

AG: GCP/COS/009/ITA

PROGRAMA DE COOPERACION FAO/ITALIA

APOYO AL SERVICIO NACIONAL DE CONSERVACION
DE SUELOS Y AGUAS

COSTA RICA

INFORME FINAL DE LA MISION PARA EL ESTUDIO DE LA EROSION
DE COSTA RICA

(1:200.000)

INFORME PREPARADO PARA EL GOBIERNO DE COSTA RICA

POR

LA ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA
LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

BASADO EN LA LABOR DE

P. J. JEFFERY

CONSULTOR EN MAPEO DE EROSION

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA
LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION
ROMA, 1989

I N D I C E

1.	<u>INTRODUCCION</u>	2
1.1.	Antecedentes y Alcance del Proyecto.....	2
1.2.	Sede de la Consultoría y Fechas.....	4
1.3.	Términos de Referencia.....	4
1.4.	Factor Limitante.....	6
1.5.	Agradecimientos.....	6
2.	<u>ACTIVIDADES Y RESULTADOS DE LA CONSULTORIA</u>	6
2.1.	Mapas Basados en Fotointerpretación.....	7
2.2	Mapa del Factor de Erodibilidad de la Lluvia.....	7
2.3	Informe de la Cuenca del Río Reventazón.....	8
2.4	Mapa de Erosión de Costa Rica, escala 1:200.000...	8
2.5.	Tablas de Conversión de Valores R, K, L y S de la Fórmula U.S.L.E. y su Relación con el Uso de la Tierra.....	8
3.	<u>METODOLOGIA</u>	9
4.	<u>CONCLUSIONES</u>	12
A.	Causas Físicas.....	12
B.	Causas Relacionadas con Factores Socioeconómicos..	14
4.1.	Planificación del Uso de las Tierras.....	15
4.2	La Pérdida de Productividad Agrícola de las Tierras.....	16
4.3	Geografía de la Erosión Hidrica del País.....	17
5.	<u>RECOMENDACIONES</u>	18
6.	<u>ANEXOS</u>	21
A.	ELABORACION DE MAPAS DE EROSION BASADOS EN FOTOINTER- PRETACION. (1:200.000).	
B.	USO DE LAS TABLAS DE CONVERSION DE VALORES R, K, L Y S DE LA FORMULA U.S.L.E., Y SU RELACION CON LOS DIFEREN- TES USOS DE LA TIERRA.	

El presente informe técnico forma parte de una serie de informes preparados en el curso de la ejecución del Proyecto indicado en la portada interna.

Las conclusiones formuladas en el informe son las que se consideran adecuadas, en el momento de su preparación, pero pueden ser modificadas con arreglo a los nuevos conocimientos adquiridos en las fases ulteriores del proyecto.

Las denominaciones empleadas en este documento y la forma en que aparecen los datos presentados no implican, por parte de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

1. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes y Alcance del Proyecto.

La economía de Costa Rica está fuertemente basada en la agricultura. Gracias a su ubicación geográfica el clima y los suelos fértiles, ha sido posible poner en práctica programas de producción de muy alto rendimiento. Sin embargo, la expansión gradual de la actividad agrícola fue exigiendo la tala de la vegetación natural, el bosque tropical, para reemplazarlo por cultivos perennes o anuales o por pastizales dedicados a la ganadería.

A causa de las características topográficas accidentadas de la mayor parte del territorio, la intensidad de las lluvias y la calidad de los suelos, sumado todo al manejo inadecuado de los suelos y la falta de medidas de conservación de los mismos, el cambio de uso de la tierra produjo un dramático aumento de la erosión en todas sus formas.

Las planicies y las áreas cubiertas por bosques primarios son poco susceptibles a la erosión hídrica. El sobrepastoreo es una de las causas más importantes de deterioro de la tierra. Por ser la capa superficial (horizonte A) un recurso no renovable, su pérdida pone en peligro tanto la vida agrícola del país como su infraestructura económica en general, en cuanto a caminos, agua potable, energía hidroeléctrica, riego y proyectos forestales.

Además de los factores relacionados con la agricultura, existen otros que influyen también en la degradación del suelo. Entre ellos, los más importantes son las repetidas quemas, la compactación y la inadecuada proyección y realización de los caminos y carreteras.

Existen datos del año 1982 que establecen que más del 40%

del país sufre erosión en algún grado: 24% de ligera a moderada, 17% erosión severa y un 3.3%, erosión sumamente severa (1).

En 1984 el Gobierno de Costa Rica dió inicio a un programa concreto de manejo y conservación de suelos, con la cooperación técnica de FAO y el apoyo económico del Gobierno de Italia, a través del Proyecto "Apoyo al Servicio de Conservación de Suelos y Aguas". En ese contexto, se hizo evidente la necesidad de elaborar nuevos mapas para reevaluar el estado erosivo actual de las tierras, su riesgo a futuro y las medidas necesarias para detener los procesos de degradación.

(1) CENTRO CIENTIFICO TROPICAL. Perfil Ambiental; Estudio de Campo; AID-USA. 1982.

1.2. Sede de la Consultoría y Fechas.

El lugar donde se desarrollaron las actividades de esta consultoría fue la oficina del Proyecto en San José. Se realizaron además diversas giras de campo a las distintas regiones del país, con énfasis en aquellos lugares donde se pudo apreciar, a través de las distintas etapas de la investigación, evidencia de erosión.

Las actividades de la primera etapa de la consultoría se iniciaron el 15 de septiembre de 1988 y finalizaron el 2 de marzo de 1989. Esa primera etapa debió concluir el 15 de enero de 1989, pero fue necesaria una prórroga de seis semanas, en virtud de la deficiencia de la información que se tenía como base para el estudio. La segunda etapa de la Consultoría comenzó el 4 de mayo de 1989 y concluyó el 16 de julio de 1989.

FAO autorizó una interrupción de dos meses en el desarrollo de la consultoría porque ese período se señaló como plazo necesario para completar la información básica de suelos, requisito indispensable para la elaboración del mapa de erosión. Además, los otros dos miembros del grupo de trabajo debieron ausentarse de Costa Rica para cumplir otras misiones dentro de la Organización. Se consideró entonces que era preferible hacer una pausa hasta que el grupo de trabajo pudiera reunirse nuevamente.

1.3. Términos de Referencia.

Bajo la supervisión de Asesor Técnico Principal (ATP) del Proyecto en coordinación con el Director Nacional, y en colaboración con expertos nacionales e internacionales, el Consultor realizó las siguientes actividades:

- a) Apoyó a la elaboración del mapa de erosión actual y potencial

de Costa Rica, proponiendo métodos para elaborar y presentar los mapas de las cuencas hidrográficas;

b) Determinó las áreas críticas de erosión potencial y riesgo de erosión, con recomendaciones sobre el uso de la tierra, los sistemas de producción y medidas de conservación;

c) Participó activamente en la revisión final del documento final de informe y en la elaboración de los mapas de erosión;

d) Colaboró en el diseño de una segunda fase para el estudio, desarrollo y manejo de las áreas críticas identificadas en el proyecto;

e) Elaboró el informe final de la Consultoría, incluyendo una guía práctica del uso de los mapas y tablas de unidades cartográficas, y recomendaciones de conservación para las instituciones que corresponda.

Por acuerdo con los demás expertos internacionales y nacionales y con la aprobación del ATP del Proyecto se introdujeron los siguientes cambios a los términos de referencia:

1. Considerando que los mapas que se tenían como base para la elaboración del mapa de erosión del país (suelos, uso de la tierra, topográficos) presentaban grandes discordancias, inexactitudes y vacíos en algunos casos, se decidió elaborar nuevos mapas en vez de corregir los antiguos.

