



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la
sostenibilidad del suelo de la subcuenca Vilca a través de
sistemas de información geográfica en la región
Huancavelica 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Escobar Ancasí, Juan Luis (ORCID: 0000-0001-9965-2866)

Soto Escobar, Carlos (ORCID: 0000-0002-6271-3810)

ASESOR:

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio (ORCID: 0000-0002-3419-7361)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA – PERÚ
2021

Dedicatoria

A mis padres Juan y Emerita, por apoyarme y creer en mi de manera incondicional... también al Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio por aportar de sus conocimientos y ser una pieza importante en este proceso de enseñanza y aprendizaje para poder obtener el título profesional de ingeniero ambiental.

J.L.E.A

A mis padres Alejandro y Petronila por estar siempre a mi lado y brindarme su apoyo... al Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio por asesorarnos en el desarrollo de la presente tesis aportando sus conocimientos y enseñarnos de la mejor manera.

C.S.E

Agradecimientos

- En primer lugar, a nuestro divino creador por darnos la vida, y permitirnos llegar hasta el día de hoy cumpliendo nuestras metas propuestas.
- Al Dr. ORDÓÑEZ GALVEZ, Juan Julio por apoyarnos con su asesoramiento para la elaboración de esta tesis de investigación.
- Al grupo de profesionales de la Universidad Cesar Vallejo facultad de Ingeniería Ambiental, quienes contribuyeron con la revisión y mejora de la presente tesis.
- A los miembros del Jurado por su apoyo y motivación con las sugerencias para mejorar el presente trabajo de investigación de esta manera mejorar la presentación y ordenar mejor la presente tesis de investigación.
- A nuestros amigos quien nos apoyaron resolviendo algunas dudas que presentamos durante la etapa de realización de la presente tesis de investigación, gracias a su apoyo pudimos desarrollar y emplear de la mejor manera la metodología de la Ecuación Universal de Perdida de Suelo.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	7
Abstract.....	8
Índice de abreviaturas.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	31
3.2. Variables y operacionalización.....	31
3.3. Población, muestra y muestreo.....	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimiento	32
3.6. Método de análisis de datos	37
3.7. Aspectos éticos.....	37
IV. RESULTADOS:	39
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII. RECOMENDACIONES:	53
VIII. REFERENCIAS	54
IX. ANEXOS:.....	57

Índice de tablas

Tabla 1 Categorización del factor R	23
Tabla 2 Clasificación del factor K según USDA, (1 962).....	24
Tabla 3 Categorización del factor LS	27
Tabla 4 Factor cobertura vegetal (factor C). Mora,1987	28
Tabla 5 Prácticas de conservación (Factor P)	29
Tabla 6 Clasificación de la pérdida del suelo. Pérdidas tolerables USLE (Universal Soil Loss Equation)	30
Tabla 8 Resultado de FACTOR P.....	40
Tabla 9 Valores del factor C por tipo de cobertura para la Subcuenca Vilca	40
Tabla 10 Resultado de FACTOR C	41
Tabla 11 Características físicas del suelo para el FACTOR K.....	44
Tabla 12 Resultado del factor K.....	44
Tabla 13 Estaciones meteorológicas cercanas al área del estudio	45
Tabla 14 Precipitación media anual por estación meteorológica (mm) – 2020.....	45
Tabla 15 Índice modificado de fournier y valores del factor de R de las estaciones (Mj.mm/ha. año) – 2020	46
Tabla 16 Resultado de Factor R	46
Tabla 17 Resultado de Erosión hídrica.....	48

Índice de figuras

Figura 1 Principales orígenes ambientales y socioeconómicas de la degradación de suelo	20
Figura 2 Proceso de generación de pendiente.....	34
Figura 3 Proceso de obtención de FACTOR L.....	35
Figura 4 Procesamiento de datos para la obtención de erosión hídrica	38
Figura 5 Resultado de FACTOR P.....	39
Figura 6 Resultado de factor C	41
Figura 7 Porcentaje de resultado de FACTOR C.....	42
Figura 8 Resultado de longitud de pendiente (L)	42
Figura 9 Resultado de FACTOR S	43
Figura 10 Resultado de factor C	44
Figura 11 Precipitación media mensual y anual.....	46
Figura 12 Resultado de Factor R.....	47
Figura 13 Pérdida anual del suelo.....	48

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en la Subcuenca Vilca, que cuenta con una superficie de 176109.73 y que sus aguas desembocan a la Cuenca del Río Mantaro. El objetivo general fue determinar la erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la Subcuenca Vilca a través de Sistemas de Información Geográfica en la región Huancavelica, 2020; con objetivos específicos, a) Identificar los aspectos socioeconómicos para el modelamiento de la erosión hídrica de la subcuenca Vilca, bajo entorno SIG, b) Identificar los recursos naturales bióticos para el modelamiento de la erosión hídrica de la subcuenca Vilca, bajo entorno SIG y c) Identificar los recursos naturales abióticos para el modelamiento de la erosión hídrica de la subcuenca Vilca, bajo entorno SIG, se utilizó el análisis y síntesis del método USLE para lo cual se necesita determinar 5 factores; Factor R erosividad de la lluvia, Factor K erodabilidad del suelo, Factor LS longitud y pendiente, factor C cobertura vegetal y Factor P prácticas de conservación de suelo y el análisis a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante el software Arcgis versión 10.1. Se concluyó que el nivel de erosión hídrica del suelo en la subcuenca Vilca de la región Huancavelica fue del 84.32% que corresponde 148487.82 ha del área en un nivel Ligero, el 11.93% que corresponde 21002.44 ha del área, en un nivel Moderado, el 2.45% que corresponde 4319.72 ha del área, en un nivel Alto, el 1.30 % que corresponde 2280.38 ha del área, en un nivel Muy Alto.

Abstract

The present research work was carried out in the Vilca Sub-basin, which has a surface area of 176,109.73 and whose waters flow into the Mantaro River Basin. The general objective was to determine water erosion through the USLE model for the sustainability of the soil of the Vilca Sub-basin through Geographic Information Systems in the Huancavelica region, 2020; with specific objectives, a) Identify the socioeconomic aspects for the modeling of water erosion in the Vilca sub-basin, under a GIS environment, b) Identify the biotic natural resources for the modeling of water erosion in the Vilca sub-basin, under a GIS environment and c) To identify the abiotic natural resources for the modeling of the water erosion of the Vilca sub-basin, under GIS environment, the analysis and synthesis of the USLE method was used for which it is necessary to determine 5 factors; Rain erosivity factor R, soil erodibility K factor, LS factor length and slope, factor C plant cover and Factor P soil conservation practices and analysis through Geographic Information Systems (GIS) using Arcgis software version 10.1. It was concluded that the level of soil water erosion in the Vilca sub-basin of the Huancavelica region was 84.32%, which corresponds to 148487.82 ha of the area at a Light level, 11.93%, which corresponds to 21002.44 ha of the area, at a Moderate level, 2.45 % corresponding to 4319.72 ha of the area, at a High level, 1.30% corresponding to 2280.38 ha of the area, at a Very High level.

Índice de abreviaturas

- ✓ USLE/RUSLE: Universal Soil Loss Equation /Revised Universal Soil Loss Equation
- ✓ MUSLE: Modified Universal Soil Loss Equation
- ✓ SLEMSA: Soil Loss Estimation Model for Southern Africa
- ✓ EUPS: Ecuación universal de pérdida de suelo
- ✓ SIG: Sistema internacional geográfica
- ✓ ZEE-OT: Zonificación ecológica y economía- ordenamiento territorial
- ✓ FAO: Food and Agriculture Organization
- ✓ SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
- ✓ UCV: Universidad Cesar Vallejo

I. INTRODUCCIÓN

Las consecuencias de la erosión se evidencian en el medio ambiente general, no únicamente en el suelo que se erosiona, también en los cauces de agua que receptionan el material particulado y en la atmósfera (afectación fuera de sitio). Los impactos in situ contemplan la pérdida o redistribución del suelo en un área, la erosión de materia orgánica y nutrientes, así como pérdida de propiedades físicas. También, existe contaminación secundaria a nivel global por aporte de CO₂ a la atmósfera por oxidación acelerada de materia orgánica presente en el suelo, generada por la erosión (Morgan, 2006).

De acuerdo a Guerrero (2003) en un año se disipan por erosión casi 75 mil millones de toneladas de suelo en los diferentes pisos altitudinales del mundo. En varias zonas las pérdidas van desde 13 a 40 ton/ha/año; lo que significa un promedio de 13 a 40 veces la tasa de regeneración del suelo.

En Perú la realidad sobre erosión hídrica es la misma sobre todo en las zonas altoandinas del trapecio andino, situación que describe Morales et al, (2010) quién afirma que existe erosión hídrica potencial en la cuenca del río Lurín, por efecto de precipitaciones y la pendiente existente generando en promedio de 49.25 Tm/Ha/área de pérdida potencial de suelo en las sub cuencas como: Antioquia, Santiago de Tuna, San Lázaro Escamarca y Chalilla.

El Minam (2011) menciona que en las cuencas de Huancavelica las principales causas de pérdida de capa superficial de suelos es la erosión hídrica y eólica, también se adhiere los procesos de compactación por sobre pastoreo y contaminación por relaves mineros; sumando a ello la presión de los factores naturales como son: el cambio climático, tormentas, heladas y también fenómenos socioeconómicos (Actividades agropecuarias inadecuadas, extractivas y uso inadecuada del suelo por sobrepastoreo, etc.).

En la subcuenca Vilca se ha evidenciado el desgaste del suelo orgánico por la erosión hídrica y/o eólico, dicha erosión es mucho más acelerada que la formación del suelo orgánico. Por eso, la pérdida de la capa superficial del suelo reduce la productividad y produce una baja de las utilidades de las cosechas. De la misma manera la tierra arrastrada por la erosión hídrica contribuye a la contaminación de los ríos.

Con los datos logrados de la erosión hídrica a través de la ecuación USLE tendrá base de datos o información básica para tomar decisiones las autoridades regionales, locales y nuestros comuneros. Así para mejorar los procesos productivos tales como: ganadería, agricultura, áreas de esparcimiento entre otras, con la finalidad de asegurar que el uso del suelo sea apropiado de los recursos naturales para una mejores oportunidades productivas y económicas.

Para el presente proyecto, se plantea el siguiente **problema general**: ¿Cuál es la erosión hídrica mediante la ecuación USLE/RUSLE para la sostenibilidad del suelo de la Subcuenca Vilca a través SIG en la región Huancavelica 2020?, del mismo modo se plantean las siguientes interrogantes como **problemas específicos**: a) ¿Cuáles son los aspectos socioeconómicos para el modelamiento de la erosión hídrica de la Subcuenca Vilca, bajo entorno SIG?, b) ¿Cuáles son los recursos naturales bióticos para el modelamiento de la erosión hídrica de la Subcuenca Vilca bajo entorno SIG? y c) ¿Cuáles son los recursos naturales abióticos para el modelamiento de la erosión hídrica de la Subcuenca Vilca bajo entorno SIG?

Habiendo así, la **justificación** de la presente investigación se plantea de la siguiente manera; que la Subcuenca Vilca existe pérdida de la capa orgánica del suelo por diferentes factores climatológicas, donde la fertilidad del suelo disminuye y ocasiona contaminación del río.

El Impacto Ambiental de la erosión hídrica sobre los recursos hídricos es por aumento de la carga de sedimentos o lodos sobre los crecientes del cauce del agua, los cuales brindan situaciones perjudiciales en su utilización. De igual forma, los procesos de erosión generan cambios físicos, químicos y bacteriológicos que perturba a la flora y fauna, de la misma manera la erosión

hídrica del suelo influye y crea disturbios en el paisaje por la pérdida de vegetación a causa de factores climáticos, etc.

En tanto, en el área socioeconómico, se asegura que el uso inadecuado de los recursos naturales hace perder oportunidades productivas y económicas con demasiada relevancia, conllevando a daños y riesgos a la sociedad y de la cual no se cuenta con adecuada consciencia sobre ello. En la Subcuenca Vilca, la debilitación de los recursos naturales y la degradación del suelo van en aumento, evidenciados en movimientos de masas de tierra al río.

De la misma manera a consecuencia de esta situación, gesta la aplicación de la metodología para evaluar los peligros de erosión hídrica en la Subcuenca Vilca, con la finalidad de evitar desgastes de la superficie del suelo e implantar medidas para el resguardo de los recursos naturales.

Se espera que al realizar el presente estudio se implemente con un modelo de estimaciones precisas espaciales y temporales que tiene el fenómeno de la erosión hídrica, para mejorar la toma de decisiones de nuestros comuneros, autoridades locales, y regionales para mejorar los procesos productivos tales como: ganadería, agricultura, áreas de esparcimiento, entre otros.

Por lo tanto, en base a ello se plantea como **objetivo general**; Determinar la erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la subcuenca Vilca a través de los SIG en la Región Huancavelica 2020; así mismo se plantea **objetivos específicos** de la siguiente manera: a) Identificar los aspectos socioeconómicos para el modelamiento de la erosión hídrica de la subcuenca Vilca, bajo entorno SIG, b) Identificar los recursos naturales bióticos para el modelamiento de la erosión hídrica de la subcuenca Vilca, bajo entorno SIG y c) Identificar los recursos naturales abióticos para el modelamiento de la erosión hídrica de la subcuenca Vilca, bajo entorno SIG.

La **hipótesis general** del presente proyecto de tesis se plantea de la siguiente manera: El modelo USLE permite determinar la Erosión Hídrica para la sostenibilidad del suelo de la Subcuenca Vilca a través de los SIG en la Región Huancavelica 2020, así mismo de acuerdo de los objetivos y problemas específicos se plantea la **hipótesis específico**; a) Las identificaciones de aspectos socioeconómicos contribuirán a la conservación de la Subcuenca Vilca

a través de los SIG, b) La identificación de los recursos naturales bióticos como la cobertura vegetal contribuirán a la sostenibilidad de la Subcuenca Vilca a través de los SIG y c) La identificación de los recursos naturales abióticos como precipitación, pendiente, erosibilidad y erosividad contribuirán a la sostenibilidad de la Subcuenca Vilca a través de los SIG.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro del antecedentes internacionales que se han revisado para la presente investigación tenemos a: Rodríguez y Gaspari (2014) en su publicación, tuvo como objetivo estimación de la erosión hídrica superficial con Sistema Internacional Geográfica, mediante el modelo USLE, precisando la tolerancia máxima admisible de desgastes del suelo; para lo cual se zonificó de la siguiente manera; el factor K y factor R, de la misma manera el Factor LS y el Factor C y P. El resultado fueron que el 81 % del área estudiada es erosión leve, representando un 88 % en estado admisible de tolerancia.

González et al. (2016) en su publicación, se utilizó el modelo USLE, con el soporte de SIG y fue obteniendo resultados, que el 57,6 % del área de estudio de paisajes geomorfológicos muestran riesgo de erosión muy alto y alto, que corresponden a la “Sierras de San Juan” y “Volcán”, laderas de sierra volcánica, asociadas al volcán “Sangangüey” y laderas del volcán “Tepeltitic”, el 66 % del área superficial muestra afectación por erosión hídrica; el 13,7 % del área de estudio de la cuenca muestra significativos problemas de pérdida de suelo por erosión hídrica (muy alta y alta); el 16,6 % presenta una pérdida de suelo moderada y el 35,7 % presenta pérdidas menores a $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

Morales (2016) en su investigación; tuvo como objetivo estimar la desgaste de suelo por erosión hídrica actual y potencial a través del modelo USLE, como resultado obtuvo que la erosión potencial dominante es menores a 5 ton/ha/año el cual representa 49.78% del área de estudio y en zona del abanico coluvial se presenta perdida de 20 ton/ha/año en función de las propiedades físicas del suelo y de las condiciones geomorfológicas; de la misma manera en erosión actual del suelo presentaba pérdidas muy bajas ($<10 \text{ ton/ha/año}$), debido a que es un área ocupada por vegetación primaria, mientras que áreas dedicadas a actividades agrícolas se sigue presentando tasas superiores a las 20 ton/ha/año , por otra parte en zonas de ciertas características geomorfológicas existen tasas de erosión por arriba de las 20 ton/ha/año .

En su investigación Ferreira y Goncalves (2015) denominado como; tuvo como objetivo desarrollar una metodología de elaborar mapas para evaluar la

erosión hídrica del suelo para manejo forestal, empleando Sistema de Información Geográfica, para lo cual se desarrolló modelo basado en los principios de la USLE de Wischmeier y Smith (1965; 1978) y se aplicó a un área forestal, cerca de la ciudad de Azambuja, en el distrito de Lisboa, Portugal. Para la validación cualitativa de los resultados del modelado, se produjo un levantamiento cartográfico de la erosión observada en la misma área. El resultado del modelo y el levantamiento cartográfico coincidieron bastante.

Jaramillo (2015) en su investigación, plantea como objetivo fue determinar las áreas erosionadas de los suelos utilizando el modelo U.S.L.E, y S.I.G, como resultado se logró que las pérdidas de erosión potencial oscilan entre los 0 – 5 ton/ha*año con una área de 74.67% de erosión muy baja; del rango 5 – 10 ton/ha*año con una área de 22.51% de erosión baja; del rango 10 – 25 ton/ha*año con una área de 2.26% de erosión leve; del rango 25 – 50 ton/ha*año con 0.24% del área de erosión moderada; del rango 50 – 100 ton/ha*año con 0.11% del área de erosión grave y por último que de rango 100 – 200 ton/ha*año con 0.21% de área superficial de erosión muy grave.

En su revista científica, Carrasco y Beretta (2017), se planteó como objetivo estimar la erosión del suelo en 99 cuencas Uruguayas, para lo cual se utilizó la metodología USLE en un SIG, como resultado se obtuvieron los siguientes valores de diferentes factores como factor K que oscila entre 0.0073 hasta 0.088 t ha h/ha MJ mm⁻¹, el factor R de la misma manera oscila entre 3,547 a 9,342 MJ mm/ha h año⁻¹, el factor C oscila entre 0 a 0.155, por otra parte los pendiente son menores 4.3% en el 78% del suelo y el factor LS son menores de 0.73 en el 75%. En la cuenca de drenaje se identificaron 4 regiones homogéneas a base de la Erosión Hídrica. En la primera identificaron en norte-oestesur y Sierras del Este, lo cual proponen manejar la erosión hídrica a través de implementación de cobertura vegetal, representada del factor C. La predicción elaborada de erosión hídrica de 92.9% del suelo analizado y el 99.9 % de la cuenca del drenaje mencionan un desgaste medio de sedimentos de 7 t ha año⁻¹.

En relación a los antecedentes nacionales podemos mencionar a: A. Flores (2015) en su trabajo de investigación, tuvo como objetivo aproximar el

riesgo de erosión hídrica, para lo cual se empleó SIG y teledetección mediante Ecuación USLE aplicando con sus 6 factores; Factor R se utilizó 2 metodologías: el IMF y la ecuación Foster, de lo cual obtuvo datos entre 380.88 - 451.84 $Mj*mm/ha*h*año$ y el 786.1 - 935.3 $Mj*mm/ha*h*año$, el factor K logró mediante fórmula propuesta por Wischmeier, (1978), en dicho factor considero los parámetros como: textura, MO, estructura y permeabilidad y obtuvo datos entre 0,027– 0,048 $tm*ha*h/MJ*ha*mm$, de las misma manera el factor L y S se empleó fórmulas de Renard et al. (1977) de lo cual obtuvo datos entre 0.03 – 247.98, el factor C, para lo cual se asignó datos entre 0.0047 – 0.95 a cada uso y cobertura de suelo y de la misma manera para el factor P se asignó 1, porque en la subcuenca no se practica conservación del suelo y finalmente se logró estimar la pérdida actual de suelo donde obtuvo datos que oscilan entre 0 a 1,132.64 $tm/ha/año$ y una desgaste media anual 26.87 $tm/ha/año$, que el 99.8 % de la subcuenca representa una erosión hídrica baja o moderada y el 0.2 % del área no supera los límites aceptables, alcanzando en ciertas áreas de muy crítica en la subcuenca Shambillo.

Moreno (2017) en su investigación publicada se planteó como objetivo evaluar la pérdida de suelo por erosión hídrica mediante el modelo USLE y SIG, en lo cual utilizo factores como R, K, LS, C y P, y aplico en SIG, como resultado obtuvo la erosión hídrica de datos que oscilan entre: 0 a 5 $tm/ha*año$ de 59.975% de área superficial del subcuenca de erosión muy baja; 5 a 25 $tm/ha*año$ con 9.899% de área del estudio de erosión moderada, de la misma manera el 25 a 50 $tm/ha*año$ de 9.956 % del área total de superficie de la subcuenca de erosión media; el 50 a 100 $tm/ha*año$ con 10.034% de área de la subcuenca de erosión alta y el 100 a 161.725 $tm/ha*año$ de 10.156 % de área de la subcuenca de erosión muy alta, dichos datos fueron obtenidos en la aplicación con el modelo USLE.

