

**CENTRO UNIVERSITARIO REGIÓN ESTE**

# **Introducción a la Geomorfología**

**Licenciatura en Gestión Ambiental (LGA)  
Curso: GEOLOGÍA y GEOMORFOLOGÍA**



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

1er clase  
Maldonado,  
20 de junio  
2019

**Prof. Dr. Daniel Panario**

Director del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales  
Coordinador del Programa de Posgrado en Ciencias Ambientales  
Facultad de Ciencias, Universidad de la República

**Los materiales gráficos que no tienen los créditos correspondientes pertenecen a los autores.**

**Autorizada su reproducción (total o parcial) exclusivamente con fines didácticos, con autorización escrita de los autores.**

**Depósito legal en trámite.**

# Geomorfología:

**Es la ciencia que estudia las *formas del relieve*, a partir del conocimiento de su estructura, funcionamiento y comportamiento.**



Estructu



Funciona



Comportamiento o  
respuesta a  
estímulo



# CICLO HIDROLÓGICO



Gutiérrez, 2004

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/jgutic/materias/Geomorfologia/Geomorfolog%EDaGu%EDa.pdf>

# El Ciclo del Agua



USGS

U.S. Department of the Interior  
U.S. Geological Survey

Ilustración por John M. Evans USGS, Colorado District

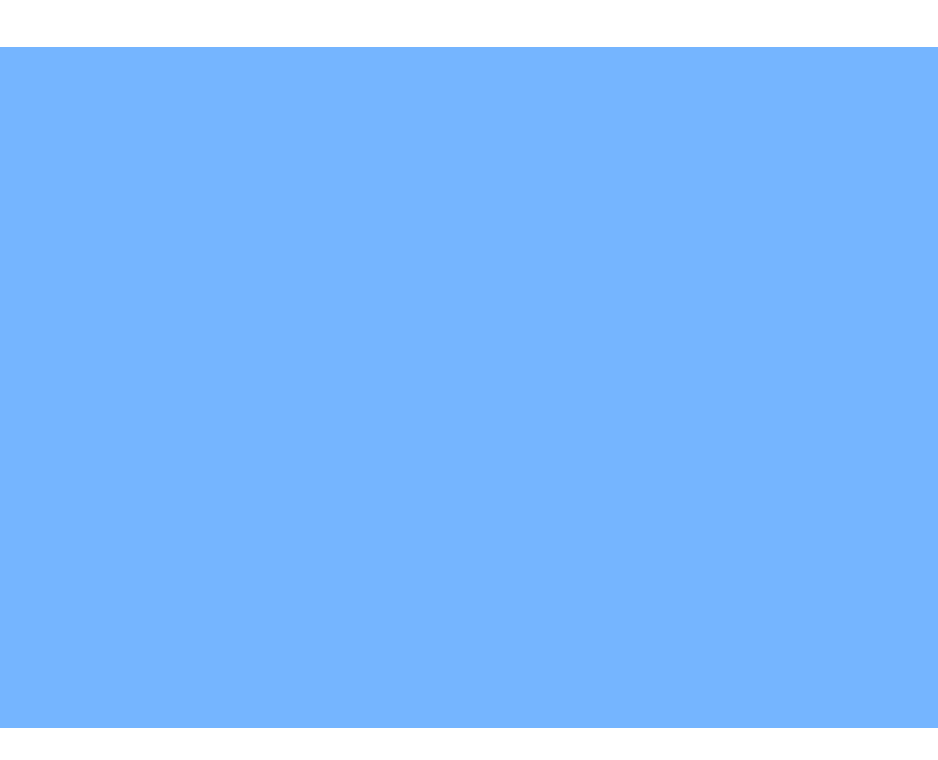
# Componentes del ciclo hidrológico





Animación página siguiente, ver archivo:

hydro\_cycle.swf



# Ciclo hidrológico

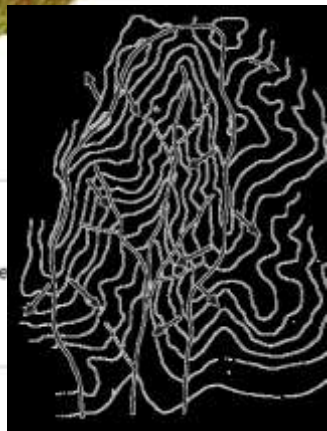
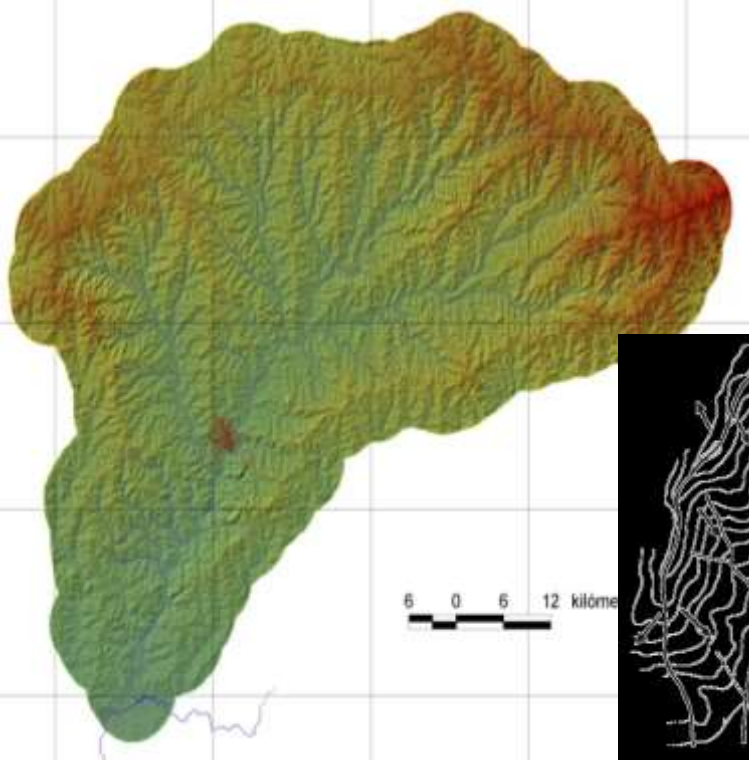
(En detalle) Evaporación

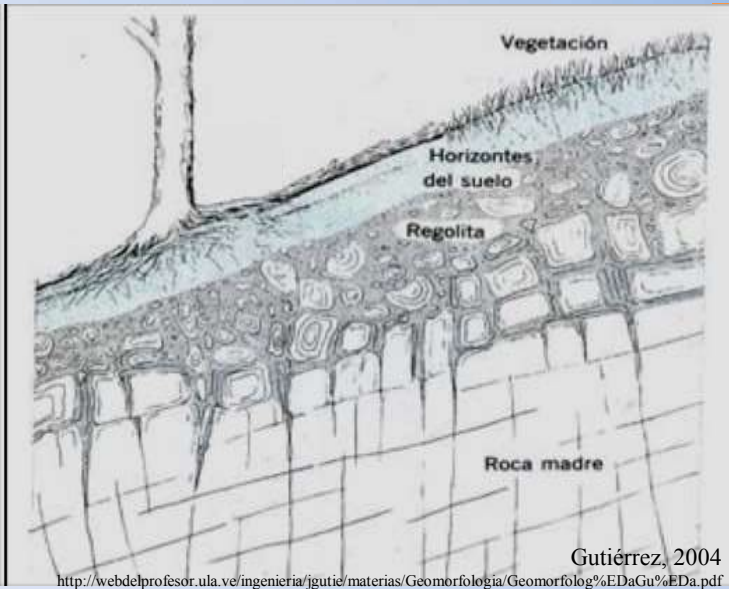
Evapotranspiración

Precipitación





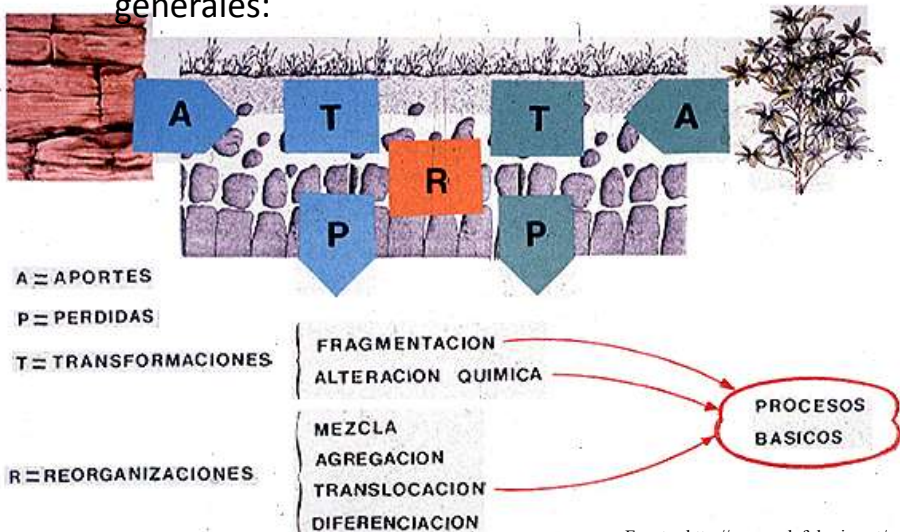




# Procesos iniciales

# Procesos iniciales

Desde un punto de vista global en el esquema de formación del suelo se pueden definir tres acciones generales:



**Erosión**

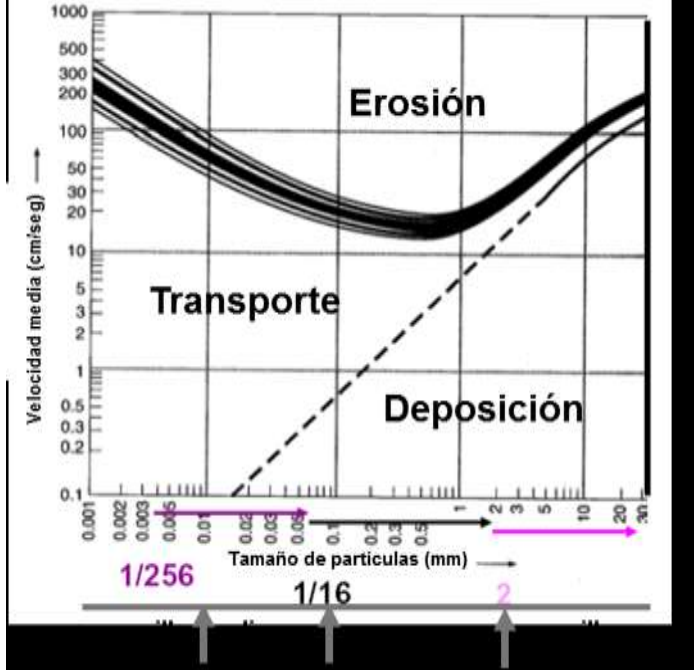


**Sedimentación**



**Pedogénesis**





**Diagrama de Hjulström:** erosión–transporte–deposición en relación a velocidad de corriente



**Alto Ro Copper, Alaska**



10/4/2005



10/4/2005





12/10/2005



12/01/2007



STORM LEAVING NORTH AFRICA TOWARDS  
THE ATLANTIC – CANARY ISLAND.