2. Tras realizar el experimento metodológico en la cuenca del Río Reventazón se resolvió aplicar la misma metodología por hojas cartográficas, ya que los resultados serían más rápidos y se lograría una mejor visión global de los problemas.

1.4. Factor Limitante.

Un aspecto importante que es preciso mencionar respecto a esta Consultoría fue la falta de una contraparte oficial. La consecuencia fue que no se pudo transmitir los conocimientos y la experiencia técnica del consultor a un profesional nacional de responsabilidad parecida.

En consecuencia, al no contarse con asistentes técnicos con jornada completa, el consultor debió dedicar mucho tiempo a la realización de tareas que podrían haber sido responsabilidad de la contraparte.

1.5. Agradecimientos.

Es preciso mencionar la valiosa cooperación recibida de la Srta. Consuelo Alfaro Chavarria, el Sr. Gilberto Palacios, la Sra. Patricia Barrantes de Palacios, las secretarias y el personal de Cartografía de las Oficinas del Proyecto.

2. ACTIVIDADES Y RESULTADOS DE LA CONSULTORIA.

Durante los siete meses y medio de actividades cumplidas por el consultor se desarrollaron ampliamente las tareas planteadas en los términos de referencia. En efecto, se desarrolló una metodología para determinar la erosión en todo el país, aplicándose inicialmente en una cuenca piloto, la Cuenca Hidrográfica del Río Reventazón. Posteriormente, sobre la base de esa metodología, se elaboró un mapa de erosión de Costa Rica, mapas de erosión potencial bajo diversos usos de la tierra y tablas de valores para los distintos suelos del país en una variedad de condiciones posibles.

2.1. Mapas Basados en Fotointerpretación.

La primera tarea que el Consultor consideró importante fue realizar mapas de todo el territorio de Costa Rica basados en la fotointerpretación del material disponible: fotografía aérea pancromática del año 1984, a escala 1:80.000, que cubrían el 80% del total del territorio, y otra fotografía a menor escala que se obtuvo mediante el Instituto Geográfico Nacional. Esta tarea le permitió obtener una visión global de las áreas susceptibles a la erosión. El sistema empleado aparece descrito en el Anexo A.

Como complemento al método, se solicitó en préstamo a la Dirección de Estadística y Censo, durante algunas semanas, la imagen de satélite de Costa Rica. La información obtenida de este material fue una confirmación de lo anteriormente observado mediante la fotointerpretación.

2.2 Mapa del Factor de Erodibilidad de la Lluvia.

Por no contar en ese momento con el valor de erosividad de la lluvia (factor R de la fórmula USLE) se elaboró un mapa de isoerodientes de Costa Rica, a escala 1:200.000, usando el índice de Fournier (1961), adaptado por FAO (1980). Este mapa y todos los cálculos efectuados se encuentran disponibles en las oficinas del Proyecto de FAO en San José. Se elaboraron los mapas correspondientes para todo el país, que serían aplicados al área piloto del Río Reventazón. Cuando el trabajo se encontraba en este punto, la Universidad Nacional entregó la información del Factor R, obtenida usando la metodología adaptada para Puerto Rico por Kirby y Morgan (véase Informe de la Cuenca del Río Reventazón, FAO 1989. p.51), por considerarse que dicha fórmula mantenía buena correlación con el Factor R original de la fórmula de Wischmeier (1960).

Es interesante observar que la comparación de ambos mapas

dejó en evidencia diferencias menores del 10%, lo que haría recomendable el uso del Índice de Fournier en los casos en que no haya información pluviométrica disponible. Es preciso señalar, sin embargo, que las estaciones ubicadas a más de 2000 metros sobre el nivel del mar no deben ser tomadas en consideración, porque la correlación en esas áreas es muy baja, el número de estaciones situadas a esa altura es escaso y la agricultura practicada en esas áreas es muy limitada.

2.3 Informe de la Cuenca del Río Reventazón.

Con ocasión de la Reunión de Consulta Internacional para Elaborar el Plan Nacional de Conservación de Suelos de Costa Rica, realizada en San José entre 6 y 11 de febrero 1989, se presentó el Informe Técnico No.1 de esta consultoría, donde se describía la aplicación de la metodología para evaluar la erosión en la Cuenca Hidrográfica del Río Reventazón. Cabe mencionar que el buen recibimiento que tuvo esta metodología entre los expertos internacionales confirmó la decisión de aplicarla a la elaboración del mapa de erosión de todo el país.

2.4 Mapa de Erosión de Costa Rica, escala 1:200.000.

Tal como se plantea en los términos de referencia de esta Consultoría, la información de erosión debía hacerse a nivel de cuencas (34), pero por falta de tiempo se realizó en nueve hojas cartográficas que cubren el país en su totalidad, exceptuando la Isla del Coco, para la cual no se contó con información.

2.5. Tablas de Conversión de Valores R, K, L y S de la Fórmula U.S.L.E. y su Relación con el Uso de la Tierra.

El propósito de la elaboración de estas tablas es dar al usuario un rápido acceso a información de pérdida de suelo por erosión hídrica, en Ton/Ha/año, usando todos los factores de la fórmula

U.S.L.E. con excepción del factor P. La diferencia de estas tablas con el modelo original es la ponderación de los valores que resultaron a causa de la metodología usada. (Véase Anexo B).

3. METODOLOGIA

Se consideró varias metodologías para medir la erosión actual y potencial Costa Rica. Los factores tomados en cuenta fueron: disponibilidad de datos, confiabilidad de los resultados y relación con los aspectos agrícolas.

Se seleccionó la metodología USLE porque contiene todos los factores que influyen en la erosión y éstos son comprensibles para el usuario de este estudio. Además, como la metodología ha sido desarrollada y probada durante los últimos 50 años en varios países, se considera que la ponderación de los diversos factores es adecuada.

Se realizó un mapa de suelos del país, en escala 1:200.000, basado en la interpretación de fotos aéreas en escala 1:80.000 y un 80% de control de campo. Los mapas suministran información sobre los suelos principales que existen en el país a nivel de Gran Grupo y la extensión de éstos, expresada como unidades cartográficas. La producción de dichas unidades se basó en la fisiografía (Véase Informe Técnico de A. Vásquez, FAO, Roma 1989). Además se incluyó la topografía dominante dentro de las unidades cartográficas, produciéndose así cinco clases de pendiente (Factor S).

Para el largo de pendiente (Factor L), se usaron las tablas de Wischmeier, donde se promediaron los valores de modo que, a mayor pendiente, menor largo. Así resultaron los valores ponderados:

FACTOR S (%)	FACTOR L (m)	FACTOR LS
0 - 3 (plano)	300	0.35
3 -15 (suavemente ondulado)	150 - 300	2.11
15-30 (moderadamente ondulado)	100 - 150	5.62
30-60 (fuertemente ondulado)	40 - 100	11.79
> 60 (escarpado)	< 40	15.00

Sobre la base del mapa de suelos se calculó el valor del factor K para cada suelo, usando la fórmula de Wischmeier, haciendo la salvedad de que no se pudo usar los valores para la fracción arena muy fina que requiere la fórmula, porque ese valor generalmente no se determina en los análisis de suelos de Costa Rica. Sin embargo, se hicieron correlaciones y estas indicaron que no habían diferencias significativas en el cálculo del Factor K con y sin esta fracción, tomando todas las otras variables de la fórmula, que son:

- porcentajes de limo, arcilla y materia orgánica
- clases de estructura superficial, y
- clases de permeabilidad.

