

CARTOGRAFÍA DE SUELOS.

Una herramienta indispensable para la agronomía

Ing. Agr. Olga S. Heredia y Prof. Nilda M. Arrigo

OBJETIVOS

- Este capítulo proporciona las herramientas básicas para la interpretación de los mapas de suelos, visualizar los distintos sistemas y optimizar la planificación del uso de la tierra.

1. Introducción

La cartografía o trazado de mapas es un conjunto de técnicas y una materia de estudio académico.

Un mapa es la representación de un área geográfica, que suele ser una porción de la superficie de la tierra, dibujada o impresa en una superficie plana. Habitualmente contiene una serie de símbolos aceptados universalmente que representan los diferentes elementos naturales, artificiales o culturales del área que delimita el mapa.

Hasta la década de los años 70 la disciplina cartográfica trataba esencialmente el aspecto económico del inventario de los recursos naturales. En la actualidad tiene mayor importancia la evaluación del efecto del hombre sobre el medio ambiente ya que la población se interiorizó en comprender el efecto del impacto antrópico sobre los recursos naturales, entre ellos, el suelo.

El uso de los recursos cartográficos se fue generalizando y los tópicos más estudiados son: recursos geológicos y mineros, geomorfología, clima, hidrología, suelos, vegetación, fauna y distribución de enfermedades.

2. Tipos de mapas

Los mapas pueden utilizarse para diferentes fines y por esta razón se desarrollaron varios modelos de los cuales en esta oportunidad se seleccionaron dos: topográficos y temáticos.

2.1 Mapas topográficos o generales

Una apreciación de las formas individuales del relieve y de los conjuntos de los paisajes es fundamental para la interpretación correcta de los mapas topográficos.

El tipo básico de mapa utilizado para representar áreas del terreno es el mapa topográfico. Estos señalan los elementos naturales del área analizada y también ciertos elementos artificiales, humanos o culturales, como son las redes de transporte y los asentamientos de población. También indican fronteras políticas, representadas por los límites de las ciudades, de las provincias o de los estados.

Debido a la gran cantidad de información que tienen se utilizan a menudo como mapas generales de consulta.

2.2 Mapas temáticos o específicos

Los mapas de uso corriente dentro de los temáticos o específicos son: los **mapas políticos**, que grafican sólo las ciudades y las divisiones políticas o administrativas sin rasgos topográficos; los **mapas geológicos** que denotan la estructura geológica de un área y el período aproximado de su origen y los **mapas de usos del suelo**, entre muchos otros. Algunos están restringidos a una función especial, por ej. las **cartas de navegación marítima** (náuticas) y las **cartas de navegación aérea** (aeronáuticas).

Especialmente útil es el mapa en relieve, que es una representación tridimensional del terreno referida a un espacio geográfico, suelen moldearse en arcilla o yeso. Para realzar el relieve, la escala vertical de estos mapas es muy superior a la escala horizontal, son utilizados comúnmente en planificación militar y en ingeniería.

3. Elementos básicos de un mapa

Para que un mapa pueda contener gran cantidad de información de fácil lectura debe emplearse un sistema de símbolos.

Muchos de éstos se utilizan con tanta frecuencia que se han convertido en símbolos aceptados universalmente y resultan fácilmente comprensibles. De este modo, las ciudades y los pueblos se señalan con puntos o superficies sombreadas, los cursos y las masas de agua suelen imprimirse en azul y las fronteras políticas se representan, generalmente, mediante franjas de colores o líneas discontinuas.

Un cartógrafo -denominación que se da a los profesionales encargados de realizar los mapas- puede, sin embargo, concebir una gran variedad de símbolos que se adecuen a las diferentes necesidades.

Puede marcar un punto (.) como símbolo de la presencia de 10.000 cabe-

zas de ganado o puede utilizar dos picos o martillos cruzados para señalar la localización de una mina.

En las leyendas de los mapas se definen los símbolos utilizados con signos convencionales.

3.1 Coordenadas geográficas

Con el fin de localizar un elemento en un mapa o describir la extensión de un área, es necesario basarse a las coordenadas geográficas del mismo y estas se refieren concretamente a los **meridianos** (*longitud*) y a los **paralelos** (*latitud*).

