



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRÍCOLA

**“Clasificación de los suelos según su aptitud para el riego, de la
parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad
Nacional de Tumbes - 2018”**

AUTORES

Bach. Rojas Flores, Claudia Alejandra

Bach. Suyón Cortez, Jean Jahiro

Tumbes - Perú

2019

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El abajo firmante declara que los resultados reportados en esta investigación, son producto de mi trabajo con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis. Asimismo, declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración o comparación. En este sentido, afirmo que cualquier información presentada sin citar a un tercero es de mi propia autoría. Declaro, finalmente, que la redacción de esta investigación es producto de mi trabajo con la dirección y apoyo de mi asesor de investigación y mi jurado calificador, en cuanto a la concepción y al estilo de la presentación o a la expresión escrita.

Los presentes:

Bach. Claudia Alejandra Rojas Flores

Bach. Jean Jahiro Suyón Cortez



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
CAMPUS UNIVERSITARIO S/N «LA CRUZ»
SECRETARIA ACADEMICA
TUMBES – PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Tumbes, a los VEINTICINCO día (s) del mes de JUNIO de 2019, se reunieron en el aula virtual N° 03 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del jurado designado según Resolución N° 111-2018/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (29/08/2018) y Resolución N° 132-2018/ UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (16-10-2018), donde se aprueba el Proyecto de Tesis y se ratifica el jurado; con el objeto de evaluar la sustentación de tesis denominada: **“Clasificación de los suelos según su aptitud para el riego, de la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Tumbes - 2018”** para optar el Título de Ingeniero Agrícola

A las DOCE horas con QUINCE minutos y, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el presidente del jurado dio por iniciado el acto.

Luego de la exposición del trabajo, la formulación de preguntas y la deliberación del jurado lo declararon APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo de BUENO.

Por lo tanto, los Bachilleres, **ROJAS FLORES CLAUDIA ALEJANDRA y SUYON CORTEZ JEAN JAHIRO**, quedan aptos para que el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Tumbes, les expidan el Título Profesional de Ingeniero Agrícola de conformidad con lo estipulado en el Artículo 90 del Estatuto de la Universidad Nacional de Tumbes y a lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos.

Siendo las TRECE con CINCO minutos, el presidente del jurado dio por concluido el presente acto académico y para mayor constancia de lo actuado firman en señal de conformidad todos los integrantes de este jurado, presentes en el acto de sustentación.

Dr. ENRIQUE MACEDA NICOLINI
Presidente del Jurado

Mg. CLEVER ALEMAN GONZALES
Secretario del Jurado

Ing. DECIDERIO ATOCHE ORTIZ
Vocal del Jurado

RESPONSABLES

Bach. Claudia Alejandra Rojas Flores
Ejecutora

Bach. Jean Jahiro Suyón Cortez
Ejecutor

Dr. Ing. Francisco Alburquerque Viera
Asesor

JURADO DICTAMINADOR

Dr. Ing. Enrique Antonio Maceda Nicolini

Presidente

Mg. Ing. Clever Antonio Alemán González

Secretario

Ing. Deciderio Atoche Ortiz

Vocal

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la sabiduría, paciencia, por todas las bendiciones que me da día a día, por iluminarme por el buen camino, por darme la inteligencia y brindarme la fuerza necesaria, para lograr uno de mis grandes objetivos en mi vida profesional.

A mi familia y amigos:

Dedico mi triunfo a lo más grande que Dios nos ha dado que es la familia.

Hago también una dedicación muy especial para las futuras generaciones de esta carrera profesional.

Bachiller: Jean Jahiro Suyón Cortez.

A Dios:

Por brindarme la vida y las fuerzas para seguir adelante cada día y mejorar como persona.

A mi familia:

Por mostrarme su cariño, ser la base de mi formación y enseñarme los buenos principios de la vida.

A mi esposo e hija, por todo el amor y afecto que me brindan.

Dedico mi logro a mí tía Maximiliana:

Su esfuerzo es impresionante y su amor para mí es invaluable, hoy me siento muy feliz y orgullosa de que me haya guiado por el camino del éxito. Sus enseñanzas las aplico cada día, siempre ha estado a mi lado apoyándome en los buenos y malos momentos que he vivido, su ayuda fue esencial para la elaboración de mi Tesis, la verdad me falta palabras para decirle que estoy profundamente agradecida con usted, Tía Machi.

Bachiller: Claudia Alejandra Rojas Flores.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la vida y salud, porque con su ayuda seguimos avanzando en nuestra formación profesional.

A nuestras familias por el amor, comprensión y el incondicional apoyo que nos han brindado durante hasta este momento.

Un agradecimiento a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, porque gracias a ella hemos logrado ser profesional.

A nuestro asesor de tesis al Dr. Ing. Alburqueque Viera Francisco, por orientarnos en la selección del tema, compartirnos sus conocimientos y consejos durante la realización de esta tesis.

Al Técnico Herrera, por brindarnos parte de su tiempo para guiarnos en la fase de laboratorio.

A los Ingenieros Miembros del jurado Enrique Antonio Maceda Nicolini, Clever Antonio Alemán González, Deciderio Atoche Ortiz por su colaboración, consejos y aporte.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Clasificación de los suelos según su aptitud para el riego, de la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Tumbes - 2018”, tuvo como objetivo principal clasificar los suelos según su aptitud para el riego. El trabajo de investigación se seccionó en tres etapas: fase de campo, fase de laboratorio, y fase de gabinete la cual se muestra a continuación: la fase de campo consistió en diversas etapas; lo primero fue realizar el reconocimiento del terreno de las parcelas agrícolas de la Facultad de Ciencias Agrarias para así poder dividirla en 5 calicatas, y cada calicata se distribuyó así: O1, O2, horizonte “A”, horizonte “B1”, horizonte “B2” y en la calicata 3, 4 y 5 el horizonte “C”. Así mismo se hizo la extracción de las muestras de cada horizonte en cada calicata. En el campo hallamos napa freática, profundidad efectiva, estructura y color, en el cual se hicieron dos pruebas: Infiltración y método del barreno. En la fase de laboratorio se utilizaron las muestras recopiladas de los horizontes de cada calicata y de esta manera se hicieron algunas pruebas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, además se realizó la mayoría de pruebas certificadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura. En la fase de gabinete se recopiló, ordenó y se sistematizó toda la información recolectada en la fase de campo, para luego realizar cálculos respectivos y así se obtuvo que nuestro proyecto es de clase 2 con deficiencia de drenaje.

Palabras clave: Clasificación, Aptitud, Riego, Suelo.

ABSTRACT

The present work of investigation titled "Classification of the soils according to its aptitude for the irrigation, of the agricultural plot of the Faculty of Agricultural Sciences, National University of Tumbes - 2018", Its main objective was to classify the soils according to their aptitude for irrigation. The research work was divided into three stages: field phase, laboratory phase, and cabinet phase which is shown below: the field phase consisted of various stages; the first was to reconnoiter the land of the agricultural plots of the Faculty of Agrarian Sciences in order to divide it into 5 test pits, and each pit was distributed as follows: O1, O2, horizon "A", horizon "B1", horizon "B2 "And in the pit 3, 4 and 5 the horizon" C ". Likewise, the samples of each horizon were extracted in each pit. In the field we found frenetic napa, effective depth, structure and color, in which two tests were made: Infiltration and borehole method that are essential to classify soils. In the laboratory phase the samples collected from the horizons of each pit were used and in this way some tests were made in the soil laboratory of the Faculty of Agrarian Sciences of the National University of Tumbes, in addition, most of the certified tests were carried out in the soil laboratory of the Faculty of Agronomy of the National University of Piura. In the cabinet phase, all the information collected in the field phase was collected, ordered and systematized, and then the respective calculations were carried out, thus obtaining that our Project is class 2 with drainage deficiency.

Keywords: Classification, Aptitude, Irrigation, Soil.

CONTENIDO

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	15
2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	17
2.1 Antecedentes.....	17
2.2 Bases Teóricas Científicas	20
2.2.1 Clasificación de los suelos según su aptitud para el riego (Iñiguez Max.1999)	20
2.2.2 Clases de Suelos (Iñiguez Max. 1999).....	21
2.2.3 Subclases de suelos (Iñiguez Max. 1999).....	23
2.2.4 Suelo Arable (Iñiguez Max. 1999).....	26
2.2.5 Área Arable (Iñiguez Max. 1999)	26
2.2.6 Suelo Regable (Iñiguez Max. 1999)	26
2.2.7 Área Regable (Iñiguez Max. 1999).....	27
2.2.8 Suelo Productivo (Iñiguez Max. 1999)	27
2.2.9 Importancia de la Clasificación de las Tierras (Carrera. 1986)	27
2.2.10 Factores Físicos en la Clasificación de Suelos para Riego (USDA, (1973)Valverde. 2007)	27

2.2.11 Factores Económicos (Iñiguez Max. 1999).....	28
2.2.12 Análisis Textural (Zavaleta. 1992)	29
2.2.13 Estructuración de los Suelos (Zavaleta. 1992)	29
2.2.14 Capacidad de Campo (Roy. 1985)	29
2.2.15 El Agua del Suelos (Bosoain. 1985).....	30
2.2.16 Capacidad de Retención (Roy. 1985)	30
2.2.17 Uso de la Tierra (Iñiguez Max. 1999)	31
2.2.18 Productividad y Desarrollo del Suelo (Iñiguez Max. 1999)	31
2.2.19 Demanda de Agua de las Parcelas (Iñiguez Max. 1999).....	31
2.2.20 Drenabilidad del Suelo (Iñiguez Max. 1999)	31
2.3 Definiciones básicas.....	32
3. MATERIAL Y MÉTODOS	39
3.1 Ubicación del área de estudio.....	39
3.1.1 Ubicación y extensión del área de estudio	39
3.1.2 Historia del Campo	41
3.1.3 Clima	41
3.1.4 Hidrografía	42
3.2 Materiales	42
3.2.1 Materiales y equipos de campo.....	42

3.2.2 Materiales, equipos y reactivos de laboratorio	43
3.2.3 Materiales y equipos de gabinete	44
3.3 Metodología	45
3.3.1 Etapa de Campo	45
3.3.2 Etapa de Laboratorio.....	49
3.3.3 Etapa de Gabinete	50
4. RESULTADOS.....	51
4.1 Suelos	51
4.1.1 Unidades Fisiográficas	51
4.2 Evaluación de los Suelos de la Zona de Estudio	51
4.2.1 Características Físicas	51
4.2.2 Características Químicas.....	57
4.3 Características Hidrodinámicas	63
4.3.1 Velocidad de Infiltración.....	63
4.3.2 Permeabilidad	63
4.4 Densidad Aparente	64
4.5 Clasificación de los Suelos Según su Aptitud para el Riego.....	65
5. DISCUSIÓN	70
6. CONCLUSIONES	71

7. RECOMENDACIONES	72
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	73
9. ANEXOS	76

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con las estimaciones de uso mayor de las tierras en la región de Tumbes existen 46,465.4 ha agrícolas, de las cuales 19,392.2 ha corresponden a superficie cultivada existiendo una disponibilidad agropecuaria de posibles 27,073.5 ha nuevas, el gran potencial de las tierras agrícolas se encuentra en los valles de los ríos de Tumbes y Zarumilla. Por sus condiciones de clima, suelo y agua, el departamento tiene aptitud para el desarrollo agroindustrial, dando lugar al abastecimiento de importantes materias primas para textiles, aceites, productos para exportación, entre los principales tenemos: el algodón, achiote, frutales y cebolla blanca. Para el desarrollo agrícola, existe restricción en cuanto al recurso hídrico, el crecimiento de la agricultura depende de los proyectos de irrigación y de uso de tecnologías de riego tecnificado, solamente 6,000 ha, poco menos del 40% de tierras agrícolas del departamento de Tumbes, tienen riego por gravedad, los suelos tienen diversos grados de fertilidad, pero con problemas de salinización y empobrecimiento por el empleo de técnicas inapropiadas, por la erosión de las vertientes producidas por las aguas de escorrentía superficial cuando no existe cobertura vegetal, así como por el proceso de desertificación existente **(MINAGRI, 2015)**.

En los campos de parcela de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, se han venido realizando la siembra de cultivos como: arroz, maíz, pastizales, soya, con propósitos de comercialización así como de investigación y experimentación, teniendo en cuenta que en el valle de Tumbes hasta antes del año 1984 sólo se sembraba una campaña de arroz en el año (Diciembre- Julio), instalando soya como cultivo alternativo durante los meses (agosto- noviembre), siendo importante señalar que después del año 1984, en el valle de la hoy Región Tumbes se realizan dos campañas en el año del cultivo de arroz desde el año 1987 **(HERRERA CARRILLO SUBERY TATIANA, 2011)**.

1.1 Formulación del Problema de Investigación

¿Existe en la actualidad alguna clasificación de los suelos sobre su aptitud para riego de la parcela de la Facultad de Ciencias Agrarias?

1.2 Justificación

La investigación permitirá conocer la clasificación de los suelos sobre su aptitud para el riego de la parcela de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Esta investigación contribuirá en lograr una información real y actualizada del estado físico - mecánico como se encuentra la parcela de la Facultad de Ciencias Agrarias.

1.3 Hipótesis

Los suelos de la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes son de clase 2 de aptitud para el riego.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Clasificar la aptitud para el riego de los suelos de la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias.

1.5.2 Objetivos Específicos

Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la parcela agrícola para un óptimo riego.

Clasificar la aptitud para el riego de los suelos de la parcela agrícola con diferentes pruebas de laboratorio.

2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes

Centeno, C. H. (2017). En su investigación ***“Clasificación de Tierras Según su Aptitud para el Riego en la Cuenca Chirumbia, distrito de Quellouno, provincia la Convención – Cusco”***; concluyo que:

Las características físico químicos de los suelos son: clases texturales franco arenosos, color de suelo en seco es 7.5 YR y 10 YR, tierra no salinos, profundidad efectiva excelente de 0 – 1.55 m, capa arable profundo de 0-0.5 m, topografía empinado a moderadamente empinado (12 a 50 %), bajo Capacidad de Intercambio Catiónico (C.IC), Materia Orgánica baja a media (MO), fertilidad baja a media, contenido de carbonatos en mínimas proporciones (0.11 – 0.88 ppm), por efecto que no interfieren en su crecimiento y desarrollo de las plantas, pH neutro a ligeramente alcalino de escala (6.6 a 7.8). Respecto a la velocidad de infiltración de agua por el método de cilindro de doble anillo concéntrico es: moderado a moderadamente rápido (1.16 – 6.82 cm/hr).

Porta, J. (1986). En su investigación ***“Evaluación de Suelos para Riego: Criterios y Problemática en los Regadíos de Huesca”***; concluyo que:

Las transformaciones en regadío, imprescindibles para aumentar la producción Agraria, han producido en Huesca cambios en el medio que han desviado los resultados inicialmente previstos. Dadas las dificultades de controlar los diversos parámetros y operar por simulación, por el momento los procesos que tienen lugar en un suelo al pasar a regadío han de ser seguidos mediante parcelas experimentales piloto. Estas habrían de ponerse en marcha al empezar a considerar la posibilidad de transformar en regadío una zona. De este modo un seguimiento mínimo de cinco años permitiría lanzarse a regar grandes áreas con una experiencia local imprescindible.

