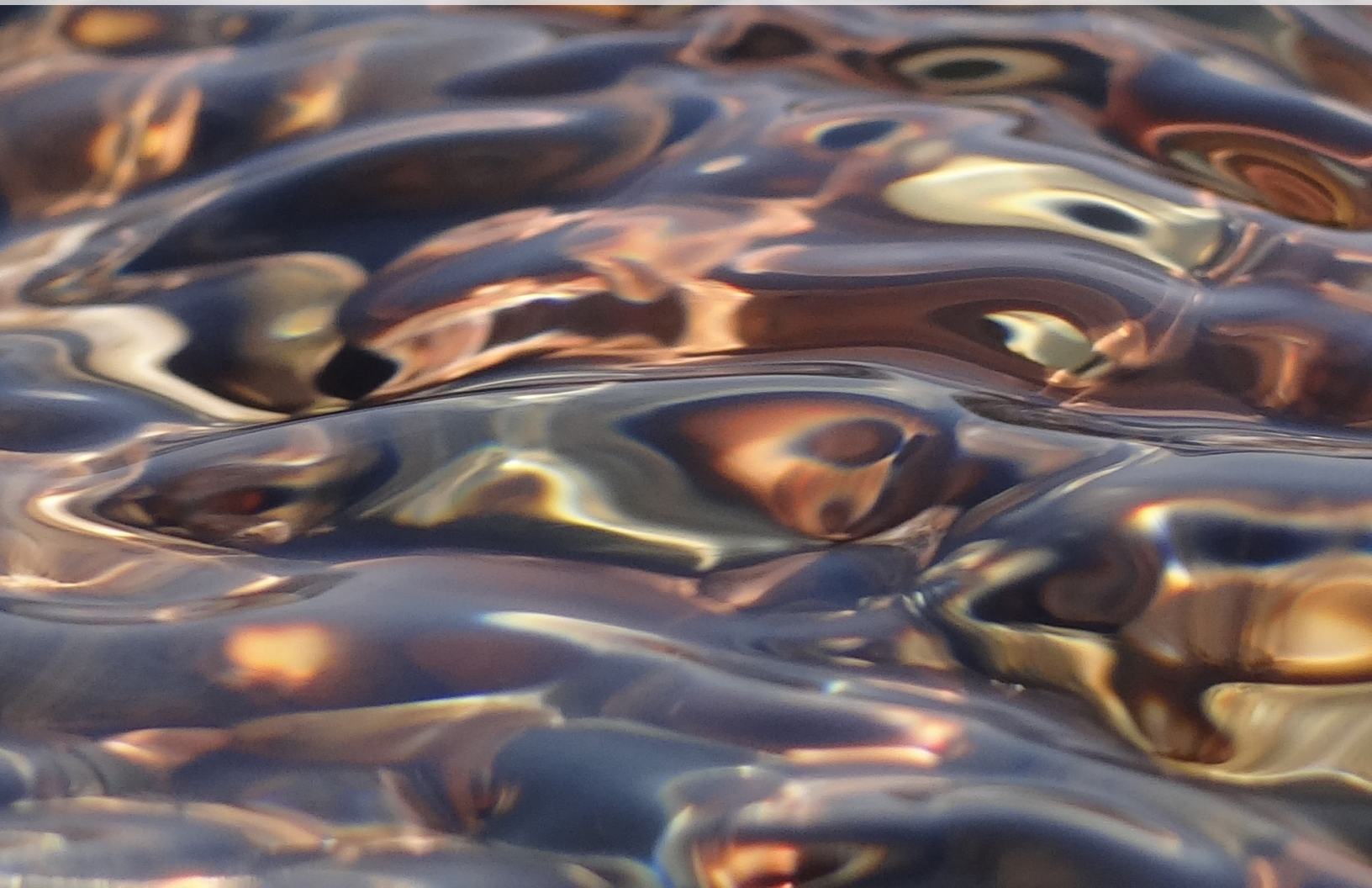