Por acuerdo internacional, la *longitud* se mide hasta 180° E y hasta 180° O a partir del 0°, en el meridiano de referencia que pasa por Greenwich (Inglaterra).

La *latitud* se mide hasta 90° N y hasta 90° S a partir del 0 establecido en el Ecuador.

Ejemplos nacionales

Localidad	Latitud	Longitud
Buenos Aires	34° 36' S	58° 22' O
Pergamino	34° 21' S	60° 52' O
Ushuaia	54° 47' S	68° 18' O
La Quiaca	22° 06' S	65° 36' O
Comodoro Rivadavia	45° 33' S	67° 23' O
Posadas	27° 24' S	55° 54' O

La localización de un punto en el mapa puede definirse con precisión por los grados, minutos y segundos de latitud y longitud. Los mapas están orientados de tal manera que, generalmente, el norte verdadero ocupa la parte superior de la lámina, donde a menudo se representa una rosa de los vientos y una de sus flechas señala el polo magnético.

En la actualidad el conocimiento de la posición exacta de las coordenadas geográficas es posible a través del uso del Sistema de Posicionamiento Global o GPS, su aplicación en la agricultura permite, lograr exactitud en la siembra o aplicación de herbicidas y realizar mapas de riesgo ambiental, entre otros usos.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema informático que sintetiza, analiza y representa muchos tipos diferentes de datos geográficos georreferenciados de una forma comprensible y permite la realización de mapas temáticos.

3.2 Escala

La relación entre la distancia de dos puntos de la tierra y la distancia de los puntos que se corresponden con ellos en el mapa se denomina ESCALA.

La escala numérica se representa en cifras: 1:100.000 indica que una unidad medida en el mapa, por ejemplo 1 cm representa 100.000 cm en la superficie terrestre (también se puede expresar 1 cm representa 1 km).

En la mayoría de los mapas se indica la escala en el margen y muchas veces, viene acompañada de una escala gráfica lineal que es, un segmento dividido, que muestra la longitud sobre el mapa de las unidades terrestres de distancia. Normalmente, el extremo de la barra presenta una subdivisión para que el usuario pueda medir las distancias con mayor precisión.

Las escalas que se utilizan en los mapas varían mucho, estableciéndose relaciones desde 1:5.000.000/1:1.000.000 considerada *muy pequeña/pequeña* hasta escalas tan grandes como 1:10.000 ó 1:5.000.

La pequeña escala suele utilizarse en niveles elevados de generalización o simplificación, la información que brinda es sumamente imprecisa, los mapas temáticos se realizan en este nivel y el posicionamiento del elemento no es tan importante.

La gran escala, llamada también detallada, se usa en aquellos casos donde se requiere una información precisa del área, con un fin específico, estos mapas brindan mucha información al usuario. En *agronomía* se utilizan para realizar mapas de uso de la tierra a *nivel predial*.

Ejemplos:

- 1:5.000.000, es una **escala muy pequeña**, permite conocer la **distribución geográfica global** de los suelos, biomas o climas que existen en el mundo, es muy general y de tipo esquemático, compila información indirecta, no da respuesta al usuario que quiere utilizar esta información para proyectos de ejecución y menos aún para actuar al nivel de explotación agropecuaria.
- 1:1.000.000 / 1:500.000 (**escala muy pequeña/pequeña**), tipo de mapa **esquemático o exploratorio**, en estas escalas se han realizado los Atlas de suelos de la República Argentina y de la provincia de Buenos Aires respectivamente.
- 1:50.000, (**escala mediana**), tipo de mapa **semidetallado**, es la que habitualmente se utiliza para realizar las Cartas de Suelos, ejemplo: La carta de suelos de Pergamino, si bien abarca un área grande, su información es útil para conocer los tipos de suelos que existen en esa ciudad.
- 1:25.000 (**escala grande**), tipo de mapa **detallado**.
- 1:10.000 ó 1:5.000 (**escala muy grande**), tipo de mapa **muy detallado** y se utiliza generalmente al nivel predial, para realizar los mapas de suelos de un establecimiento agrícola.

