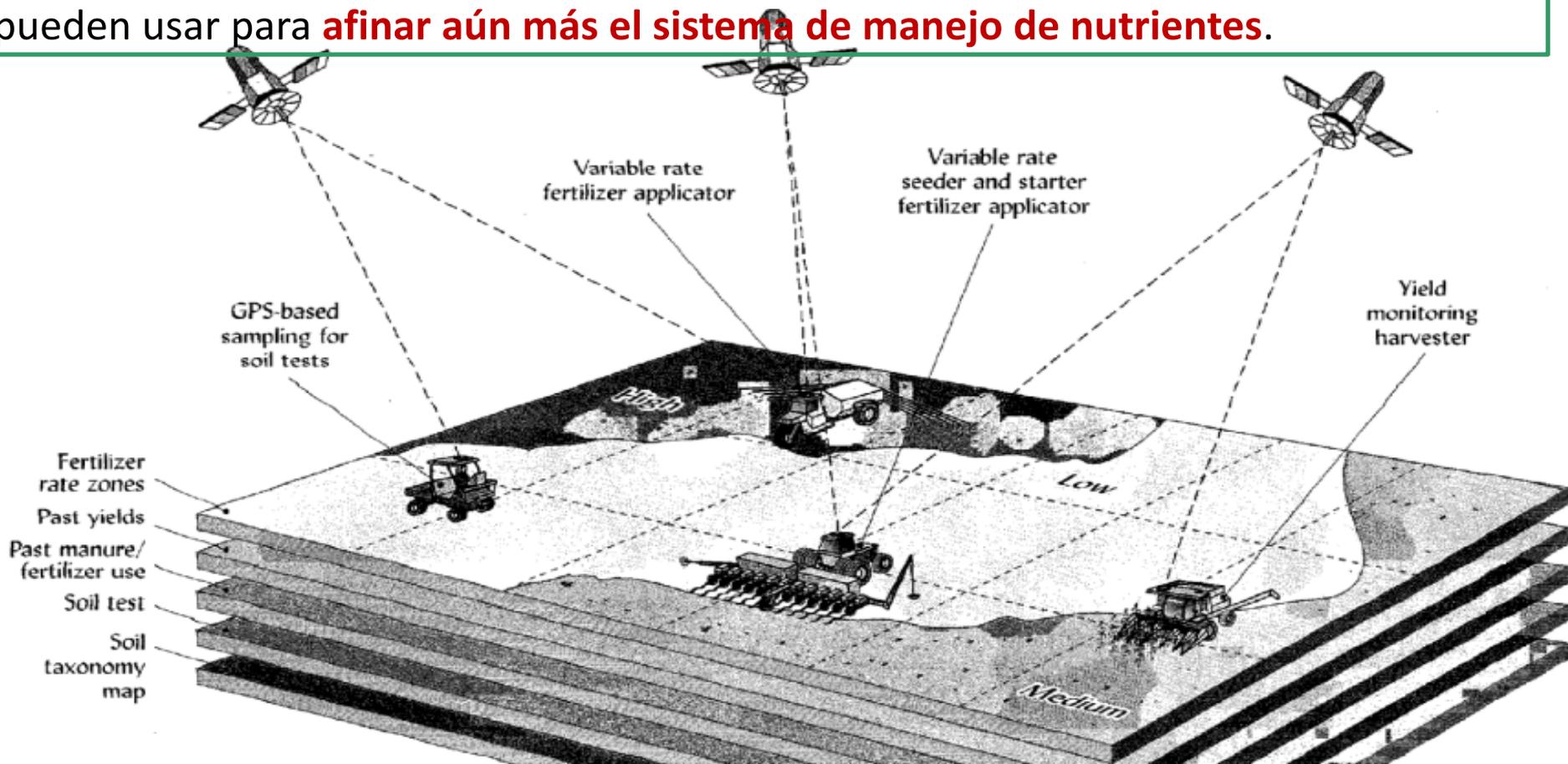
# GIS, GPS, Y AGRICULTURA DE PRECISIÓN

- Los avances en la tecnología han combinado
  - ▶ **(1) Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)** de los satélites que orbitan la Tierra,
  - ▶ **(2) Sistemas de información geográfica informatizado (SIG)**, capaces de hacer mapas detallados que integran información sobre muchas de las propiedades del suelo, y
  - ▶ **(3) Las tecnologías de tipo variable** que permiten a la **maquinaria agrícola** alterar la proporción de **fertilizantes**, **semillas**, o **distribución de productos químicos** en el camino.
- La tecnología combinada, a veces se refiere como "*agricultura de precisión*" o "*agricultura específica del sitio*", que permite a los agricultores aplicar nutrientes y otros insumos más específicos en el sitio comparado con lo que antes sólo era práctico para las grandes operaciones agrícolas.

# GIS, GPS, Y AGRICULTURA DE PRECISIÓN

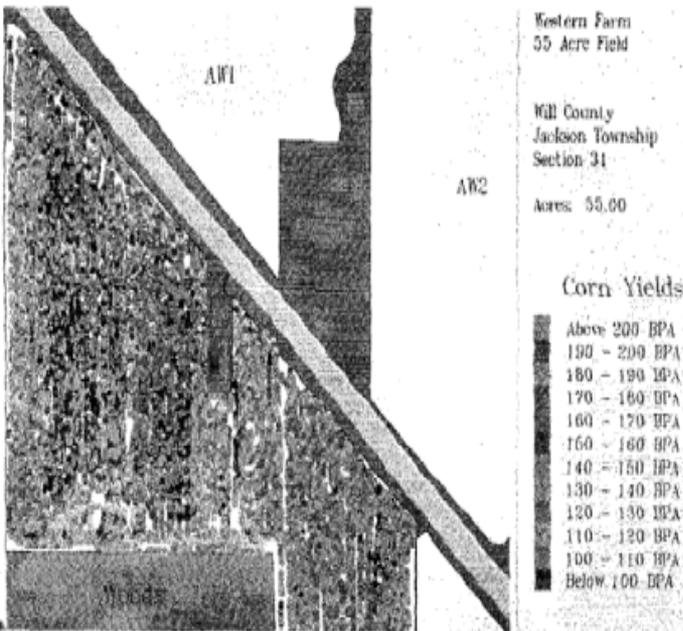
- El manejo de **fertilizantes** y **agroquímicos** en un campo extenso con propiedades variables puede ser **ineficiente, y** falla para **eliminar las limitaciones del suelo en un área del campo,** mientras que **en otra zona de aportes excesivos** puede **contaminar el suelo.**
- La **agricultura de precisión** consiste en **dividir un gran campo en celdas** en un patrón de rejilla, con **cada celda que posea alrededor de 1 hectárea de superficie.**
- En un **campo de 18 ha** se podrán recoger **18 muestras de suelos** georeferenciadas independientes (**cada una está compuesta por entre 15 y 20** submuestras de suelo) (Figura diapositiva siguiente).
- En las muestras de suelo se pueden analizar propiedades tales como la **textura, contenido de materia orgánica, pH,** y niveles de **fósforo y potasio** por medio de **análisis de suelos.**
- Un programa de computadora puede producir un **mapa de la distribución espacial de cada propiedad del suelo medida.**

- El mapa de arriba combina los datos de las otras capas para **definir "zonas de proporción de fertilizantes"**.
- Se pueden controlar los aplicadores de **fertilizantes** con lo que se aplican sólo las cantidades de nutrientes que los análisis de suelos y el manejo anterior del suelo sugieren que se necesita.
- Al momento de la cosecha, se hace el seguimiento (monitoreo) del **rendimiento de los cultivos** cuando la máquina cosechadora atraviesa el campo.
- Los datos de rendimiento se utilizan para crear **mapas de rendimiento**, que luego se pueden usar para **afinar aún más el sistema de manejo de nutrientes**.

