UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA Y LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS AGRARIOS EN CONDICIONES AGROCLIMATICAS DE LA SUBCUENCA DEL RIO QUILLCAYHUANCA, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, HUARAZ, ANCASH"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. OMAR ROOSEVELT ANDRADE ARBAIZA

ASESOR:
Dr. WALTER JUAN VÁSQUEZ CRUZ

HUARAZ, PERÚ
2021

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

1. Datos del autor:

Apellidos y Nombres: !yŘℕI·ŘŜ !ℕōI·λÎI· hYI·ℕ w22ăŜØŜfŭ

Código de alumno: лсм¢лнлм¢лоп Teléfono: фрффпоосп

E-mail: 2YI·ℕI·yŘℕI·ŘŜI·ℕō ℤ ∃YI·λf¢Ŏ2Y D.N.I. n°: ппфофнтм

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

- [x] Tesis
- [ ] Trabajo de Suficiencia Profesional
- [ ] Trabajo Académico
- [ ] Trabajo de Investigación
- [ ] Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Para optar el Título Profesional de:

Ly∃ŜyλŜℕ2 !∃ℕ5y2Y2

4. Título del trabajo de investigación:

þ9±![¦!/Lhb 59[! 9wh{Lhb IL5wL/! ¸[! 59Dw!5!/Lhb 59[h{{¦9[h{ !Dw!wLh{9b /hb5L/Lhb9{

!Dwh/[La !¢L/!{59[!{¦. /¦9b/! 59[wLh v¦L[[/!¸I¦!b/!Σ5L{¢wL¢h 59Lb59t9b59b/L! π

I¦!w!½π!b/!{Ihφ

5. Facultad de: /λŜyŎλI·ă !∃ℕI·ℕλI·ă

6. Escuela o Carrera: !Dwhbhaℕ!

7. Asesor:

Apellidos y nombres ±I·ăljdzŜÎ /ℕdzÎ ² I·fŭŜℕ Wdz I·y D.N.I n°: omccocyo

E-mail: ØI·ăljdzŜÎŎℕdzÎ ID ORCID: KŭŭLJăYkk2ℕŎλŘ¢2ℕ∃клллπлллмπумтππстр·

8. Referencia bibliográfica: ¢Ŝăλă ŜyŦ2ℕYI·ŭ2 ! t !

9. Tipo de acceso al Documento:

- [x] Acceso público* al contenido completo. Acceso
- [ ] restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

_____

_____

_____

10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

……

12. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz, ЛТКЛСКНЛНМ

Firma: Varillas Wiliam Eduardo
Asistente en Informática y Sistemas
- UNASAM -

***Acceso abierto**: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron a través de la plataforma virtual Microsoft Teams, para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agronomía ***OMAR ROOSEVELT ANDRADE ARBAIZA***, titulada: ***"EVALUACION DE LA EROSION HIDRICA Y LA DEGRADACION DE LOS SUELOS AGRARIOS EN CONDICIONES AGROCLIMATICAS DE LA SUB CUENCA DEL RIO QUILLCAYHUANCA, DISTRITO DE INDEPENDENCIA HUARAZ - ANCASH"***, patrocinado por el **Dr. WALTER JUAN VASQUEZ CRUZ,** escuchada la sustentación, de manera virtual y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

CON EL CALIFICATIVO (*)

DIECISEIS (16)

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título Profesional de INGENIERO AGRONOMO, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 07 de junio de 2021.

PhD. JUAN FRANCISCO BARRETO RODRÍGUEZ
PRESIDENTE

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO
SECRETARIO

Dr. ALEJANDRO ZOROBABEL TOSCANO LEYVA
VOCAL

Dr. WALTER JUAN VASQUEZ CRUZ
PATROCINADOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADA CON EXCELENCIA (19-20), APROBADA CON DISTINCIÓN (17-18), APROBADA (14-16), DESAPROBADA (00-13).

ACTA DE CONFORMIDAD VIRTUAL DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar el trabajo final de investigación de la Tesis titulada ***"EVALUACION DE LA EROSION HIDRICA Y LA DEGRADACION DE LOS SUELOS AGRARIOS EN CONDICIONES AGROCLIMATICAS DE LA SUB CUENCA DEL RIO QUILLCAYHUANCA, DISTRITO DE INDEPENDENCIA HUARAZ - ANCASH"***, presentado por el Bachiller en Ciencias Agronomia ***OMAR ROOSEVELT ANDRADE ARBAIZA,*** sustentada via la plataforma virtual Microsoft Teams el dia 07 de Junio del 2021, respaldada mediante **Resolución Decanatural N.° 208-2021-UNASAM-FCA**, la declaramos **CONFORME**.

Huaraz, 07 de Junio de 2021.

PhD. JUAN FRANCISCO BARRETO RODRÍGUEZ
PRESIDENTE

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO
SECRETARIO

Dr. ALEJANDRO ZOROBABEL TOSCANO LEYVA
VOCAL

Dr. WALTER JUAN VASQUEZ CRUZ
PATROCINADOR

DEDICATORIA

Al divino creador por ser mi guía espiritual.

A mi querida madre Rosalvina Rosaura Arbaiza Nazario por su apoyo incondicional por estar siempre a mi lado.

A mi padre Wilfredo Andrade, por enseñarme afrontar la vida.

A mis hermanos Genrry y Alexander por el apoyo moral y siempre estar en las buenas y malas.

A mis queridos tíos, primos, padrinos y a mi querida sobrina Luana Valeria.

A mi mama Elena por seguir acompañándome a diario; en memoria de mis Abuelitos: Magno, Pelayo, Rosalía y Rosita, quienes son mis guardianes y que siempre me guían por el buen camino.

AGRADECIMIENTO

A la universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo; a la facultad de Ciencias Agrarias en especial a la Escuela académico profesional de Agronomía por las enseñanzas para realizarme profesionalmente.

A mis queridos docentes de la facultad de ciencias agrarias. Por impartir sus enseñanzas.

A la Dirección General de Asuntos Ambiental (DGAA) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), a través del Programa Presupuestal 0089 “Reducción de la Degradación de Suelos Agrarios”.

A mi Asesor Dr. Walter Juan Vásquez Cruz, por apoyarme incondicionalmente para el desarrollo de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS i
ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTO iv
ÍNDICE GENERAL v
ÍNDICE DE CUADROS viii
ÍNDICE DE FIGURAS ix
ÍNDICE DE TABLAS x
INDICE DE GRAFICOS xi
ÍNDICE DE PANEL TOPOGRAFICO. xii
RESUMEN xiii
SUMMARY xiv
I. Introduccion 1
1.1 Definición del Problema. 2
1.2 Objetivos 3
1.2.1 Objetivo general 3
1.2.2 Objetivos específicos 3
II. revisión de literatura 4
2.1 Antecedentes 4
2.2 Bases Teóricas. 6
2.2.1 Cuenca Hidrográfica. 6
2.2.2 Definición de Erosión y Conceptos Asociados a los procesos Erosivos. 6
2.2.3 Erosión de los Suelos en el Perú. 7
2.2.4 Procesos de Erosión del suelo. 7
2.2.5 Factores que influyen en la erosión. 8
2.2.6 Erosión Hídrica. 9
2.2.7 Tipos de erosión hídrica 10
2.2.8 Factores que intervienen en el proceso de erosión hídrica. 12
2.2.9 Niveles Aceptables de erosión hidrica. 15
2.2.10 Cuantificación de la Erosión Hídrica. 16
2.2.11 Campo Experimental de la Erosión Hídrica 18
2.2.12 Medidas y Cálculos de la Escorrentía y Erosión. 23
2.2.13 Medidas de la pérdida de Nutrientes del suelo. 24
III. Materiales y métodos. 25
3.1 Materiales. 25

3.1.1 Ubicación política. 25
3.1.2 Ubicación Geográfica (coordenadas UTM datum WGS-84). 25
3.1.3 Ubicación hidrográfica. 25
3.1.4 Herramientas, Materiales y equipo de Campo 25
3.1.5 Materiales y equipo de Gabinete: 26
3.2 Metodología. 27
3.2.1 Tipo de Investigación. 27
3.2.2 Diseño de Investigación. 27
3.2.3 Población o Universo. 29
3.2.4 Unidad de Análisis y Muestra. 29
3.2.5 Técnicas (Procedimientos) e Instrumentos de Recolección de Datos. 29
3.2.6 Técnicas de Procedimientos y analisis de datos. 29
3.2.7 Parametros a Evaluar. 29
3.3 Procedimiento de la Investigación. 30
3.3.1 Identificación de las Parcelas. 30
3.3.2 Traslado de materiales a Campo. 30
3.3.3 Instalación de microparcelas de varillas de erosión. 30
3.3.4 Instalación de parcelas de escorrentia. 30
3.3.5 Registro de datos de las microparcelas de varillas de erosión. 31
3.3.6 Toma de muestras y análisis del suelo sedimentado de las parcelas de escorrentia. 32
3.3.7 Toma de muestras y análisis del agua de cada parcela de escorrentia. 32
IV. Resultados y discusión. 33
4.1 Resultados. 33
4.1.1 Parámetros de la Erosión hidrica. 33
4.1.1.1 Parámetros de la Erosión hídrica – Lamina de Erosion y Suelo Erosionado. 35
4.1.1.2 Parámetros de la Erosión hídrica – Lamina sedimentada y Suelo Sedimentado. 36
4.1.1.3 Parámetros de la Erosión hídrica – Erosión Neta. 37
4.1.1.4 Parámetros de la Erosión hídrica – Suelo Movilizado. 39
4.1.2 Pérdida de NPK y MO – Analisis de suelo Caracteriazación. 40
4.1.2.1 Pérdida de la Capacidad de Intercambio Catiónico-Analisis de Agua Rutina. 44
4.2 Discusión 47
4.2.1 Cuantificación de los parámetros de erosión: 47
4.2.2 Estimación de la pérdida de nutrientes Primarios del suelo y la perdida de Cationes cambiables con la aplicación de parcelas de escorrentía. 48

V. Conclusiones 49
VI. recomendaciones 50
VII. Referencias bibliográficas 51
VIII. anexos 54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Factores que Intervienen en la Erosión Hídrica. 12
Cuadro 2: Niveles de Perdida de Suelo 16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de Erosión. 8
Figura 2: Factores que Afectan la Susceptibilidad a la Erosión. 9
Figura 3: Tipos de Erosión Hídrica. 11
Figura 4: Uso de estacas graduadas 17
Figura 5: Proceso de Medición de las Varillas de Erosión. 18
Figura 6: Diseño de microparcelas experimentales y ubicación de las varillas de erosión. 20
Figura 7: Parcela experimental de escorrentía y erosión (vista en planta). 21
Figura 8: Diagrama de las microparcelas de las varillas de erosión. 28
Figura 9: Esquema de la Parcela de Escorrentía. 28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: caracterización básica de los predios seleccionadas en la microcuenca..... 34
Tabla 2: Promedio de la lámina de suelo erosionado y suelo erosionado. 35
Tabla 3: Promedio del suelo sedimentado de las parcelas evaluadas..... 37
Tabla 4: Promedio de la Erosión Neta de las parcelas evaluadas..... 38
Tabla 5: Promedio del Suelo Movilizado de las parcelas evaluadas. 39
Tabla 6: Análisis de Suelo: Caracterización correspondiente a la Microcuenca Quillcayhuanca. 41
Tabla 7: Parte del Análisis de Suelo: Caracterización correspondiente a la Microcuenca Quillcayhuanca. 42
Tabla 8: Análisis de Agua: Rutina-Correspondiente a la Microcuenca Quillcayhuanca. ... 45
Tabla 9: Parte del Análisis de Agua: Rutina _ correspondiente a la Microcuenca Quillcayhuanca. 46

INDICE DE GRAFICOS.

Grafico 1: Comparación del suelo erosionado con la lámina de suelo erosionada y la pendiente de las parcelas. 36
Grafico 2: Comparación del suelo sedimentado y parámetros evaluados. 37
Grafico 3: Comparación de la Erosión neta y parámetros de evaluación. 38
Grafico 4: Comparación de Suelo Movilizado y demás parámetros de evaluación. 40
Grafico 5: Comparación de pérdida de nutrientes primarios del análisis de suelo. 43
Grafico 6: Comparación de la CIC del Análisis de agua. 46

ÍNDICE DE PANEL TOPOGRAFICO.

Foto 1: Traslado de materiales para su respectiva instalación. 88
Foto 2: vista panorámica, parte de la microcuenca Quillcayhuanca. 88
Foto 3: Medición y replanteo de la parcela de escorrentía. 89
Foto 4: instalación de las parcelas de escorrentía en los predios agrícolas seleccionados. 89
Foto 5: Instalación de las varillas de erosión por parte del suscrito. 90
Foto 6: instalación de la parcela de escorrentía de la parcela 9. 90
Foto 7: Instalación de parcela de escorrentía con cobertura vegetal. 91
Foto 8: Instalación de los cilindros. 91
Foto 9: Verificación de los contenedores y retirado de la muestra. 92
Foto 10: Observación del llenado óptimo de los contenedores para la obtención de las muestras. 92
Foto 11: recojo de datos de las microparcelas de varillas de erosión. 93
Foto 12: Verificacion continua de las ubicaciones de las microparcelas de Varillas de Erosion. 93
Foto 13: Verificación y Recorrido con el presidente. Dr. Juan F. Barreto Rodríguez. 94
Foto 14: Verificación de la Estación meteorológica provisional en el sector de Llupa. 94

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la erosión hídrica a través de los parámetros de erosión y la pérdida de nutrientes de 2 sistemas agrícolas, se realizó el trabajo de investigación en la Microcuenca de Quillcayhuanca, sector Llupa, Independencia, Huaraz, Departamento de Ancash. Se instalaron de forma simultanea: 9 microparcelas de varillas de erosión; para cuantificar los parámetros de erosión: lamina de erosión y sedimentación, suelo erosionado y sedimentado, erosión neta y suelo movilizado; y determinar la cantidad de pérdida de N-P-K y cationes intercambiables del suelo. Las evaluaciones se realizaron mensualmente durante 5 meses. Los procedimientos que se emplearon fue, medir las varillas de fierro desde la superficie del suelo hasta la parte pintada y se registraron las mediciones en milímetros. Las muestras del suelo sedimentado de las parcelas de escorrentía fueron llevadas al Laboratorio de Suelos y Aguas de la UNALM para su análisis correspondiente. Como resultado final: existe una erosión hidrica moderada que osila entre los -24.08 y 27.13 Ton/Ha; y suelo erosionado entre los 4.52 y 32.39 Ton/Ha (0.41 al 2.94 mm); suelo sedimentado entre los 5.26 y 28.60 Ton/Ha(0.48 al 5.26 mm); suelo movilizado entre los 15.30 y 41.00 Ton/Ha. La pérdida promedio del suelo por erosión hídrica en la microcuenca Quillcayhuanca es de 2.11 Ton/Ha/año. Se evidencia en los sedimentos perdidas de: Nitrogeno Aprovechable(N) que osilan entre los 37.62 y 182.64 kg/Ha; fosforo(P_2O_5) entre los 3.85 y 15.76 kg/Ha; potasio(K_2O) entre los 155.36 y 747.01 kg/Ha. y Materia organica entre los 47.2 y 182.64 Tn. Y Se encontraron pérdidas de cationes cambiables en el agua escorrentía: Ca entre los 1.76 y 8.00 Kg/Ha; Mg entre los 0.29 y 2.16 Kg/Ha; K entre los 5.52 y 1.24 Kg/Ha; y Na entre los 0.70 y 9.36 Kg/Ha.

Palabras clave: erosión, erosión hídrica, escorrentía, parcela, suelo, erosión neta, pérdida de nutrientes, Quillcayhuanca.

SUMMARY

With the aim of evaluating water erosion through the parameters of erosion and nutrient loss of two agricultural systems, the research work was carried out in the Quillcayhuanca Microbasin, Llupa sector, Independencia, Huaraz, Department of Ancash. They were installed simultaneously: 9 microparcells of erosion rods; to quantify erosion parameters: erosion and sedimentation lamination, eroded and sedimented soil, net erosion and mobilized soil; and determine the amount of loss of N-P-K and interchangeable soil cations. Evaluations were conducted monthly for 5 months. The procedures that were used were, measure the iron rods from the surface of the ground to the painted part and the measurements were recorded in millimeters. Samples of the sedimented soil from the runoff plots were taken to the UNALM Soil and Water Laboratory for analysis. As a final result: net erosion that osila between -24.08 to 27.13 Ton/Ha; soil eroded between 4.52 to 32.39 Ton/Ha (0.41 to 2.94 mm); sedimented soil between 5.26 to 28.60 Ton/Ha (0.48 to 5.26 mm); soil mobilized between 15.30 to 41.00 Ton/Ha. Of loamy and sandy loam texture, in condition of agricultural system at rest - fallow and slope of the plots between 20 to 70%. The average soil loss due to water erosion in the Quillcayhuanca microbasin is 2.11 Ton/Ha in five months. There is evidence of losses of: Usable Nitrogen (N) that smells between 37.62 to 182.64 kg / Ha; Phosphorus (P_2O_5) between 3.85 to 15.76 kg/Ha; Potassium oxide (K_2O) between 155.36 to 747.01 kg/Ha. and organic matter between 47.2 to 182.64 Tn. And the ion losses are shown: Ca between 1.76 to 8.00 Kg/Ha; Mg between 0.29 to 2.16 Kg/Ha; K between 5.52 to 1.24 Kg/Ha; and Na between 0.70 to 9.36 Kg/Ha.

Keywords: erosion, water erosion, runoff, plot, soil, net erosion, nutrient loss, Quillcayhuanca.

I. INTRODUCCION

Los graves problemas de la agricultura moderna y su impacto sobre el ambiente y la sociedad, están siendo reconocidos desde hace varios años. Frente a esta situación surge la necesidad de avanzar hacia una propuesta alterna de producción que requiere cambios graduales en las formas de manejo y gestión de los agroecosistemas. Se necesita tener en cuenta aspectos productivos, culturales, sociales, económicos y políticos, que demandan una mirada integral y sistémica. Por lo tanto, un proceso de transición implica una multitud de efectos y de causas previstas e imprevistas y se construye a lo largo del tiempo (Sarandon, y Flores, 2014).

La degradación del suelo, a consecuencia de la erosión, afecta la fertilidad del suelo y en última instancia la producción de los cultivos. A pesar de que esta afirmación es de conocimiento general, pocos son los datos disponibles que cuantifican esta reducción. Para el estudio de la relación entre erosión y pérdida de fertilidad se han utilizado ensayos simulados en invernadero; mediciones a nivel de campo, en áreas con diferentes grados de erosión. La metodología de simulación de erosión, a pesar de que probablemente es más drástica que el proceso natural de erosión, es conveniente porque se obtienen resultados a corto plazo en relación al proceso natural que necesita de un tiempo relativamente largo para producir diferentes grados de erosión bajo lluvia natural.

La erosión hídrica es el problema más significativo de degradación del suelo en el mundo, que provoca serios impactos ambientales y altos costos económicos, a través de sus efectos sobre la producción agrícola, la infraestructura y la calidad del agua que, a su vez, afectan la calidad de la población, llegando a amenazar la seguridad alimentaria y representar un serio problema para el desarrollo sustentable; además, está asociado a la emisión de carbono orgánico del suelo a la atmósfera en forma de CO_2 y, con ello, al calentamiento global. Esta forma de degradación ha cobrado interés mundial; y se ha documentado por diversos estudios enfocados a la evaluación, el análisis de riesgo, el mapeo y el monitoreo a diferentes escalas; la modelación y construcción de escenarios de erosión (Nájera et al, 2016).

El propósito del presente estudio es comprender la complejidad del proceso de erosión y degradación de los suelos y establecer criterios que permitan realizar el encuentro del mismo. Esto requiere poder aplicar los conocimientos teóricos en función de los múltiples escenarios posibles. Se puso énfasis en el proceso de erosión hídrica a nivel de campo del agricultor.

Este diagnóstico de la realidad, que surge de analizar la erosión y degradación de suelos, se realiza sólo con fines didácticos y se debe a que es en esta escala de análisis donde hay mayor información para evaluar un proceso de erosión hídrica. Sin embargo, entendemos que la complejidad de la misma requiere de una mirada territorial más amplia, donde los aspectos aquí incluidos adquieren otra dimensión y deben ser tenidos en cuenta. A partir de la descripción de un caso representativo del valle del Callejón de Huaylas se podrá visibilizar la propuesta que se propone para avanzar en la evaluación de suelos degradados.

1.1 Definición del Problema.

El uso de los recursos naturales por el sector agrícola en los últimos 40 años trajo como consecuencia la degradación de los suelos del valle del Callejón de Huaylas, la cual disminuyó la productividad de los cultivos causando problemas de endeudamiento a los pequeños productores (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2014).

En el Perú, la erosión del suelo es uno de los problemas más serios de deterioro del medio ambiente, que afecta a gran parte del territorio nacional en diferentes grados de severidad, causados principalmente por factores naturales y humanos, trayendo como consecuencia reducción en la fertilidad de los suelos (perdidas en la productividad agrícola) y contaminación de masas de agua por sedimentos.

Los ecosistemas de la microcuenca Quillcayhuanca constituyen uno de los recursos naturales de mayor importancia en materia de almacenamiento y regulación hídrica. Tienen vegetación todo el año por lo que las comunidades y poblaciones rurales alto-andinas, se benefician de la provisión de pastos. Por otro lado, constituyen hábitats especiales para varias especies de animales y plantas; por lo tanto, tiene un alto valor ecológico, científico, recreacional y paisajístico. Asimismo, pueden retener agua durante la temporada lluviosa,

amortiguando las inundaciones y manteniendo reservas para la temporada seca. Además, son trampas naturales para la retención de sedimentos; aportan agua a los acuíferos; surten de agua a ríos y manantiales; mejoran la calidad del agua gracias a su capacidad filtradora (INAIGEM, 2016).

A pesar de la importancia de los ecosistemas, hoy son áreas amenazadas y se han perdido o alterado como consecuencia del drenaje, sobre pastoreo, construcción de infraestructura, contaminación y otras formas de intervención en el sistema ecológico e hidrológico.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar la erosión hídrica y la pérdida de nutrientes en 2 sistemas agrícolas de la Microcuenca Quillcayhuanca, Centro Poblado de Llupa, distrito de Independencia, Huaraz, Ancash.

1.2.2 Objetivos específicos

- Cuantificar los parámetros de erosión, mediante la aplicación de microparcelas de varillas de erosión.

- Estimar la pérdida de nutrientes Primarios del suelo con la aplicación de parcelas de escorrentía.