Raymundo (2018) en su investigación publicada evalúa la pérdida del suelo aplicando el modelo USLE/RUSLE con el uso de las herramientas de SIG y teledetección, los factores se evaluaron de la siguiente manera; el factor R se obtuvieron datos de precipitación, Factor K se descargó datos de FAO en formato Shape, el Factor LS a partir de modelo DEM raster, el factor C a partir de análisis de teledetección o imágenes satelitales y el factor P sobre la conservación de

recursos naturales dentro de la microcuenca, donde obtuvieron resultados que oscila entre 0 a 5 tn/ha.año con 93.34% de área de pérdida de suelo leve, de 5 a 10 tn/ha.año con 3,94% de área de pérdida del suelo moderada, de 10 a 20 tn/ha.año con 1.82 % de pérdida del suelo alta, de la misma manera de 20 a 40 tn/ha.año con 0.61 % de pérdida de suelo muy alta y el > 40 tn/ha.año con 0.29 % de área de pérdida del suelo severa y se concluye que en las zonas altas, muy altas y severa de suelo localiza en la microcuenca media y baja.

Joyo (2018) en su investigación, tuvo como objetivo principal determinar la Erosión Hídrica en el centro poblado de Pampa Cangallo, donde los pobladores dedican a la agricultura y ganadería y presencian problemas de desgaste de suelo por diferentes factores para lo cual se utilizó la ecuación de USLE y SIG, donde obtuvo los siguientes datos; Factor R con métodos de IMF de valores de 108.19 hasta 110.31 $Mj*mm/ha*h*año$ y ecuación de Foster de datos entre 151.64 hasta 167.07 $Mj*mm/h a*h*año$, el factor K las texturas del suelo logró de las fórmulas planteadas por Wischmeier, (1978) y la misma manera se utilizó como los parámetros de textura, Materia orgánica, estructura y permeabilidad del suelo de estudio de calicatas de ZEE-OT Ayacucho, 2012 de lo cual se obtuvo como resultado datos de 0,003 hasta 0,0418 $tm*ha*h/MJ*ha*mm$, el factor LS se empleó fórmula de Renard et al, (1997) y como resultado obtuvo de 0.03 hasta 1380.7, el factor C obtuvo como resultado entre de 0.0001 hasta 0.40 de acuerdo uso y cobertura del suelo y el factor P se asignó valor 1 por no tener información de conservación del área y por último se determinó erosión hídrica sin cobertura vegetal de 0.1367 hasta 7,830.09 $ton/ha*año$ y por último erosión actual del suelo varía entre 0 hasta 1088.09 $tm/ha*año$.

Atauje (2018) en su publicación, tuvo como objetivo estimar la vulnerables de erosión hídrica del suelo, para lo cual se describió las condiciones del suelo, y de clima aplicando la metodología de ecuación USLE; obteniendo los siguientes resultados de erosión hídrica se obtuvo como la erosión severa y muy severa en un área de 3.596 ha siendo el 15.68 % de estudio de la cuenca, en conclusión en la cuenca existe zonas vulnerables a erosión del suelo y por lo tanto como recomendación plantean realizar forestación, implementar terrazas y zanjas de infiltración en la cuenca.

Como antecedentes locales tenemos a: Alvarez (2018), tuvo como objetivo general “Estimar el nivel de erosión hídrica de la Subcuenca del río Ichu 2013 y 2017”; de la misma manera como objetivos específicos, a) “Cuantificar la erosividad de la lluvia de la subcuenca del río Ichu para los años 2013 y 2017”, b) “Estimar la erodabilidad del suelo de la subcuenca del río Ichu”, c) “Determinar la longitud y pendiente de la subcuenca del río Ichu” y d) “Determinar los cambios de la erosión hídrica producto de la cobertura vegetal para el año 2013 y 2017”, para determinar dichos objetivos se utilizó el modelo USLE y caja de herramientas de SIG, los resultado se obtuvo de la siguiente manera; para el año 2013 la erosión hídrica fue más alta, se obtuvo 406.98 ton/ha/año con 18.1 ha que representa 0.0013 % de todo el área estudiada y la mínima es 0.46 ton/ha/año del superficie estudiada y para el año 2017 la erosión hídrica más alta es 554.36 ton/ha/año con una área de 25 ha que corresponde 0.018 % de todo el proyecto, la mínima fue 0.39 ton/ha/año y finalmente concluye que la erosión hídrica en la Subcuenca hubo variaciones notables de acuerdo al análisis del año 2013 hasta 2017, para lo cual los factores directamente relacionados con la precipitación y la cobertura vegetal en la sub cuenca del rio Ichu.

Escobar (2019) en su tesis tuvo como objetivo Diseñar una alternativa de mitigación de erosión hídrica del suelo para su posterior conservación, para lo cual utilizo la metodología de USLE, teledetección y SIG y como resultado obtuvo que en la subcuenca los datos muestra una pérdida del suelo de 1329,4 t. ha⁻¹. año⁻¹ y un desgaste promedio del suelo de 22,7 t. ha⁻¹. año⁻¹.

Para la presente investigación se han considerado dentro del marco teórico y conceptual los aspectos siguientes:

Teoría de la conservación: Perú Ecológico (2010) la preservación de bienes naturales es de esencial valor en la conservación de la base productiva de la comuna y procesos ecológicos básicos que generan la existencia. Al impedir el dispendio, vale decir, ahorrar recursos necesarios para el ulterior con repetición, y para la diligencia de lograr beneficios, no se establece un hábito sensato de dichos bienes, con la mirada hacia el próximo asimismo se debe emplea para impedir que el mal hábito genere procesos negativos para el ambiente, la persona y demás medios. El matriz hace referencia a impedir la

polución ambiental. Con periodicidad, los impactos ambientales y otros servicios eco sistémicos como agua, aire, suelo y la diversidad biológica son tan acelerados que reducen la rentabilidad a futuro por el aprovechamiento de bienes no renovables.

Cuenca: de acuerdo a Basinul (2013). Una cuenca hidrográfica es una zona de drenaje por un solitario método de vaciado natural, es explicar, que elimina sus aguas al océano a través de un solitario torrente, o que vierte sus aguas a un solitario estero endorreico. Una quebrada hidrográfica es limitada por un trazo o encima de las cumbres, siempre citada frontera de aguas.

Subcuenca: Es un conjunto de Microcuencas que desaguan a un solo vertiente con caudal fluctuante pero indeleble (Ordóñez, 2011).

Microcuenca: Ámbito limitado por las zonas altas de una cumbre, donde se acumula el agua de precipitación que es infiltrada a través del suelo para rápidamente desplazarse por una vertiente y desaguar en una quebrada, riachuelo o lago (Basinul, 2013).

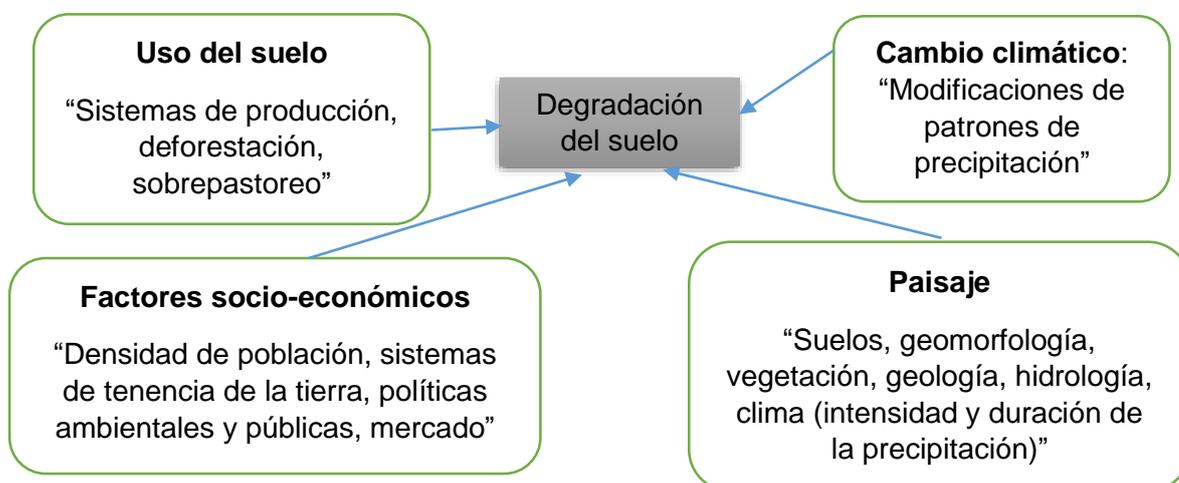
Importancia de la cuenca: A partir del medio de panorama activo, la microcuenca; ya que tiene un espacio que realiza ser planeada a través del manejo de medios locales y una cifra de familias que puede ser estipulado como un eje general que interviene utilidades comunes como el agua, servicios básicos, construcción, distribución, entre otros. Cabe insistir que la Microcuenca es trascendental debido a que generen relaciones inseparables entre los factores económicos (conectados a los medios y servicios del espacio), sociales (asociados de las localidades beneficiarias directas e indirectas de la cuenca) y ambientales (asociados de fuerza de los medios naturales frente a los dos aspectos). Es por ello, la organización del uso y administración de los distintos bienes naturales es de trascendental envergadura para una mejora sostenible (FAO, 2006).

Erosión: El proceso de erosión es el desmoronamiento y desplazamiento de material particulado de la superficie por paso de la lluvia y del viento. El agua es, sin embargo, el causante de mayor importancia. Las circunstancias hidrometeorológicas y tiempo, generan los procesos para la erosión y la precipitación es la mayor causa para la erosión. La cubierta vegetal,

la condición y características de la superficie, geomorfología, geodinámica y usos de la superficie, son los componentes del nivel de afección del suelo a ser movido por agentes erosivos. La pérdida del suelo superficial es el producto de la energía originada por el agua al precipitarse a la superficie de la tierra y al fluir por encima de la tierra (Tayupanta, 1993. p. 2).

La erosividad es un proceso natural y regularmente genera desgastes bajos, el inconveniente se da cuando obligado a la intromisión de la persona inicia procesos de erosión rápida que evita la regeneración del suelo. Esto supone un riesgo para la explotación de un espacio territorial confluyendo conjuntamente de forma concluyente en el peligro de desertificación “degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas que son el resultado de varios factores, tales como los cambios climáticos y las acciones humanas”, que se evidencia en una merma de Biomasa y rendimiento de la capa superficial.

“La erosión es un problema medioambiental y socioeconómico (figura 1) de mayor importancia en el mundo de nuestros tiempos por las causas de factores climáticos y antrópicos” (Helena et al., 2007).



Fuente: modificado de Lal (1990) (citado por Helena et al. 2007)

Figura 1 Principales orígenes ambientales y socioeconómicos de la degradación de suelo

Ecuación Universal de la Perdida de Suelo (USLE): Existen varios procesos y métodos para valorar la medida de erosión de la superficie terrestre, la que se puede usar es el modelo USLE (“Ecuación Universal de Pérdida de

Suelo”), la más reconocida entre los individuos encargados en gestión de cuencas con diversos fines como productividad o mantenimiento. En vista a la certificación del procedimiento en valorar el desgaste de superficie por actividad hídrica, el modelo se ha empleado a nivel mundial para varios casos y variadas condiciones. La información que se obtenga serán contrastados y ajustados con mediciones efectuadas "en el mismo lugar" en las zonas experimentales instaladas. Este modelo fue después modificado y por Wischmeier y Smith (1978). El modelo USLE se representa así:

$$E = R \times K \times S \times L \times C \times P \quad (1)$$

Donde:

E = Pérdida anual del suelo

R = índice de erosividad pluvial

K = Erosionabilidad del suelo

L = Longitud de pendiente

S = Factor de inclinación de pendiente

C = Factor de cultivo y uso del suelo

P = Factor de prácticas de conservación

La USLE ha variado para generar varias ecuaciones matemáticas como:

- RUSLE “Revised Universal Soil Loss Equation” (Renard et al., 1991 y 1994) la cual transforma el proceso de evaluar los factores.
- MUSLE “Modified Universal Soil Loss Ecuation” (Williams, 1975),
- RUSLE -3D (Mitasova et al., 1996; Mitas y Mitasova, 1998)
- SLEMSA “Soil Loss Estimation Model for Southern Africa” (Elwell, 1981).

El modelo de Ecuación Universal de pérdida del suelo USLE va cambiando y sus cambios se localiza muy bien resguardada en “Pioneering Soil Erosion Prediction: The USLE Story” (Lafren y Moldenhauer 2003) y en “A guide to conservation planning with the Revised Universal soil Loss Equation (RUSLE)” (Renard et al., 1997). USLE al ser uno de los métodos que crecidamente se utiliza en el día de hoy como instrumento para planear el mantenimiento de los suelos.

Factor R de Erosividad de la Lluvia: Establece la potencia tal cual las precipitaciones impactan en el territorio a una fuerza descomponiendo los agregados de la superficie en partículas movedizas. El factor R está relacionado con la hidrodinámica de la lluvia, de la misma manera tiene un impacto en el suelo la cual hace que se desprenda partículas de 0.05 mm en limos y arcillas, según Núñez (Alvarez, 2018).

El factor R representa la respuesta del suelo a una determinada potencia o mecanismo erosivo, es decir, la delicadeza que presenta el suelo a ser desgastado (Wischmeier, 1978).

Factor (R) con método de IFM: El “Índice Modificado de Fournier (IMF)” planteado por Arnoldus, (1980); se compone un requerimiento primordial para la producción de la mapa del factor R, según Echeverri (citado por Alvarez, 2018).

La Ecuación para su cálculo es:

$$IFM = \frac{p^2}{P} \quad (2)$$

$$IFM = \frac{\sum_{i=1}^{12} (Pi)^2}{P} \quad (3)$$

Dónde:

IFM = Índice de Fournier modificado, en (mm)

Pi = Precipitación media mensual del mes (mm)

P = Precipitación media anual (mm)

La semejanza de IMF y el factor R muestra mejor arreglo antes de una repartición de potencial, misma que ha sido usado para diferentes investigaciones según Apayandin (citado en Alvarez, 2018). Los productos del factor R pueden obtener de la siguiente ecuación planteada:

$$R = 21.56 \text{ IMF}^{0.927} \quad (4)$$

De la misma manera en la presente tabla 1 se presenta categorización de precipitación planteado por Fournier (citado por Moreno, 2017).

Tabla 1 Categorización del factor R

MJ*mm/Ha*Hrs*año	Factor R
0 a 50	Bajo
50 a 550	Moderado
550 a 1000	Alto
Mayor a 1000	Muy Alto

Fuente: Índice de Fournier (citado por (Moreno, 2017))

Factor Erodabilidad del suelo (Factor K): El factor K representa la susceptibilidad del suelo a ser erosionado por la precipitación Vásquez (citado en Alvarez, 2018) es así que también sostiene que:

Suelos con textura de limo o arena son altos susceptibles a la erosión hídrica. Esta erosión se ve limitada cuando la arcilla y el limo incrementan. El factor K se ve limitado por la presencia de arcilla, la textura media como los francos, tienen un dato de K que oscila entre 0.25 a 0.4 los cuales son moderadamente susceptible y suelos con textura de limo son más erodables.

La cobertura vegetal está influenciada por la representación de la materia orgánica, el cual mejora la infiltración de agua, estructura, agregación y disminuye la erodabilidad.

Estimación de los indicadores de susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica según USLE – KUSLE. Según la ecuación para estimar los valores KUSLE dados por Williams (citado por Alvarez, 2018):

$$K_{USLE} = K_W = f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand} \quad (5)$$

$$K_{USLE} = K_W = 0.1317 * f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand} \quad (6)$$

dónde:

f_{csand} : Este es un factor que reduce el indicador K en suelos con alto contenido de arena gruesa y más alto en suelos con poca arena.

f_{cl-si} : Proporciona bajos factores de erosionabilidad del suelo en suelos con altas proporciones de arcilla a limo.

f_{orgc} : Reduce los valores de K en suelos con alto contenido de carbono orgánico.

f_{hisand} : Disminuye los valores de K para suelos con un contenido de arena extremadamente alto

$$f_{csand} = \left(0.2 + 0.3 \cdot \exp \left[-0.256 \cdot m_s \cdot \left(1 - \frac{m_{silt}}{100} \right) \right] \right) \quad (7)$$

$$f_{cl-si} = \left(\left(\frac{m_{silt}}{m_c + m_{silt}} \right)^{0.3} \right) \quad (8)$$

$$f_{orgc} = \left(1 - \frac{0.25 \cdot orgc}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 \cdot orgC]} \right) \quad (9)$$

$$f_{hisand} = \left[1 - \frac{0.7 \left(1 - \frac{m_s}{100} \right)}{\left(1 - \frac{m_s}{100} \right) + \exp[-5.51 + 22.9 \left(1 - \frac{m_s}{100} \right)]} \right] \quad (10)$$

dónde:

m_s : “contenido de fracción de arena (0,05-2,00 mm de diámetro) [%]”;

m_{silt} : “contenido de fracción de sedimento (0.002-0.05 mm de diámetro) [%]”;

m_c : “contenido de fracción de arcilla (<0,002 mm de diámetro) [%]”;

$orgC$: contenido de carbono orgánico (SOC) [%]”.

En este momento en varios estudios se encuentra *tablas 2* adonde se presentan valores hallados de K, teniendo en asunto los procesos de la litofacie o arquetipo de suelo.

Tabla 2 Clasificación del factor K según USDA, (1 962)

Valor de K (Tm.ha.hrs/mj.mm. ha.)	Clasificación
0.007902	Muy poco erodable
0.0079-0.0171	Débilmente erodable.
0.0171-0.0329	Medianamente erodable.

0.0342-0.0684

Fuertemente erodable

0.0684-0.1027

Extremadamente erodable

Fuente: AMESQUITA, 1 990, (Moreno, 2017)

Factor topográfico (Longitud y grado porcentual de la pendiente (Factores L y S): El proceso combina ambos datos diferentes: el factor L y el factor S, los factores LS representa la pérdida de la superficie que se aguarda por unidad de espacio en una pendiente x en correspondencia con la pérdida de una pendiente de 9% y 22.13 metros de distancia. Este paso es lo más dificultosos de computar cuando se utiliza la ecuación USLE a graduación de terrenos, donde los fincas son semejantes como el dato de pendiente como en distancia de flujo A.G. Barrios, (citado en Alvarez, 2018). Wischmeier y Smith, (1978) plantearon una ecuación para utilizar mediante cómputo con la representación gráfica en los resultados obtenidos, por otra parte en los últimos años se presentaron diferentes ecuaciones que permitan computar del factor, entre ellos enfatizamos la propuesta de Berne Engel en el año 2003 basada en el acopio del flujo o caudal y pendiente. La ecuación para el presente Factor L se presenta a continuación:

$$L = (\lambda/22.13)m \quad (11)$$

La ecuación del factor L presenta donde:

L= Factor de longitud de la pendiente”

λ = Longitud de la pendiente en metros

m= Un exponente que depende del porcentaje de pendiente

Dónde:

λ es longitud de pendiente en metros

β es ángulo de pendiente (el cual deberá estar expresado en radianes y el valor es 0.01745). el factor L se define como el trayecto horizontal desde la causa el flujo superficial al punto donde empieza la deposición.

$$m = \frac{F}{(1+F)} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3(\sin \beta)^{0.8} + 0.56} \quad (12)$$

Wischmeier y Smith (1978) realiza recomendaciones para el valor del exponente “m”. Estas son reverenciadas adecuadas por Mitchell y Bubenzer (citado en Alvarez, 2018), y las amparan en su identificación de Núñez Solís, (citado en Alvarez, 2018) los valores son.

m= 0.5 si la pendiente es mayor o igual a 5%

m= 0.4 si la pendiente es > 3 y < 5%

m= 0.3 si la pendiente es >1 y <3%

m= 0.2 si la pendiente es < 1%

El factor L con el área de drenaje aportadora (Desmet y Govers,1996, citado por Alvarez, 2018).

$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{(i,j)}+D^2)^{m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m \cdot D^{m+2} \cdot (22.13)^m} \quad (13)$$

Dónde:

m exponente variable según β el valor varía entre 0,2 y 0,5 de pacto al valor en la inclinación de pendiente de < 1 y > 5 %

A(i,j) [m] es el superficie aportadora a la entrada de un pixel (celda) y también se conoce como acumulación del flujo a nivel del pixel

D es el tamaño del pixel o lado del pixel

x es el factor de corrección de forma. (x=1 para sistemas pixelados)

El factor S: El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la trayectoria de mayor pendiente McCOOL et al.,(1987,1989), citado por Alvarez (2018).

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} [10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0.09 \\ [16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases} \quad (14)$$

Velásquez (2008) citado por Moreno (2017) menciona que el uso de la fórmula planteada con las herramientas de ArcGIS 10.1, se debe tener en cuenta para convertir de Angulo a radianes “(1 grado sexagesimal = 0,01745 radianes)”,

De la misma manera en la tabla 3 menciona recategorización del factor LS mencionado por Moreno (2017).

Tabla 3 Categorización del factor LS

Factor LS	Categorización
Bajo	<15
Moderado	15 - 30
Alto	30 - 45
Muy Alto	> 45

Fuente: Fuente: Instituto Espacial Ecuatoriano, (citado por Moreno, 2017).