Se elaboró un mapa de uso actual basado en la información existente de SEPSA (1984), el cual fue modificado, resultando sólo cuatro usos principales. Para calcular los valores del uso actual (Factor C) se tomó en cuenta la cobertura foliar, la cobertura muerta y la distribución relativa de la erosividad de las lluvias. Los valores resultantes son:

USO	FACTOR C
Bosques naturales	0.003
Pastos	0.01
Cultivos perennes	0.086
Cultivos anuales	0.34

El Factor R de Wischmeier es el índice de erosividad de las lluvias. Para obtenerlo se necesita saber las intensidades máximas de lluvia en un periodo de tiempo dado. Para obtener ese valor se requiere usar bandas pluviográficas, que no siempre existen. Por ese motivo se usó un sistema alternativo que requiere la cantidad máxima de lluvia en un cierto lapso de tiempo. Con esa información, se hizo un mapa de isoerodientes para el país, a escala 1:200.000.

Se sobrepuso toda la información obtenida para la producción de un mapa básico con códigos completos. Este mapa básico suministra información sobre el factor R (erosividad de lluvias), el factor K (suelos), el factor L.S. (topografía) y el factor C (uso actual).

Conociendo todos estos factores se calculó la erosión por multiplicación de los valores dados (en toneladas.ha⁻¹.año⁻¹) para cada unidad cartográfica. El cálculo fue hecho para la situación del uso actual y también para 4 tipos de uso supuestos (bosques naturales, pastos, cultivos perennes y cultivos anuales).

Sobre la base de esta información se elaboraron diversas tablas que incluyen los estados erosivos de las unidades cartográficas bajo diversos tipos de uso y algunos ejemplos de recomendaciones posibles de manejo y conservación de suelos necesarias para alcanzar el mejor uso de las tierras.

4. CONCLUSIONES

El propósito de esta consultoría fue elaborar mapas, a nivel nacional, de las áreas que presentan los diferentes niveles de degradación de la tierra. Una vez cumplida esa tarea existe una idea más clara de su ubicación y gravedad, lo cual permite concluir lo siguiente:

- La erosión se produce en mayor grado en las tierras escarpadas que en las planicies, bajo iguales condiciones de cobertura y erosividad de las lluvias, como se ha demostrado en el informe de erosión de Costa Rica.

Las conclusiones sobre las causas de la erosión hídrica son las siguientes:

A. Causas Físicas.

1. Erosividad pluvial: la alta erosividad de las lluvias (Factor R), causada por la alta intensidad de los aguaceros y altas cantidades de la precipitación anual. La erosividad generalmente disminuye con la altura, con excepción de las zonas de Monteverde y Cangreja.

2. La erodibilidad de los suelos depende de las características de los mismos en cuanto a textura, estructura, contenido de materia orgánica y permeabilidad (Factor K). Las diferencias en estos factores causan variabilidad en la erodibilidad de los suelos. Sin embargo, la erosión hídrica de los suelos depende en mayor grado en la posición de los mismos en el terreno y la pendiente en la que se encuentran. Además la erosión depende en mayor grado del tipo de uso del suelo y el manejo aplicado por los agricultores.

3. La topografía: más del 50 % del territorio nacional se encuentra en una topografía fuertemente ondulada a escarpada, con pendientes de $> 30\%$ (Factor LS). Como consecuencia, en estos terrenos la erosión hídrica generada por aguas de escurrimiento que logran altas velocidades, puede alcanzar valores altos, especialmente si se ha reducido la cobertura vegetal, como es el caso con los cultivos perennes y anuales sin aplicación de medidas de conservación y manejo de suelos.

4. La cobertura vegetal de los suelos: La cobertura del suelo, la vegetación natural o el tipo de cultivo y el manejo del mismo, están considerados como los factores que más influyen en la erosión hídrica (Factor C). La erosión más grave, tal como se indica en el Mapa 1 : 200.000, se encuentra en los lugares con cobertura de cultivos perennes y anuales. La erosión alcanza el nivel de muy severa (Clase 4), en los terrenos con cultivos anuales con pendientes fuertes, donde no se aplican prácticas de conservación y manejo de suelos (Factor P). Además se concluye que existen áreas casi planas o suavemente onduladas, con cultivos anuales que muestran un elevado grado de erosión hídrica (Liberia). Las lluvias en dichas áreas son muy erosivas y además no se cuenta con la cobertura o rotación de cultivos adecuada. En la provincia de Guanacaste existen casos de formación de cárcavas en suelos casi planos del tipo Mollisoles.

5. Los pastos en terrenos con pendiente (ganadería): En Costa Rica 51% de las tierras agrícolas se encuentran bajo pastos. El 55% de los terrenos con pastos cuentan con una erosión hídrica Clase 2. Las praderas se usan principalmente para la ganadería extensiva; la densidad promedio del ganado es 1.3 cabezas por hectárea. Como consecuencia, se considera que en muchos pastizales la erosión producida por

el sobrepastoreo es superior a la indicada en el mapa 1 : 1.000.000. La metodología aplicada (Wischmeier y Smith, 1978) no considera el efecto del pisoteo del ganado.

Se considera que las áreas con topografía moderadamente y fuertemente ondulada y escarpada, con sobrepastoreo, producen una alta erosión hídrica. Además, estas áreas están sujetas a otros procesos de degradación, como es la compactación de la capa superficial, la formación de terracetas y senderos de ganado, la formación de cárcavas y desgarró y pérdida del horizonte superficial.

Por esta razón se ha producido un mapa para el uso teórico de las tierras bajo pastos (1:1.000.000) que indica las áreas con alto riesgo de erosión.

B. Causas Relacionadas con Factores Socioeconómicos.

6. Población rural: Sobre la base del Censo Agropecuario 1984 se concluye que existen poblaciones rurales muy concentradas en las cuencas hidrográficas del Río Reventazón, Río Grande de Tárcos y del Río Parrita. Son las áreas con suelos fértiles de origen volcánico de la Cordillera Central, Valle Central, vertiente norte y las estribaciones de la Cordillera de Talamanca. Estas áreas cuentan también con un alto número de explotaciones pequeñas, con una extensión < 5 Hás. Se encuentra una situación parecida en la cuenca del Río Barranca.

Estas zonas se muestran en el mapa de erosión hídrica 1:200.000 como áreas de erosión elevada, tanto en cuanto a intensidad como extensión.

7. Conservación y manejo de suelos: La aplicación de las medidas adecuadas de conservación y manejo de suelos es

escasa. Las razones dadas son la falta de conocimiento de las técnicas necesarias, la falta de consciencia del problema y pocas posibilidades de obtener ayuda financiera para hacer inversiones en las propiedades. Además, las posibilidades de conseguir asistencia técnica adecuada son limitadas. Todos estos factores contribuyen en gran medida al uso inadecuado de las tierras y la falta de planificación de las mismas.

4.1. Planificación del Uso de las Tierras.

8. Según el estudio 23% del país, o 39% del área agrícola esta sujeto a la erosión hídrica en grado elevado; estas tierras corren el riesgo de perder su productividad agrícola. Como consecuencia:

9. Se concluye que al menos un 39% del área agrícola no se esta usando de acuerdo con el sistema de planificación del uso de las tierras (sistema de clasificación de capacidad de las tierras, en forma adaptada, 10 clases, según Klingebiel, A. A., y Montgomery, P.H., 1961), en cuanto a los requisitos puestos considerando riesgos de erosión.