- Estimar la pérdida de los cationes cambiables, con la aplicación de parcelas de escorrentía.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

Moreno (2017) en su tesis titulado "Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica aplicando el método USLE y haciendo uso del SIG en la subcuenca del río olleros - distrito de olleros periodo 2015"; tuvo como propósito estimar la pérdida de suelo por erosión hídrica aplicando el método U.S.L.E y haciendo uso del SIG; Obteniéndose que las pérdidas de suelo por erosión hídrica varían (según la tabla: 4.5 en el marco teórico) entre los rangos de: 0 a 5 (Ton/ha*año), en la superficie de 10,197.24 hectáreas (59.945% del área de la sub-cuenca) erosión muy baja; 5 a 25 (Ton/ha*año) en la superficie de 1,683.98 hectáreas (9.899% del área de la sub-cuenca), erosión moderada; 25 a 50 (Ton/ha*año), en la superficie de: 1,693.63 hectáreas (9.956% del área de la subcuenca), erosión media; 50 a 100 (Ton/ha*año) en la superficie de: 1,706.925 hectáreas (10.034% del área de la sub-cuenca), erosión alta; 100 a 161.725 (Ton/ha*año) en una superficie de 1,729.16 hectáreas (10.165% del área de la sub-cuenca) erosión muy alta.

Colque (2015) menciona que la pérdida de suelo debido a la erosión hídrica es uno de los procesos principales de degradación de suelos que existe, el cual es causante de problemas tales como la pérdida de fertilidad de suelos, la contaminación de las fuentes de agua, el depósito de sedimentos de los cauces de los ríos, las causas son los factores naturales y antrópicos ligados a la historia geológica y morfoclimaticas.

Duran (2016) en su tesis titulado "La Erosión hídrica y la degradación de suelos agrícolas en las condiciones edafoclimáticas de Ocucalla - Ambo - Huánuco – 2016. Con el objetivo de evaluar la erosión hídrica y la degradación de suelos agrícolas, el presente trabajo de investigación se realizó en la Microcuenca de rio Blanco en la localidad de Ocucalla, Distrito de San Rafael, Ambo, Huánuco. Se instalaron parcelas de escorrentía y microparcelas de varillas de erosión en coberturas de maíz, pasto natural y en suelo sin cobertura vegetal para cuantificar los parámetros de erosión como: suelo erosionado, sedimentado, movilizado, erosión neta y erosión media. Los resultados del trabajo de investigación fueron: De la cuantificación de los parámetros, el suelo presenta una erosión con cobertura de maíz y el suelo sin cobertura vegetal (solo con rastrojo de

cosecha) obtuvieron en promedio de 16 597,6 y 16 540,7 kg/ha. Referente a la pérdida de nutrientes del suelo fue mayor en el N-P-K que los cationes cambiables, lo que denota que el N-P-K es más sensible a la erosión hídrica; el nitrógeno (N) al igual que el fosforo (P_2O_5) reportan una pérdida de 24,64 y 0,63 kg/ha respectivamente en un suelo sin cobertura vegetal; y en el caso del potasio (K_2O), la cobertura con pasto natural fue la mayor pérdida de este nutriente con 6,16 kg/ha.

Vásquez (2011) y Tapia (2011) en la investigación científica titulada "Cuantificación de la erosión hídrica superficial en las laderas semiáridas de la Sierra Peruana". En la sierra peruana se llevó a cabo este trabajo de investigación sobre conservación de suelos en 22 microcuencas alto andinas de 12 regiones del país. La finalidad fue cuantificar la pérdida de suelo por erosión hídrica y el efecto de la construcción de zanjas de infiltración en el control de la misma. La región es semiárida, con una topografía accidentada, una precipitación promedio anual que varía entre 350–1200 mm/año, con los más altos índices de pobreza y pobreza extrema del país y con altas tasas de erosión hídrica. Los resultados encontrados muestran que la tasa promedio de erosión en las laderas de la sierra es de 45.04 ton/ha-año, que representa una lámina de pérdida suelo de 3.20 mm/año. Asimismo, se encontró que la construcción de zanjas de infiltración, redujo la pérdida de suelo en 20.60 ton/ha-año lo que significa 1.47 mm/año. Estos resultados son de mucha utilidad, pues por primera vez se ha cuantificado las pérdidas de suelo.

Benalcázar (2017) En la revista científica titulada "Evaluación de los procesos erosivos en la microcuenca de la Quebrada Ambuquí – Cochapamba, norte del Ecuador". En la presente investigación se analizó las relaciones existentes entre: uso de suelo, precipitación y los procesos erosivos. Se empleó el método de parcelas con varillas de erosión, instaladas en dos usos de suelo: matorral y cultivos de ciclo corto, ubicadas en un mismo piso altitudinal y en una misma pendiente. Se evaluó la producción de sedimentos y la pérdida de nutrientes durante el año 2013 en sistemas agrícolas representativos; con el objetivo de ponderar el coeficiente de enriquecimiento de dichos sedimentos, y así identificar el sistema agrícola que menor pérdida de fertilidad. Se instalaron parcelas delimitadas con dimensiones de 3 m de ancho y 9 m de largo con pendiente homogénea de 9% de inclinación, en los sistemas: maíz, maíz-calabaza y maíz-avena. Se recolectaron los sedimentos, a los cuales se les determinó la

concentración de materia orgánica, nitrógeno y fósforo. La producción de sedimentos y escorrentía fue significativamente mayor en el sistema agrícola de maíz (54.6 mm y 37.9 Mg/ha, respectivamente) y menor en maíz - calabaza. Los coeficientes de enriquecimiento de los sedimentos erosionados fueron en su mayoría, superiores a la unidad, destacando la materia orgánica con los coeficientes más altos. Se observó una fuerte correlación entre la producción de sedimentos y las pérdidas de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, en los sistemas agrícolas. Los resultados obtenidos demuestran que el actual manejo de los cultivos agrícolas en la zona de estudio, favorecen la degradación de los suelos.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1 Cuenca Hidrográfica.

Según Vásquez (2000) la cuenca hidrográfica es el área natural o unidad de territorio, delimitada por una divisoria topográfica (divortium aquarum), que capta la precipitación y drena el agua de escorrentía hasta un colector común, denominado río principal.

Moreno y Renner (2007), indican que es el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, las cuales confluyen en un curso mayor, que, a su vez, puede desembocar a un río principal, en un deposito natural de agua, en un pantano o directamente al mar.

2.2.2 Definición de Erosión y Conceptos Asociados a los procesos Erosivos.

La degradación del suelo es un proceso que disminuye la capacidad actual y/o potencial del suelo para producir (cualitativa y cuantitativamente) bienes o servicios (FAO, 1980).

La erosión es el resultado de las interacciones entre las características climáticas y las intervenciones humanas que llevan al desequilibrio ecológico. Hoy en día, las prácticas inadecuadas del uso del suelo (la extensión de los pastos, la colección de leña, quemas incontroladas) son la fundamental causa de la fuerte degradación. Los impactos socioeconómicos son los aceleradores de los procesos de erosión por disturbios de las interacciones complejas del crecimiento de la planta, formación de los suelos y procesos

de erosión. Los indicadores físicos más importantes de la degradación están relacionados a la destrucción del suelo y de la vegetación (Hill, et al, 1998).

La erosión es un proceso progresivo, el suelo va disminuyendo, lentamente su espesor y las características del material que va quedando, en la superficie o cerca de ella suelen ser menos favorables para el crecimiento de las raíces, ya que disminuye la capacidad de suministrar agua y nutrientes a las plantas. Partiendo de esa situación la erosión hace disminuir la capacidad para producir biomasa vegetal, con lo que la protección del suelo disminuye y la importancia de la erosión aumentara de año en año. A largo plazo provoca una disminución de los rendimientos y finalmente el terreno se hace improductivo (Barreto, 2001).

2.2.3 Erosión de los Suelos en el Perú.

Uno de los mayores problemas que afecta a los suelos en el Perú, es sin lugar a dudas es la erosión, o pérdida física del suelo por efecto del arrastre, principalmente por el agua, o erosión hídrica.

Esta situación que afecta sobre todo a la extensa Región Andina se debe precisamente al relieve montañoso de la Cordillera de los Andes, que deja sentir su influencia tanto en sus flancos occidentales como orientales.

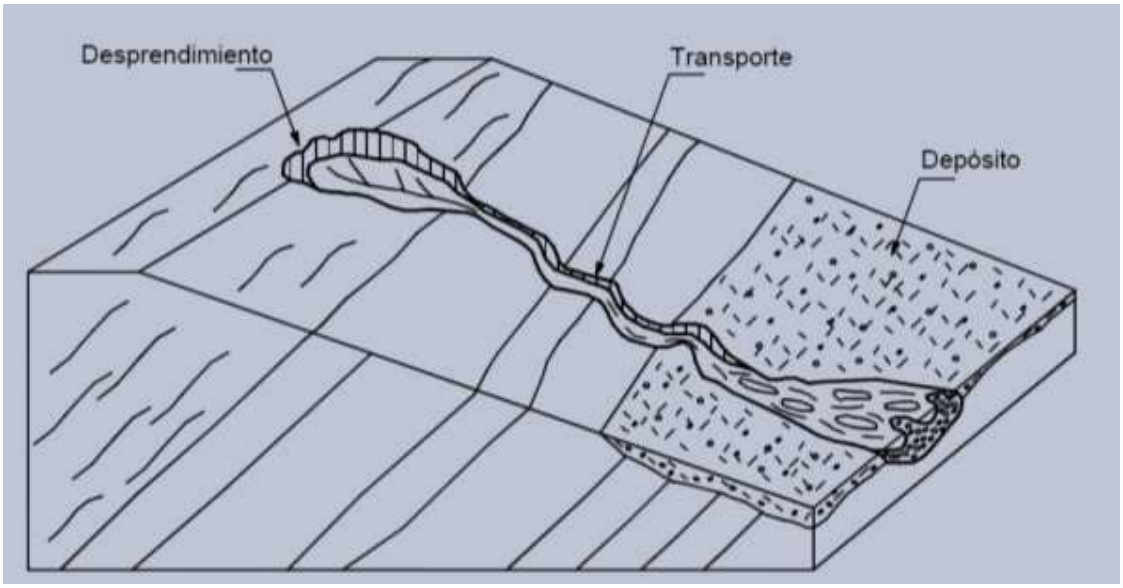
Al efecto determinante del relieve, se añade la agresividad climática propia de las regiones tropicales, al concentrarse las lluvias en unos pocos meses, alcanzando intensidades erosivas. Esta situación, evidentemente, es mayor en las regiones de la Sierra y Selva Alta (Felipe - Morales, 1996).

2.2.4 Procesos de Erosión del suelo.

Según Morgan (2005) la erosión del suelo es un proceso de dos fases consistentes en el desprendimiento de partículas individuales de la masa del suelo y su transporte por los agentes erosivos, como las corrientes de agua y el viento. Cuando la energía de estos agentes no es suficiente para transportar las partículas, se produce una tercera fase: su deposición.

Explica que la erosión hídrica es la pérdida progresiva de los componentes del suelo como consecuencia de la dispersión de sus agregados, los cuales son arrastrados por el agua hasta lugares más bajos, contribuyendo a la degradación del suelo y a la pérdida de su fertilidad, siendo una amenaza para la productividad agrícola. Razones que han llevado a que numerosos investigadores muestren un considerable interés por el desarrollo de tecnologías o métodos para la conservación de los suelos (Hellín, 2004).

La erosión comprende el desprendimiento, transporte y posterior depósito de materiales de suelo o roca por acción de la fuerza de un fluido en movimiento (Suarez, 2001).



Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

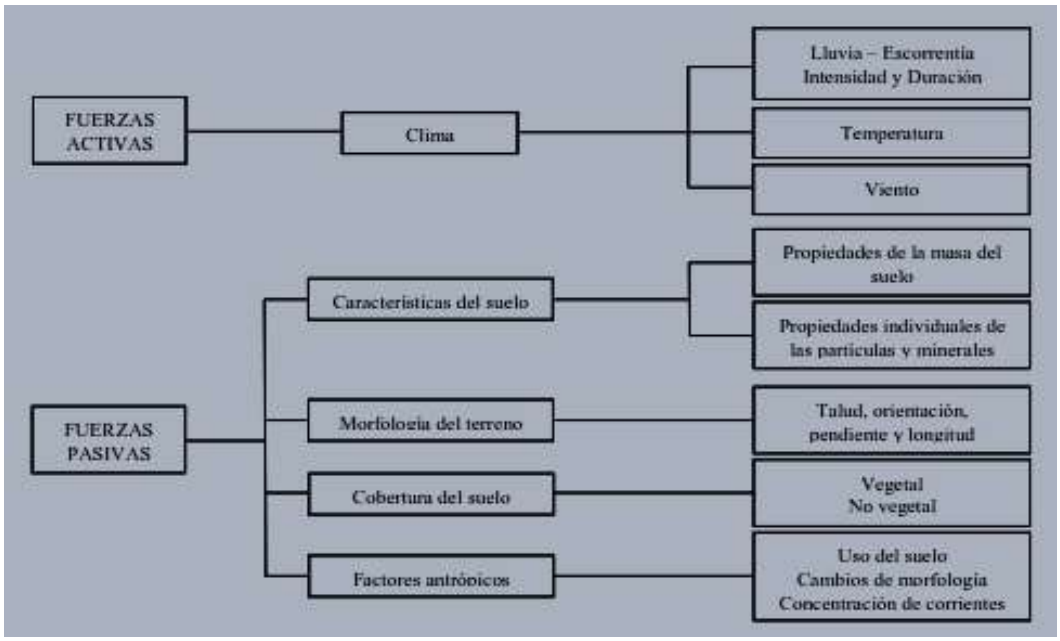
Figura 1: Proceso de Erosión.

2.2.5 Factores que influyen en la erosión.

La Organización Meteorológica Mundial, OMM (2006) manifiesta que degradación la de tierras interviene dos sistemas complejos conectados entre sí: el ecosistema natural, y el sistema social humano. Las fuerzas de la naturaleza, mediante el desgaste periódico causado por fenómenos climáticos extremos y persistentes, y el uso y abuso por los seres humanos de los ecosistemas sensibles y vulnerables de las tierras secas.

La erosión es causada por una combinación de factores: condiciones del clima, la topografía de los terrenos, la cobertura vegetal, las características propias del suelo y la actividad humana (Greenland, y Lal, 1975).

La fuerza tractiva del agua y del viento en movimiento son las principales fuerzas que generan erosión superficial y la fuerza de gravedad es la principal fuerza que produce la erosión en masa. La susceptibilidad a la erosión depende del clima, las características del suelo, la morfología del terreno, la cobertura del suelo, y la intervención antrópica (Díaz, 2001).



Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

Figura 2: Factores que Afectan la Susceptibilidad a la Erosión.

2.2.6 Erosión Hídrica.

La erosión hídrica constituye uno de los principales procesos de pérdida de suelos y representa una de las formas más complejas de degradación, englobando tanto la degradación física del suelo como la química y la biológica de suelos Los sistemas de producción intensiva y extensiva, resultan en perturbaciones que no sólo tiene efectos puntuales en la composición, estructura y diversidad de la biota y del suelo, sino que se alteran la dinámica hídrica, los flujos de nutrientes y la capacidad regenerativa natural de los ecosistemas, producen compactación del suelo, lixiviación de nutrientes y pérdida de materia orgánica (Vargas, 2011).

Cuando las gotas de lluvia impactan en el suelo, disgregan partículas de éste. La magnitud con que esto ocurre depende del tamaño y la velocidad de las gotas de lluvia. Las partículas del suelo disgregadas son arrastradas después por escurrimiento superficial. Algunas de ellas se depositan en huecos del suelo, rellenando la superficie. La erosión se produce cuando la intensidad de las precipitaciones supera la capacidad de infiltración del suelo SOCO (Agricultura sostenible y conservación de los suelos, 2009).

La erosión hídrica constituye uno de los principales procesos de la pérdida de suelos y representa una de las formas más completas de degradación, englobando tanto la degradación física del suelo como la química y biológica (Regollos, 2003).

En el Perú a lo largo de toda la sierra y en gran parte de la selva ocurre la erosión laminar, la cual es la más peligrosa por ser casi imperceptible, pero que ocasiona lentamente el arrastre de las partículas de suelo en forma homogénea, ocasionando la pérdida de la fertilidad del suelo (Guerrero, 2003).

La erosión hídrica constituye el proceso de mayor importancia en la degradación de los suelos de la sierra peruana, ya que en esta zona la vulnerabilidad de las tierras es sumamente alta tanto por las características topográficas y climáticas como también por factores socio – económicos (Barreto, 2001).

2.2.7 Tipos de erosión hídrica

La erosión hídrica puede ocurrir de variadas formas. señala entre las principales la erosión por salpicadura y erosión laminar, la erosión por surcos o en regueros, por cárcavas y la erosión en bancos aluviales (SUDAS, 2006).

El primer pasó en el proceso de erosión hídrica comienza cuando las gotas de lluvia impactan la superficie con una energía suficiente para desplazar partículas de material sin consolidar, dando lugar al proceso denominado erosión por salpicadura (SUDAS, 2006).

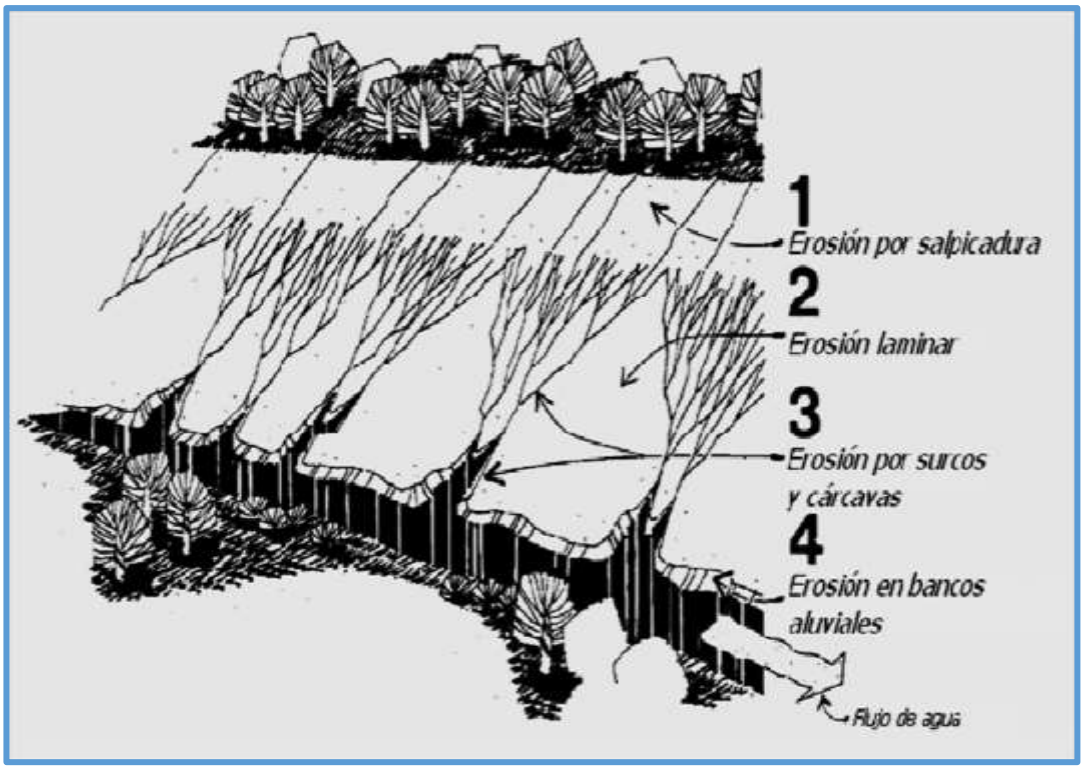
movimiento de partículas se realiza por erosión laminar, por surcos o por cárcavas, mientras que el movimiento en masa se realiza por deslizamientos, derrumbes y por

flujos de grandes masas de lodo. La erosión por cárcavas se produce frecuentemente luego de la erosión laminar y de la erosión en surcos (FAO, 2009).

La duración, intensidad y frecuencia de las precipitaciones logran la remoción de capas delgadas y uniformes de suelo sobre toda el área, produciendo lo que se denomina como erosión laminar (Favis-Mortlock, 2007).

García (2006) menciona que la erosión laminar se puede identificar mediante los siguientes síntomas:

- Presencia de montículos en el suelo.
- Plantas con su sistema radicular al descubierto.
- Invasión de especies vegetales específicas de suelos degradados.



Fuente: Adaptado de USDA (2002).

Figura 3: Tipos de Erosión Hídrica.

2.2.8 Factores que intervienen en el proceso de erosión hídrica.

La erosión hídrica como su nombre lo indica es producida por el agua proveniente de las precipitaciones o el agua de riego. Sin embargo, es el conjunto de condiciones ambientales el que incrementa o disminuye la susceptibilidad de los suelos a la erosión.

Todos los factores que intervienen en la erosión pueden ser reunidos en dos grupos, como veremos en el siguiente cuadro.

Cuadro 1: Factores que Intervienen en la Erosión Hídrica.

Erosión Hídrica	Factores Activos	Precipitaciones
		Pendiente y Longitud del Terreno
		Permeabilidad del suelo
	Factores Pasivos	Propiedades físicas y Químicas del suelo
		Vegetación

Fuente: (Barreto, 2001).

Las precipitaciones constituyen la causa principal de la erosión hídrica, de su intensidad, duración y frecuencia depende el volumen y velocidad del flujo que se desliza sobre la superficie de la tierra llevando en suspensión partículas de suelo (Barreto, 2001).

La velocidad de caída de las gotas de lluvia varía desde cero para las lloviznas a más de 9 m/s para las de mayor tamaño, Asimismo, indica que el tamaño más frecuente de las gotas es de 2 mm y que caen con una velocidad que varía de 6 a 7 m/s (Meyer, 1979).

Cuando una gota de lluvia impacta en el suelo, las partículas de este se esparcen; mientras mayor sea la velocidad de impacto, mayor será la cantidad de suelo esparcido. (Kirkby, y Morgan, 1984).

Debido a la acción del viento, las gotas de lluvia de 3 mm de diámetro cambian de dirección en 30°, incrementando en 17 por ciento la velocidad de caída y en 36 por ciento, la energía cinética

La pérdida física del suelo, ha sido y es una de las investigaciones que los conservacionistas del suelo le dan la mayor importancia (Hudson, 1982).

