

**XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.** 16 al 19 de Abril del 2002. Puerto Madryn (Pcia. del Chubut).

## **CARACTERIZACIÓN DE UNA CUENCA DEGRADADA POR EROSIÓN HÍDRICA EN LA PCIA. DEL CHUBUT.**

### **II.- INCIDENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.**

*Jorge Luque(\*), Adriana Beider(\*\*)*

(\*E. E. A. INTA Chubut - C.C. n° 88 (9100) Trelew (Chubut). [sueloschubut@chubut.inta.gov.ar](mailto:sueloschubut@chubut.inta.gov.ar)

(\*\*)Facultad de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Sede Trelew.

#### **Introducción**

Los suelos degradados o susceptibles de degradarse presentes en una cuenca son los que producen mayor cantidad de sedimentos debido a que, su deterioro, implica no sólo la pérdida de material del lugar, donde se produce el proceso erosivo, sino también el transporte y depósito de los sedimentos en lugares más o menos distantes (*Sharma, 1998*). Dependiendo de la topografía y naturaleza de los suelos, en lo que se refiere a capacidad de infiltración y escurrimiento, se tiene como resultado el arrastre y depósito de gran cantidad de material en los cauces de ríos. En nuestro caso, en la cuenca inferior del Río Chubut.

El estudio se enmarca dentro del Proyecto de la SECyT “*Revegetación de cuencas degradadas por erosión hídrica en la Provincia del Chubut*”. El objetivo del estudio es a) Caracterización de las propiedades físicas de las distintas **unidades de paisaje (UP)**; b) Obtención de valores locales del coeficiente K de erodabilidad del suelo para aplicar el modelo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE). En particular se determinará la proporción de arena, limo y arcilla cuya relación está estrechamente ligada a la susceptibilidad de los suelos a erosionarse (*Soil Conservation Society of America, 1977*).

#### **Materiales y Métodos**

Utilizando imágenes satelitales (*Figura 3*) se identificaron 9 UP (*Cuadro 1*). En trabajo de campo se evaluaron 55 puntos de chequeo representativos de 8 de las UP identificadas (no fue evaluada la UP 3, por ser un ambiente rocoso). En cada punto se tomaron datos de ubicación mediante GPS, geomorfología, vegetación, escurrimiento e infiltración y muestras de la costra superficial, y cuando era el caso, del horizonte subsuperficial inmediato (*Merten et al, 1995*).

En el laboratorio se acondicionaron las muestras y luego se realizaron determinaciones de la composición granulométrica (Bouyoucos) y de la proporción de distintas granulometrías de arena (batería de tamices y agitador).

#### **Resultados**

Los factores naturales y antrópicos han contribuido en distinto grado a la formación de áreas aportadoras de sedimentos y áreas de transporte y depositación de los mismos. En la

región es factible distinguir las UP (*Cuadro 1*) agrupadas en tres áreas (*Figura 1*), siguiendo el criterio propuesto por Pickup (1985):

**1.-Área de producción:** UP n° 1 y 2, ambas ubicadas en la meseta colindante a la planicie del río Chubut (*Cuadro 1*).

**2.-Área de transporte** (las partículas se hallan en tránsito): UP n° 3 (afloramientos rocosos), n° 4 (laderas de afloramientos rocosos), n° 5, n° 6 y n° 7 (zonas de transición, *figura 1*).

**3.-Área de deposición** (disminuye la energía de escurrimiento y se produce la deposición de gran parte del material): UP n° 8 (depresiones relativas, con alguna vegetación) y n° 9 (depresiones sin vegetación). Las partículas que encontramos en el área de deposición son las más finas (*Cuadro 2*) porque la energía de arrastre del agua de escurrimiento, se va disipando a medida que disminuye la pendiente quedando solo en suspensión estas partículas. Fundamentalmente las UP n° 8 y n° 9 tienen una delgada capa superficial (costra) de 3-5 cm de espesor constituida por depósitos limo arcillosos que son el contenido residual del material que ingresó al río Chubut durante las crecidas.

#### **Granulometría y texturas de las UP:**

**UP n° 1 y n° 2.** Ambas UP se hallan muy bien vegetadas, con suelos sueltos de textura mayormente franco arcillo arenosa, con neto predominio de las arenas, (> 55 % *Cuadro 2*), gravas en superficie de diversos tamaños y una adecuada permeabilidad (*Cuadro 3*).