10. Se concluye que en áreas moderadamente onduladas, fuertemente onduladas y escarpadas, los terrenos con praderas y ganadería, cuentan con una erosión hídrica elevada y con una degradación de los suelos considerables. Estas áreas no son aptas para la ganadería. Se refiere a 69% del país que corre alto riesgo de degradación de los suelos bajo el uso de las tierras de pastos y con ganadería.

11. Se concluye que 20% del país tiene una topografía plana con pendientes 0 - 3%. Estas áreas son en cuanto al riesgo para la erosión hídrica muy aptas para cultivos perennes y anuales y en

general no requieren la aplicación de medidas de conservación específicas, sino solamente cultivo en contorno o aplicación de cobertura muerta. Sin embargo 80% del país tiene una topografía que es suavemente ondulado hasta escarpado. Estas áreas son moderadamente aptas o no aptas para los cultivos perennes y anuales en cuanto al riesgo para la erosión hídrica. La aptitud depende de la inclinación de la pendiente y aumenta con la introducción de medidas de conservación y manejo de suelos.

12. Se concluye que la falta de correcta planificación para el uso de las tierras se debe a factores como:

- Asistencia técnica limitada para los agricultores.
- Falta de concientización de los agricultores
- Necesidad de usar la tierra disponible sin tomar en cuenta las aptitudes de las mismas.

4.2 La Pérdida de Productividad Agrícola de las Tierras.

13. Se concluye que 24% del país, o 39% del área agrícola está sujeto a un proceso de pérdida de productividad agrícola, causada por la erosión hídrica. Esta pérdida de la productividad se debe a la pérdida del horizonte A de los suelos, el horizonte que tiene calidades más altas en cuanto a estructura y contenido de materia orgánica de los mismos.

14. La pérdida del horizonte A de los suelos del tipo Ultisoles significa una pérdida de productividad muy significativa. Eso se debe también a la baja fertilidad del horizonte B de estos suelos. La recuperación de estos suelos es difícil y antieconómico, especialmente en áreas con pendientes fuertes. Las áreas que encuentran en esta situación son:

- el área de Puriscal
- el Valle del General, por ejemplo, en los alrededores de

la población de Buenos Aires.

- áreas extensivas en la Cordillera de Talamanca
- áreas extensivas en las Regiones Norte y Atlántica.

15. La pérdida de productividad agrícola puede ser considerada como de menor grado en los suelos volcánicos de tipo Andepts. Estos suelos cuentan con horizontes A bien desarrollados y profundos y con horizontes B que tienen más fertilidad que los de los Ultisoles. En la práctica, la vegetación regenera más fácil en estos suelos que en las tierras erodadas con Ultisoles. En cuanto a ese aspecto, se puede considerar los Alfisoles como suelos intermedios.

4.3 Geografía de la Erosión Hídrica del País.

16. Se concluye que la erosión hídrica alta se presenta en forma más extensiva en la vertiente Pacífico del país. En esta zona la causa principal es el uso de las tierras, principalmente dedicadas a pastos y ganadería extensiva. Además, la zona presenta en su mayor parte una topografía quebrada, lo que la hace poco apta para ese uso. Las áreas más afectadas son la Península de Nicoya, las áreas montañosas de los ríos Tusubres, Parrita, Damas, Naranjo, Savegre, Barú y del Río Grande de Térraba. Otra razón para la alta erosión hídrica de la vertiente Pacífica es el hecho de que el clima cuenta con 3 a 5 meses de sequía. Este clima favorece el cultivo del café, cereales, caña de azúcar, y otros cultivos anuales y perennes, los cuales son la causa de alta erosión en las áreas de laderas. Sin embargo estas áreas se encuentran generalizadas en el mapa 1:200.000.

En la cuenca del Río Tempisque, el área de Puriscal, el Valle del Río General y la Zona de San Vito existe una erosión elevada provocada por los cultivos perennes y anuales.

17. La erosión más intensiva se presenta en las partes altas de la cuenca del Río Grande de Tárcos y del Río Parrita, que incluye las laderas con suelos volcánicos de la Cordillera Central y las montañas de las estribaciones de la Cordillera de Talamanca que incluye la zona de Puriscal. Son las áreas con cultivos perennes y anuales que incluyen café, maíz y tabaco.

18. La intensidad y la extensión de la erosión hídrica se encuentran a niveles más bajos en la vertiente Atlántica. La erosión se concentra principalmente en las laderas norte de la Cordillera Central y especialmente en la cuenca hidrográfica del Río Reventazón. Las áreas de preocupación son aquellas con topografía quebrada dedicadas a los cultivos perennes o anuales. Existe una tendencia a colonizar el área, acompañada de un aumento de la erosión hídrica. Este proceso está acompañado de deforestación y la introducción de uso inadecuado de las tierras.

5. RECOMENDACIONES.

De las conclusiones presentadas en los párrafos anteriores se deducen las siguientes recomendaciones:

a. "El éxito de todas las técnicas para predecir erosión dependen del grado de correlación que existe entre las tasas esperadas de erosión y lo que se mide en el campo." (Kirkby, M.J. y Morgan, R.P.C., 1980).

Los dos métodos que se han escrito en los informes de esta consultoría no presentan una comprobación con las tasas reales de erosión en el campo, debido a que faltan informes reales cuantitativa. Por ese motivo se recomienda hacer los estudios con parcelas de escorrentía para la determinación real de la erosión y así comparar estas cifras con las obtenidas por este estudio y en caso necesario, modificar la metodología USLE para Costa Rica.

Un trabajo de este tipo ya se inició en el área de Santiago de Puriscal, con parcelas de escorrentía. Sería conveniente repetir esas pruebas de campo en otras zonas del país para obtener las tasas de erosión bajo diferentes condiciones de clima, suelos, pendientes y uso. Esta operación será cara y demorosa pero entregará información confiable.

b. La intención del autor de este trabajo fue orientar el estudio hacia la elaboración de un sistema concreto de conservación que permita a los planificadores y legisladores elaborar reglamentos y políticas. Con este fin, se ha sugerido agregar un índice de fertilidad a cada unidad cartográfica. Una vez obtenido este sería fácil hacer los cálculos para obtener un índice económico. De esta manera se obtendría:

- Una unidad cartográfica sin medida de conservación de suelo, con una pérdida de cierta cantidad de suelo medida en Ton/Ha/año.
- Una segunda pérdida de suelo, después de aplicar una gama de prácticas de conservación de suelos.
- Un concepto de porcentaje de pérdida del horizonte A, con la consiguiente pérdida de producción a lo largo de un período de 10 años.
- La consecuencia de la pérdida potencial de fertilidad que tendría un costo en colones.

Esta información serviría de punto de partida al planificador y legislador para elaborar las leyes necesarias y de introducir sistemas agrícolas económicos y en base sostenible.

c. Se recomienda que el trabajo presentado por B. Sonneveld en la conferencia internacional de FAO en San José, del 6 al 11 de

febrero de 1989, sobre computarización de los datos para la erosión hídrica de la Cuenca del Río Reventazón sea ampliado y continuado para el resto del país.

d. En áreas donde se permite deforestar, con topografía suavemente onduladas a escarpadas, se recomienda que solo se conviertan a la agricultura las partes planas, dejando las áreas con pendientes con la vegetación original. De esta forma se lograrían varios objetivos: prevenir la erosión hídrica mediante la protección natural del suelo, mantener especies nativas y por consiguiente mantener cierto nivel de vida silvestre. Es posible que sea necesario asesorar cada caso en particular para tomar las medidas pertinentes.