La erosión acelerada deriva de las actividades del hombre al usar la tierra para cultivo y el pastoreo o para obtener madera, construir caminos y edificios, etc. El proceso de degradación de los suelos se agudiza debido a la presión que ejerce la población, la cual con un alto índice de crecimiento está reclamando mayores áreas para las actividades agropecuarias no sostenibles (Ferreté, 1972).

La construcción de obras hidráulicas, tales como presas o micro presas, y el desarrollo de la minería sin incorporar la variable ambiental, tensionan más los suelos frágiles y aceleran sus procesos erosivos (Pro cuenca, 2004).

Es necesario enfatizar que algunas herramientas y equipos, cuando se usan indiscriminadamente, sin tener en cuenta el tipo de suelo y la pendiente de los terrenos y sin aplicar prácticas de conservación de suelos para mitigar sus impactos, son a corto, mediano y largo plazo. Uno de los principales motivos del deterioro del suelo (IGAC, 1978).

El hombre aumenta directa o indirectamente la erosión del suelo debido a: (1) Deforestación. (2) Daño de la superficie del suelo, por pastoreo inadecuado, labrado del suelo con arado o rejillas, desmonte de plantas leñosas con sus raíces. (3) Compactación del suelo, por el pisoteo del ganado o por una disminución de la actividad biológica al usarse solo fertilizantes químicos (Ellenberg, 1983).

En las zonas alto andinas, el efecto más notable del sobrepastoreo es la alteración desfavorable de los pastos naturales, recurso que se ve fuertemente reducido, tanto en su tasa de crecimiento como en su calidad y densidad; debido a que existe un notable cambio en las proporciones relativas de las diferentes especies que se presentan en las praderas, con la invasión progresivas de especies indeseables, en esos extremos las gramíneas más nutritivas y apetecible son reemplazadas completamente por especies no paladables, como la tola (lephydophylum quadrangulare), garbancillo (Astrangulos garbancillo), arbustos espinosos, tales como la chaca (Chuquiraga huamanpinta) y

cactáceas diversas. Debido a estas condiciones, su capacidad de carga por unidad de área es de solo 0,2 a 0,3 animales/ha/año (Barriga, 1994).

La cubierta Vegetal es la mayor defensa de un terreno contra la erosión. Toda planta desde la más minúscula hierba hasta el árbol más corpulento defiende el suelo en forma y proporción diferentes. La vegetación determina la fertilidad de las tierras vírgenes que el hombre trata de introducirlas a la explotación agropecuaria (Barreto, 2001).

No existe controversia alguna con respecto del papel que juega la cubierta Vegetal en la protección del suelo de la erosión. Lo protege del impacto de las gotas, por lo que la fuerza de la lluvia se descarga sobre las plantas, reduce la velocidad de escorrentía al suponer la vegetación un obstáculo para el transcurso de las aguas, mantiene las partículas del suelo en el lugar y detiene los que se hallan en movimiento incrementando la capacidad del suelo de absorción.

La gestión y uso agrícola que se haga del suelo es, pues, un factor muy importante para la erosión. Un suelo en pendiente destinado a la producción de cultivos, ordenados alineadamente en sentido descendente según la ladera, puede perder hasta 400 toneladas por hectárea y año y, sin embargo, si se ordena siguiendo niveles y se gestiona el suelo de forma correcta la pérdida apenas puede consistir en varios kilos por hectárea y año (SUDAS, 2006).

La inclinación de la pendiente es el factor topográfico más importante porque produce mayores efectos erosivos. Cuando la inclinación de la pendiente aumenta al doble, la erosión aumenta en una proporción aún mayor. Indican que cuando la pendiente es muy empinada, aumenta el coeficiente de escurrimiento, la energía cinética, la capacidad de acarreamiento del flujo superficial y la erosión por salpicadura (Kirkby, y Morgan, 1984).

El grado de inclinación y la longitud de los terrenos determinan la velocidad y la fuerza con la cual el agua y las partículas del suelo erosionadas se desplazan sobre la superficie de terreno. A mayor grado de inclinación y longitud, la velocidad y fuerza también son mayores, e igualmente la cantidad de suelo que se pierde es mayor (Gómez, y Alarcón, 1975).

En zonas altas las características topográficas son variadas, donde los residuos de cultivos pueden prevenir la erosión y sustentar la producción en suelos de difícil manejo; además, la magnitud de estos efectos depende de la calidad de los residuos (cobertura). Lo mismo indica en sitios cóncavos, que presentan suelos generalmente más profundos, la humedad se conserva mejor, hay mayor acumulación de materia orgánica, menor riesgo de procesos erosivos y mejor protección ambiental (Lal, 1988).

Degradación del suelo significa el cambio de una o más de sus propiedades a condiciones inferiores a las originales, por medio de procesos físicos, químicos y/o biológicos. En términos generales la degradación del suelo provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva.

Las tierras agrícolas se vuelven gradualmente menos productivas por cuatro razones principales: (1) Degradación de la estructura del suelo (2) Disminución de la materia orgánica (3) Pérdida del suelo y (4) Pérdida de nutrientes. Estas razones son efectos producidos básicamente por el uso y manejo inadecuado del suelo y por la acción de la erosión acelerada del suelo, a consecuencia de la erosión, afecta la fertilidad del serlo y en última instancia la producción de los cultivos. A pesar de que esta afirmación es de conocimiento general, pocos son los datos disponibles que cuantifican esta reducción. Para el estudio de la relación entre erosión y pérdida de fertilidad se han utilizado ensayes simulados en invernadero; mediciones a nivel de campo, en áreas con diferentes grados de erosión. La metodología de simulación de erosión, a pesar de que probablemente es más drástica que el proceso natural de erosión, es conveniente porque se obtienen resultados a corto plazo en relación al proceso natural que necesita de un tiempo relativamente largo para producir diferentes grados de erosión bajo lluvia natural (Bertoni, y Lombardi, 1985).

2.2.9 Niveles Aceptables de erosión hidrica.

El nivel aceptable de erosión como la máxima cantidad de suelo que se puede perder por erosión de una parcela, sin sufrir degradación excesiva, a pesar de que se explote agrícolamente en forma continua (Núñez, 2001).

Cuadro 2: Niveles de Perdida de Suelo.

Perdidas de suelo tolerables	
Pérdida ton/ha/año	**Grado de erosión hídrica**
< 5	Erosión baja
5 - 25	Erosión moderada
25 - 50	Erosión media
50 – 100	Erosión alta
100 – 200	Erosión muy alta
> 200	Erosión critica

Fuente: Ramos (2001).

2.2.10 Cuantificación de la Erosión Hídrica.

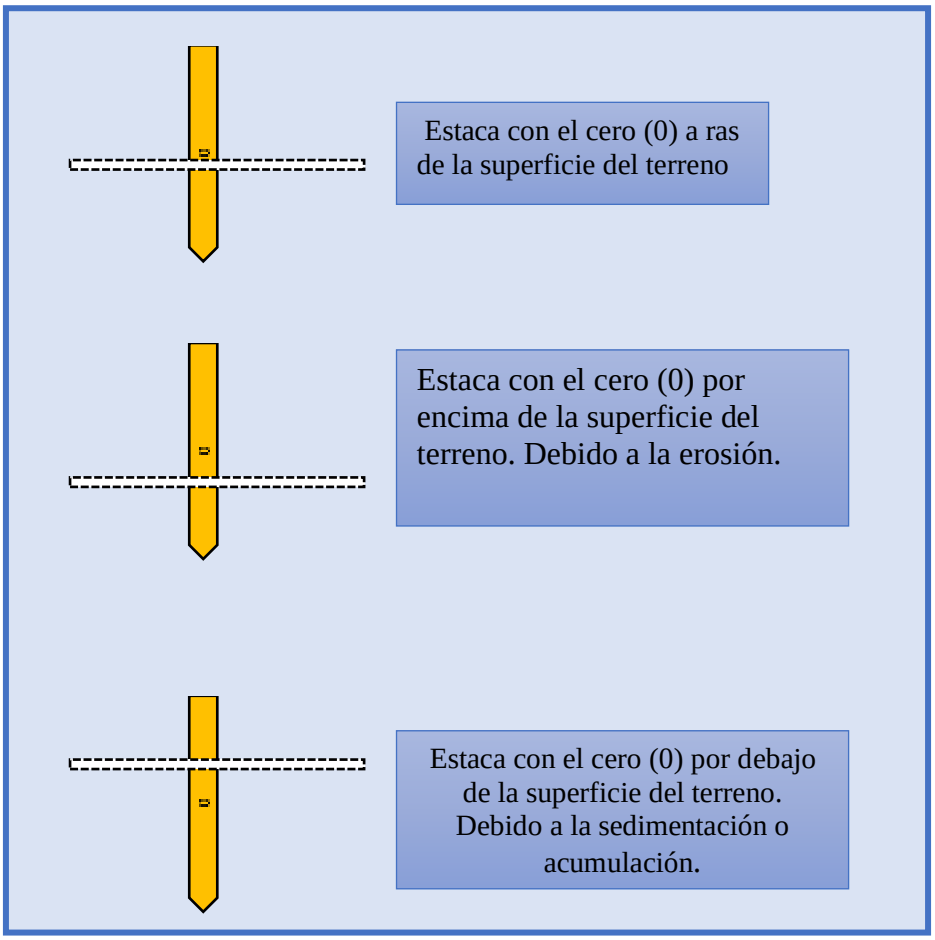
A partir de los valores medidos de pérdida de suelo que se pueden hacer predicciones de riesgos de erosión. Por otro lado, ellos nos permiten evaluar de una manera cuantitativa la eficacia de diversas prácticas de control de la erosión del suelo. En estudios de impacto ambiental, las medidas, de pérdida de suelo por procesos erosivos, constituyen los indicadores más confiables del impacto provocado por agentes naturales o antrópicos. Existen numerosas metodologías de cuantificación de la erosión del suelo. Ellas pueden ser agrupadas en una primera clasificación en: medidas directas y medidas indirectas (Felipe - Morales, 1996).

Las pérdidas de suelo por procesos erosivos, afectan la producción agrícola, disminuyendo la fertilidad de las tierras, la cuantificación de erosión y el método a seleccionar depende de las numerosas condiciones de sitio, de las capacidades técnicas y económicas (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central [PASOLAC], 2005).

Las medidas directas son aquellas que se realizan en la zona misma en donde ocurre la erosión, en el momento de transporte de las partículas de suelo, o en las áreas de acumulación de dichas partículas o sedimentos (Felipe - Morales, 1996).

A. Estacas graduadas o Varillas de Erosión.

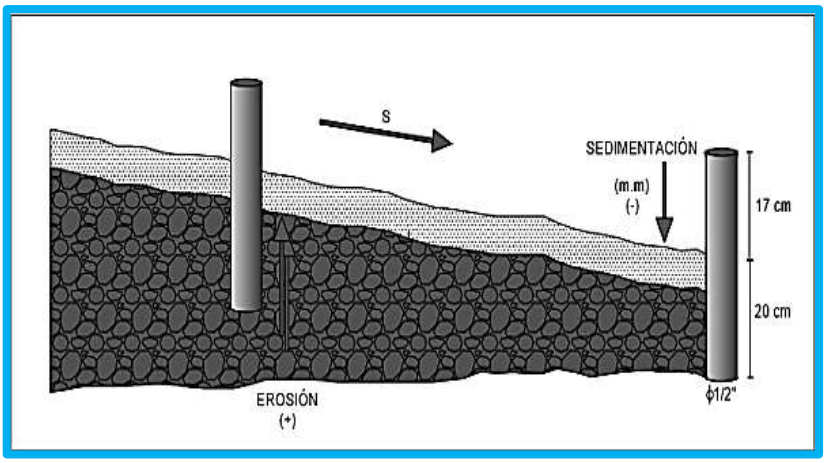
El método consiste en la utilización de varillas introducidas a lo largo de transectos, la medición en las varillas, permite observar los cambios de suelo que se producen, es decir entradas y salidas de suelo por procesos erosivos (PASOLAC, 2005).



Fuente: (Felipe - Morales, 1996).

Figura 4: Uso de estacas graduadas

Este método presenta las siguientes ventajas: (1) Medición sencilla. (2) Bajo costo. Y las desventajas son: (1) No mide escorrentía causante de la erosión. (2) Puede alterar el microambiente a su alrededor.



Fuente: *FAO (1983).*
Figura 5: Proceso de Medición de las Varillas de Erosión.

B. Parcelas de Escorrentía.

Yataco (2007) menciona que estas parcelas se utilizan para recolectar sedimentos removidos, involucrando la captación caudal líquida y sólido.

Este método de investigación permite controlar muchas de las condiciones en que ocurren los procesos erosivos, como el sellamiento derivado del impacto de las gotas de la lluvia (Mutchler, et al, 1994).

Son porciones de terreno de tamaño variable, limitadas por paredes que aíslan completamente el agua de escorrentía, evitando el paso de ésta tanto hacia afuera como hacia adentro de la parcela. El agua que escurre es concentrada en un embudo colocado en la base, de donde por medio de un canal pasa a uno o varios tanques donde se recolectan las muestras para el análisis (Felipe - Morales, 1996).

2.2.11 Campo Experimental de la Erosión Hídrica

El objetivo de esta rigurosa delimitación de la parcela es para que ella actué como una verdadera "microcuenca", de tal modo que la escorrentía superficial que en ella ocurra sea exclusivamente producida por la lluvia que cae directamente en el campo experimental tanto en las microparcelas de varillas de Erosión y Parcelas de Escorrentía.

La metodología de clavos o varillas de erosión, es un método experimental sencillo, directo, exacto y de bajo costo, que permite cuantificar procesos de erosión y

sedimentación. Además, menciona que, los principales factores determinantes en el proceso erosivo son: Precipitaciones y la pendiente del terreno (Cuitiño, 1999).

La cobertura del suelo con material vegetal vivo o en descomposición, es el factor que más controla la erosión hídrica, al proteger la superficie del suelo contra el impacto de las gotas de lluvia, reducir la velocidad de la escorrentía y atrapar las partículas de suelo removidos por la erosión en otras partes de las parcelas (Quiñónez, 2012).

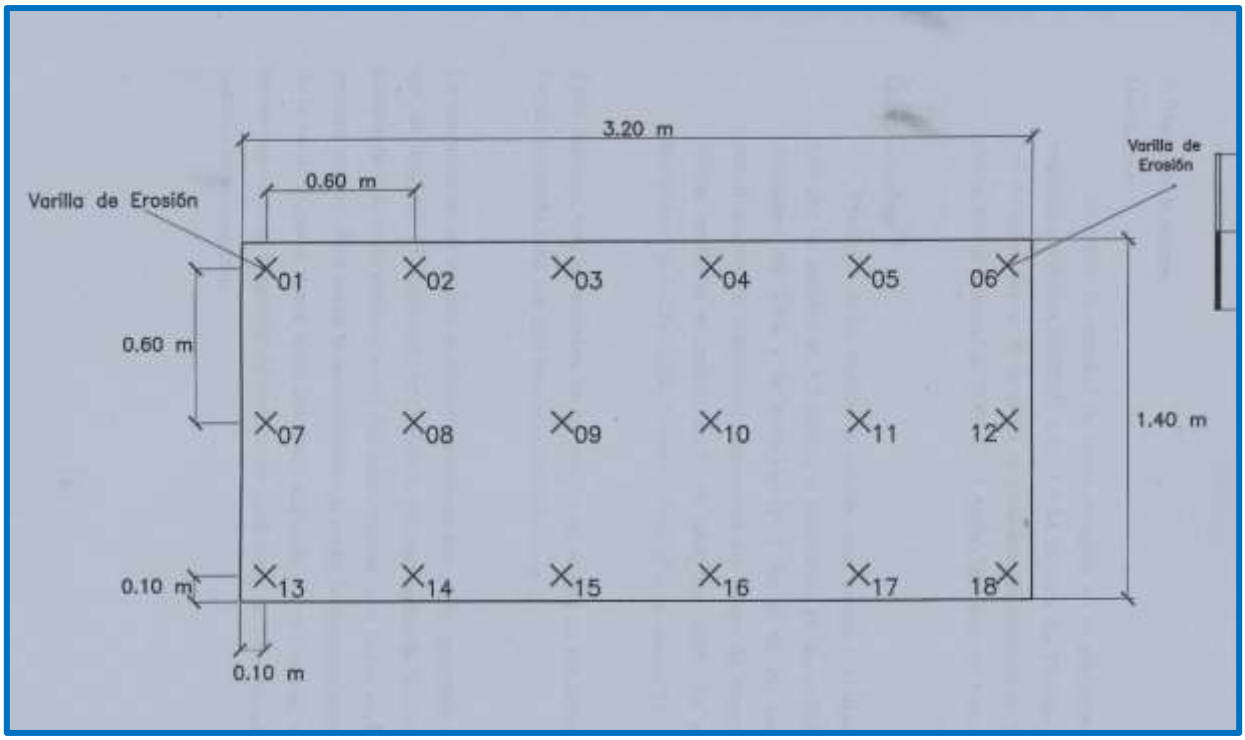
Las dimensiones del campo experimental las debe definir el investigador en función de los objetivos de su investigación.

Lo importante es no olvidar que por razones la extensión del campo no debe ser demasiado grande, ya que ello dificultaría enormemente el recojo de agua y sedimentos (Felipe - Morales, 1996).

A. Estacas graduadas o Varillas de Erosión.

Es un método que consiste en parcelas rectangulares a las cuales se le instalan clavos o varillas de fierro, que marcan la línea inicial del suelo, cuya medición se efectúa luego de ocurrida la tormenta con el objetivo de evaluar la erosión o sedimentación producida. Lo anterior permite establecer un balance entre pérdidas y entradas de suelo para realizar estimaciones más reales (Pizarro, y Cuitiño, 2002).

La extensión del clavo debe ser tal que se pueda enterrar en el suelo, siendo usual que alcance una longitud de penetración de 30 cm. En cuanto al espesor es preferible que los clavos tengan un diámetro de hasta unos 5 mm puesto que un espesor mayor puede inferir con la corriente de superficie y provocar un desgaste (Hudson, 1997).

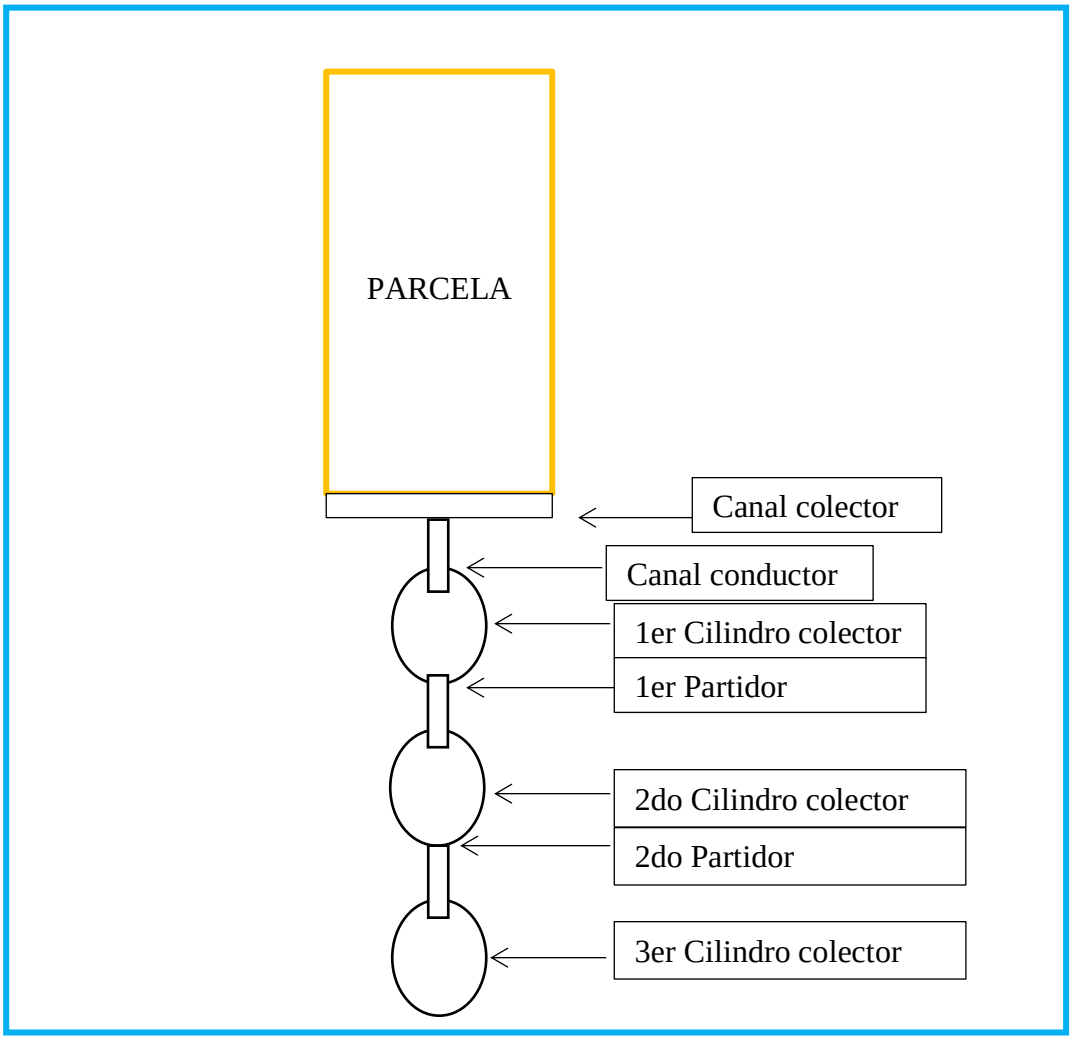


Fuente: *(Hudson 1997).*

Figura 6: Diseño de microparcelas experimentales y ubicación de las varillas de erosión.

B. Parcelas de Escorrentía.

Para la parcela de escorrentía, si el objetivo de la investigación es evaluar el efecto de diversos tipos de cultivos y/o de prácticas agronómicas de conservación del suelo (modos de labranza, aplicación de materias orgánicas, uso de "mulch", surcos en contorno, etc.), en la erosión del suelo, una extensión del campo experimental de 4m x 10m (40m2) es suficiente. Si lo que se pretende es evaluar el efecto de prácticas mecánico – estructural de conservación del suelo, tales como terrazas, acequias de infiltración, muretes de piedra etc. se deberá establecer campos de mayor dimensión de tal modo a contener por 10 menos una de estas estructuras con el espaciamiento correspondiente. (Felipe – Morales, 1996).



Fuente: (Felipe - Morales, 1996)
Figura 7: Parcela experimental de escorrentía y erosión (vista en planta).