**UP n°4.** Conforman las laderas de los afloramientos rocosos (cuarcíferos). Predomina la textura arcillo arenosa (*Cuadro 3*) pero con elevada proporción de arenas (56 %, *Cuadro 2*).

**UP 5.** Los suelos son de texturas franco arcillo arenosa a franco arenosa, con abundantes gravas en superficie.

**UP 6.** Se halla asociada a las laderas de los afloramientos rocosos, pero ocupa una posición altimétrica menor. Es la UP con mayor contenido de arena (70% en promedio), lo que da texturas franco arcillo arenosa y franco arenosa. Son áreas de transición entre las zonas altas (UP 3 y 4) y las zonas más bajas (UP 8 y 9).

**UP 7.** También son zonas de transición, entre la UP n° 5 y las UP 8 y 9. En este caso disminuye la proporción de arenas (37%) y arcillas (16%) pero aumenta sustancialmente la de limo (47 %) respecto a las UP ya mencionadas.

**UP 8.** Las texturas de estas zonas pertenecen a la familia franco arcillo limosa y franco arcillosa, con alta proporción de limo (en promedio algo menos del 50%).

**UP 9.** Aumenta la proporción de las arcillas (más del 50 %), con predominio de las texturas arcillosas. En la práctica ocurre que en el proceso de erosión parte del material de arrastre, especialmente las fracciones arcillas (< 2 micrones), limo (2 a 50 micrones) y arenas muy fina

(50 a 100 micrones) se van depositado en áreas de relieve deprimido, llegando al río solo una fracción de estas. El mayor contenido, del material más erodible (de 2 a 100 micrones), se halla en las UP 7 y 8, con un contenido de más del 50 % del total de partículas (*Cuadro 3*).

### **Determinación práctica del coeficiente K de la USLE** (*Wishmeier y Smith, 1978*).

La USLE es un modelo empírico para evaluar la pérdida de suelo, mediante la expresión

$$A = R * K * S * L * C * P \quad (1)$$

$A$  ( $t*ha^{-1}$ ) = pérdidas de suelo por unidad de superficie;  $R$  ( $J*m^{-2}*cm*hora^{-1}$ ) = Índice de erosión pluvial.

$K$  ( $t*m^2*hora/ha*J*cm$ ) = Factor de erosionabilidad del suelo;  $L$  (adimens.) = Factor longitud de pendiente.

$S$  (adimens.) = Factor pendiente;  $C$  (adimens.) = Factor cultivo;  $P$  (adimens.) = Factor prácticas de cultivo.

La USLE hace intervenir en términos matemáticos a todos los factores variables que influyen en la erosión siempre que restrinjamos ese concepto a las pérdidas de suelo ocasionadas como consecuencia de la lluvia como elemento agresor en los procesos de erosión hídrica superficial laminar y en surcos, evaluando por consiguiente el suelo removido.

Se calculó el promedio del coeficiente K (en *ecuación 1*), para cada suelo característico de las UP, en función de las variables representativas de sus propiedades físicas. *Serra et al (1999)* calcularon en forma práctica los factores R, L y S para la misma cuenca. Dentro de los factores físicos, la textura de un suelo es la principal condicionante al determinar el grado de erosión del mismo. La determinación del valor K se realizó mediante un gráfico para el cálculo de dicho coeficiente (Nomograma en *López Cádenas, 1998, Figura 2*). Todos los parámetros físicos y edáficos utilizados para el cálculo del coeficiente K pertenecen al horizonte superficial que es sobre el cual se produce la erosión. Las variables utilizadas fueron:

#### ***Para el cálculo del factor K en primera aproximación:***

- 1.- % Limo + % Arena muy fina (0,002-0,10 mm)
- 2.- % Arena (0,10-2 mm)      3.- % materia orgánica

#### ***Para el Cálculo del factor K en una segunda aproximación:***

- 4.-Estructura (obtenida mediante reconocimiento de suelos en campo)
- 5.-Permeabilidad (obtenida mediante ensayos con simulador de lluvia)








Tenemos en cuenta que:

- Cuanto menor es el valor de K, menor es la susceptibilidad del suelo a la erosión
- La pérdida es menor en un suelo franco limoso que uno franco arcillo limoso, debido a que este último tiene menor capacidad de infiltración y mayor escurrimiento.
- Los mayores valores de K se hallan en los suelos de texturas francas y limosas mientras que los menores en los suelos arenosos y arcillosos

## Conclusiones

- a) Las UP n° 8 y n° 9, pertenecientes al área de depositación y la n° 7, de transición, son las que contienen mayor cantidad de material fino, dado que constituyen las últimas etapas de tránsito del material de arrastre, antes de acceder al río. Coincidentemente también tienen la mayor cantidad de fracciones erodibles (de 2 a 100 micrones).
- b) Estas tres UP poseen el mayor valor de coeficiente K (>0,50), lo que está indicando que son las UP con mayor susceptibilidad a la erosión.