Cuando se desea hacer una planificación local no se utilizan los mapas a pequeña escala pero si se generaliza el uso de mapas a escala 1:25.000.

Cuadro Nº 1. Metodología de trabajo y escalas de mapas

Grado de actuación	Tipo de mapa intensidad (FAO, 1979)	Finalidad	Metodología básica de trabajo	Escala mapa a elaborar (orientativo)
Fundamental	Esquemático ---	Inventario muy en general, formación preliminar.	Compilación de información. Información indirecta. Inferencia.	1:2.000.000
	Exploratorio ---	Inventario general de exploratorios. Determinar las posibilidades de desarrollo, estudios posteriores requeridos o áreas idóneas para un desarrollo específico.	Examen de grandes áreas en poco tiempo. Información preexistente. Transectos rápidos. Detección de condicionantes para el desarrollo: críticos y relevantes.	1:2.000.000 a 1:500.000
	*Generalizado Síntesis	Planificación regional. Localización de proyectos de desarrollo	Transectos rápidos.	1:750.000 a 1:250.000
Estudio	Reconocimiento ---	Estudios de previabilidad. Localización de proyectos. Planificación local. Estudios integrados. Determinación de áreas de desarrollo prioritario y aquellas sólo adecuadas para agricultura no intensiva o pastos.	Teledetección, principalmente, cubriendo toda el área. Fisiografía. Prospección en campo, si es posible mediante transectos. Información preexistente. Identificar los principales condicionantes y áreas con riesgos o baja potencialidad.	1:400.000 a 1:100.000
	Semidetallado ---	Evaluación económica. Estudios de viabilidad de alternativas. Implementar programas de desarrollo.	Teledetección combinada con una prospección de campo importante.	1:100.000 a 1:25.000
Ejecución	Mediana			
	Detallado ---	Diseño y redacción de proyectos concretos. Planes de conservación de suelos. Estudios a nivel de finca.	Prospección de campo, principalmente. Apoyo limitado de fotointerpretación.	1:25.000 a 1:10.000
	Alta			
	Muy detallado ---	Estudios especiales para planificación. Fincas experimentales.	Establecimiento de una malla para una prospección sistemática, o transectos sistemáticos.	a 1:5.000 a > 1:1.000
	Muy alta			

3.3 Relieve

Las variaciones de altitud de las colinas y montañas, así como las profundidades de los valles y gargantas, tal y como aparecen en un mapa topográfico, definen el relieve.

En los mapas antiguos se señalaban a menudo de forma pictórica, por medio de dibujos a las montañas y valles, pero era un método con muy poca

precisión y con el tiempo se substituyó por el sistema de curvas de nivel, estas curvas son líneas que unen puntos que tienen una misma altitud.

El intervalo entre las curvas de nivel que se seleccione debe ser uniforme o equidistante y se determinará en función del objetivo del mapa, la superficie a cubrir, la disponibilidad de datos y la escala. Cuando las curvas de nivel están muy próximas indican la presencia de una pendiente abrupta.

Existen otros métodos para representar el relieve, como el uso de las tintas hipsométricas, colores, tramas y el sombreado. Cuando para este fin se usan colores, se selecciona una serie graduada de tonos para colorear áreas de una faja altitudinal semejante; así, por ejemplo, los terrenos con una altitud entre 0 y 100 m pueden colorearse con un tono verde suave, todos los terrenos con una altitud comprendida entre 100 y 200 m con una sombra más oscura y así sucesivamente.

Las tramas o rayados perpendiculares se utilizan para señalar pendientes. Cuando se quieren representar pendientes más abruptas, los trazos de las rayas se hacen más gruesos y se dibujan más próximos entre sí. A menudo, se rayan o somborean sólo las pendientes orientadas al sureste, con lo que se consigue el efecto de una vista a vuelo de pájaro del área iluminada por la luz desde el noroeste.