Las partes que constituyen el sistema receptor de la parcela de escorrentía son básicamente las siguientes: (1) Un canal colector, situado en la parte inferior del campo experimental. (2) Un canal conductor, el cual sirve para conducir el agua y los sedimentos recogidos en el canal colector hacia el primer tanque receptor. Y (3) Tanques receptores, los cuales pueden ser varios por cada parcela y sirven para almacenar el agua y los sedimentos producidos por la escorrentía superficial de la parcela. Los tanques receptores pueden comunicarse entre sí a través de ciertos dispositivos conocidos como partidores (Felipe - Morales, 1996).

Siendo la dimensión del campo experimental de las parcelas de 4m x 10 m (40 m2), el canal colector tenía una longitud de 4m a fin de ajustarse al ancho de la parcela. Dicho canal tenía la forma de un paralelepípedo rectangular, de un ancho de 25 cm., de una

altura de 20 cm. y de una longitud, como ya se indicó, de 4m. La pared del canal, situada en el borde inferior del campo, se prolongaba en una banda metálica de 20 cm. la que se doblaba en un ángulo de aproximadamente 90° adhiriéndose estrechamente sobre el margen inferior del campo a fin de formar una superficie continua, evitando perdidas de infiltración del agua de escorrentía a 10 largo de la pared del canal En algunos casos, para evitar que el agua de lluvia caiga directamente en el canal colector, 10 que falsearía los resultados de las medidas de escorrentía si no se hacen las correcciones necesarias, se recomienda colocar un techo al canal colector. Finalmente, para facilitar la evacuación del agua y de los sedimentos del canal colector, hacia los estanques receptores, el fondo o base del canal debe tener una ligera pendiente de los extremos hacia el centro en donde se conecta con el canal conductor. Está pendiente no debe sobrepasar el 5% (Felipe - Morales, 1996).

El Primer cilindro, es el que está conectado directamente con el canal conductor y que por lo tanto recibe la primera carga de agua y sedimentos procedentes del campo experimental. A fin de evitar que el llenado de agua del primer cilindro se realice en forma turbulenta, se coloca en el interior de este un tabique metálico, en forma vertical, en el centro del cilindro, el que deja un espacio libre de aprox. 20 cm en su extreme interior. De este modo el agua ingresa a la primera sección del cilindro en forma turbulenta, pero es frenada per el tabique central y asciende suavemente en la. Segunda sección del cilindro. El excedente de agua del primer cilindro, que deberá ser recogido por un segundo cilindro, se hará así en forma de un flujo uniforme. El número de cilindros que deberá instalarse en cada sistema colector, dependerá del volumen estimado de escorrentía máxima diaria producido en la parcela, el cual a su vez dependerá de la precipitación de la zona, del tipo de suelo, de la pendiente del terreno, del tipo de cobertura vegetal, y de la práctica de manejo del suelo. Es así que, parcelas de escorrentía de 40 m2, instaladas bajo las condiciones climáticas de Huancayo (Sierra Central), con una precipitación de 700 mm/año, en un suelo de textura Franco Arcilla gravosa, con una pendiente de 25%, y con una rotación de papa-maíz-avena, el número de cilindros requerido fue de 2 con una capacidad de 60 litros de capacidad y con un partidor entre el primer y segundo cilindro (Felipe - Morales, 1996).

Los partidores son dispositivos que tienen como función el de conducir una fracción del excedente de escorrentía que proviene de un cilindro receptor hacia el cilindro

contiguo. En un sistema colector compuesto de 2 cilindros, el partidor está ubicado solo en el primer cilindro. Si el sistema consta de 3 cilindros, el primer y segundo cilindro presentaran partidores, no así el tercer cilindro (Felipe - Morales, 1996).

2.2.12 Medidas y Cálculos de la Escorrentía y Erosión.

Cuitiño (1999) manifiesta que la erosión o sedimentación promedio que se produce en las parcelas, según sea el caso. Se procede calculando la altura media de los clavos, es decir, la sumatoria de las alturas sobre el total de clavos de la parcela, los cuales pueden presentar una altura de erosión o una altura de sedimentación respecto a las diferencias en las mediciones efectuadas entre tormentas.

Pizarro y Cuitiño (2002) mencionan que la expresión matemática que determina estos procesos se presenta a continuación.

$$\mathbf{X = Y * D_a * 10}$$

Donde:

X: suelo erosionado o sedimentado (t/Ha)

Y: altura media de suelo erosionado o sedimentado (mm).

D_a: densidad aparente del suelo (t/m^3 o gr/cm^3).

A. Erosión Neta.

Cuitiño (1999) indica que se denomina erosión neta a la pérdida de suelo al considerar la sedimentación ocurrida; es decir, corresponde a la diferencia entre la erosión media del suelo y la sedimentación media, expresado en toneladas por hectárea. Se expresa como:

$$\mathbf{En = E - S}$$

Donde:

En: Erosión neta (t/ha).

E: Erosión media de la parcela (t/ha).

S: Sedimentación media de la parcela (t/ha).

B. Suelo Movilizado.

Se habla de suelo movilizado al cuantificar tanto la erosión media como la sedimentación ocurrida. La expresión matemática permite describir la totalidad de suelo que se movilizó en el terreno, expresado en toneladas por hectárea (Cuitiño 1999). Su expresión matemática es:

$$\mathbf{Sm = E + S}$$

Donde:

Sm: Suelo movilizado (t/ha).

E: Erosión media (t/ha).

S: Sedimentación media (t/ha).

2.2.13 Medidas de la pérdida de Nutrientes del suelo.

Generalmente en los estudios de erosión se evalúa únicamente la pérdida física del suelo, pero no se analiza la cantidad de nutrientes que, conjuntamente con el suelo o con el agua de escorrentía, se van perdiendo. Ello es importante medir ya que constituye un buen indicador de la disminución de la fertilidad química del suelo.

Lo recomendable es, por lo tanto, si se cuenta con el apoyo de un laboratorio de suelos, de efectuar tanto en las muestras de agua de escorrentía como en los sedimentos en suspensión, el ana1isis de los principales nutrientes necesarios para el buen desarrollo de los cultivos. Dichos nutrientes son: Nitrógeno. Fosforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

Los nutrientes arrastrados en el agua de escorrentía se encuentran en forma soluble. Los métodos usados para su determinación, según el tipo de nutrientes son los siguientes: (a) Determinación de nitrógeno en forma de Nitratos. (b) Determinación del fosforo. (c) Determinación del Potasio. (d) Determinación de Calcio. Y (e) Determinación de Magnesio (Felipe - Morales, 1996).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Materiales.

El campo experimental se encuentra en la microcuenca Quillcayhuanca que presenta un área de 9,398.230 Has., La cual tiene la siguiente ubicación.

3.1.1 Ubicación política.

Departamento : Ancash
Provincia : Huaraz
Distrito : Independencia
Localidad : C.P. Llupa

3.1.2 Ubicación Geográfica (coordenadas UTM datum WGS-84).

Coordenada este : 9º30`31.63” S.
Coordenadas norte : 77º28´08.43” O.
Altitud : 3465 m.s.n.m. – 3680 m.s.n.m.

3.1.3 Ubicación hidrográfica.

Vertiente : Pacifico 4.
Cuenca : Río Santa.
Subcuenca : Quillcay.
Microcuenca : Quillcayhuanca.

3.1.4 Herramientas, Materiales y equipo de Campo .

- Calamina corrugada de 3.40 m x 0.40 m.
- Varillas de Fierro de 6 mm de diámetro por 0.50 m de longitud.
- Tachos de plástico con tapa de 100lt.
- Tubos de PVC de 2”
- Codos de PVC de 2”
- Estacas de Madera de 2.5” x 2.5” de 0.50 m de longitud.
- Pala recta y Pala cuchara

* Canaletas de metal de fabricación propia.
* Cordel.
* Comba.
* Martillo.
* Cintra Métrica.
* Barreta.
* Wincha.
* Bolsas plásticas de capacidad 2 kilos.
* Lampas.
* Material de escritorio.
* Botellas plásticas de capacidad entre 1 a 3 litros.
* Probeta de plástico de capacidad 1 litro
* Esponja.
* Jarra de plástico con capacidad de medida entre 1 a 2 litros.
* Embudos de plástico.

3.1.5 Materiales y equipo de Gabinete:

* GPS.
* Eclímetro de mano o Nivel abney.
* Cámara Digital fotográfica.
* Google Earth Pro.
* Software ARC GIS 10.5.
* Laptop con programas de ingeniería.
* Impresoras.
* USB.

3.2 Metodología.

3.2.1 Tipo de Investigación.

Se trata de una investigación aplicada, porque se orienta a determinar la pérdida de nutrientes y suelo en general por efecto de la erosión en la microcuenca Quillcayhuanca y con los resultados dar las recomendaciones sobre algunas prácticas de conservación de suelos a los agricultores de esa zona.

3.2.2 Diseño de Investigación.

Se trata de una investigación no experimental transversal, a nivel descriptivo. Es transversal porque los datos se tomaron en un solo momento y, es descriptiva porque se describirán los diferentes fenómenos relacionados con la erosión hídrica tal como se presentan en el lugar.

A. Características de las microparcelas de varillas de erosión.

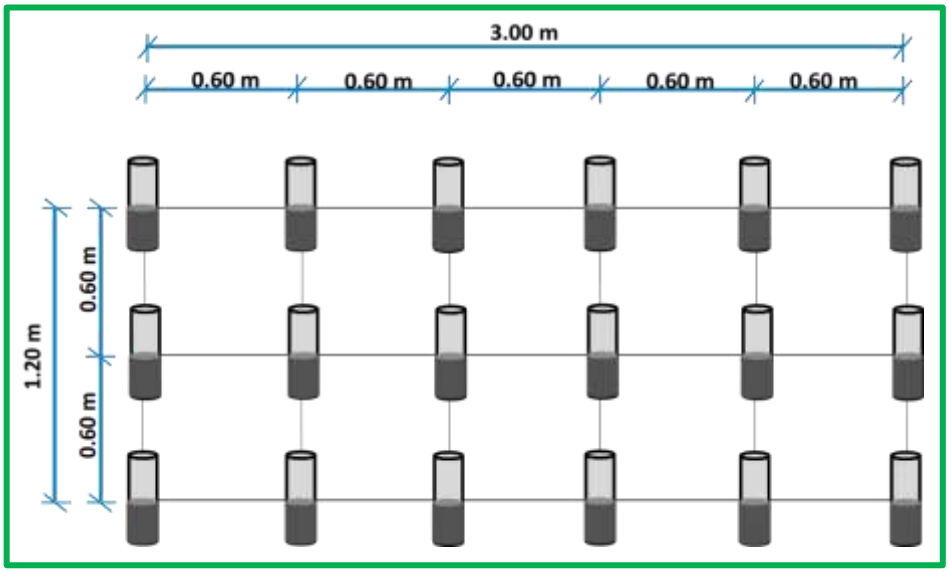
- ✓ Cada microparcela estaba constituido por 18 varillas.
- ✓ Área de las microparcelas : 3.60 m2
- ✓ Largo de las microparcelas : 3.00 m
- ✓ Ancho de las microparcelas: 1.20 m
- ✓ Se utilizó varillas de fierro corrugado (6mm de ø)
- ✓ Cada varilla midió 50 cm de largo.
- ✓ Las varillas fueron pintadas hasta la mitad (25 cm) con pintura blanca anticorrosiva para facilitar la lectura y se insertó al suelo la parte no pintada.

B. Características de las parcelas de escorrentía.

- ✓ Área de las parcelas de escorrentía : 44.00 $m^{2.}$
- ✓ Largo de las parcelas de escorrentía : 22.00m.
- ✓ Ancho de las parcelas de escorrentía: 2.00 m.
- ✓ Se utilizó 63 calaminas corrugadas 3,60 m x 0,8 m x 18 mm.
- ✓ Por cada parcela de escorrentía se utilizó 7 calaminas y 1 canaleta de 2,00m.
- ✓ Se utilizó 30 estacas de madera de 0,50 m de largo por cada parcela.

- ✓ Se utilizó 2 tachos de 100 Lt para cada parcela.

C. Croquis de una parcela de escorrentía del Campo experimental.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8: Diagrama de las microparcelas de las varillas de erosión.

D. Croquis del Campo experimental de las Parcelas de Escorrentía.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9: Esquema de la Parcela de Escorrentía.

3.2.3 Población o Universo.

El universo de este trabajo de investigación viene hacer la microcuenca Quillcayhuanca.

3.2.4 Unidad de Análisis y Muestra.

A. Parcelas de Escorrentía.

Se instalaron 9 parcelas de escorrentía distribuidas en 9 sectores, 1 parcela de escorrentía por cada sector.

Se recolectaron muestras de sedimento y muestras de agua de escorrentía de cada una de las parcelas de escorrentía.

B. Microparcelas de Varillas de Erosión.

Se instalaron 162 varillas de erosión distribuidas en 9 sectores, 18 varillas por cada sector.

Se registraron datos de láminas de suelo erosionado y lamina de suelo sedimentado de las 162 varillas de erosión.

3.2.5 Técnicas (Procedimientos) e Instrumentos de Recolección de Datos.

En la microparcelas de varillas de Erosión.se tomaron datos en las fichas de evaluación para luego ser procesados utilizando el programa Excel.

De cada parcela de escorrentía se tomaron muestras de agua de escorrentía cada 25 a 30 días; de 18 tachos, dichas muestras fueron enviadas al Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para determinar la pérdida de nutrientes en la suspensión, expresada en $Kg/M^3/Ha$ durante el Periodo de lluvias por efecto de la erosión hídrica.

3.2.6 Técnicas de Procedimientos y analisis de datos.

Se determinaron los promedios de la pérdida de suelos por erosión y la perdida de nutrientes con el agua de escorrentía utilizando el programa Excel.

3.2.7 Parametros a Evaluar.

Se evaluaron los siguientes parámetros:

A. Para Microparcelas de varillas de Erosión.

1. Lamina de suelo Erosionado(mm).

2. Lamina de suelo sedimentado (mm).

3. Suelo Erosionado (Ton/Ha/año).

4. Suelo Sedimentado (Ton/Ha).

5. Erosión Neta (Ton/Ha).

6. Suelo Movilizado(Ton/Ha).

B. Para Parcelas de Escorrentía.

1. Pérdida de los nutrientes primarios NPK según Análisis de suelo.

2. Pérdida de los Cationes según Análisis de Agua de escorrentía.

3.3 Procedimiento de la Investigación.

3.3.1 Identificación de las Parcelas.

La identificación Se realizó en la segunda semana de febrero en el sector LLupa y parte del sector Pitek, en la Microcuenca Quillcayhuanca; identificando parcelas en Barbecho y descanso respectivamente.

3.3.2 Traslado de materiales a Campo.

Identificadas las parcelas, se habilitaron y trasladaron los materiales para la instalación de las microparcelas de varillas de erosión y parcelas de escorrentía.

3.3.3 Instalación de microparcelas de varillas de erosión.

Una vez determinada las parcelas, se procedió a trazar las microparcelas de 3,00 metros de largo por 1,20 metros de ancho con la ayuda de una wincha de 50,00 metros y un cordel, luego se señalaron los puntos cada 0,60 metros, en estos puntos se introdujeron las varillas de acero de 50 centímetros de longitud solo hasta la mitad con la ayuda de un martillo, previamente las varillas de fierro fueron pintadas a 0,25 metros con pintura de color blanco para facilitar la lectura.

3.3.4 Instalación de parcelas de escorrentia.

En las parcelas seleccionadas, se procedió a determinar la pendiente con la ayuda del eclímetro. Determinada la pendiente se realizó el trazo de la parcela de escorrentía

de 22 metros de largo por 2 metros de ancho y posteriormente se hizo la excavación del contorno de la parcela a unos 40 centímetros de profundidad con un pico, luego en estas zanjas se colocaron calaminas. En uno de los extremos de la parcela se colocó una canaleta en el cual se instaló una conexión de tubo de tal manera que el agua se conduzca y llegue a depositarse al tacho repartidor y al tacho colector ambos con una capacidad de 100 litros.

3.3.5 Registro de datos de las microparcelas de varillas de erosión.

El registro de los datos se realizó en intervalos de 25 a 30 días de las 162 varillas, realizando el consolidado de la medición, para poder hallar la lámina de Erosión y sedimentación, luego proceder hallar el cálculo de suelo erosionado y suelo sedimentado con la siguiente formula:

$$X=Y * Da * 10$$

Donde:

X: suelo erosionado(E) (ton/Ha) o suelo sedimentado (S) (ton/Ha).

Y: lamina de suelo erosionado (mm) o lamina de suelo sedimentado (mm).

Da: densidad aparente del suelo (t/m3 o g/cm3).

Para calcular la erosión neta (En):

$$En = E – S$$

Por tanto, si el valor de En es positivo entonces hubo erosión y si es negativo hubo sedimentación, es expresado en toneladas por hectárea.

Para el cálculo de suelo movilizado (Sm): El resultado de expresar en toneladas por hectárea.

$$Sm = E + S$$

3.3.6 Toma de muestras y análisis del suelo sedimentado de las parcelas de escorrentia.

Para cuantificar la pérdida de nutrientes en el sedimento se procedió de la siguiente manera:

1. Se recolecto todo el sedimento de cada parcela de los 18 tachos.
2. Posteriormente se realizó el secado de las muestras bajo sombra.
3. Se almaceno en bolsas especiales y se registró.
4. Se envió las muestras de suelo seco de cada una de las parcelas al Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina.
5. La cantidad de nutrientes perdidos por erosión hídrica del sedimento se obtuvo del resultado de análisis del al Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

3.3.7 Toma de muestras y análisis del agua de cada parcela de escorrentia.

Para cuantificar la pérdida de nutrientes en el agua de las parcelas de escorrentía se procedió de la siguiente manera:

1. Se colecto 1 litro de agua (solución) de cada uno de los 18 tachos de las parcelas de escorrentía.
2. Se envió las muestras de agua de cada una de las parcelas al laboratorio de suelos especializado de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
3. La cantidad de nutrientes perdidos en la solución de agua por efecto de la erosión hídrica superficial, se obtuvo del resultado de análisis de agua del Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados.

4.1.1 Parámetros de la Erosión hidrica.

En la **Tabla 1**; los resultados consolidados de las características básicas como: textura del terreno (Predomina franco limoso), condición de 2 sistemas agrícolas (Barbecho y descanso), pendiente del suelo (con intervalos que osila de 20 a 70), Densidad aparente (con intervalos de 0.9 a 1.2), Altitud (que va de 3438 a 3750), coordenadas (según indicadas en la tabla), lamina de suelo erosionado (osila entre 0.41 a 2.94) y lamina de suelo sedimentado (osila entre 0.48 a 2.60). de cada parcela evaluada.

Tabla 1: caracterización básica de los predios seleccionadas en la microcuenca.

N° DE PARCELA	TEXTURA	CONDICION DEL PREDIO	PENDIENTE (%)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm³)	ALTITUD (m.s.n.m)	COORDENADAS		LAMINA DE SUELO EROSION (mm)	LAMINA DE SUELO SEDIMENTADO (mm)
						ESTE	NORTE		
PARCELA 1	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	20	0.9	3538	228084	8947206	0.51	1.19
PARCELA 2	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	52	1.1	3585	229275	8947846	1.30	1.02
PARCELA 3	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	55	1	3576	229443	8947875	0.97	0.72
PARCELA 4	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	34	0.9	3615	229556	8947981	2.13	0.69
PARCELA 5	FRANCO LIMOSO	DESCANSO	70	1.2	3645	229490	8948011	1.24	1.12
PARCELA 6	FRANCO LIMOSO	DESCANSO	52	1.1	3656	229439	8947954	0.41	2.60
PARCELA 7	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	25	1	3651	229612	8948258	1.83	2.27
PARCELA 8	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	59	1.1	3665	229596	8948328	2.94	0.48
PARCELA 9	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	23	1.2	3750	229386	8948323	1.16	0.62

Fuente: datos obtenidos durante la investigación.

4.1.1.1 Parámetros de la Erosión hídrica – Lamina de Erosion y Suelo Erosionado.

En la **Tabla *2***; suelo erosionado presenta intervalos entre los 4.52 y 32.39 Ton/Ha; y lamina de suelos erosionado con intervalos entre los 0.41 y 2.94 mm; de textura franco limoso y franco arenoso, en condición de sistema agricola en descanso - barbecho y pendiente de las parcelas entre los 20 y 70%.

Para el **Grafico 1;** La tendencia de tipo exponencial, que ha mayor pendiente de la parcela, de textura franco arenoso y en condiciones de sistema agricola en descanso. Es mayor la erosión del suelo y lamina erosionada.

Tabla 2: Promedio de la lámina de suelo erosionado y suelo erosionado.

N° DE PARCELA	TEXTURA	PREDIO	PENDIENTE (%)	LAMINA DE SUELO EROSIONADO(mm)	SUELO EROSIONADO (Ton/Ha)
PARCELA 1	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	20	0.51	4.60
PARCELA 2	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	52	1.30	14.30
PARCELA 3	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	55	0.97	9.67
PARCELA 4	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	34	2.13	19.20
PARCELA 5	FRANCO LIMOSO	DESCANSO	70	1.24	14.93
PARCELA 6	FRANCO LIMOSO	DESCANSO	52	0.41	4.52
PARCELA 7	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	25	1.83	18.33
PARCELA 8	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	59	2.94	32.39
PARCELA 9	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	23	1.16	13.87

Fuente: Elaboración Propia.