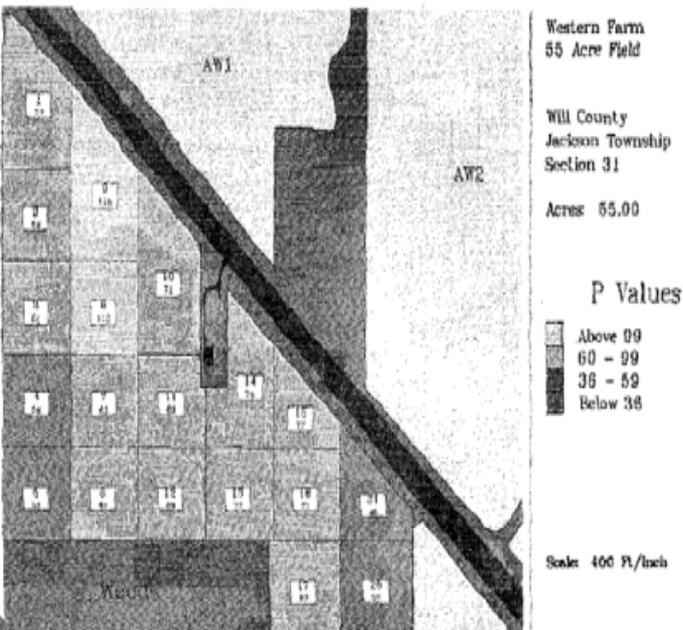


- Un mapa podría mostrar zonas de **baja, media y alta cantidad de niveles de fósforo** en los análisis del suelo.
- Otro mapa puede mostrar **áreas de alto, medio y bajo contenido de arcilla.**
- Para generar mapas adicionales se puede introducir en el programa información sobre otras variables espaciales, como **la clasificación del suelo**, **clase de drenaje**, el **manejo anterior**, **la densidad de las malezas**, y así sucesivamente.
- Un programa informático puede integrar información de estos mapas individuales para crear un **nuevo mapa combinado que muestra las diferentes tasas de aplicación de fertilizantes** (u otro material) que se recomiendan para diferentes partes del campo (figura diapositiva siguiente).

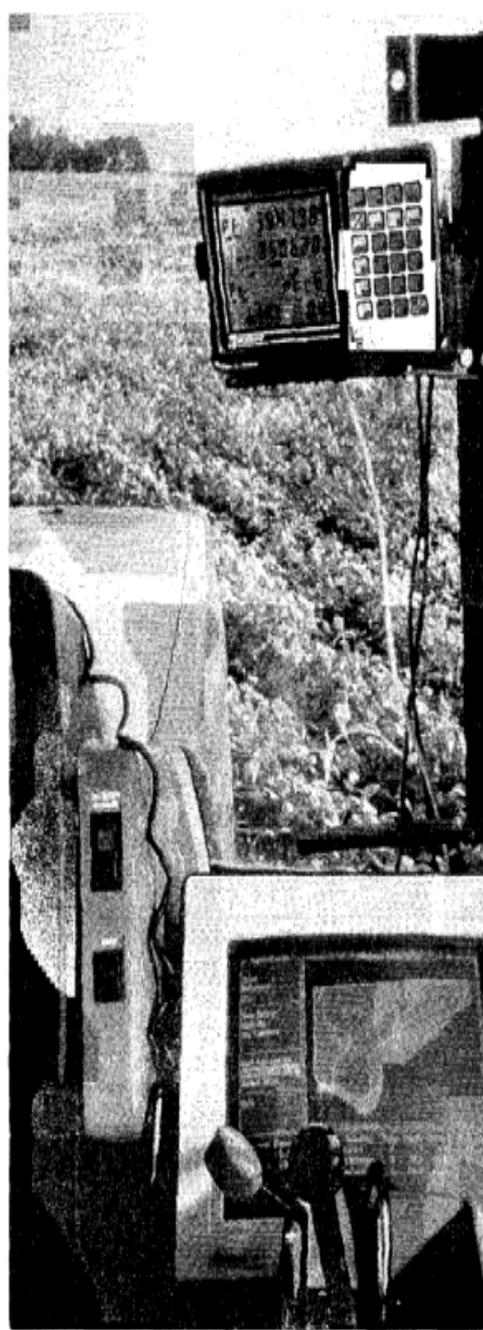
- Las áreas mapeadas con los datos de análisis como que tenían bajo contenido en fósforo se pueden “resaltar o marcar” para que **reciban proporciones de aplicación de fertilizantes fosforados más altos que el promedio de aplicación**, mientras que las áreas asignadas como de **alto contenido de fósforo** (por los análisis de suelos) **no deberán recibir ningún fertilizante fosforado.**
- También se pueden trazar zonas de **aplicación de fertilizantes de nitrógeno** con **tasas reducidas para las áreas de suelos arenosos** con alto **potencial de lixiviación**, y bajo **potencial de rendimiento.**
- Los mapas de aplicación de cambio se programan en un ordenador a bordo de la máquina que **separa el fertilizante.**



(a)



(b)



(c)

- Cosechadora con monitor de rendimiento y receptor GPS.
- Cada punto en el mapa se generó a medida que el monitor registró el **rendimiento de maíz** cada pocos metros y a medida que la máquina recorría el campo.
- Cada medición del **rendimiento** se asoció con posición del mapa determinado por el GPS.
- Un mapa del mismo campo que muestra el **fósforo disponible** en el suelo determinado a partir muestras recogidas en celdas de 1-ha.
- Una computadora unida al GPS en un tractor que dispersa **fertilizantes** en campos diferentes.
- La pantalla del ordenador muestra donde deben aplicarse **diferentes tipos de fertilizantes**.

# **AGRICULTURA DE PRECISIÓN**

**Sistema de producción agrícola que introduce la utilización de métodos y técnicas para: i) aumentar la producción de alimentos de calidad en cantidad suficiente para una población mundial creciente; y, u) la disminución de los impactos medioambientales derivados de un uso incorrecto de agroquímicos y de la emisión de gases de efecto invernadero introduciendo prácticas agrícolas de menor impacto ambiental. Requiere de información cartográfica de suelo a un nivel muy detallado, parcela a parcela, obtenida de forma rápida y con precisión.**

# SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)

- SOFTWARE (ARC GIS, ARC MAP, AUTO CAD, entre otros)
- Son una **HERRAMIENTA**
- La calidad de las decisiones seguirá dependiendo de la **calidad de la información geográfica de los suelos proporcionada por los agrónomos que estudian el suelo** y la calidad de los criterios de los planificadores.
- **IMÁGENES SATELITALES**
- **PERMITE CREAR UNA BASE DE DATOS**
- **AGILIZA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN**

- El uso de los estudios de suelos evita los fracasos ocasionados por ignorar las limitaciones de los suelos cuando se planean cambios mayores en el uso de la tierra o nuevas tierras son incorporadas para cultivos.
- La información de los levantamientos de suelos es importante en la planificación del uso específico de la tierra y de las prácticas necesarias para obtener los resultados esperados sin la degradación del recurso suelo.