**Erosión**



**Sedimentación**



**Pedogénesis**











22/03/2003





04/01/2003



**Erosión**

```
graph TD; Erosion[Erosión] --> Sedimentación[Sedimentación]; Sedimentación --> Erosion; Erosion --> Pedogénesis[Pedogénesis]; Pedogénesis --> Erosion; Sedimentación <--> Pedogénesis;
```

The diagram illustrates the interconnected processes of erosion, sedimentation, and pedogenesis. At the top, a pink rectangular box contains the word "Erosión" in orange text. Below it, two black arrows point downwards: one to the left and one to the right. At the bottom, there are two black rectangular boxes. The left box contains the word "Sedimentación" in yellow text, and the right box contains "Pedogénesis" in green text. A double-headed black arrow connects these two bottom boxes, indicating a reciprocal relationship between sedimentation and pedogenesis. The entire diagram is set against a light green background.

**Sedimentación**

**Pedogénesis**











## Erosión

*“La erosión consiste de una serie de procesos complejos que sueltan, dividen y mueven los suelos o el regolito”*

- Las partículas de suelo son removidas y transportadas (erosión) y depositadas (sedimentación) en otras superficies del suelo, terrazas de ríos y arroyos, y el mar.
- Materia orgánica y contaminantes son también transportados con el suelo, degradando ríos y arroyos



# Erosión

Agentes como el clima y la actividad humana pueden causar: (1) erosión geológica o (2) erosión antrópica:

**(1) Erosión geológica** o natural ocurre cuando la roca o superficie del suelo es atacado por aire o agua (proceso climático)

**(2) Erosión antrópica** es aquella resultante de las actividades humanas como ser deforestación, agricultura, sobrepastoreo, etc.



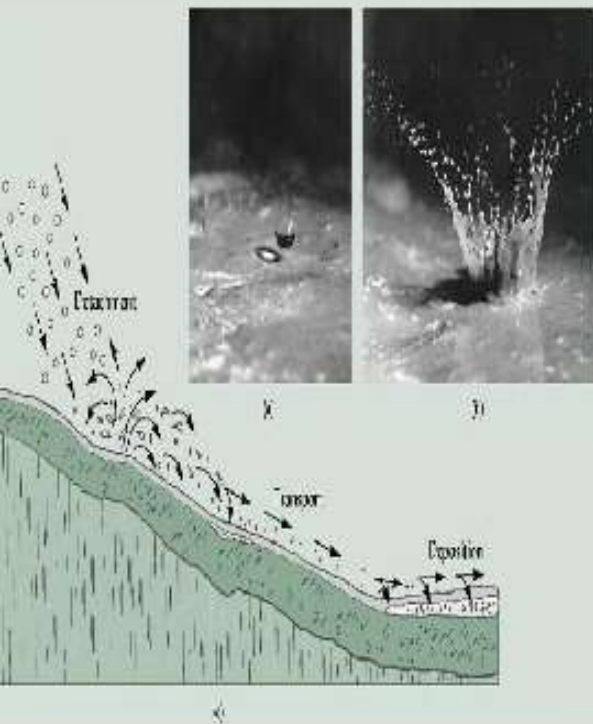
## Tipos de erosión en cuencas

- ***Erosión Superficial***  
(impacto de la lluvia y escorrentía)
- ***Movimientos de masas***  
(desmoronamientos, torrentes, avalanchas)
- ***Erosión de los canales de agua***  
(remoción y transporte encausado de material)



## Tipos de erosión superficial

- ***Impacto de la gota de lluvia*** (splash):  
fuerza primaria
- ***Erosión laminar*** (sheet o interrill):  
lluvia excede la infiltración
- ***Erosión en surcos*** (rill):  
resultado de la escorrentia (flujo concentrado)
- ***Erosión en cárcavas*** (gully):  
canales discontinuos que no se remueven con el laboreo



## *Impacto de la gota de lluvia*

Foto: Ing. Agr. Eduardo Dilandro

Cárcava en predios tratados con herbicidas en prácticas de “cero laboreo”

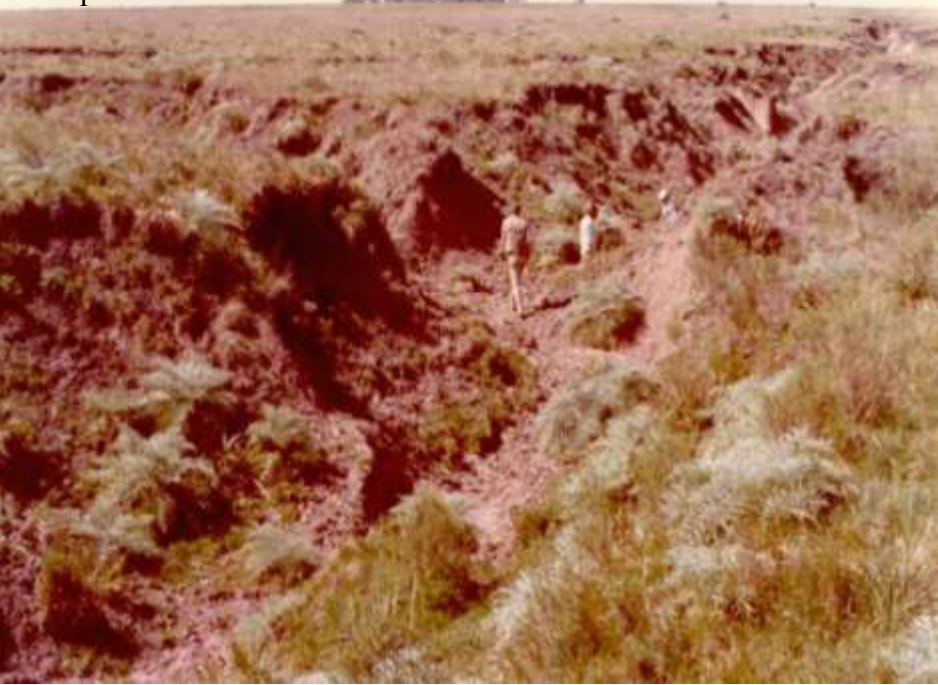


Foto: Ing. Agr. Eduardo Dilandro

Cárcava en predios tratados con herbicidas en prácticas de “cero laboreo”



Cárcava en forma de espina de pescado del NE del Dpto. de Canelones



**03/03/1943**

**Imagen Trimetrogón  
vertical, esc. 40.000**
















## *Factores que afectan la erosión:*

- ✓ Energía de la pendiente
- ✓ Longitud
- ✓ Cobertura vegetal
- ✓ Estructura y textura del suelo
- ✓ Intensidad de la precipitación (mm/minuto)
- ✓ Capacidad de aceptación de agua por el suelo (mm/minuto)
- ✓ Estado inicial (seco o mojado (fuerza de Van der Waals, atracción débil))



## *¿Por qué es importante como problema la erosión hídrica?*

- Pérdida de productividad primaria del sistema edáfico.
- La degradación del suelo afecta la calidad y cantidad de agua y los hábitats acuáticos.
- Necesidad de predecir y reducir la producción de sedimento a nivel de la cuenca.
- Problemas de eutrofización y biodiversidad.
- Inundaciones y estijes



31/03/2007



25/08/2005



24/08/2005



24/08/2005



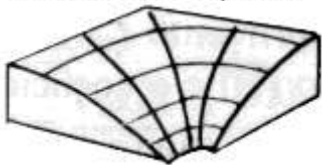




# DINÁMICA DE VERTIENTES

Pendientes  
colectoras de agua

Pendientes de reptación



II

radios de nivel concavos

Convexa concentradora

Pendientes de lavado



I

Cóncava concentradora

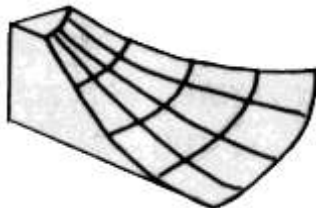
Pendientes  
esparcidoras de agua



III

Curvas de nivel convexas

Convexa dispersadora



IV

Cóncava dispersadora

Combinaciones de  
concavidad y convexidad  
en radios y contornos  
(según Troeh, 1965).