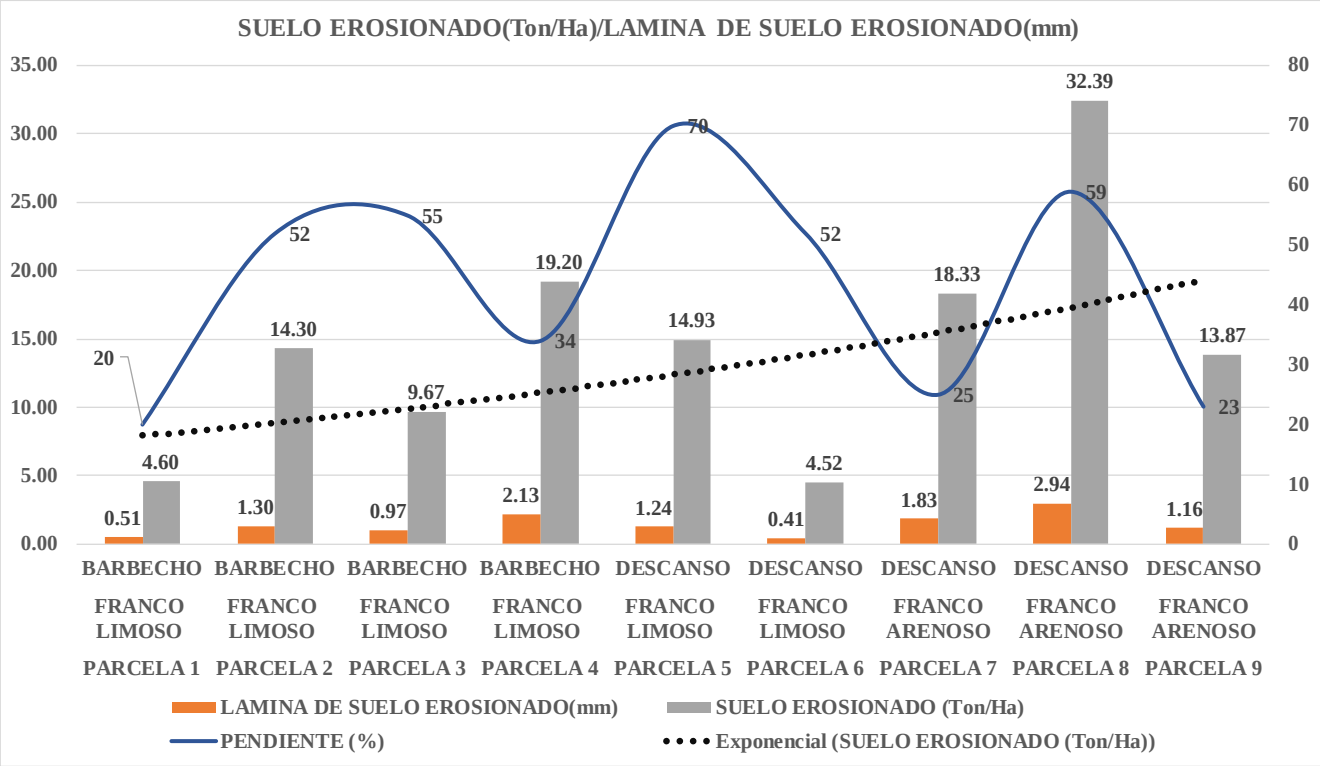


Grafico 1: Comparación del suelo erosionado con la lámina de suelo erosionada y la pendiente de las parcelas.

4.1.1.2 Parámetros de la Erosión hídrica – Lamina sedimentada y Suelo Sedimentado.

En la **Tabla 3;** El suelo sedimentado presenta intervalos entre los 5.26 y 28.60 Ton/Ha; y lamina de suelos sedimentado con intervalos entre los 0.48 y 5.26 mm; de textura franco limoso y franco arenoso, en condición de sistema agricola en descanso - barbecho y pendiente de las parcelas entre los 20 y 70%.

Para el **Grafico 2;** La tendencia de tipo exponencial, que ha mayor o menor pendiente de la parcela, de textura franco arenoso o franco limoso y en condiciones de sistema agricola en descanso o barbecho . se mantiene el suelo sedimentado y lamina de suelo sedimentado.

Tabla 3: Promedio del suelo sedimentado de las parcelas evaluadas.

N° DE PARCELA	TEXTURA	PREDIO	PENDIENTE (%)	LAMINA DE SUELO SEDIMENTADO (mm)	SUELO SEDIMENTADO (Ton/Ha)
PARCELA 1	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	20	1.19	10.70
PARCELA 2	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	52	1.02	11.24
PARCELA 3	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	55	0.72	7.22
PARCELA 4	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	34	0.69	6.20
PARCELA 5	FRANCO LIMOSO	DESCANSO	70	1.12	13.47
PARCELA 6	FRANCO LIMOSO	DESCANSO	52	2.60	28.60
PARCELA 7	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	25	2.27	22.67
PARCELA 8	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	59	0.48	5.26
PARCELA 9	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	23	0.62	7.47

Fuente: Elaboración Propia.

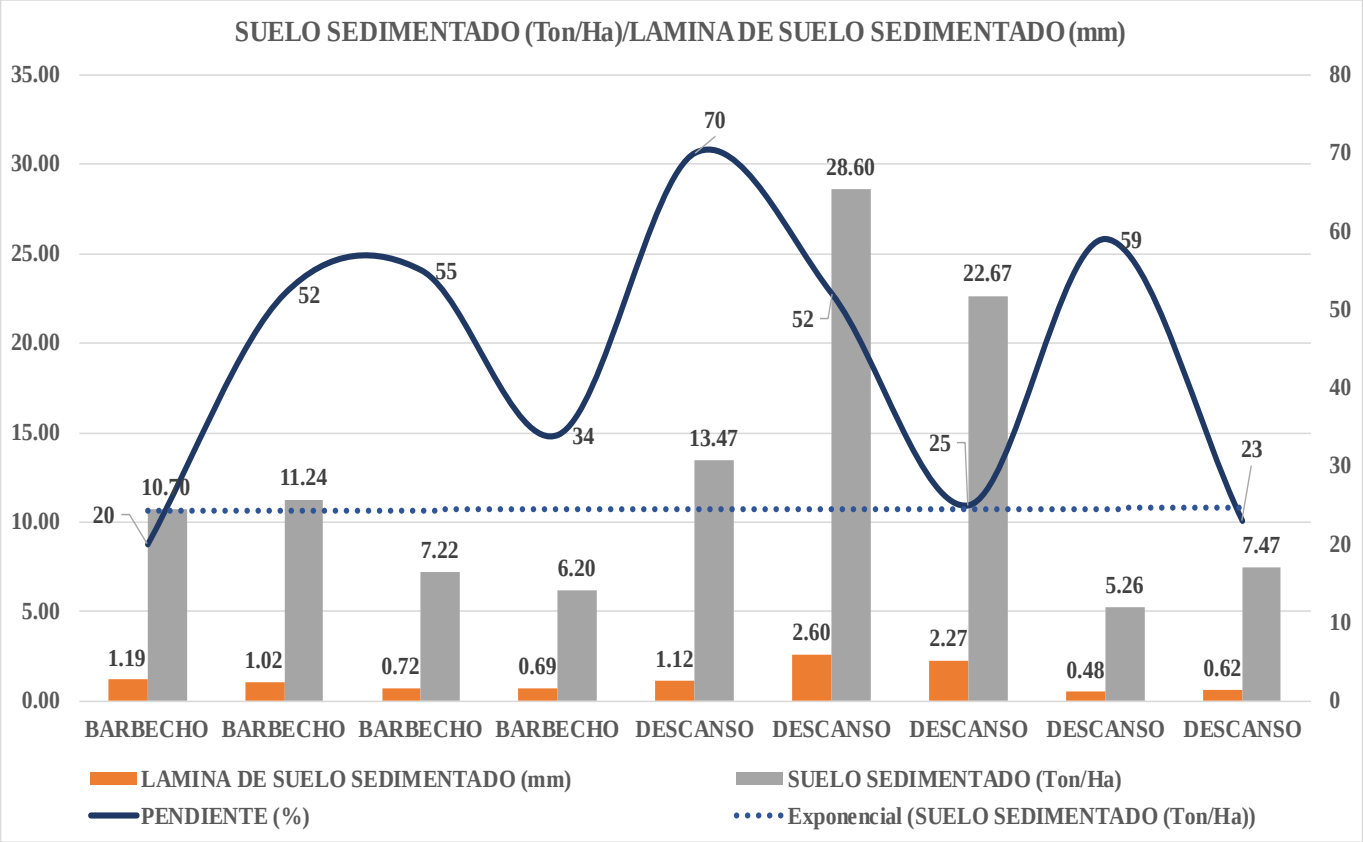


Grafico 2: Comparación del suelo sedimentado y parámetros evaluados.

4.1.1.3 Parámetros de la Erosión hídrica – Erosión Neta.

En la **Tabla 4;** La erosion neta osila entre los -24.08 y 27.13 Ton/Ha; suelo erosionado entre los 4.52 y 32.39 Ton/Ha; suelo sedimentado entre los 5.26 y 28.60 Ton/Ha; suelo movilizado entre los 15.30 y 41.00 Ton/Ha. De textura franco limoso y

franco arenoso, en condición de sistema agricola en descanso - barbecho y pendiente de las parcelas entre los 20 y 70%.

Para el **Grafico 3;** La tendencia de tipo lineal, que ha mayor suelo erosionado y suelo movilizado, de textura franco arenoso o franco limoso, pendiente de la parcela mayor y en condiciones de sistema agricola en descanso. Es ligeramente mayor la Erosión neta.

Tabla 4: Promedio de la Erosión Neta de las parcelas evaluadas.

N° DE PARCELA	PREDIO	PENDIENTE (%)	SUELO EROSIONADO (Ton/Ha)	SUELO SEDIMENTADO (Ton/Ha)	EROSIÓN NETA (En)(Ton/Ha)	SUELO MOVILIZADO (Sm)(Ton/Ha)
PARCELA 1	BARBECHO	20	4.60	10.70	-6.10	15.30
PARCELA 2	BARBECHO	52	14.30	11.24	3.06	25.54
PARCELA 3	BARBECHO	55	9.67	7.22	2.44	16.89
PARCELA 4	BARBECHO	34	19.20	6.20	13.00	25.40
PARCELA 5	DESCANSO	70	14.93	13.47	1.47	28.40
PARCELA 6	DESCANSO	52	4.52	28.60	-24.08	33.12
PARCELA 7	DESCANSO	25	18.33	22.67	-4.33	41.00
PARCELA 8	DESCANSO	59	32.39	5.26	27.13	37.64
PARCELA 9	DESCANSO	23	13.87	7.47	6.40	21.33

Fuente: Elaboración propia.

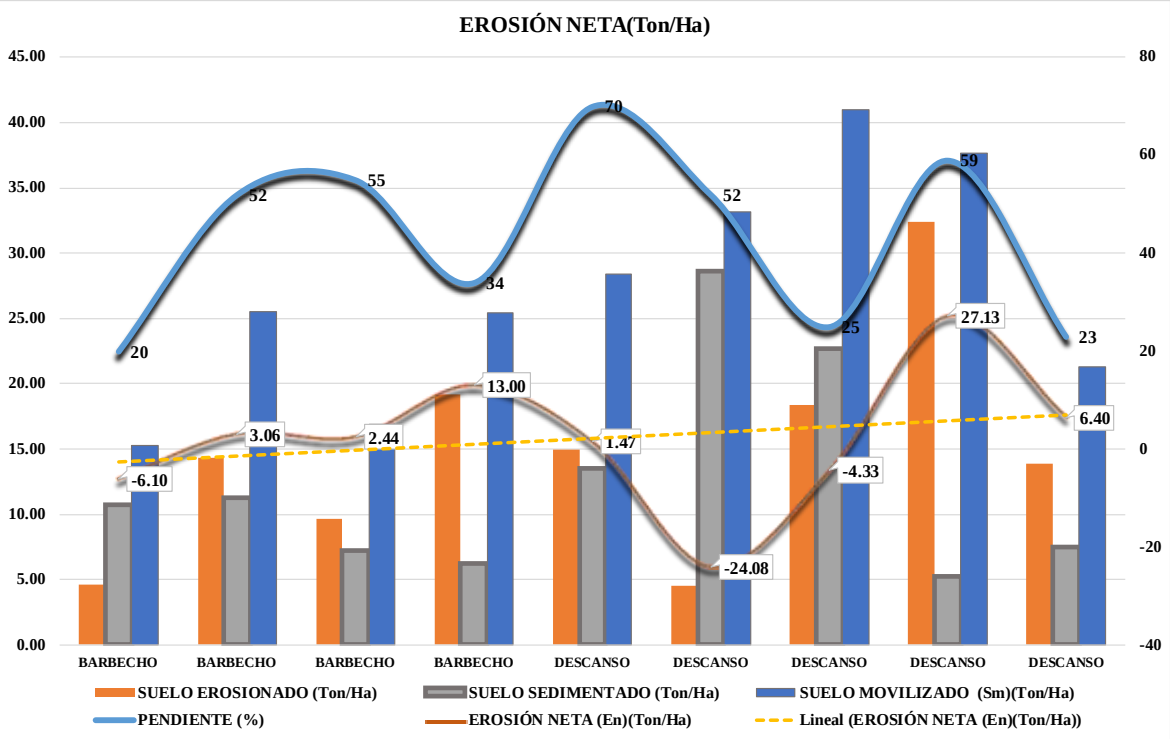


Grafico 3: Comparación de la Erosión neta y parámetros de evaluación.

4.1.1.4 Parámetros de la Erosión hídrica – Suelo Movilizado.

En la **Tabla 5;** El suelo movilizado osila entre los 15.30 y 41.00 Ton/Ha; Erosion neta entre los -24.08 y 27.13 Ton/Ha; suelo erosionado entre los 4.52 y 32.39 Ton/Ha; suelo sedimentado entre los 5.26 y 28.60 Ton/Ha. De textura franco limoso y franco arenoso, en condición de sistema agricola en descanso - barbecho y pendiente de las parcelas entre los 20 y 70%.

Para el **Grafico 4;** La tendencia de tipo Exponencial, que ha mayor suelo erosionado y suelo sedimentado, de pendiente mayor. Es mayor el suelo movilizado.

Tabla 5: Promedio del Suelo Movilizado de las parcelas evaluadas.

N° DE PARCELA	PREDIO	PENDIENTE (%)	SUELO EROSIONADO (Ton/Ha)	SUELO SEDIMENTADO (Ton/Ha)	EROSIÓN NETA (En)(Ton/Ha)	SUELO MOVILIZADO (Sm)(Ton/Ha)
PARCELA 1	BARBECHO	20	4.60	10.70	-6.10	15.30
PARCELA 2	BARBECHO	52	14.30	11.24	3.06	25.54
PARCELA 3	BARBECHO	55	9.67	7.22	2.44	16.89
PARCELA 4	BARBECHO	34	19.20	6.20	13.00	25.40
PARCELA 5	DESCANSO	70	14.93	13.47	1.47	28.40
PARCELA 6	DESCANSO	52	4.52	28.60	-24.08	33.12
PARCELA 7	DESCANSO	25	18.33	22.67	-4.33	41.00
PARCELA 8	DESCANSO	59	32.39	5.26	27.13	37.64
PARCELA 9	DESCANSO	23	13.87	7.47	6.40	21.33

Fuente: Elaboración Propia.

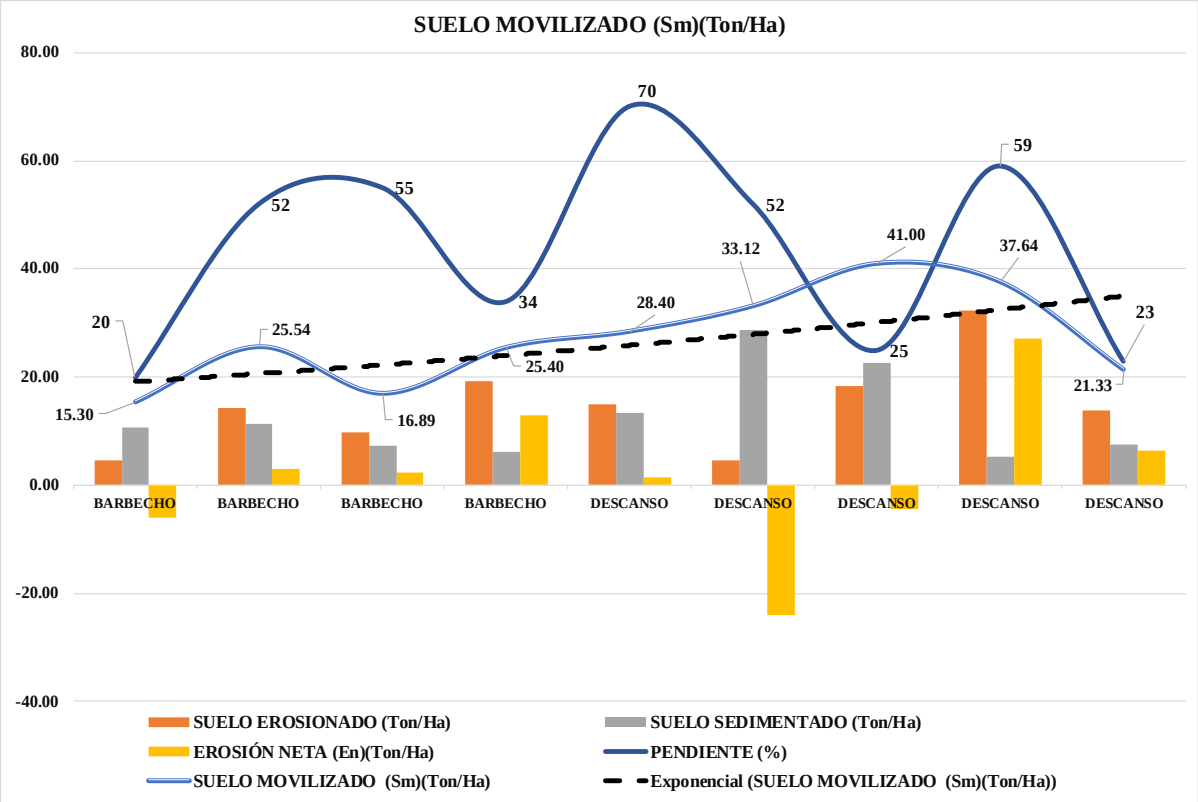


Grafico 4: Comparación de Suelo Movilizado y demás parámetros de evaluación.

4.1.2 Pérdida de NPK y MO – Analisis de suelo Caracteriazación.

En la **Tabla 6,** indicadores correspondiente al resultado de la pérdida de: Materia orgánica (M.O), Nitrogeno Aprovechable(N), Fosforo(P_2O_5) y potasio(K_2O). Donde la mayor pérdida de M.O de la muestra correspondiente de las parcelas evaluadas .

Tabla 7; Evidencia perdidas de: Nitrogeno Aprovechable(N) que osila entre los 37.62 al 182.64 kg/Ha; Fosforo(P_2O_5) entre los 3.85 y 15.76 kg/Ha; Potasio(K_2O) entre los 155.36 y 747.01 kg/Ha. y Materia organica entre los 47.2 y 182.64 Tn. De textura franco limoso y franco arenoso, en condición de sistema agricola en descanso - barbecho y pendiente de las parcelas entre los 20 y 70%.

Grafico 5; La tendencia de tipo Exponencial, En condicion de sistema agricola en barbecho, clase textural franco limoso. Es mayor la pérdida de Nitrogeno Aprovechable(N), Fosforo(P_2O_5), Potasio(K_2O) y Materia organica.

Tabla 6: Análisis de Suelo: Caracterización correspondiente a la Microcuenca Quillcayhuanca.

N° PARCELA	ANÁLISIS TEXTURAL				pH	Da	M.O %	Nt %	FOSFORO DISPONIBLE mg/kg	POTASIO DISPONIBLE mg/kg	Ps (Tn/Ha)	M.O. total (Tn)	N total (Kg/Ha)	N Aprovechable (Kg/Ha)	FOSFORO DISPONIBLE mg/kg	P_2O_5 (kg/Ha)	POTASIO DISPONIBLE mg/kg	K_2O (kg/Ha)
	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	CLASE TEXTURAL														
PARCELA 1	27	50	23	FRANCO LIMOSO	6.07	0.9	8.18	0.41	8.14	1401.00	1800.00	147.24	7362.00	110.43	14.65	11.74	2521.80	423.66
PARCELA 2	25	54	21	FRANCO LIMOSO	7.44	1.1	7.96	0.40	7.18	1109.00	2200.00	175.12	8756.00	175.12	15.80	14.47	2439.80	527.00
PARCELA 3	29	60	11	FRANCO LIMOSO	7.26	1	5.80	0.29	6.87	1415.40	2000.00	116.00	5800.00	116.00	13.74	12.59	2830.80	611.45
PARCELA 4	29	60	11	FRANCO LIMOSO	7.12	0.9	7.95	0.40	7.58	1453.00	1800.00	143.10	7155.00	143.10	13.64	12.50	2615.40	564.93
PARCELA 5	21	72	7	FRANCO LIMOSO	6.78	1.2	7.61	0.38	7.17	1441.00	2400.00	182.64	9132.00	182.64	17.21	15.76	3458.40	747.01
PARCELA 6	43	52	5	FRANCO LIMOSO	5.57	1.1	5.91	0.30	5.21	716.70	2200.00	130.02	6501.00	97.52	11.46	9.19	1576.74	264.89
PARCELA 7	49	46	5	FRANCO ARENOSO	6.25	1	2.36	0.12	2.78	667.20	2000.00	47.20	2360.00	47.20	5.56	5.09	1334.40	288.23
PARCELA 8	59	36	5	FRANCO ARENOSO	6.09	1.1	2.28	0.11	2.54	444.20	2200.00	50.16	2508.00	37.62	5.59	4.48	977.24	164.18
PARCELA 9	59	38	3	FRANCO ARENOSO	7.62	1.2	2.18	0.11	1.75	299.70	2400.00	52.32	2616.00	52.32	4.20	3.85	719.28	155.36

Fuente: datos obtenidos durante la investigación.

Tabla 7: Parte del Análisis de Suelo: Caracterización correspondiente a la Microcuenca Quillcayhuanca.

N°PARCELA	CLASE TEXTURAL	PREDIO	M.O. total (Tn)	N Aprovechable (Kg/Ha)	P_2O_5 (kg/Ha)	K_2O (kg/Ha)
PARCELA 1	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	147.24	110.43	11.74	423.66
PARCELA 2	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	175.12	175.12	14.47	527.00
PARCELA 3	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	116	116.00	12.59	611.45
PARCELA 4	FRANCO LIMOSO	BARBECHO	143.1	143.10	12.50	564.93
PARCELA 5	FRANCO LIMOSO	DESCANSO	182.64	182.64	15.76	747.01
PARCELA 6	FRANCO LIMOSO	DESCANSO	130.02	97.52	9.19	264.89
PARCELA 7	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	47.2	47.20	5.09	288.23
PARCELA 8	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	50.16	37.62	4.48	164.18
PARCELA 9	FRANCO ARENOSO	DESCANSO	52.32	52.32	3.85	155.36

Fuente: Elaboración propia.