# MAPA DE SUELOS



# MAPA DE APTITUD PARA RIEGO



Las clases de suelos y sus características asociadas ayudan en la determinación de :

- ▶ **la longitud de los surcos,**
- ▶ **los tiempos de riego,**
- ▶ **necesidades de lavado,**
- ▶ **necesidad, distanciamiento y profundidad del drenaje,**
- ▶ **necesidad de terrazas y canales, diseño, distanciamiento y su dimensión,**
- ▶ **prácticas para mantener buenas condiciones para el desarrollo de los cultivos, entre otras.**

## Índice de productividad de Riquier y Bramao (1967)

Sistema de evaluación que calcula un índice de productividad paramétrico factorial, que considera que la productividad de un suelo es más elevada cuanto mayor es el volumen explorable por las raíces (profundidad efectiva, P); cuanto mayor es el porcentaje de saturación de cationes básicos (V %, que designa N) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC, que designa A); la capacidad de retención de agua disponible para las plantas (CRAD que designa II); la reserva mineral (AI), la materia orgánica (O), textura-estructura (1) y bajo el contenido en sales más solubles que el yeso (S), que se hallan tabulados (Porta y López-Acevedo, 2005). Se puede calcular el índice de productividad actual (con mejoras menores) y el índice de productividad potencial (tras efectuar mejoras mayores, que implican inversiones económicas importantes). El índice se expresa como:

$$\text{Índice de productividad} = 100 \times (H \times D \times P \times T \times N \times S \times O \times A \times M)$$



**AREA DE ESTUDIO  
CONO ALUVIAL RIO MOJOTORO**  
Departamento Guemes  
Provincia de Salta

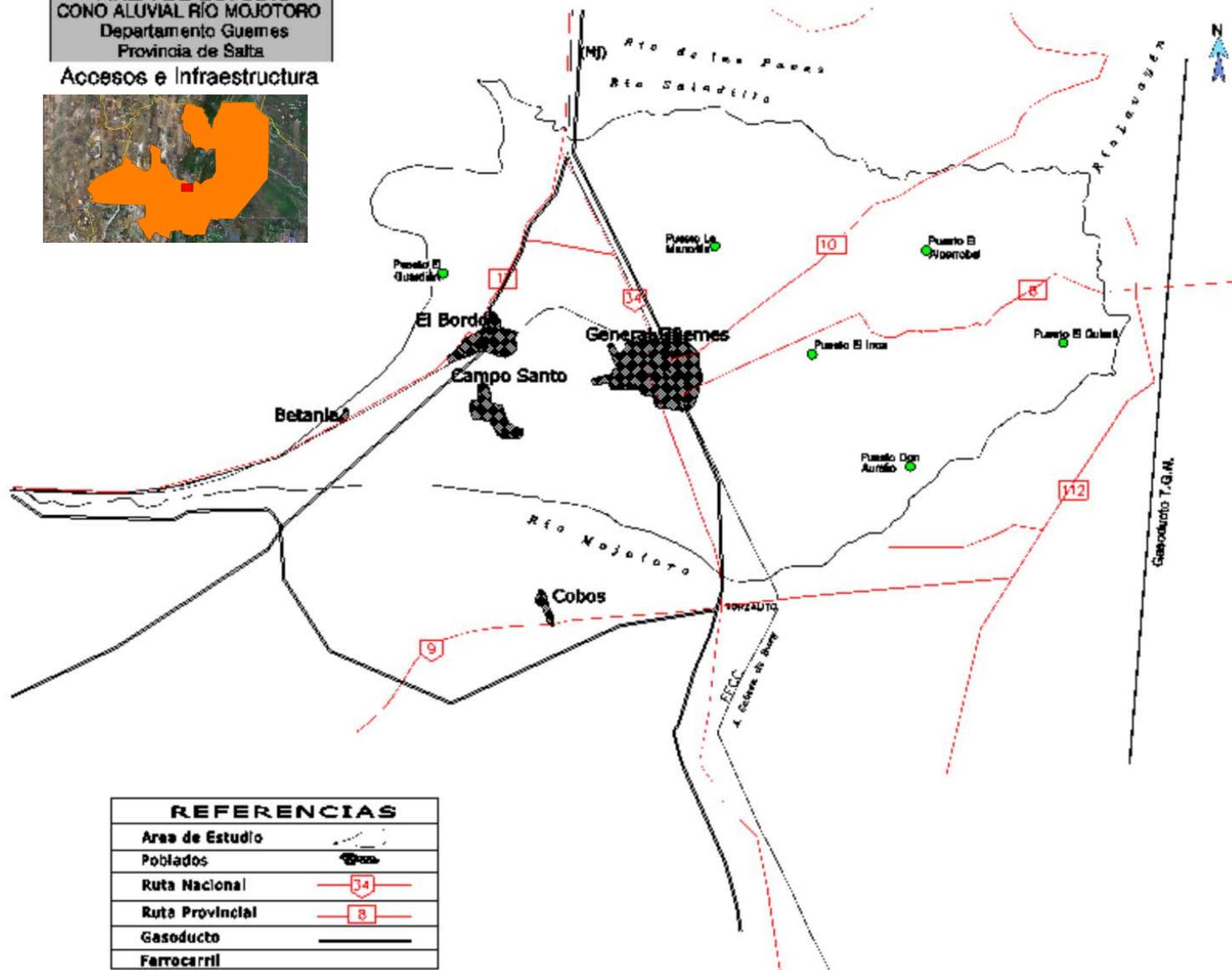
**Accesos e Infraestructura**



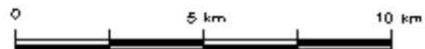
-7280000

-7270000

-7260000



REFERENCIAS	
Area de Estudio	
Poblados	
Ruta Nacional	
Ruta Provincial	
Gasoducto	
Ferrocarril	