Factor cobertura del suelo (Factor C): La cobertura vegetal simboliza con la cobertura de vegetaciones, la biomasa del suelo. La ecuación de modelo USLE (Universal Soil Loss Equation) automatiza la pérdida del suelo superficial en un momento dado, en relación a la pérdida de suelo en los terrenos determinados (Moreno, 2017, p. 32).

La cobertura vegetal representa el porcentaje de protección de una zona con cobertura vegetal ofrecida a la superficie terrestre, ya que como se ha visto que son protectores de frenar la erosión de la superficie terrestre. Wischmeier y Smith (1978) establecieron un esquema con valores de 0 y 1 en este modelo que dependerá de la clase de cobertura vegetal presente y de su grado (*tabla 4*). Expresa un factor definitivo en la USLE a pesar que sea muy escabroso la zona, si la cobertura vegetal está desarrollada la erosión es mínima. Haciendo una revisión por conocimientos presente se encuentran varias formas para el cómputo del factor C. La colectividad de muchas investigaciones se apoya en estudios de zona, para prestar atención la naturaleza de la cobertura y posterior a una codificación se establecen datos propuestos por Wischmeier y Smith (1978).

Tabla 4 Factor cobertura vegetal (factor C). Mora, 1987

Uso y Cobertura Vegetal	Mora, 1987	Mora, 1987	FAO, 1989	ICE, 1999	Factor C				
					Saborío, 2002; Gómez, 2002; Catie, 2003	Marchamalo 2004; 2007	Lianes 2009	Morgan, 1977	Sagarpa, 2005
Bosque	Bosque relicto altoandino	0.0001							
	Bosque natural			0.001-0.003			0.003		0.001 - 0.10
Cultivos Anuales y Transitorios	Agricultura andina					0.4			
Matorral y Pasto	Matorral arbustivo				0.003 - 0.030				
Matorral y Pasto	Pajonal andino		0.012						
Matorral y Pasto	Área alto andina con escasa y sin vegetación				0.900 - 1.000				
Otros	Lagunas y lagos				0.0001				
	Masa de agua						0.0001		
	Bofedal						0.0001		

Fuente: Wischmeier y Smith (1978) (citado por Moreno 2017)

Factor P prácticas de conservación del suelo: Expresa la correlación entre los desgastes de superficie terrestre que está presente bajo cierta pericia de conservación del suelo y los desgastes que se dan en la misma zona por no haber experiencias de conservación de la subcuenca, el valor o parámetro tiene los valores desde 0 hasta 1.

Wischmeier y Smith (1978), indicó sobre valores orientativos del factor P en función de pendiente y del tipo de labranza de cultivo “(cultivo en contorno, cultivo en franjas de contorno y sucos irrigados, terráceos, etc.)”, lo cual se presenta en la tabla 5. Para determinar este factor existen diversos criterios; sin embargo, se ha considerado para los cálculos respectivos en la Tabla 5.

Tabla 5 Prácticas de conservación (Factor P)

Pendiente %	Cultivo A nivel	Cultivo en Faja	Cultivo en terraza	
			a	b
1-2	0.60	0.30	0.12	0.05
3-8	0.80	0.25	0.10	0.05
9 - 12	0.60	0.30	0.12	0.05
13-16	0.70	0.35	0.14	0.05
17-20	0.80	0.40	0.16	0.06
21- 25	0.90	0.45	0.18	0.06

Fuente: Wischmeier y Smith (1978), citados por el Grupo TRAGSA y Alvarez 1998, 2018 sucesivamente)

Pérdida de suelo por erosión hídrica (Factor A): Para determinar la pérdida de erosión hídrica Núñez (2001) en su libro: “Manejo y conservación de suelos”, conceptúa que, “las pérdidas tolerables” o “niveles aceptables de erosión hídrica” obtenido mediante modelo USLE es un dato valioso para identificar zonas erosivos para su selección de métodos de control de pérdidas del suelo. La pérdida Aceptable depende de las situaciones del mismo lugar, que en un suelo profundo y fertilidad a lo largo de todo el perfil se estima una pérdida de 25 mm en 30 años. De la misma manera la cifra tope excede raras veces de 12.5 tm/ha*año.

Ramos (2001) en su trabajo de investigación “**Modelamiento ambiental para análisis de susceptibilidad erosiva en la cuenca media y alta del Río Cañete**” manifiesta, que el límite de erosión admitido mundialmente oscila entre

10 hasta 12 Tm/ha*año, como se muestra en la tabla 6, sin embargo en las zonas húmedas esta cifra se puede superar a 25 Tm/ha*año de la misma manera recomienda que por encima de estos resultados no se garantiza la conservación del suelo ya que la degradación es más rápida que la formación.

Tabla 6 Clasificación de la pérdida del suelo. Pérdidas tolerables USLE (Universal Soil Loss Equation)

Intensidad de amenazas	pérdida de suelo (Tm/ha*año)
Baja	Menor a 5
Moderada	5-25
Media	25-50
Alta	50-100
Muy alta	100-200
Crítica	Más de 200

Fuente: Adaptado de FAO, UNESCO, PNUMA (1 980), citado por EDESO (1 997), RAMOS (2001, 2009), VELÁSQUEZ, S (2 008) y RAMÍREZ, L (2 010) y Moreno, (2017)

El papel de los SIG en los estudios de erosión: Para nuestros tiempos debido al avance de SIG se evidencia gran cuantía de información en revistas y estudios que emplean los (SIG y Teledetección) para estudiar procesos de erosión en variadas escalas. Los SIG proporcionan ventajas al usarlas, generan guías para el estudio de erosión, porque permiten: operar muchos datos y facilita el cálculo de las variables estudiadas en el modelo, estableciendo resultados para cada factor matemático.

- Desarrollar análisis por capas.
- Establecer la distribución geoespacial de los resultados.
- Generar posibles escenarios.
- Crear mapas que detalle información clara y concisa.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

a) Tipo de investigación

En la presente investigación se utilizó el tipo aplicado, porque está “orientado al conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación espacio-temporal dada y explica el fenómeno estudiado” Hernández (2006).

b) Diseño de investigación

Diseño No Experimental Transeccional:

Diseño No Experimental; porque “carecen de manipulación intencional y tan solo se analizó y estudio los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia” Hernández (2006).

Transeccional; porque “nos permitió realizar los estudios de investigación de los hechos y fenómenos de la realidad en un momento determinado del tiempo” Hernández (2006).

Esquema:

$M_1 \leftarrow O_1$

DONDE:

M_1 = Subcuenca Vilca.

O_1 = Modelamiento de la erosión hídrica para la conservación (precipitación, erosión, erosividad, conservación, etc.).

3.2. Variables y operacionalización

Univariabes

Erosión hídrica a través de modelamiento con el modelo USLE.

Es la medición de la variable mediante los SIG, generando un modelo sobre Erosión Hídrica, la cual consignara datos como:

- Uso del suelo (pastoreo, agricultura y ganadería)

- Cobertura vegetal
- Precipitación
- Pendiente
- Erosibilidad
- Erosividad

3.3. Población, muestra y muestreo

c) Población

Es el área que está constituida por la Subcuenca Vilca.

d) Muestra

La muestra estuvo constituida por las unidades observacionales para el estudio de las partes alta, media y baja de la subcuenca Vilca.

e) Muestreo

Es considerado como un muestreo probabilístico porque todas las zonas de mayor pendiente se incorporaron en el modelamiento de erosión hídrica de la Subcuenca Vilca.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica es observacional y los instrumentos de recolección de datos que se emplearon en la presente investigación se muestran en el Anexo debidamente validados.

3.5. Procedimiento

Para realizar el presente proyecto de investigación se realizó de acuerdo al objetivo planteado de la siguiente manera:

Para determinar la erosión hídrica se identificó los aspectos Socioeconómicos, recursos naturales bióticos y abióticos planteados en los objetivos específicos del presente estudio, para lo cual se utilizó el modelo USLE, durante el trabajo de investigación se obtuvo

información secundaria de diferentes factores, el procedimiento se muestra en la figura 4.

Factor de prácticas de conservación (P)

Para determinar el Factor de prácticas de conservación (P) se realizó la búsqueda de la información de diferentes estudios de la conservación de la Subcuenca Vilca de diferentes estudios como fuentes de ZEE-Huancavelica, MINAM, MINAGRI, etc. posteriormente el área de conservación de la subcuenca se convirtió de Feature a Raster mediante herramientas de ArcGis 10.1. para obtener el factor P.

Factor de Cobertura vegetal y uso del suelo (C)

Se obtuvo datos del estudio de ZEE- Huancavelica del año 2013 mediante corroboración de imágenes satelitales de LandSat 8 <https://earthexplorer.usgs.gov/> de marzo del 2020 y de la misma manera del estudios realizados por el Ministerio del Ambiente del año 2015 que fue publicado en GEOGPSERU <https://www.geogpsperu.com/2016/06/mapa-de-cobertura-vegetal-actualizado.html>.

Una vez obtenido imágenes satelitales de LandSat 8 se procedió obtener información de la cobertura vegetal a base de NDVI de “Índice de Vegetación de diferencia normalizada”, para lo cual se realizó combinación de las bandas de LandSat 8 de reflectancias captadas en el rango espectral del rojo e infrarrojo cercano, de la misma manera quiero recalcar que las imágenes de Landsat 8 cuentan con corrección geométrica y radiométrica; dichos imágenes se realizara corrección atmosférica para examinar las imágenes de manera temporal. El proceso se realizó en el software de ArcGis 10.1 a la cual se agregó una herramienta llamada “Landsat 8”, en el cual se continuó el siguiente proceso primero se aplicó la herramienta de PANSARPEN para fusionar la banda pancromática y calcular la radiancia y generar la corrección atmosférica y posteriormente se utiliza la siguiente formula:

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad (15)$$

Donde:

NIR: Reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente al infrarrojo cercano

R: Reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente al rojo.

Después de obtener la cobertura se procedió corroboración con los Shape obtenidos como de ZEE y MINAM para su posterior ponderación con los valores de 0 hasta 1 citados por diferentes autores, posteriormente para convertir de Shape a Raster con las herramientas de ArcGis 10.1.con el campo de Factor C de tabla de atributos.

Factor de Longitud de pendiente (L)

Para el presente Factor L se obtuvo información de la ZEE Huancavelica como curvas de nivel primaria y secundaria para determinar la longitud de pendiente, para lo cual se realizó de la siguiente manera como se visualiza en la figura 2.

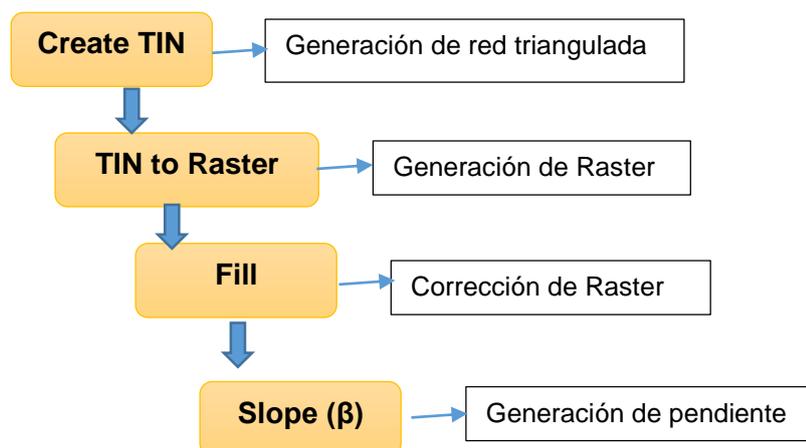
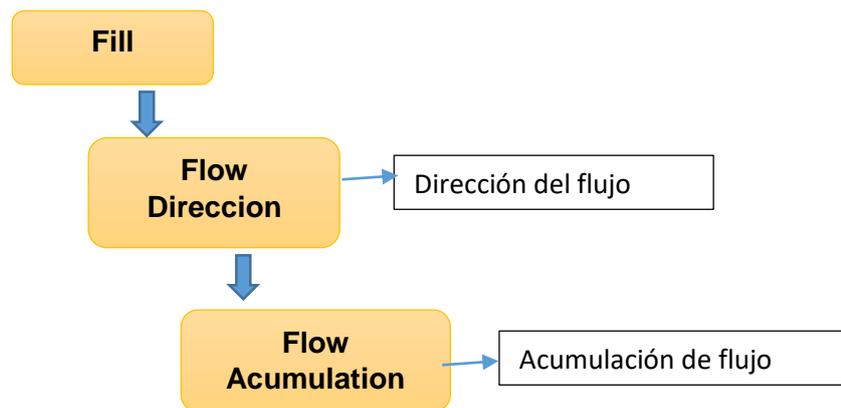


Figura 2 Proceso de generación de pendiente

Una vez obtenido pendiente o Slope β se procedió programar en el software ArcGis 10.1 utilizando herramienta Map Algebra, se procedió a convertir en radianes multiplicación con el dato 0.01745; para determinar la relación erosión en surco a erosión en entresurco (F) de la fórmula planteada para determinar la ecuación USLE.

De la misma manera, que una vez obtenido la relación erosión en surco a erosión en entresurco (F) se procedió a determinar la exponente variable (m) de la fórmula planteada anteriormente, de la misma manera se usó el software ArcGis 10.1. con la herramienta Map Algebra.

Y finalmente para poder calcular el FACTOR L se realizó de la siguiente manera como se muestra en la figura 3:



Fuente: Elaboración propia

Figura 3 Proceso de obtención de FACTOR L

Y por último se determinó el valor de D de la fórmula planteada del raster Fill y el X equivale por defecto 1 como factor de corrección, el cual se determinó mediante herramienta de Map Algebra del Programa ArcGis 10.1.

Factor de Grado de Pendiente (S)

Para determinar el grado de pendiente se obtuvo información de los resultados de Flow Acumulation del factor L aplicando la fórmula ($S_{(i;j)}$) planteada para determinar la ecuación USLE, de la

misma manera se utilizó herramienta Map Algebra del software de ArcGis 10.1.

Factor de Erosibilidad (K)

Se realizó la exploración de Datos del FAO “(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)” de tipos de suelo a nivel mundial para determinar el factor K, para lo cual se accedió por la siguiente link <http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=14116> en lo cual nos da información de textura, estructura, permeabilidad y porcentaje de la materia orgánica del suelo a nivel mundial.

Los resultados obtenidos del FAO fueron calculados en Excel aplicando las formulas del factor K y posteriormente los datos obtenidos serán insertados en formato Shape para su conversión al Raster mediante herramientas de ArcGis 10.1.

Factor de Erosividad (R)

Para el presente factor se realizó recolección de datos de precipitación y/o datos meteorológicos que esta dispuestos para usuarios sectoriales, estudiantes, investigadores y público en general de la página principal de “Servicio Nacional de meteorología e hidrología” (Senamhi, 2016) posteriormente para aplicar con la fórmula de Índice de Fournier Modificado (IFM). Los datos fueron obtenidos de las estaciones meteorológicas más cercanas al área del estudio para determinar la precipitación media anual; ya que son requisitos indispensables para poder aplicar el Índice Modificado de Fournier (IMF); en el programa ArcGis 10.1 se procedió realizar interpolación “Spline” con los datos del IMF y finalmente se utilizó Map Algebra para cálculo de factor R con la fórmula propuesta y usado por varios estudios de área según Apayandin (citado en Álvarez, 2018) dicho reajuste se realizará utilizando Map algebra del programa ArcGis 10.1.

Una vez obtenido todos los factores se realizó generación de mapas con programa ArcGis 10.1 de diferentes factores que incluye USLE.

Análisis e Interpretación de resultados

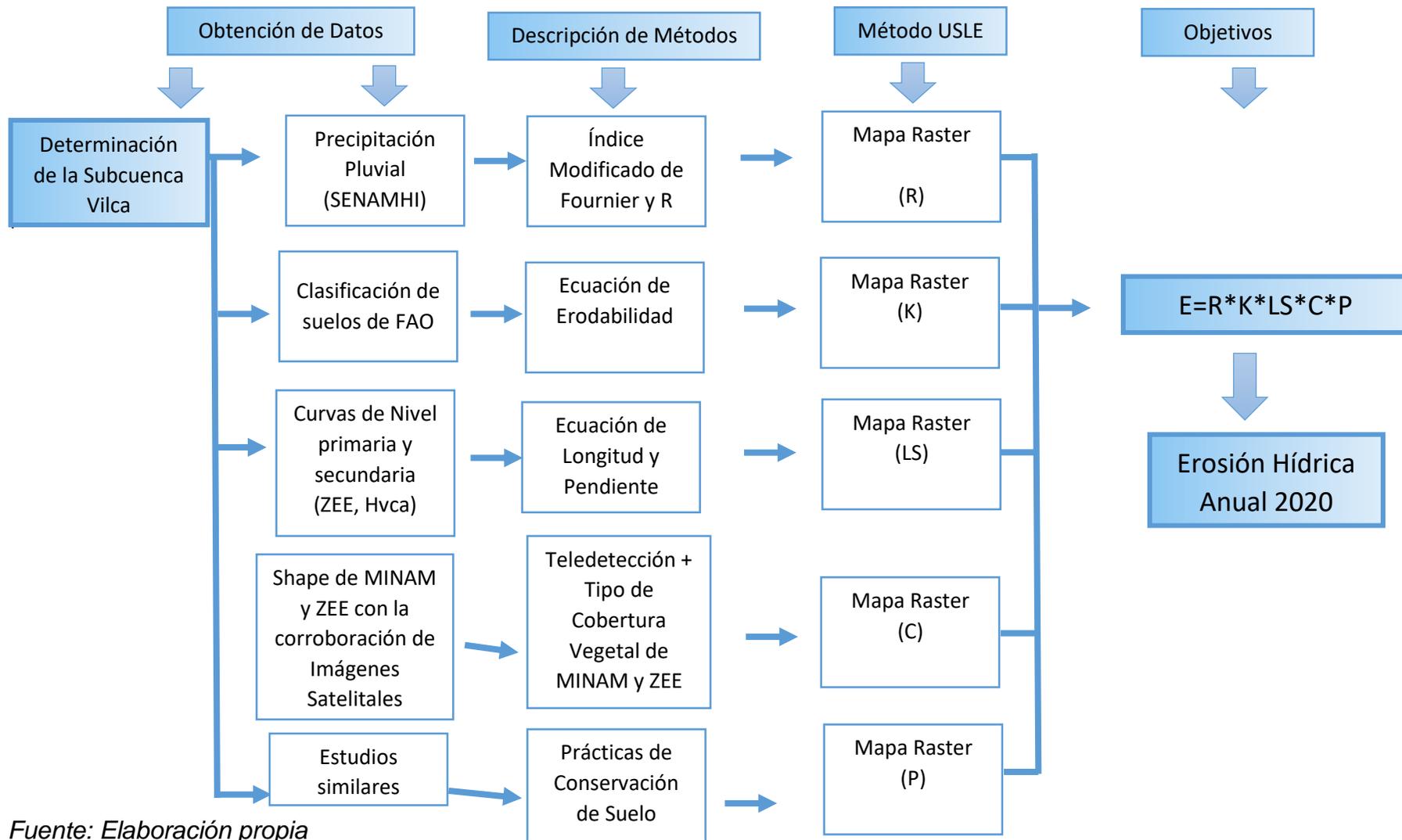
Redacción de conclusiones y recomendaciones

3.6. Método de análisis de datos

Se analizará mediante extensiones estadístico de ArcGis 10.1. Y para la contratación de la hipótesis se realizará a través de la evidencia de documentos sobre gestión de Subcuenca.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación denominado EROSIÓN HÍDRICA MEDIANTE EL MODELO USLE PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO DE LA SUBCUENCA VILCA A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA REGIÓN HUANCVELICA 2020 se respetará la posesión científica, señalando a los escritores y la ética en investigación de la universidad, RCU N° 0126-2017/UCV. Asimismo, se concuerda a la Resolución Rectoral N° 0089 -2019/UCV, Reglamento de investigación de la Universidad César Vallejo y mediante Disposición N° 7.4 de la Resolución de Vicerrectorado de Investigación N° 008-2017-VI/UCV: la cual se comprobará mediante el turnitin la certeza de no reproducción del proyecto de investigación y de la misma manera las estructuras del presente investigación está a base de la “Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis para la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales”.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4 Procesamiento de datos para la obtención de erosión hídrica

pérdida de suelo a condiciones simuladas sin cobertura y sin prácticas de conservación.

Tabla 7 Resultado de FACTOR P

Nº	Datos	Descripción	Superficie Has	%
01	1	Sin conservación (Baja)	176109.73	100

Factor de Cobertura vegetal y uso del suelo (C)

Para el presente factor C del año 2020, se clasifico 11 tipos de coberturas con sus referentes valores del factor C. Estos valores fueron procedentes al tipo de cobertura de la geografía peruana, realizado inicialmente en investigaciones publicadas del estudio de la cuenca del río Mantaro publicado por Correa et al. (2016), como se observa en la tabla 9.