# **MOVIMIENTOS DE MASA**

Seco

Contenido de agua

Mojado

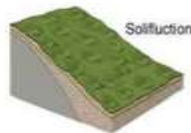
Lento  
Tasa de movimiento de masa  
Rápido

Lento  
Rápido

# TIPOS DE MOVIMIENTOS DE MASA

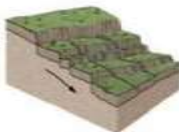


Soil creep



Solifluction

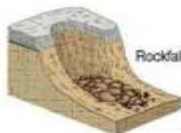
Translational slide



Slump-rotational slide



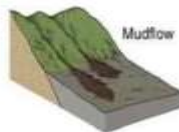
Earthflow



Rockfall



Debris avalanche

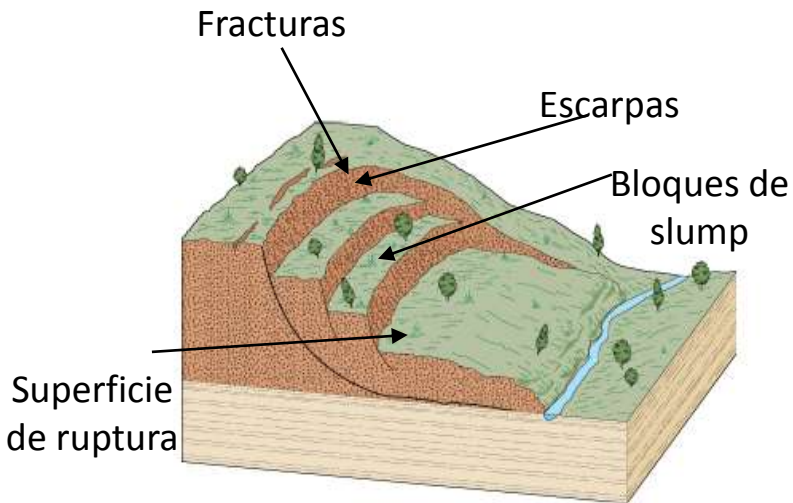


Mudflow

Seco

Mojado

**Slump**



#### 14.12 Formation of Slump

In a slump, material moves along a curved surface of rupture and is characterized by the backward rotation of the slump block. Most slumps involve unconsolidated or weakly consolidated material and are typically caused by erosion along the slope's base.



Foto Augusto Pérez Alberti

Barranca de Mauricio



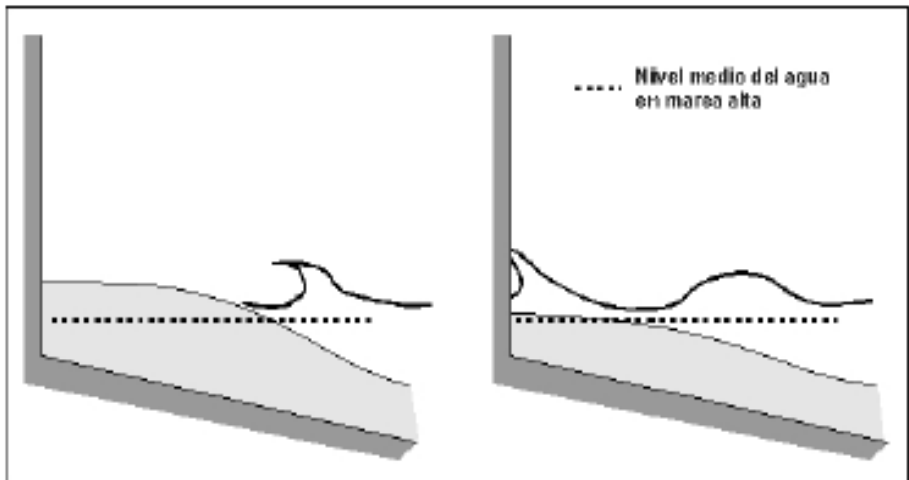
08/11/2005

Foto Augusto Pérez Alberti



Barranca de Mauricio

08/11/2005



..... Nivel medio del agua en marea alta

**Figura 32.** Las modificaciones en la elevación del contacto playa/acantilado repercuten en el total de tiempo de exposición al oleaje de la base del escarpe.

(Jones y Williams, 1991; Wilkcock *et al.*, 1998)

Foto Augusto Pérez Alberti

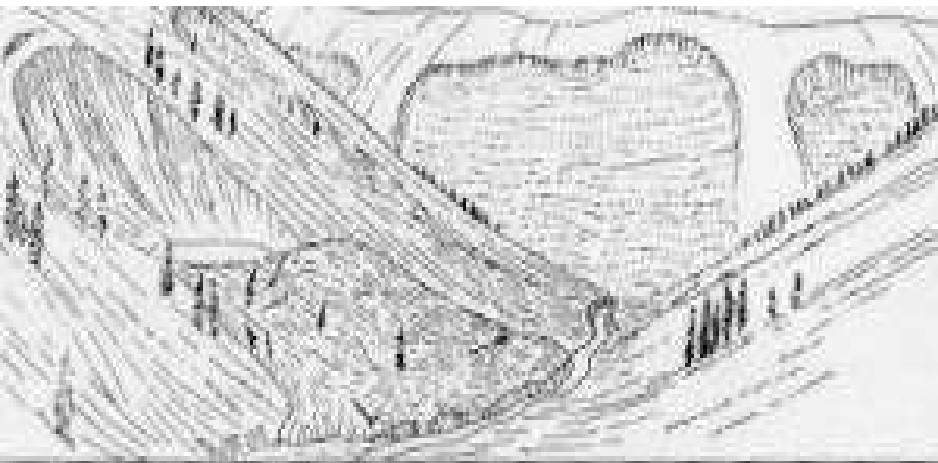


Barranca de Mauricio

08/11/2005

# **Deslizamientos**

Requiere superficie sobre la cual se produce el flujo



Deslizamientos





Deslizamientos y flujos de detritos (*debris slide-flow*) sobre fuertes pendientes en la cordillera Central de los Andes, que afectan al trazado del ferrocarril (F. Gutiérrez, 2001).





Deslizamiento sobre fuertes pendientes con una vegetación de pluvisilva, Isla de la Martinica (F. Gutiérrez, 2001).

**CENTRO UNIVERSITARIO REGIÓN ESTE**

# **Introducción a la Geomorfología**

**Licenciatura en Gestión Ambiental (LGA)  
Curso: GEOLOGÍA y GEOMORFOLOGÍA**



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

2da. clase  
Maldonado,  
27 de junio  
2019

**Prof. Dr. Daniel Panario**

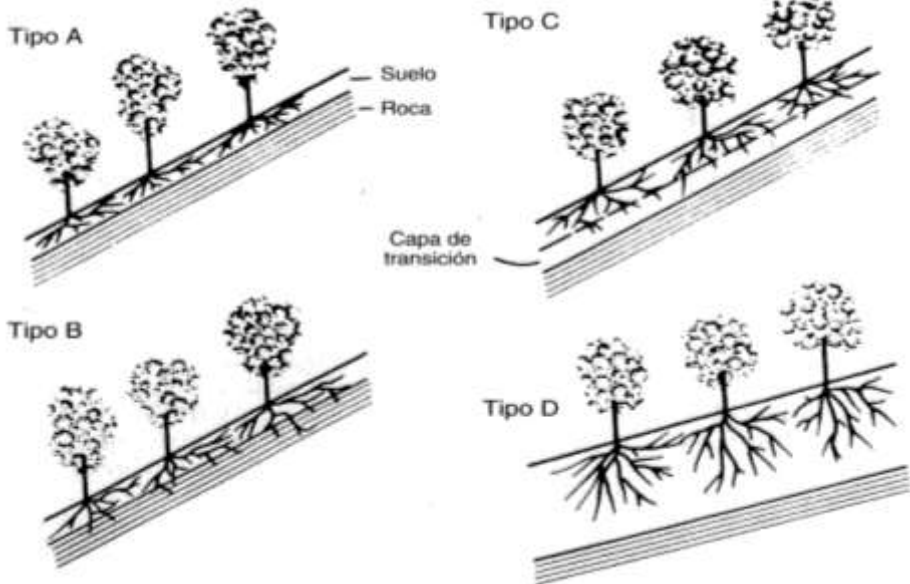
Director del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales  
Coordinador del Programa de Posgrado en Ciencias Ambientales  
Facultad de Ciencias, Universidad de la República



13/08/2005



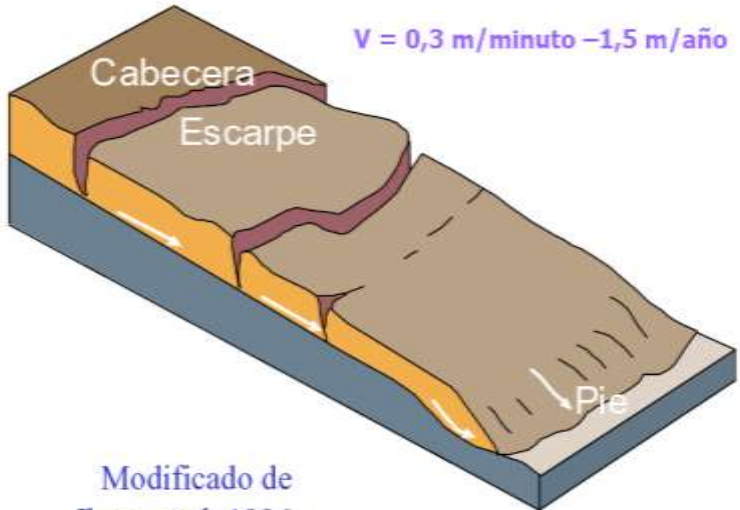
13/08/2005



**Sistematización de la influencia de la vegetación en de las laderas en función del anclaje y refuerzo de las raíces (Tsukamoto y Kusakabe, 1984)**

**Creep**

# Deslizamientos traslacionales



# Un caso particular de flujo: la reptación superficial

Vallas volcadas y rotas

Troncos de los árboles curvados

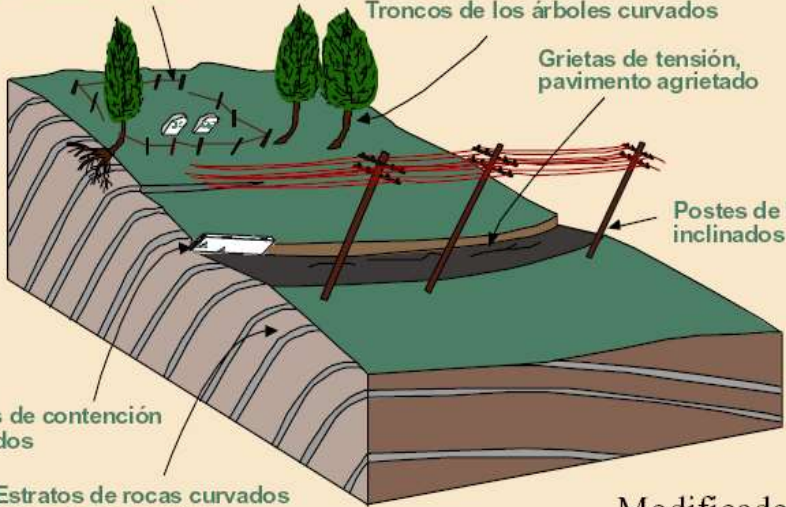
Grietas de tensión,  
pavimento agrietado