3580000

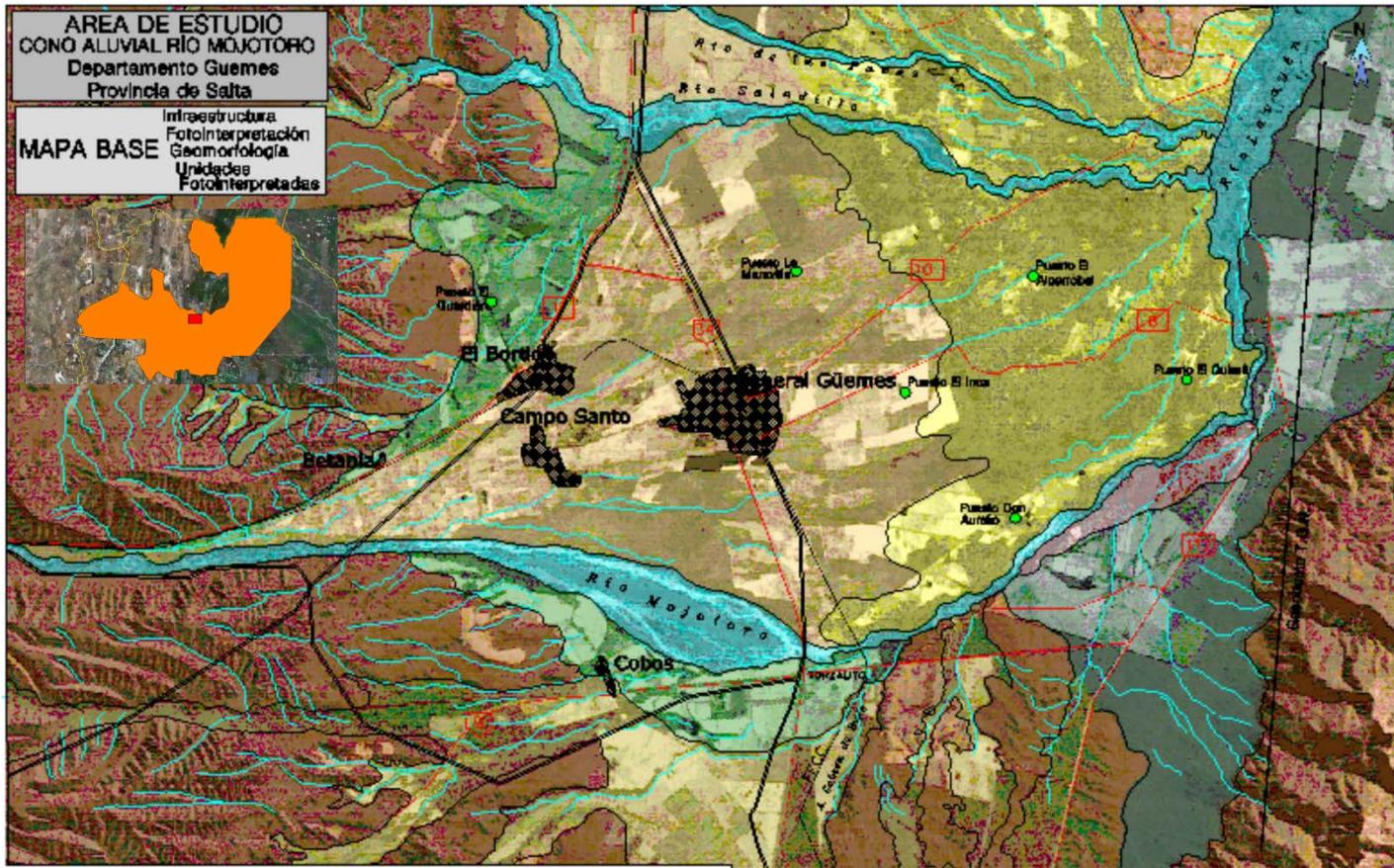
3590000

3600000

3610000

**AREA DE ESTUDIO**  
**CONO ALUVIAL RÍO MOJOTORO**  
 Departamento Güemes  
 Provincia de Salta

**MAPA BASE**  
 Infraestructura  
 Fotointerpretación  
 Geomorfología  
 Unidades  
 Fotointerpretadas



**LEYENDA GEOMORFOLÓGICA**

- |   |  |
|---|--|
|  Llanura de Inundación         |  Terraza                            |
|  Zona montañosa y submontañosa |  Depósito alto de cono Río Mojotoro |
|  Depósitos de valles estrechos |  Depósito alto de cono              |
|  Nivel bajo de cono y terraza  |  Depósito bajo de cono              |
|  Red de Drenaje                |  |



**REFERENCIAS**

Poblados	
Ruta Nacional	
Ruta Provincial	
Gasoducto	
Ferrocarril	

3580000

3590000

3600000

3610000

Formado y modificado de Estudio de Suelos del Cono de Mojotoro (1973) y Estudio de Productividad para Selección de Sitios para Emplazamiento de Refinería Suroeste Salteña (2006)

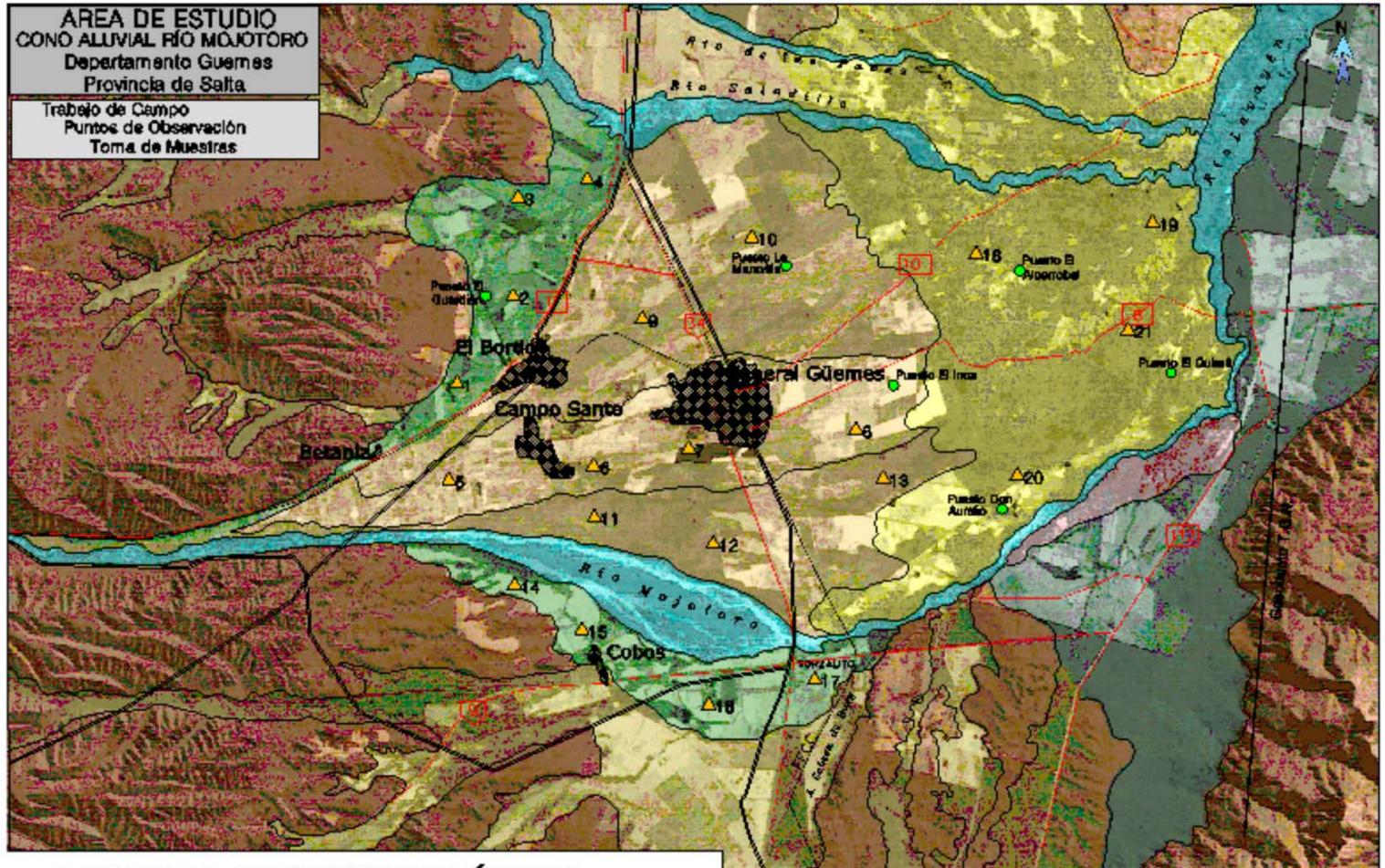
**AREA DE ESTUDIO  
CONO ALLUVIAL RÍO MOJOTORO**  
Departamento Güemes  
Provincia de Salta

Trabajo de Campo  
Puntos de Observación  
Toma de Muestras

-7280000

-7270000

-7260000

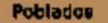


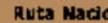
**LEYENDA GEOMORFOLÓGICA**

- |   |  |
|---|--|
|  Llanura de Inundación         |  Terraza                            |
|  Zona montañosa y submontañosa |  Depósito alto de cono Río Mojotoro |
|  Depósitos de valles estrechos |  Depósito alto de cono              |
|  Nivel bajo de cono y terraza  |  Depósito bajo de cono              |