Aunque los sombreados o los rayados dibujados con gran esmero no proporcionan información sobre las altitudes, pueden interpretarse más fácilmente que las curvas de nivel y muchas veces, se utilizan junto a éstas para dar una mayor claridad al mapa.

Mapa Topográfico

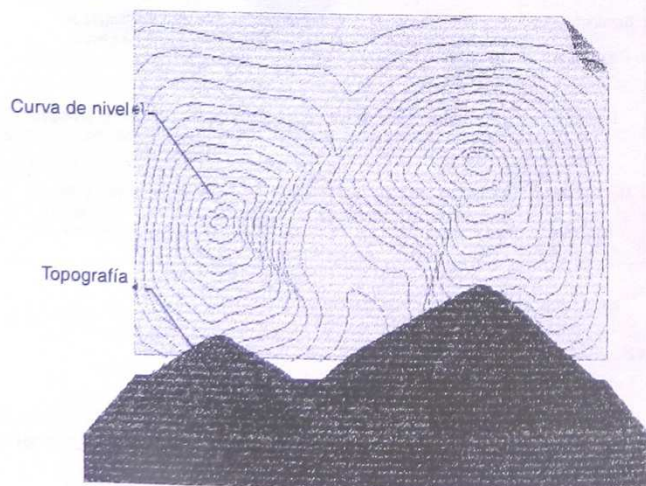


Figura 1

En la Figura 1 se pueden apreciar las curvas de nivel equidistantes y la representación gráfica de la topografía del lugar.

4. Metodología de trabajo para la confección de una carta de suelos

4.1 Contenido de una carta de suelos

El primer paso en la elaboración de una carta de suelos, consiste en la recopilación de la información existente, por ej. rasgos fisiográficos del área, condiciones climáticas y agroclimáticas, vegetación y uso actual de la tierra.

Se identifican los Grandes Grupos de Suelos y Subgrupos de los suelos más representativos.

Luego se señalan los rasgos distintivos de las principales características de las series de suelos y las fases halladas en el área.

El criterio para seleccionar la serie se refiere al suelo donde la misma está mejor representada o fue primitivamente estudiada y generalmente tiene el nombre de un lugar importante de la zona.

Se deben señalar las características internas y externas de cada serie, la posición que ocupa en el paisaje y el tipo de relieve en que se encuentra, una vez descrito el suelo, se da información sobre su clasificación y uso potencial o su aptitud para el uso señalando las limitaciones que ofrece en su estado natural.

Se determinan las Unidades Cartográficas y se hace una guía de las mismas, donde se consignan las superficies y los porcentajes correspondientes a cada una de las series, fases, asociaciones o complejos de suelos registrados.

Posteriormente, en función a las estimaciones de rendimiento se obtiene una medida del grado de productividad de las unidades cartográficas más importantes. Se clasifica a las tierras por su capacidad de uso, se hace un inventario de las necesidades de manejo y conservación.

Por último, se confecciona un glosario de términos técnicos, la bibliografía utilizada y los índices de figuras y cuadros.

En la actualidad con los datos georreferenciados obtenidos, se conforma una base de datos y utilizando un software adecuado con una mesa digitalizadora se diseñan los mapas utilitarios (de uso de la tierra, unidades taxonómicas, vulnerabilidad o riesgo ambiental, producción, etc.).

4.2 Materiales utilizados para la confección de una carta de suelos

Se utilizan foto cartas 1:50.000, cartas topográficas, planchetas u hojas del IGM (Instituto Geográfico Militar) y para el Atlas de la República Argentina se utilizaron cartas aeronáuticas, mapas básicos políticos y vías de comunicación, fotogramas e imágenes satelitales.

Es necesario luego de utilizar toda la información disponible *corroborar a campo con la descripción de calicatas y sondeos* de observación los límites previamente delineados en el trabajo de gabinete.

4.3 Cálculo del número de observaciones a campo

Cuanto mayor sea la escala de trabajo se debe seleccionar un número superior de observaciones a campo. Una densidad aceptable para elaborar un mapa es considerada 0,5 observaciones/cm². Una densidad superior resulta antieconómica.