Antes de iniciar una deforestación se recomienda verificar el tipo de suelo que esta bajo presión, mediante un estudio ambiental. Si se trata de un área con suelos de tipo Ultisol es imprescindible evitar el empleo de maquinaria pesada, porque ésta compactaría los suelos y destruiría la fina capa superficial del horizonte A, única porción de esos suelos con cierto grado de fertilidad. Cuando efectivamente se destruye el horizonte A, el costo de recuperar la productividad de esas tierras será muy elevado.

6. A N E X O S

ANEXO A

ELABORACION DE MAPAS DE EROSION BASADOS EN
FOTOINTERPRETACION.
(1:200.000)

CONTENIDOS

Página.

1.	INTRODUCCION	3
2.	METODOLOGIA	3
2.1	Generalidades	3
2.2	Sistema de Paisaje	4
2.3	Leyenda de los Mapas	5
3.	RESULTADOS	
	MAPA DE LOS SISTEMAS DE PAISAJE DE COSTA RICA	5
3.1	Unidades de Origen <u>in situ</u>	5
3.1.1	Sistema de Paisaje Montañoso (D ¹ , D ² , D ³)	5
3.1.2	Sistema de Paisaje de los Macizos Volcánicos (V)	8
3.1.3	Sistema de Paisaje de Mesetas (M ¹ , M ² , M ³)	10
3.2	Unidades de Origen Aluvial	12
3.2.1	Sistema de Paisaje de Terrazas Disectadas (T.D)	12
3.2.2	Sistema de Paisaje de Planicies Aluviales (A ¹ , A ² , A ³ Ø).	14
4.	CONCLUSIONES	16

APENDICES.

a. MAPAS

1. Liberia
2. San Carlos
3. Barra del Colorado
4. Nicoya
5. San José
6. Limón
7. Quepos
8. Talamanca
9. Golfito

1. INTRODUCCION.

Existen diversos métodos para evaluar los grados de erosión del suelo, pero es común a todos ellos contar con el conocimiento de las características físicas básicas del territorio, como un punto de partida para identificar a priori las áreas con mayor riesgo de erosión. Este informe es una breve descripción del método adoptado por este Consultor para elaborar mapas de Costa Rica basados en la fotointerpretación.

2. METODOLOGIA.

2.1. Generalidades.

Para la realización de este estudio se contó con fotografías aéreas de diversos tipos. En primer lugar, fotografías aéreas pancromáticas a escala 1:80.000 del año 1984, que abarcaban casi el 80% del territorio nacional. Las áreas no cubiertas por esas fotografías se estudiaron en fotos a escala 1:60.000, en blanco y negro, proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional.

Sin embargo, hubo algunas áreas que no quedaron cubiertas por las fotografías (por ejemplo, la frontera con Nicaragua, el área de Ciudad Quesada y la Península de Osa) y para su estudio fue necesario recurrir al uso de mapas topográficos y de suelos. Incluso entonces, hubo áreas que no se pudo precisar en las unidades cartográficas, como por ejemplo los deslizamientos lineales en la zona sur.

La fotointerpretación se realizó en un estereoscopio de espejos, marca Sokkisha, modelo MS-27. Una vez obtenida la información, ésta se proyectó en Hojas Cartográficas del Instituto Geográfico Nacional, a escala 1:200.000, mediante un Pantógrafo Óptico modelo 72-0402, de Riebe-Kelsey Instruments.

La información traspasada a las hojas cartográficas fue posteriormente coloreada según una escala cromática que este Consultor ha adoptado como convención en estudios de erosión: tonos de rojo y pardo para las áreas de riesgo muy severo o severo, tonos de amarillo y verde para las áreas con riesgo moderado o ligero. Para los macizos volcánicos, por sus características especiales, se usaron tonos de gris.

2.2 Sistema de Paisaje.

El sistema de clasificación adoptado fue el Sistema de Paisaje (Land Systems, Stewart CSIRO, 1946). Según éste, se distinguen como unidades geográficas las áreas que presentan características recurrentes en cuanto a geología, geomorfología, clima, suelos y vegetación. Una o más facetas configuran el "Sistema de Paisaje". El mérito principal de este enfoque es que permite, en un período relativamente breve de tiempo, elaborar mapas que cubren grandes áreas, gracias a la comprensión global del proceso que ha formado el paisaje.

De las cinco variables mencionadas arriba, tres son independientes (geología, geomorfología y clima) y las dos restantes son dependientes de las anteriores (suelos y vegetación). Dentro del presente estudio no habrá un análisis detallado de las variables, por considerarse innecesario, ya que en el informe técnico de la erosión de Costa Rica No.2 se incluye esta información.

Las unidades geográficas identificadas pueden subdi-

vidirse en unidades menores según sea necesario para la escala en que se esté haciendo el estudio.

2.3 Leyenda de los Mapas.

Para representar las diversas unidades se empleó una letra mayúscula, seguida de un número. La letra representa el sistema de paisaje y el número subdivide la unidad en cuanto al grado de riesgo a la erosión.

† Ej: las zonas montañosas de Costa Rica se representan como D (disectadas), seguidas del número 1, 2 o 3, según sea el grado de disección, de mayor a menor.

Con respecto a los deslizamientos de masas, se reconocieron dos tipos: los eventos individuales identificados en el estereoscopio y mapeados por separado, y el segundo tipo es aquél que abunda a tal punto en un área que se debió delimitar ésta con una línea quebrada, denominándose deslizamientos lineales.

3. RESULTADOS.

MAPA DE LOS SISTEMAS DE PAISAJE EN COSTA RICA.

3.1 Unidades de Origen in - situ:

3.1.1 Sistema de Paisaje Montañoso: D¹ (■), D² (■), D³ (■).

En esta clasificación se incluyen las áreas montañosas escarpadas (D¹), fuertemente disectadas (D²) y moderadamente disectadas (D³), según el grado de disección, pendiente y largo de pendiente.

- **Fuertemente disectado a escarpado.** Estas unidades generalmente presentan una geología de vulcanismo terciario a cuaternario, roca sedimentaria y algunos materiales intrusivos. De éstas, las

más antiguas del Cretáceo se encuentran en la Península de Nicoya. El clima predominante en estas unidades es el tropical húmedo, con excepción de las cimas de las montañas.

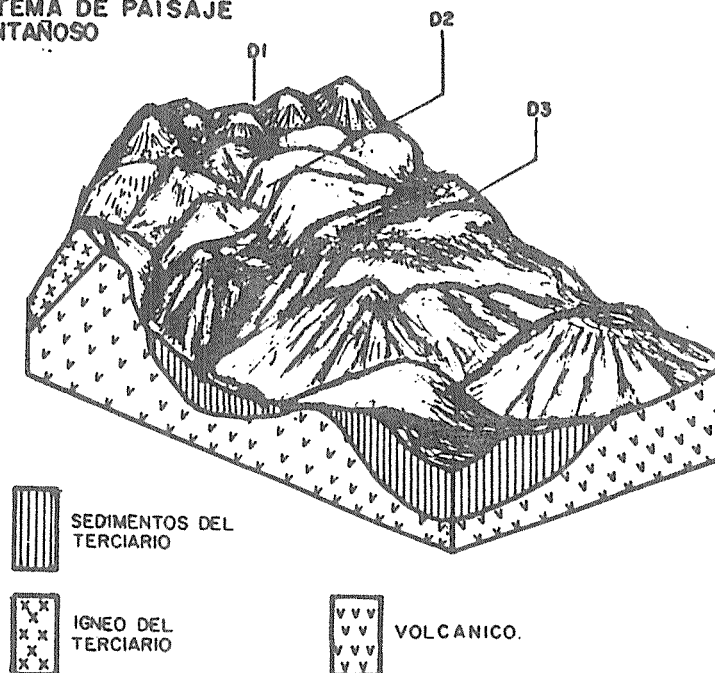
Los suelos en estas unidades son variados, con predominancia de Ultisoles, Inceptisoles y Alfisoles (Informe Técnico A.Vásquez, FAO 1989).