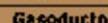
**REFERENCIAS**

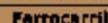
 Punto de Observación

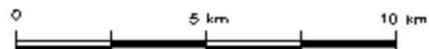
 Poblados

 Ruta Nacional

 Ruta Provincial

 Gasoducto

 Ferrocarril



3580000

3590000

3600000

3610000

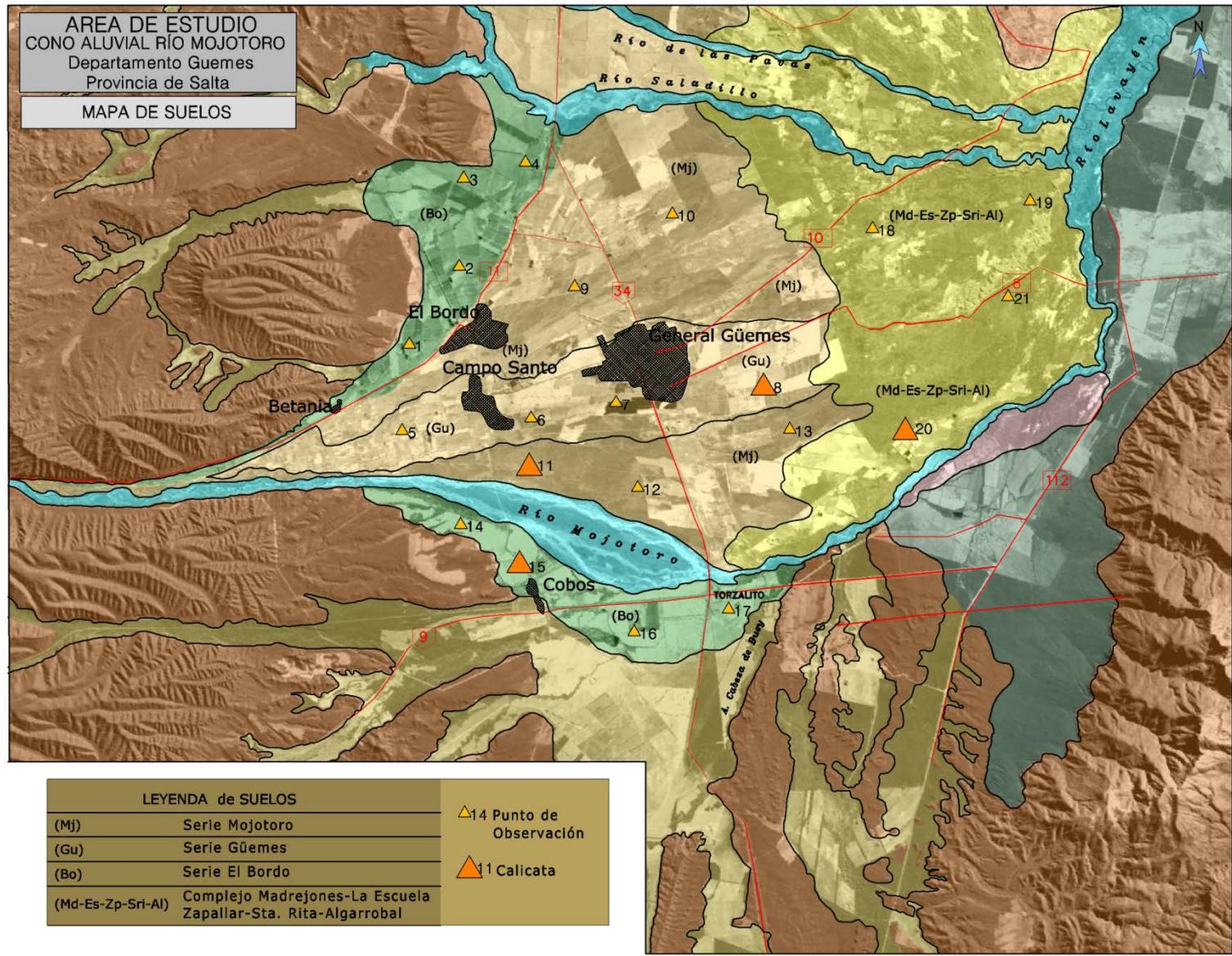
Tomado y modificado de Estudio de Suelos del Cono de Mojotoro (1975) y Estudio de Factibilidad para Selección de Sitio para Emplazamiento de Red de Saneamiento Símbaco (2006)

AREA DE ESTUDIO  
 CONO ALUVIAL RÍO MOJOTORO  
 Departamento Güemes  
 Provincia de Salta  
 MAPA DE SUELOS

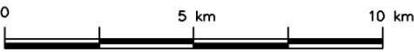
-7280000

-7270000

-7260000



LEYENDA de SUELOS		
(Mj)	Serie Mojotoro	△14 Punto de Observación
(Gu)	Serie Güemes	△1 Calicata
(Bo)	Serie El Bordo	
(Md-Es-Zp-Sri-Al)	Complejo Madrejones-La Escuela Zapallar-Sta. Rita-Algarrobal	