Tabla 8 Valores del factor C por tipo de cobertura para la Subcuenca Vilca

Tipo de Cobertura	Símbolo	Área Has	Porcentaje %	Factor C
Áreas Urbanas	AU	35.52	0.02	0
Bofedal	Bof	8520.11	4.84	0.05
Áreas con cultivo agrícola	Cul/Ag	9174.87	5.21	0.4
Glaciares	GI	1614.98	0.92	0
Lagunas	Lagunas	3110.90	1.77	0
Matorral húmedo	Mh	3812.54	2.16	0.076
Matorral sub húmedo	Msh	2083.61	1.18	0.380
Matorral sub húmedo/pajonal	Msh/Paj	820.03	0.47	0.380
Pajonal	Pj	85664.24	48.64	0.038
Pajonal/césped de puna	Pj/Cp	51130.93	29.03	0.15
Plantación forestal	plan/for	65.80	0.04	0.014
Área sin vegetación	Sn/vg	10076.19	5.72	1

Fuente: Correa et al. (2016) y Escobar, (2019)

De la misma manera para las ponderaciones de datos de cada tipo de cobertura vegetal se adoptó los datos dentro de rango de 0 a 1; donde el valor cero representa que no existe erosión y el valor 1 representa a un suelo desnudos propensos a la erosión (Escobar, 2019).

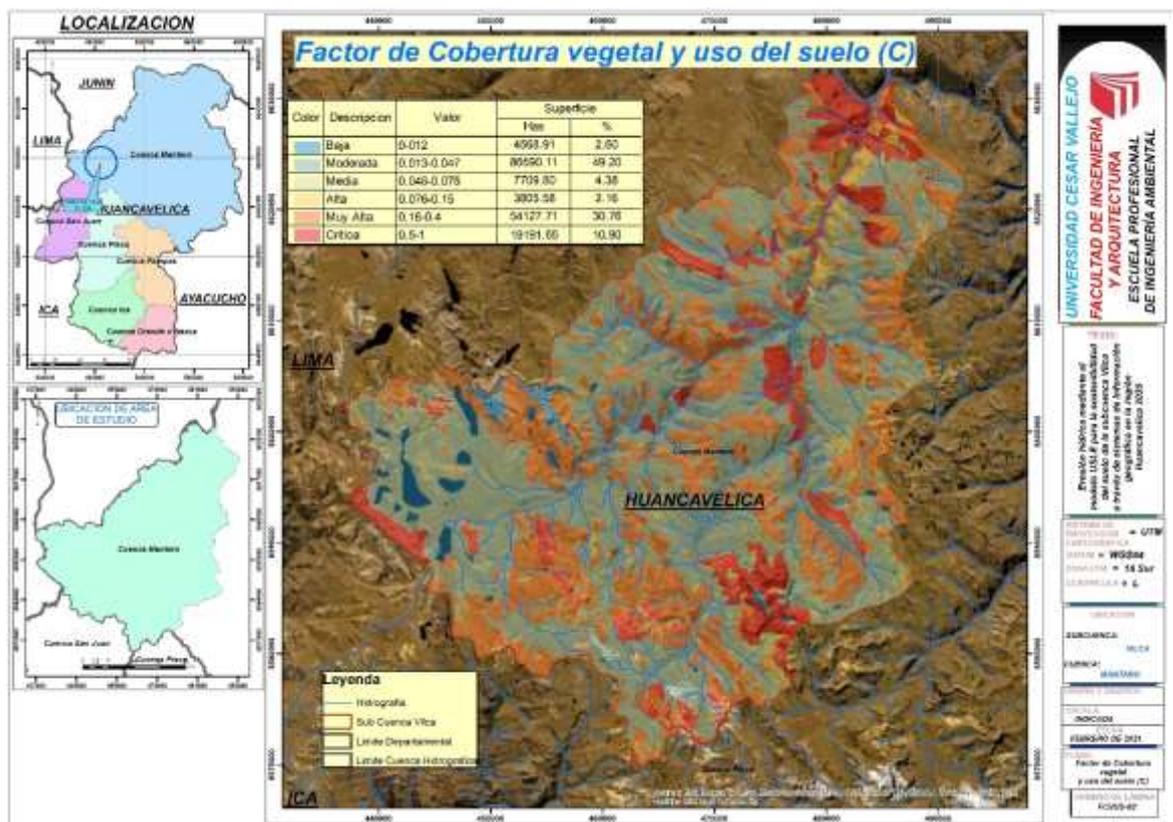


Figura 6 Resultado de factor C

Los resultados obtenidos del Factor C oscilan (Figura 6) entre 0 a 1 como se muestra en la tabla 10 y en el Figura 7 donde que el 10.90% del área total está con erosión crítica, de la misma manera que el 30.76% está en muy alta de erosión y el más representante del área de estudio con el 49.20% con erosión moderada con respecto a cobertura vegetal en la Subcuenca Vilca.

Tabla 9 Resultado de FACTOR C

Nº	Descripción	Valor	Superficie	
			Has	%
1	Baja	0-0.012	4568.91	2.60
2	Moderada	0.013-0.047	86590.11	49.20
3	Media	0.048-0.075	7709.80	4.38
4	Alta	0.076-0.15	3805.58	2.16
5	Muy Alta	0.16-0.4	54127.71	30.76
6	Crítica	0.5-1	19191.65	10.90

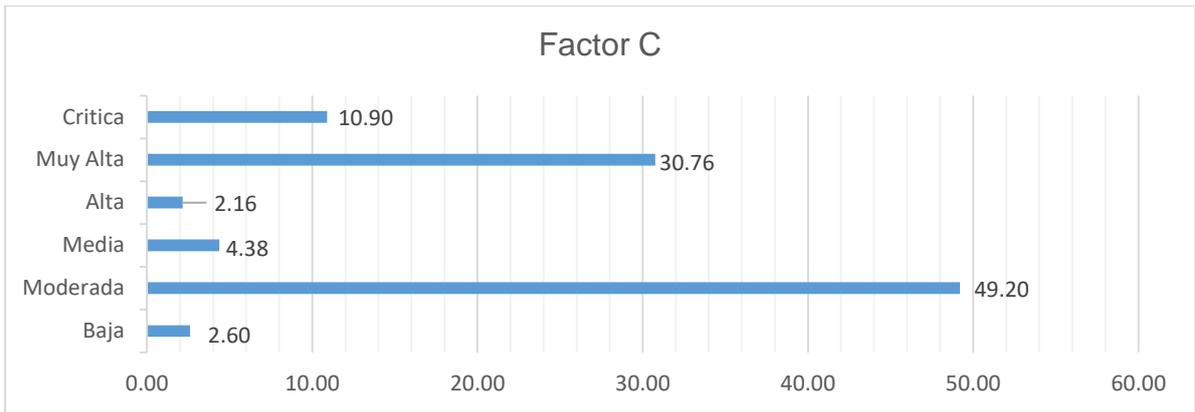


Figura 7 Porcentaje de resultado de FACTOR C

Factor de Longitud de pendiente (L)

Resultado de factor L oscila entre 0.17 – 34.09 m como se muestra en la figura 8, donde la erosión del suelo agranda acorde a la longitud del terreno en el sentido de la pendiente aumenta.

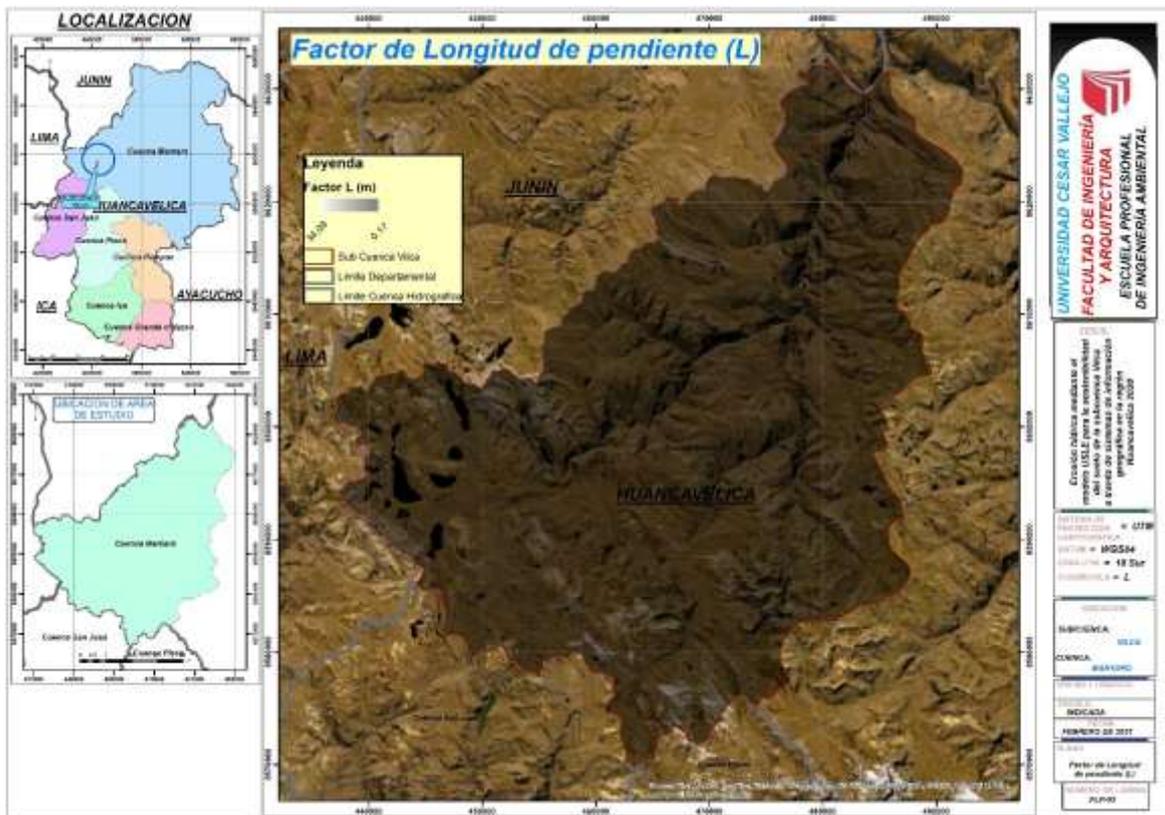


Figura 8 Resultado de longitud de pendiente (L)

Factor de Grado de Pendiente (S)

De la misma manera se obtuvo el FACTOR S ($S_{(i,j)}$) aplicando fórmula propuesta, donde varía entre 0 hasta 15 grados, el cual quiere decir que mayores o igual a 15 grados existe erosión del suelo como se muestra en la figura 9.

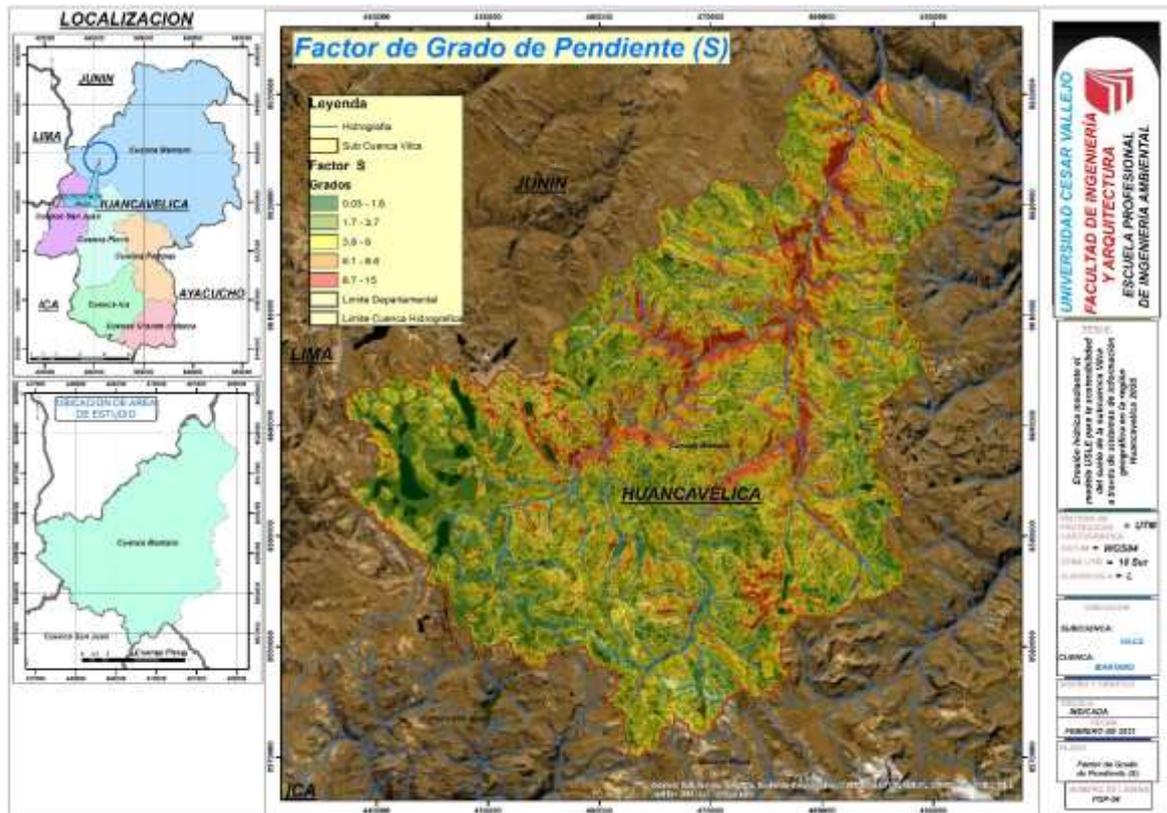


Figura 9 Resultado de FACTOR S

Factor de Erosibilidad (K)

Luego de procesar la información recopilada de la página principal de FAO, se obtuvo como resultado que el 100% del territorio de la Subcuenca Vilca presenta un nivel Muy poco erodable con un valor de 0.006 como se muestra en la tabla 11 y 12.

Tabla 10 Características físicas del suelo para el FACTOR K

Soil unit symbol	(ms) sand % topsoil	(msilt) silt % topsoil	(mc) clay % topsoil	(orgC) OC % topsoil	Fcsand	f_(cl-si)	f_orgc	f_hisand	usle	Factor K
I	58.9	16.2	24.9	0.97	0.200	0.756	0.927	0.300	0.042	0.006
I	58.9	16.2	24.9	0.97	0.200	0.756	0.927	0.300	0.042	0.006

Tabla 11 Resultado del factor K

Valor de K (Tm.ha.hrs/mj.mm. ha.)	Área Has	Porcentaje %	Clasificación
0.006	176109.73	100	Muy poco erodable

Fuente: AMESQUITA, 1 990, (Moreno, 2017)

En la figura 10 se muestra resultado de proceso del Factor K, donde presenta que el 176109.73 Has que representa 100% del territorio superficial presenta un nivel de erosión de; muy poca erodable.

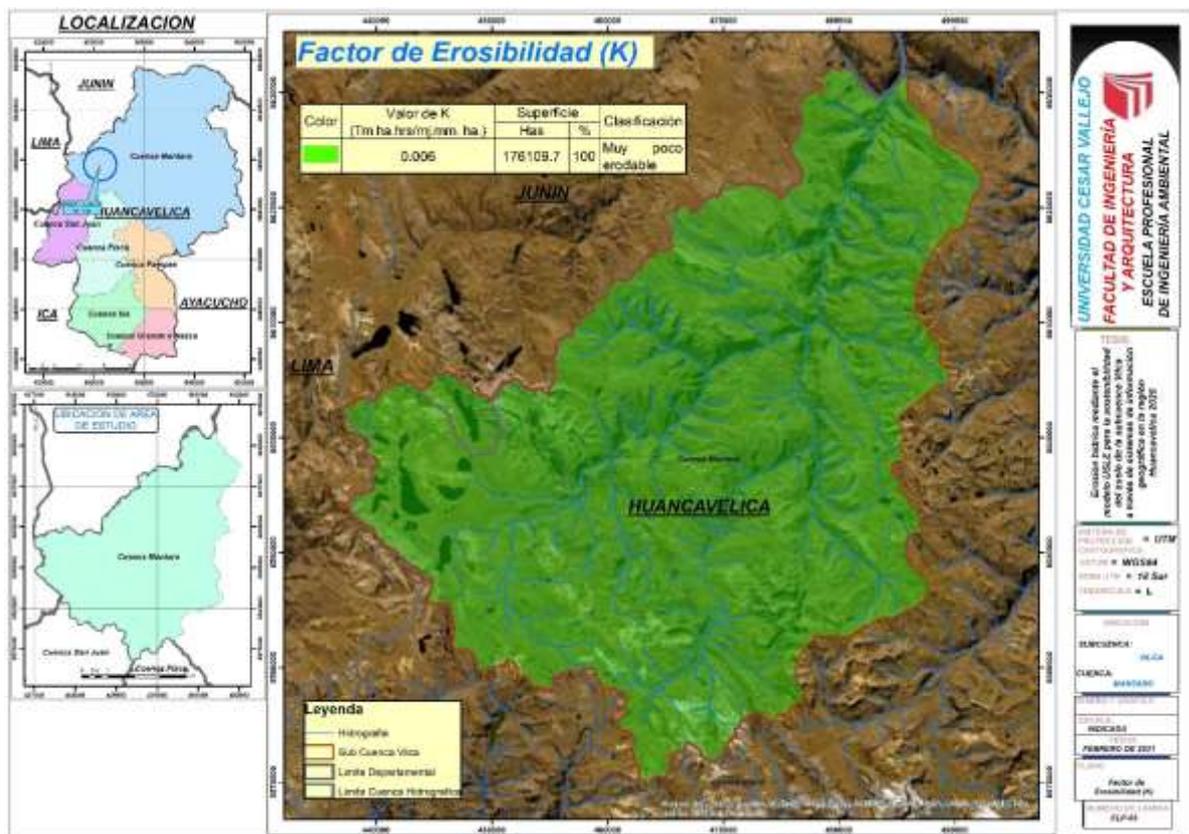


Figura 10 Resultado de factor C

Factor de Erosividad (R)

Para el presente Factor R se utilizó los datos de precipitación de las estaciones meteorológicas que se demuestran en la tabla 13, dicho dato se utilizó para determinar precipitación media anual aplicando la fórmula de Índice Modificado de Fournier (IMF).

Tabla 12 Estaciones meteorológicas cercanas al área del estudio

Departamento	Provincia	Distrito	Estación	X	Y
Huancavelica	Huancavelica	Ascensión	Est 01	498657	8588118
Huancavelica	Huancavelica	Pilchaca	Est 02	490857	8629280
Huancavelica	Tayacaja	Acostambo	Est 03	493776	8633551
Huancavelica	Castrovirreyna	Aurahua	Est 04	444670	8563914
Lima	Yauyos	Carania	Est 05	418458	8635249
Junín	Huancayo	Viques	Est 06	475161	8656182

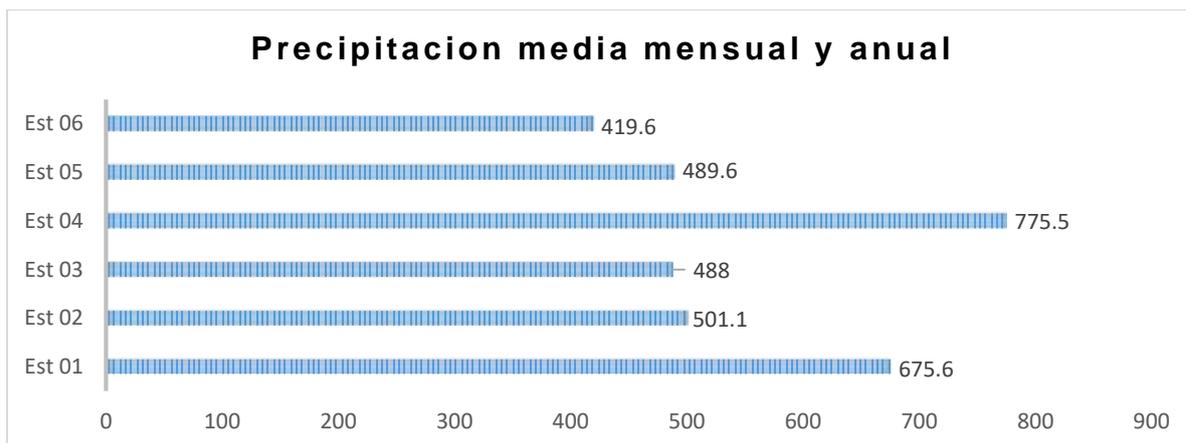
Fuente: SENAMHI, (2020)

En la siguiente tabla 14 se muestra datos procesados de precipitación media mensual y anual del año 2020 de cada estación meteorológica para obtener datos de erosividad de acuerdo al índice Modificado de Fournier, de la misma manera en la figura 11 menciona que en la estación 1, 2 y 4 presentan mayor precipitación anual que las demás estaciones meteorológicas.