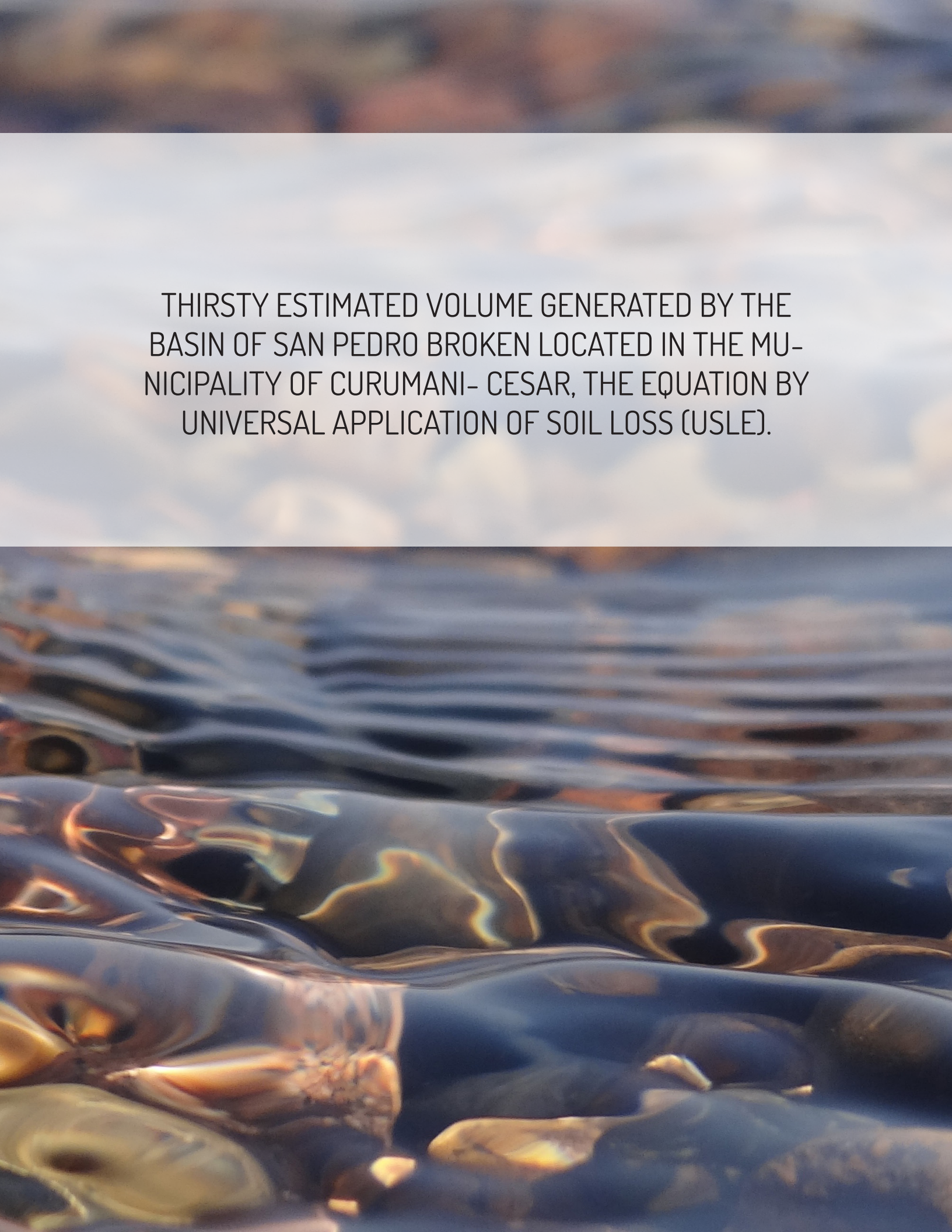


**ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE  
SEDIMENTOS GENERADOS POR LA  
CUENCA DE LA QUEBRADA SAN PEDRO  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE  
CURUMANI- CESAR, MEDIANTE LA  
APLICACIÓN DE LA ECUACION UNIVERSAL  
DE PERDIDA DE SUELO (EUPS).**

**Fecha de Ingreso: 3 de Marzo/2014 -- Fecha de Aceptación: 18 de Marzo/2014**



The background of the image consists of a close-up, low-angle shot of water ripples. The water is dark blue, and the ripples create a complex, wavy pattern of light and shadow. The lighting is soft, suggesting a sunset or sunrise, with warm tones reflecting off the water's surface. The text is centered in the upper half of the image, overlaid on a semi-transparent white rectangular area.

THIRSTY ESTIMATED VOLUME GENERATED BY THE  
BASIN OF SAN PEDRO BROKEN LOCATED IN THE MU-  
NICIPALITY OF CURUMANI- CESAR, THE EQUATION BY  
UNIVERSAL APPLICATION OF SOIL LOSS (USLE).

ANGELICA PATRICIA  
BARRAZA MEDINA

ANTONIO RUDAS MUÑOZ  
ALBERTH JOSÉ ORCINE BECERRA

## RESUMEN

La Quebrada San Pedro nace en el municipio de Curumaní en la Vereda Casa e Piedra, La cuenca tiene una extensión de 21.087 hectáreas, está ubicada en la parte nororiental del país, en la subregión Centro del departamento del Cesar.

La quebrada mencionada anteriormente, es objeto de explotación de sedimento de fondo en diferentes tramos, desde hace al menos 20 años; lo cual seguramente ha incidido en la producción de sedimentos y su arrastre hacia la llanura aluvial, provocando cambios en el régimen hidrológico. La actividad de extracción de sedimentos, comúnmente conocido como material de arrastre, así como el aprovechamiento del recurso hídrico superficial, podría estar siendo llevada a cabo sin conocer la verdadera naturaleza del régimen hidrosedimentológico, o de transporte de sedimentos en un flujo superficial, que gobierna a una corriente en particular, lo cual resulta en el deterioro progresivo de la misma.

Por esta razón hemos decidido estudiar su geomorfología y todos los parámetros correspondientes al área, para aplicar y hacer uso de la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS) consiguiendo con esta conocer el volumen anual de sedimentos aportados por la cuenca San Pedro y de esta manera realizar una explotación rentable y ambientalmente sostenible.

## PALABRAS CLAVES

Hidrosedimentológico, sedimento, flujo superficial, régimen hidrológico, recurso hídrico.

## ABSTRACT

San Pedro Basin born in the town of Curumaní in Vereda House and Stone, The basin covers an area of 21,087 hectares, is located in the northeastern part of the country in the subregion Center of Cesar.

The basin mentioned above, is subject to exploitation of bottom sediment in different sections, for at least 20 years; This has certainly affected the sediment yield and drag to the floodplain, causing changes in the hydrological regime. The extraction of sediments, commonly known as drag material and the use of surface water resources might be being held without knowing the true nature of Hydrosedimentological regime or sediment transport in overland flow, which governs a particular current, which results in the progressive deterioration of the same.

For this reason we decided to study its geomorphology and all parameters for the area, to implement and use of the universal equation of soil loss (USLE) getting with this meet the annual volume of sediments carried by the river basin San Pedro and in this so make a profitable and environmentally sustainable exploitation.

## KEYWORDS

Hydrosedimentological, sediment, surface flow, hydrological regime, water resource.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso básico necesario para satisfacer las necesidades de las personas y por eso se debe cuantificar su disponibilidad en cantidad y calidad. Por eso deben ser generados estudios que aseguren su gestión integrada propendiendo siempre por garantizar su sostenibilidad; entendiéndose el desarrollo sostenible, como el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades. (Ley 99 de 1993. Artículo 3).

Teniendo en cuenta el anterior artículo, se realizó una investigación en la cuenca de la quebrada San Pedro en el municipio de Curumani – Cesar con el fin de conocer el volumen generado por la cuenca mediante la aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS) y mejorar las técnicas de extracción de material de arrastre. Una estrategia fundamental para la gestión y manejo de cuenca es identificar cuáles son los factores y condiciones en la que se encuentra el área de estudio en cuanto al factor climático, tipo de suelos entre otros.

El objetivo de este estudio es obtener un mejor aprovechamiento de los recursos de la cuenca San Pedro, tratando de mitigar los efectos adversos de las sequías hidrológicas y de las crecidas que inevitablemente se presentan en tales sistemas debido a su naturaleza variable a través del tiempo y del espacio.