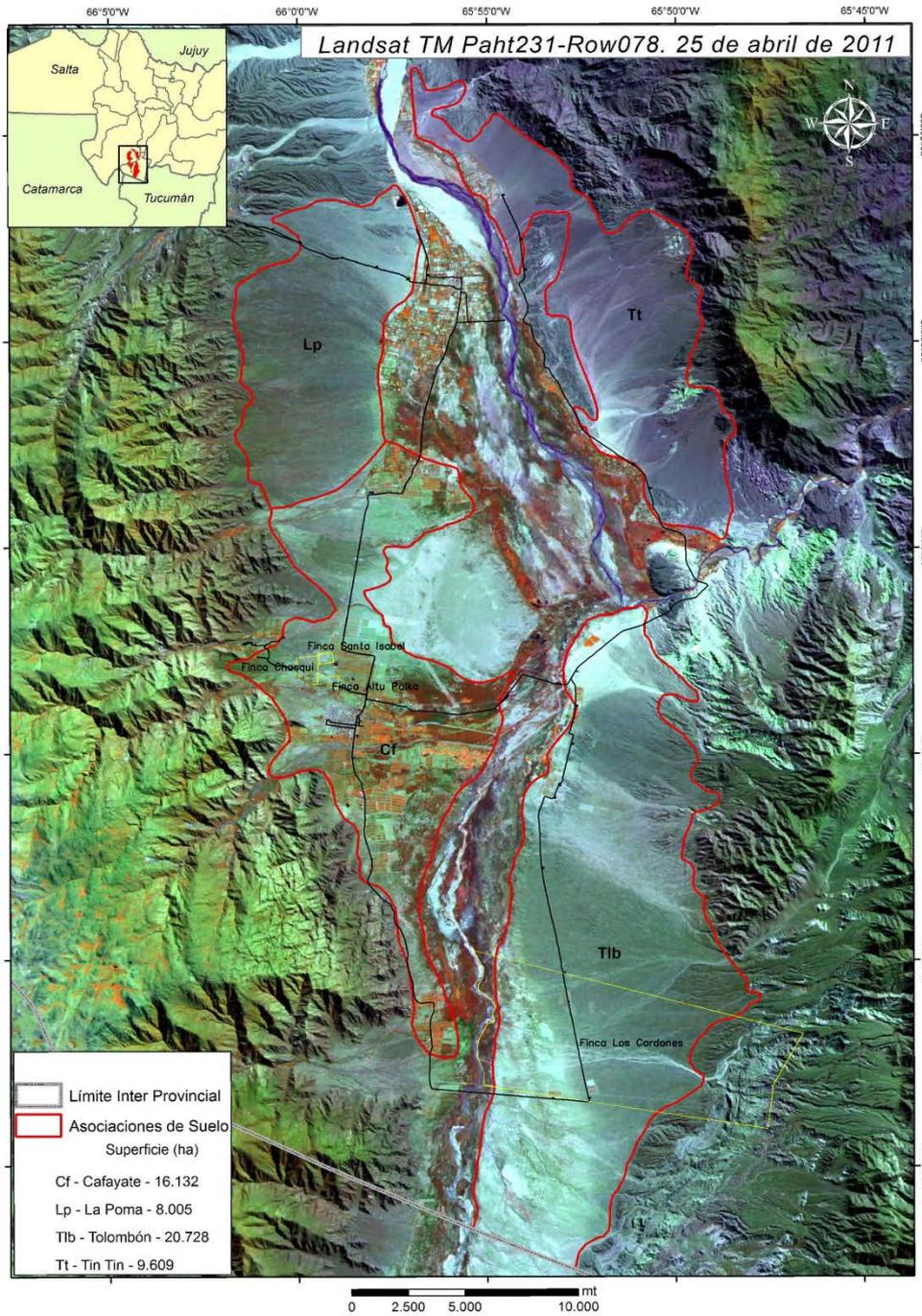
3580000

3590000

3600000

3610000

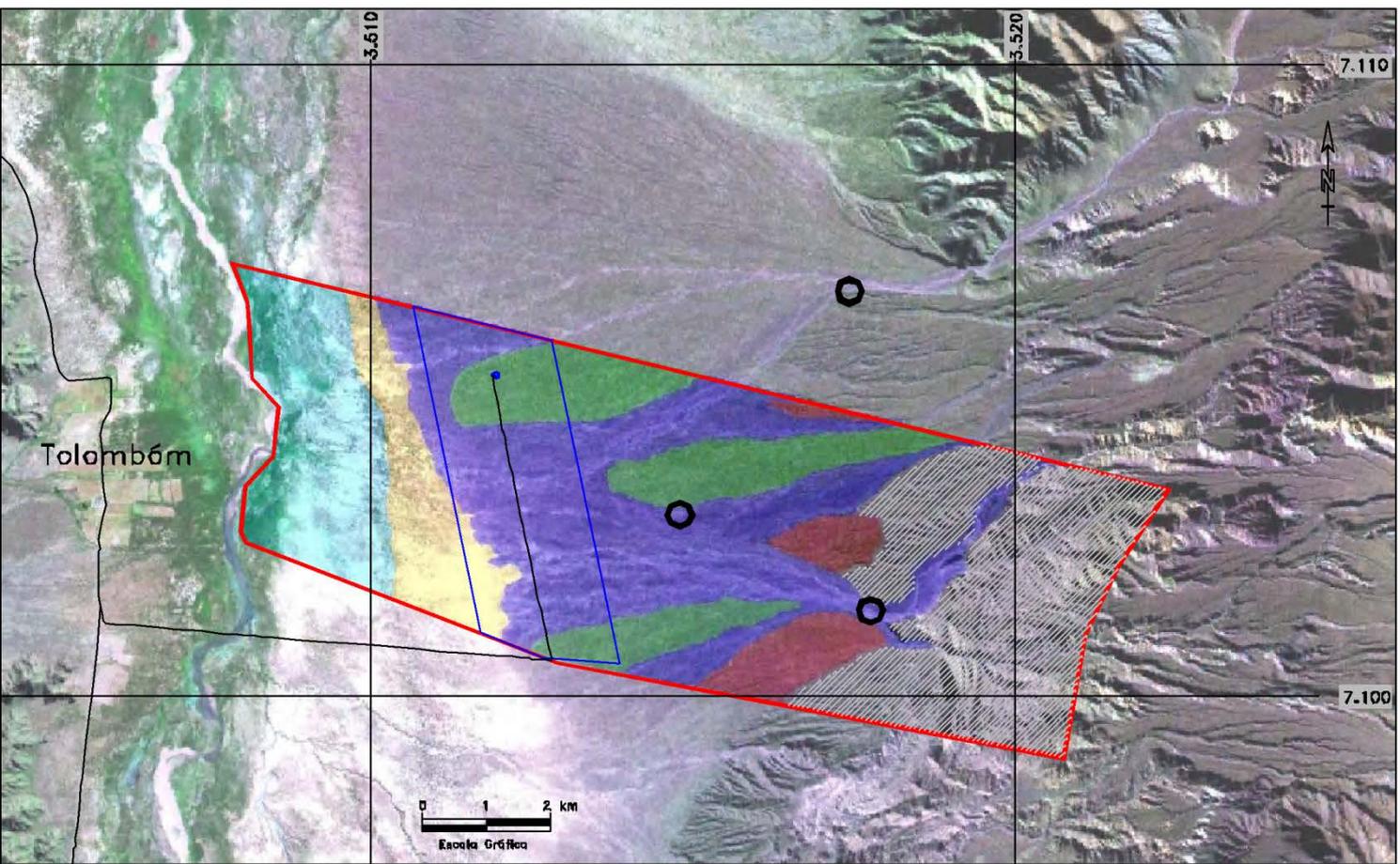
Tomado y modificado de Estudio de Suelos del Cono de Mojotoro (1973) y Estudio de Prefactibilidad para Selección de Sitios para Emplazamiento de Relleno Sanitario Siancas (2006)





Gral. Angel Pacheco 1.219 - B° Ciudad del Milagro  
(4400) Salta Capital - Argentina  
Tel./Fax 0387-4251302  
E-mail: conhidro@arnet.com.ar

Estudios Hidrogeológicos  
Estudios Ambientales  
Estudios de Suelos  
Prospección Geoelectrónica  
Dirección de Pozos y Drenes  
Perforajes de Pozos  
Video Filmación de Pozos  
Ensayos de Bombeo



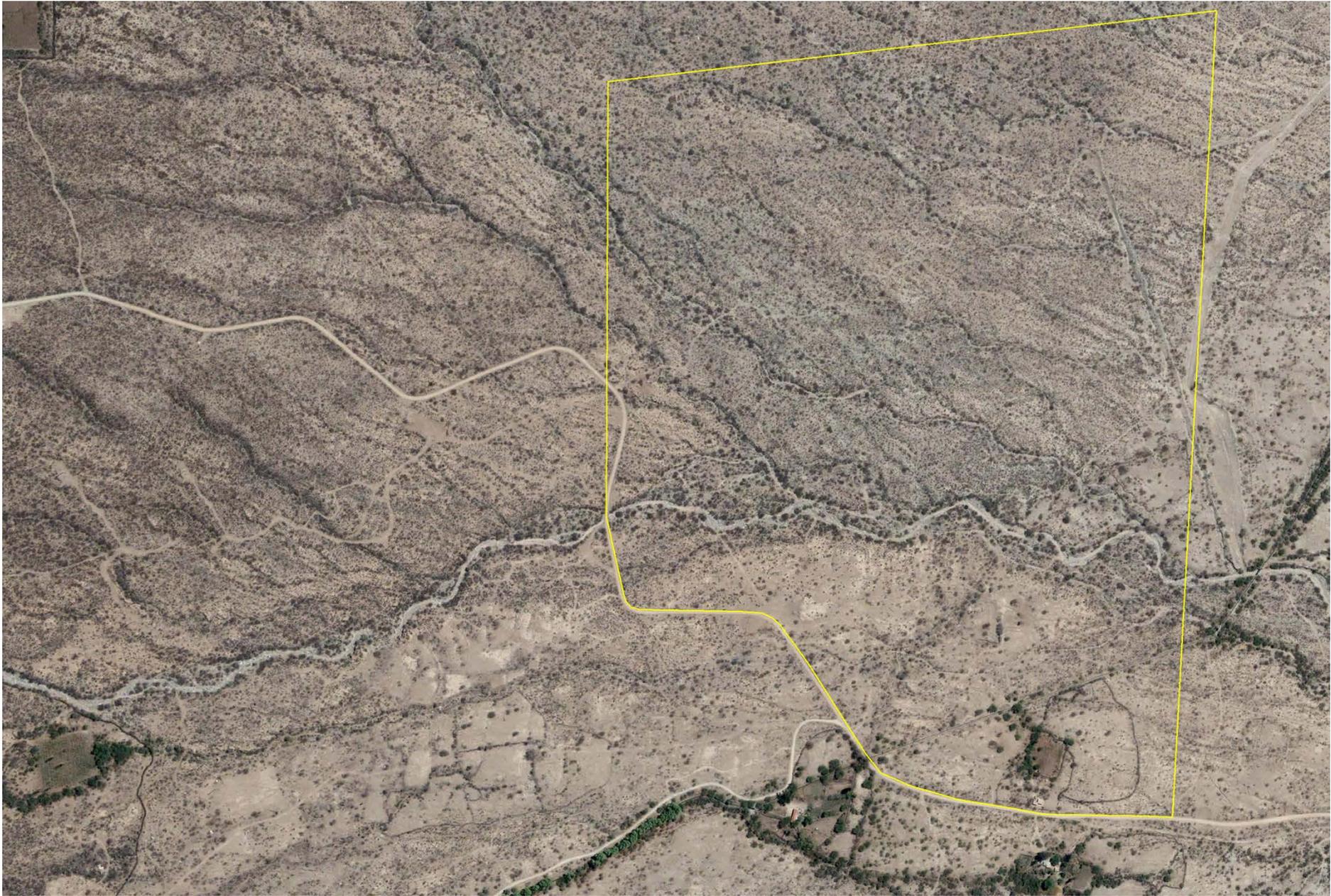
 *Serie La Arquita*  
 *Serie La Ramada*