Postes de la luz  
inclinados

Muros de contención  
volcados

Estratos de rocas curvados  
cerca de la superficie

Modificado de  
Sharpe, 1938







12/08/2005



08/08/2005



24/08/2005



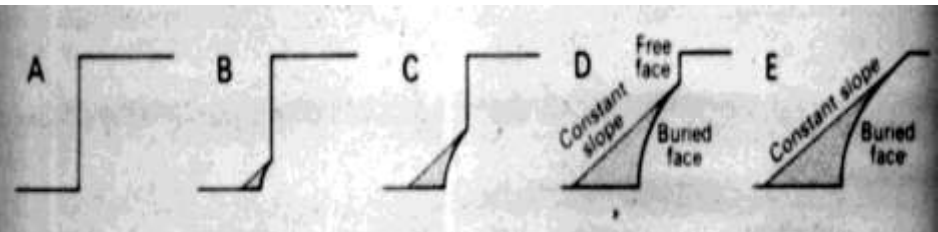
24/08/2005



12/08/2005



Comos de  
derrubio



Evolución de una barranca  
sin eliminación de derrubios





Abanicos  
aluviales

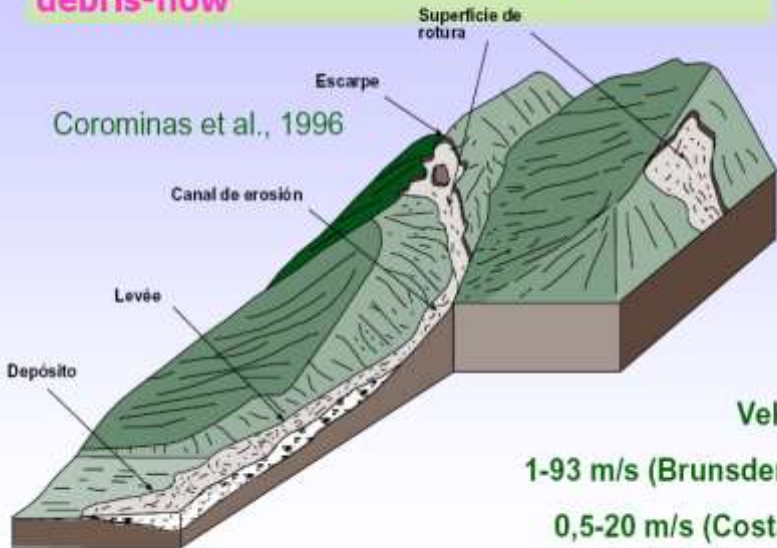


# Flujos

*Earth flow* (flujo de barro y arena)

*Debris flow* (colada de derrubios)

## Flujos: características morfológicas de los debris-flow



Velocidad:

1-93 m/s (Brunsden, 1979)

0,5-20 m/s (Costa, 1984)

13,9 m/s (Neall, 1976)



# DINÁMICA FLUVIAL

# Ciclo hidrológico

(En detalle) Evaporación

Evapotranspiración

Precipitación





# Erosión fluvial

## Mecanismos

- Disolución
- Acción hidráulica  $f(v)$
- Acción mecánica de las partículas:

**Abrasión:** sobre el lecho

**Atrición:** entre ellas





# Erosión fluvial

## Resultados

1. **Erosión lineal** (incisión y profundización)
2. **Erosión lateral** (socavación y ensanchamiento)
3. **Erosión regresiva** (retroceso en cabecera)

# Carga límite y competencia. Sedimentación

- **Capacidad de Carga o**

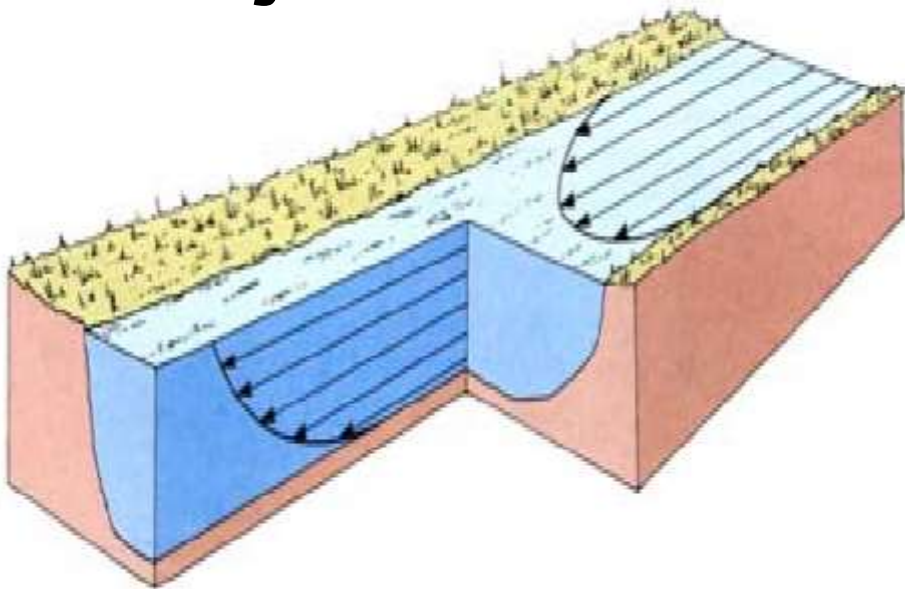
**Carga límite:** máxima carga que puede transportar un río para un caudal y una velocidad y densidad determinadas



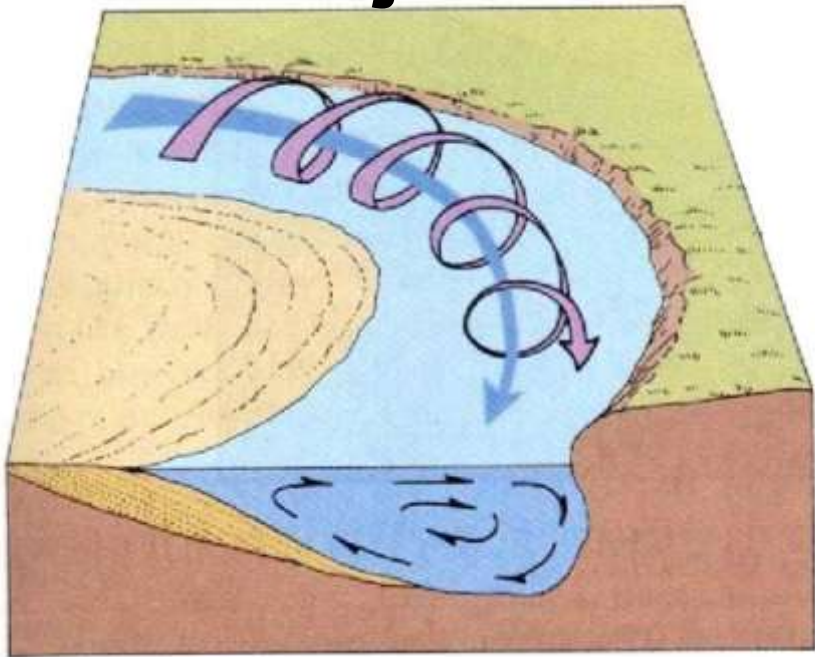
- **Competencia de un cauce:** diámetro de la partícula más grande que puede transportar



# Flujo laminar



# Flujo turbulento



- Disolución
- Suspensión
- Saltación
- Rotación
- Reptación



**Corriente del río**

**Carga suspendida**

**Carga en solución (disuelta)**

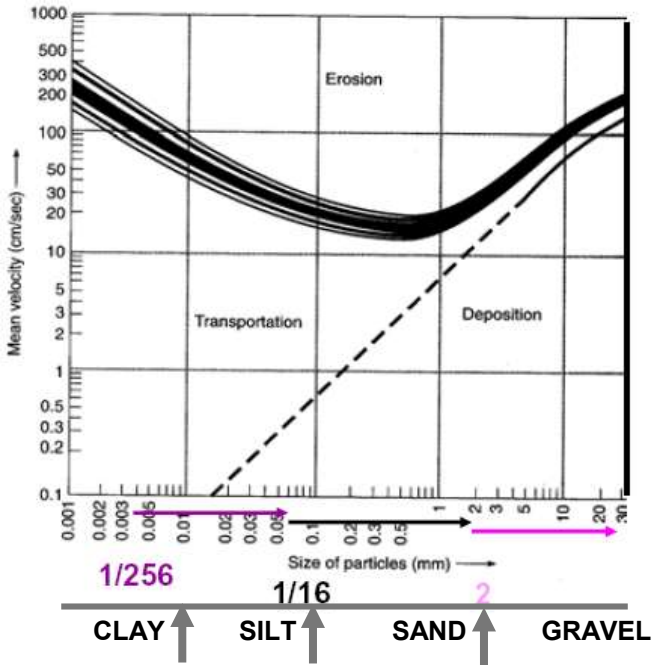
**Carga de fondo**

**Rotación**

**Tracción**

**Saltación**

**Lecho del río**



**Diagrama de Hjulström: erosión-transporte-deposición en relación a velocidad de corriente**



# Caudal de un río

- Caudal (Q)

$$Q = S \times v = \text{Vol}/t$$

Q= caudal

S= sección del canal

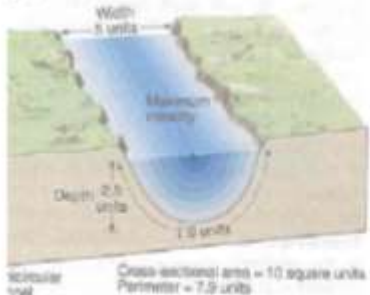
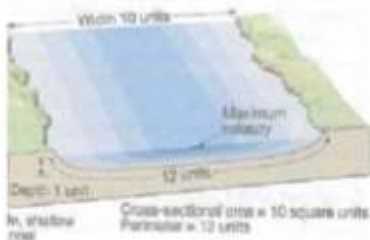
v = velocidad