Esta variabilidad en un sistema hídrico, superficial o subterráneo, suele verse magnificada y acelerada por la explotación y uso de los recursos naturales. En estas alteraciones sobresale el aporte de sedimentos sobre las corrientes hídricas y las variaciones que estos introducen, y aún más, la información que pueden aportar

acerca del origen de dichos materiales. Es así como los estudios sedimentológicos se convierten en una potente herramienta en el conocimiento de las alteraciones ocasionadas a los sistemas hídricos como consecuencia de diversos esquemas de intervención e interacción con el medio natural.

Lo que se busca con el proyecto base es brindar estrategias para el aprovechamiento adecuado del material que esta produce con el fin de realizar acciones de recuperación y conservación de este ecosistema para así tener un fortalecimiento económico y social en el municipio.

## MÉTODOS Y MATERIALES

Teniendo en cuenta la información competente al proyecto obtenida mediante búsqueda, lectura, Selección, fichero, organización, se planifica el desarrollo de la investigación a través de los siguientes parámetros estudiado: geología, geomorfología, clima, componentes del suelo, granulometría, pérdida de suelos.

- **Geología;** En el área de influencia de la quebrada San Pedro afloran rocas ígneas, sedimentarias, y depósitos aluviales, que varían de edad Jurásica hasta el Cuaternario. El área de estudio pertenece a la formación Norean, litológicamente consta de una secuencia interestratificada de metareniscas de grano fino a medio, metalimolitas y metalodolitas, de colores gris, a gris verdoso y gris amarillento, en capas delgadas a gruesas; con intercalaciones menores de Las meta-arcosas de grano grueso, en parte conglomeráticas, gris claros, con cantos principalmente de cuarzo, embebidos a una matriz arenosa y en capas gruesa. Las filitas son de grano fino y finamente estratificada, Las cuarcitas son blancas, duras en bancos gruesos, localmente manchadas por óxidos de hierro e intercaladas con filitas.

También se encontraron depósitos cuaternarios entre ellas las terrazas aluviales, Depósitos aluviales recientes y de llanuras de inundación (Qllal).



Figura 1. Formación Noreán (J1-2n)

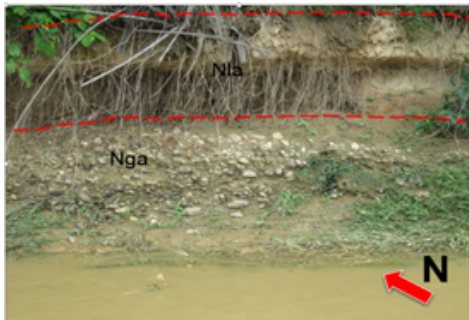


Figura 2. Depósitos de Terraza Aluvial



Figura 3. Nivel arena limosa de color naranja amarillento, este nivel hace parte de los depósitos aluviales.

-**Geología estructural;** El sector la quebrada San Pedro se ve afectado por la Falla Curumani, Falla de tipo dextral con una dirección  $N30^{\circ}E$ , causando un control estructural en parte de su cauce en el sector suroriental aguas arriba; gran parte del trayecto de la Falla Curumani se encuentra enmascarado por sedimentos cuaternarios, pero al Suroeste del sector afecta y fuertemente las rocas de la Formación La Virgen y Noreán, generando zonas de cizallamiento y fracturamiento, (Ingeominas UIS, 2006).

- **Clima;** El municipio de Curumani se encuentra situado en la zona de los Valles de los ríos Cesar y Magdalena, donde la precipitación oscila entre 900 y 1500 mm, y su bajo valor es debido a la acción secante de los vientos Alisios del noreste, que no encuentran obstáculos orográficos en estos sectores. Esta región se ve afectada por los parámetros de precipitación, de temperatura, humedad relativa, brillo solar

- **Componente suelo;** según el instituto geográfico "agustin Codazzi" (IGAC), los procesos de zonificación, de la información de suelos, radica en que se pueden determinar: los riesgos de erosión, las áreas aptas para la utilización agrícola, ganadera y forestal en unidades de agro sistemas, resaltando los mayores problemas o limitantes que restringen el uso, además de otras aplicaciones desde el punto de vista hidrológico, de desertización, de riesgos naturales, entre otros. Además, bajo las técnicas de los sistemas de información geográfica (SIG), es más fácil y versátil orientar y planificar el uso y manejo de las unidades de tierra, y enfocar los esfuerzos de investigación y transferencia de tecnología con base en los resultados a otras áreas con condiciones similares.