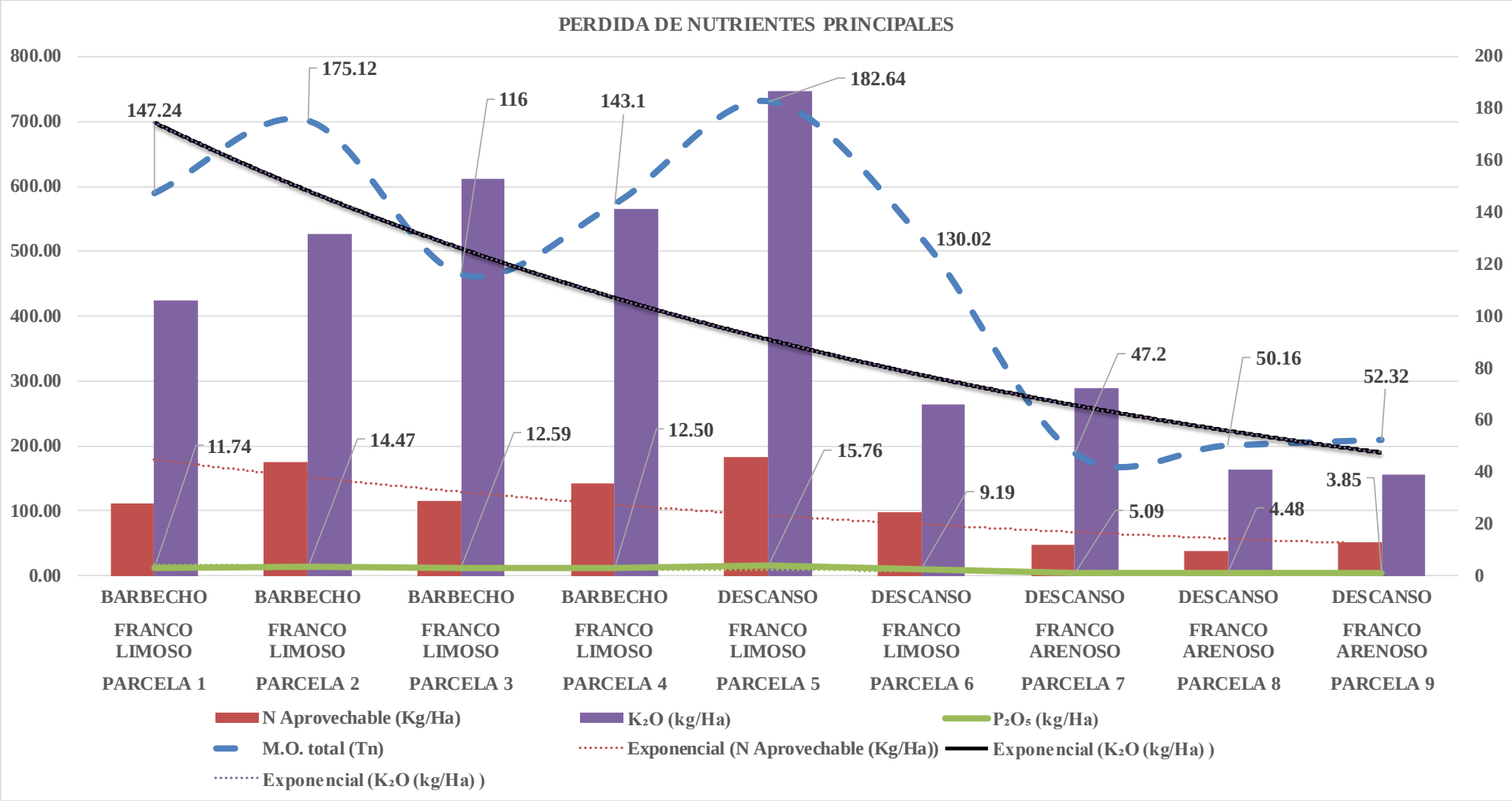


Grafico 5: Comparación de pérdida de nutrientes primarios del análisis de suelo.

4.1.2.1 Pérdida de la Capacidad de Intercambio Catiónico-Analisis de Agua Rutina.

En la **Tabla 8,** Resutado final del Analisis de agua – rutina. Capacidad de Intercambio Catiónico que tiene como representación a los elementos ionicos y/o aniones como son: Ca^{++}, Mg^{++}, K^{+} y Na.

Tabla 9; se muestran las perdidas de cationes cambiables: Ca entre los 1.76 y 8.00 Kg/Ha; Mg entre los 0.29 y 2.16 Kg/Ha; K entre los 5.52 y 1.24 Kg/Ha; y Na entre los 0.70 y 9.36 Kg/Ha. De textura franco limoso y franco arenoso, en condición de sistema agricola en descanso - barbecho y pendiente de las parcelas entre los 20 y 70%.

Para el **Grafico 6;** La tendencia de tipo Exponencial, En condicion de sistema agricola en descanso, clase textural franco arenoso. Es mayor la pérdida de los cationes cambiables: Ca, Mg, K y Na.

Tabla 8: Análisis de Agua: Rutina-Correspondiente a la Microcuenca Quillcayhuanca.

Nº PARCELA	C.E (mmhos/cm)	PH	CATIONES				SUMA DE CATIONES	Ps (Tn/Ha)	CATIONES				CATIONES (Kg/Ha)			
			Ca^{++} (meq/l)	Mg^{++} (meq/l)	Na^{+}(meq/l)	K^{+} (meq/l)			Ca^{++} (ppm)	Mg^{++} (ppm)	Na^{+}(ppm)	K^{+} (ppm)	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}
PARCELA 1	0.02	5.65	0.09	0.04	0.03	0.01	0.17	1800.00	1.800	0.480	0.69	0.39	3.24	0.864	1.242	0.702
PARCELA 2	0.01	5.34	0.04	0.02	0.08	0.01	0.15	2200.00	0.800	0.240	1.84	0.39	1.76	0.528	4.048	0.858
PARCELA 3	0.05	5.73	0.20	0.09	0.11	0.09	0.49	2000.00	4.000	1.080	2.53	3.51	8.000	2.160	5.060	7.020
PARCELA 4	0.02	5.34	0.08	0.04	0.07	0.02	0.21	1800.00	1.600	0.480	1.61	0.78	2.880	0.864	2.898	1.404
PARCELA 5	0.02	5.69	0.09	0.03	0.05	0.02	0.19	2400.00	1.800	0.360	1.15	0.78	4.320	0.864	2.76	1.872
PARCELA 6	0.03	5.52	0.13	0.05	0.09	0.08	0.35	2200.00	2.600	0.600	2.07	3.12	5.720	1.320	4.554	6.864
PARCELA 7	0.05	5.98	0.15	0.09	0.12	0.12	0.48	2000.00	3.000	1.080	2.76	4.68	6.000	2.160	5.520	9.360
PARCELA 8	0.03	4.68	0.12	0.04	0.07	0.04	0.27	2200.00	2.400	0.480	1.61	1.56	5.280	1.056	3.542	3.432
PARCELA 9	0.01	5.34	0.04	0.01	0.06	0.03	0.14	2400.00	0.800	0.120	1.38	1.17	1.920	0.288	3.312	2.808

Fuente: datos obtenidos durante la investigación.

Tabla 9: Parte del Análisis de Agua: Rutina _ correspondiente a la Microcuenca Quillcayhuanca.

CLASE TEXTURAL	PREDIO	N° PARCELA	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (Kg/Ha)			
			Ca^{++}	Mg^{++}	K^{+}	Na^{+}
FRANCO LIMOSO	BARBECHO	PARCELA 1	3.24	0.86	1.24	0.70
FRANCO LIMOSO	BARBECHO	PARCELA 2	1.76	0.53	4.05	0.86
FRANCO LIMOSO	BARBECHO	PARCELA 3	8.00	2.16	5.06	7.02
FRANCO LIMOSO	BARBECHO	PARCELA 4	2.88	0.86	2.90	1.40
FRANCO LIMOSO	DESCANSO	PARCELA 5	4.32	0.86	2.76	1.87
FRANCO LIMOSO	DESCANSO	PARCELA 6	5.72	1.32	4.55	6.86
FRANCO ARENOSO	DESCANSO	PARCELA 7	6.00	2.16	5.52	9.36
FRANCO ARENOSO	DESCANSO	PARCELA 8	5.28	1.06	3.54	3.43
FRANCO ARENOSO	DESCANSO	PARCELA 9	1.92	0.29	3.31	2.81

Fuente: elaboración propia.

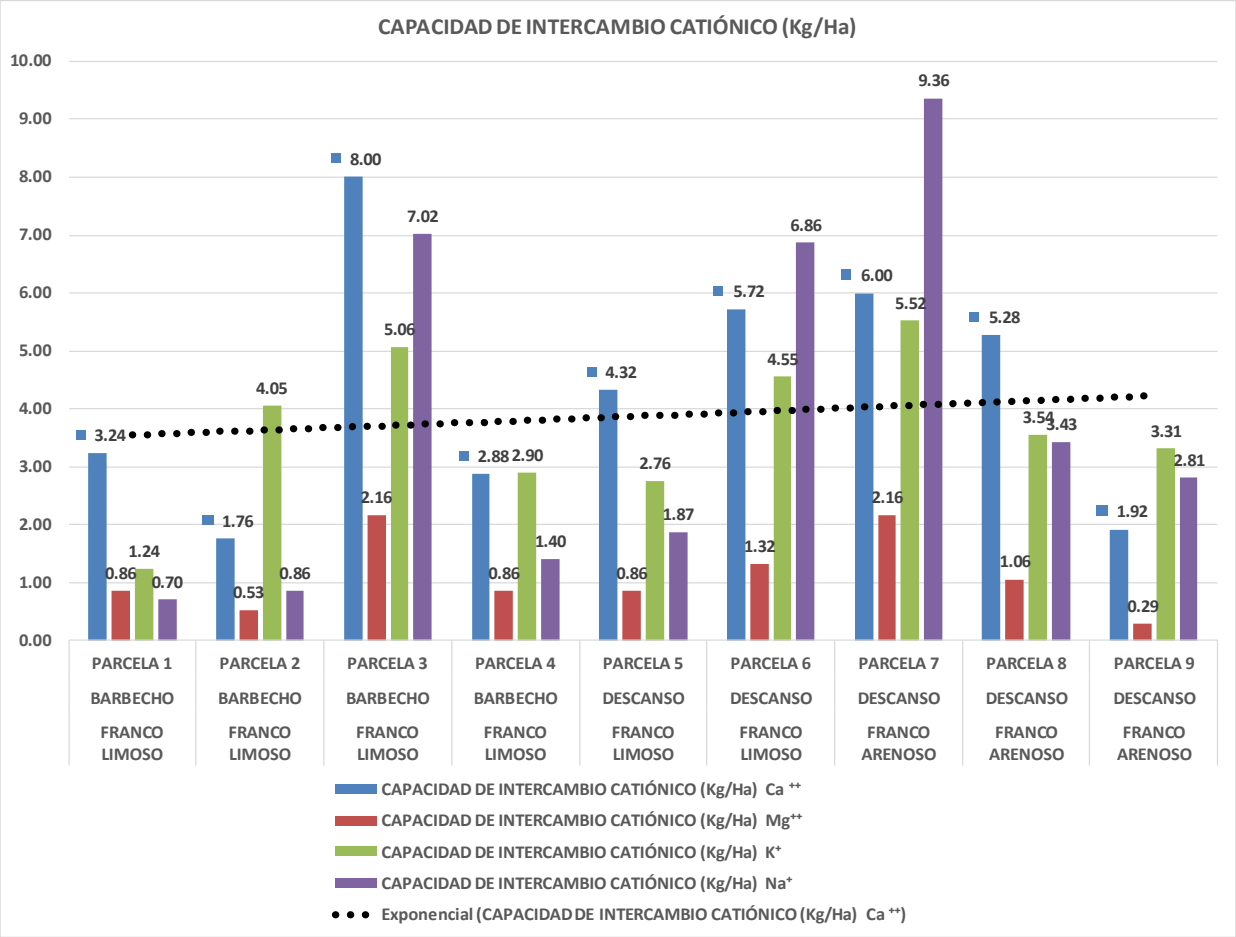


Grafico 6: Comparación de la CIC del Análisis de agua.

4.2 Discusión

4.2.1 Cuantificación de los parámetros de erosión:

La erosion neta osila entre los -24.08 y 27.13 Ton/Ha; con un suelo erosionado entre los 4.52 y 32.39 Ton/Ha con lamina de suelo erosionado entre los 0.41 y 2.94 mm; suelo sedimentado entre los 5.26 y 28.60 Ton/Ha con lamina de suelo sedimentados entre los 0.48 y 5.26 mm; suelo movilizado entre los 15.30 y 41.00 Ton/Ha. De textura franco limoso y franco arenoso, en condición de sistema agricola en descanso - barbecho y pendiente de las parcelas entre los 20 al 70%.

Según Honorato (2000), la erosión laminar se define como el movimiento uniforme y difuso de una capa delgada de suelo sobre las laderas, como consecuencia del escurrimiento del agua. Este tipo de erosión es altamente perjudicial, debido a que aporta grandes cantidades de sedimentos a los cursos de agua, además de remover la capa más fina de suelo, lo que se traduce en una notable disminución en la fertilidad.

que ha mayor suelo erosionado y suelo movilizado, de textura franco arenoso o franco limoso, pendiente de la parcela mayor y en condiciones de sistema agricola en descanso. Es ligeramente mayor la Erosión neta.

Dicho resultado hace referencia que cuando una gota de lluvia impacta en el suelo, las partículas de este se esparcen; mientras mayor sea la velocidad de impacto, mayor será la cantidad de suelo esparcido. (Kirkby, y Morgan, 1984).

El hombre aumenta directa o indirectamente la erosión del suelo debido a: (1) Deforestación. (2) Daño de la superficie del suelo, por pastoreo inadecuado, labrado del suelo con arado o rejillas, desmonte de plantas leñosas con sus raíces. (3) Compactación del suelo, por el pisoteo del ganado o por una disminución de la actividad biológica al usarse solo fertilizantes químicos (Ellenberg, 1983).

4.2.2 Estimación de la pérdida de nutrientes Primarios del suelo y la perdida de Cationes cambiables con la aplicación de parcelas de escorrentía.

Se evidencia perdidas de: Nitrogeno Aprovechable(N) que osila entre los 37.62 y 182.64 kg/Ha; Fosforo (P_2O_5) entre los 3.85 y 15.76 kg/Ha; Potasio(K_2O) entre los 155.36 y 747.01 kg/Ha. y Materia organica entre los 47.2 y 182.64 Tn. De textura franco limoso y franco arenoso, en condición de sistema agricola en descanso - barbecho y pendiente de las parcelas entre los 20 y 70%.

Se muestran las perdidas de iones: Ca entre los 1.76 y 8.00 Kg/Ha; Mg entre los 0.29 y 2.16 Kg/Ha; K entre los 5.52 y 1.24 Kg/Ha; y Na entre los 0.70 y 9.36 Kg/Ha. De textura franco limoso y franco arenoso, en condición de sistema agricola en descanso - barbecho y pendiente de las parcelas entre los 20 al 70%.

Degradación del suelo significa el cambio de una o más de sus propiedades a condiciones inferiores a las originales, por medio de procesos físicos, químicos y/o biológicos. En términos generales la degradación del suelo provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva.

Las tierras agrícolas se vuelven gradualmente menos productivas por cuatro razones principales: (1) Degradación de la estructura del suelo (2) Disminución de la materia orgánica (3) Pérdida del suelo y (4) Pérdida de nutrientes. Estas razones son efectos producidos básicamente por el uso y manejo inadecuado del suelo y por la acción de la erosión acelerada del suelo, a consecuencia de la erosión, afecta la fertilidad del serlo y en última instancia la producción de los cultivos. (Bertoni, y Lombardi, 1985).

V. CONCLUSIONES

1. Se cuantifico que la microcuenca tiene una erosión hidrica moderada que osila entre los -24.08 y 27.13 Ton/Ha; y suelo erosionado entre los 4.52 y 32.39 Ton/Ha (0.41 y 2.94 mm); suelo sedimentado entre los 5.26 y 28.60 Ton/Ha(0.48 y 5.26 mm); suelo movilizado entre los 15.30 y 41.00 Ton/Ha. La pérdida promedio del suelo por erosión hídrica en la microcuenca Quillcayhuanca es de 2.11 Ton/Ha/año.

2. Se estimo en los sedimentos perdidas de: Nitrogeno Aprovechable(N) que osilan entre los 37.62 y 182.64 kg/Ha; fosforo(P_2O_5) entre los 3.85 y 15.76 kg/Ha; potasio(K_2O) entre los 155.36 y 747.01 kg/Ha. y Materia organica entre los 47.2 y 182.64 Tn.

3. Se estimó pérdidas de cationes intercambiables en el agua escorrentía: Ca entre los 1.76 y 8.00 Kg/Ha; Mg entre los 0.29 y 2.16 Kg/Ha; K entre los 5.52 y 1.24 Kg/Ha; y Na entre los 0.70 y 9.36 Kg/Ha.

VI. RECOMENDACIONES

Incorporar los parámetros de Erosión hídrica sustentados en la presente tesis para mejorar el programa presupuestal 0089: reducción de la degradación de suelos agrarios.

Se recomienda la construcción de zanjas de infiltración en las zonas con pendiente, así como la de espejos de agua para captar el agua de lluvia, para evitar el escurrimiento superficial de las partículas y nutrientes del suelo.

Se recomienda instalar nuevas parcelas de medición en microcuencas de otras provincias a fin de tener una mayor información de la erosión hídrica a nivel de la región Ancash.

Continuar con las mediciones efectuadas por lo menos unos 2 años más en las parcelas ya establecidas en este trabajo de investigación.

Investigar y difundir métodos de conservación y gestión del suelo, teniendo en cuenta los límites impuestos por el medio físico y las condiciones sociales y económicas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álcazar Torralba, M. (2013). *Evalución de la Erosión Hídrica en Parcelas Experimentales en Campos Agrícolas de Secano Mediterraneo.* Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

American Psychologycal Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association.* D.F, México: Editorial El Manual Moderno.

Andres Felipe Castro Quintero, Luz Lince. (2016). Determinacion del riesgo a la erosion potencial hidrica en al zona cafetera del Quindio, Colombia. *Revista de Investigacion Agraria Y Ambiental* , 17 al 26.

Avila Costa , R. B. (2001). *Metodología de la Investigación* . Lima: Estudios y Ediciones R.A.

Barbosa, P. a. (2018). *Vulnerabilidad de las tierras secas a la desertificación, degradación de las tierras e impactos económicos y sociales.* EUR 29051 ES. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2760/239732.

Barreto Rodriguez, J. F. (2001). *Manual de Manejo y Conservacion de Suelos* . Huaraz.

CCama Ticona , U. (2012). *Estimación de la Pérdida de Suelos por Erosión Hidrica en la Cuenca de Río Ilave Utilizando Tecnica de Teledetección y SIG* . Puno.

Cesar, M., Humberto, B., Ileana, E., Alejandro, L., Olga, P., & Aldrin, P. (2018). doi:10.2760/239732.

Cisneros , J. M., Cholaky, C. G., Cantero Gutierrez, A., Gonzales , J. G., Reynero, M. A., Diez , A., & Bergesio, L. (2012). *Erosión Hídrica: Principios y Técnicas de Manejo.* Argentina: Unirio editora.

(s.f.). *CISNEROS, J. M. et al. 2012. Erosión hídrica, principios y técnicas de manejo. Ed. UniRío. Córdoba.*

De la Rosa , D. (2008). *Evaluación agroecológica de suelos: Para un desarrollo rural sostenible.* Madrid: CSIC/Mundi - Prensa.

Estrada Pacheco, S. S. (2015). *Cuantificación de la ersión hídrica superficial y perdida de nutrientes de la degradación de suelos agricolas, con la aplicación de dos metodos de evaluación directa, parcelas de escorrentía y microparcelas de varillas de erosión, en la microcuenca de Ur.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco.

Farfan, R. (2002). *Determinación del índice de erosividad pluvial (R) de la ecuación universal de pérdidas de suelos. para dos estaciones pluviógráficas de la VII de la region del Maule* . Chile : Facultad de Ciencias Forestales .

Favis-Mortlock, D. (2007). *Soil Erosion*. Recuperado el 12 de Marzo de 2018, de Erosion Processes: http://soileerosión.net

Felipe - Morales Basurto, C. L. (1996). *Manual de Evaluaciones en la Parcela de Escorrentía y Erosión.* Lima.

Garcia Ruiz , J., & Lopéz Bermúdez, F. (2009). *La Erosion de suelos en España.* Zaragoza: Sociedad Española de Geomorfología.

Hudson, N. (1993). *Field measurement of soil erosion and runoff.* FAO Soils bulletin.

Ibañez , J., & Garcia , J. (2006). *La Erosión de suelos: Tipos de procesos erosivos*. Recuperado el 15 de 02 de 2018, de Valencia, España: weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2006/03/11/15557.aspx

INAIGEM. (2016). *Informacion de Caracterización de la Subcuenca del Rio Quillcay.* Huaraz.

José Cisneros, C. C. (2012). *Erosión hídrica : principios y técnicas de manejo.* Argentina: UniRío .

Martín Vide, J. (2002). *Las lluvias máximas diarias. In AYALA-CARCEDO, F.J. y OLCINA CANTOS, J. (Coords.).* Barcelona: Ariel: Riesgos naturales.

Padro, L. (1993.). *Relación entre Erosión y Pérdida de fertilidad del Suelo. Erosión de Suelos en América Latina.* Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Pidwirny, M. (20 de Octubre de 2006). *Fundamentals of physical geography*. Obtenido de Fundamentals of physical geography: www. physical geography.net/fundamentals/10w.html

Pidwirny, M. (s.f.). Erosion and deposition, In Fundamentals of physical geography. Canada.

Potash & Phospahate Institute. (1997). *Manual Internacional de Fertilidad de Suelos* . Estados Unidos : Research.

Prechac, G. (2006). *Erosión, pérdida y control.* Uruguay: Serie técnica N° 76.

Romero Diaz, M.A, López Bermúdez, & Bemonte F. (1998). *Erosión y Escorrentía en el Campo Experimental de EL Arbal.* Murcia: Papeles de la geografía.

Suárez Díaz, J. (2001). *Control de Erosión en Zonas Tropicales.* Bucaramanga: División Editorial y de Publicaciones Universidad Industrial de Santander.

SUDAS. (2006). *the erosión and sedimentation process*. Recuperado el 15 de Febrero de 2018, de Iowa Statewide Urban Design Standards: www.iowasudas.org/design.cfm

Universidad de Córdoba. Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC. Paisajes del Sur SL/ Bonterra Ibérica, SL. (2014). *Manual de técnicas de estabilización biotécnica en taludes de infraestructuras de obras civiles* . Cordoba: Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. 2014 .

Vásquez Villanueva, A., & Tapia M, M. (2011). Cuantificacion de la erosión hídrica superficial en las laderas semiaridas de la sierra peruana. *Revista Ingenieria UC, 18*(3), 42 - 50.

Vásquez, A., & Tapia, M. (2011). Cuantificación de la Erosión Hídrica Superficial en las Laderas Semiáridas de la Sierra Peruana. *Ingenieria UC*, 42-50.