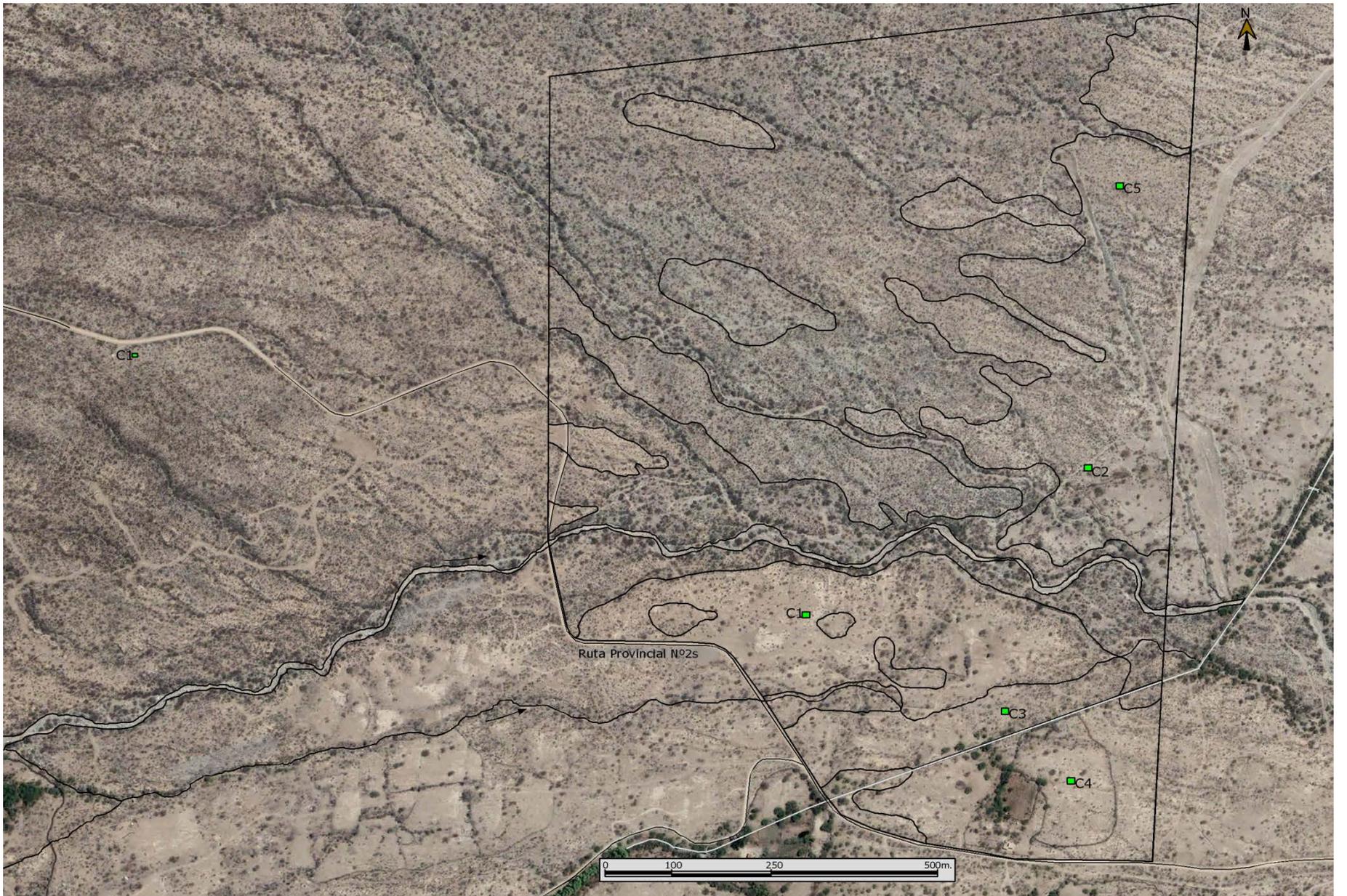
 *Serie Los Cardones*  
 *Serie Arca Yaco*

 *Afloramiento*  
 *Serie La Mina*

 *Zona crítica*

Figura 5: Mapa de Suelos.







**ESTUDIO DE SUELOS**  
**Finca Chasqui**  
 Cafayate - Salta

Unidades Cartográficas	Símbolo	Superficie aprox. (hectáreas)	Capacidad de Uso - clase
Serie Cafayate		8	II
Serie Cafayate fase pedregosa		43	III
Serie Tolombón		52	V
Tierras Misceláneas		2	VIII
Calicata C1 		Total: 105 hectáreas	

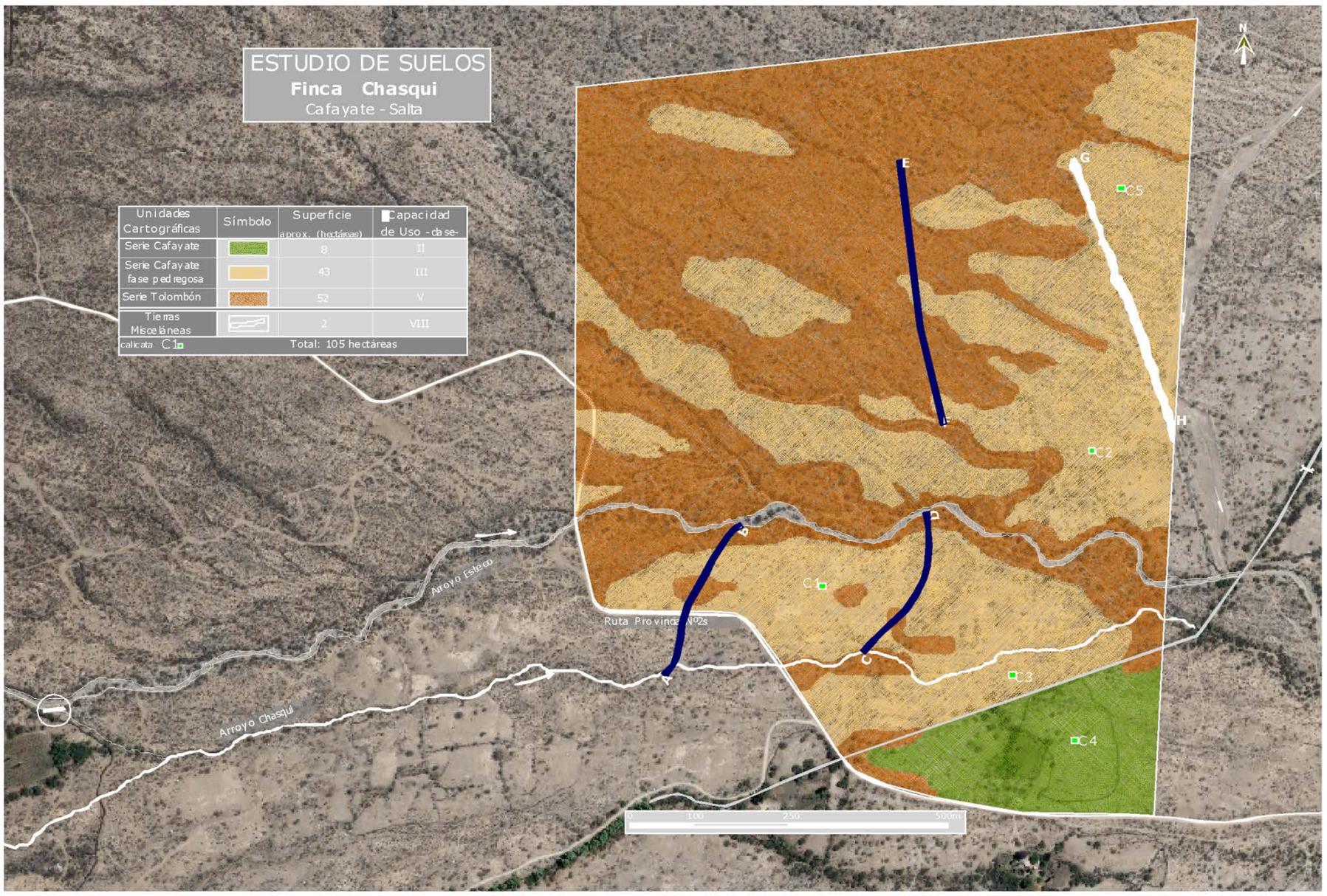


Figura 2: Mapa de Suelos.