Los suelos en esta zona se desarrollan principalmente en la geo-forma de basin con relieve plano cóncavo, clima cálido húmedo, formados de arcillas y limos, procesos morfo dinámicos dominantes de sedimentación y decantación de materiales por los desbordamientos de las corrientes fluviales, son suelos jóvenes, muy superficiales, de texturas finas a moderadamente gruesas, con drenaje natural muy pobremente drenados, de fertilidad baja, limitados por nivel freático e inundaciones.

- **Granulometria;** Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a la medición y gradación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis,

tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

Para este estudio hemos tomado 84 puntos de muestras para la toma de material, especificando el porcentaje de humedad natural; y con relación a ese comportamiento granulométrico se define el grupo al que pertenecen dentro de los sistemas de clasificación de suelo AASTHO y el Unificado.

- **Perdida de suelo por erosión;** La erosión del suelo es un proceso que siempre ha acompañado a la tierra. Es generado por el agua y el viento y potencializado por los procesos antrópicos. Podría afirmarse que es un proceso natural que por acción del hombre puede aumentar la tasa de generación del mismo.

Las consecuencias de la erosión del suelo se manifiestan tanto en el lugar donde se produce como fuera de él. Los procesos erosivos se muestran con mayor preocupación en zonas agrícolas donde la redistribución y pérdida de suelo, la degradación de su estructura y el arrastre de materia orgánica y nutrientes llevan a la pérdida de espesor del perfil superficial y al descenso de la fertilidad. Por esta razón hacemos uso de la ecuación universal de pérdida de suelos (EUPS), la cual es un modelo matemático que agrupa seis parámetros que permiten predecir la generación promedio anual de pérdida de suelo, en una determinada área de estudio. Esta ecuación evalúa el potencial de erosión o riesgo de erosión a la que está expuesto cierto terreno en condiciones determinadas, tales como pendiente, intensidad de lluvia, prácticas de uso y manejo del suelo:

$$A = 224,2 * R * K * LS * C * P$$

Donde: A: erosión superficial media anual o producción bruta específica de sedimentos [(T/ha)/año],

Siendo T: toneladas métricas;

R: factor de erosividad de lluvia-escorrentía.

K: factor de erosionabilidad del suelo.

LS: factor topográfico de longitud y pendiente del terreno.

C: factor de cobertura vegetal

P: factor de prácticas conservacionistas para control de erosión y 224,2 es un coeficiente de conversión de unidades.



Figura 4. Factores que componen la ecuación

**Factores que componen la ecuación:** Son dos los tipos de factores que, de manera fundamental, le dan estructura a la ecuación: por un lado se encuentran los factores que determinan la erosividad del suelo (la lluvia, las condiciones de longitud y pendientes y el uso y cobertura del suelo) y, por otro lado, los factores que son susceptibles de ser afectados por la lluvia, es decir, el suelo propiamente dicho, conjuntamente con las configuraciones propias del tipo de suelo.

Finalmente se ejecuta la ecuación de pérdida de suelo y se conocen los resultados a partir de los parámetros analizados anteriormente.

## RESULTADO

De acuerdo a la metodología desarrollada del proyecto en curso y a las experiencias de campo que se han logrado desarrollar hasta el momento, encontramos los siguientes resultados preliminares:

Inicialmente dar a conocer que no solo se realizó un minucioso estudio de la taza

de aporte de cada microcuenca, sino que también se tuvo muy en cuenta la cobertura vegetal que la compone. El objetivo de este último estudio en mención fue representar de manera porcentual, todas las coberturas vegetales que conforman las microcuencas, de esta manera tomar el valor más representativo y aplicarlo en la fórmula general de la ecuación universal de pérdida de suelos.