Tabla 13 Precipitación media anual por estación meteorológica (mm) – 2020

Estación	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	Precipitación Media Anual
Est 01	104.50	127.50	122.70	46.80	35.50	14.80	2.00	4.30	36.30	15.10	9.50	156.60	675.60
Est 02	75.50	135.70	67.70	13.10	48.30	5.10	0	2.60	26.60	35.60	5.30	85.60	501.10
Est 03	97.80	187.10	11.10	5.00	0.10	0.00	0.60	5.70	28.20	30.30	5.10	117.00	488.00
Est 04	0	0	0	0	0	0	0.10	637.10	138.30	0	0	0	775.50
Est 05	76.50	100.50	73.90	21.80	13	0.70	0	0.10	9.90	20.90	14.40	157.90	489.60
Est 06	65.40	94.50	78.20	5.90	30.20	3.10	0.30	0	35.40	20.70	13	72.90	419.60

Fuente: SENAMHI, (2020)



Fuente: SENAMHI, (2020)

Figura 11 Precipitación media mensual y anual

En la tabla 15 se muestra datos de factor R y en la tabla 16 resultado de factor R y en la figura 12 se muestra que en la Subcuenca Vilca existe una erosividad muy alta en un área de 15.39% que 27112.17 ha.

Tabla 14 Índice modificado de founier y valores del factor de R de las estaciones (Mj.mm/ha. año) – 2020

Estación	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	IMF
Est 01	16.16	24.06	22.28	3.24	1.87	0.32	0.01	0.03	1.95	0.34	0.13	36.30	106.70
Est 02	8.44	27.26	6.78	0.25	3.45	0.04	0.00	0.01	1.05	1.88	0.04	10.85	60.04
Est 03	14.16	51.82	0.18	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	1.18	1.36	0.04	20.26	89.08
Est 04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.79	28.31	0.00	0.00	0.00	629.10
Est 05	8.66	14.95	8.08	0.70	0.25	0.00	0.00	0.00	0.15	0.65	0.31	36.90	70.65
Est 06	6.33	13.22	9.05	0.05	1.35	0.01	0.00	0.00	1.85	0.63	0.25	7.87	40.62

Tabla 15 Resultado de Factor R

Nº	Rango Mj.mm/ha. año	Superficie Área	%	Descripción
1	0-60	54223.45	30.79	Muy Bajo
2	60-90	36478.56	20.71	Bajo
3	90-120	27929.17	15.86	Moderado
4	120-160	30371.97	17.25	Alto
5	> 160	27112.17	15.39	Muy Alto

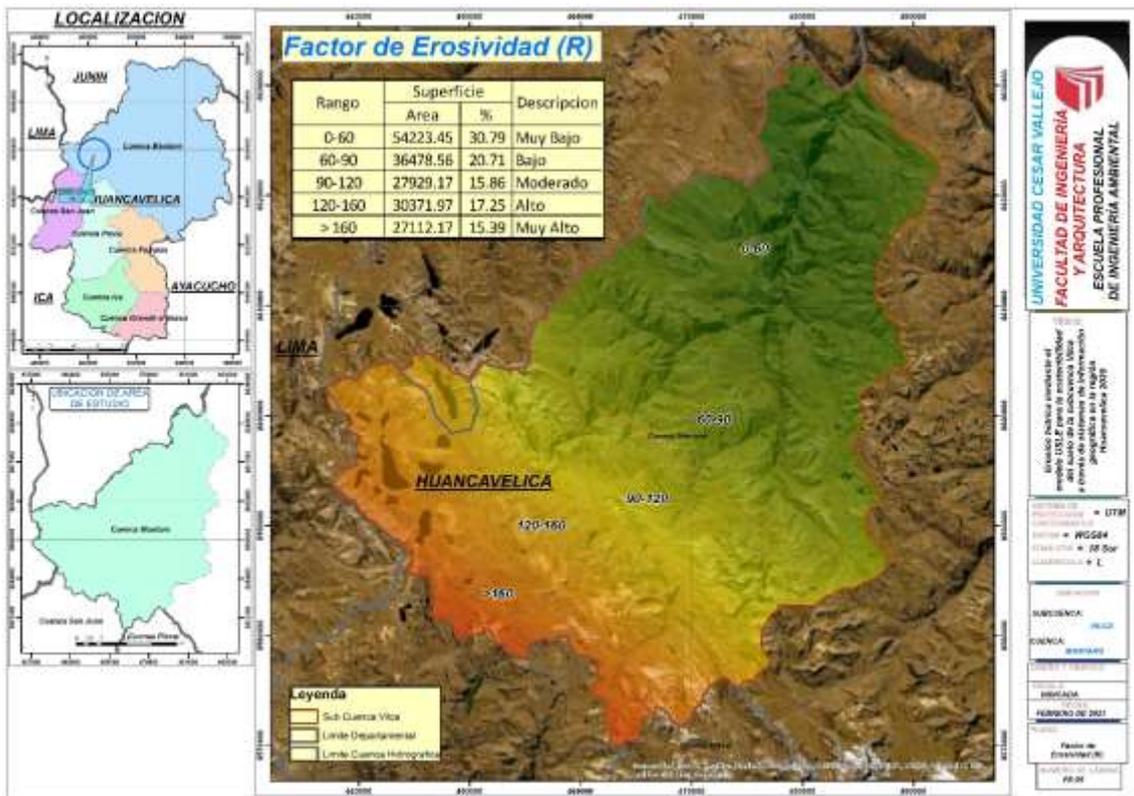


Figura 12 Resultado de Factor R

Erosión hídrica del suelo (E)

Del resultado obtenido de la tabla 17 de Erosión hídrica de la Subcuenca Vilca, se puede observar que hay bajo porcentaje del área con el 1.30 % (2280.38 ha) del área del estudio en erosión Muy Alta, lo cual no es preocupante para la sociedad o autoridades regional o municipales; estos datos se ubican en la cabecera de la Subcuenca Vilca, en donde las lluvias son más frecuentes y se tienen coberturas vegetales pocos densas por factor climático. De la misma manera la presencia de la erosión hídrica Moderada que ocupa un área de 11.93 % (21002.44 ha), esto debido al tipo de cobertura vegetal que se encuentra en la zona de estudio, como son los pajonales y bofedales; también presenta eminentes precipitaciones en dicha área, el cual se ubica en la cabecera y Subcuenca intermedia, por otra parte, que la erosión hídrica Alta ocupa el 2.45 % (4319.72 ha) en el territorio de la Subcuenca Vilca de la misma manera se ubica en cabecera de la Subcuenca como se muestra en la figura 13. Finalmente, las zonas con una erosión hídrica ligera ocupan mayor extensión territorial con un 84.32 % (148487.83 ha) del área de estudio, el cual se ubica en Subcuenca

media y baja, donde la cobertura es densa como bosques y matorrales y en la parte norte de la Subcuenca donde se presentan las lluvias más bajas del territorio. Se aumentan a todo esto los factores L y S que poseen una gran influencia para la mejora del procedimiento.

Tabla 16 Resultado de Erosión hídrica

Nº	Rango Tm/ha*año	Superficie Has	%	Descripción
1	0-10	148487.82	84.32	Ninguna o Ligero
2	10-50	21002.44	11.93	Moderada
3	50-200	4319.72	2.45	Alta
4	>200	2280.38	1.30	Muy Alta

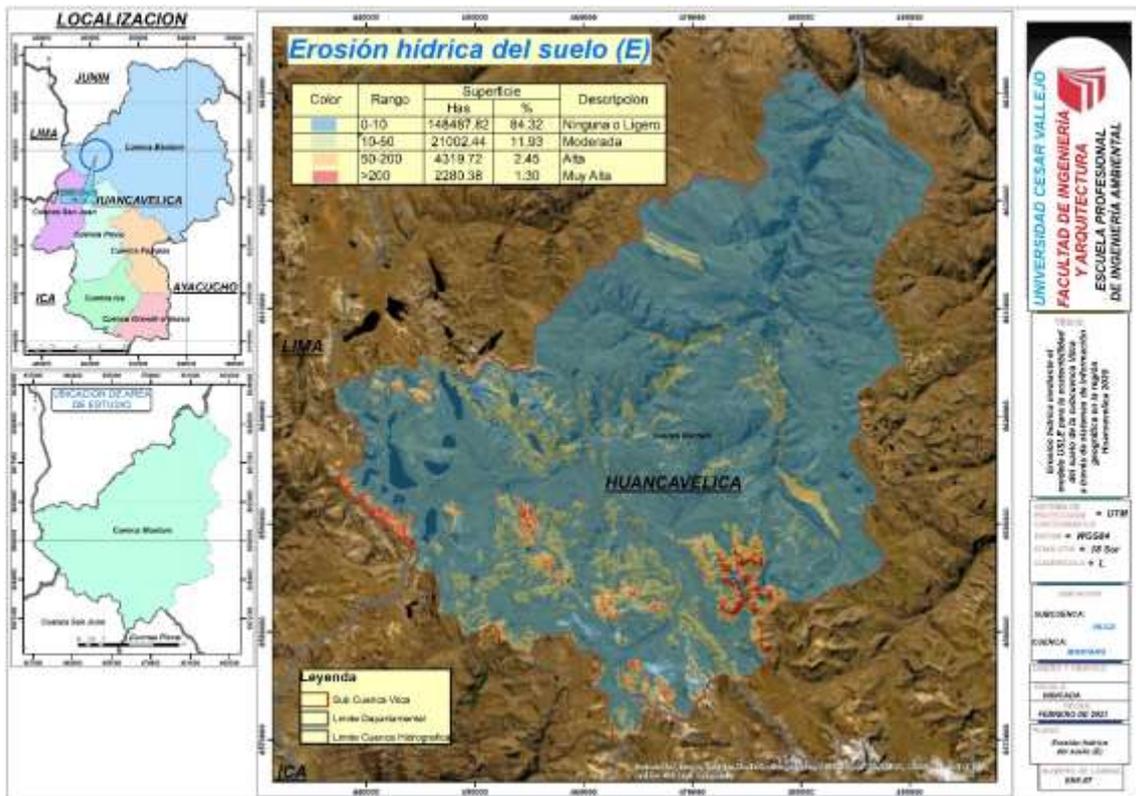


Figura 13 Pérdida anual del suelo

V. DISCUSIÓN

La “Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE)” es un modelo directo, que tiene la capacidad de pronosticar la tasa anual de erosión hídrica del suelo. La pérdida de suelo está relacionada espacialmente con la cobertura vegetal, la pendiente, el gradiente altitudinal, tipo del suelo y la precipitación.

Para el presente estudio se identificó aspectos socioeconómicos de la Subcuenca Vilca a través de los SIG, el Factor P (prácticas de conservación del suelo), lo cual obtuvo como resultado el valor 1 esto por no realizar prácticas de conservación, este factor coincide con los estudios realizados por Joyo (2018) y Flores (2015) en sus respectivos trabajos de investigación, donde ellos también mencionan que el valor 1 se propone cuando no existe ninguna trabajo de conservación por la sociedad entorno a la subcuenca.

De la misma manera de acuerdo al objetivo se identificó los recursos naturales bióticos como la cobertura vegetal Factor C donde se obtuvo como resultado desde 0 a 1 t/ha como se muestra en la tabla 10 propuesto por Correa et al. (2016) y Escobar (2019), esto se debe a que el suelo está desprovisto de cobertura vegetal y el daño que provocan las gotas de lluvia por acción de energía cinética en los suelos será el que determinen los demás factores, coincidiendo con Flores (2015) donde en su estudio “estimo valores para el factor C, teniendo en cuenta la densidad de vegetación que proteja el suelo, donde obtuvo valores de 0.0047 para bosques densos y valores de 1 para superficies con poca o sin vegetación” de la misma manera Alvarez (2018), menciona que en sus estudios obtuvo valores desde 0 hasta 1, lo cual coincide con el presente estudio realizado.

Se identificó los recursos naturales abióticos como grado de pendiente, longitud de pendiente, erosibilidad y erosividad, para poder obtener la Erosión Hídrica mediante uso de la ecuación USLE, para lo cual se plantea estimar la Longitud de pendiente (Factor L) donde se obtuvo los valores de 0.17 – 34.09 m como se muestra en la figura 8, donde la Erosión del suelo extiende acorde al trayecto del terreno en el sentido de la pendiente aumenta y Grado de Pendiente (Factor S) entre 0 hasta 15 grados, el cual quiere decir que mayores o igual a 15 grados existe erosión del suelo como se aprecia en la figura 9,

dicho factor L y S o índice topográfico se realizó mediante el uso del método Renard et al. (1997) el cual coincide con el estudio realizado por Alvarez (2018) donde menciona que “tuvo influencia de porcentaje de inclinación del terreno como de la longitud del declive sobre las pérdidas de suelo” de la misma manera Flores (2015) menciona que el factor L es mayor en las zonas altas, mientras grande sea la longitud, mayor será el recorrido de una gota de lluvia; de la misma manera el factor S, la desgaste del suelo se aumenta más velozmente con pendientes muy escarpadas en comparación con el incremento de factor S.

Del mismo modo del factor K Erosibilidad, se obtuvo el único valor 0.006 Tm.ha.hrs/mj.mm clasificando como Muy poco erodable como se muestra en la tabla 12 y 12. ya que en la subcuenca Vilca solo existe un solo tipo del suelo (I- Lithosols de acuerdo al FAO), el cual coincidiendo con Flores (2015) donde menciona que los valores oscilan entre 0,027 - 0,048 ton*ha*h/MJ*ha*cm son de bajos de erosionabilidad que pertenecen a tierras de “textura arcillo arenoso y franco arcillo arenoso” y los datos medios a tierras de textura franco, de la misma manera Alvarez (2018) menciona que los datos por debajo de 0.0152 ton*ha*h/MJ*ha*cm se identifican por ser un suelo “franco arenoso y de permeabilidad moderada” siendo menos sensible a la erosión y el valor más alto es de 0.0202 ton*ha*h/MJ*ha*cm, se identifica por ser de textura franco arcilloso y de permeabilidad lenta.

Y por último del factor abiótico la erosividad (R) de la lluvia para lo cual se utilizó el “Índice Modificado de Fournier”, de lo cual se obtuvo los siguientes valores desde 0 hasta > 160 MJ*cm/ha*h (tabla 16 y figura 12), en lo cual el 15.39 % del área de estudio de la Subcuenca Vilca se forma un nivel de erosividad alto, así también en el estudio realizado por Flores (2015) obtuvo resultados la erosividad R de 380.88 hasta 451.84 MJ*cm/ha*h donde menciona que en las zonas donde que existe mayor precipitación se presenta mayor erosividad, de la misma manera Alvarez (2018) obtiene datos del año 2013 que varía desde 56 hasta 201 Mj.mm/ha.año de agresividad y para el año 2017 de 42 a 288 Mj.mm/ha.año.

Para determinar la erosión hídrica del suelo se realizó aplicando la ecuación USLE aplicando por diferentes autores, donde obtuvo valores de 0 hasta >200 Tm/ha*año como se muestra en la tabla 17 donde que en la

Subcuenca la erosión crítica se encuentra en la subcuenca alta y erosión moderada en la subcuenca alta y media y erosión baja en la subcuenca baja con mayor extensión territorial del área de estudio, de la misma manera los resultados coinciden con Jaramillo (2015) y Raymundo (2018), donde menciona que las “lugares con alta, muy alta y severa erosión hídrica se ubican en la parte media y baja de la microcuenca estudiada”, de la misma manera RAMOS (2001) citado por A. Flores (2015) nos dice que el “límite de erosión aceptado mundialmente como admisible oscila en torno a las 10 - 12 tm/ha/año, aunque en zonas húmedas esta cifra puede elevarse hasta las 25 tm/ha/año”; MORGAN (1997) citado por A. Flores (2015) menciona que, “por encima de esta cifra no se puede garantizar la conservación de los suelos, ya que la pérdida es más rápida que la creación de suelo”.

VI. CONCLUSIONES

Se identificó los aspectos socioeconómicos; como factor “P” prácticas de conservación de suelo, durante la realización del trabajo se pudo evidenciar que la Subcuenca Vilca no es sostenible por no contar con actividades de prácticas de conservación de suelos lo cual afectaría significativamente en la pérdida del material particulado del suelo.

El factor C lo cual se logró registrar: Áreas Urbanas, Bofedal, Áreas con cultivo agrícola, Glaciares, Lagunas, Matorral húmedo, Matorral sub húmedo, Matorral sub húmedo/pajonal, Pajonal, Pajonal/césped de puna, Plantación forestal y Área sin vegetación, de la cual obtuvo como resultado que varía entre 0 hasta 1, donde la erosión con mayor representatividad es Moderada con un área de 49.20 % del área de la Subcuenca.

Con respecto al Factor LS se obtuvieron los siguientes resultados; factor L que oscila entre 0.17 – 34.09 m, factor S, que los resultados varían entre 0 hasta 15 grados; del mismo modo el factor K los resultados obtenidos son $0.006 \text{ tm}^* \text{ha}^* \text{h} / \text{ha}^* \text{Mj}^* \text{mm}$ en toda la extensión de la Subcuenca; del mismo modo el Factor R se obtuvo como resultados que varía entre 0 hasta 160 MJ*mm/Ha*Hrs*año de lo cual el 30.79% del territorio se encuentra en muy baja erosibilidad al respecto de factor R.

Y por último se determinó la Erosión Hídrica de la Subcuenca Vilca del año 2020, donde se obtuvo que la Erosión Hídrica Ninguna o Ligero de 0 a 10 Ton/ha/año que representa 84.32 % (148,487.82 ha) del área total, lo cual se ubica en la Subcuenca Baja, Media y Alta, Erosión Hídrica moderada de 10 a 50 Ton/ha/año que representa que el 11.93 % (21,002.44 ha) del área de estudio, de la misma manera se ubica en la Subcuenca Baja, Media y Alta, Erosión Hídrica Alta de 50 a 200 Ton/ha/año que representa el 2.45 % (4,319.72 ha) de todo el área de la subcuenca, que ubica en la Subcuenca Alta y media, erosión hídrica Muy Alto de >200 Ton/ha/año representa 1.30 % del área con una extensión territorial de 2,280.38 ha en zonas puntuales de la Subcuenca Alta.

VII. RECOMENDACIONES:

Manipular la máxima cantidad de estaciones hidrometeorológicas que se encuentren cerca de la Subcuenca Vilca con el fin de obtener registros de intensidad de lluvia cada 30 minutos para facilitar la obtención de mayor información de los eventos de lluvia para determinar el factor R.

Ejecutar trabajos de muestreos de suelo con la finalidad de analizarlas de esta manera mejorar el nivel de referencia de la erodabilidad del suelo en la sub cuenca vilca, teniendo en consideración que mientras más muestreos tenemos más cercano a la realidad nos encontraremos, con el fin de obtener el factor K.

Emplear curvas de nivel recomendable con una distancia mejor a 40 metros, con el fin de obtener mayor precisión para cercarnos a la realidad de esta manera ajustar el modelo para el factor LS.

Crear y establecer base de datos por cada especie de cobertura vegetal, con el fin de saber que especie es más resistente a la erosión hídrica dentro de la sub cuenca de vilca, con el fin de mejorar el nivel de análisis para el factor C y P.

Desarrollar la cuantificación de la erosión hídrica potencial, esto nos permitirá comparar con la erosión hídrica real, dejando entre ver la agresividad de la lluvia si no existencia cobertura vegetal (suelo descubierto).