Ramirez, A. P. (2016). En su investigación ***“Condiciones de Salinidad y Recuperación de los Suelos de la cancha pública de golf - San Bartolo, Lima”***; concluyo que:

La Cancha Pública de Golf de San Bartolo actualmente presenta niveles de salinidad muy elevados, especialmente en la capa superficial (0-30 cm), por tanto, requiere de un proceso de lavado junto con una actividad complementaria para su recuperación. Según los perfiles de lavado, se concluye que luego de aplicar las láminas de lavado, los valores de conductividad eléctrica siguen altos y sin variación considerable. Las curvas de lavado sólo corroboran lo difícil que sería la recuperación del suelo aplicando solamente el método de lavado.

Choque, B. F. (2013). En su investigación ***“Clasificación de Suelos Según la Aptitud de Riego en la comunidad de Cebollullo (Municipio de Palca – la Paz)”***, concluyo que:

De acuerdo al análisis de aguas, por su baja sodicidad y salinidad y según a la clasificación del USDA, corresponden a la Clase C1-S1, aguas de buena calidad aptas para riego para cualquier tipo de suelos y cultivos. Tiene baja probabilidad de generar salinidad al aplicar el riego o que desarrolle niveles peligrosos de sodio intercambiable. La comunidad comprende de 94,34 hectáreas de las cuales solo las 59,85 hectáreas son aptas para una agricultura bajo riego y el restante 34,49 hectáreas son terrenos muy accidentados llegando hasta el 90%. La principal limitación que tiene la comunidad es el factor topográfico debida a la pendiente, que provoca una susceptibilidad a la erosión hídrica debida al riego por superficie.

Herrera, S. T. (2011). En su investigación ***“Diagnóstico de las Características Físico – Mecánicas, Químicas e Hídricas, de los Suelos de la Parcela Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias”***, concluyo que:

En los análisis físico – mecánicos, se observó la predominancia de la textura media, la densidad aparente se encuentra en los rangos de 1,28 g.cm-3 a 1,43 g.cm-3. En los análisis químicos, la Capacidad de Intercambio Catiónico se encontró en niveles moderadamente altos con valores de 11,30 meq/100 gr hasta 22,10 meq/100 gr, por lo tanto esta en los rangos de buena fertilidad del campo en estudio debido a que su textura también es la ideal; la conductividad eléctrica presenta valores bajos de 0,73 dS/m a 1,88 dS/m, los cuales no presentan peligro de salinización, al igual que el sodio que presenta niveles bajos que no representan peligros de sodificación, los contenidos de Materia Orgánica (0,10 % a 0,22 %) en estos suelos son bajos y deficientes para el campo en estudio ya que los niveles de nitrógeno (0,01 %) son también bajos. En los análisis hídricos el contenido de humedad en el suelo se encuentra en los rangos de 14,47g a 20,15g; el porcentaje de humedad presenta rango de 1,56 % a 5,79 %, la cantidad de humedad en capacidad de campo oscila entre 19,23 % a 27,28 %, la humedad equivalente presenta valores 19,15 % a 29,55 %, el punto de marchites con 10,41 % a 16,60 % y la conductividad hidráulica presenta rango de 0,04 m/d a 3,02 m/d.

Rivas, Y. L. (1983), En su investigación ***“Planeamiento del sistema de Riego para el sector “Punzara”, Loja, Ecuador”***, concluyo que:

Clase 2 (9,4 ha 12,772 %); clase 3 (37,9 ha, 50,30 %); clase 4 (13,3 ha, 17,99 %); clase 6 (9,3 ha, 12,58 %); tierras misceláneas (4,00 ha, 5,41%). Además se detectaron las subclases; s,t,d y w. las clases 2 y 3 aptas para agricultura bajo riego; la clase 4 con varias limitaciones; y, la clase 6 no aptas para la agricultura bajo riego.

Iñiguez (1996), En su investigación ***“Estudios de Optimización de la Infraestructura Hidráulica del Sistema de Riego Quinara; Levantamiento detallado de Suelos, Loja, Ecuador”***, concluyo que:

Encontró clase 2 con 127,5 ha (41,03 %), clase 3 con 78,76 ha (25,32 %), clase 4 con 78,63 ha (25,28 %), clase 5 con 19,05 ha (6,13 %), clase 6 con 6,97 ha (2,24 %); y, subclases 2s,2st, 3s,3d, 3t, 3st, 3sd, 4s, 4t, 4st, 4ts, 5s, y 5t, para un total de 284,98 ha.

2.2 Bases Teóricas Científicas

2.2.1 Clasificación de los suelos según su aptitud para el riego

(Iñiguez.1999)

Llamada también clasificación de tierras con fines de riego, está destinada al fin específico de establecer la extensión y grado de aptitud del suelo para agricultura permanente de riego. Por aptitud se entiende, el conjunto de características del suelo que determina los límites dentro de los cuales puede aprovecharse para una agricultura sustentable económica. Esa aptitud se mide en términos de la capacidad de pago efectiva y relativa, en razón de la producción y productividad, costos de desarrollo del suelo, y el servicio social que presta.

Proceso de clasificación:

Comprende factores Físicos y Factores Económicos.

Factores Físicos: Los de mayor importancia son: el suelo, la topografía y el drenaje. Cada uno de estos factores, así como sus relaciones recíprocas, se consideran desde el punto de vista de sus características conveniente para la agricultura de riego, y de las características limitantes que indican una baja aptitud del suelo para este fin.

Factores Económicos: Los de mayor importancia son: la capacidad productiva, los costos de producción y los costos de desarrollo de los suelos. Este es un criterio fundamental, aun en el caso de que estén

considerando nuevos desarrollos, dotaciones de agua suplementaria o programas de rehabilitación y mejoramiento.

2.2.2 Clases de Suelos (Iñiguez Max. 1999)

Se reconocen seis clases de suelos, cuatro regables, una temporalmente no regable y una no regable. Las clases representan grados de aptitud para parcelas regadas, y son necesarias principalmente para señalar su uso y establecer la capacidad de pago.

Las áreas ubicadas en las seis clases de clasificación agrologica según su capacidad de uso se pintan con los siguientes colores o símbolos

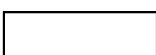
Clase 1, arable, amarillo		Clase 4, arable limitada, café	
Clase 2, suelo arable, verde		Clase 5, suelo tentativamente no arable, rosado	
Clase 3, suelo arable, azul		Clase 6, suelo no arable, sin color	

Figura 1: Colores oficiales para la representación cartográfica al clasificar los suelos agrologicamente según su aptitud para el riego.

Fuente: "Manejo y conservación de los Suelos y Aguas", por Iñiguez Max, 1999.

Clase 1, Arable, Amarillo:

Comprende los suelos con mayor aptitud para la agricultura con riego, porque producen rendimientos sostenidos y relativamente altos, con un grupo números de cultivares adaptados a las condiciones climáticas, a un costo razonable.

Estos suelos tienen poca pendiente, profundos, de textura media, bien estructurados, lo que permite la fácil penetración de las raíces, aire y agua; tienen buen drenaje y, sin embargo, buena capacidad de retención de agua aprovechable; no presentan acumulaciones perjudiciales de salinidad.

Clase 2, Arable, Verde:

Comprende los suelos con moderada aptitud para la agricultura con riego. En comparación con la clase 1 su capacidad productiva es menor, se adaptan a un grupo de cultivos más reducido, y la preparación para el riego, así como su explotación agrícola, son más costosos.

Estos suelos no son tan deseables como la clase 1, debido a limitaciones corregibles o no, tienen más baja capacidad de retención del agua aprovechable, ocasionado por texturas más livianas o por la menor profundidad del suelo; poco permeables, debido a capas arcillosas o compactación del subsuelo; pueden ser moderadamente salinas, lo cual limita su productividad o implica costos moderados para el lavado de sales.

Clase 3, Arable, Azul:

Comprende los suelos de menor aptitud para la agricultura con riego. En comparación con la clase 2 es menor, porque presentan deficiencia de suelo, topografía o drenaje.

Pueden tener buena topografía, pero debido a condiciones de suelo, tienen más restringida adaptabilidad a los cultivos y requieren métodos de riego muy especiales, o grandes cantidades de agua, además de demandar mayor fertilización o prácticas más intensivas de mejoramiento del suelo.

Clase 4, Arable Limitada, Café:

Llamada también de uso especial, comprende los suelos que solo después de estudios especiales de ingeniería y economía demuestran que son arables. Pueden tener una excesiva deficiencia específica o deficiencias susceptibles de corrección a un costo alto. Las deficiencias pueden ser: drenaje inadecuado, excesiva cantidad de sales que requieren lavados intensivos, ubicación desfavorable que determina inundaciones periódicas o

hacer muy dificultosa la distribución y la remoción de los excedentes de agua, topografía muy irregular, excesiva cantidad de piedras sueltas en la superficie. Las deficiencias corregibles requieren fuertes inversiones, superiores a la clase 3, pero justificables por los beneficios que se espera.

Clase 5, Tentativamente no Arable, Rosado:

Comprende los suelos arables bajo las condiciones naturales; pero tienen un valor potencial suficiente para justificar su segregación tentativa, con el fin de hacer en ellos estudios especiales antes de completar su clasificación definitiva; incluye así mismo aquellos suelos en proyectos existentes que, para incluirse entre los arables, requieren trabajos previos de construcción o mejoramiento de los suelos.

Las deficiencias pueden ser de suelo, tal como la excesiva salinidad, topografía muy irregular, inadecuado drenaje, o excesivo contenido de rocas o cobertura de árboles.

Clase 6, no Arable, sin Color:

Comprende los suelos no arables bajo las condiciones existentes en el proyecto, debido que no cumplen con el mínimo de requisitos para ser incluidas en otras clases. Generalmente, la clase 6 comprende los suelos quebrados, irregulares, escarpados o muy erosionados, suelos de textura muy pesada o muy liviana; suelos muy delgados sobre grava, caliza, arenisca o arcilla compactada; suelos con drenaje inadecuado, sodificación y salinidad. Los suelos de clase 6 no tienen suficiente capacidad de pago para justificar su consideración como regable.

2.2.3 Subclases de suelos (Iñiguez Max. 1999)

Comprenden las deficiencias de suelo (s), topografía (t), y drenaje (d) para ubicar áreas en una clase inferior a 1.

Subclases para las Clases 1, 2 y 3 o Básicas:

La interacción o efectos acumulativos de las deficiencias justifican la colocación del suelo en cuestión, en una clase más baja. Cualquier combinación que contenga una deficiencia correspondiente a clase 3, junto con otra deficiencia del nivel de clase 2 o 3 determina la colocación del suelo en clase 4, 5 hasta 6.

Así un suelo clase 3s, colocada en 3 debido a la interacción de las deficiencias correspondientes a clases muy altas como suelo 2s (2, por suelo), y suelo 2t (2, por topografía) da por resultado suelo clase 3st.

Debido a que en las especificaciones los rangos de variación son amplios, la interacción puede dar una clase 6st, las subclases básicas de las clases de suelo son: s, t, d, st, sd, y std.

Subclases para la Clases 4:

Cuando se clasifican los suelos como clase 4 se lo hace en base a un mínimo de especificaciones. Para esta clase se reconocen las subclases; pasto (P), frutales (F), arroz (R), hortalizas (V), desarrollo suburbano (H), riego por aspersión (S); y riego subterráneo (U). La inclusión de estos suelos, se lo hace considerando las subclases básicas s, t y d. Así la clase 4 Pts indica la clase 4, subclases (para pastos) con deficiencias de t (topografía) y s (suelo).

Subclases para la Clases 5:

Son designaciones tentativas para estudios de campo solamente, mientras se realizan las determinaciones posteriores de arabilidad o regabilidad de los suelos de clasificación dudosa. En los términos de operación los suelos de clase 5 pueden mantenerse en esta clase hasta completar las diferentes fases de construcción y mejoramiento de ellas con el fin de hacer la tierra regable.

Subclases de Fisiografía:

Siempre que la dotación de agua al suelo arable constituye un problema particular debido a su fisiografía, así; aislada (i), alta (h), o baja (l), el suelo se clasifica, primero con respecto a su arabilidad, y segundo, con respecto a los factores que afectan a su regabilidad. Si durante el estudio la tierra si es regable, dicho factor no se toma en cuenta.

Si no se define, se coloca el segundo tentativo en la clase 5, así; 5h (l) o 5h (2st) indican que la clase arable 1 o 2 st ocupa una fisiografía alta, y requieren mayor investigación para determinar su regabilidad. Si se concluye que los suelos no son regables debido a su fisiografía alta, se clasifican como 6h (l) y 6h (2st).

Subclases de Drenaje:

Las subclases de drenaje, como 5 o 1, se reconocen provisionalmente hasta que estudios complementarios permiten decidir sobre su arabilidad, el suelo, se clasifica primero con respecto al factor modificante que afecta su regabilidad, y segundo, con respecto al problema de drenaje del proyecto que limita su regabilidad. Así: 5d (l) o 5d (2sd), luego de que más estudios determinan la no posibilidad de drenaje, se ubican definitivamente como 6d (l) o 6d (2sd).

En áreas sujetas a problemas de inundaciones, se reconoce la subclase f, ejemplo (5f) y se sigue el mismo procedimiento general para determinar la regabilidad.

En áreas sujetas a problemas de nivelación, se reconoce la subclase u, ejemplo (5u) y se sigue el mismo procedimiento general para determinar la regabilidad.

2.2.4 Suelo Arable (Iñiguez Max. 1999)

Es el que, en unidades de tamaño adecuado y dotado convenientemente de nivelación, drenaje, facilidades de riego y similares, tiene capacidad productiva permanente, para cubrir todos los gastos de producción incluyendo costos de operación y de manteniendo, pagar parte de la inversión efectuada en el suelo, amortizar una cantidad razonable del costo del proyecto; y, proveer al agricultor y su familia un nivel adecuado de vida.

2.2.5 Área Arable (Iñiguez Max. 1999)

Comprende todos los suelos clasificados, cuya capacidad de pago es suficiente para justificar la consideración de su desarrollo bajo riego.

2.2.6 Suelo Regable (Iñiguez Max. 1999)

Es la tierra arable bajo un plan específico por medio del cual una fuente de agua es o puede ser hecha aprovechable y la cual esta provista, o existen los planes para proveerla de riego, drenaje, protección contra la inundación, y de otros acondicionamientos o facilidades necesarias para un riego permanente.

Tabla 1: .Profundidad de lectura del correntómetro

Tirante de agua (d)	Profundidad de lectura del correntómetro
Cm	Cm
< 15	$d / 2$
$15 < d < 45$	$0,6 \cdot d$
> 45	$0,2 \cdot d$ y $0,8 \cdot d$ $0,2 \cdot d$, $0,6 \cdot d$ y $0,8 \cdot d$

Fuente: "Manual de hidrometría", p.6, por PSI, 2005.

2.2.7 Área Regable (Iñiguez Max. 1999)

Comprende aquella parte del área que puede ser cultivada como resultado del desarrollo total del proyecto o de una parte del mismo. La tierra arable se determina dentro del área arable, considerando las limitaciones impuestas por las disponibilidades de agua, el costo de las facilidades y servicios; y, requerimientos para propósitos adicionales no productivos como derechos de vías y otros. El número de hectáreas así determinado constituye el área regable publicada en la memoria técnica de los proyectos de riego.