Vol = volumen

t = tiempo

Unidades:  $\text{m}^3/\text{s}$ ,  $\text{l}/\text{s}$

Tarbutck y Lutgens, 2002



# Caudal: distribución de las velocidades

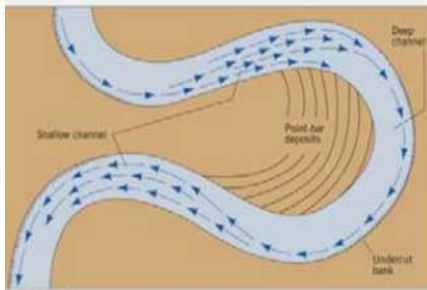
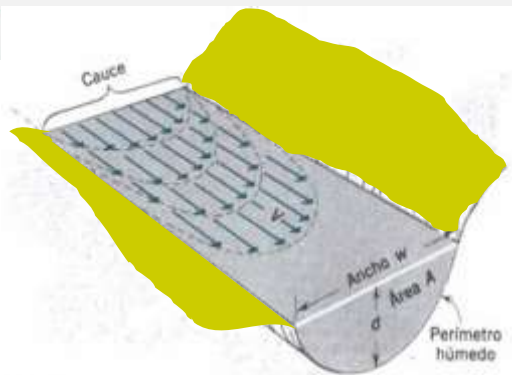
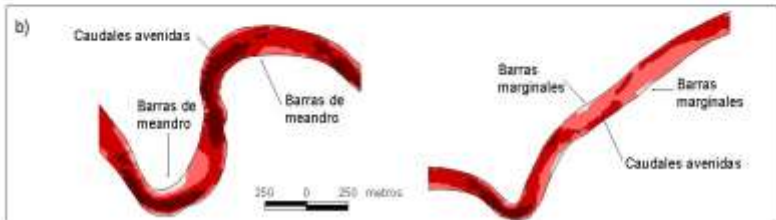
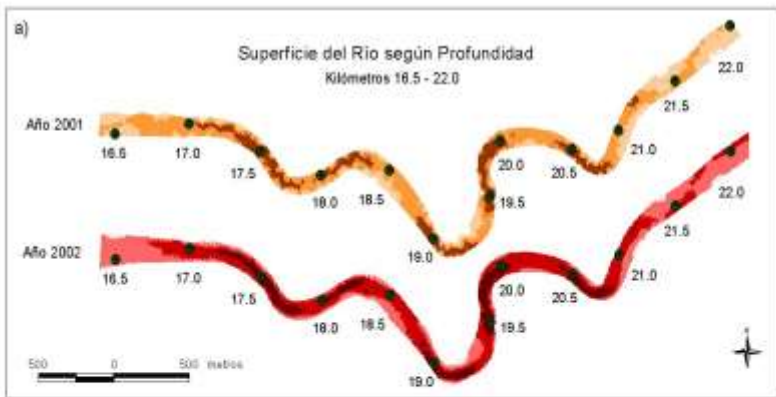


Figura 9. J. Wiley & Sons, Inc.



Fernández Sbarbaro, C., D. Panario. 2003. Cambios en la dinámica de sedimentos producidos en el Río San Salvador como consecuencia de la extracción de áridos. Período considerado: Octubre, 2001 - Diciembre, 2002. UNCIEP, Facultad de Ciencias. Noviembre. 21 pp.

La **velocidad** del agua de un curso depende de:

- pendiente
  - volumen de agua
  - viscosidad
  - ancho
  - profundidad
  - forma del canal
  - rugosidad del lecho
- 

La **fricción** depende de la rugosidad y la curvatura del canal y de la forma y tamaño del perfil transversal.

# Geometría hidráulica

# En una estación del río

$$a = xQ^b$$

Q = caudal

a = ancho

p = profundidad media

$$p = yQ^f$$

v = velocidad media

x, y, z = valores numéricos de las constantes aritméticas (poco significativas)

$$v = zQ^m$$

b, f, m = valores numéricos de los exponentes (muy significativos)

donde:  $x \cdot y \cdot z = 1,0$        $b + f + m = 1,0$

Sección del canal

Si  $a \cdot p \cdot v = xQ^b \cdot yQ^f \cdot zQ^m$

Por lo tanto  $Q = Q$

$b = 0,26$ ,  $f = 0,4$  y  $m = 0,34$  Estos valores significan que ha medida que aumenta la cantidad de agua existe un crecimiento proporcional del ancho, profundidad media y velocidad.

# Valores medidos en diferentes estaciones a lo largo del río

$$a = xQ^b$$

$$p = yQ^f$$

$$v = zQ^m$$

donde:  $x \cdot y \cdot z = 1,0$        $b + f + m = 1,0$

Q = caudal

a = ancho

p = profundidad media

v = velocidad media

x, y, z = valores numéricos de las constantes aritméticas (poco significativas)

b, f, m = valores numéricos de los exponentes (muy significativos)

Sección del canal

Si  $a \cdot p \cdot v = xQ^b \cdot yQ^f \cdot zQ^m$

Por lo tanto  $Q = Q$

$b = 0,5$ ,  $f = 0,4$  y  $m = 0,1$  Como el caudal crece hacia la desembocadura, para caudales comparables, se verifica para regiones húmedas, un incremento proporcional del ancho y profundidad del canal y de la velocidad del agua,.

Leopold y Maddock (1953) en Pedraza 1996

**Por lo tanto para valores analizados a lo largo del río, donde:**

$$\text{ancho} = xQ^{0.5}$$

$$\text{profundidad} = yQ^{0.4}$$

$$\text{velocidad} = zQ^{0.1}$$

Estos datos demuestran que el ancho y la profundidad del canal aumentan hacia la desembocadura con el aumento del caudal , siendo proporcionalmente mayor el incremento del ancho. Con menor intensidad la velocidad también se incrementa (o se mantiene constante)

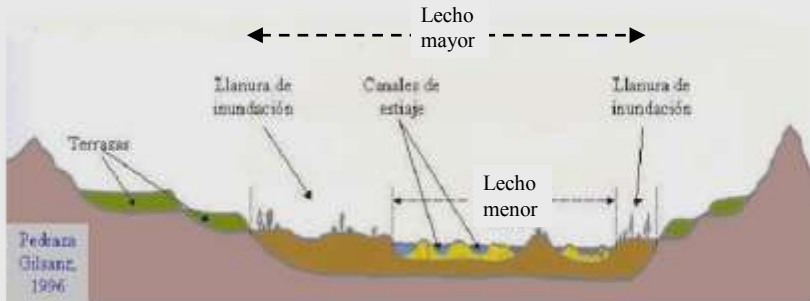
Se explica en que el aumento de la profundidad permite un flujo más eficiente que compensa el decrecimiento de la pendiente.

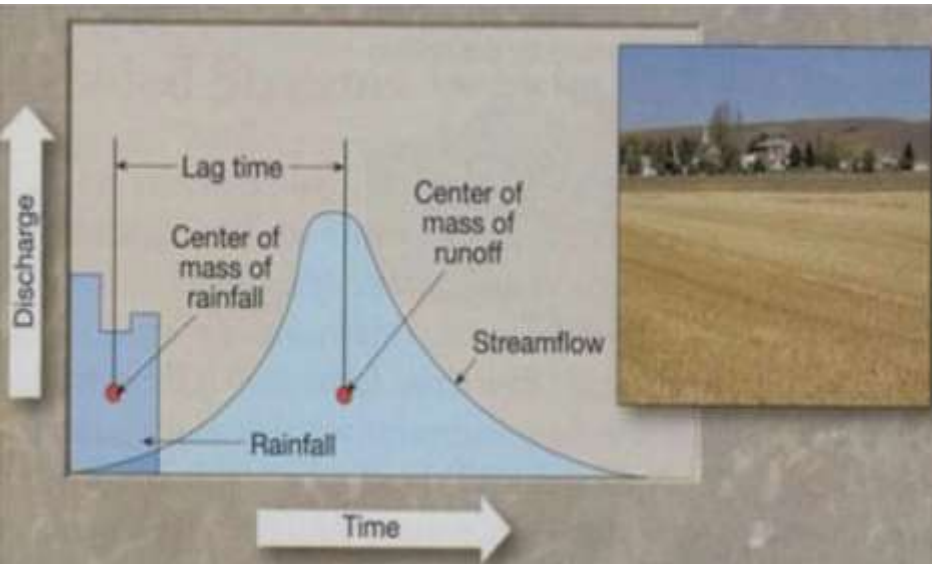
Leopold y Maddock (1953) en Pedraza 1996