Vega, L. P. (2008). *Evaluacion de la erosión hídrica superficial por parcelas experimentales en suelos desnudos de la región de Coquimbo.* Tesis de pregrado, Universidad de Talca, Chile .

Wischmeier W.H., S. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses. A guide for conservation planning.* Washington.: USDA; Agriculture Handbook 537.

Yataco Perez, a. (2007). *Evaluación Cuantitativa de la Erosión Hídrica Utilizando Varillas de Erosión, en Suelos con Diferentes Grados de Cobertura Vegetal de la Comunidad Campesina de Yuracmayo. Lima* . Lima.

VIII. ANEXOS

8.1 Anexo 01: base de datos evaluados en campo – primera evaluación.

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE LAMINA DE SUELO EROSIONADO/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 1	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	2	0	0	1	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	4	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.39
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	3	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	7	6	0	2	0	0	
			FILA 3	1	0	3	3	3	1	1.611111111

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE LAMINA DE SUELO EROSIONADO/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 2	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	7	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	4	4	0	4	3	
			FILA 3	0	2	0	0	0	0	1.33
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	4	0	6	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	4	0	0	3	0	0	
			FILA 3	2	0	1	0	2	0	1.222222222

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE LAMINA DE SUELO EROSIONADO/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 3	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	2	0	3	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	2	3	0	8	0	1
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	6	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	3	0	3	0	2	0	
			FILA 3	0	0	0	10	0	0	1.33

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE LAMINA DE SUELO EROSIONADO/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 4	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	15	0	0	0	7	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	8	8	0	12	6	4	
			FILA 3	12	8	5	15	6	4	6.11
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	12	0	3	0	4	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	7	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	1.44

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE LAMINA DE SUELO EROSIONADO/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 5	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	10	0	0	0	0	
			FILA 3	0	8	0	0	0	0	1
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	5	2	7	15	0	7	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	12	5	0	6	
			FILA 3	0	0	5	2	2	4	4

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE LAMINA DE SUELO EROSIONADO/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 6	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	1	3	
			FILA 3	0	3	1	0	8	0	0.89
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	3	1	2	12	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	10	3	0	2	0	0	
			FILA 3	6	0	0	2	0	3	2.44

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE LAMINA DE SUELO EROSIONADO/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 7	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	10	0	20	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	18	5	2	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	3.06
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	9	4	0	1	1	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	12	2	0	0	0	
			FILA 3	0	2	5	9	6	0	2.83

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE LAMINA DE SUELO EROSIONADO/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 8	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	22	20	18	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	10	29	35	32	22	21	
			FILA 3	0	0	0	0	0	20	12.72222222
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE LAMINA DE SUELO EROSIONADO/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 9	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	10	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	4	3	0	0.944444444
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	2	5	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	2	1	3	0	0	0	
			FILA 3	5	3	3	0	0	0	1.333333333

8.2 Anexo 02: base de datos evaluados en campo – segunda evaluación

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 1	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	2	5	2	1	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	3	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.722222222
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	4	1	4	0	0	0	
			FILA 3	2	3	2	5	4	3	1.555555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 2	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	5	4	0	0	0	
			FILA 3	0	5	0	0	0	0	0.777777778
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	4	5	3	1	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	3	0	0	4	3	9	
			FILA 3	3	0	0	1	3	4	2.388888889

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 3	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	1	0	1	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	2	3	2	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.5
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	3	0	1	0	4	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	6	4	
			FILA 3	0	8	10	0	1	0	2.055555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 4	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	9	8	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	6	0	2	4	1	
			FILA 3	0	0	7	10	0	4	2.833333333
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	5	4	0	0	2	4	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	1	0	1	0	0	0	
			FILA 3	0	5	0	0	0	0	1.222222222

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 5	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	3	5	0	2	2	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	5	0	2	2	2	
			FILA 3	3	4	0	0	6	2	2.111111111
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	1	0	0	2	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	3	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	1	0	0	0.388888889

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 6	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	4	12	4	15	2	4	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	8	20	6	6	4	5	
			FILA 3	8	15	7	1	9	1	7.277777778

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 7	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	10	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	6	5	2	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	1.277777778
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	10	2	0	5	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	6	8	0	
			FILA 3	5	4	6	3	6	0	3.055555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 8	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	4	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.222222222
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	2	3	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	1	9	5	1	1	
			FILA 3	0	0	0	0	0	2	1.333333333

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 9	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	2	10	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	8	0	
			FILA 3	0	0	0	4	8	3	1.944444444
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	4	2	2	1	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	2	0	1	0	0	
			FILA 3	1	0	0	0	0	0	0.722222222

8.3 Anexo 03: base de datos evaluados en campo – tercera evaluación.

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 1	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	3	5	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	1	0	0	4	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.722222222
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	4	5	0	1	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	6	0	0	0	0	0	
			FILA 3	7	0	3	0	3	3	1.777777778

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 2	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	10	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	5	4	1	0	0	0	
			FILA 3	3	7	6	0	0	3	2.166666667
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	1	0	0	1	3	1	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	1	2	0	
			FILA 3	0	0	0	0	1	0	0.555555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 3	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	11	4	4	0	2	1	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	2	1	4	0	0	
			FILA 3	0	0	2	0	2	0	1.833333333
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	2	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	1	1	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.222222222

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 4	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	5	0	0	2	0	
			FILA 3	2	5	3	0	0	1	1
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	1	0	0	2	0	1	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.222222222

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 5	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	4	4	0	0	0	3	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	5	2	0	
			FILA 3	2	6	0	0	0	1	1.5
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	3	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	4	0	2	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	1	0	0	0.555555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 6	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	5	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	5	0	0	
			FILA 3	1	0	0	4	0	0	0.833333333
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	2	4	4	0	0	2	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	1	1	0	0	0	6	
			FILA 3	0	0	0	0	4	1	1.388888889

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 7	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	7	0	9	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.888888889
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	2	15	5	0	10	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	14	4	2	4	5	
			FILA 3	2	15	0	2	0	2	4.555555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 8	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	5	2	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.388888889
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	3	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	2	2	0	2	2	
			FILA 3	0	0	0	0	0	1	0.666666667

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 9	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	10	4	0	0	4	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	4	0	4	1	0	0	
			FILA 3	2	0	0	0	0	0	1.611111111
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	1	1	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	4	0	0	0	2	
			FILA 3	0	2	3	1	2	0	0.888888889

8.4 Anexo 04: base de datos evaluados en campo – cuarta evaluación.

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 1	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	3	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	3	0	0	0	
			FILA 3	2	0	1	1	0	0	0.555555556
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	2	2	3	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	2	0	0	1	0	
			FILA 3	0	1	0	0	1	4	0.888888889

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 2	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	1	0	1	0	6	3	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	8	1	0	1	0	7	
			FILA 3	2	5	0	0	0	1	2
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	2	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	1	0	4	0	
			FILA 3	0	0	6	2	1	0	0.888888889

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 3	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	9	0	3	0	1	2	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	2	0	1	0	0	0	
			FILA 3	0	2	3	2	0	1	1.444444444
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 4	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	2	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	2	2	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	4	1	0	0.611111111
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	4	2	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	3	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.5

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 5	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	1	6	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	2	4	0	2	0	1	
			FILA 3	2	1	0	5	4	0	1.555555556
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	5	3	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	1	0	1	0	
			FILA 3	0	0	1	0	0	0	0.611111111

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 6	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	2	2	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	1	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.277777778
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	2	0	0	10	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	1	2	5	0	0	6	
			FILA 3	0	1	0	2	0	3	1.777777778

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 7	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	5	10	8	10	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	7	0	10	
			FILA 3	0	0	1	5	10	4	3.888888889
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	5	4	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	2	0	0	0	0	0	
			FILA 3	2	2	0	0	0	0	0.833333333

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 8	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	1	0	0	4	0	5	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	2	2	0	2	0	2	
			FILA 3	0	0	0	0	2	3	1.277777778
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	3	0	3	0	0	0	0.333333333

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 9	TERRENO EN DESCANSO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	1	0	0	4	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	2	0	2	0	2	0	
			FILA 3	5	3	1	1	1	0	1.222222222
		suelo sedimentado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	2	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	1	0.166666667

8.5 Anexo 05: base de datos evaluados en campo – quinta evaluación

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 1	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	1	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	1	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	1	0	0	0.166666667
		suelo sediemtado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	1	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	1	0.111111111

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 2	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	1	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	1	0	0	0	0	1	
			FILA 3	0	1	0	0	0	0	0.222222222
		suelo sediemtado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	1	0	0	0	0.055555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 3	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	1	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.055555556
		suelo sediemtado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 4	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	1	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	1	0	0.111111111
		suelo sediemtado (mm)	FILA 1	1	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.055555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 5	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	1	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.055555556
		suelo sediemtado (mm)	FILA 1	0	0	1	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.055555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 6	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	1	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.055555556
		suelo sediemtado (mm)	FILA 1	0	0	0	1	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	1	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.111111111

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 7	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	1	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.055555556
		suelo sediemtado (mm)	FILA 1	1	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.055555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 8	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	1	1	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0.111111111
		suelo sediemtado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	1	0	0	0	0.055555556

			FILAS	NUMERO DE VARILLAS DE EROSIÓN						PROMEDIO DE SUELOS EROSIONADOS/SEDIMENTADO(mm)
				1	2	3	4	5	6	
PARCELA 9	TERRENO EN BARBECHO	suelo erosionado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	1	0	0	0	0	0	0.055555556
		suelo sediemtado (mm)	FILA 1	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sum(N°FILAS + N°VARILLAS)}{N°\ VARILLAS\ TOTALES}$
			FILA 2	0	0	0	0	0	0	
			FILA 3	0	0	0	0	0	0	0

8.6 Anexo 06: promedio final y cálculo de la erosión /sedimentación promedio en ton/ha.

		N°EVALUACION	EROSION PROMEDIO (mm) E	DA	EROSION PROMEDIO (Ton/Ha) E*DA*10	PROMEDIO SUELO EROSIONADO (Ton/Ha)	SEDIMENTACION PROMEDIO (mm) S	DA	SEDIMENTACION PROMEDIO (Ton/Ha) S*DA*10	PROMEDIO SUELO SEDIMENTADO (Ton/Ha)
PARCELA 1	Terreno en Barbecho	1ra Evaluacion	0.389	0.9	3.500	4.600	1.611	0.9	14.500	10.700
		2da Evaluacion	0.722		6.500		1.556		14.000	
		3ra Evaluacion	0.722		6.500		1.778		16.000	
		4ta Evaluacion	0.556		5.000		0.889		8.000	
		5ta Evaluacion	0.167		1.500		0.111		1.000	
PARCELA 2	Terreno en Barbecho	1ra Evaluacion	1.333	1.1	14.667	14.300	1.222	1.1	13.444	11.244
		2da Evaluacion	0.778		8.556		2.389		26.278	
		3ra Evaluacion	2.167		23.833		0.556		6.111	
		4ta Evaluacion	2.000		22.000		0.889		9.778	
		5ta Evaluacion	0.222		2.444		0.056		0.611	
PARCELA 3	Terreno en Barbecho	1ra Evaluacion	1.000	1	10.000	9.667	1.333	1	13.333	7.222
		2da Evaluacion	0.500		5.000		2.056		20.556	
		3ra Evaluacion	1.833		18.333		0.222		2.222	
		4ta Evaluacion	1.444		14.444		0.000		0.000	
		5ta Evaluacion	0.056		0.556		0.000		0.000	
PARCELA 4	Terreno en Barbecho	1ra Evaluacion	6.111	0.9	55.000	19.200	1.444	0.9	13.000	6.200
		2da Evaluacion	2.833		25.500		1.222		11.000	
		3ra Evaluacion	1.000		9.000		0.222		2.000	
		4ta Evaluacion	0.611		5.500		0.500		4.500	
		5ta Evaluacion	0.111		1.000		0.056		0.500	

		N°EVALUACION	EROSION PROMEDIO (mm) E	DA	EROSION PROMEDIO (Ton/Ha) E*DA*10	SUELO EROSIONADO (Ton/Ha)	SEDIMENTACION PROMEDIO (mm) S	DA	SEDIMENTACION PROMEDIO (Ton/Ha) S*DA*10	SUELO SEDIMENTADO (Ton/Ha)
PARCELA 5	Terreno en descanso	1ra Evaluacion	1.000	1.2	12.000	14.933	4.000	1.2	48.000	13.467
		2da Evaluacion	2.111		25.333		0.389		4.667	
		3ra Evaluacion	1.500		18.000		0.556		6.667	
		4ta Evaluacion	1.556		18.667		0.611		7.333	
		5ta Evaluacion	0.056		0.667		0.056		0.667	
PARCELA 6	Terreno en descanso	1ra Evaluacion	0.889	1.1	9.778	4.522	2.444	1.1	26.889	28.600
		2da Evaluacion	0.000		0.000		7.278		80.056	
		3ra Evaluacion	0.833		9.167		1.389		15.278	
		4ta Evaluacion	0.278		3.056		1.778		19.556	
		5ta Evaluacion	0.056		0.611		0.111		1.222	
PARCELA 7	Terreno en descanso	1ra Evaluacion	3.056	1	30.556	18.333	2.833	1	28.333	22.667
		2da Evaluacion	1.278		12.778		3.056		30.556	
		3ra Evaluacion	0.889		8.889		4.556		45.556	
		4ta Evaluacion	3.889		38.889		0.833		8.333	
		5ta Evaluacion	0.056		0.556		0.056		0.556	
PARCELA 8	Terreno en descanso	1ra Evaluacion	12.722	1.1	139.944	32.389	0.000	1.1	0.000	5.256
		2da Evaluacion	0.222		2.444		1.333		14.667	
		3ra Evaluacion	0.389		4.278		0.667		7.333	
		4ta Evaluacion	1.278		14.056		0.333		3.667	
		5ta Evaluacion	0.111		1.222		0.056		0.611	
PARCELA 9	Terreno en descanso	1ra Evaluacion	0.944	1.2	11.333	13.867	1.333	1.2	16.000	7.467
		2da Evaluacion	1.944		23.333		0.722		8.667	
		3ra Evaluacion	1.611		19.333		0.889		10.667	
		4ta Evaluacion	1.222		14.667		0.167		2.000	
		5ta Evaluacion	0.056		0.667		0.000		0.000	

8.7 Anexo 06: análisis de suelos de las parcelas de escorrentía.

CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez Nº 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Arquímicos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

INFORME DE ENSAYO N° 1-12070/18

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Pag. (1)

Solicitante:	MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO	Producto:	SUELO
Domicilio Legal:	Av. Alameda Del Corregidor Nro. 155 - La Molina - Lima - Lima	Identificación de la muestra:	Según se indica
Departamento:	ANCASH	Fecha de recepción:	15/11/2018
Provincia:		Fecha de inicio:	19/11/2018
Distrito:	HUARAZ	Fecha de término:	05/12/2018
Identificado con RUS	18000697 (EXAG 18108)		
Referencia:			

N°	Código Muestra	pH	C.E (dS/m)	Carbonatos % $CaCO_3$	Materia Orgánica %	Fósforo Disponible mg/kg	Potasio Disponible mg/kg	Análisis Textural				Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g)							Suma de Bases	Suelo Ácido/Básico
								Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural	C.I.C.	Ca^{++}	Mg^{++}	K^{+}	Na^{+}	Al^{+3} + H^{+}	Suma de Cationes		Saturación de Bases %
1	69404-0004 Independencia/Huaraz/Ancash - Llupa (Bloque I) MSI-B-P1-IV	7.12	0.77	4.44	4.95	7.58	1453.00	39	50	11	FRANCO LIMOSO	14.57	7.888	5.421	1.021	0.232	<0.10	14.57	14.57	100.0
2	69404-0005 Independencia/Huaraz/Ancash - Llupa (Bloque I) MSI-B-P2-IV	6.78	0.60	4.97	7.93	7.27	1441.00	21	72	7	FRANCO LIMOSO	13.75	7.404	5.123	1.790	0.187	<0.10	13.75	13.75	100.0
3	69404-0006 Independencia/Huaraz/Ancash - Llupa (Bloque I) MSI-B-P3-IV	5.57	0.51	<0.10	3.41	5.21	716.70	43	52	5	FRANCO LIMOSO	12.89	5.057	3.808	1.991	0.221	0.12	10.90	9.88	76.6

MÉTODOS DE ENSAYO

pH (1:1): Método potenciométrico en relación 1:1
Conductividad eléctrica (dS/m): mediante el extracto acuoso 1:1
$CaCo_3$ (%): Método gasvolumétrico
Materia orgánica (%): Método de Walkley y Black
Fósforo disponible (ppm): Método de Olsen modificado
Potasio disponible (ppm): Método del acetato de amonio
Determinación de la textura (arena, limo y arcilla) (%): Método del hidrómetro de Bouyoucos
Capacidad de Intercambio Catiónico total (meq/100g): Método del acetato de amonio pH 7.0
Cationes cambiables (Ca, Mg, K, Na) (meq/100g): Espectrofotometría de absorción atómica
Aluminio+ Hidrógeno (acidez cambiable) (meq/100g): Método de Kuan.
Suma de Cationes (%)
Suma de Bases (%)
Porcentaje de Saturación de bases (%)

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. Nº 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-12070/18

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Solicitante: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
Domicilio Legal: Av. Alameda Del Corregidor Nro. 155 - La Molina - Lima - Lima
Departamento: ANCASH
Provincia:
Distrito: HUARAZ
Identificado con H/S: 18008697 (EXAG 18108)
Referencia:

Producto: SUELO
Identificación de la muestra: Según se indica
Fecha de recepción: 15/11/2018
Fecha de inicio: 19/11/2018
Fecha de termino: 05/12/2018

N°	Código Muestra	pH	C.E (dS/m)	Carbonatos % $CaCO_3$	Materia Orgánica %	Fósforo Disponible mg/kg	Potasio Disponible mg/kg	Análisis Textural				Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g)							Suma de Bases	Suelo: Bases/Ácidos
								Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural	C.I.C.	Ca^{++}	Mg^{++}	K^{+}	Na^{+}	$Al^{+3}+H^{+}$	Suma de Cationes		Saturación de Bases %
1	69404-0004 Independencia/Huaraz/Ancash - Lluyo [Bloque II] MSI-II-P1-IV	7.12	0.77	3.84	7.93	7.58	1453.00	29	60	11	FRANCO LIMOSO	14.87	7.898	3.421	3.015	0.232	<0.10	14.57	14.57	100.0
2	69404-0005 Independencia/Huaraz/Ancash - Lluyo [Bloque II] MSI-II-P2-IV	6.78	0.83	3.87	7.82	7.13	1441.90	21	72	7	FRANCO LIMOSO	13.75	7.444	3.133	2.790	0.187	<0.10	13.75	13.75	100.0
3	69404-0006 Independencia/Huaraz/Ancash - Lluyo [Bloque II] MSI-II-P3-IV	5.57	0.31	<0.10	3.91	5.21	718.70	43	52	5	FRANCO LIMOSO	12.89	5.057	3.008	1.991	0.221	0.12	10.00	9.88	76.6

MÉTODOS DE ENSAYO

pH (1:1): Método potenciométrico en relación 1:1
Conductividad eléctrica (dS/m): mediante el extracto acuoso 1:1
$CaCO_3$ (%): Método gaso volumétrico
Materia orgánica (%): Método de Walkley y Black
Fósforo disponible (ppm): Método de Olsen modificado
Potasio disponible (ppm): Método del acetato de amonio
Determinación de la textura (arena, limo y arcilla) (%): Método del hidrometro de Bouyoucos
Capacidad de Intercambio Catiónico total (meq/100g): Método del acetato de amonio pH 7.0
Cationes cambiables (Ca, Mg, K, Na) (meq/100g): Espectrofotometría de absorción atómica
Aluminio hidrógeno (acidez cambiable) (meq/100g): Método de Yuan
Suma de Cationes (%)
Suma de Bases (%)
Porcentaje de Saturación de bases (%)

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601 - La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez Nº 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 043

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63151

CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-12071/18

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Solicitante:	MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO	Producto:	SUELO
Domicilio Legal:	Av. Alameda Del Corregidor Nro. 155 - La Molina - Lima - Lima	Identificación de la muestra:	Según se indica
Departamento:	ANCASH	Fecha de recepción:	15/11/2018
Provincia:		Fecha de inicio:	16/11/2018
Distrito:	HUARAZ	Fecha de término:	05/12/2018
Identificado con H/S:	18000697 (EXAG : 18108)		
Referencia:			

N°	Código Muestra	pH	C.E (dS/m)	Carbonatos % $CaCO_3$	Materia Orgánica %	Fósforo Disponible mg/kg	Potasio Disponible mg/kg	Análisis Textural				Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g)							Suma de Bases	Suelo Básico/Ácido
								Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural	C.I.C.	Ca^{++}	Mg^{++}	K^{+}	Na^{+}	Al^{+++} + H^{+}	Suma de Cationes		Saturación de Bases %
1	69408-0007 Independencia/Huaraz/Ancash - Llupa (Bloque III) MSI-II-P1-IV	6.25	0.51	<0.10	2.24	2.78	467.20	49	46	5	FRANCO ARENOSO	8.04	4.950	2.409	1.444	0.177	<0.10	8.18	8.18	98.8
2	69404-0008 Independencia/Huaraz/Ancash - Llupa (Bloque III) MSI-II-P2-IV	6.09	0.20	<0.10	2.38	2.54	444.20	59	36	5	FRANCO ARENOSO	8.89	4.676	2.948	0.862	0.219	<0.10	8.10	8.10	91.2
3	69404-0009 Independencia/Huaraz/Ancash - Llupa (Bloque III) MSI-II-P3-IV	7.62	0.34	2.49	2.18	1.75	289.70	59	36	5	FRANCO ARENOSO	7.06	3.887	2.265	0.718	0.187	<0.10	7.06	7.06	100.0

MÉTODOS DE ENSAYO

pH (1:1): Método potenciométrico en relación 1:1
Conductividad eléctrica (dS/m): mediante el extracto acuoso 1:1
$CaCO_3$ (%): Método gaso-volumétrico
Materia orgánica (%): Método de Walkley y Black
Fósforo disponible (ppm): Método de Olsen modificado
Potasio disponible (ppm): Método del acetato de amonio
Determinación de la textura (arena, limo y arcilla) (%): Método del hidrómetro de Bouyoucos
Capacidad de intercambio Catiónico total (meq/100g): Método del acetato de amonio pH 7.0.
Cationes cambiables (Ca, Mg, K, Na) (meq/100g): Espectrofotometría de absorción atómica
Aluminio hidrógeno (acidez cambiable) (meq/100g): Método de Yuan
Suma de Cationes (%)
Suma de Bases (%)
Porcentaje de Saturación de bases (%)