2.2.8 Suelo Productivo (Iñiguez Max. 1999)

Es la máxima cantidad de hectáreas del área regable cultivada y sirve de base para la determinación de los requerimientos de agua, gastos de los canales y capacidad de pago. El área productiva siempre será menor (5 a 8 %, para guardarayas, paso de canales y más infraestructura) que el área regable del proyecto o unidad del mismo, y su extensión depende del sistema de riego utilizado, intensidad de la explotación y de otros factores.

2.2.9 Importancia de la Clasificación de las Tierras (Carrera. 1986)

Señala que, de los estudios de clasificación de tierras se puede obtener una predicción confiable concerniente a la capacidad natural productiva del recurso tierra, además de permitir normar adecuadamente el sistema de explotación empleado en la zona, mediante el establecimiento de un plan de acción pública regional.

2.2.10 Factores Físicos en la Clasificación de Suelos para Riego (USDA, (1973)

Valverde. 2007)

Los factores físicos tomados en cuenta para la clasificación de suelos para riego son:

-Suelo (s): la calidad del suelo es uno de los principales criterios para evaluar la tierra. Con evaluaciones suplementarias de: poca profundidad a arena gruesa; poca profundidad a capa impermeable; textura muy gruesa; textura muy fina; pedregosidad; salinidad y alcalinidad.

-Topografía (t): refleja la factibilidad de desarrollo de la tierra para riego. Con evaluaciones suplementarias de: pendiente; superficie y rocas en la superficie.

-Drenaje (d): de gran impacto cuando debe ser efectuado por el agricultor, pues influye en todos los demás factores. Con evaluaciones suplementarias de: drenaje superficial; drenaje interno y salida de drenaje.

2.2.11 Factores Económicos (Iñiguez Max. 1999)

Los de mayor importancia son:

-Capacidad productiva: Connota la adaptabilidad y el rendimiento de los cultivos o capacidad de producir cosechas para el hombre en forma sostenida, por efecto de las condiciones climáticas, como distribución de las lluvias, temperatura y movimiento del aire; características del suelo, tales como textura, profundidad, salinización, sodificación, permeabilidad y fertilidad; características topográficas, tales como pendiente, relieve y fisiografía; disponibilidad de agua tales como cantidad y calidad; y, drenaje, por ser determinante en el número de especies de plantas, la producción y productividad.

-Costos de Producción: Se refiere a los costos anuales de producción tales como los destinados a mano de obra, enmiendas al suelo, equipo y agua, los que están relacionados directamente con las especies de plantas cultivadas, y los factores físicos tales como el suelo, topografía y drenaje, así, el tamaño, forma y posición de las parcelas influyen en la longitud del

surco, el método de riego, la facilidad de laboreo y los factores relacionados con ellos que, a su vez determinan los costos de mano de obra, equipo y agua.

-Desarrollo de la Tierra: La extensión y costo del desarrollo de la tierra están determinados, en buena parte por las características topográficas, aunque el suelo y subsuelo, así como la cobertura son importantes, así, el costo de desforestación y nivelación para el riego de una zona cubierta de árboles y quebrada es, significativamente, más elevado que el de preparar un área cubierta de poaceas, de micro relieve liso y de pendiente suave.

2.2.12 Análisis Textural (Zavaleta. 1992)

La textura de los suelos se determina por procedimientos de laboratorio conociendo como análisis mecánico o del tamaño de las partículas, el fundamento es determinar la distribución porcentual de las partículas individualizadas de las fracciones de arena limo y arcilla.

2.2.13 Estructuración de los Suelos (Zavaleta. 1992)

Sus partículas se disponen en forma organizada, siguiendo algunas leyes fijas y según la acción de las fuerzas naturales susceptibles de análisis. En los suelos formados por partículas relativamente grandes (gravas y arenas) las fuerzas que intervienen para formar la estructura son bastante bien conocidas y sus efectos son relativamente simples de calificar, por ello; prácticamente no hay discusión respecto al mecanismo de estructuración que por otra parte, es verificable a simple vista.

2.2.14 Capacidad de Campo (Roy. 1985)

Representa un concepto práctico, que trata de reflejar la cantidad de agua que puede tener un suelo cuando se pierde el agua gravitatoria de flujo rápido, después de pasados unos dos días de las lluvias (se habrá perdido

algo de agua por evaporación y consumo de las plantas). La fuerza de retención del agua variará para cada suelo, pero se admite generalmente una fuerza de succión de $1/3$ de atmósfera. La capacidad de campo consiste en tomar la humedad de una muestra extraída en el campo dos días después de una lluvia importante. Generalmente se considera que así se obtiene una humedad en exceso (especialmente para los suelos de texturas finas) debido a que incluiría parte del agua de desagüe lento.

2.2.15 El Agua del Suelos (Bosoain. 1985)

La fase líquida del suelo está constituida por el agua y los iones disueltos en ellos formando la solución suelo. Es evidente que sin agua no puede haber solución suelo, ni crecimiento económico de los cultivos, por lo tanto su estudio es de gran importancia. La disponibilidad del agua para las plantas, depende de la tensión con la cual es sostenida por las partículas del suelo. A medida que el contenido de agua disminuye, ya sea por evaporación o por absorción de las plantas. Estas requieren mayor energía para tomar el agua hasta alcanzar un valor total de tensión en la cual las raíces ya no podrán tomar agua del suelo.

2.2.16 Capacidad de Retención (Roy. 1985)

Cantidad máxima de agua que el suelo puede retener. Representa el almacenaje de agua del suelo. Se produce después de las precipitaciones atmosféricas cuando el agua gravitatoria ha percolado; no obstante, durante ese período se producen pérdidas por evaporación, absorción de las plantas, etc. Por ello es muy difícil de medir. Hay una medida equivalente que se realiza en el laboratorio. Corresponde al agua higroscópica más la capilar, es decir el agua que ocupa los poros de hasta 8 micrones.

2.2.17 Uso de la Tierra (Iñiguez Max. 1999)

Se usa la siguiente metodología: suelos cultivados con riego (C), suelos cultivados sin riego (L), suelos con pastos permanentes con riego (P), suelos con pastos permanentes sin riego (G), matorral o bosques (B), áreas suburbanas (H); suelos sin uso y misceláneas (W); y, para derechos de vías existentes ROW.

2.2.18 Productividad y Desarrollo del Suelo (Iñiguez Max. 1999)

Se define como la capacidad del suelo para producir un cultivar específico o una secuencia de cultivos bajo un determinado grupo de prácticas de manejo. El desarrollo del suelo consiste en la preparación de la misma para ser regada, incluyendo nivelación, regueras en las parcelas, dotación de drenes de las mismas y mejoramiento inicial de los suelos.

Se usan símbolos como 22, lo cual indica un nivel de productividad de clase 2 y un nivel de clase 2 de costo de desarrollo del suelo, previstos en el suelo 3std y que la interacción de estos factores establece el probable nivel de capacidad de pago correspondiente a la clase 3.

2.2.19 Demanda de Agua de las Parcelas (Iñiguez Max. 1999)

La sobre estimación puede determinar la exclusión de buenos suelos que pueden regarse, en tanto que la subestimación puede determinar interrupciones en el suministro a los suelos.

Se usan símbolos como: A para bajo, B para medio y C para alto, tomando en cuenta condiciones de suelo, topografía y drenaje, probable uso del suelo durante el desarrollo del proyecto, método de riego y otros.

2.2.20 Drenabilidad del Suelo (Iñiguez Max. 1999)

Durante la investigación los movimientos del agua se verifican en los perfiles o en hoyos profundos.

Se usan símbolos como: X para buena, Y para restringida y Z para pobre, tomando en cuenta las características físicas y químicas que contribuyen a la velocidad de movimientos del agua, suministrando en el riego, a través del perfil.

2.3 Definiciones básicas

Suelo

Cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas. **(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO))**

Suelo Salino

Son suelos que presentan una conductividad eléctrica (capacidad de una solución de transmitir la electricidad, la cual está en relación directa con su contenido de sales) en el extracto de saturación de 4 o más dSm-1, un PSI < 15% y generalmente su pH es menor a 8.5. Con frecuencia estos suelos presentan costras salinas blancas en la superficie por lo que son llamados álcali blanco. **(Jaramillo J. Daniel F. 2002)**

Suelo Sódico

Estos suelos poseen un PSI > 15%, una conductividad eléctrica < 4 dSm-1 y generalmente presentan pH > 8.5; se les da el nombre común de álcali negro porque normalmente presentan acumulación de materia orgánica dispersa en la superficie por lo cual adquieren una película de color oscuro en ella. **(Jaramillo J. Daniel F. 2002)**

Textura del Suelo

El tamaño relativo de las partículas de suelo se expresa en el término textura, que se refiere a la finura mayor a menor del suelo. De manera más específica, textura es la proporción relativa de arena, limo y arcilla. **(Henry D. Foth, 1996)**

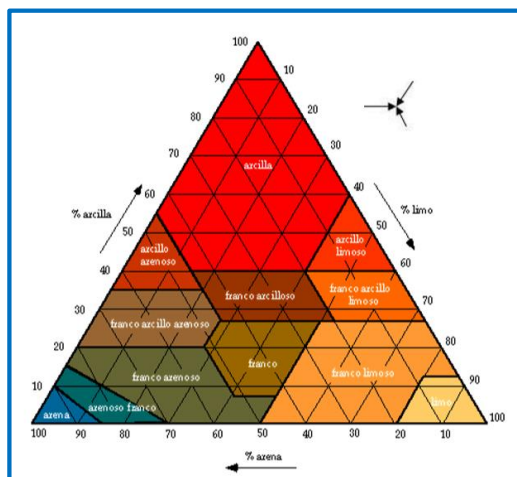


Figura 2: Diagrama Textural

Fuente: “Evaluación de la Aptitud de los Suelos para Riego con base en su Infiltrabilidad y Múltiples Criterios en la Cuenca baja del río Isquillani, Municipio de Cosapa – Provincia Sajama, Departamento de Oruro”, por Zegarra Silva Yoshimar, 2015.

Estructura del Suelo

Se refiere a la agregación de las partículas primarias de suelo (arena, limo, arcilla) en partículas compuestas o en grupos de partículas primarias, que están separados de los agregados adyacentes por debilidad de las superficies. **(Henry D. Foth, 1996)**

Color del Suelo

El contenido de materia orgánica, la condición del drenaje y la aeración son propiedades del suelo que están relacionadas con el color, los investigadores utilizan el color como auxiliar en la clasificación de los suelos y el color les sirve para inferir información acerca de las condiciones y fuerzas activas que han operado durante la formación del suelo. **(Henry D. Foth, 1996)**

Conductividad Hidráulica

Una expresión de la facilidad del agua para fluir a través del suelo en respuesta a cierto gradiente de potencial de agua. **(Henry D. Foth, 1996)**

Horizonte del Suelo

Una capa de suelo o de material de suelo aproximadamente paralela a la superficie del terreno y que difiere de capas adyacentes genéticamente relacionadas con ella en propiedades físicas, químicas y biológicas o en características como color, estructura, textura, tipo y número de organismos presentes, grado de acidez o alcalinidad. **(Henry D. Foth, 1996)**

Capacidad de infiltración

Se denomina capacidad de infiltración a la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo. La capacidad de infiltración depende de muchos factores; un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto. **(Wikipedia)**

Nivel Freático

La cara superior del agua subterránea o la profundidad abajo de la cual el suelo está saturado de agua. **(Henry D. Foth, 1996)**

Permeabilidad

Capacidad de una roca o de un suelo de permitir el paso de un fluido a través suyo. Medida de la relativa facilidad en que un fluido pasa a través de un material bajo una diferencia de presión dada. La permeabilidad es una característica del material, independientemente de las propiedades físicas del fluido que pasa a través suyo, y es diferente del coeficiente de permeabilidad o conductividad hidráulica. La permeabilidad de un material está dada por la velocidad de descarga del fluido con el cual se hace el ensayo, v , el gradiente hidráulico, i , el

peso unitario del fluido, γ_w en el caso del agua, y su viscosidad, η , de acuerdo con la ecuación $K = \frac{v \eta}{i \gamma_w}$. **(Glosario Geotecnia / Terminos)**

Clase de permeabilidad	Indice de permeabilidad		Tipo de suelo
	(cm/hora)	(cm/día)	
Muy lenta	<0.13	<3	Arcillas, clay pan, masivos
Lenta	0.13 - 0.6	3 - 12	Arcillas, masivos, limosos
Moderadamente lenta	0.6 - 2.0	12 - 48	Franco arcillo limosos
Moderada	2.0 - 6.3	48 - 151	Franco limoso, franco
Moderadamente rapida	6.3 - 12.7	151 - 305	Franco arenoso
Rápida	12.7 - 25	305 - 600	Arena franca, suelo sin estructura
Muy rápida	> 25	> 600	Arena franca gruesa, arena suelta, grano simple

Tabla 2: .Clasificación de los Suelos de acuerdo a la especie mineral

Fuente: "Recuperación de suelos degradados por erosión, contaminación, salinización y acidez.", por Guerrero J., 2010

Calicata

Las calicatas o catas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno. Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala retroexcavadora. Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. **(Wikipedia)**

Infiltración

Cuando el agua penetra al subsuelo es gradualmente conducida a capas más profundas y puede penetrar a través de los mantos rocosos subterráneos, pasando entre sus pequeñas grietas. A este fenómeno se le llama infiltración. **(Glosario Geotecnia / Terminos)**

Materia Orgánica

Es materia elaborada de compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas, animales y sus productos de residuo en el ambiente natural. La materia orgánica está formada por materia inerte y energía. Las estructuras básicas están formadas de celulosa, tanino, cutina, y lignina, junto con varias otras proteínas, lípidos, y azúcares. Es muy importante en el movimiento de nutrientes en el medio ambiente y juega un rol en la retención del agua en la superficie del planeta Tierra. **(Wikipedia)**

Drenaje

Capacidad de llevar agua de un punto a otro, generalmente con fines de irrigación, de evacuación o distribución natural. **(Glosario Ecología / Termino)**

Topografía

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. **(Wikipedia)**

Pendiente

Inclinación del terreno respecto a un plano horizontal. El cálculo resulta sencillo, a partir del desnivel vertical del terreno y de la distancia horizontal entre dos puntos del espacio. La pendiente se mide en grados o porcentajes. El valor porcentual se expresa en la relación del desnivel y la distancia horizontal expresada en tanto por ciento. **(Glosario Sistemas de Información Geográfica / Término)**

Potencial de Hidrogeno

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidrógeno presentes en determinadas disoluciones. La sigla significa potencial de hidrógeno o potencial de hidrogeniones. **(Wikipedia)**

Fisiografía

Los atributos característicos de la apariencia de la superficie de la tierra, especialmente relacionados con la topografía y el tipo de suelos. **(Glosario Ecología / Terminos)**

Capacidad de Intercambio Catiónico

Es la medida de la capacidad que posee un suelo de adsorber cationes y es equivalente a la carga negativa del suelo. Esta propiedad es la que define la cantidad de sitios disponibles para almacenar los cationes en el suelo. Los cationes que son sometidos a esta retención quedan protegidos contra los procesos que tratan de evacuarlos del suelo, como la lixiviación, evitando así que se pierdan nutrientes para las plantas. Además, como la retención se hace superficialmente obedeciendo a deferencias de carga electrostática, los cationes adsorbidos pueden ser intercambiados por otros de la solución del suelo, convirtiéndose en cationes intercambiables, necesarios en los procesos de nutrición de la planta. **(Jaramillo J. Daniel F. 2002)**

Relieve

Conjunto de formas de una superficie. Altura de un relieve es la distancia vertical entre su cumbre y el nivel del mar. De la descripción de los relieves se ocupa la orografía, y de su medición, la orometría. La forma de los relieves depende de su génesis y su estructura; de allí la distinción entre relieve estructural (toda forma cuya definición dice relación a la estructura) y relieve de erosión, término que califica las formas no estructurales que forman parte del modelado. **(Glosario Geografía física / Términos)**

Carbonato de calcio

El carbonato cálcico (CO_3Ca) se mide normalmente por el método llamado del Calcímetro de Bernard y su resultado se da en porcentaje en peso de caliza en el suelo. Es un método sencillo y que da unos resultados bastante fiables. Sin embargo, debido a que los suelos calizos son en muchas ocasiones muy poco homogéneos, sobre todo si la caliza no se presenta en forma pulverulenta mezclada con el suelo, sino que está en forma de nódulos, láminas o enrejados. Los porcentajes superiores al 35-40% de caliza total pueden ocasionar problemas de productividad en los cultivos, sobre todo si se trata de plantas anuales o árboles jóvenes y estos niveles se encuentran en el horizonte superficial. **(Interpretación de suelos)**

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

3.1.1 Ubicación y extensión del área de estudio

El presente proyecto de investigación se realizó en la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, ubicado en la margen izquierda del río Tumbes en la parte más baja del valle, Fundo La Cruz, Lateral B.