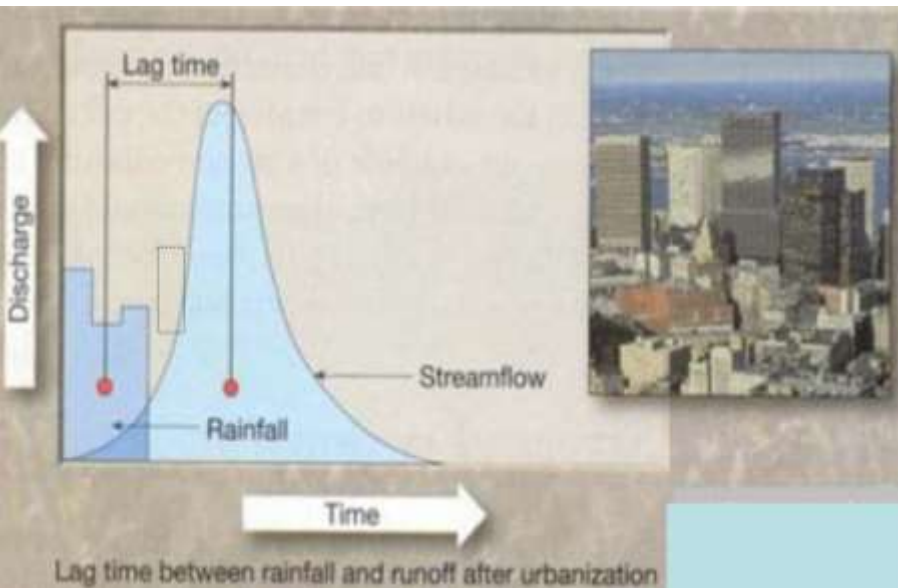
# Perfil transversal del cauce: zonificación del dominio fluvial

- **Canal de estiaje:** es aquel por el que circula el agua con regularidad
- **Canal de crecida:** ocupado en avenidas ordinarias (sin desbordamiento)
- **Llanura de inundación:** área cubierta por el agua cuando existen desbordamientos (avenidas excepcionales)
- **Terrazas:** antiguas llanuras aluviales (ver lección 7)





Typical lag time between rainfall and runoff





gifbin.com

# Reserva Comunal El Sira





# Geomorfología aplicada:

**Ejemplo:**



**Clasificación de paisajes**

# El Sitio - la unidad elemental del paisaje



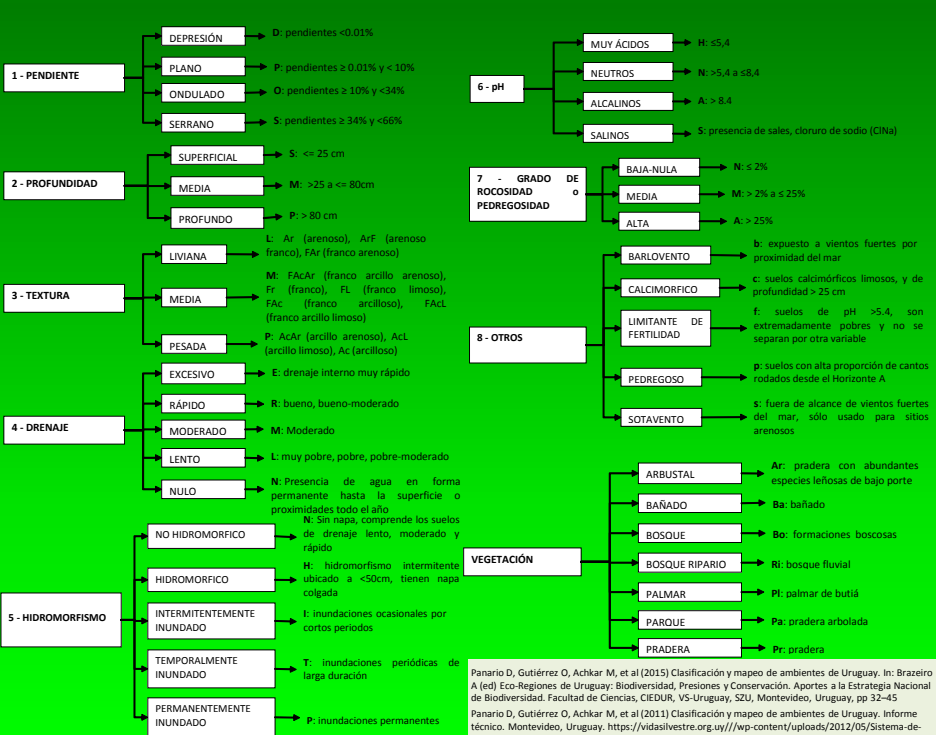


CONEAT 1979. Grupos de Suelos. Índices de Productividad. Monterideo, Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra (CONEAT). Ministerio de Agricultura y Pesca. 167 p.



### Suelos CONEAT (MGAP)

55.00	55.01	55.02	55.03	55.04	55.05	55.06	55.07	55.08	55.09	55.10	55.11	55.12	55.13	55.14	55.15	55.16	55.17	55.18	55.19	55.20	55.21	55.22	55.23	55.24	55.25	55.26	55.27	55.28	55.29	55.30	55.31	55.32	55.33	55.34	55.35	55.36	55.37	55.38	55.39	55.40	55.41	55.42	55.43	55.44	55.45	55.46	55.47	55.48	55.49	55.50	55.51	55.52	55.53	55.54	55.55	55.56	55.57	55.58	55.59	55.60	55.61	55.62	55.63	55.64	55.65	55.66	55.67	55.68	55.69	55.70	55.71	55.72	55.73	55.74	55.75	55.76	55.77	55.78	55.79	55.80	55.81	55.82	55.83	55.84	55.85	55.86	55.87	55.88	55.89	55.90	55.91	55.92	55.93	55.94	55.95	55.96	55.97	55.98	55.99	56.00	56.01	56.02	56.03	56.04	56.05	56.06	56.07	56.08	56.09	56.10	56.11	56.12	56.13	56.14	56.15	56.16	56.17	56.18	56.19	56.20	56.21	56.22	56.23	56.24	56.25	56.26	56.27	56.28	56.29	56.30	56.31	56.32	56.33	56.34	56.35	56.36	56.37	56.38	56.39	56.40	56.41	56.42	56.43	56.44	56.45	56.46	56.47	56.48	56.49	56.50	56.51	56.52	56.53	56.54	56.55	56.56	56.57	56.58	56.59	56.60	56.61	56.62	56.63	56.64	56.65	56.66	56.67	56.68	56.69	56.70	56.71	56.72	56.73	56.74	56.75	56.76	56.77	56.78	56.79	56.80	56.81	56.82	56.83	56.84	56.85	56.86	56.87	56.88	56.89	56.90	56.91	56.92	56.93	56.94	56.95	56.96	56.97	56.98	56.99	57.00	57.01	57.02	57.03	57.04	57.05	57.06	57.07	57.08	57.09	57.10	57.11	57.12	57.13	57.14	57.15	57.16	57.17	57.18	57.19	57.20	57.21	57.22	57.23	57.24	57.25	57.26	57.27	57.28	57.29	57.30	57.31	57.32	57.33	57.34	57.35	57.36	57.37	57.38	57.39	57.40	57.41	57.42	57.43	57.44	57.45	57.46	57.47	57.48	57.49	57.50	57.51	57.52	57.53	57.54	57.55	57.56	57.57	57.58	57.59	57.60	57.61	57.62	57.63	57.64	57.65	57.66	57.67	57.68	57.69	57.70	57.71	57.72	57.73	57.74	57.75	57.76	57.77	57.78	57.79	57.80	57.81	57.82	57.83	57.84	57.85	57.86	57.87	57.88	57.89	57.90	57.91	57.92	57.93	57.94	57.95	57.96	57.97	57.98	57.99	58.00	58.01	58.02	58.03	58.04	58.05	58.06	58.07	58.08	58.09	58.10	58.11	58.12	58.13	58.14	58.15	58.16	58.17	58.18	58.19	58.20	58.21	58.22	58.23	58.24	58.25	58.26	58.27	58.28	58.29	58.30	58.31	58.32	58.33	58.34	58.35	58.36	58.37	58.38	58.39	58.40	58.41	58.42	58.43	58.44	58.45	58.46	58.47	58.48	58.49	58.50	58.51	58.52	58.53	58.54	58.55	58.56	58.57	58.58	58.59	58.60	58.61	58.62	58.63	58.64	58.65	58.66	58.67	58.68	58.69	58.70	58.71	58.72	58.73	58.74	58.75	58.76	58.77	58.78	58.79	58.80	58.81	58.82	58.83	58.84	58.85	58.86	58.87	58.88	58.89	58.90	58.91	58.92	58.93	58.94	58.95	58.96	58.97	58.98	58.99	59.00	59.01	59.02	59.03	59.04	59.05	59.06	59.07	59.08	59.09	59.10	59.11	59.12	59.13	59.14	59.15	59.16	59.17	59.18	59.19	59.20	59.21	59.22	59.23	59.24	59.25	59.26	59.27	59.28	59.29	59.30	59.31	59.32	59.33	59.34	59.35	59.36	59.37	59.38	59.39	59.40	59.41	59.42	59.43	59.44	59.45	59.46	59.47	59.48	59.49	59.50	59.51	59.52	59.53	59.54	59.55	59.56	59.57	59.58	59.59	59.60	59.61	59.62	59.63	59.64	59.65	59.66	59.67	59.68	59.69	59.70	59.71	59.72	59.73	59.74	59.75	59.76	59.77	59.78	59.79	59.80	59.81	59.82	59.83	59.84	59.85	59.86	59.87	59.88	59.89	59.90	59.91	59.92	59.93	59.94	59.95	59.96	59.97	59.98	59.99	60.00	60.01	60.02	60.03	60.04	60.05	60.06	60.07	60.08	60.09	60.10	60.11	60.12	60.13	60.14	60.15	60.16	60.17	60.18	60.19	60.20	60.21	60.22	60.23	60.24	60.25	60.26	60.27	60.28	60.29	60.30	60.31	60.32	60.33	60.34	60.35	60.36	60.37	60.38	60.39	60.40	60.41	60.42	60.43	60.44	60.45	60.46	60.47	60.48	60.49	60.50	60.51	60.52	60.53	60.54	60.55	60.56	60.57	60.58	60.59	60.60	60.61	60.62	60.63	60.64	60.65	60.66	60.67	60.68	60.69	60.70	60.71	60.72	60.73	60.74	60.75	60.76	60.77	60.78	60.79	60.80	60.81	60.82	60.83	60.84	60.85	60.86	60.87	60.88	60.89	60.90	60.91	60.92	60.93	60.94	60.95	60.96	60.97	60.98	60.99	61.00	61.01	61.02	61.03	61.04	61.05	61.06	61.07	61.08	61.09	61.10	61.11	61.12	61.13	61.14	61.15	61.16	61.17	61.18	61.19	61.20	61.21	61.22	61.23	61.24	61.25	61.26	61.27	61.28	61.29	61.30	61.31	61.32	61.33	61.34	61.35	61.36	61.37	61.38	61.39	61.40	61.41	61.42	61.43	61.44	61.45	61.46	61.47	61.48	61.49	61.50	61.51	61.52	61.53	61.54	61.55	61.56	61.57	61.58	61.59	61.60	61.61	61.62	61.63	61.64	61.65	61.66	61.67	61.68	61.69	61.70	61.71	61.72	61.73	61.74	61.75	61.76	61.77	61.78	61.79	61.80	61.81	61.82	61.83	61.84	61.85	61.86	61.87	61.88	61.89	61.90	61.91	61.92	61.93	61.94	61.95	61.96	61.97	61.98	61.99	62.00	62.01	62.02	62.03	62.04	62.05	62.06	62.07	62.08	62.09	62.10	62.11	62.12	62.13	62.14	62.15	62.16	62.17	62.18	62.19	62.20	62.21	62.22	62.23	62.24	62.25	62.26	62.27	62.28	62.29	62.30	62.31	62.32	62.33	62.34	62.35	62.36	62.37	62.38	62.39	62.40	62.41	62.42	62.43	62.44	62.45	62.46	62.47	62.48	62.49	62.50	62.51	62.52	62.53	62.54	62.55	62.56	62.57	62.58	62.59	62.60	62.61	62.62	62.63	62.64	62.65	62.66	62.67	62.68	62.69	62.70	62.71	62.72	62.73	62.74	62.75	62.76	62.77	62.78	62.79	62.80	62.81	62.82	62.83	62.84	62.85	62.86	62.87	62.88	62.89	62.90	62.91	62.92	62.93	62.94	62.95	62.96	62.97	62.98	62.99	63.00	63.01	63.02	63.03	63.04	63.05	63.06	63.07	63.08	63.09	63.10	63.11	63.12	63.13	63.14	63.15	63.16	63.17	63.18	63.19	63.20	63.21	63.22	63.23	63.24	63.25	63.26	63.27	63.28	63.29	63.30	63.31	63.32	63.33	63.34	63.35	63.36	63.37	63.38	63.39	63.40	63.41	63.42	63.43	63.44	63.45	63.46	63.47	63.48	63.49	63.50	63.51	63.52	63.53	63.54	63.55	63.56	63.57	63.58	63.59	63.60	63.61	63.62	63.63	63.64	63.65	63.66	63.67	63.68	63.69	63.70	63.71	63.72	63.73	63.74	63.75	63.76	63.77	63.78	63.79	63.80	63.81	63.82	63.83	63.84	63.85	63.86	63.87	63.88	63.89	63.90	63.91	63.92	63.93	63.94	63.95	63.96	63.97	63.98	63.99	64.00	64.01	64.02	64.03	64.04	64.05	64.06	64.07	64.08	64.09	64.10	64.11	64.12	64.13	64.14	64.15	64.16	64.17	64.18	64.19	64.20	64.21	64.22	64.23	64.24	64.25	64.26	64.27	64.28	64.29	64.30	64.31	64.32	64.33	64.34	64.35	64.36	64.37	64.38	64.39	64.40	64.41	64.42	64.43	64.44	64.45	64.46	64.47	64.48	64.49	64.50	64.51	64.52	64.53	64.54	64.55	64.56	64.57	64.58	64.59	64.60	64.61	64.62	64.63	64.64	64.65	64.66	64.67	64.68	64.69	64.70	64.71	64.72	64.73	64.74	64.75	64.76	64.77	64.78	64.79	64.80	64.81	64.82	64.83	64.84	64.85	64.86	64.87	64.88	64.89	64.90	64.91	64.92	64.93	64.94	64.95	64.96	64.97	64.98	64.99	65.00	65.01	65.02	65.03	65.04	65.05	65.06	65.07	65.08	65.09	65.10	65.11	65.12	65.13	65.14	65.15	65.16	65.17	65.18	65.19	65.20	65.21	65.22	65.23	65.24	65.25	65.26	65.27	65.28	65.29	65.30	65.31	65.32	65.33	65.34	65.35	65.36	65.37	65.38	65.39	65.40	65.41	65.42	65.43	65.44	65.45	65.46	65.47	65.48	65.49	65.50	65.51	65.52	65.53	65.54	65.55	65.56	65.57	65.58	65.59	65.60	65.61	65.62	65.63	65.64	65.65	65.66	65.67	65.68	65.69	65.70	65.71	65.72	65.73	65.74	65.75	65.76	65.77	65.78	65.79	65.80	65.81	65.82	65.83	65.84	65.85	65.86	65.87	65.88	65.89	65.90	65.91	65.92	65.93	65.94	65.95	65.96	65.97	65.98
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------