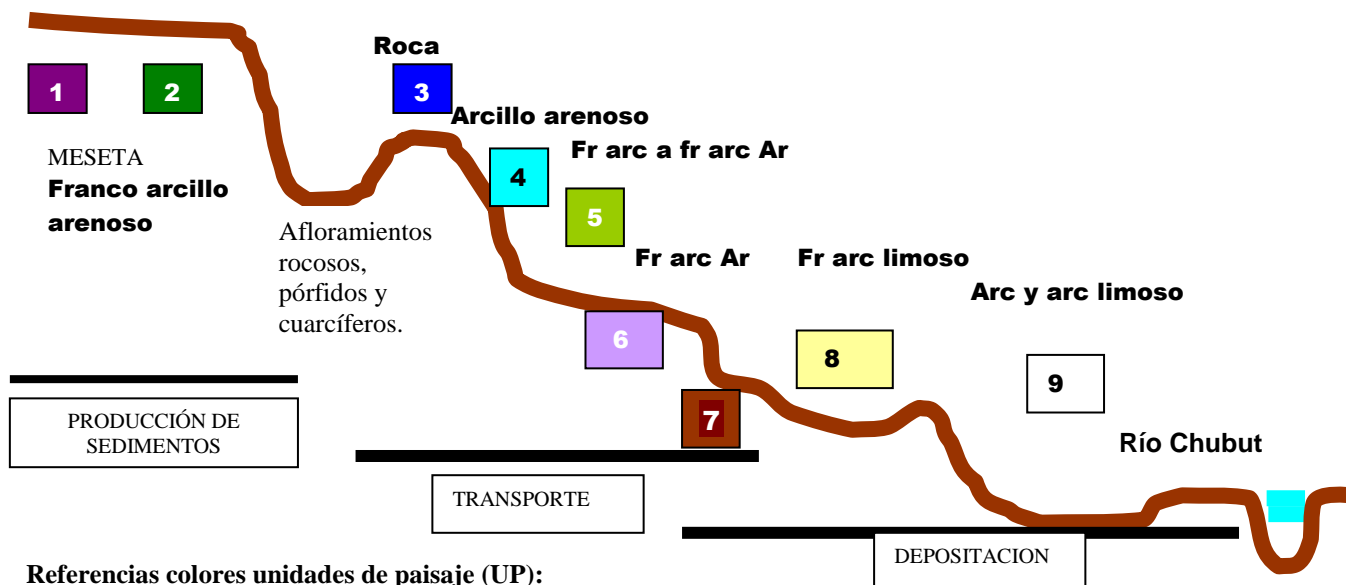
## Bibliografía.

-  Lopez Cadenas De Llano, F. 1998. *Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
-  Merten, G.; Caviglione, J.; Ciacomini, D. Y otros. 1995. *El uso del SIG y del modelo USLE para determinar mapas de erosión potencial y actual*. Documento de campo n° 6. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Stgo. de Chile.
-  Pickup, G. 1985. *The erosion cell. A geomorfic approach to landscape classification in range assesment*. The Australian Rangeland Journal. 7:114-121.
-  Serra, Juan; Malnero Hector, Chachero María y otros. 1999. *Riesgo de erosión hídrica en el cuenco aluvional del área Dique F. Ameghino y bocatoma valle inferior del río Chubut*. Cuadernos del Curiham, Vol 5, 2° semestre.
-  Sharma, K. 1998. *The hidrological indicators of desertification*. Journal of arid environments 39:121-132. EEUU.
-  Soil Conservation Society of America. 1977. *Soil erosion: Prediction and control*. Purdue University. EEUU.
-  Wishmeier, W. Y Smith, D. 1978. *Predicting rainfall erosive losses: a guide to conservation planning*. Washington, USDA (USAD Agriculture Handbook 537).