Luego se discriminan los valores para cada una de las micro cuencas, y su respectiva cobertura vegetal, al final, el resultado que nos arroja la sumatoria de los datos de cada micro cuenca, será el valor total correspondiente al promedio de cada una de las coberturas de la cuenca de San Pedro, y la aplicaremos en la fórmula general de pérdida de suelo, para poder obtener el valor de la taza de aporte.

Luego de realizar los cálculos para cada una de las micro cuencas, procedemos a realizar la sumatoria de los resultados que cada una de ellas género, de esta manera procedemos a reemplazar los datos en la fórmula universal de pérdida de suelo.

$$A = 224,2 * R * K * LS * C * P$$

Es necesario notar que no todo el sedimento producido por erosión superficial ingresa a la red hidrográfica y es transportado por los cursos de agua hasta la sección de control. En general, el sedimento que efectivamente alcanza la sección de control (SY) es menor que la cantidad de sedimento producido por erosión superficial (A). La relación entre estas dos magnitudes se denomina relación de erogación de sedimentos y es menor que la unidad:

$$SY = SDR * A$$

Donde SY es la producción neta específica de sedimentos [(T/km<sup>2</sup>)/año] y SDR es la relación de erogación de sedimentos.

La Erosividad R puede ser calculada utilizando la expresión de Lombardi Neto Moldenhauer (1980):

Donde: R: Índice medio de erosividad anual.

p: Precipitación media mensual 142,66 mm/mes.

P: Precipitación media anual 1711,9 mm.

El valor obtenido fue:

$$R = 56,31$$

La erodabilidad K representa la susceptibilidad del suelo a la acción erosiva y será función de las características físicas de los suelos: textura, permeabilidad, capacidad de filtración, estructura, granulometría, contenido de materia orgánica, etc.

El SCS (Soil Conservation Service) clasifica a los suelos de la manera siguiente:

- **Suelos A.** De bajo potencial de escurrimiento, buena permeabilidad, por lo que la infiltración mantendrá valores altos, aun cuando estén húmedos. Pertenecen a este grupo los suelos gravosos, gravo-arenosos y arenosos gruesos.

- **Suelos B.** Mantienen moderadas velocidades de infiltración y mayores valores de escurrimiento. En este grupo se consideran a suelos arenosos, limo-arenosos con reducida presencia de materia coloidal.

- **Suelos C.** En estos suelos la infiltración es lenta, es frecuente la presencia de material muy fino, mezclados con partículas gruesas. A este grupo pertenecerán los suelos franco-arcillosos y franco-arcillo-arenosos.

- **Suelos D.** Estos suelos son los que presentan mayor potencial de escurrimiento. Se considerarán como suelos de este grupo a los de grano fino, que forman capas prácticamente impermeables por lo que la infiltración será muy lenta. En este caso se considerarán a los suelos arcillosos.

Tipo de suelo	Rango de variación de K
A	0.16 - 0.23
B	0.13 - 0.38
C	0.13 - 0.18
D	0.07 - 0.12

Tabla. Tipos de suelos

Teniendo en cuenta lo anterior, se obtuvo un valor ponderado para el **factor de erosibilidad de 0,35**.

El factor topográfico Ls se obtiene por medio de la expresión desarrollada por Bertoni (1959):

$$Ls = 0.00984 * L^{0.63} * S^{1.18}$$

Donde: Ls: Factor topográfico

L: Longitud de pendiente en m. y expresa la distancia entre el punto donde cae la gota de lluvia hasta el punto donde disminuye la pendiente y comienza la deposición, o hasta un curso de agua definido. El valor es 17146 m

S: Pendiente del terreno en porcentaje, el valor para la cuenca San Pedro es de 1,93%

Se obtuvo un valor de Ls = 9,95 para toda la cuenca

El factor C contempla la reducción de la erosión superficial debido al efecto de la cobertura vegetal. El mismo es adimensional y se define como la relación entre la erosión bajo las condiciones específicas de cobertura vegetal.