## • **Bibliografía**

- 
- Brady and Weil, 2008. The nature and propperties of soils, 14Th edition, ISBN 013227938-X, Pearson prentica Hall. 975 pp.
- 
- Bricchi, Estela y Degioanni Américo, 2006, Sistema suelo. Su origen y propiedades fundamentales. Editorial Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto.
- 
- Conti, M. y Giuffré, L. 2011, Principios de Edafología. Editorial Facultad de Agronomía. Bs. As.
- 
- Ocaranza, A., Pérez de Oshe, L. y Costantini, L., 2002, Trabajos Prácticos y Guías Didácticas de Edafología, Ingeniería Agronómica, Inédito, Universidad Nacional de Salta.
- 
- Porta Casanellas, J., López-Acevedo Reguerín, M. y Roquero de Laburú, C., 2003, Edafología para la agricultura y el medio ambiente: Ediciones Mundi-Prensa, 807 pp., Madrid.

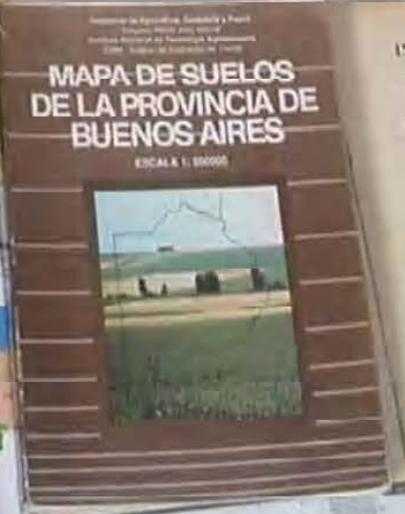
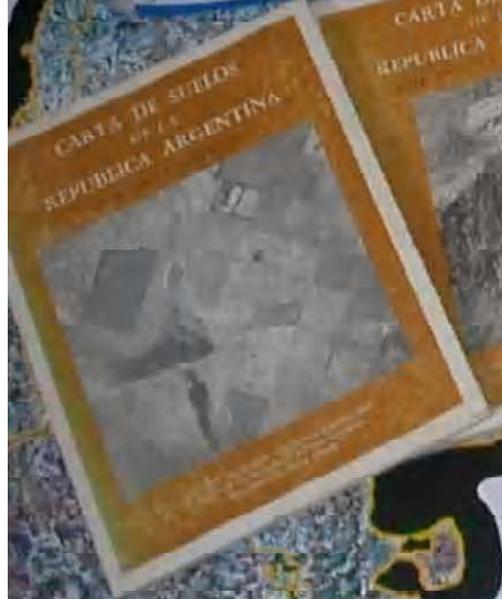
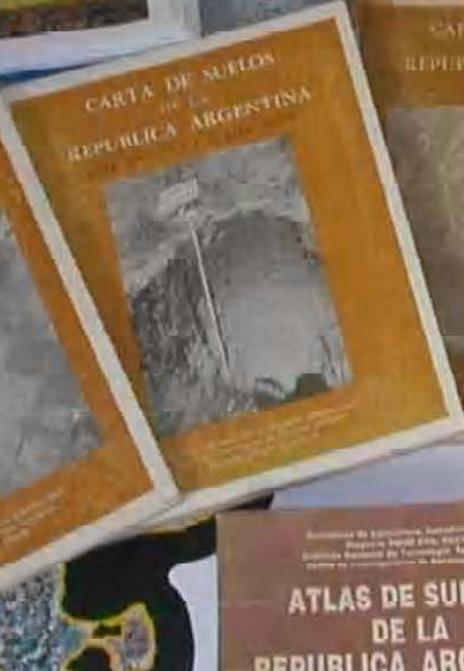
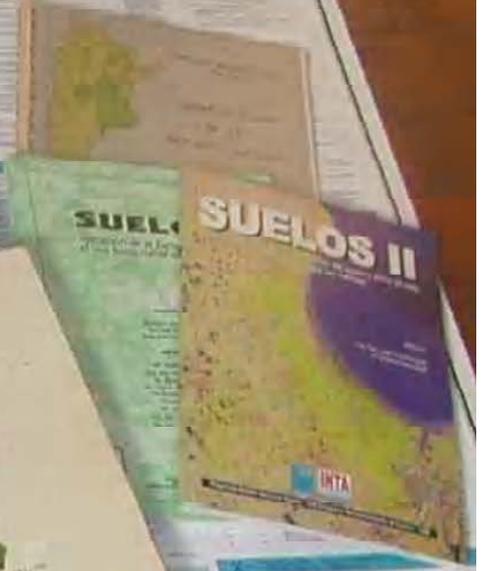
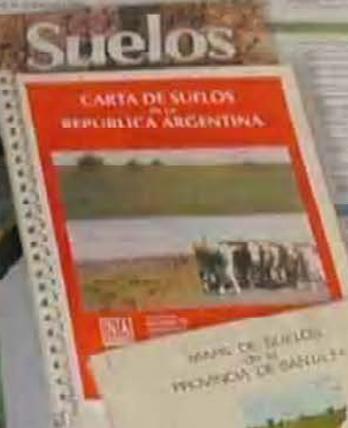
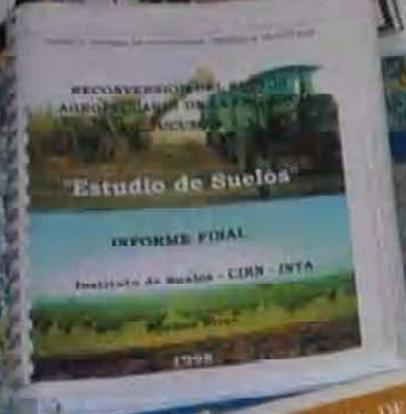
# SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)

- TRABAJOS REALIZADOS POR EL EQUIPO DOCENTE:
- Ver página web PRORENOA – INTA

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS DEL ESTE SALTEÑO Y SU ADAPTACIÓN A FORMATO SIG.

Realizado a base del estudio “Los Suelos del NOA” de Nadir-Chafatinos.





IV

XII

- MCKENZIE, N. J., GRUNDY, M. J., WEBSTER, R. y RÍNGROSE-VOASE, A. J.: Guidelines for Surveying Soil and Land Resources. Melbourne: SCIRO Publisher, 2008.
- POST, O. J, MIKHAILOVA, E. y WHORTER M. M.: Introductory Soil Science Exercises using USDA web Soil Survey. Journal of Natural Resources and Life Science Education, 36: 19-23. ASA, 2007.
- VAN WAMBEKE, A., AND T.R. FORBES, EDS. 1986. Guidelines for using Soil Taxonomy in the names of soil maps units. Soil manage. Support Service Technology Monograph N° 10 SCS-USDA and Cornell University, Agronomy department, Washington, D.C. p.75.
- WILSON, J. P., GALLANT, J. O. (ed.): Terrain Analysis: principles and applications. New York: John Wiley & Sons, 2000.
- Espacios web recomendados:
- NRCS — USDA. National Soil Survey Handbook. En línea en abierto. Accesible en: [https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcsl/detail/soils/ref/acid=nrcsl42p2\\_054242](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcsl/detail/soils/ref/acid=nrcsl42p2_054242). (Verificado en 2019).
- Soil Science Division Staff. Ditzler, O., Scheffe, K., Monger H. C. (eds.). Soil Survey Manual USDA Handbook 18. Washington, D. C.: Government Printing Office, 2017. Accesible en: [https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/ref/?cid=nrcsl42p2\\_054262](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/ref/?cid=nrcsl42p2_054262) y en: <http://www.iec.cat/lmapasols/Cas/Llibre.asp?ld=33>. (Verificados en 2019).

FIN