Ubicación política:

Departamento: Tumbes.

Provincia: Tumbes.

Distrito: La Cruz

Ubicación Geográfica:

La parcela agrícola de la Universidad Nacional de Tumbes, geográficamente está ubicada entre los paralelos 3° 25' y 3° 35' de latitud Sur y entre los meridianos 80° 13' y 80° 35' de longitud Oeste de Grenwinch, a una altura aproximada de 5 msnm. **(Mogollón, 1983)**

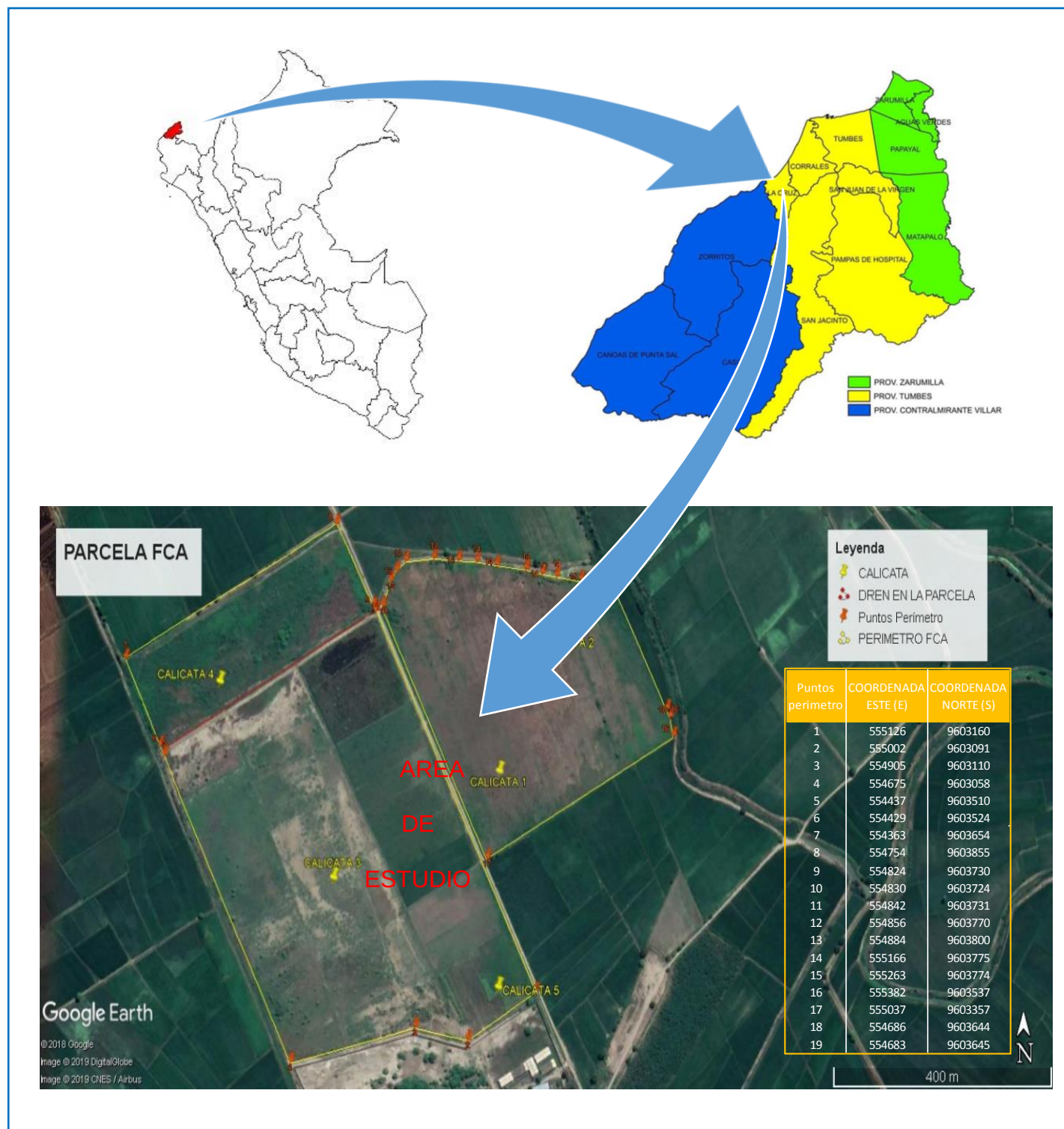


Figura 3: Ubicación del área de estudio

Fuente: Elaboración propia. (Google Earth).

3.1.2 Historia del Campo

La parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, desde su inicio como filial de la Universidad Nacional de Piura, (1977 - 1984) perteneció al Instituto Agropecuario de Tumbes, realizándose la primera campaña arrocera como campo agrícola de la Universidad Nacional de Piura filial Tumbes a partir del mes de enero de 1978.

En estos campos se han venido realizando la siembra de cultivos como: arroz, maíz, pastizales, soya, con propósitos de comercialización así como de investigación y experimentación, teniendo en cuenta que en el valle de Tumbes hasta antes del año 1984 sólo se sembraba una campaña de arroz en el año (Diciembre- Julio), instalando soya como cultivo alternativo durante los meses (agosto- noviembre), siendo importante señalar que después del año 1984, en el valle de la hoy Región Tumbes se realizan dos campañas en el año.

Oficializando la siembra de dos campañas por año del cultivo de arroz desde el año 1987, llevando hasta la fecha campañas consecutivas de este monocultivo. **(Herrera, S. T. 2011)**

3.1.3 Clima

Su clima semi - tropical corresponde a una zona de transición entre el régimen tropical húmedo ecuatorial y el desértico de la costa peruana. Las características promedio del clima registrado en la Estación Tumpis durante ocho años desde los meses de enero a diciembre del año 2009 al 2016 son las siguientes:

Temperatura mínima	22,46 °C
Temperatura media	25,42 °C

Temperatura máxima	29,73 °C
Humedad relativa	83,63 %
Precipitación total	31,20 mm
Horas de sol	136,48 Hrs
Velocidad del viento	2,025 m/seg

Estos datos de clima fueron proporcionados por el Centro Experimental Tumpis – PEBTP de su estación meteorológica, asegurando así una consistencia de datos que garantice una confiabilidad en la predicción de los resultados. **(Centro Experimental Tumpis – PEBTP)**

3.1.4 Hidrografía

El río Puyango – Tumbes mide aproximadamente 239 Km de longitud y su área de drenaje es de 5802.03 Km² en su desembocadura correspondiendo un 34% al territorio peruano y el 66% restante al territorio ecuatoriano.

Las descargas máximas del río Puyango - Tumbes se presentan generalmente en el primer trimestre de cada año y en algunos casos en la primera quincena del mes de abril. En el período de registros de la Estación El Tigre (1963-1999) la descarga máxima instantánea alcanzó los 3713 m³/s con un nivel hidrométrico de 7.30 m (05 de febrero de 1983; año excepcionalmente húmedo) y el menor valor fue de 325 m³/s correspondiente al mes de marzo de 1968. La descarga media anual del río es de 106 m³/s. **(Lazarte A. 2002)**

3.2 Materiales

Para el desarrollo del presente proyecto se emplearon materiales y equipos de campo, laboratorio y gabinete, que a continuación se detallaran:

3.2.1 Materiales y equipos de campo

- Picos
- Palas

- Winchas
- Machete
- Libreta de campo
- Balde plástico
- Bolsas plásticas
- Lápiz, Lapicero
- Cámara fotográfica, cronometro
- Navegador GPS
- Cilindros infiltrómetros
- Barreno

3.2.2 Materiales, equipos y reactivos de laboratorio

- Muestra de tierra fina seca al aire (TFSA) pasado por tamiz de 2 mm
- Tamiz ASTM
- Probeta de Bouyoucus
- Balanza de laboratorio analítica
- Hidrómetro ASTM -152 H de 0 – 60 g/L
- Termómetro calibrado en °C
- Dispersador eléctrico
- Vaso de dispersión
- Agua destilada
- Hexametafosfato de sodio
- Alcohol amílico
- Agua oxigenada concentrada
- Frasco lavador (pizeta)
- Probeta de 100 ml
- Recipiente con agua
- Papel tolla
- Erlenmeyer de 125 ml

- Embudo de vidrio
- Papel filtro
- Vaso de 100 ml
- Fiola de 100 ml
- Pipeta de 10 ml
- Espátula de metal
- Soporte universal de base rectangular con soporte buretas
- Bureta de 100 ml
- Cloruro de calcio 1N
- Oxalato de amonio
- Cloruro de potasio 2N
- Hidróxido de sodio 1N
- Amonio purpúrate
- Versenato (EDTA) 0.02N
- Embudo buchner
- Bomba de vacío
- Conductimetro
- Estufa graduada
- Tabla Munsell

3.2.3 Materiales y equipos de gabinete

- Equipo de computación
- Impresora
- Hojas bond A-4
- Folder
- Calculadora
- Libreta de apuntes
- USB
- Microsoft Word

- Microsoft Excel
- ArcGIS 10.1
- Google Earth Pro.

3.3 Metodología

La metodología empleada en este proyecto se ejecutó en tres etapas:

3.3.1 Etapa de Campo

- Reconocimiento general del área de estudio.

Se hizo un recorrido con el propósito de conocer el perímetro de la parcela, determinar los lotes a evaluar y delimitar el área donde empezaría la apertura de la calicata.

Esta delimitación fue hecha teniendo el cuidado de que la localización de la Calicata sea lo más representativa al área determinada.



Foto 1: Reconocimiento de las áreas de estudio

Fuente: Elaboración propia

- Localización y orientación de la Calicata.

Estando hecha la delimitación del área, se prosiguió a localizar las cinco calicatas mediante navegador GPS, donde se obtuvieron las siguientes coordenadas:

CALICATAS	COORDENADAS	
	ESTE (E)	NORTE (S)
CALICATA 1	555058	9603479
CALICATA 2	555121	9603674
CALICATA 3	554751	9603322
CALICATA 4	554538	9603613
CALICATA 5	555056	9603161

Tabla 3: Coordenadas de las calicatas en la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias

Fuente: DATUM WGS84 zona 17 s.

La orientación de las calicatas fue de Este a Oeste, para que el perfil este expuesto a la iluminación solar y poder visualizar los horizontes del suelo.

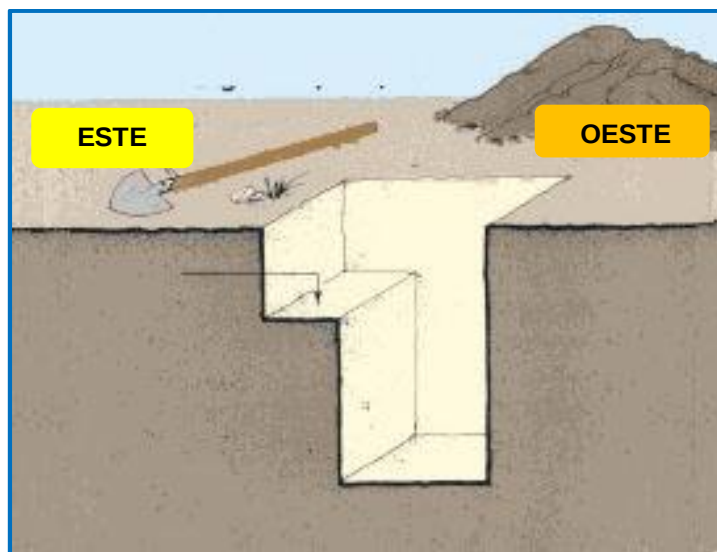


Figura 4: Orientación de la calicata

Fuente: Elaboración propia

➤ Apertura de las Calicatas

Las dimensiones de las calicatas fueron de 0,8 m ancho, 1,5 m largo con una profundidad variable, dependiendo del lugar de muestreo, llegando hasta una profundidad máxima de 1,5 m.

Se procedió a remover la tierra con pala, pico y barreta, al principio fue fácil pues la primera capa era de materia orgánica.

Mientras se iba cavando, también se iba formando una escalera para poder salir y entrar de la calicata sin problemas, esto se hizo con la finalidad de facilitar la toma de muestras.

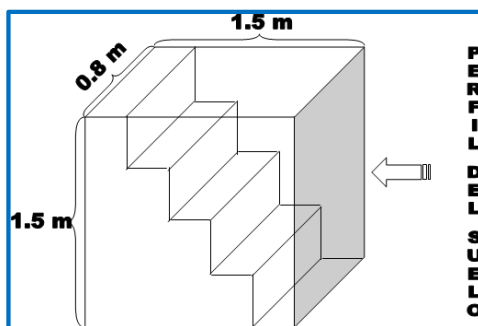


Foto 2: Excavación de la calicata

Fuente: Elaboración propia

Después de terminada la apertura de la calicata, la diferenciación de los horizontes a menudo no es posible reconocer a simple vista, para esto se debe limpiar con una brocha y con un cuchillo se realiza la diferenciación de los horizontes, luego se midió el espesor de cada horizonte y se tomaron las muestras de cada horizonte empezando por el ultimo. Estas muestras fueron llevadas en bolsas plásticas separadas con su identificación para su respectivo análisis en el laboratorio.



Foto 3: Extracción de las muestras de suelo de cada horizonte

Fuente: Elaboración propia

- Se realizó la perforación de pozos con un barreno (Auger Hole), donde consistió en introducir el barreno mediante giros hasta llegar a la profundidad deseada e inmediatamente se mide la elevación del nivel de agua para determinar la permeabilidad y drenaje.