Para la determinación de C pueden ser considerados los siguientes valores referenciales:

COBERTURA VEGETAL	C
Bosque no intervenido	0.001
Bosque intervenido	0.34
Tierras erosionadas con escasa vegetación	0.8
Suelo desnudo	1.0
Suelo desnudo Cultivos extensivos en hileras, ejemplo maíz	0.5
Yuca y batata 1er año	0.2-0.8
Palmera, café, cacao	0.1-0.3
Pastos	0.07
Hortalizas	0.3

Tabla. Constantes por cobertura vegetal

El factor P es adimensional y contempla la reducción de la erosión superficial debido a las prácticas conservacionistas.

Es la proporción de pérdida de suelo para un área con una práctica de mantenimiento, como curvas de nivel, terrazas, fajas, con respecto a aquella con surcos rectos labrados con alta o baja pendiente.

En general, siempre que un suelo inclinado que está cultivado y expuesto a lluvias erosivas, la protección ofrecida por césped o cultivos de crecimiento cerrado necesita ser controlada por prácticas que reducirán la escorrentía y la cantidad de suelo acarreado. Las más importantes de estas prácticas de control son el labrado en curvas de nivel, cultivo superficial en fajas y las terrazas.

TÉCNICA	FACTOR Pc
Curvas de nivel (pendientes entre 5% y 20%)	0.1 - 0.7
Bandas anti erosivas de 2 a 4 m (pendientes entre 5% y 25%)	0.3
Protección con paja	0.01
Terrazas de 80 cm. combinadas con curvas de nivel (pendientes entre 5% y 15%)	0.10
Curvas de nivel (pendientes entre 5% y 20%)	0.1 - 0.7

Tabla. Factor según La técnica.

P se toma como 0,5

Con los anteriores datos tenemos el valor de A

$$A = 224.2 * 56,31 * 0,35 * 9,95 * 0,5 * 0,7$$

$$A = 15387.934 \text{ ((Ton/ha)/año)}$$

$$SY = SDR * A$$

Relación de erogación de sedimentos (SDR):

En el modelo EROSUP-U se pueden utilizar distintas expresiones para evaluar la relación de erogación de sedimentos SDR:



Para calcularlo se utilizó la fórmula de Bañón (1975)

$$SDR = 0.47 F^{-0.125}$$

Donde, F = Área expresada en Km<sup>2</sup>

$$SDR = 0.47(151.49)^{-0.125}$$

$$SDR = 0.2509$$

$$SY = 0.2509 \cdot 15387.934 \text{ ((Ton/km}^2\text{)/año)}$$

$$SY = 385,7960688 \text{ ((Ton/km}^2\text{)/año)}$$

$$SY = (385,7960688 \cdot 10002 \cdot 151,49) / 10.000$$

Ton/año

$$SY = 5844424646 \text{ Ton/año}$$

Para calcular el volumen de sedimentos se toma el valor medio de densidad obtenidos en los ensayos de laboratorio, dando el valor de = 1,9 gr/cm<sup>3</sup> o = 1,9 ton/m<sup>3</sup>  
SY (m<sup>3</sup>/año) = 5844424646 Ton/año / 1,9

$$SY = 3076012971 \text{ (m}^3\text{ / año)}$$

De acuerdo con los análisis y resultados del presente trabajo, la tasa anual media de generación de sedimentos aportados a la quebrada San Pedro es.

$$3076012971 \text{ m}^3\text{/año}$$

### RECOMENDACIONES

- Adelantar campañas de educación Ambiental que incluyan el manejo, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos, prácticas agrícolas adecuadas, producción más limpia entre otras actividades conducentes al mejoramiento medioambiental de la cuenca.

- De acuerdo con el desarrollo del presente estudio y con base en las experiencias antecedentes en la aplicación de la EUSP, no solamente en Colombia sino en otras partes del mundo, se recomienda su aplicación a través de la implementación de parcelas de experimentación, lo cual sugiere disponer de importantes recursos de tiempo (5 a 10 años, por lo menos), equipos (pluviógrafos), personal profesio-

nal y auxiliar y una apropiada financiación para garantizar el éxito en los resultados.