La densidad de observaciones necesarias (dan) puede determinarse de la siguiente forma:

$$Dn \text{ (obs/ha)} = 4/Kn^2$$

donde :

n = escala del mapa/10.000

K = eficiencia edafológica

- $K \approx 1$, si la masa vegetal arbórea dificulta la observación de la superficie del terreno.
- $5 < K < 10$, áreas cultivadas de las zonas templadas
- $K = 20$, si el relieve es ondulado en áreas sin cubierta vegetal y dependerá de la información disponible en las fotos aéreas existentes.

El valor predictivo de un mapa aumenta a medida que la escala es más grande.

4.4 Criterios para evaluar la calidad de un mapa de suelos

El criterio de confiabilidad y precisión de la calidad de la calidad de la información contenida en el mapa, se establece de acuerdo al detalle con que se representa la información (escala), a la posibilidad de realizar predicciones y a la claridad en la expresión o significado de la leyenda.

La calidad de un mapa de suelos puede expresarse por medio de un índice, por ejemplo, el Índice de Calidad, que se expresa de la siguiente manera:

$$IC = \frac{2Pa + Pna}{75 E \sqrt{SU}}$$

donde:

Pa = número de perfiles analizados

Pna = perfiles analizados parcialmente (sondeos)

E = escala del mapa

S = superficie prospectada (ha)

U = unidades cartográficas establecidas

Los valores del índice para una escala 1:25.000 son:

IC < 70: calidad insuficiente

70 < IC < 120: calidad aceptable

IC > 120: calidad excelente

5. Descripción de Dominio Edáfico, Unidades cartográficas

El **Dominio Edáfico** puede definirse como regiones donde predominan determinados subgrupos de suelos (generalmente 2 excepcionalmente 1 ó 3). Este concepto apunta a disponer en un mapa de escala pequeña y a grandes rasgos la distribución de los principales subgrupos en un área de estudio.

La unidad cartográfica esta representada en un mapa por todas las delimitaciones de suelo que tienen la misma significación.

La unidad cartográfica puede ser simple o compuesta, la simple es la de mayor interés, para estudios agronómicos.

Cuando el modelo de distribución del suelo es muy complicado sólo se podrán delimitar unidades cartográficas compuestas.

Los dominios edáficos tienen subdivisiones que pueden comprender: consociaciones, asociaciones o complejos de subgrupos de suelos y sus fases.

Cada superficie que represente a la misma unidad cartográfica se identifica con el mismo color, símbolo y nombre.

Por ejemplo: en la *Serie Los Leones* el símbolo es LL, *Serie Las Gamas*: LG, *serie Lima*: Li, tienen números cuando hay alguna fase dentro de la serie, por ej. *Serie Pergamino* (Pe) en su fase llana el símbolo es Pe4.

En un mapa detallado una unidad cartográfica puede corresponder a una sola unidad taxonómica, se excluirán otros taxones por no haber espacio para representarlos gráficamente por su escasa presencia.

Una lista organizada de unidades cartográficas constituye la leyenda del mapa.

Para establecer las unidades cartográficas de un mapa de suelo se deben seleccionar propiedades relevantes por ej. pendiente, geomorfología,

frecuencia de inundación, todas estas incluidas en las propiedades del paisaje. En cuanto a las propiedades del suelo se deben observar, la roca madre, morfología del perfil y drenaje.

- Asociación de Suelos: es una unidad cartográfica donde se agrupan suelos diferentes asociados entre sí en el paisaje, que no se separan en unidades puras por razones de escala, **pero al agrandarla se pueden diferenciar**.
- Complejo de Suelos: agrupación compuesta por suelos diferentes pero en general no asociados con el paisaje se encuentran muy entremezclados y es **muy difícil separarlos como unidades puras aunque se agrande la escala**.

Tomando como referencia la escala 1:25.000 se pueden definir las siguientes unidades cartográficas simples:

- Serie de suelos
- Fase de suelos

Variante de suelo (suelos cuyas propiedades son lo suficientemente distintas a la serie establecida para tener influencia en la utilización), podría justificar entonces el nombre de una nueva serie pero no alcanza la dimensión de la misma (800 ha).