Foto 4: perforación de pozos con barreno

Fuente: Elaboración propia

- Pruebas de infiltración, empleando el método de los cilindros infiltrómetros de doble cilindro. La prueba consistió en introducir dos cilindros de acero de 50 y 30 cm de diámetro y 35 cm de altura en el terreno verticalmente y nivelado. Previamente a la instalación de los cilindros, se realizó limpieza al área de la prueba de infiltración. Los cilindros quedaron clavados en el suelo y de esta manera se obtiene un flujo vertical en el área formada por el cilindro interno. Después se introduce una bolsa plástica y se vierte agua en el cilindro de diámetro pequeño luego se retiró el plástico para comenzar con las mediciones en un tiempo determinado.



Foto 5: Pruebas de infiltración

Fuente: Elaboración propia

- Realización de levantamiento topográfico con el Nivel, para hallar la pendiente.



Foto 6: Levantamiento topográfico con el Nivel

Fuente: Elaboración propia

- También se tomó en cuenta las características externas tales como el relieve, la cubierta vegetal, los drenes, los canales y el uso actual de la tierra.

3.3.2 Etapa de Laboratorio

Esta fase comprendió en que las muestras de suelos extraídas en el campo fueron debidamente secadas al aire y tamizadas (tamiz N° 10 ASTM de 2 mm) con la finalidad de eliminar terrones gruesos.

De cada calicata se tomó una muestra de suelo de aproximadamente 1 kg para que sean analizadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura

Tabla 4: Determinaciones del Análisis Físico – Químicos del Suelo

Determinación	Método	Resultados
Análisis Físico		
Textura	M. del Hidrómetro o Bouyoucos Triangulo Textural	% arena, limo y arcilla Clase Textural
Análisis Químico		
Conductividad eléctrica	M. Conductometro	dS/m
PH 1:2.5	M. Peachimetro	Escala
PSI		
CIC	M. del Acetato de Amonio	m.e.q/100g suelo
Nitrógeno total	M. del Kjeldahl	Por ciento (%)
Materia orgánica	M. del Walkley o Black	Por ciento (%)
Calcáreo (CaCO ₃ %)	M. del Calcímetro	Por ciento (%)
Cationes Cambiables		
K ⁺	M. Acetato de Amonio Neutro	m.e.q/100g suelo
Na ⁺	M. Acetato De Amonio Neutro	m.e.q/100g suelo
Ca ⁺⁺	M. del Versenato	m.e.q/100g suelo
Mg ⁺⁺	M. del Versenato	m.e.q/100g suelo
Elementos asimilables		
Fósforo Disponible	M. de Olsen modificado	ppm
Potasio Asimilable	M. de Peach	ppm

Fuente: “Diagnóstico de las Características Físico – Mecánicas, Químicas e Hídricas, de los Suelos de la Parcela Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias”, por Herrera, S. T., 2011

Cabe señalar que en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes se hicieron las siguientes determinaciones, textura, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y densidad aparente.

3.3.3 Etapa de Gabinete

En la Etapa de Gabinete se realizó la recopilación, análisis y evaluación de los resultados obtenidos en la etapa de campo y en la etapa de laboratorio. En esta etapa se realizó la clasificación del suelo y se elaboraron los mapas que muestran la clase de suelo según su aptitud para el riego.

4. RESULTADOS

4.1 Suelos:

4.1.1 Unidades Fisiográficas

Conforme al estudio de suelos realizados en el presente, la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes ocupa planicie aluvial (suelos planos, bastantes uniformes), con las siguientes pendientes: Sector la Punta 0,0417 %, Overal 0,014 % a 0,12 % y Alto 0,044 %; con escaso o nula pedregosidad.

4.2 Evaluación de los Suelos de la Zona de Estudio

4.2.1 Características Físicas

PARAMETROS	PERFILES				
	CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3	CALICATA 4	CALICATA 5
Prof. Efectiva	120	110	140	120	120
Clase Textural	FoAc	FoAc	FoAc	FoAcLo	FoAc

Tabla 5: Características Físicas de los suelos

Fuente: Elaboración propia en base a los análisis físicos

Podemos visualizar que la profundidad efectiva en la calicata C1; C4 y C5 es de 120 cm de profundidad, las cuales se encuentran sin actividad agrícola.

El perfil con una menor profundidad efectiva corresponde a la calicata C2 con 110 cm de profundidad, la cual se encuentra sin actividad agrícola.

El perfil con una mayor profundidad efectiva corresponde a la calicata C3 con 140 cm de profundidad, la cual se encuentra sin actividad agrícola.

Según el cuadro 03, la calicata C1; C2; C3 y C5 son de Textura Franco Arcilloso y la calicata C4 es la única de clase textural Franco Arcilloso Limoso.

DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO

Los datos obtenidos se presentan de la siguiente forma

I. Informacion del lugar

- a. Numero del perfil: 1180813
 b. Fecha de Observacion: 13 de agosto del 2018
 c. Fecha de Observacion: Distrito La Cruz (Facultad de Ciencias Agrarias)
 d. Coordenadas UTM: Este: 0555058 m E
 Norte: 9603479 m S

- e. Elevación o Altitud: 7 m.s.n.m

- f. Forma del terreno:

- i. Poción fisiográfica: Planicie

- ii. Forma del terreno circundante: Plano o casi plano

- g. Pendiente en la cual esta situada el perfil: Casi a nivel

- h. Vegetación o uso de la tierra: Producción Agrícola

- i. Clima: Sub tropical

II. Informacion General del Suelo

- j. Condiciones de humedad: Seco
 k. Profundidad efectiva: Profundo (120 cm)
 m. Profundidad de la napa freática: 1,20 metros
 n. Drenaje externo: Moderado
 o. Drenaje interno: Imperfecto
 p. Prescencia de piedras en la superficie: No pedregoso
 q. Prescencia de afloramientos rocosos: Ninguno
 r. Evidencia de erosión: Muy leve, erosión hídrica y eólica
 s. Uso actual de la tierra: Sin uso

III. Descripción de los horizontes del suelo

Horizonte	Descripción
"O1"	0 - 3 cm Suelos de horizonte organico, con mayor prescencia de vegetación seca son visibles a simple vista.
"O2"	3 - 5 cm Suelos de horizonte orgánico, con mayor prescencia de vegetación en estado de descomposición.
"A"	5 - 40 cm Suelos de color marrón opaco en estado seco ($2.5YR^{6/4}$), y marrón oliva oscuro estado húmedo ($2.5YR^{3/3}$), textura franco arcilloso; estructura prismática y columnar, algunas grietas, considerado suelo neutro.
"B1"	40 - 80 cm Suelos de color marrón amarillento claro en estado seco ($2.5YR^{7/6}$), y marrón en estado húmedo ($2.5YR^{4/4}$), textura franco; estructura prismática y columnar.
"B2"	80 - 120 cm Suelos de color marrón amarillento claro en estado seco ($2.5YR^{7/6}$), y marrón en estado húmedo ($2.5YR^{4/4}$), textura franco arcilloso arenoso; estructura de bloques gruesos.
R	

DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO

Los datos obtenidos se presentan de la siguiente forma

I. Informacion del lugar

- | | | |
|----|--|--|
| a. | Numero del perfil: | 2180813 |
| b. | Fecha de Observacion: | 13 de agosto del 2018 |
| c. | Fecha de Observacion: | Distrito La Cruz (Facultad de Ciencias Agrarias) |
| d. | Coordenadas UTM: | Este: 0555121 m E
Norte: 9603674 m S |
| e. | Elevación o Altitud: | 7 m.s.n.m |
| f. | Forma del terreno: | |
| | i. Poción fisiográfica: | Planicie |
| | ii. Forma del terreno circundante: | Plano o casi plano |
| g. | Pendiente en la cual esta situada el perfil: | Casi a nivel |
| h. | Vegetación o uso de la tierra: | Producción Agrícola |
| i. | Clima: | Sub tropical |

II. Informacion General del Suelo

- | | | |
|----|--|------------------------------------|
| j. | Condiciones de humedad: | Seco |
| k. | Profundidad efectiva | Profundo (110 cm) |
| m. | Profundidad de la napa freática: | 1,10 metros |
| n. | Drenaje externo: | Moderado |
| o. | Drenaje interno: | Imperfecto |
| p. | Presencia de piedras en la superficie: | No pedregoso |
| q. | Presencia de afloramientos rocosos: | Ninguno |
| r. | Evidencia de erosión: | Muy leve, erosión hídrica y eólica |
| s. | Uso actual de la tierra: | Sin uso |

III. Descripción de los horizontes del suelo

Horizonte	Descripción
-----------	-------------

"O1"	0 - 3 cm	Suelos de horizonte orgánico, con mayor presencia de vegetación seca son visibles a simple vista.
"O2"	3 - 5 cm	Suelos de horizonte orgánico, con mayor presencia de vegetación en estado de descomposición.
"A"	5 - 35 cm	Suelos de color gris en estado seco ($2.5YR^{5/4}$), y marrón oliva oscuro estado húmedo ($2.5YR^{3/3}$), textura franco arcilloso limoso; estructura de bloques prismática y columnar, algunas grietas, considerado suelo neutro.
"B1"	35 - 70 cm	Suelos de color marrón amarillento claro en estado seco ($2.5YR^{7/6}$), y marrón amarillento oscuro en estado húmedo ($2.5YR^{6/8}$), textura franco arcilloso limoso; estructura de bloques prismática y columnar.
"B2"	70 - 110 cm	Suelos de color marrón amarillento claro en estado seco ($2.5YR^{7/6}$), y marrón amarillo claro en estado húmedo ($2.5YR^{4/6}$), textura limoso; estructura de bloques gruesos.
R		

DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO

Los datos obtenidos se presentan de la siguiente forma

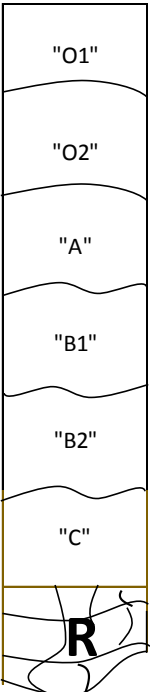
I. Informacion del lugar

- | | | |
|----|--|--|
| a. | Numero del perfil: | 3180813 |
| b. | Fecha de Observacion: | 13 de agosto del 2018 |
| c. | Fecha de Observacion: | Distrito La Cruz (Facultad de Ciencias Agrarias) |
| d. | Coordenadas UTM: | Este: 0554751 m E
Norte: 9603322 m S |
| e. | Elevación o Altitud: | 7 m.s.n.m |
| f. | Forma del terreno: | |
| | i. Poción fisiográfica: | Planicie |
| | ii. Forma del terreno circundante: | Plano o casi plano |
| g. | Pendiente en la cual esta situada el perfil: | Casi a nivel |
| h. | Vegetación o uso de la tierra: | Producción Agrícola |
| i. | Clima: | Sub tropical |

II. Informacion General del Suelo

- | | | |
|----|--|------------------------------------|
| j. | Condiciones de humedad: | Seco |
| k. | Profundidad efectiva | Profundo (140 cm) |
| m. | Profundidad de la napa freática: | 1,40 metros |
| n. | Drenaje externo: | Moderado |
| o. | Drenaje interno: | Imperfecto |
| p. | Presencia de piedras en la superficie: | No pedregoso |
| q. | Presencia de afloramientos rocosos: | Ninguno |
| r. | Evidencia de erosión: | Muy leve, erosión hídrica y eólica |
| s. | Uso actual de la tierra: | Sin uso |

III. Descripción de los horizontes del suelo

Horizonte	Descripción
 "O1"	0 - 3 cm Suelos de horizonte organico, con mayor prescencia de vegetación seca son visibles a simple vista.
"O2"	3 - 5 cm Suelos de horizonte orgánico, con mayor prescencia de vegetación en estado de descompocisión.
"A"	5 - 30 cm Suelos de color marrón amarillento claro en estado seco ($2.5Y\ R^{7/6}$), y marrón amarillento estado húmedo ($2.5Y\ R^{6/8}$), textura arcilloso; estructura de bloques angulares y sub angulares.
"B1"	30 - 70 cm Suelos de color marrón amarillo en estado seco ($2.5Y\ R^{7/8}$), y marrón amarillento en estado húmedo ($2.5Y\ R^{6/8}$), textura arcilloso; estructura de bloques.
"B2"	70 - 105 cm Suelos de color amarillo pálido en estado seco ($2.5Y\ R^{8/6}$), y marrón amarillento en estado húmedo ($2.5Y\ R^{6/8}$), textura arcilloso; estructura granular.
"C"	105 - 140 cm Suelos de color amarillo pálido en estado seco ($2.5Y\ R^{8/6}$), y marrón amarillento en estado húmedo ($2.5Y\ R^{6/8}$), textura arcilloso - arenoso; estructura granular.
R	

DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO

Los datos obtenidos se presentan de la siguiente forma

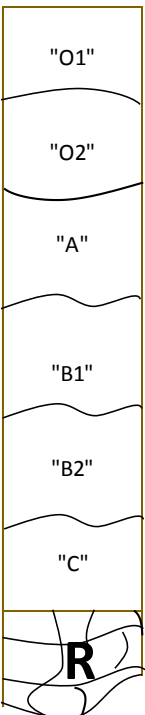
I. Información del lugar

- | | | |
|----|--|--|
| a. | Numero del perfil: | 4180813 |
| b. | Fecha de Observacion: | 13 de agosto del 2018 |
| c. | Fecha de Observacion: | Distrito La Cruz (Facultad de Ciencias Agrarias) |
| d. | Coordenadas UTM: | Este: 0554538 m E
Norte: 9603613 m S |
| e. | Elevación o Altitud: | 7 m.s.n.m |
| f. | Forma del terreno: | |
| | i. Poción fisiográfica: | Planicie |
| | ii. Forma del terreno circundante: | Plano o casi plano |
| g. | Pendiente en la cual esta situada el perfil: | Casi a nivel |
| h. | Vegetación o uso de la tierra: | Producción Agrícola |
| i. | Clima: | Sub tropical |

II. Información General del Suelo

- | | | |
|----|--|------------------------------------|
| j. | Condiciones de humedad: | Seco |
| k. | Profundidad efectiva | Profundo (120 cm) |
| m. | Profundidad de la napa freática: | 1,20 metros |
| n. | Drenaje externo: | Moderado |
| o. | Drenaje interno: | Imperfecto |
| p. | Presencia de piedras en la superficie: | No pedregoso |
| q. | Presencia de afloramientos rocosos: | Ninguno |
| r. | Evidencia de erosión: | Muy leve, erosión hídrica y eólica |
| s. | Uso actual de la tierra: | Sin uso |

III. Descripción de los horizontes del suelo

Horizonte		Descripción
"O1"	0 - 3 cm	Suelos de horizonte organico, con mayor prescencia de vegetación seca son visibles a simple vista.
"O2"	3 - 5 cm	Suelos de horizonte orgánico, con mayor prescencia de vegetación en estado de descomposición.
"A"	5 - 30 cm	Suelos de color marrón amarillento claro en estado seco ($2.5Y R^{7/6}$), y marrón grisáceo oscuro estado húmedo ($2.5Y R^{4/2}$), textura franco - arcilloso - limoso; estructura de bloques prismática y columnar, algunas grietas, suelo considerado ligeramente alcalino.
"B1"	30 - 60 cm	Suelos de color marrón amarillento claro en estado seco ($2.5Y R^{7/6}$), y marrón amarillento oscuro en estado húmedo ($2.5Y R^{6/8}$), textura franco; estructura de bloques prismática columnar.
"B2"	60 - 85 cm	Suelos de color marrón amarillento claro en estado seco ($2.5Y R^{7/6}$), y marrón oliva en estado húmedo ($2.5Y R^{5/6}$), textura franco - limoso; estructura de bloques gruesos.
"C"	85 - 120 cm	Suelos de color marrón amarillento claro en estado seco ($2.5Y R^{7/6}$), y marrón grisáceo oscuro en estado húmedo ($2.5Y R^{4/6}$), textura arena - franca; estructura granular.
		

DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO

Los datos obtenidos se presentan de la siguiente forma

I. Informacion del lugar

- a. Numero del perfil: 5180813
 b. Fecha de Observacion: 13 de agosto del 2018
 c. Fecha de Observacion: Distrito La Cruz (Facultad de Ciencias Agrarias)
 d. Coordenadas UTM: Este: 0555056 m E
 Norte: 9603161 m S
- e. Elevación o Altitud: 7 m.s.n.m
 f. Forma del terreno:
 i. Poción fisiográfica: Planicie
 ii. Forma del terreno circundante: Plano o casi plano
 g. Pendiente en la cual esta situada el perfil: Casi a nivel
 h. Vegetación o uso de la tierra: Producción Agrícola
 i. Clima: Sub tropical

II. Informacion General del Suelo

- j. Condiciones de humedad: Seco
 k. Profundidad efectiva: Profundo (120 cm)
 m. Profundidad de la napa freática: 1,20 metros
 n. Drenaje externo: Moderado
 o. Drenaje interno: Imperfecto
 p. Prescencia de piedras en la superficie: No pedregoso
 q. Prescencia de afloramientos rocosos: Ninguno
 r. Evidencia de erosión: Muy leve, erosión hídrica y eólica
 s. Uso actual de la tierra: Sin uso

III. Descripción de los horizontes del suelo

Horizonte	Descripción
"O1"	0 - 3 cm Suelos de horizonte organico, con mayor prescencia de vegetación seca son visibles a simple vista.
"O2"	3 - 5 cm Suelos de horizonte orgánico, con mayor prescencia de vegetación en estado de descompocisión.
"A"	5 - 30 cm Suelos de color gris amarillento claro en estado seco ($2.5Y\ R^{6/2}$), y marrón grisáceo oscuro estado húmedo ($2.5Y\ R^{4/2}$), textura franco - arcilloso; estructura de bloques prismática y columnar, algunas grietas, suelo
"B1"	30 - 60 cm Suelos de color marrón amarillento en estado seco ($2.5Y\ R^{5/6}$), y marrón en estado húmedo ($2.5Y\ R^{4/4}$), textura franco; estructura de bloques prismática columnar.
"B2"	60 - 85 cm Suelos de color marrón claro brillante en estado seco ($2.5Y\ R^{6/6}$), y marrón oscuro en estado húmedo ($2.5Y\ R^{4/6}$), textura franco; estructura de bloques angulares y sub angulares.
"C"	85 - 120 cm Suelos de color marrón amarillento claro en estado seco ($2.5Y\ R^{7/6}$), y marrón en estado húmedo ($2.5Y\ R^{4/6}$), textura arena - franca; estructura granular.
R	

4.2.2 Características Químicas

PARAMETROS	CALICATAS				
	C1	C2	C3	C4	C5
pH	6,68	7,08	8,04	7,40	7,53
C.E. (dS/m)	0,58	1,08	0,44	0,49	0,85
CO ₃ Ca (%)	0,00	0,15	4,16	0,55	0,66
Mat. Org. (%)	0,33	0,16	0,13	0,17	0,21
N. Total (%)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
P. Disp. (ppm)	10	8	8	9	9
K. Asim. (ppm)	178	146	148	161	166
C.I.C. (meq/100 g.s)	18,03	16,55	16,17	15,95	14,57
Calcio (meq/100 g)	14,08	13,66	13,40	12,46	12,31
Magnesio (meq/100 g)	3,27	2,44	2,26	3,04	2,70
Potasio (meq/100 g)	0,44	0,27	0,38	0,30	0,31
Sodio (meq/100 g)	0,24	0,18	0,13	0,15	0,17

Tabla 6: Características Químicas de los suelos

Fuente: Elaboración propia en base a los análisis químicos

Conforme al cuadro 04, el pH de los suelos de las calicatas 1 y 2 del sector la Punta se halla entre los valores de 6,68 – 7,08 los cuales son considerados suelos neutros.

Además, el pH de los suelos de la calicata 3 del sector Overal tiene un valor de 8,04; lo cual es considerado suelo medianamente alcalino, mientras tanto el pH de la calicata 4 y 5 de los sectores Alto y Overal se hallan entre los valores de 7,4 – 7,53, los cuales son considerados suelos ligeramente alcalinos.

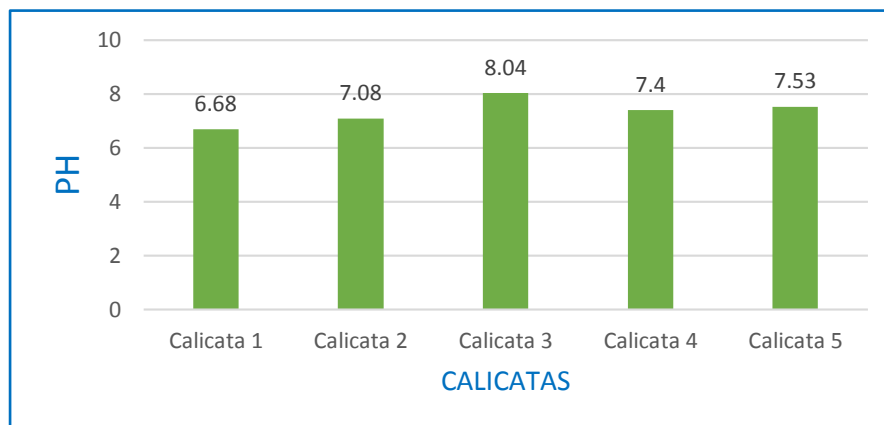


Figura 5: Resultados del pH

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la Conductividad Eléctrica, en la figura 6 se muestran los valores de cada uno, y el valor más alto es de la calicata 2 del sector la punta con 1,08 dS/m, los cuales son considerados como no salinos pues presentan valores menores a 2 dS/m, entonces serian suelos aptos para la implementación de cultivos.

Según la FAO (2017), la Conductividad Eléctrica con valores mayores de 4 dS/m tiene rendimientos limitados en la mayoría de cultivos.

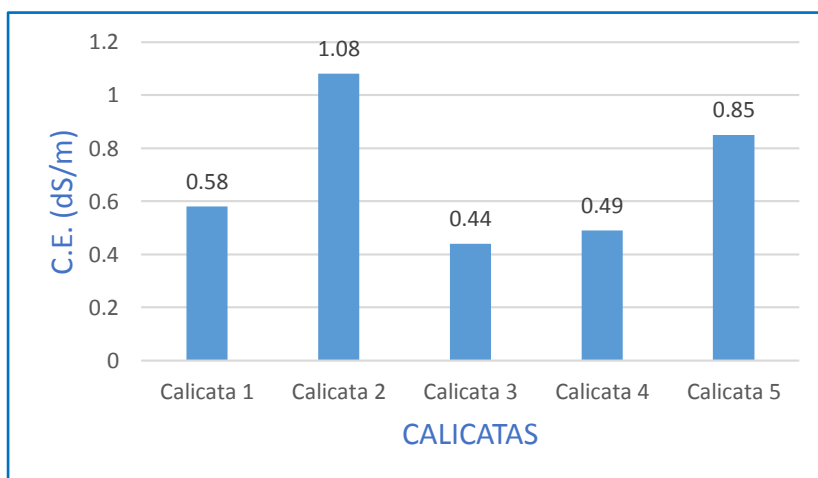


Figura 6: Resultados de Conductividad Eléctrica

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se muestran los resultados de Carbonato de Calcio, en donde la calicata 3 del sector Overal es quien tiene el más alto valor con un 4,16 %, pero no ocasiona problemas al suelo en la implementación de cultivos.

Según Garrido V. S. (1993), los porcentajes superiores al 35-40% de caliza total pueden ocasionar problemas de productividad en los cultivos, sobre todo si se trata de plantas anuales o árboles jóvenes y estos niveles se encuentran en el horizonte superficial.

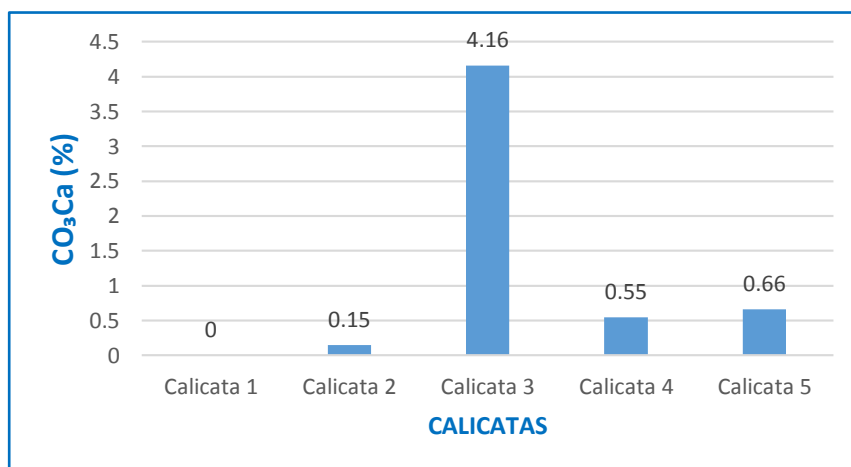


Figura 7: Resultados de Carbonato de Calcio
Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se muestran los resultados de Materia Orgánica y Nitrógeno Total, en donde se observa una disformidad de resultados de materia orgánica teniendo el valor máximo en la calicata 1 del sector la Punta con un 0,33 % y el valor mínimo en la calicata 3 del sector Overal con un 0,13 %, mientras que los resultados de Nitrógeno Total tienen un comportamiento más uniforme teniendo el valor máximo en la calicata del sector la punta con un 0,02 %.

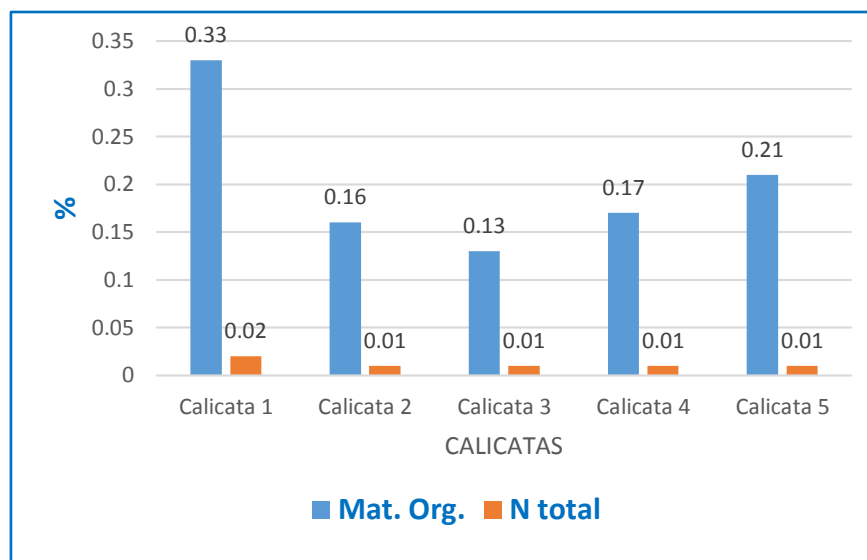


Figura 8: Resultados de Materia Orgánica y Nitrógeno Total

Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se muestran los resultados de Fosforo Disponible en ppm, en donde se observa el valor máximo en la calicata 1 del sector la Punta con 10 ppm y el valor mínimo en la calicata 2 y 3 del sector la Punta y Overal con 8 ppm considerados de disponibilidad media.

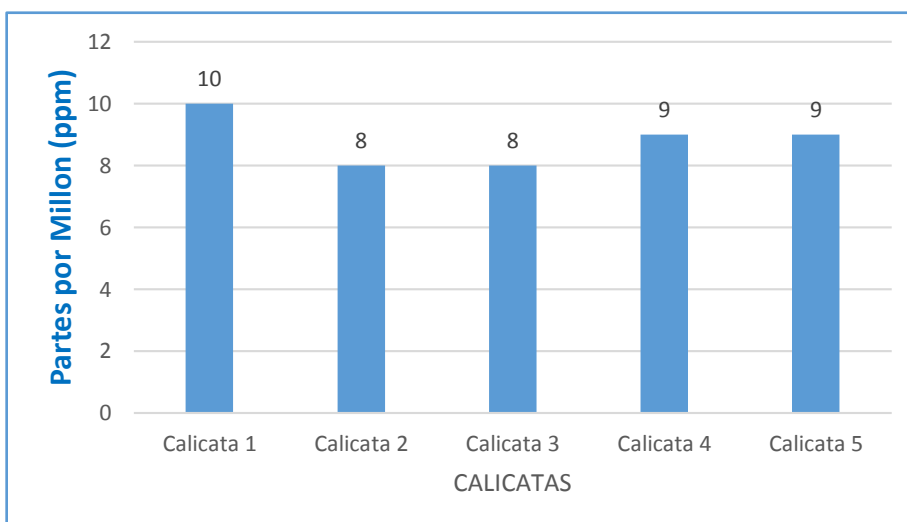


Figura 9: Resultados de Fosforo Disponible

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se muestran los resultados de Potasio Asimilable en ppm, en donde se observa el valor máximo en la calicata 1 del sector la Punta con 178 ppm y el valor mínimo en la calicata 2 del sector la Punta con 146 ppm considerados de disponibilidad media.

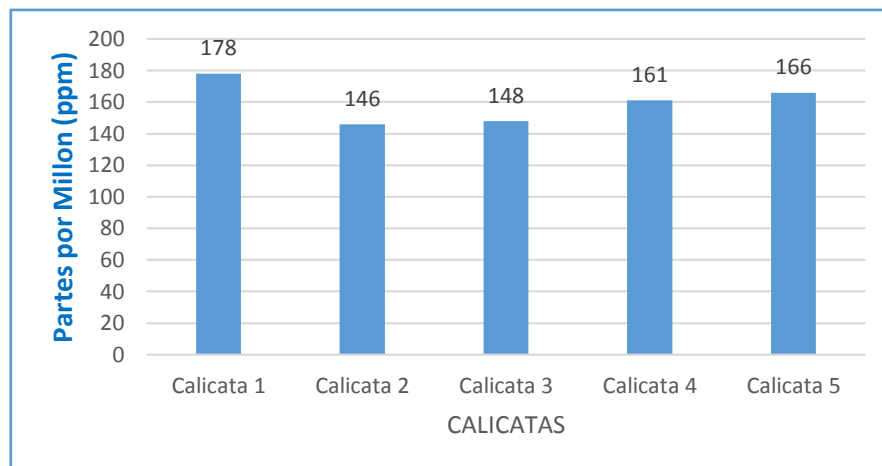


Figura 10: Resultados de Potasio Asimilable

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se muestran los resultados de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), en donde se observa el valor máximo en la calicata 1 del sector la Punta con 18,03 meq/100gr y el valor mínimo en la calicata 5 del sector Overall con 14,57 meq/100gr.