VIII. REFERENCIAS

- ALVAREZ, A. *Análisis temporal del nivel de la erosión hídrica de la subcuenca del río Ichu 2013 y 2017* [en línea]. S.l.: s.n. 2018. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2603>.
- ATAUJE, D. Estimación de la erosión hídrica para la conservación de suelos en la cuenca Huatatas , Ayacucho – 2017. publicado en 2018.
- BASINUL. *Modulo de cuencas hidrográficas” Argentina*. S.l.: s.n. 2013
- CARRASCO, L. y BERETTA, A. Soil erosion by water estimated for 99 Uruguayan basins. *Ciencia e Investigacion Agraria*, vol. 44, no. 2, pp. 184-194. 2017. ISSN 07181620. DOI 10.7764/rcia.v44i2.1717.
- CORREA, S.W., MELLO, C.R., CHOU, S.C., CURI, N. y NORTON, L.D. Soil erosion risk associated with climate change at Mantaro River basin, Peruvian Andes. *Catena* [en línea], vol. 147, pp. 110-124. 2016. [Consulta: 21 febrero 2021]. ISSN 03418162. DOI 10.1016/j.catena.2016.07.003. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.07.003>.
- ESCOBAR, M.Y. “MITIGACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ICHU, HUANCAVELICA” . , 2019.
- FAO. Apoyo a la rehabilitación productiva y el manejo sostenible de microcuencas EEUU. , 2006.
- FERREIRA, L.M. y GONCALVES FERREIRA, A. Aplicação de um modelo de erosão hídrica do solo à escala da unidade de intervenção florestal com a utilização de um Sistema de Informação Geográfica. *Revista de Ciências Agrárias* [en línea], vol. 38, no. 4, pp. 587-598. 2015. [Consulta: 2 febrero 2021]. ISSN 0871018X. DOI 10.19084/rca15141. Disponible en: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2015000400010&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.
- FLORES, A. Aproximación de riesgo por erosión hídrica aplicando un sistema de información geográfica en la subcuenca Shambillo, Distrito de Padre Abad. [en línea], 2015. Disponible en: http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1477/ALFV_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- GUERRERO, J. *Copias del Curso: Gestión de Calidad del Suelo*. Lima: E.P.G, UNALM. 2003.
- HELENA, C., ESTHELA, S., JUDITH, D., MARIA, Z., SOFIA, C. y LETICIA, Q. La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta ecológica*, vol. 83, pp. 5-71. 2007.
- HERNÁNDEZ, S., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, L.P. *Metodología de la Investigación Científica*. 3ra Edició. México: s.n. 2006.
- JARAMILLO, J. *Estudio Del Riesgo Por Erosión Hídrica Del Suelo Utilizando El Modelo U.S.L.E, Mediante Herramientas S.I.G, Aplicado En La Subcuenca*

- Río Portoviejo, Provincia De Manabí* [en línea]. S.l.: s.n. 2015. Disponible en: https://issuu.com/unigis_latina/docs/tesis_rosales2.
- JOYO, A. Determinación de la erosión hídrica de suelos; en las zonas agrícolas del centro poblado de Pampa Cangallo – Ayacucho. , 2018.
- LAFLEN, J.M. y MOLDENHAUER, W.C. *Pioneering Soil Erosion Prediction: The USLE Story* [en línea]. S.l.: s.n. 2003. ISBN 974-91310-3-7. Disponible en: <https://www.yumpu.com/s/6ddG9JVZ7ztCGetH>.
- MINAM,. La desertificación en el Perú. *Kemampuan Koneksi Matematis (Tinjauan Terhadap Pendekatan Pembelajaran Savi)* [en línea], vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699. 2011. Disponible en: http://www.euroclimaplus.org/images/Publicaciones/Suelos/Peru_4Inf_Desertificacion1.pdf.
- ISSN 1098-6596.
- MORALES, C., PIZARRO, R., VEGA, L., VALDÉS, R., OLIVARES, C. y NEW, F.B. Evaluación de la erosión hídrica superficial en zonas áridas y semiáridas de Chile central. *Aqua-LAC* [en línea], vol. 2, no. December 2014, pp. 1-11. 2010. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/269710211_Evaluacion_de_la_erosion_hidrica_superficial_en_zonas_aridas_y_semiaridas_de_Chile_central.
- MORALES, G. Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica en el municipio de Acala, Chiapas. [en línea], 2016. Disponible en: https://repositorio.unicach.mx/bitstream/20.500.12114/995/1/CIT_551.302_M67_2016.pdf.
- MORENO, H. Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica aplicando el método USLE y haciendo uso del SIG en la subcuenca del río Olleros-distrto de Olleros periodo 2015. [en línea], , 2017. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1993>.
- MORGAN, R. *Soil Erosion and Conservation* [en línea]. 3a ed. S.l.: Blackwell Publishing. , 2006. ISBN 978-1-405-11781-4. Disponible en: <https://www.wiley.com/en-us/Soil+Erosion+and+Conservation%2C+3rd+Edition-p-9781405117814>.
- NÁJERA GONZÁLEZ, O., BOJÓRQUEZ SERRANO, J.I., FLORES VILCHEZ, F., MURRAY NÚÑEZ, R.I. y GONZÁLES GARCÍA, A. Riesgo de erosión hídrica y estimación de pérdida de suelo en paisajes geomorfológicos volcánicos en México. *Cultivos Tropicales* [en línea], vol. 37, no. 2, pp. 45-55. , 2016. DOI 10.13140/RG.2.1.3942.5527. Disponible en: <http://ediciones.inca.edu.cu>.
- NÚÑEZ, J. Manejo y conservación de suelos. [en línea]. S.l.: s.n., , 2001. Disponible en: <https://editorial.uned.ac.cr/book/U03771>.
- ORDÓÑEZ, J. Aguas subterráneas-Acuíferos. *Sociedad Geológica de Lima* [en línea]. S.l.: s.n., pp. 1-44. , 2011. ISBN 9789972602764. Disponible en: http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca_hidrologica.pdf.

- PERÚ ECOLÓGICO. Conservación de los Recursos Naturales Lima- Perú. . , 2010.
- RAMOS, C. Modelamiento Ambiental Para Analisis De Susceptibilidad Erosiva En La Cuenca Media Y Alta Del Rio Cañete Y Determinación Del Mapa De Erosión. [en línea], pp. 26. , 2001. Disponible en: <https://tarwi.lamolina.edu.pe/~cramost/MODELO DE EROSION HIDRICA - SIG.pdf>.
- RAYMUNDO, A.A. Evaluación de la pérdida del suelo mediante el modelo RUSLE en la microcuenca del río Jucusbamba, provincia de Luya, región Amazonas (Perú). , , 2018.
- RENARD, K.G., FOSTER, G.R., WEESIES, G.A., MCCOOL, D.K. y YODER, D.C. *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. 1997. S.l.: s.n. , 1997.
- RODRÍGUEZ, A. y GASPARI, F. Estimación de la admisibilidad de pérdidas de suelo por erosión hídrica en la cuenca del arroyo Napaleofú, provincia de Buenos Aires-Argentina. *Revista Geografica Venezolana* [en línea], vol. 56, no. 1, pp. 105-119. , 2014. ISSN 10121617. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347738680007.pdf>.
- SENAMHI. Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. [en línea]. S.l.: , 2016. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=prensa&n=498>.
- TAYUPANTA, J.R. *La Erosion Hidrica: Proceso, Factores y Formas* [en línea]. S.l.: s.n. , 1993. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=a7EzAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA8&dq=erosion+hhidrica+del+suelo&ots=2wVREAZnkP&sig=AKAI-A0LhuWuByYgaB2Eok0MIFk#v=onepage&q=erosion hhidrica del suelo&f=false>.
- WISCHMEIER, W. y SMITH, D. *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning* [en línea]. S.l.: s.n. , 1978. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=rRAUAAAAYAAJ&oi=fnd&pg=PA1&ots=cvlpsSpnXQ&sig=Z00HpnB6ejqEIW58ysxm5A5mZd4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- WISCHMEIER, W.H. Predicción de pérdidas por erosión por lluvia: una guía para la planificación de la conservación. Manual de agricultura No. 537. [en línea], pp. 1-27. , 1978. Disponible en: <https://data.globalchange.gov/report/usda-aghandbook-537>.

IX. ANEXOS:

Anexo 01 Matriz de consistencia

Anexo 02 Operacionalización de variables

Anexo 03 Instrumentos de recolección de datos

Anexo 04 Aprobación de instrumento de recolección de datos

Anexo 05 Planos cartográficos

- ✓ Factor de prácticas de conservación (P)
- ✓ Factor de Cobertura vegetal y uso del suelo (C)
- ✓ Factor de Longitud de pendiente (L)
- ✓ Factor de Grado de Pendiente (S)
- ✓ Factor de Erosibilidad (K)
- ✓ Factor de Erosividad (R)
- ✓ Erosión hídrica del suelo (E)

MODELAMIENTO DE EROSIÓN HÍDRICA PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO DE LA SUBCUENCA “VILCA” A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA REGIÓN HUANCVELICA 2020

Anexo 01 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problemas generales	Objetivos generales	Hipótesis general	Variable 1	Tipo de Investigación: -Descriptivo
¿Cuáles la erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la Subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2020?	Determinar la erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la Subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2020.	El modelo USLE permite determinar la erosión hídrica para la sostenibilidad del suelo de la Subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2021.	Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo.	Nivel de Investigación - Descriptiva-Explicativa
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específica		Método de investigación Observacional-Traseccional
¿Cuáles son los aspectos socioeconómicos para el modelamiento de la erosión hídrica de la Subcuenca Vilca, bajo sig?	Identificar los aspectos socioeconómicos para el modelamiento de la erosión hídrica de la Subcuenca Vilca, bajo entorno SIG.	Las identificaciones de aspectos socioeconómicos contribuirán a la conservación de la Subcuenca Vilca a través de los SIG.		Diseño de investigación: M ₁ ← O ₁
¿Cuáles son los recursos naturales bióticos para el modelamiento de la erosión hídrica de la Subcuenca Vilca bajo entorno SIG?	Identificar los recursos naturales bióticos para el modelamiento de la erosión hídrica de la Subcuenca Vilca, bajo entorno SIG.	La identificación de los recursos naturales bióticos como la cobertura vegetal contribuirán a la sostenibilidad de la Subcuenca Vilca a través de los SIG.		DONDE: M ₁ = Subcuenca Vilca O ₁ = Modelamiento de la erosión hídrica para la conservación del suelo (precipitación, erosión, erosividad, conservación, etc.).
	Identificar los recursos naturales abióticos para el modelamiento de	La identificación de los recursos naturales abióticos como grado de pendiente, longitud de pendiente,		Población: - Estará constituida por la Subcuenca Vilca
				Muestra:

¿Cuáles son los recursos naturales abióticos para el modelamiento de la erosión hídrica de la Subcuenca Vilca bajo entorno sig?

la erosión hídrica de la Subcuenca Vilca bajo entorno SIG.

erosibilidad y erosividad contribuirán a la sostenibilidad de la Subcuenca Vilca a través de los SIG.

Las unidades observacionales para el estudio estarán constituidas por la subcuenca alta, media y baja

Muestreo:

Es considerado como un muestreo probabilístico porque todas las zonas de mayor pendiente se incorporarán en el modelamiento de erosión hídrica de la Subcuenca Vilca.

Recolección de datos:

- Se realizará mediante análisis de datos con las herramientas de ArGis 10.1
- Imágenes satélites

Procesamiento:

M. Excel, ArcGis y sus extensiones

Anexo 02 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala / Unidad de medida	Instrumento
Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo.	Factor que relaciona variables y/o operaciones, y realiza estudios para establecer comportamientos de la erosión hídrica (autor, año) Modelo USLE (autor, año)	Mediante el modelo USLE se determinara la erosión hídrica utilizando los modelos socioeconómica, recursos naturales bióticos y recursos naturales abióticos.	- Socioeconómica	Conservación del suelo (pastoreo, agricultura y ganadería)	ha	ArcGis
			- Recursos Naturales Bióticos	Cobertura vegetal	t/ha	
				Longitud de pendiente	m	
				Grado de Pendiente	Grados de inclinación	
		- Recursos Naturales Abióticos	Erosibilidad	t m2. hora/ha.J.cm		
			Erosividad	J. m-2 cm hora-1		

Anexo 03 Datos instrumentos de recolección de datos

FICHA DE DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS FACTOR "R"	
TÍTULO	EROSIÓN HÍDRICA MEDIANTE EL MODELO USLE PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO DE LA SUB CUENCA "VILCA" A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA REGIÓN HUANCVELICA 2020.
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingenierías y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería Ambiental
REALIZADO POR	Escobar Ancasi, Juan Luis Soto Escobar, Carlos
ASESOR	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio (Orcid: 0000-0002-3419-7361)

Con el fin de obtener los datos se extrajo información de las 6 estaciones más cercanas al lugar de estudio.

ESTACION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	NOMBRE DE LA ESTACION	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD
01	Huancavelica	Huancavelica	Est 01	498657	8588118	3715
02	Huancavelica	Huancavelica	Est 02	490857	8629280	3586
03	Huancavelica	Tayacaja	Est 03	493776	8633551	3603
04	Huancavelica	Castrovirreyna	Est 04	444670	8563914	3886
05	Lima	Yauyos	Est 05	418458	8635249	3840
06	Junín	Huancayo	Est 06	475161	8656182	3186

Cuadro para el relleno de datos de cada estación hidrometeorológica por mes

Estación N° 01

AÑO	MES	PRECIPITACIÓN (mm/media mensual)
2020	Enero	104.50
2020	Febrero	127.50
2020	Marzo	122.70
2020	Abril	46.80
2020	Mayo	35.50
2020	Junio	14.80
2020	Julio	2.00
2020	Agosto	4.30
2020	Setiembre	36.30
2020	Octubre	15.1
2020	Noviembre	9.50
2020	Diciembre	156.6

Fuente: *Elaboración propia*

Estación N° 02

AÑO	MES	PRECIPITACIÓN (mm/media mensual)
2020	Enero	75.50
2020	Febrero	135.7
2020	Marzo	67.70
2020	Abril	13.10
2020	Mayo	48.30
2020	Junio	5.10
2020	Julio	0
2020	Agosto	2.60
2020	Setiembre	26.60
2020	Octubre	35.60
2020	Noviembre	5.30
2020	Diciembre	85.60

Fuente: Elaboración propia

Estación N° 03

AÑO	MES	PRECIPITACIÓN (mm/media mensual)
2020	Enero	97.80
2020	Febrero	187.10
2020	Marzo	11.10
2020	Abril	5.00
2020	Mayo	0.10
2020	Junio	0.00
2020	Julio	0.60
2020	Agosto	5.70
2020	Setiembre	28.20
2020	Octubre	30.30
2020	Noviembre	5.10
2020	Diciembre	117.00

Fuente: Elaboración propia

Estación N° 04

AÑO	MES	PRECIPITACIÓN (mm/media mensual)
2020	Enero	0
2020	Febrero	0
2020	Marzo	0
2020	Abril	0
2020	Mayo	0
2020	Junio	0
2020	Julio	0.10
2020	Agosto	637.10
2020	Setiembre	138.30
2020	Octubre	0
2020	Noviembre	0
2020	Diciembre	0

Estación N° 05

AÑO	MES	PRECIPITACIÓN (mm/media mensual)
2020	Enero	76.50
2020	Febrero	100.50

2020	Marzo	73.90
2020	Abril	21.80
2020	Mayo	13
2020	Junio	0.70
2020	Julio	0
2020	Agosto	0.10
2020	Setiembre	9.90
2020	Octubre	20.90
2020	Noviembre	14.40
2020	Diciembre	157.90

Fuente: Elaboración propia

Estación N° 06

AÑO	MES	PRECIPITACIÓN (mm/ media mensual)
2020	Enero	65.40
2020	Febrero	94.50
2020	Marzo	78.20
2020	Abril	5.90
2020	Mayo	30.20
2020	Junio	3.10
2020	Julio	0.30
2020	Agosto	0
2020	Setiembre	35.40
2020	Octubre	20.70
2020	Noviembre	13
2020	Diciembre	72.90

FICHA DE DATOS DE INFORMACION DE TIPO DE SUELO PARA FACTOR "K"	
TITULO	EROSIÓN HÍDRICA MEDIANTE EL MODELO USLE PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO DE LA SUB CUENCA "VILCA" A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA REGIÓN HUANCAVELICA 2020.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingenierías y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería Ambiental
REALIZADO POR	Escobar Ancasi, Juan Luis Soto Escobar, Carlos
ASESOR	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio (Orcid: 0000-0002-3419-7361)

Información de datos de tipo de suelos en la sub cuenca Vilca

FAOSOIL	Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil	Link de descarga de información
I-Bh-Tv-c	I	58.9	16.2	24.9	0.97	http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=14116
I-HI-KI-bc	I	58.9	16.2	24.9	0.97	

FICHA DE DATOS DE INFORMACION DE LONGITUD Y GRADO DE PENDIENTE PARA FACTOR "LS"	
TITULO	EROSIÓN HÍDRICA MEDIANTE EL MODELO USLE PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO DE LA SUB CUENCA "VILCA" A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA REGIÓN HUANCVELICA 2020.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingenierías y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería Ambiental
REALIZADO POR	Escobar Anccasi, Juan Luis Soto Escobar, Carlos
ASESOR	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio (Orcid: 0000-0002-3419-7361)

Cuadro de información de curvas de nivel

Curvas de nivel	Distancia entre curva de nivel	Fuente de información
Curva Primaria	200 m	Zonificación Ecológica y Económica – Ordenamiento Territorial del Departamento de Huancavelica
Curva Secundaria	50 m	

FICHA DE DATOS DE INFORMACION DE COBERTURA VEGETAL FACTOR "C"	
TITULO	EROSIÓN HÍDRICA MEDIANTE EL MODELO USLE PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO DE LA SUB CUENCA "VILCA" A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA REGIÓN HUANCVELICA 2020.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingenierías y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería Ambiental
REALIZADO POR	Escobar Anccasi, Juan Luis Soto Escobar, Carlos
ASESOR	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio (Orcid: 0000-0002-3419-7361)

Cuadro de información de tipo de cobertura

Cobertura	Fuente de información
Áreas Urbanas	Meso zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Huancavelica, imágenes satelitales de LandSat 8 (https://earthexplorer.usgs.gov/) y Ministerio del Ambiente del año 2015 que fue publicado en GEOGPSERU (https://www.geogpsperu.com/2016/06/mapa-de-cobertura-vegetal-actualizado.html .)
Bofedal	
Áreas con cultivo agrícola	
Glaciares	
Lagunas	
Matorral húmedo	
Matorral sub húmedo	
Matorral sub húmedo/pajonal	
Pajonal	
Pajonal/césped de puna	
Plantación forestal	
Área sin vegetación	

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTO

FICHA Nº 01 DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS FACTOR "R"	
TÍTULO	EROSIÓN HÍDRICA MEDIANTE EL MODELO USLE PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO DE LA SUB CUENCA "VILCA" A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA REGIÓN HUANCVELICA 2020.
LÍNEA DE INVESTIGACION	Calidad y gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingenierías y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería Ambiental
REALIZADO POR	Escobar Ancasí, Juan Luis Soto Escobar, Carlos
ASESOR	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio (Orcid: 0000-0002-3419-7361)

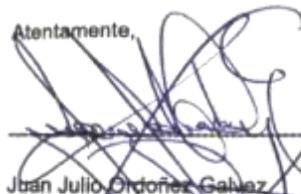
Con el fin de obtener los datos se extrajo información de las 6 estaciones más cercanas al lugar de estudio.

ESTACION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	NOMBRE DE LA ESTACION	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD
01						
02						
03						
04						
05						
06						

Cuadro para el relleno de datos de cada estación hidrometeorológica por mes

AÑO	MES	PRECIPITACIÓN (mm/día)

Atentamente,




Juan Julio Ordoñez Gálvez

Firma del Experto

DNI: 08447308

CIP:

Teléfono:




Ing. Víctor Raúl Ramos Mendoza

CIP 171098

ING AMBIENTAL

Firma del Experto

CIP:

Teléfono:




CRISTIAN LUIS YAURI OLARTE

ING. AMBIENTAL

Reg. CIP N° 232562

Firma del Experto

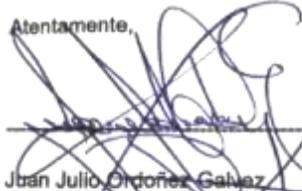
CIP:

Teléfono:

FICHA Nº 02 DATOS DE INFORMACION DE TIPO DE SUELO PARA FACTOR "K"	
TITULO	EROSIÓN HÍDRICA MEDIANTE EL MODELO USLE PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO DE LA SUB CUENCA "VILCA" A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA REGIÓN HUANCVELICA 2020.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingenierías y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería Ambiental
REALIZADO POR	Escobar Anccasi, Juan Luis Soto Escobar, Carlos
ASESOR	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio (Orcid: 0000-0002-3419-7361)

Información de datos de tipo de suelos en la sub cuenca Vilca

FAOSOI L	Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil	Link de descarga de información

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez

Firma del Experto
 DNI: 08447308
 CIP:
 Teléfono:




 Ing. Víctor Raúl Ramos Mendoza
 CIP 171096
 ING AMBIENTAL

Firma del Experto
 CIP:
 Teléfono:

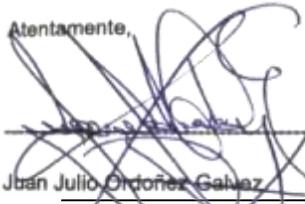

 CRISTIAN LUIS YAURI OLARTE
 ING. AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 232562

Firma del Experto
 CIP:
 Teléfono:

FICHA Nº 03 DATOS DE INFORMACION DE LONGITUD Y GRADO DE PENDIENTE PARA FACTOR "LS"	
TITULO	EROSIÓN HÍDRICA MEDIANTE EL MODELO USLE PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO DE LA SUB CUENCA "VILCA" A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA REGIÓN HUANCVELICA 2020.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingenierías y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería Ambiental
REALIZADO POR	Escobar Anccasi, Juan Luis Soto Escobar, Carlos
ASESOR	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio (Orcid: 0000-0002-3419-7361)

Cuadro de información de curvas de nivel

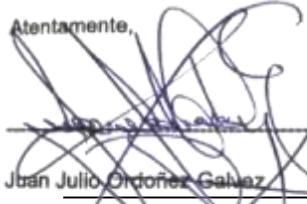
Curvas de nivel	Distancia entre curva de nivel	Fuente de información

<p>Atentamente,</p>  <p>Juan Julio Ordoñez Gálvez</p> <p>DNI: 08447308</p>	  <p>Ing. Victor Raul Ramos Mendoza CIP 171096 ING AMBIENTAL</p>	  <p>CIPRIAN LUIS YAURI OLARTE ING. AMBIENTAL Reg. CIP N° 232562</p>
Firma del Experto	Firma del Experto	Firma del Experto
CIP:	CIP:	CIP:
Teléfono:	Teléfono:	Teléfono:

FICHA Nº 04 DATOS DE INFORMACION DE COBERTURA VEGETAL FACTOR "C"	
TITULO	EROSIÓN HÍDRICA MEDIANTE EL MODELO USLE PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO DE LA SUB CUENCA "VILCA" A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA REGIÓN HUANCVELICA 2020.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingenierías y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería Ambiental
REALIZADO POR	Escobar Anccasi, Juan Luis Soto Escobar, Carlos
ASESOR	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio (Orcid: 0000-0002-3419-7361)

Cuadro de información de tipo de cobertura

Cobertura	Fuente de información

<p>Atentamente,</p>  <p>Juan Julio Ordoñez Gálvez</p> <p>DNI: 08447308</p> <p>Firma del Experto</p> <p>CIP:</p> <p>Teléfono:</p>	 <p>Ing. Víctor Raúl Ramos Mendoza</p> <p>CIP 171096</p> <p>ING AMBIENTAL</p> <p>Firma del Experto</p> <p>CIP:</p> <p>Teléfono:</p>	 <p>CRISTIAN LUIS YAURI OLARTE</p> <p>ING. AMBIENTAL</p> <p>Reg. CIP N° 232562</p> <p>Firma del Experto</p> <p>CIP:</p> <p>Teléfono:</p>
---	--	--

Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Ordoñez Galvez Juan Julio.....
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente de la UCV.....
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación
- Ficha 01 Datos hidrometeorológicos Factor R
- 1.4. Autor del instrumento: Escobar Ancasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACTPABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											X		

II. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

III. PROMEDIO DE VALORACION

90%

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Ordoñez Galvez Juan Julio.....
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente de la UCV.....
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación
Ficha 2 Datos de información de tipo de suelo Factor K
- 1.4 Autor del instrumento: Escobar Ancasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACTPABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

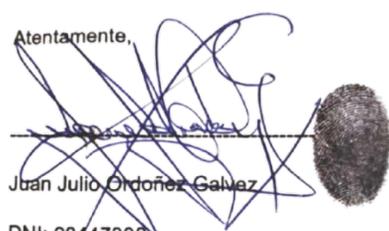
- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACION

90%

Atentamente,


 Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Ordoñez Galvez Juan Julio.....
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente de la UCV.....
 1.5 Nombre del instrumento motivo de evaluación
 Ficha 3 Datos de información de longitud y grado de pendiente Factor LS
 1.6 Autor del instrumento: Escobar Ancasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACTPABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

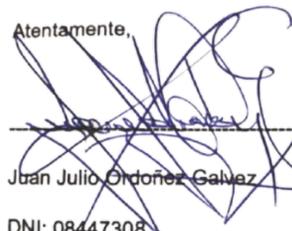
- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACION

90%

Atentamente,


 Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Ordoñez Galvez Juan Julio.....
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente de la UCV.....
- 1.7 Nombre del instrumento motivo de evaluación
Ficha 4 Datos de información de cobertura vegetal Factor C
- 1.8 Autor del instrumento: Escobar Ancasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACTUABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACION

90%

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Víctor Raúl Ramos Mendoza.....
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Gerente general de kallpa Ingenieros SAC.....
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación
 - Ficha 01 Datos hidrometeorológicos Factor R
- 1.4. Autor del instrumento: Escobar Anccasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											X		

II. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

III. PROMEDIO DE VALORACION

90%



Ing. Victor Raul Ramos Mendoza
CIP 171098
ING AMBIENTAL

Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Víctor Raúl Ramos Mendoza.....
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Gerente general de kallpa Ingenieros SAC.....
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación
Ficha 2 Datos de información de tipo de suelo Factor K
- 1.4 Autor del instrumento: Escobar Ancasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACTPABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACION

90%




 Ing. Víctor Raúl Ramos Mendoza
 CIP 171096
 ING AMBIENTAL

Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Víctor Raúl Ramos Mendoza.....
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Gerente general de kallpa Ingenieros SAC.....
- 1.5 Nombre del instrumento motivo de evaluación
Ficha 3 Datos de información de longitud y grado de pendiente Factor LS
- 1.6 Autor del instrumento: Escobar Anccasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACTPABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACION

90%



Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Víctor Raúl Ramos Mendoza.....
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Gerente general de kallpa Ingenieros SAC.....
- 1.7 Nombre del instrumento motivo de evaluación
Ficha 4 Datos de información de cobertura vegetal Factor C
- 1.8 Autor del instrumento: Escobar Anccasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACTPABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACION

90%



Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Cristian Luis Yauri Olarte.....
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Sub gerente de Gestión Ambiental de Municipalidad Distrital de Ascensión
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación
 - Ficha 01 Datos hidrometeorológicos Factor R
- 1.4. Autor del instrumento: Escobar Anccasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

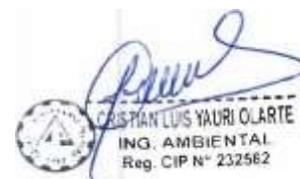
II. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

III. PROMEDIO DE VALORACION

90%



CRISTIAN LUIS YAURI OLARTE
ING. AMBIENTAL
Reg. CIP N° 232562

Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Cristian Luis Yauri Olarte.....
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Sub gerente de Gestión Ambiental de Municipalidad Distrital de Ascensión
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación
Ficha 2 Datos de información de tipo de suelo Factor K
- 1.4 Autor del instrumento: Escobar Ancasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											X		

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACION

90%




CRISTIAN LUIS YAURI OLARTE
 ING. AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 232562

Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Cristian Luis Yauri Olarte.....
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Sub gerente de Gestión Ambiental de Municipalidad Distrital de Ascensión
- 1.5 Nombre del instrumento motivo de evaluación
Ficha 3 Datos de información de longitud y grado de pendiente Factor LS
- 1.6 Autor del instrumento: Escobar Ancasi, Juan Luis y Soto Escobar, Carlos

II. ASPECTOS DE EVALUACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las Leyes y principios científicos												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACION

90%



Cristian Luis Yauri Olarte
 ING. AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 232562



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Escobar Ancasi, Juan Luis (Orcid: 0000-0001-9965-2966)

Soto Escobar, Carlos (Orcid: 0000-0002-6271-3810)

ASESOR:

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio (Orcid: 0000-0002-3419-7361)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA - PERÚ
2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

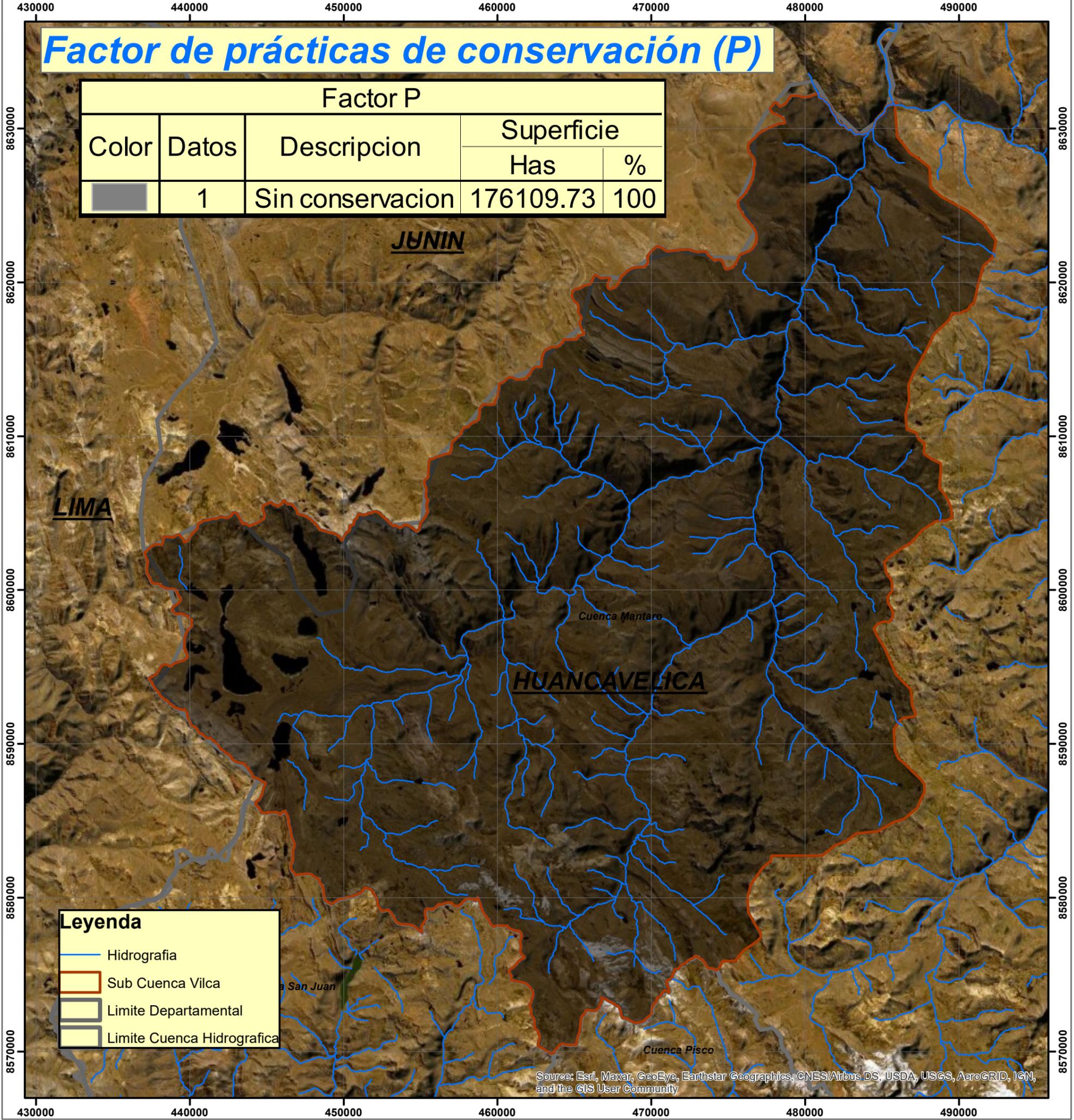
1	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	1%
5	eprints.ucm.es Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%

LOCALIZACION



Factor de prácticas de conservación (P)

Factor P				
Color	Datos	Descripcion	Superficie	
			Has	%
	1	Sin conservacion	176109.73	100



Leyenda

- Hidrografia
- Sub Cuenca Vilca
- Limite Departamental
- Limite Cuenca Hidrografica

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS:
 Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2020

SISTEMA DE PROYECCION = UTM
CARTOGRAFICA
DATUM = WGS84
ZONA UTM = 18 Sur
CUADRICULA = L

UBICACION
SUBCUENCA: VILCA
CUENCA: MANTARO

DISEÑO Y GRAFICO

ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO DE 2021

PLANO
Factor de prácticas de conservación (P)

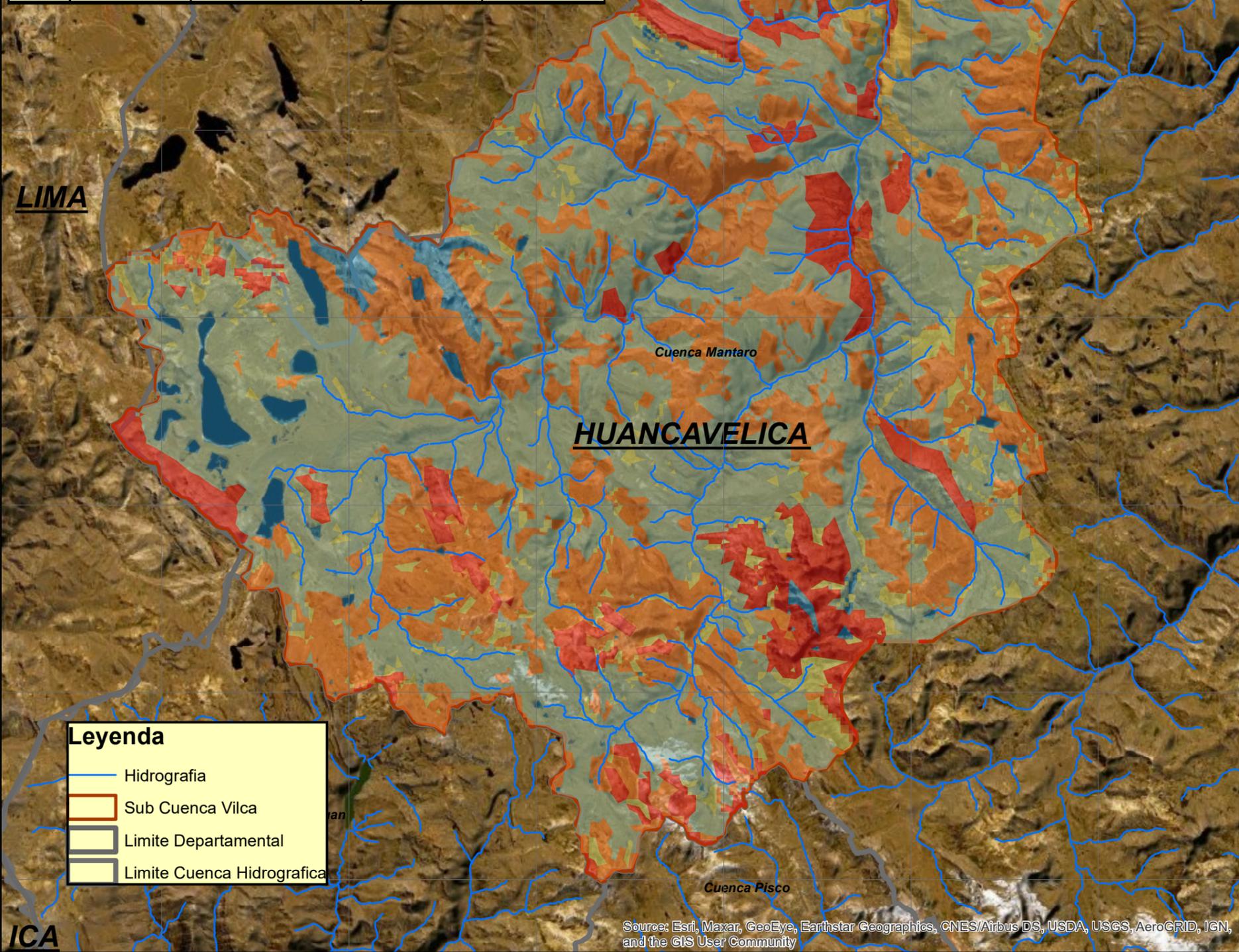
NUMERO DE LÁMINA
FPC-01

LOCALIZACION



Factor de Cobertura vegetal y uso del suelo (C)

Color	Descripcion	Valor	Superficie	
			Has	%
	Baja	0-0.12	4568.91	2.60
	Moderada	0.013-0.047	86590.11	49.20
	Media	0.048-0.075	7709.80	4.38
	Alta	0.076-0.15	3805.58	2.16
	Muy Alta	0.16-0.4	54127.71	30.76
	Critica	0.5-1	19191.65	10.90



Leyenda

- Hidrografia
- Sub Cuenca Vilca
- Limite Departamental
- Limite Cuenca Hidrografica

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS:
 Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2020

SISTEMA DE PROYECCION = UTM
CARTOGRAFICA
DATUM = WGS84
ZONA UTM = 18 Sur
CUADRICULA = L

UBICACION
SUBCUENCA: VILCA
CUENCA: MANTARO

DISEÑO Y GRAFICO
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO DE 2021

PLANO
 Factor de Cobertura vegetal y uso del suelo (C)

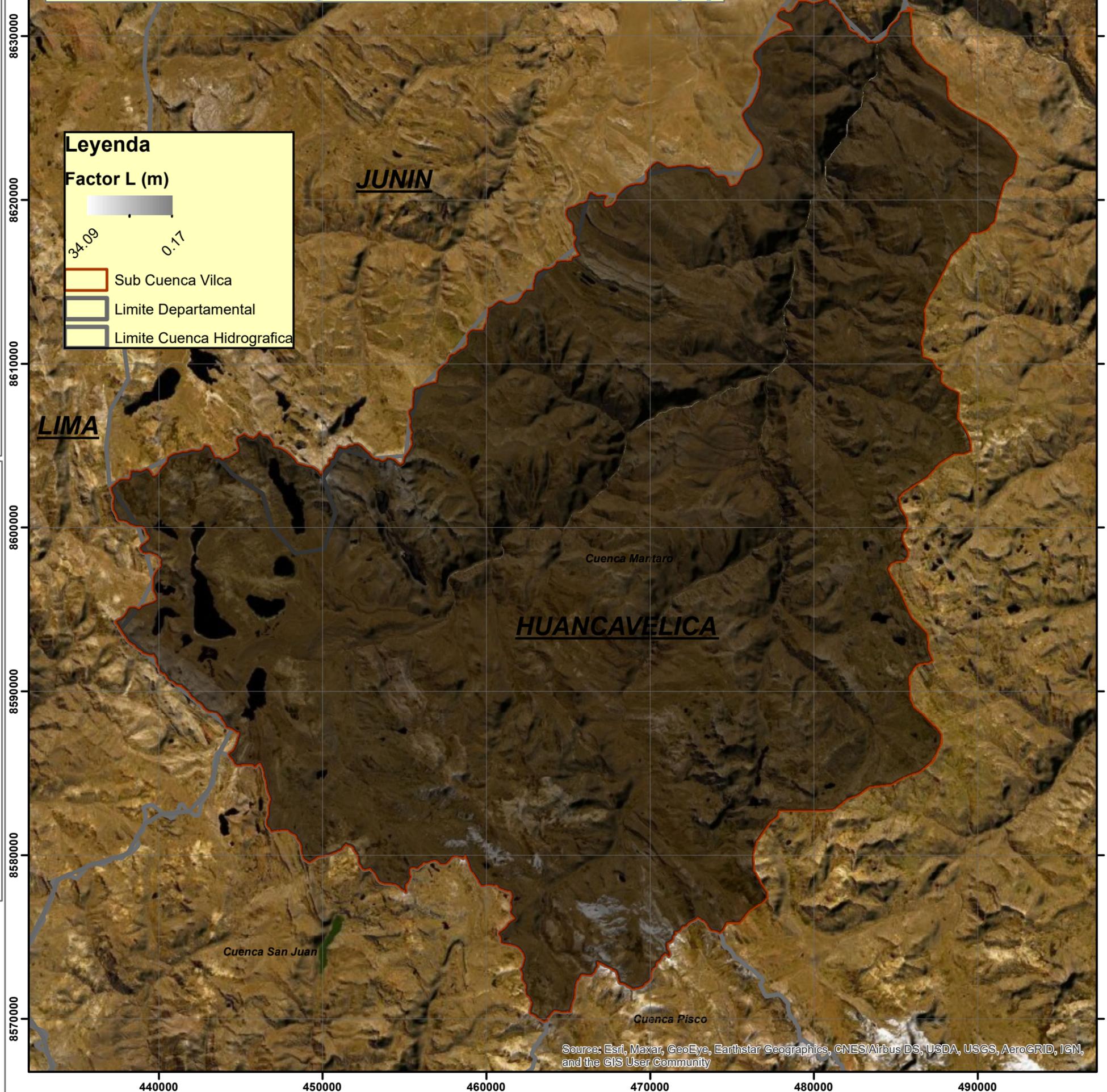
NUMERO DE LÁMINA FCVUS-02

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

LOCALIZACION



Factor de Longitud de pendiente (L)



Leyenda

Factor L (m)

34.09 0.17

- Sub Cuenca Vilca
- Limite Departamental
- Limite Cuenca Hidrografica

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS:
Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2020

SISTEMA DE PROYECCION = UTM
CARTOGRAFICA
DATUM = WGS84
ZONA UTM = 18 Sur
CUADRICULA = L

UBICACION
SUBCUENCA: VILCA
CUENCA: MANTARO

DISEÑO Y GRAFICO
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO DE 2021

PLANO
Factor de Longitud de pendiente (L)

NUMERO DE LÁMINA FLP-03

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

LOCALIZACION



Factor de Grado de Pendiente (S)