La vegetación original es de bosque tropical húmedo. En las partes más elevadas de la cordillera existe vegetación de páramo. (Holdridge, 1973)

El riesgo de erosión en estas unidades es severo, especialmente cuando ha sido deforestado. Los tipos de erosión más comunes son los deslizamientos de masa, que provocan grandes pérdidas de material hacia los cauces de agua, provocando inundaciones, sedimentación y pérdida de carreteras y edificios. También es posible predecir la formación de terracetas, como consecuencia del sobrepastoreo, lo cual también puede provocar deslizamientos de masa. Además de las dos formas anteriores de erosión, existe la formación de cárcavas, erosión laminar y en surcos. Estas unidades requieren medidas de conservación de suelos cuando son deforestadas.

- Unidades con topografía menos escarpada. Estas se encuentran ubicadas generalmente en áreas con elevaciones menores que el D¹, y rara vez intercaladas con este. En los pocos casos en que ello ocurre, se podría explicar por el hecho de que dichas áreas son remanentes de la topografía original que hasta la fecha actual han escapado de los procesos erosivos que han moldeado la geomorfología presente. Un ejemplo de esta unidad es el área al sureste de las serranías de Nicoya, donde aún se encuentran restos de una meseta del Terciario. Esas áreas se han mapeado como D² y D³.

**BLOQUE ESQUEMATICO DE
SISTEMA DE PAISAJE
MONTAÑOSO**



7

S.C.O.N.

CLIMA (1)	Precipitación /mm	1600 - 8000
GEOLOGIA (2)	Edad	JURASICO - TERCIARIO
	Tipo	VOLCANICOS SEDIMENTARIOS, DIORITAS Y GABROS
GEOMORFOLOGIA	Topografía	D1 FUERTEMENTE ONDULADO A ESCARPADO D2 MODERADAMENTE ONDULADO, D3 SUAVEMENTE ONDULADO
	Pendiente %	D1 30 - 60 +, D2 15 - 30, D3 3 - 15
S U E L O S (3)	Clasificación (grupo)	ULTISOLES, INCEPTISOLES
	Textura Superficial	MEDIAS
	Profundidad Horizonte A Cm.	10 - 30
	Profundidad Efectiva Cm	10 - 150 +
VEGETACION (4)	Natural	PARAMO - BOSQUE PREMONTANO - BOSQUE TROPICAL HUMEDO
	Uso del Suelo	RESERVAS FORESTALES, PARQUES NACIONALES, CULTIVOS PERENNES, ANUALES Y PASTOS
RIESGO DE EROSION	Presente	DESGLIZAMINETOS DE MASA, TERRACETAS, CARCAVAS, SURCOS Y LAMINAR
	Potencial para uso teóricos	DESGLIZAMINETOS DE MASA, TERRACETAS, CARCAVAS, SURCOS Y LAMINAR

(1). Según Mapa de Isoyetas Anuales, 1954 - 1954. Proyecto ICE-IMN, Costa Rica; 1975.

(2). Según Rolando Castillo, Geología de Costa Rica, Ed. UCR, San José, 1984.

(3). Según A. Vásquez, Informe Técnico, "Cartografía y Clasificación de Suelos de Costa Rica" Escala 1:200000, FAO, 1989.

(4). Según: Tosi, Joseph, "Mapa Ecológico de Costa Rica", San José, 1969, Escala 1:750000.

Gómez, Luis; "Mapa de Vegetación de Costa Rica; San José, 1986. Escala 1:250000.

3.1.2 Sistema de Paisaje de los Macizos Volcánicos: V (□)

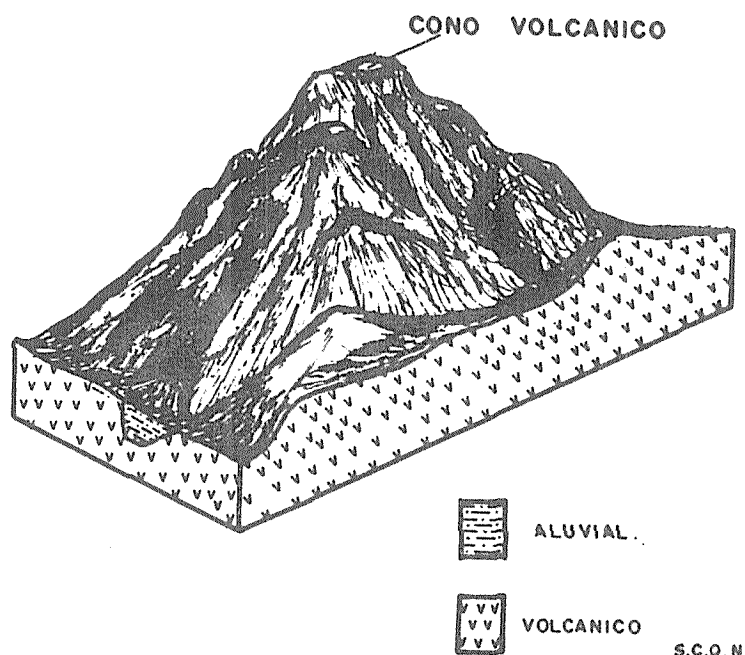
Esta unidad corresponde a los macizos volcánicos del país. Los principales son: Rincón de la Vieja, Miravalles, Orosí, Tenorio, Arenal, Santa María, Poás, Barva, Irazú y Turrialba. Estos se encuentran a lo largo del sistema montañoso que cruza el territorio de noroeste a sureste. Sólo el Volcán Arenal tiene la forma cónica típica.

La geología es del Cuaternario. Algunos de estos volcanes están activos en la actualidad, como por ejemplo el Poás y el Arenal.

El clima de esta unidad es tropical húmedo y en las partes más elevadas existen zonas frías que se clasifican como subalpinas. Los suelos predominantes son los Distrandepts (Vásquez, FAO 1989).

La vegetación es de bosque tropical húmedo en las áreas bajas y páramo en las altas (Holdridge, 1973).

El riesgo de erosión en estas unidades depende de la cobertura vegetal. Cuando todavía existe el bosque tropical o el páramo, el riesgo a la erosión se considera mínimo, pero si las laderas han sido deforestadas y se cultivan sin medidas de conservación de suelos, existen grandes pérdidas. Un buen ejemplo de esto es lo que sucede en las laderas fértiles del Volcán Irazú.