6. Ejemplos de uso en la Argentina

- Atlas de Suelos de la República Argentina. Mapas provinciales (Buenos Aires, La Pampa, Córdoba, Corrientes, Chaco, Neuquén, Río Negro, Santa Fe, Entre Ríos), escalas 1:1000.000 ó 1:500.000.
- Cartas de suelos (Buenos Aires, Chaco, Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba y algunos sectores de otras provincias), escala 1:50.000.
- Mapas hidrogeológicos, escala 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.

Agradecimientos

Ing. Agr. Chiara Movia por su colaboración con el material didáctico.
Ing. Agr. R. Martha Palma por la revisión del texto.

D.E. Suelos dominantes	Subunidades generales	Unidad general
1 Hapludol típico	Escarpado	Sierras
2 Argiudol típico somero	Roca y Loess delgado	
3 Argiudol típico som. o inclin.	Pedimento ondulado	
4 Hapludol típico	Loess sobre tosca	
5 Hapludol típico	Planicies disectadas	Mesetas
6 Hapludol típico	Loess sobre tosca	
7 Hapludol típico	Atterizado	
8 Hapludol típico	Arenas y rodados	
9 Hapludol típico	Atterizado	Llanuras
10 Hapludol típico	Suavemente ondulado	
11 Hapludol típico	Arenas finas	
12 Hapludol típico	Planos, Arenas y limos sobre rodados	
13 Hapludol típico	Ondulado	Continetales
14 Hapludol típico	Loess espeso	
15 Hapludol típico	Suavemente ondulado	
16 Hapludol típico	Loess sobre tosca	
17 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	Llanuras
18 Hapludol típico	Medanoso	
19 Hapludol típico	Arenas finas	
20 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	
21 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	Continetales
22 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	
23 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	
24 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	
25 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	Llanuras
26 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	
27 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	
28 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	
29 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	Llanuras
30 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	
31 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	
32 Hapludol típico	Planos, Arenas sobre tosca	

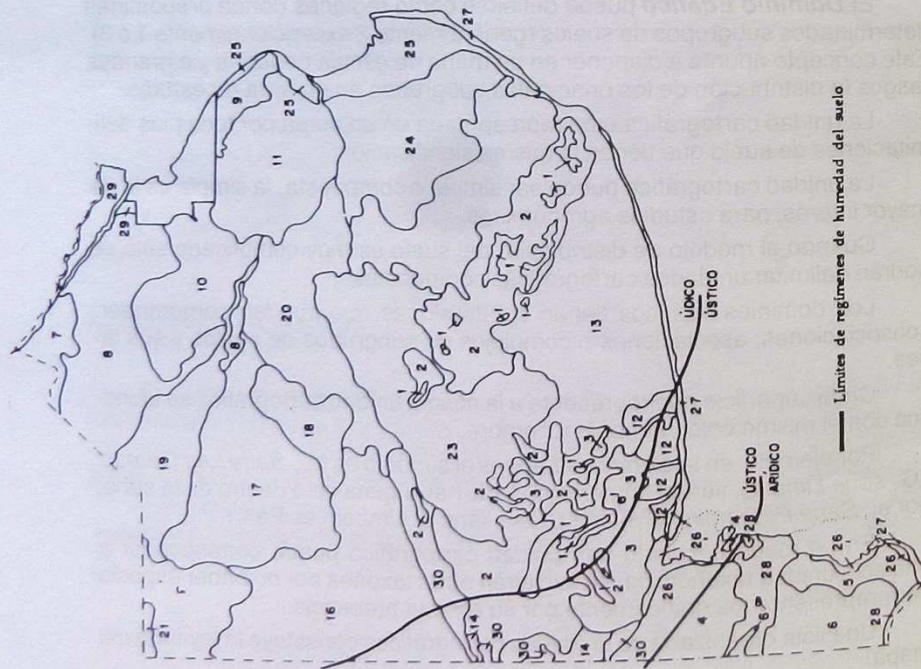


Figura 2: mapa de Dominios Edáficos de la Pcia. de Buenos Aires