- Es indispensable potenciar los instrumentos de coordinación existentes y la creación en su caso de otros que se consideren necesarios. Igualmente, en todo el proceso de planificación es indispensable la participación de la sociedad, quien será el sujeto afectado o beneficiado con las diferentes acciones adoptadas.

- En todo estudio o proyecto ambiental o que incluya el componente ambiental, es deseable implementar un Sistema de Información Geográfico -SIG- para facilitar la captura, almacenamiento, procesamiento, análisis y obtención de mapas y de informes para presentar los resultados de manera ágil y oportuna. Además, los SIG facilitan el seguimiento de los mismos proyectos y, con ello, la posibilidad permanente de actualizarse.

### BIBLIOGRAFIA

ALCALDÍA MUNICIPAL DE CURUMANÍ. 2004. Esquema de Ordenamiento territorial de Pailita, Municipio de Curumaní, departamento del Cesar.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE CURUMANÍ. 2005. Acuerdo municipal, "Por el cual se adopta el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Curumaní", municipio de Curumaní, departamento del Cesar.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE CURUMANÍ. 2010. Perfil Ambiental del Municipio de Curumaní. Municipio de Curumaní, departamento del Cesar.

ARANGO, J., (1980). Elementos Tectónicos en el Valle del Río Cesar Geología, Norandina. Bogotá

CRP CONSULTORES. (2013). Informe Final, Balance Verificación Municipio de San Pedro. Contrato de Consultoría para la Verificación técnica en sitio de las vivien-

das afectadas por el fenómeno de la niña 2010-2014 en el departamento del Cesar y Sur del Cesar. Operador Zonal Fondo de Adaptación, Caja de Compensación del Cesar "COMFACESAR".

CAJA DE COMPENSACIÓN DEL CESAR "COMFACESAR". (2013). Documento Técnico, Listado de Damnificados Elegibles Para Reconstrucción en Sitio (formato Excel), Municipio de San Pedro, departamento del Cesar.

CHOW, V. T. (1984), "Handbook of Applied Hydrology", McGraw Hill Book Company.

CLAVIJO, J., BARBOSA, G., BERNAL, L., et al. (1997). Mapa Geológico de la Plancha 75, Aguachica, INGEOMINAS, Bucaramanga.

ECOFORREST LTDA. (2009). Atlas Ambiental del Departamento del Cesar. Corporación Autónoma Regional del Cesar CORPOCESAR. Municipio de Valledupar, Departamento del Cesar.

FORERO, A. (1972). Estratigrafía del Precretácico en el flanco occidental de la Serranía de Perijá. U. Nal. Geol. Col, (7): 7-78. Bogotá.

GARCÍA, A., PINEDA, J. (1993). Evolución geológica-minera de un sector de la mina Santa Cruz, Municipio Barranco de Loba (Departamento de Bolívar). Universidad Industrial de Santander. Tesis. Bucaramanga.

GARCÍA, C., (1990). Proyecto Cesar - Ranchería, informe final, Tomo IV Integración, Tomo V Prospectos. Empresa Colombiana de Petróleos. ECOPETROL. Referencia 101. Bogotá.

GOVEAS, C., DUEÑAS, E. (1975). Informe Geológico de la Cuenca del Río Cesar, ECOPETROL.

GOBERNACIÓN DEL CESAR. (2014). Cesar en Cifras. Municipio de Valledupar, Departamento del Cesar.

GUZMAN KARELIS. 2013. El Río Cesar. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional. Banco de la Republica. Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER). Cartagena, Bolívar.

INGEOMINAS., (1997). Mapa Geológico del Departamento del Cesar.

INGEOMINAS - UIS. (2006). Cartografía Geológica de 9.600 KM<sup>2</sup> de la Serranía de San Lucas: planchas 55 (El Banco), 64 (Barranco de Loba), 85 (Simití) y 96 (Bocas del Rosario), aporte al conocimiento de su evolución geológica, memoria explicativa, Plancha 55 El Banco, Sur del Departamento de Bolívar y Cesar. Bogotá.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CO-DAZZI, IGAC Subdirección Agrológica, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, República de Colombia, "Mapa de Suelos, Usos de suelo, relieve".