CLIMA (1)	Precipitación /mm	2000 - 4000
GEOLOGIA (2)	Edad	DEPOSITOS CUATERNARIOS
	Tipo	COLADAS DE LAVA, BRECHAS VOLCANICAS, TOBAS, CENIZAS, ARENA Y LAPILLI
GEOMORFOLOGIA	Topografía	CONOS Y MACIZOS VOLCANICOS
	Pendiente %	30 - 60 %
S U E L O S (3)	Clasificación (grupo)	INCEPTISOL
	Textura Superficial	MEDIANAS
	Profundidad Horizonte A Cm.	10 - 30
	Profundidad Efectiva Cm	10 - 150 +
VEGETACION (4)	Natural	EN PARTES ALTAS BOSQUE HUMEDO PREMONTANO, PARTES BAJAS BOSQUE HUMEDO TROPICAL
	Uso del Suelo	EN PARTES MUY ESCARPADAS Y ALTAS RESERVAS FORESTALES Y PARA RECREACION, EN EL RESTO GANADERIA Y HORTICULTURA.
RIESGO DE EROSION	Presente	EN PARTES MUY ESCARPADAS Y ALTAS BAJO COBERTURA NATURAL EL RIEZGO ES BAJO, EN EL RESTO BAJO USO GANADERO Y HORTICULTURA HAY EROSION LAMINAR, TERRACETAS, SURCOS, CARCAVAS, DESGLIZAMIENTOS DE MASA
	Potencial para uso teóricos	EN PARTES MUY ESCARPADAS Y ALTAS BAJO COBERTURA NATURAL EL RIEZGO ES BAJO, EN EL RESTO BAJO USO GANADERO Y HORTICULTURA HAY EROSION LAMINAR, TERRACETAS, SURCOS, CARCAVAS, DESGLIZAMIENTOS DE MASA

(1). Según Mapa de Isoyetas Anuales, 1954 - 1973. Proyecto ICE-IMN, Costa Rica; 1975.

(2). Según Rolando Castillo, Geología de Costa Rica, Ed. UCR, San José, 1984.

(3). Según A. Vázquez, Informe Técnico, "Cartografía y Clasificación de Suelos de Costa Rica" Escala 1:200000, FAO, 1989.

(4). Según: Tosi, Joseph, "Mapa Ecológico de Costa Rica" San José 1969, Escala 1:750000.

Gómez, Luis, "Mapa de Vegetación de Costa Rica; San José, 1986. Escala 1:250000.

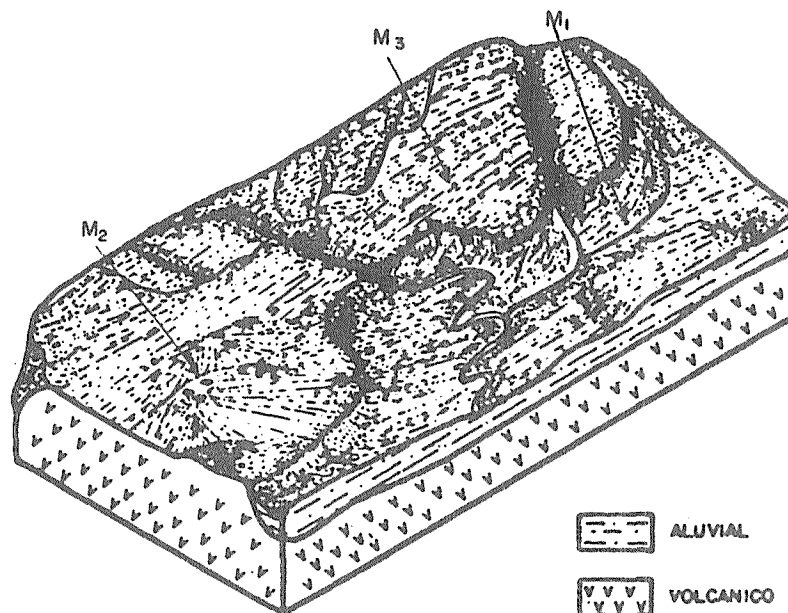
3.1.3 Sistema de Paisaje de Mesetas: M¹ (■), M² (■), M³ (■).

Estas unidades corresponden a la Meseta de Santa Rosa en Guanacaste. Se han diferenciado tres unidades, dependiendo de la topografía. M¹ representa la meseta más escarpada y M³ la menos disectada.

La meseta es un sistema complejo. Existe una meseta original, del Terciario medio o inferior, compuesta de sedimentos gruesos. Sobre esa superficie se encuentran las ignimbritas volcánicas, con afloramiento de rocas.

El clima es tropical seco, con cinco a seis meses sin lluvia, y la vegetación, por lo tanto, es de bosque tropical seco. Los suelos son Entisoles. (Vásquez, FAO 1989)

El riesgo de erosión en las partes planas es mínimo cuando se ha mantenido la vegetación. Puede afirmarse que la forma de erosión predominante en esas áreas es la laminar. Cuanto mayor sea la disección de la meseta, mayor es el riesgo que existe de degradación de las tierras.



S.C.O.N.

CLIMA (1)	Precipitación /mm	1600 - 3000
GEOLOGIA (2)	Edad	CUATERNARIOS
	Tipo	MESETA DISECTADA
GEOMORFOLOGIA	Topografía	PLANO A ESCARPADO
	Pendiente %	CUBIERTA 1 - 10%, LADERAS 10 - 60%
S U E L O S (3)	Clasificación (grupo)	ENTISOLES
	Textura Superficial	MEDIAS A GRUESAS
	Profundidad Horizonte A Cm.	0 - 10
	Profundidad Efectiva Cm	10 - 110
VEGETACION (4)	Natural	BOSQUE TROPICAL SECO
	Uso del Suelo	GANADERIA
RIESGO DE EROSION	Presente	LAMINAR SEVERA
	Potencial para uso teóricos	LAMINAR SEVERA

(1). Según Mapa de Isoyetas Anuales, 1954 - 1973. Proyecto ICE-IMN, Costa Rica; 1975.

(2). Según Rolando Castillo, Geología de Costa Rica, Ed. UCR, San José, 1984.

(3). Según A. Vásquez, Informe Técnico, "Cartografía y Clasificación de Suelos de Costa Rica", Escala 1:200000, FAO, 1989.

(4). Según: Tosi, Joseph, "Mapa Ecológico de Costa Rica", San José, 1969, Escala 1:750000.

Gómez, Luis, "Mapa de Vegetación de Costa Rica"; San José, 1986. Escala 1:250000.

3.2 Unidades de origen aluvial.

3.2.1 Sistema de paisaje de terrazas disectadas: T.D. (■)

Esta unidad pertenece al sistema cuaternario aluvial que se encuentra al norte del territorio nacional (Llanura de San Carlos). Corresponde a terrazas aluviales disectadas cuyo material proviene de los macizos montañosos que cruzan el país. En consecuencia, el material primario es, en su mayoría, de origen volcánico y sedimentario. Este material es profundo y su estado de meteorización es bastante avanzado, produciendo un moteado blanco (Kaolinita).

Los suelos desarrollados en esta zona son en su mayoría Ultisoles (Vásquez, FAO 1989). El clima es tropical húmedo y la vegetación original de la zona, el bosque tropical húmedo.

El riesgo de erosión en este tipo de paisaje varía con el uso y la posición geográfica del área; es decir, las laderas sufren mayor pérdida que las planicies. Bajo vegetación natural o introducida y bien establecida se espera una erosión mínima en las partes planas y suavemente onduladas. Bajo cultivos anuales y en partes moderadamente o fuertemente onduladas se puede esperar una erosión severa.

En las áreas con pastos y ganado, con topografía moderada y fuertemente ondulada, se espera una erosión alta, ya que cuando esos suelos pierden su horizonte superficial (A) es muy difícil que regenere una cobertura vegetal, debido a la poca fertilidad del subsuelo.

3.2.2 Sistema de paisaje aluvial: A¹ (■), A² (■), A¹⁰ (□)

Esta unidad se encuentra dispersa en todo el territorio. Con mayor frecuencia está en las áreas costeras. Además hay pequeñas áreas en los valles intermontanos.