### Cod. 2 - Profundidad

- Mayor > 25 cm
- Media < 25 -> 50 cm
- Superficial < 25 cm



### Cod. 5 - Hidromorfismo

- hidromorfismo en áreas con presencia de aguas de drenaje lento, moderado, rápido y estancado
- hidromorfismo con presencia de agua de drenaje lento moderado estancado a estancado, moderado estancado, con presencia de agua de drenaje lento, moderado, rápido y estancado
- Temporalmente inundado con fluctuante permanente de largo duración
- Permanentemente inundado con fluctuante permanente de largo duración



### Cod. 3 - Textura

- Arena < 0.075 mm
- Limo-Fin < 0.075 -> 0.25 mm
- Limo < 0.25 -> 0.075 mm
- Arena < 0.075 -> 0.25 mm



### Cod. 6 - pH / alcalinidad

- Neutro
- Alcalino
- Ácido



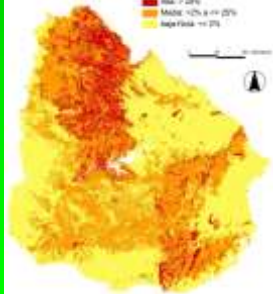
### Cod. 4 - Drenaje

- Excelente: 0-10% agua de drenaje
- Bueno: 10-20% agua de drenaje
- Moderado: 20-30% agua de drenaje
- Malo: 30-40% agua de drenaje
- Excelente: 0-10% agua de drenaje



### Cod. 7 - Pedregosidad

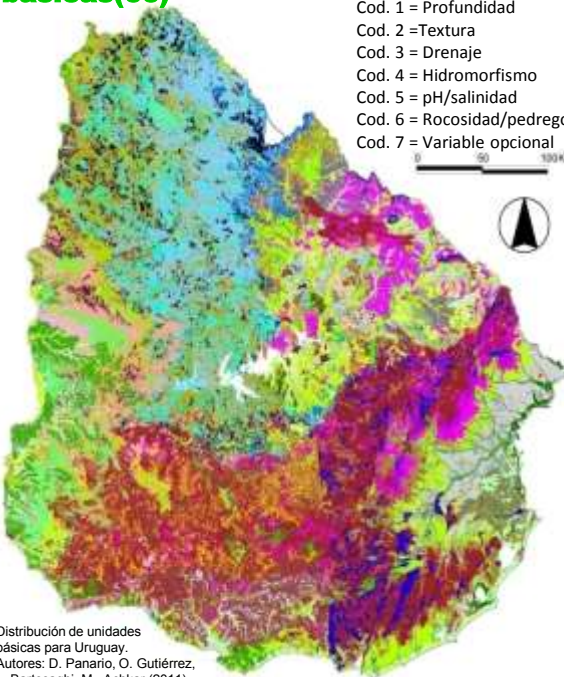
- Más > 20%
- Medio < 20% a < 10%
- Menor < 10%



# Unidades básicas (66)

Unidad básica = Cod. 1 + Cod. 2 + Cod. 3 + Cod. 4 + Cod. 5 + Cod. 6 + Cod. 7

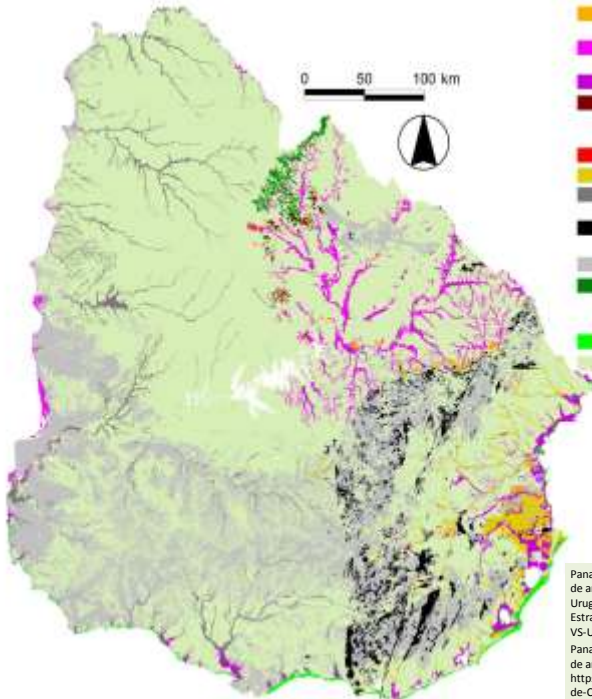
- Cod. 1 = Profundidad
- Cod. 2 = Textura
- Cod. 3 = Drenaje
- Cod. 4 = Hidromorfismo
- Cod. 5 = pH/salinidad
- Cod. 6 = Roccosidad/pedregosidad
- Cod. 7 = Variable opcional



Propuesta de unidades básicas (66):