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 501, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com.pe - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez Nº 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 965572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

8.8 Anexo 07: análisis de agua.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH

LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO

Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 009096

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

PROCEDENCIA : Distrito de Independencia / Huaraz / Ancash
Comunidad Campesina: Llupa (Bloque I)

RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores

FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 06 de diciembre de 2018

Nº LABORATORIO	9096
Nº DE CAMPO	MAI-I-P1-I
CE mmhos/cm	0.02
pH	5.85
Calcio meq/l	0.09
Magnesio meq/l	0.04
Sodio meq/l	0.03
Potasio meq/l	0.01
SUMA DE CATIONES	0.17
Cloruro meq/l	0.07
Sulfato meq/l	0.01
Bicarbonato meq/l	0.08
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	0.17
SAR	0.13
CLASIFICACION	C1-S1
Boro mg/L	0.11

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Facultad de Ing. Agricola
UNALM

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 009097

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROCEDENCIA : Distrito de Independencia / Huaraz / Ancash
Comunidad Campesina: Llupa (Bloque I)
RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 06 de diciembre de 2018

N° LABORATORIO	9097
N° DE CAMPO	MAI-I-P2-I
CE mmhos/cm	0.01
pH	5.34
Calcio meq/l	0.04
Magnesio meq/l	0.02
Sodio meq/l	0.08
Potasio meq/l	0.01
SUMA DE CATIONES	0.15
Cloruro meq/l	0.05
Sulfato meq/l	0.01
Bicarbonato meq/l	0.05
Nitratos meq/l	0.02
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	0.14
SAR	0.46
CLASIFICACION	C1-S1
Boro mg/L	0.11

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO
Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Facultad de Ing. Agricola
UNALM

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 009098

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROCEDENCIA : Distrito de Independencia / Huaraz / Ancash
Comunidad Campesina: Llupa (Bloque I)
RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 06 de diciembre de 2018

Nº LABORATORIO	9098
Nº DE CAMPO	MAI-I-P3-I
CE mmhos/cm	0.05
pH	5.73
Calcio meq/l	0.20
Magnesio meq/l	0.09
Sodio meq/l	0.11
Potasio meq/l	0.09
SUMA DE CATIONES	0.49
Cloruro meq/l	0.17
Sulfato meq/l	0.03
Bicarbonato meq/l	0.26
Nitratos meq/l	0.02
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	0.48
SAR	0.30
CLASIFICACION	C1-S1
Boro mg/L	0.12

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO
Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Facultad de Ing. Agricola
UNALM

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 009099

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROCEDENCIA : Distrito de Independencia / Huaraz / Ancash
Comunidad Campesina: Llupa (Bloque II)
RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 06 de diciembre de 2018

Nº LABORATORIO	9099
Nº DE CAMPO	MAI-II-P1-I
CE mmhos/cm	0.02
pH	5.34
Calcio meq/l	0.08
Magnesio meq/l	0.04
Sodio meq/l	0.07
Potasio meq/l	0.02
SUMA DE CATIONES	0.21
Cloruro meq/l	0.09
Sulfato meq/l	0.02
Bicarbonato meq/l	0.10
Nitratos meq/l	0.01
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	0.23
SAR	0.29
CLASIFICACION	C1-S1
Boro mg/L	0.09

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO
Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Facultad de Ing. Agricola
UNALM

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 009100

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROCEDENCIA : Distrito de Independencia / Huaraz / Ancash
Comunidad Campesina: Llupa (Bloque II)
RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 06 de diciembre de 2018

Nº LABORATORIO	9100
N° DE CAMPO	MAI-II-P2-I
CE mmhos/cm	0.02
pH	5.69
Calcio meq/l	0.09
Magnesio meq/l	0.03
Sodio meq/l	0.05
Potasio meq/l	0.02
SUMA DE CATIONES	0.19
Cloruro meq/l	0.07
Sulfato meq/l	0.03
Bicarbonato meq/l	0.05
Nitratos meq/l	0.02
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	0.18
SAR	0.22
CLASIFICACION	C1-S1
Boro mg/L	0.09

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO
Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Facultad de Ing. Agricola
UNALM

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 009101

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROCEDENCIA : Distrito de Independencia / Huaraz / Ancash
Comunidad Campesina: Llupa (Bloque II)
RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 06 de diciembre de 2018

Nº LABORATORIO	9101
Nº DE CAMPO	MAI-II-P3-I
CE mmhos/cm	0.03
pH	5.52
Calcio meq/l	0.13
Magnesio meq/l	0.05
Sodio meq/l	0.09
Potasio meq/l	0.08
SUMA DE CATIONES	0.35
Cloruro meq/l	0.15
Sulfato meq/l	0.00
Bicarbonato meq/l	0.16
Nitratos meq/l	0.02
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	0.34
SAR	0.29
CLASIFICACION	C1-S1
Boro mg/L	0.10

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO
Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Facultad de Ing. Agricola
UNALM

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 009102

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROCEDENCIA : Distrito de Independencia / Huaraz / Ancash
Comunidad Campesina: Llupa (Bloque III)
RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 06 de diciembre de 2018

Nº LABORATORIO	9102
Nº DE CAMPO	MAI-III-P1-I
CE mmhos/cm	0.05
pH	5.98
Calcio meq/l	0.15
Magnesio meq/l	0.09
Sodio meq/l	0.12
Potasio meq/l	0.12
SUMA DE CATIONES	0.48
Cloruro meq/l	0.16
Sulfato meq/l	0.02
Bicarbonato meq/l	0.24
Nitratos meq/l	0.04
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	0.47
SAR	0.33
CLASIFICACION	C1-S1
Boro mg/L	0.08

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO
Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego
Facultad de Ing. Agrícola
UNALM

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 009103

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROCEDENCIA : Distrito de Independencia / Huaraz / Ancash
Comunidad Campesina: Llupa (Bloque III)
RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 06 de diciembre de 2018

Nº LABORATORIO	9103
Nº DE CAMPO	MAI-III-P2-I
CE mmhos/cm	0.03
pH	4.68
Calcio meq/l	0.12
Magnesio meq/l	0.04
Sodio meq/l	0.07
Potasio meq/l	0.04
SUMA DE CATIONES	0.27
Cloruro meq/l	0.07
Sulfato meq/l	0.04
Bicarbonato meq/l	0.13
Nitratos meq/l	0.05
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	0.28
SAR	0.26
CLASIFICACION	C1-S1
Boro mg/L	0.13

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO
Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Facultad de Ing. Agricola
UNALM

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 009104

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROCEDENCIA : Distrito de Independencia / Huaraz / Ancash
Comunidad Campesina: Llupa (Bloque III)
RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 06 de diciembre de 2018

Nº LABORATORIO	9104
N° DE CAMPO	MAI-III-P3-I
CE mmhos/cm	0.01
pH	5.34
Calcio meq/l	0.04
Magnesio meq/l	0.01
Sodio meq/l	0.06
Potasio meq/l	0.03
SUMA DE CATIONES	0.14
Cloruro meq/l	0.05
Sulfato meq/l	0.01
Bicarbonato meq/l	0.06
Nitratos meq/l	0.01
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	0.13
SAR	0.36
CLASIFICACION	C1-S1
Boro mg/L	0.12

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO
Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Facultad de Ing. Agricola
UNALM

8.9 Anexo 08: datos meteorológicos.

Senamhi - Ultimos Datos

Departamento : ANCASH Provincia : HUARAZ Distrito : INDEPENDENCIA Ir : 2018-03

Latitud : 9° 30' 59.5" Longitud : 77° 31' 29.5" Altitud : 3079

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Di
			07	13	19	07	13	19	07	19	
01-Mar-2018	20	9	9.8	18.8	11.2	8.6	14	9.2	7.1	2.9	
02-Mar-2018	22.8	7	7.6	22	11.6	6.8	13.6	10.2	.3	4.7	
03-Mar-2018	22.6	9.6	10.2	21	12.6	9.2	14.6	11	2.4	1	
04-Mar-2018	21.8	9.4	9.8	20.2	12.6	8.4	13	10	1.6	.5	
05-Mar-2018	22.2	7.2	7.8	20.6	13.2	7	13.6	10	.8	0	
06-Mar-2018	19.8	9	9.6	18	10.2	8.6	12.6	9.4	.9	11.7	
07-Mar-2018	21.8	8.2	9	20.8	13	7.6	13.2	9.8	7.1	0	
08-Mar-2018	23.4	9	9.8	21.8	14	8.4	13.2	11.4	.9	.2	
09-Mar-2018	23	10.8	11.6	21.4	11	10.2	13.6	9.8	0	10.3	
10-Mar-2018	23.8	8	8.4	22.8	14.8	7.2	13.4	12	.3	0	
11-Mar-2018	25	8.6	9	23.8	14.4	7.8	14.8	11.4	0	0	
12-Mar-2018	23.6	9	9.4	23.6	11.6	8.6	13.8	10.4	1.4	4.5	
13-Mar-2018	24.4	9.8	10.2	23.4	12	8.8	13.6	10.8	1.5	15.7	
14-Mar-2018	24.4	9.6	10.4	20.2	10.8	9.2	12.2	10	3.2	1	
15-Mar-2018	23.4	8.8	9.8	22	14.2	9	13.8	10.8	0	1.9	
16-Mar-2018	23.2	10	10.6	22.2	13	9.2	14.8	10.4	1	0	
17-Mar-2018	21.2	10.2	10.8	19.8	12.4	9.8	14.2	11.2	.2	.5	
18-Mar-2018	22.8	9.8	10.2	20.6	12.4	8.6	13.6	11	4.6	.8	
19-Mar-2018	20.6	10.4	10.8	15.2	12.2	9.6	13.6	11.2	.9	.5	
20-Mar-2018	21.6	10.2	10.6	19.6	13.6	10	14.8	11.2	1	.6	
21-Mar-2018	21.4	9.6	10	20	14.2	8	14.4	12.4	.3	0	
22-Mar-2018	20.8	10.8	11	18	10	10.4	15	9.4	0	10.1	
23-Mar-2018	19.8	8.4	9.2	15.4	8.8	8.8	13.2	8	.6	21	
24-Mar-2018	21.2	6.8	7.2	19.6	11.2	6.6	15.5	10.4	.8	4.4	

Senamhi - Ultimos Datos

Departamento : ANCASH Provincia : HUARAZ Distrito : INDEPENDENCIA Ir : 2018-04

Latitud : 9° 30' 59.5" Longitud : 77° 31' 29.5" Altitud : 3079

Dia/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Dir V
			07	13	19	07	13	19	07	19	
01-Abr-2018	20.2	9.4	9.8	19.2	12	8.8	14.8	9.6	0	0	
02-Abr-2018	19.6	8.8	9.4	18	13.6	8.2	14	10.4	0	.4	
03-Abr-2018	20.2	9.2	9.8	19	10.4	8.6	13.6	9.8	0	2.2	
04-Abr-2018	19.4	9.8	10.4	17	10.2	9.6	13.2	9.8	1.2	1	
05-Abr-2018	17	9.6	10	15.8	10	9.2	13	8.8	.8	5	
06-Abr-2018	20.6	8.2	8.4	19	10.4	7.6	14.2	9.8	9.6	1.8	
07-Abr-2018	21.4	7	7.2	19.6	10.2	6.8	13	9.6	0	7.6	
08-Abr-2018	22.4	7.8	8.4	20.6	10	8	14.2	9	4.5	7.2	
09-Abr-2018	21.4	9.4	9.6	20.4	11.8	9	13.8	9.8	1.2	1.8	
10-Abr-2018	20	9	9.8	18.2	11.6	8.6	12.6	9.6	1.4	2.4	
11-Abr-2018	22.8	7.4	8	22.4	10.4	7.6	14.5	10	0	23	
12-Abr-2018	21.4	7.8	8.8	19.8	10	8.2	14	9	2.8	13.2	
13-Abr-2018	19.2	8.4	9	17.8	10.6	7.8	12.6	10	0	3.4	
14-Abr-2018	23.4	8.8	9.2	21.2	13.8	8.4	12.4	10.4	0	0	
15-Abr-2018	25.2	4.8	6.2	23.8	14	5.4	13.8	10.8	0	0	
16-Abr-2018	25	5	5.2	23	13	3.4	13	10.2	0	0	
17-Abr-2018	24.8	7.2	7.8	23.8	14	5.6	12.6	11	0	0	
18-Abr-2018	25.6	8.2	9	23.6	15.4	6.2	15.4	10.6	0	0	
19-Abr-2018	25.2	8.4	9.2	23.8	15	7.8	14	11.6	0	0	
20-Abr-2018	25	9.2	9.8	21.4	11.8	8.6	14.2	10.4	0	3.1	
21-Abr-2018	24.8	9.4	9.8	21.8	12.8	8.8	15	11.4	.5	3.8	
22-Abr-2018	21	7.4	8.2	20.4	13.2	7	13.2	9.8	6.8	.3	
23-Abr-2018	22	6.2	6.6	20.2	11.2	5.8	13.4	9.6	0	0	
24-Abr-2018	22.4	7.8	9	19.8	10.2	7.6	12.6	9	0	10	

Senamhi - Ultimos Datos

Departamento : ANCASH Provincia : HUARAZ Distrito : INDEPENDENCIA Ir : 2018-05

Latitud : 9° 30' 59.5" Longitud : 77° 31' 29.5" Altitud : 3079

Dia/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Dir V
			07	13	19	07	13	19	07	19	
01-May-2018	22.2	9	9.8	21.4	12.2	8.4	15.4	9.6	0	0	
02-May-2018	24.8	7	7.4	23.2	14	6.4	13.8	10.8	0	0	
03-May-2018	25	9	9.4	22.8	14.6	7.8	14.4	12	0	0	
04-May-2018	24.4	9.8	10.4	23	14	9	14.6	12	0	0	
05-May-2018	22.4	10	10.2	19.2	13.8	9.6	14.2	11.4	6.4	0	
06-May-2018	22.6	7.4	8.4	22	10.8	7.2	14.8	10	4.2	6	
07-May-2018	20	9	9.4	19.8	11	8.4	14.4	9.8	1.7	3.8	
08-May-2018	18.8	7.6	8	17.8	11.4	7	14	10.2	.4	0	
09-May-2018	20.8	9.2	9.6	18.4	12	8.6	14.6	10.8	3.1	0	
10-May-2018	23.6	9.6	10.2	22.4	12.8	9.4	14.2	11.2	0	1.8	
11-May-2018	24.2	10.2	10.8	22.2	12	10	14.6	11	.3	3.2	
12-May-2018	23.4	10	10.4	21.8	11	9	13.8	9.4	0	6.6	
13-May-2018	21.2	9	10.2	19	9.6	8.6	13.4	8.8	0	16	
14-May-2018	22.4	6.6	6.8	21.2	11.8	6	14.6	10.2	0	0	
15-May-2018	21.6	8.8	9.6	18.8	11	8.4	14.2	9.8	0	0	
16-May-2018	22.8	7.8	8.4	21.8	12.4	7.4	13.4	10.4	0	0	
17-May-2018	22.6	9.2	9.4	22.2	12.2	8.2	14.6	10.2	5.1	.7	
18-May-2018	21.2	9.8	10	19.8	9.8	9	13.6	9.2	.4	.5	
19-May-2018	23.6	5.6	5.8	21.8	13	4.8	13.2	10.4	.5	0	
20-May-2018	24	7	7.2	22	11.6	6	13	9.8	0	3.8	
21-May-2018	23	8.8	9.4	20	11.4	8.2	12.8	10	0	2	
22-May-2018	23.4	7.2	7.4	21	10.4	6.2	13.2	9.4	0	8.8	
23-May-2018	22.4	9.8	10	20.4	13.2	9	13.4	10	0	0	
24-May-2018	24	6.8	7	22.4	13.4	5.8	12.4	9.2	0	0	

Senamhi - Ultimos Datos

Departamento : ANCASH Provincia : HUARAZ Distrito : INDEPENDENCIA Ir : 2018-06

Latitud : 9° 30' 59.5" **Longitud : 77° 31' 29.5"** **Altitud : 3079**

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Dire
			07	13	19	07	13	19	07	19	Vi
01-Jun-2018	24	4.8	5.2	22.2	14.6	2.4	13.2	9.4	0	0	
02-Jun-2018	23.4	7.2	8	20.6	13.8	6.4	12	9.2	0	0	
03-Jun-2018	21.4	9.4	9.8	19.8	13	8.4	12.2	9.6	0	0	
04-Jun-2018	23.2	8.8	9.2	22.2	13.4	7.8	13	9.8	.7	0	
05-Jun-2018	23.4	6.6	7	22.6	14	5.4	12.2	9.6	0	0	
06-Jun-2018	23.6	5	5.4	21.6	13.2	4	11.4	8.8	0	0	
07-Jun-2018	23.8	4.8	5	22.8	14.2	3.4	10.8	9.4	0	0	
08-Jun-2018	23.4	4.6	4.8	22.4	13.8	3.2	10.8	8.8	0	0	
09-Jun-2018	23.2	4.4	4.6	21.8	13.6	2.6	11	9	0	0	
10-Jun-2018	24	5.2	5.4	22	12.8	4.2	10.2	9	0	0	
11-Jun-2018	22.8	6.2	6.8	21.8	13.8	5.2	10.8	9.6	0	0	
12-Jun-2018	22.4	6.8	7	21.6	13.6	5	13	11	0	0	
13-Jun-2018	21.6	9.4	9.8	20.2	12.8	8.6	14	11.2	0	0	
14-Jun-2018	22.8	8.8	9.4	20.8	13.4	7.8	14.2	10.2	0	0	
15-Jun-2018	23	5.2	5.6	21.2	12.4	4.4	14.4	9.4	0	0	
16-Jun-2018	23.2	4.8	5	21.6	12.8	3.8	14.8	9.2	0	0	
17-Jun-2018	23	4.6	5.6	21.8	15	4.4	11.8	9	0	0	
18-Jun-2018	23.2	4.8	5	21	15.4	2.8	12.6	8.6	0	0	
19-Jun-2018	24	4.2	4.4	22.2	14	1.6	13	9	0	0	
20-Jun-2018	23.4	3.8	4.2	21	11.8	2.2	12.8	9	0	0	
21-Jun-2018	23.2	3.4	3.6	21.4	12.6	2	13.2	8.8	0	0	
22-Jun-2018	22.6	3.8	4.4	21	11.6	3	12.6	7.8	0	0	
23-Jun-2018	22.4	4	4.2	21.4	12.6	2.4	13.2	9.2	0	0	
24-Jun-2018	23.2	3.8	4.2	22.6	12.2	2.8	13.8	8.8	0	0	

Senamhi - Ultimos Datos

Departamento : ANCASH Provincia : HUARAZ Distrito : INDEPENDENCIA Ir : 2018-07

Latitud : 9° 30' 59.5" **Longitud : 77° 31' 29.5"** **Altitud : 3079**

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Dire Vi
			07	13	19	07	13	19	07	19	
01-Jul-2018	23.4	4	4.2	22	12.4	2.6	13.2	9	0	0	
02-Jul-2018	22.6	3.8	4	21.4	12.8	2	12.2	8.6	0	0	
03-Jul-2018	23.4	4	4.2	22	13.2	2.8	12.8	9.4	0	0	
04-Jul-2018	22.2	4.2	4.4	21.2	13.8	2.4	12	9.8	0	0	
05-Jul-2018	23.2	6.6	6.8	19.4	14	5.8	13.4	10	0	0	
06-Jul-2018	23.8	4.8	5	22.8	14.2	3.4	14.2	10	0	0	
07-Jul-2018	24.8	4.2	4.4	22.6	13.6	2.6	13	9.4	0	0	
08-Jul-2018	24.2	2.6	2.8	22.4	12.8	.8	12.6	9	0	0	
09-Jul-2018	24	4.4	4.6	22.4	15	2.8	13.6	9.2	0	0	
10-Jul-2018	22	8.2	8.4	20.4	14.2	6.8	12.8	9	0	0	
11-Jul-2018	22.4	6	6.2	20.6	13.6	4.2	13.4	9.6	0	0	
12-Jul-2018	21.8	5.8	6	19	14	4	13.2	8.8	0	0	
13-Jul-2018	23.4	4	4.2	21.6	14.8	2.4	13.6	8.4	0	0	
14-Jul-2018	23.8	4.2	4.4	22	15	2.2	12.2	9.6	0	0	
15-Jul-2018	24.2	4	4.2	22.6	14	2.6	12.4	9	0	0	
16-Jul-2018	23.6	4.8	5	21	14.8	2.8	13.2	9.6	0	0	
17-Jul-2018	24.2	4	4	21.4	14.4	2	11	9.8	0	0	
18-Jul-2018	23.2	4.6	4.8	22	13.8	2.8	13.4	9.2	0	0	
19-Jul-2018	22.6	4	4.2	21.4	14.2	2.4	12.6	10	0	0	
20-Jul-2018	23.4	3.8	4	22.6	13	2	13.4	9.2	0	0	
21-Jul-2018	23.6	5	5.2	22.2	12.6	2.8	13.6	9	0	0	
22-Jul-2018	24.4	7.2	7.4	22.8	14	5.8	12.4	10	.4	0	
23-Jul-2018	24	5.8	6	19.6	14	4.2	13.2	9.2	0	0	
24-Jul-2018	23.8	7.2	7.4	22.4	13	5	12.8	9.6	0	0	

8.10 Anexo 09: panel fotográfico.

Foto 1: Traslado de materiales para su respectiva instalación.

Foto 2: vista panorámica, parte de la microcuenca Quillcayhuanca.

Foto 3: Medición y replanteo de la parcela de escorrentía.

Foto 4: instalación de las parcelas de escorrentía en los predios agrícolas seleccionados.

Foto 5: Instalación de las varillas de erosión por parte del suscrito.

Foto 6: instalación de la parcela de escorrentía de la parcela 9.

Foto 7: Instalación de parcela de escorrentía con cobertura vegetal.

Foto 8: Instalación de los cilindros.

Foto 9: Verificación de los contenedores y retirado de la muestra.

Foto 10: Observación del llenado óptimo de los contenedores para la obtención de las muestras.

Foto 11: recojo de datos de las microparcelas de varillas de erosión.

Foto 12: Verificacion continua de las ubicaciones de las microparcelas de Varillas de Erosion.

Foto 13: Verificación y Recorrido con el presidente. Dr. Juan F. Barreto Rodríguez.

Foto 14: Verificación de la Estación meteorológica provisional en el sector de Llupa.