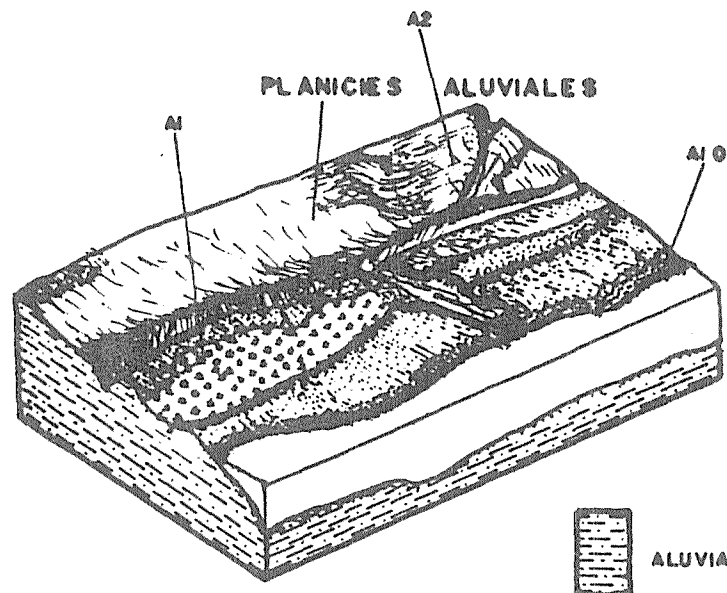
La unidad se divide en tres clases con características bien definidas:

- A¹ corresponde a las áreas más bajas, de pantanos con vegetación de manglar, sin drenaje y con poco valor agrícola,
- A² representa las áreas más elevadas, mejor drenadas y con vegetación de bosque tropical húmedo. Los suelos más comunes en estas áreas son los Entisoles e Inceptisoles (Vásquez, FAO 1989)
- A¹⁰ se refiere a las playas del Caribe, con suelos arenosos y poco fértiles y con un riesgo de erosión hídrica mínimo. Sólo están expuestas a la acción erosiva del mar.

El riesgo de erosión en estas unidades es mínimo cuando se ha mantenido la vegetación. El sobrepastoreo, sin embargo, puede producir una erosión considerable en forma de cárcavas y surcos, cuando no se maneja adecuadamente en las partes con pendientes. En suelos planos, como es el caso de los Vertisoles de Guanacaste, no se prevé erosión ni siquiera bajo cultivos anuales.

**BLOQUE ESQUEMATICO DE
SISTEMA DE PAISAJES DE
TERRAZAS DISECTADAS**

14



CLIMA (1)	Precipitación /mm	1600 - 8000
GEOLOGIA (2)	Edad	DEPOSITOS CUATERNARIOS
	Tipo	MATERIALES ALUVIALES, COLOVID-ALUVIALES, FLUVIO-LACUSTRES Y LAHARES
GEOMORFOLOGIA	Topografía	TERRAZAS DISECTADAS Y PLANICIES ALUVIALES
	Pendiente %	1 - 20 %
SUELOS (3)	Clasificación (grupo)	ULTISOLES, MOLISOLES, VERTISOLES, ENTISOLES Y HISTISOLES
	Textura Superficial	LIVIANAS - PESADAS
	Profundidad Horizonte A cm.	10 - 40
	Profundidad Efectiva cm	10 - 150 +
VEGETACION (4)	Natural	BOSQUE TROPICAL HUMEDO - MANGLARES
	Uso del Suelo	FRUTALES, CULTIVOS ANUALES Y GANADERIA
RIESGO DE EROSION	Presente	TOLERABLE A LIBERA, EROSION LAMINAR, EOLICA Y EN SURCOS, FOCAS CARCAVAS
	Potencial para uso teóricos	TOLERABLE A LIBERA, EROSION LAMINAR, EOLICA Y EN SURCOS, FOCAS CARCAVAS

(1). Según Mapa de Isoyetas Anuales, 1954 - 1973. Proyecto ICE-IMN, Costa Rica; 1975.

(2). Según Rolando Castillo, Geología de Costa Rica, Ed. UCR, San José, 1984.

(3). Según A. Vázquez, Informe Técnico, "Cartografía y Clasificación de Suelos de Costa Rica" Escala 1:200000, FAO, 1989.

(4). Según: Tosi, Joseph, "Mapa Ecológico de Costa Rica", San José, 1969, Escala 1:750000.

Gómez, Luis, "Mapa de Vegetación de Costa Rica; San José, 1986. Escala 1:250000.

4. CONCLUSIONES

Al completarse el trabajo de elaboración de mapas de erosión basados en fotointerpretación se comprobó que este método es de gran confiabilidad en cuanto al diagnóstico de la existencia de erosión. Los resultados muestran en forma global los factores que, al correlacionarse en mayor o menor grado, van a estar presentes en toda área erosionada o de alto riesgo. Ellos son una topografía escarpada, la deforestación realizada por el hombre, el mal uso de las tierras en agricultura y ganadería y la intensidad de las lluvias, además de otros factores de menor incidencia.

Sin embargo, esta evidencia clara de erosión de la tierra no va acompañada del elemento cuantitativo, por lo que fue necesario hacer uso de otro modelo para poder conocer exactamente la gravedad del proceso erosivo acusado mediante fotointerpretación. Nos referimos al Modelo de Wischmeier y Smith, aplicado en los Informes Técnicos de "Evaluación de los Estados de Erosión Hídrica de los Suelos en la Cuenca del Río Reventazón" y "Evaluación del Riesgo de Erosión Hídrica en Costa Rica", ambas publicaciones de Jeffery, Sonneveld y Dercksen, 1989.

ANEXO B

USO DE LAS TABLAS DE CONVERSION DE VALORES R, K, L Y S DE LA FORMULA U.S.L.E., Y SU RELACION CON LOS DIFERENTES USOS DE LA TIERRA.

tierra no tuviera ninguna cobertura, barbecho continuo. Se coloca la cifra en una casetilla en el centro de la columna y posteriormente se multiplica por los diferentes usos de la tierra. El resultado final será una columna, dividida en cuatro casillas, que corresponde a una unidad de suelo determinada, con la precipitación, pendiente y uso de la tierra que corresponda.

Cuando el valor final para un cierto uso es menor de 1 ton/ha/año se ha empleado el signo < 1. Además se aproximaron los valores 0.5 y mayores a la cifra superior, y los menores de 0.5 se bajaron a la cifra inferior.

Procedimiento para usar la tabla:

1. Se identifica el suelo y su valor K. (Tabla ,p.) Esta información llevará al usuario a una de las diecisiete tablas.
2. A continuación se determina el valor R que corresponde al área donde se encuentra dicho suelo.
3. En seguida es preciso determinar el valor LS del suelo.
4. Finalmente, se busca el uso que se le da a esa tierra (uso actual), o que se le piensa dar. Este sigue el siguiente orden, de izquierda a derecha:

VALOR FACTOR C

V = bosques (naturales)	0.003
IV = pastos (sin pastoreo)	0.01
III = cultivos perennes	0.086
II = cultivos anuales	0.34

(Los valores del Factor C no incluyen medidas de conservación de suelos).

EJEMPLO:

Unidad: Mt-p II 1445

Esa clave significa

1. Que el suelo es un Mollisol (Factor K = 0.29)
2. Que el valor del Factor R (erosividad de las lluvias) es 1445
3. Que el terreno es plano (Factor L.S. = 0.35)
4. Que tiene un cultivo anual (Factor C = 0.34)
 $0.29 \times 1445 \times 0.35 \times 0.34 = 49.9 \text{ ton/ha/año}$
 Clase de Erosión = 2.

En estas tablas aparecen los cálculos para todas las combinaciones posibles, aún cuando algunas de ellas no se vayan a usar por no existir en el país. Por ejemplo, no existen suelos Vertisoles en terrenos escarpados, pero por razones de ordenamiento se incluyeron todos los valores al preparar la tabla.