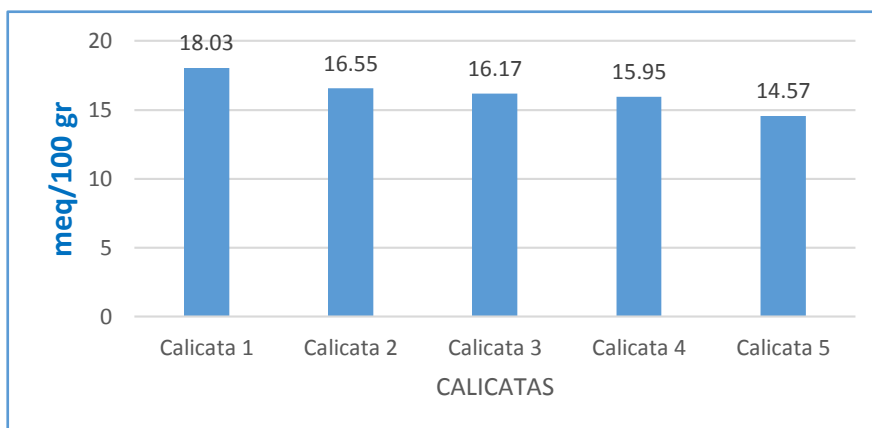


Figura 11: Resultados de Capacidad de Intercambio Catiónico

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se muestran los resultados de cada uno de los Cationes Cambiables (Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio).

En el caso del calcio se observa valor máximo en la calicata 1 del sector la Punta con 14,08 meq/100gr de suelo y el valor mínimo en la calicata 5 del sector Overall con 12,31 meq/100gr de suelo dando una disponibilidad alta; para el magnesio se observa valores de 2,26 a 3,27 meq/100gr de suelo dando una disponibilidad moderada; para el potasio se observa valores de 0,27 a 0,44 meq/100gr de suelo dando una disponibilidad de bajo a moderado; para el sodio se observa valores de 0,13 a 0,24 meq/100gr de suelo dando una disponibilidad bajo.

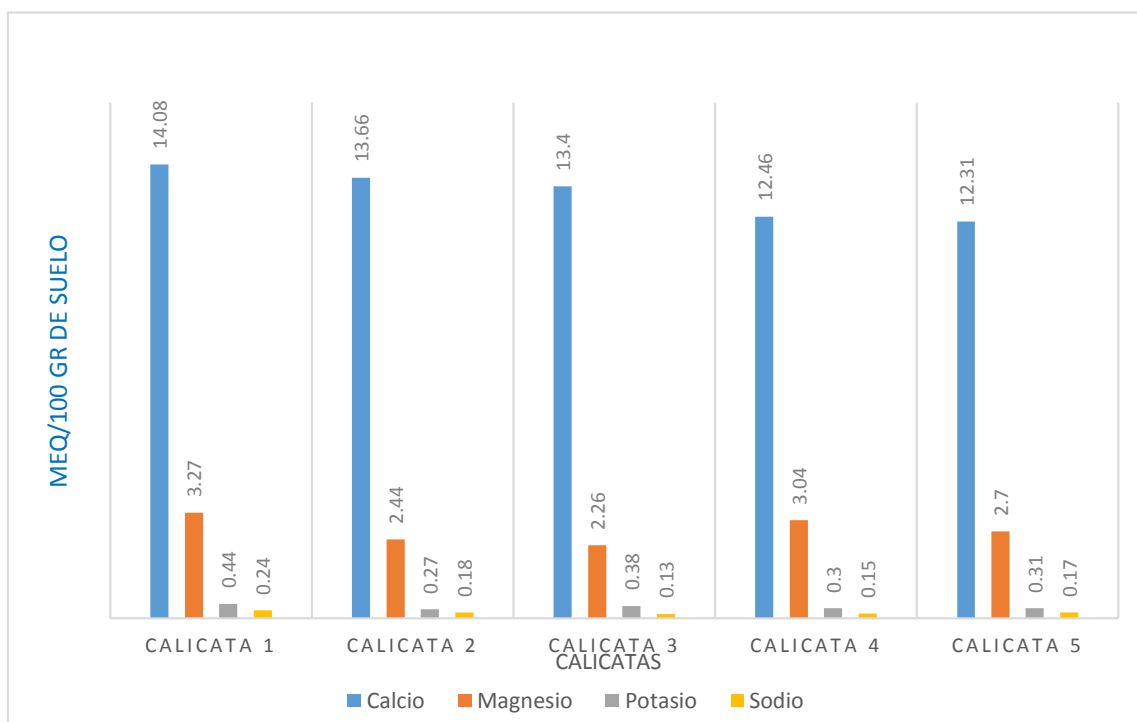


Figura 12: Resultados de Cationes Cambiables

Fuente: Elaboración propia

4.3 Características Hidrodinámicas

4.3.1 Velocidad de Infiltración

La velocidad de infiltración en las cinco calicatas de la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias varía de moderada o moderadamente lenta, con un valor máximo en el sector la Punta 2 de 1,7 cm/hora y un valor mínimo en el sector el Alto de 1,2 cm/hora.

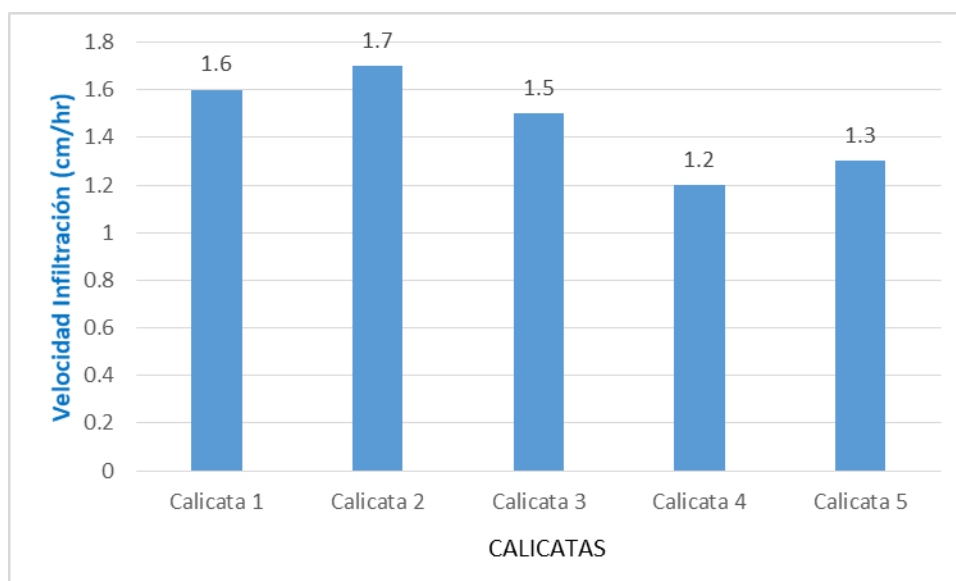


Figura 13: Resultados de Velocidad de Infiltración

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Permeabilidad

La permeabilidad de los suelos de la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias se encuentra en el rango de 0,50 cm/hora – 2,00 cm/hora el cual es moderadamente lenta. Los resultados lo obtuvimos mediante el método de barreno empleando la fórmula de ERNTS

$$K = C \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

$$C = \frac{400}{\left(\frac{H}{R} + 20\right) \left(2 - \frac{y}{H}\right)}$$

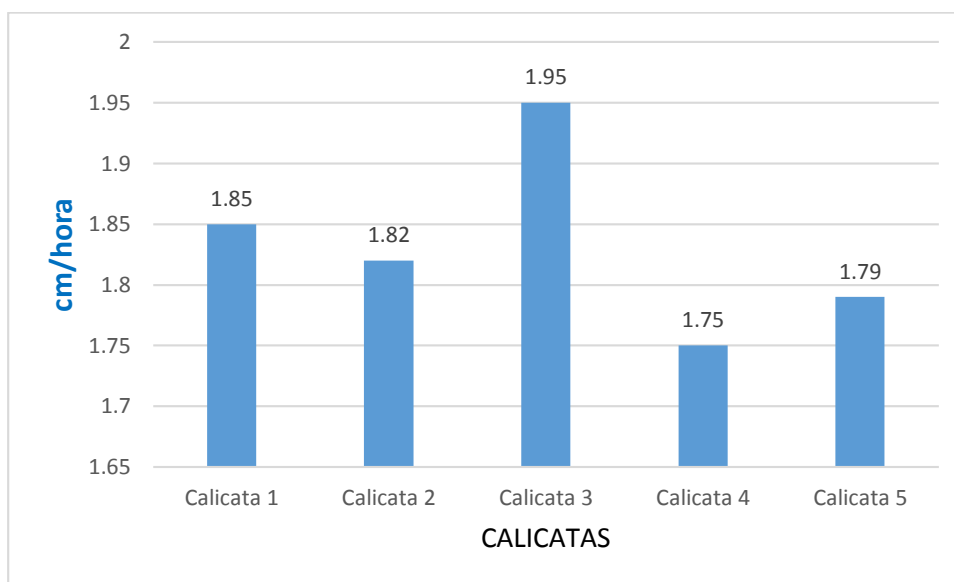


Figura 14: Resultados de Permeabilidad

Fuente: Elaboración propia

4.4 Densidad Aparente

La densidad aparente tiene un valor máximo en el sector Overal 2 de $1,35 \text{ gr/cm}^3$ y valor mínimo en el sector la Punta 2 de $1,2 \text{ gr/cm}^3$.

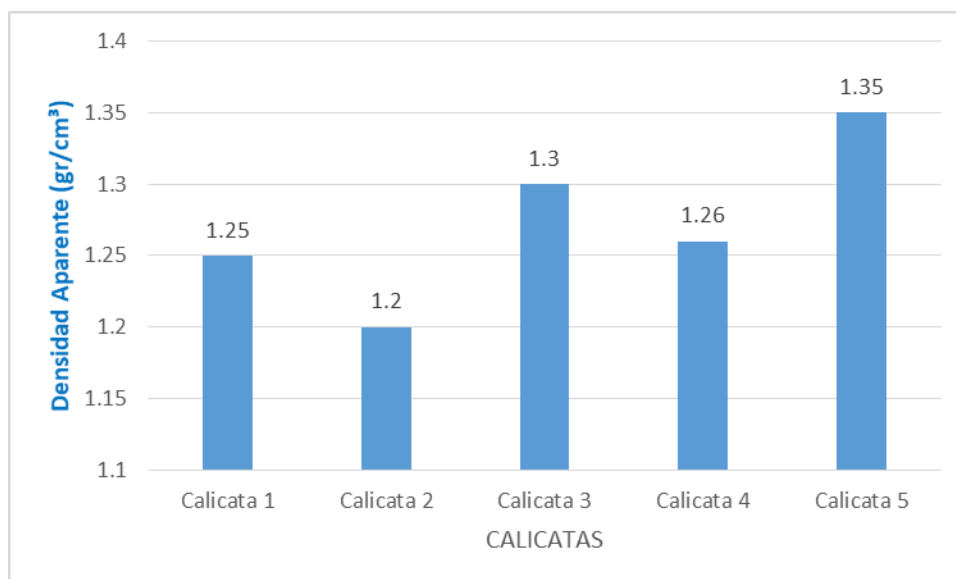


Figura 15: Resultados de Densidad Aparente

Fuente: Elaboración propia

4.5 Clasificación de los Suelos Según su Aptitud para el Riego

SECTOR "LA PUNTA" CALICATA N°1

CLASE 2, ARABLE (VERDE)		CARACTERISTICAS
SUELO		
TEXTURA		Franco Arcilloso (FoAc)
SODIFICACION		6,68 pH, considerado suelo neutro
SALINIDAD		0,58 dS/m, considerado como no salino
TOPOGRAFIA		
PENDIENTE		0,0417 %
SUPERFICIE		Uniforme casi plano, no requiere de pesadas nivelaciones
COBERTURA (piedras sueltas y vegetación)		Insuficiente para modificar la productividad (nula presencia de piedras sueltas y vegetación herbácea en estado seco)
DRENAJE		
SUELO Y TOPOGRAFIA		Es necesario algunas practicas de drenaje, con mejoramiento y mantenimiento.
2d		
L22CY		

2 : Clase 2.

d : Deficiencia de drenaje.

L : Tierra cultivada y no regada.

22 : Clase 2 de productividad, clase 2 de costo de desarrollo de la tierra.

C : Requerimiento de agua alto.

Y : Drenabilidad restringida.

SECTOR "LA PUNTA" CALICATA N°2

CLASE 2, ARABLE (VERDE)	CARACTERISTICAS
	SUELO
TEXTURA	Franco Arcilloso (FoAc)
SODIFICACION	7,08 pH, considerado suelo neutro
SALINIDAD	1,08 dS/m, considerado como no salino
	TOPOGRAFIA
PENDIENTE	0,0417 %
SUPERFICIE	Uniforme casi plano, no requiere de pesadas nivelaciones
COBERTURA (piedras sueltas y vegetación)	Insuficiente para modificar la productividad (nula presencia de piedras sueltas y vegetación herbácea en estado seco)
	DRENAJE
SUELO Y TOPOGRAFIA	Es necesario algunas practicas de drenaje, con mejoramiento y mantenimiento.

2d
L22CY

2 : Clase 2.

d : Deficiencia de drenaje.

L : Tierra cultivada y no regada.

22 : Clase 2 de productividad, clase 2 de costo de desarrollo de la tierra.

C : Requerimiento de agua alto.

Y : Drenabilidad restringida.

SECTOR "OVERAL" CALICATA N°3

CLASE 2, ARABLE (VERDE)	CARACTERISTICAS
	SUELO
TEXTURA	Franco Arcilloso (FoAc)
SODIFICACION	8,04 pH, considerado suelo medianamente alcalino.
SALINIDAD	0,44 dS/m, considerado como no salino
	TOPOGRAFIA
PENDIENTE	0,014 %
SUPERFICIE	Uniforme casi plano, no requiere de pesadas nivelaciones
COBERTURA (piedras sueltas y vegetación)	Insuficiente para modificar la productividad (nula presencia de piedras sueltas y vegetación herbácea en estado seco)
	DRENAJE
SUELO Y TOPOGRAFIA	Es necesario algunas practicas de drenaje, con mejoramiento y mantenimiento.

2d
L22CY

2 : Clase 2.

d : Deficiencia de drenaje.

L : Tierra cultivada y no regada.

22 : Clase 2 de productividad, clase 2 de costo de desarrollo de la tierra.

C : Requerimiento de agua alto.

Y : Drenabilidad restringida.