Leyenda

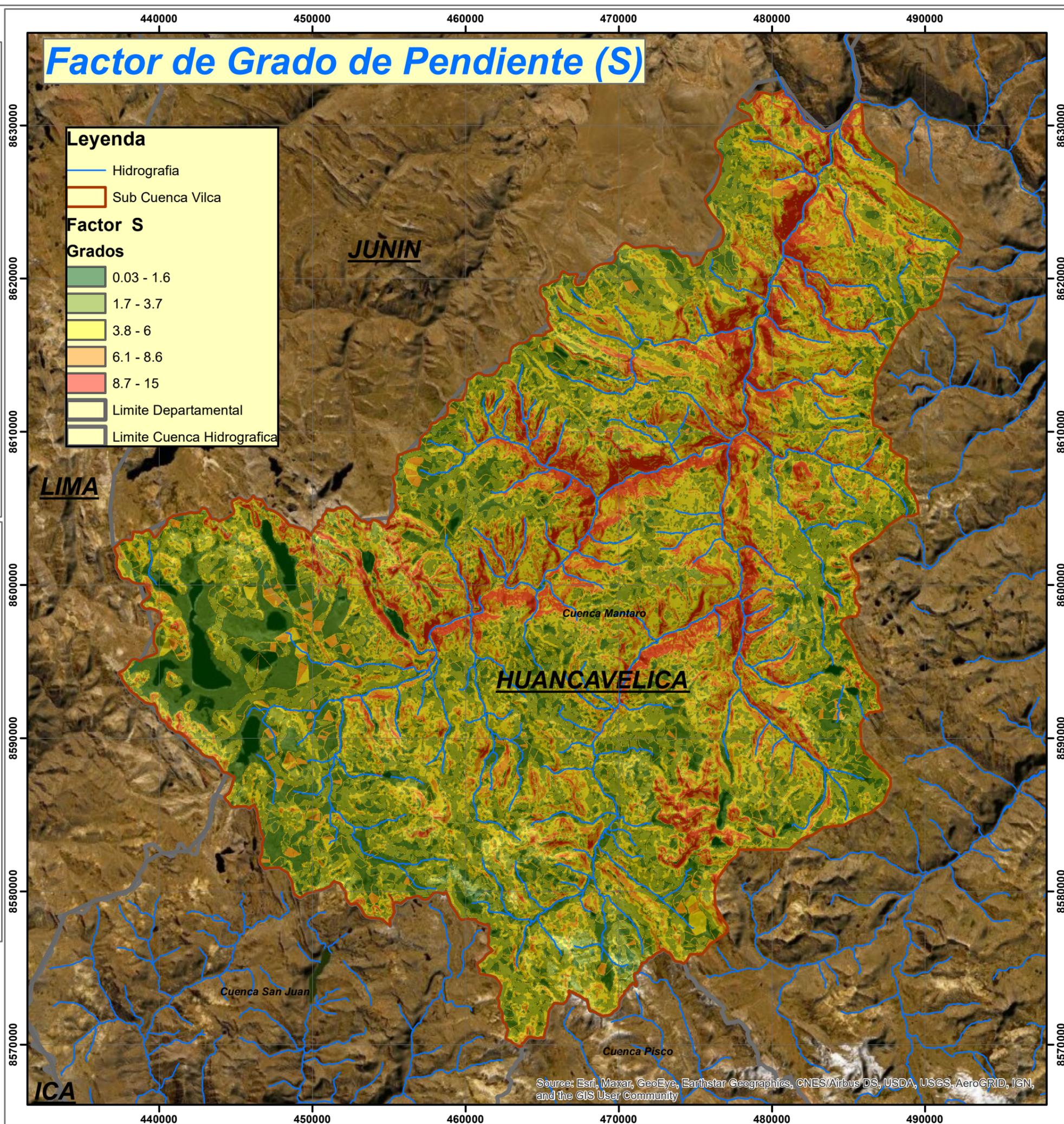
- Hidrografia
- Sub Cuenca Vilca

Factor S

Grados

- 0.03 - 1.6
- 1.7 - 3.7
- 3.8 - 6
- 6.1 - 8.6
- 8.7 - 15

Limite Departamental
Limite Cuenca Hidrografica



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS:
Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2020

SISTEMA DE PROYECCION = UTM
CARTOGRAFICA
DATUM = WGS84
ZONA UTM = 18 Sur
CUADRICULA = L

UBICACION
SUBCUENCA: VILCA
CUENCA: MANTARO

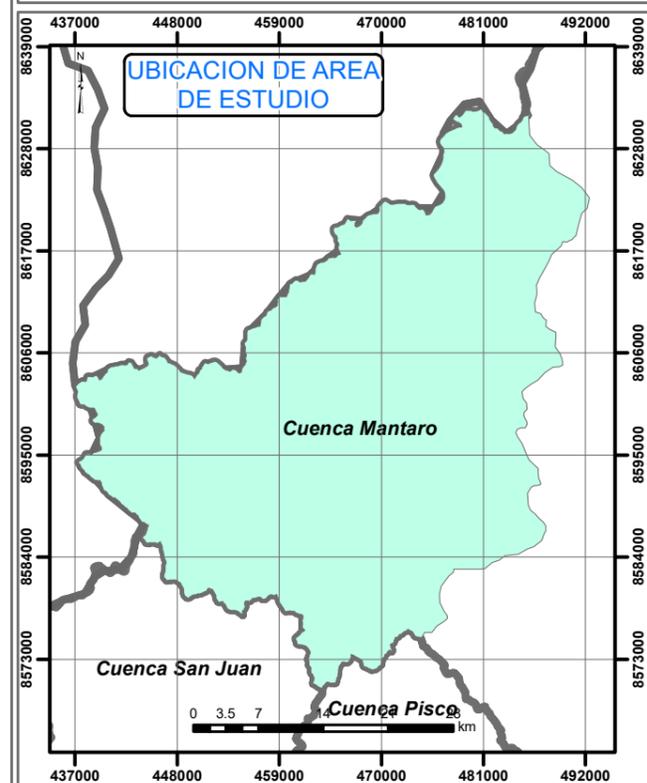
DISEÑO Y GRAFICO
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO DE 2021

PLANO
Factor de Grado de Pendiente (S)

NUMERO DE LÁMINA FGP-04

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

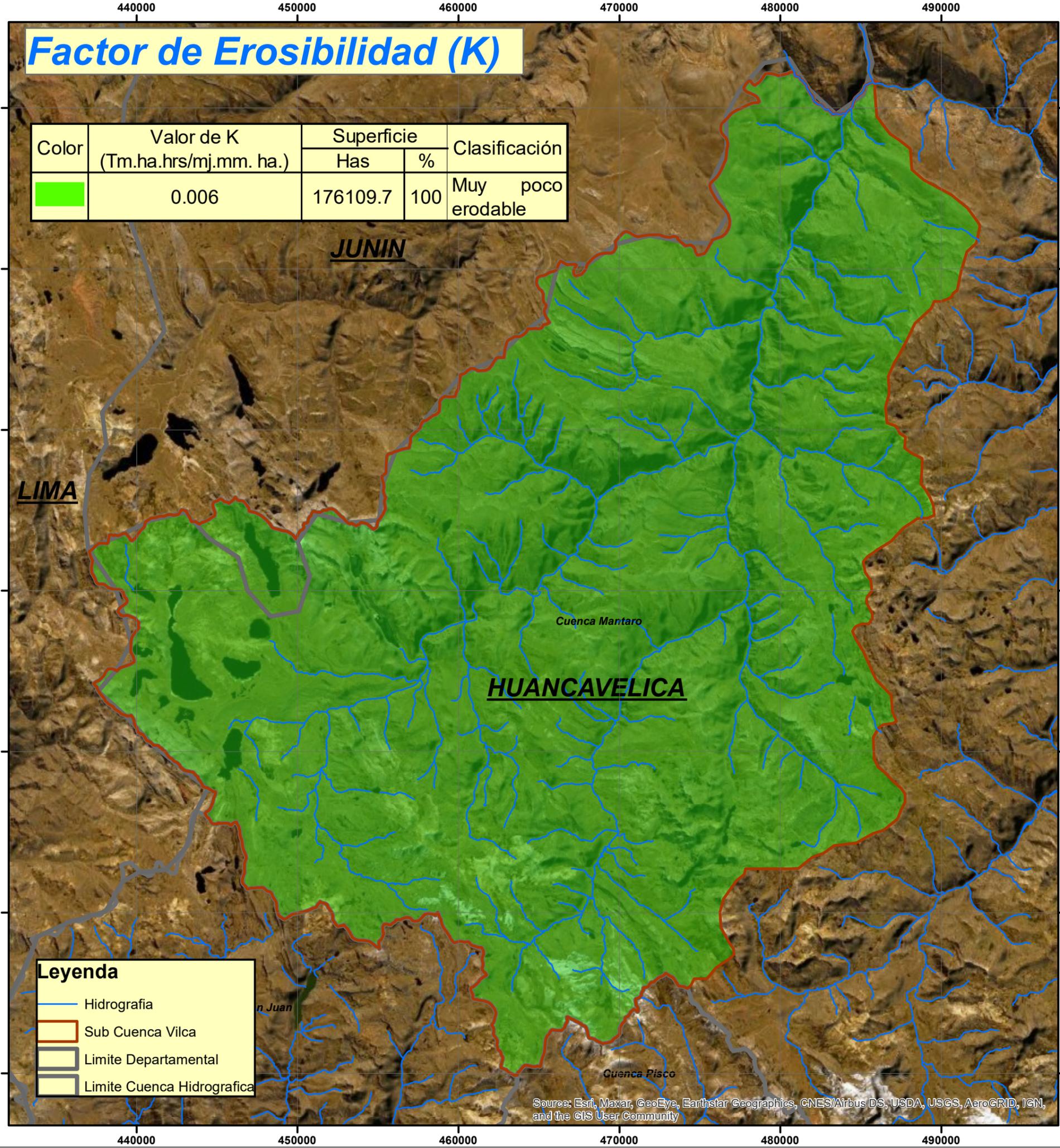
LOCALIZACION



Factor de Erosibilidad (K)

Color	Valor de K (Tm.ha.hrs/mj.mm. ha.)	Superficie		Clasificación
		Has	%	
	0.006	176109.7	100	Muy poco erodable

Leyenda	
	Hidrografia
	Sub Cuenca Vilca
	Limite Departamental
	Limite Cuenca Hidrografica



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS:
 Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2020

SISTEMA DE PROYECCION = UTM
CARTOGRAFICA
DATUM = WGS84
ZONA UTM = 18 Sur
CUADRICULA = L

UBICACION
SUBCUENCA: VILCA
CUENCA: MANTARO

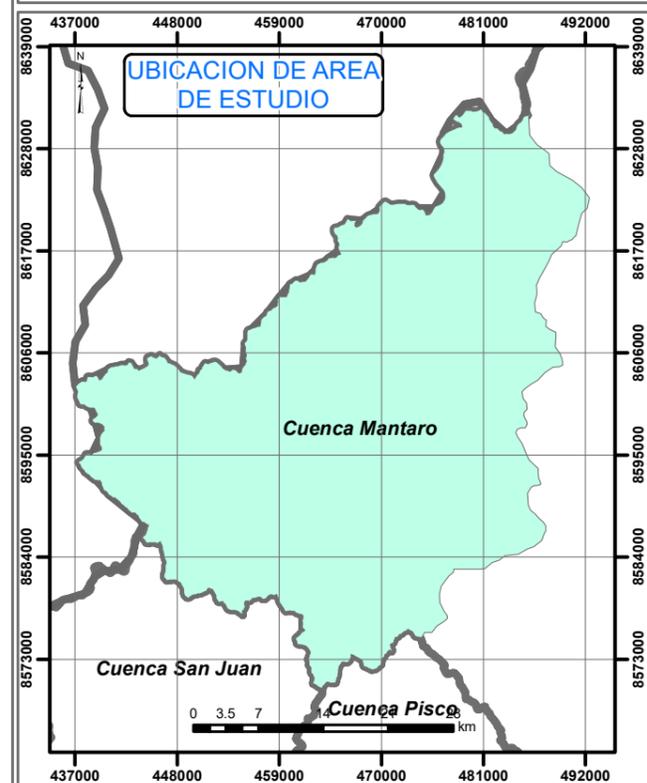
DISEÑO Y GRAFICO
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO DE 2021

PLANO
Factor de Erosibilidad (K)

NUMERO DE LÁMINA FLP-05

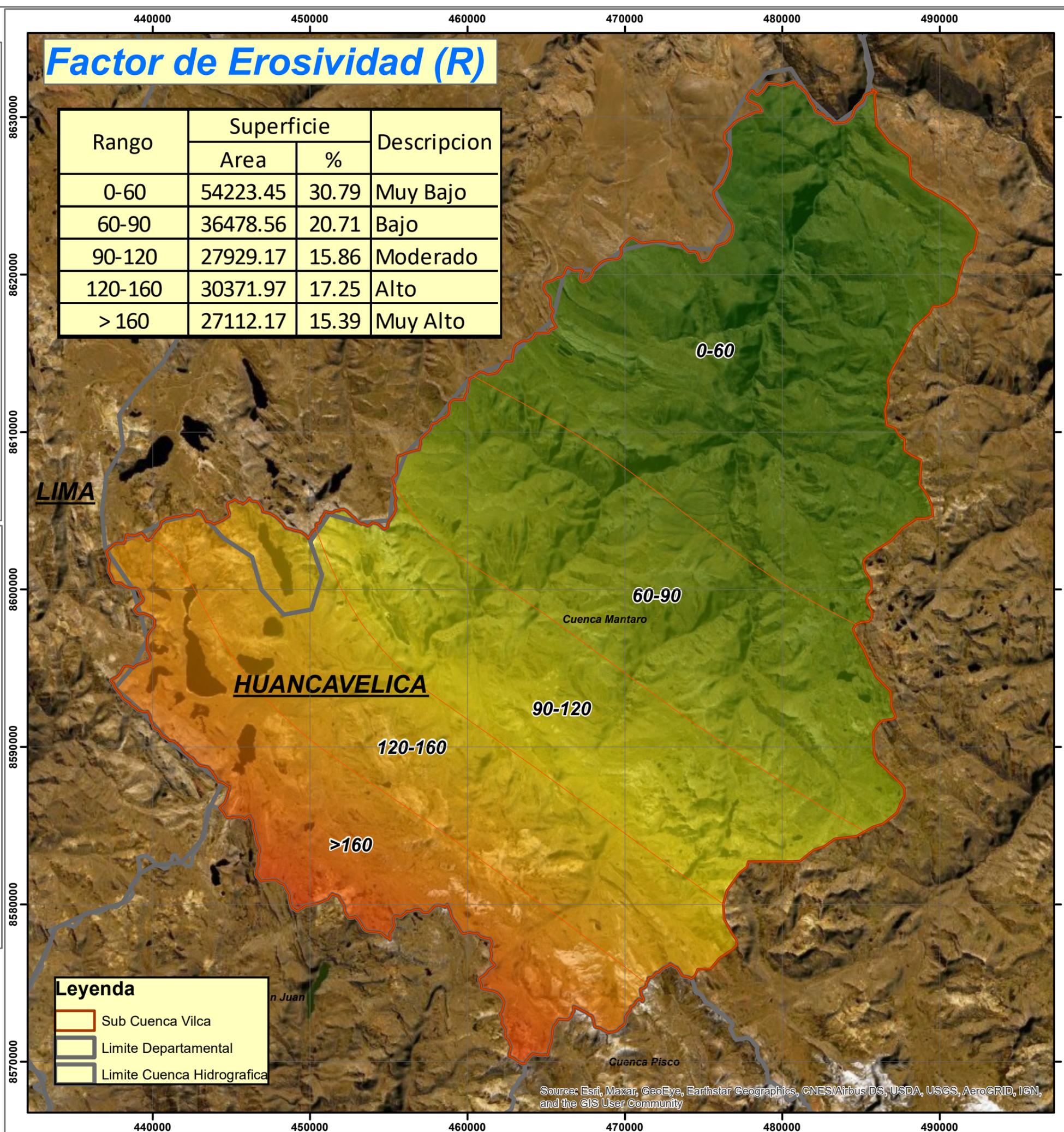
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

LOCALIZACION



Factor de Erosividad (R)

Rango	Superficie		Descripcion
	Area	%	
0-60	54223.45	30.79	Muy Bajo
60-90	36478.56	20.71	Bajo
90-120	27929.17	15.86	Moderado
120-160	30371.97	17.25	Alto
> 160	27112.17	15.39	Muy Alto



Leyenda

- Sub Cuenca Vilca
- Limite Departamental
- Limite Cuenca Hidrografica

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS:
 Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2020

SISTEMA DE PROYECCION = UTM
 CARTOGRAFICA
 DATUM = WGS84
 ZONA UTM = 18 Sur
 CUADRICULA = L

UBICACION
 SUBCUENCA: **VILCA**
 CUENCA: **MANTARO**

DISEÑO Y GRAFICO

ESCALA:
 INDICADA
FECHA:
 FEBRERO DE 2021

PLANO
 Factor de Erosividad (R)

NUMERO DE LÁMINA
 FE-06

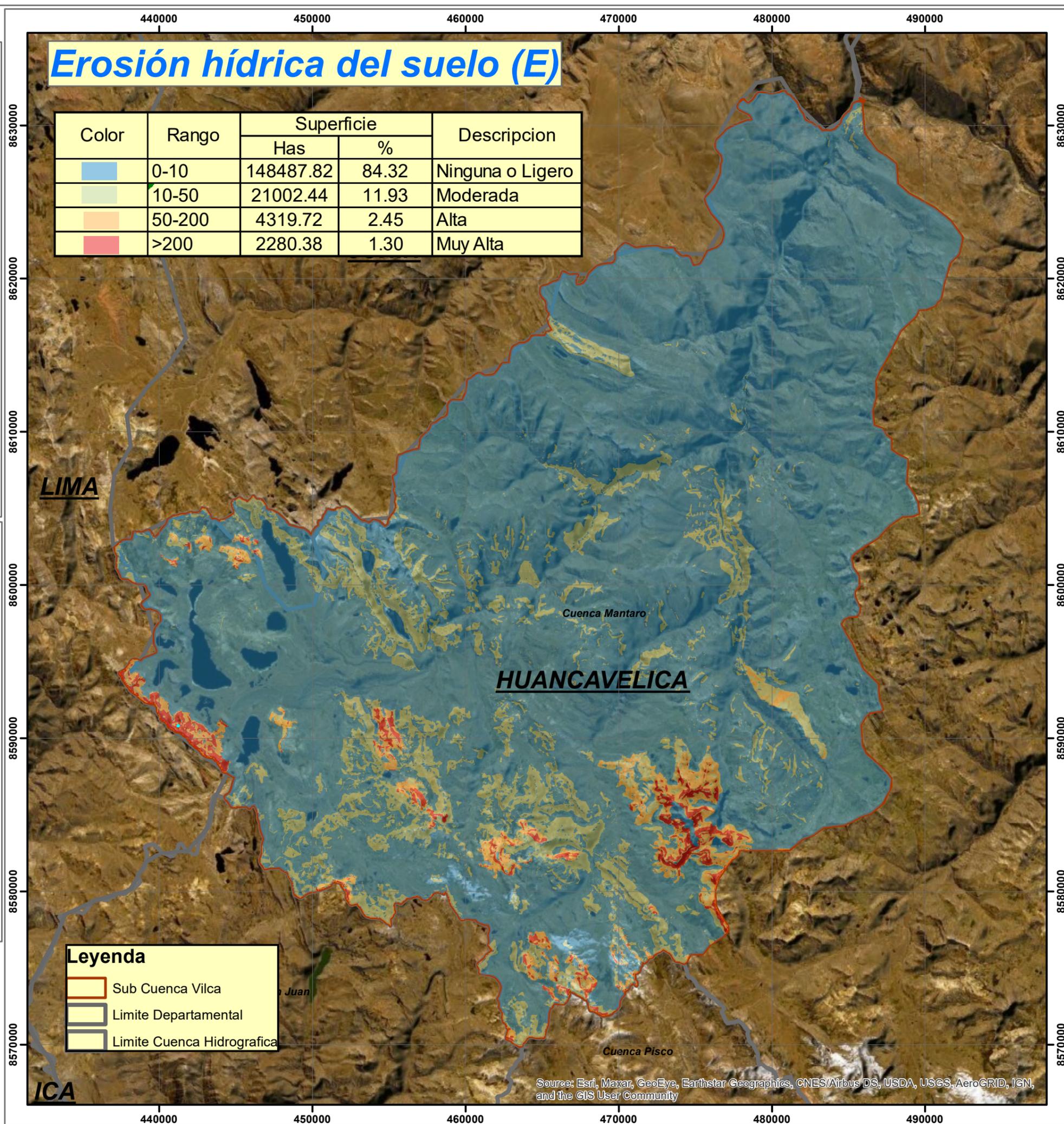
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

LOCALIZACION



Erosión hídrica del suelo (E)

Color	Rango	Superficie		Descripción
		Has	%	
	0-10	148487.82	84.32	Ninguna o Ligero
	10-50	21002.44	11.93	Moderada
	50-200	4319.72	2.45	Alta
	>200	2280.38	1.30	Muy Alta



Leyenda	
	Sub Cuenca Vilca
	Limite Departamental
	Limite Cuenca Hidrografica

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS:
 Erosión hídrica mediante el modelo USLE para la sostenibilidad del suelo de la subcuenca Vilca a través de sistemas de información geográfica en la región Huancavelica 2020

SISTEMA DE PROYECCION = UTM
 CARTOGRAFICA
 DATUM = WGS84
 ZONA UTM = 18 Sur
 CUADRICULA = L

UBICACION
 SUBCUENCA: **VILCA**
 CUENCA: **MANTARO**

DISEÑO Y GRAFICO
 ESCALA: **INDICADA**
 FECHA: **FEBRERO DE 2021**

PLANO
 Erosión hídrica del suelo (E)

NUMERO DE LÁMINA
 EHS-07