**CUADRO N° 1.** Descripción de las unidades de paisaje reconocidas en relación al factor “erosión hídrica”.

| UP | Color en Figs 1 y 3 | DESCRIPCIÓN   |
|----|---------------------|---|
| 1  | Violeta oscuro      | Es la parte de meseta más alta del área. Abundante vegetación arbustiva. Relieve plano.   |
| 2  | Verde oscuro        | Es la parte de meseta pero algo más baja altimétricamente que la UP anterior. Abundante vegetación arbustiva. Horizonte poco profundo (capa pétreica cerca de la superficie). De relieve ondulado a plano ondulado. |
| 3  | Azul                | Extremos apicales (cima) de afloramientos rocosos (pórfidos cuarcíferos).   |
| 4  | Celeste             | Laderas de afloramientos rocosos (pórfidos cuarcíferos).  |
| 5  | Verde claro         | Meseta. Ambiente de jarilla y stipa con abundante cantidad de gravas en superficie y en profundidad, de relieve ondulado. Es común la presencia de un horizonte argílico cercano a la superficie.                   |
| 6  | Violeta claro       | Area de transición. Acompaña las depresiones (UP crema y amarillo), ocupa las laderas.  |
| 7  | Marrón              | Zona de transición ya que acompaña a la UP identificada por el color verde claro.   |
| 8  | Amarillo            | Bajos de acumulación relativa porque dentro del paisaje no son las zonas más bajas. Con vegetación arbustiva (jume) y a veces herbácea  |
| 9  | Blanco              | Bajos o depresiones, de acumulación de sedimento y escorrentía, sin vegetación (tanto herbácea como arbustiva) y socavones o minas de caolín.   |

**Figura 1. Ubicación de las unidades de paisaje (UP) en función de la geomorfología.**



**Referencias colores unidades de paisaje (UP):**

- 1.- Violeta oscuro (meseta).
- 2.- Verde oscuro (meseta)
- 3.- Azul (afloramientos rocosos).
- 4.- Celeste (laderas de afloramientos rocosos).
- 5.- Verde claro (meseta y zona de transición).
- 6.- Violeta claro (zona de transición y planicie de inundación).
- 7.- Marrón (zona de transición).
- 8.- Amarillo (bajos de acumulación de la planicie de inundación).
- 9.- Blanco (bajos de acumulación carente de vegetación en la planicie de inundación).

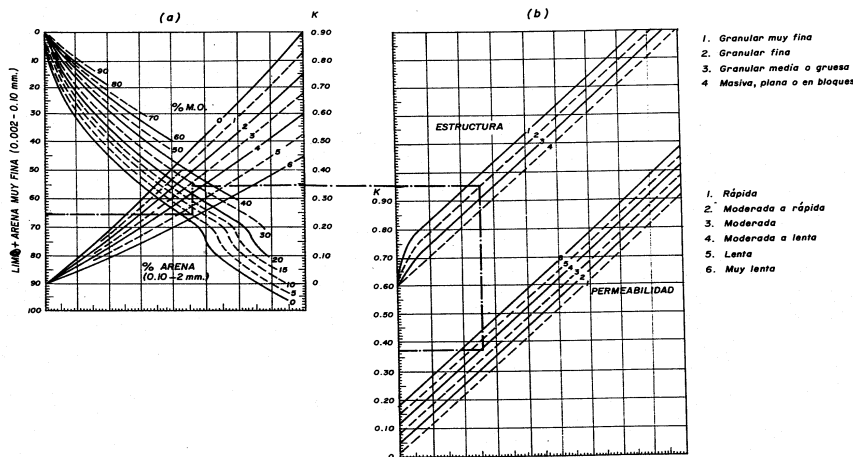
**Cuadro n° 2.** Contenido promedio de arena, limo y arcilla en el horizonte superficial de las UP seleccionadas dentro de la cuenca inferior del río Chubut.