	SLENHA		PLMHNN
	SLRNHA		PLMHNN-f
	SLRNNM		PLMNNN
	SMMNNM		PLRHNN
	SMRNNM		PLRHNN
	SMRNNM		PLRNHM
	SMRNNN		PLRNHN
	SPRNNM		PLRNNN
	MLENHN		PLRNNN-f
	MLLHNN		PMLHNN
	MLMNNM		PMLIAN
	MLRHNN		PMLINN
	MLRNHM		PMLISN
	MLRNHN		PMLNNN
	MLRNHM		PMLTNN
	MLRNHM-f		PMMHNN
	MLRNNN-p		PMMINN
	MMMHNM		PMMNMM
	MMMNNM		PMMNMM-c
	MMMNNM		PMMNMM
	MMMNNM		PMMNMM-c
	MMMNNM-f		PMRNHN
	MPLNMM		PMRNMM
	MPMNNM		PMRNMM-c
	PLENHN		PPLIAN
	PLENMM		PPLINN
	PLENMM-b		PPLNMM
	PLENMM-s		PPLNMM
	PLLINN		PPLTNN
	PLLTNN		PPMNNM
	PLLTNN		PPMNNM
	PLMHHN		PPNPNN
			PPNPSN

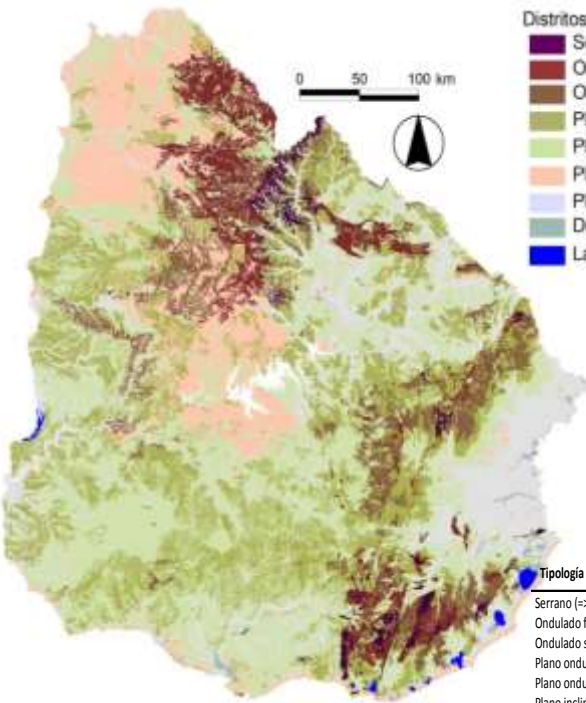
Distribución de unidades básicas para Uruguay.  
 Autores: D. Panario, O. Gutiérrez, L. Bartesaghi, M. Achkar (2011).



- Arbustal: pradera con abundantes especies leñosas de bajo porte
- Bañado-parque-bosque ripario: bosque fluvial con parque perimetral y bañado asociado
- Bañado
- Bosque-Arbustal: formaciones boscosas con pradera con abundantes especies leñosas de bajo porte perimetral
- Bosque: formaciones boscosas
- Palmerar: parque de palmeras
- Parque-bosque ripario: bosque fluvial con parque perimetral
- Parque-Bosque: formaciones de bosque con parque perimetral
- Parque: pradera arbolada
- Pradera-Arbustal: pradera y pradera con abundantes especies leñosas de bajo porte perimetral
- Pradera-Bosque: pradera y bosque
- Pradera

Panario D, Gutiérrez O, Achkar M, et al (2015) Clasificación y mapeo de ambientes de Uruguay. In: Brazeiro A (ed) Eco-Regiones de Uruguay: Biodiversidad, Presiones y Conservación. Aportes a la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Facultad de Ciencias, CIEDUR, VS-Uruguay, SZU, Montevideo, Uruguay, pp 32-45

Panario D, Gutiérrez O, Achkar M, et al (2011) Clasificación y mapeo de ambientes de Uruguay. Informe técnico. Montevideo, Uruguay. <https://vidasinvestre.org.uy//wp-content/uploads/2012/05/Sistema-de-Clasificacion-de-ambientes.pdf>



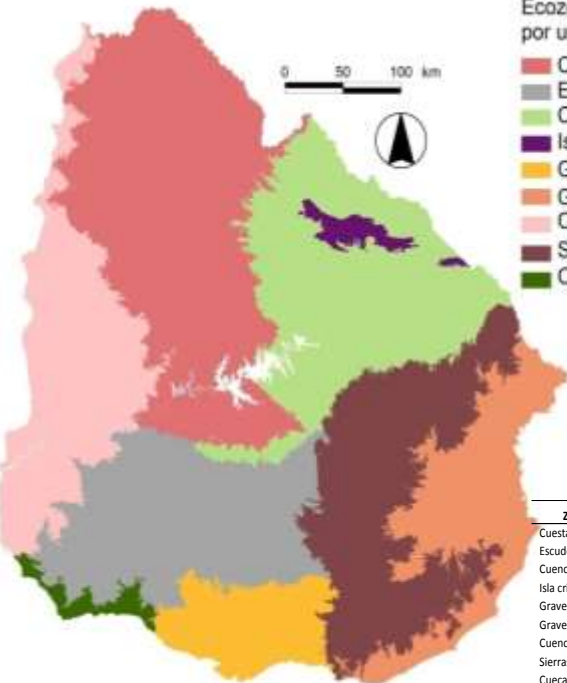
**Districtos:**

- Serrano:  $\leq 34\%$  a  $< 64\%$
- Ondulado fuerte:  $\leq 18\%$  a  $< 34\%$
- Ondulado suave:  $\leq 10\%$  a  $< 18\%$
- Plano ondulado fuerte:  $\leq 6\%$  a  $< 10\%$
- Plano ondulado suave:  $\leq 2\%$  a  $< 6\%$
- Plano inclinado:  $\leq 0,2\%$  a  $< 2\%$
- Plano:  $\leq 0,01\%$  a  $\leq 0,2\%$
- Depresión:  $< 0,01\%$
- Lagunas

Panario D, Gutiérrez O, Achkar M, et al (2015) Clasificación y mapeo de ambientes de Uruguay. In: Brazeiro A (ed) Eco-Regiones de Uruguay: Biodiversidad, Presiones y Conservación. Aportes a la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Facultad de Ciencias, CIEDUR, VS-Uruguay, SZU, Montevideo, Uruguay, pp 32-45

Panario D, Gutiérrez O, Achkar M, et al (2011) Clasificación y mapeo de ambientes de Uruguay. Informe técnico. Montevideo, Uruguay. <https://vidasilvestre.org.uy//wp-content/uploads/2012/05/Sistema-de-Clasificacion-de-ambientes.pdf>

Tipología de distritos	Ocurrencia	Área (Ha)	%
Serrano ( $\Rightarrow 34\%$ y $< 66\%$ )	312	225.051	1,4
Ondulado fuerte ( $\Rightarrow 18\%$ y $< 34\%$ )	818	1.034.568	5,9
Ondulado suave ( $\Rightarrow 10\%$ y $< 18\%$ )	1279	1.309.503	7,5
Plano ondulado fuerte ( $\Rightarrow$ a $6\%$ y $< 10\%$ )	4168	3.831.903	22,0
Plano ondulado suave ( $\Rightarrow$ a $2\%$ y $< 6\%$ )	13985	5.786.728	33,2
Plano inclinado ( $\Rightarrow$ a $0,2\%$ y $< 2\%$ )	7669	2.213.895	12,7
Plano ( $\Rightarrow$ a $0,01\%$ y $< 0,2\%$ )	5296	2.973.660	17,0
Depresión ( $< 0,01\%$ )	96	69.293	0,4



## Ecozonas por unidades morfoestructurales:

- Cuesta basáltica
- Escudo cristalino
- Cuenca sedimentaria gondwánica
- Isla cristalina de Rivera
- Graven de Santa Lucía
- Graven de la Laguna Merín
- Cuenca sedimentaria del Oeste
- Sierras del Este
- Cuenca sedimentaria del Sur-Oeste

Panario D, Gutiérrez O, Achkar M, et al (2015) Clasificación y mapeo de ambientes de Uruguay. In: Brazeiro A (ed) Eco-Regiones de Uruguay: Biodiversidad, Presiones y Conservación. Aportes a la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Facultad de Ciencias, CIEDUR, VS-Uruguay, SZU, Montevideo, Uruguay, pp 32–45

Panario D, Gutiérrez O, Achkar M, et al (2011) Clasificación y mapeo de ambientes de Uruguay. Informe técnico. Montevideo, Uruguay. <https://vidasilvestre.org.uy//wp-content/uploads/2012/05/Sistema-de-Clasificacion-de-ambientes.pdf>

Zonas morfoestructurales	Ocurrencia	Area (ha)	%
Cuesta basáltica	10.477	4.299.678	24,6
Escudo Cristalino	5153	2.454.883	14,1
Cuenca sedimentaria gondwánica	5.764	2.953.188	16,9
Isla cristalina de Rivera	110	174.401	1,0
Graven de Santa Lucía	1.670	919.923	5,3
Graven de la Laguna Merín	2.149	1.605.183	9,2
Cuenca sedimentaria del Oeste	3.584	2.282.325	13,1
Sierras del Este	4326	2.577.622	14,8
Cueca sedimentaria del Sur-Oeste	423	183.288	1,1
	33.656	(a)17.450.491	100

# Eco-regiones

- Cuenca Sedimentaria del Oeste
- Cuenca sedimentaria gondwánica
- Cuesta basáltica
- Graven de la Laguna Merín
- Escudo cristalino
- Graven de Santa Lucia
- Sierras del Este

Autores:

D. Panario, O. Gutiérrez, A. Brazeiro

0 50 100 kilómetros



Panario D, Gutiérrez O, Achkar M, et al (2015) Clasificación y mapeo de ambientes de Uruguay. In: Brazeiro A (ed) Eco-Regiones de Uruguay: Biodiversidad, Presiones y Conservación. Aportes a la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Facultad de Ciencias, CIEDUR, VS-Uruguay, SZU, Montevideo, Uruguay, pp 32–45

Panario D, Gutiérrez O, Achkar M, et al (2011) Clasificación y mapeo de ambientes de Uruguay. Informe técnico. Montevideo, Uruguay. <https://vidasilvestre.org.uy/wp-content/uploads/2012/05/Sistema-de-Clasificacion-de-ambientes.pdf>