| UP                              | Superficie (ha) | Arcilla (%)   |      |       | Arena (%) |      |       | Limo (%) |      |       |
|---------------------------------|-----------------|---|------|-------|-----------|------|-------|----------|------|-------|
|                                 |                 | Media   | c.v. | Desv. | Media     | c.v. | Desv. | Media    | c.v. | Desv. |
| <b>Producción de sedimentos</b> |                 |   |      |       |           |      |       |          |      |       |
| 1-Violeta oscuro                | 59.725          | 22,6  | 32,8 | 7,4   | 59,2      | 15,5 | 9,1   | 18,2     | 9,6  | 1,7   |
| 2-Verde oscuro                  | 97.458          | 18,6  | 38,1 | 7,1   | 64,2      | 18,0 | 11,6  | 17,2     | 58,0 | 10,0  |
| <b>Transporte de sedimentos</b> |                 |   |      |       |           |      |       |          |      |       |
| 3-Azul                          | 15.428          | No fue evaluado por pertenecer a un ambiente cuyo suelo es roca firme, continua y coherente, sin horizontes edáficos. |      |       |           |      |       |          |      |       |
| 4-Celeste                       | 10.113          | 28,3  | 61,7 | 17,5  | 56,4      | 32,4 | 18,3  | 15,3     | 34,0 | 5,2   |
| 5-Verde claro                   | 10.825          | 21,5  | 50,1 | 10,7  | 59,1      | 31,1 | 18,4  | 19,4     | 49,4 | 9,6   |
| 6-Violeta claro                 | 9.903           | 17,2  | 37,4 | 14,6  | 70,7      | 2,0  | 28,5  | 12,1     | 42,1 | 13,9  |
| 7-Marrón                        | 11.948          | 16,5  | 37,4 | 6,2   | 36,9      | 20,4 | 7,5   | 46,5     | 29,5 | 13,7  |
| <b>Deposición de sedimentos</b> |                 |   |      |       |           |      |       |          |      |       |
| 8-Amarillo                      | 6.035           | 23,7  | 33,1 | 7,8   | 26,8      | 75,8 | 20,3  | 49,5     | 29,3 | 14,5  |
| 9-Blanco                        | 6.519           | 50,3  | 32,9 | 16,5  | 19,8      | 70,6 | 14,0  | 29,9     | 41,8 | 12,5  |

**Cuadro n° 3.** Principales parámetros físicos y edáficos medidos en las UP seleccionadas dentro de la cuenca inferior del río Chubut.

| UP                              | Sup (ha) | Textura   | MO (%) | Estruct.                       | Permeab.          | K Usle | Lim + Ar fina (%) |
|---------------------------------|----------|---|--------|--------------------------------|-------------------|--------|-------------------|
| <b>Producción de sedimentos</b> |          |   |        |                                |                   |        |                   |
| 1-Viol. Osc.                    | 59.725   | fr arc Ar   | 0,85   | Granular.                      | Mod lenta         | 0,35   | 33,6              |
| 2-Verde osc.                    | 97.458   | fr arc Ar   | 0,52   | Granular                       | Moderada          | 0,39   | 29,1              |
| <b>Transporte de sedimentos</b> |          |   |        |                                |                   |        |                   |
| 3-Azul                          | 15.428   | No fue evaluada por tener roca firma continúa y coherente, sin horizontes edáficos. |        |                                |                   |        |                   |
| 4-Celeste                       | 10.113   | arc Ar  | 0,40   | Granular, fina, media y gruesa | Mod rápida        | 0,27   | 21,5              |
| 5-Verde cl.                     | 10.825   | fr arc  | 0,49   | Granular – Masiva              | Mod rápida        | 0,31   | 29,8              |
| 6-Violeta cl.                   | 9.903    | fr arc Ar   | 0,77   | Granular muy fina              | Mod a rápida      | 0,15   | 24,0              |
| 7-Marrón                        | 11.948   | fr arc lim  | 0,41   | Granular                       | Mod lenta         | 0,64   | 51,8              |
| <b>Deposición de sedimentos</b> |          |   |        |                                |                   |        |                   |
| 8-Amarillo                      | 6.035    | fr arc lim  | 0,98   | Granular fina                  | Mod y mod lenta   | 0,52   | 57,0              |
| 9-Blanco                        | 6.519    | arc denso   | 0,64   | Masiva                         | Mod lenta y lenta | 0,49   | 35,27             |

**Figura n° 2.** Nomograma de Wischmeier y Smith (1978).



**FIGURA 5.3**  
Gráficos para el cálculo del factor de erosión del suelo, K de la USLE.  
a) Cálculo del factor K en primera aproximación.  
b) Cálculo del factor K en segunda.

**Figura n° 3** Imagen satelital Landsat TM de 1998. (fuente: Erica Llanos EEA INTA Chubut).