SECTOR "ALTO" CALICATA N°4

CLASE 2, ARABLE (VERDE)	CARACTERISTICAS
	SUELO
TEXTURA	Franco Arcillo limoso.(FoAcLo)
SODIFICACION	7,4 pH, considerado suelo ligeramente alcalino.
SALINIDAD	0,49 dS/m, considerado como no salino
	TOPOGRAFIA
PENDIENTE	0,044 %
SUPERFICIE	Uniforme casi plano, no requiere de pesadas nivelaciones
COBERTURA (piedras sueltas y vegetación)	Insuficiente para modificar la productividad (nula presencia de piedras sueltas y vegetación herbácea en estado seco)
	DRENAJE
SUELO Y TOPOGRAFIA	Es necesario algunas practicas de drenaje, con mejoramiento y mantenimiento.

2d
L22CY

2 : Clase 2.

d : Deficiencia de drenaje.

L : Tierra cultivada y no regada.

22 : Clase 2 de productividad, clase 2 de costo de desarrollo de la tierra.

C : Requerimiento de agua alto.

Y : Drenabilidad restringida.

SECTOR "OVERAL" CALICATA N°5

CLASE 2, ARABLE (VERDE)		CARACTERISTICAS
	SUELO	
TEXTURA		Franco Arcilloso (FoAc)
SODIFICACION		7,53 pH, considerado suelo medianamente alcalino.
SALINIDAD		0,85 dS/m, considerado como no salino
	TOPOGRAFIA	
PENDIENTE		0,12 %
SUPERFICIE		Uniforme casi plano, no requiere de pesadas nivelaciones
COBERTURA (piedras sueltas y vegetación)		Insuficiente para modificar la productividad (nula presencia de piedras sueltas y vegetación herbácea en estado seco)
	DRENAJE	
SUELO Y TOPOGRAFIA		Es necesario algunas practicas de drenaje, con mejoramiento y mantenimiento.

2d
L22CY

2 : Clase 2.

d : Deficiencia de drenaje.

L : Tierra cultivada y no regada.

22 : Clase 2 de productividad, clase 2 de costo de desarrollo de la tierra.

C : Requerimiento de agua alto.

Y : Drenabilidad restringida.

5. DISCUSIÓN

La clasificación de suelos con fines de riego, tiene como propósito específico establecer la extensión y grado de aptitud del suelo para agricultura permanente de riego, y la aptitud es el conjunto de características del suelo que determina los límites dentro de los cuales puede aprovecharse para una agricultura sustentable económica.

Según los resultados obtenidos para la clasificación de suelo en la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, nuestra Hipótesis planteada es acertada con Aptitud para el Riego de CLASE 2, pero con deficiencia de drenaje, tierras cultivadas y no regadas, clase 2 de productividad, clase 2 de costo de desarrollo del suelo, requerimiento de agua Alto, y drenabilidad restringida.

En la actualidad la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes no mantiene la producción agrícola de años anteriores, como lo manifiesta la tesista HERRERA CARRILLO S. T, 2011, “que en los campos de la parcela Agrícola de la Universidad Nacional de Tumbes, se han venido realizando la siembra de cultivos como: arroz, maíz, pastizales, soya; con propósito de comercialización como de investigación y experimentación”.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio de tesis, son muy importantes para la ejecución de proyectos acorde al uso y manejo sustentable para la incorporación de la Agricultura.

Además, esta información será fundamental para el estudio académico de los alumnos de la Facultad de Ciencias Agrarias.

6. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir lo siguiente:

1. En la parcela agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias se ha evaluado 47,96 hectáreas de tierra con aptitud agrícola de clase 2 arable verde.

<u>Clase de Tierra</u>	<u>Superficie (Has)</u>	<u>%</u>
2	47,96	100
$\frac{2d}{L22CY}$		

Presentan deficiencia de drenaje, tierras cultivadas y no regadas, clase 2 de productividad, clase 2 de costo de desarrollo de la tierra, requerimiento de agua alto, y drenabilidad restringida.

2. Los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la parcela agrícola se encuentran en la clase agrologica 2.
3. Determinamos que, en la superficie evaluada 41,14 hectáreas son suelos de textura franco arcillosa, mientras que las 6,82 hectáreas son suelos de textura franco arcillo limoso.
4. La principal deficiencia que tiene la parcela agrícola es el factor drenaje debido al ascenso de la napa freática especialmente en los meses de siembra, por ser una topografía casi plana y sistema de monocultivo el sector agrario “lateral B” hace que no haya un drenaje óptimo, por el exceso de láminas de agua que se aplican.
5. Los resultados de los análisis químicos determinan que el suelo de la parcela de la Facultad de Ciencias Agrarias no es limitante para el desarrollo agrícola.

7. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones de nuestro Proyecto de Clasificación de los Suelos según su Aptitud para el Riego de la Parcela Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, se recomienda:

1. Continuar con estudios más detallados para hallar una alternativa que pueda mejorar o subsanar la deficiencia de drenaje o drenabilidad restringida que presenta la Parcela de la Facultad de Ciencias Agrarias.
2. Optar por realizar prácticas de Rotación de Cultivos, especialmente con leguminosas ya que estas ayudan a mejorar la estructura de los suelos.
3. Mejorar la infraestructura de los sistemas de drenes, descolmatándolo para el fluído de las aguas en exceso.
4. Se recomienda que los organismos públicos y privados realicen estudios de análisis de suelos y aguas subterráneas periódicamente en las áreas agrícolas para que los niveles freáticos no se incrementen.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CENTENO C. H. 2017. Tesis Clasificación de Tierras según su Aptitud para el Riego en la Cuenca Chirumbia, distrito de Quellouno, provincia la Convención – Cusco.
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1887/253T20170274.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. CHOQUE B. F. 2013. Tesis Clasificación de Suelos según la Aptitud de Riego en la comunidad de Cebollullo (Municipio de Palca – la Paz).
<http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4162/T-1835.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. PORTA J. 1986. Tesis Evaluación de Suelos para Riego: Criterios y Problemática en los Regadíos de Huesca.
4. RAMIREZ A. P. 2016. Tesis Condiciones de Salinidad y Recuperación de los Suelos de la cancha pública de golf - San Bartolo, Lima.
5. RIVAS J.; LOAIZA W. 1983. Tesis Planeamiento del Sistema de Riego para el Sector “Punzara”. Tesis Ing. Agric. Loja, Ec., Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Agrícolas. P. 141-143.
6. JARAMILLO J.DANIEL F. 2002. Libro Introducción a la Ciencia del Suelo.
7. BEJARANO S. 2006 Tesis Estudio Agrologico de la Parcela Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes.
8. LAZARTE A. 2002 Tesis SIG de la cuenca del rio Puyango – Tumbes para la gestión de los recursos hídricos.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1171/ICI_086.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. HERRERA S. T. 2011. Tesis Diagnóstico de las Características Físico – Mecánicas, Químicas e Hídricas, de los Suelos de la Parcela Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias.

10. IÑIGUEZ 1996. Tesis Estudios de Optimización de la Infraestructura Hidráulica del Sistema de Riego Quinara; Levantamiento detallado de Suelos. Loja, Ec., PREDESUR. p. 1-117.
11. IÑIGUEZ M. 1999. Libro Manejo y Conservación de los Suelos y Aguas.
12. LAPEYRE A. E. 1998. Cartografía y clasificación de suelos- Universidad Nacional de Piura.
13. ALBURQUEQUE V. F. 2005. Descripción del suelo (parámetros) Universidad Nacional de Tumbes.
14. GARRIDO V. S. 2008 Interpretación de análisis de suelos.
15. GUERRERO J. 2013. Recuperación de suelos degradados por erosión, contaminación, salinización y acidez. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía. Lima.
16. ALBURQUEQUE V. F. y ALEMAN G. C. A. 2017. Guía de prácticas de edafología, Universidad Nacional de Tumbes.

LINKOGRAFIA:

17. <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4162/T-1835.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
18. http://digital.csic.es/bitstream/10261/124043/1/HerreroJ_EvaluacSuelosRiego_1986.pdf.
19. http://www.css.cornell.edu/faculty/dgr2/Docs/Scas494/S494_E_1.pdf.
20. <http://www.ingenieria.uaslp.mx/Documents/Apuntes/Riego%20y%20Drenaje.pdf>.
21. https://books.google.com.pe/books?id=pGRhsT_FKUC&pg=PA47&lpg=PA47&dq=Capacidad+de+Retenci%C3%B3n.
22. <http://www.ingenieria.uaslp.mx/Documents/Apuntes/Riego%20y%20Drenaje.pdf>.
23. http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/tumbes.pdf.
24. <http://bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>.

25. <https://glosarios.servidor-alicante.com/geotecnia/nivel-freatico>.
26. <https://glosarios.servidor-alicante.com/geotecnia/permeabilidad>.
27. <https://glosarios.servidor-alicante.com/hidrografia/infiltracion>.
28. <https://glosarios.servidor-alicante.com/mineria/conductividad-hidraulica>.
29. <https://glosarios.servidor-alicante.com/ecologia/fertilidad-del-suelo>.
30. <https://glosarios.servidor-alicante.com/ecologia/drenaje>.
31. <https://glosarios.servidor-alicante.com/sistemas-informacion-geografica/pendiente-topografica>.
32. <https://glosarios.servidor-alicante.com/geografia-fisica/relieve-estructural>.
33. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
<http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>.
34. Centro Experimental Tumpis – PEBTP

9. ANEXOS

GALERIA DE FOTOS

Foto 1: Reconocimiento del perímetro de la parcela agrícola

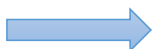


Foto 2: Realización de calicatas

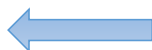


Foto 3: Extracción de las muestras de suelo



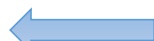


Foto 4: Perforación de pozos de observación con el barreno

Foto 5: Pruebas de infiltración



Foto 6: Tamizado del suelo

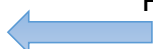


Foto 7: Pruebas de conductividad eléctrica



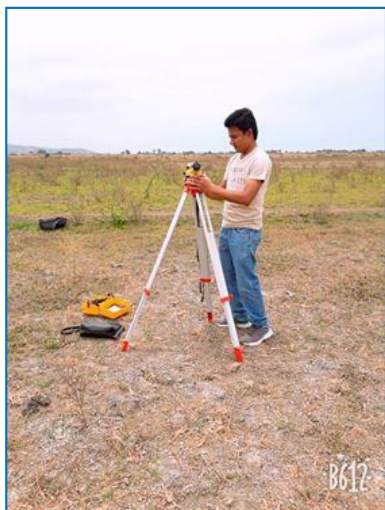


Foto 8: Realizando nivelación topográfica de la parcela

Foto 9: Pruebas de capacidad de intercambio catiónico



Foto 10: Estructura del suelo

Foto 11: Pruebas de textura del suelo



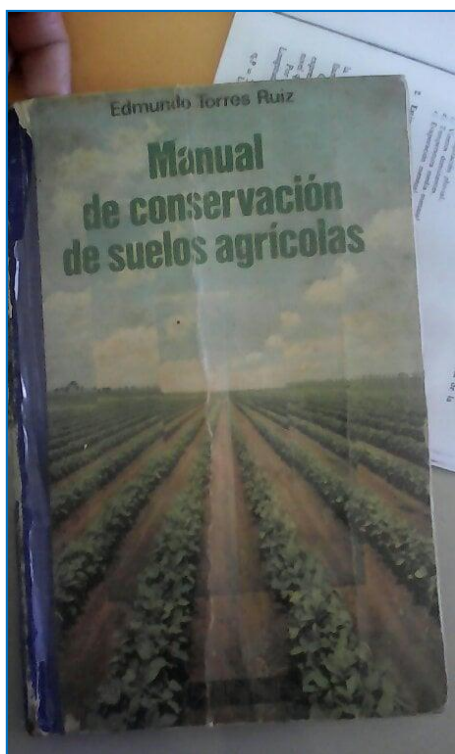


Foto 12: Libro "Manual de conservación de Suelos agrícolas"

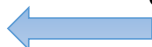


Foto 13: Horizonte "O1" del suelo

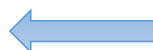
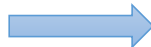


Foto 14: Horizonte "O2" del suelo



Foto 15 a



Foto 15 b

Foto 15: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Piura



Foto 16 a



Foto 16 b

Foto 16: Validando la fase de campo con nuestro jurado de tesis
Mg. Ing. Clever Antonio Alemán González

PARAMETROS FISICOS

Clase Textural

CLASE TEXTURAL					
Arcilla	=	Ac	Franco	=	Fo
Arcilla limosa	=	AcLo	Limo	=	Lo
Arcilla arenosa	=	AcAo	Franco Limoso	=	FoLo
Franco arcilloso	=	FoAc	Franco arenoso	=	FoAo
Franco arcillo arenoso	=	FoAcAo	Arena franca	=	AoFo
Franco arcillo limoso	=	FoAcLo	Arena	=	Ao

Fuente: Alburquerque Viera Francisco, descripción del suelo (parámetros), Universidad Nacional de Tumbes

Tipos y clases de Estructura del suelo

TIPOS Y CLASES DE ESTRUCTURA DEL SUELO							
TAMAÑO DE LOS PEDIDOS	LAMINAR	PRISMATICA	COLUMNAR	BLOQUE ANGULAR	BLOQUE SUB-ANGULAR	GRANULAR	DESMENUZADOS
Muy fino o delgado	< 1 mm	< 10 mm	< 10 mm	< 5 mm	< 5 mm	< 1 mm	< 1 mm
Fino o delgado	1 - 2 mm	10 - 20 mm	10 - 20 mm	5 - 10 mm	5 - 10 mm	1 - 2 mm	1 - 2 mm
Medio	2 - 5 mm	20 - 50 mm	20 - 50 mm	10 - 20 mm	10 - 20 mm	2 - 5 mm	2 - 5 mm
Grueso	5 - 10 mm	50 - 100 mm	50 - 100 mm	20 - 50 mm	20 - 50 mm	5 - 10 mm	5 - 10 mm
Muy grueso	> 10 mm	> 100 mm	> 100 mm	> 50 mm	> 50 mm	> 10 mm	> 10 mm

Fuente: Alburquerque Viera Francisco, descripción del suelo (parámetros), Universidad Nacional de Tumbes

Velocidad de Infiltración

Clase	Velocidad de Infiltración (cm/hr)
Muy rápida	mayor 25 cm/hr
Rápida	12 - 25 cm/hr
Moderadamente rápida	6 - 12 cm/hr
Moderada	2 - 6 cm/hr
Moderada lenta	0,5 - 2 cm/hr
Lenta	0,2 - 0,5 cm/hr
Muy lenta	Menor 0,2 cm/hr

Fuente: Lapeyre Adriazola Enrique, cartografía y clasificación de suelos- Universidad Nacional de Piura

PARAMETROS QUIMICOS

Salinidad

Clase suelo salino	Conductividad del extracto de saturación (dS/m)	Efecto en cultivo
No salino	0 - 2	Efecto de la salinidad imperceptibles
Ligeramente salino	2 - 4	Rendimientos en cultivos sensibles pueden verse limitados
Moderadamente salino	4 - 8	Rendimientos limitados en la mayoría de cultivos
Fuertemente salino	8 - 16	Solo cultivos tolerantes tendran rendimientos aceptables
Muy fuertemente salino	> 16	Solo cultivos muy tolerantes tendran rendimientos aceptables

Fuente: FAO

Reacción del suelo pH

REACCION O pH	
Clasificación del suelo	pH
*Fuertemente ácido	< 5,5
*Moderadamente ácido	5,6 - 6,0
*Ligeramente ácido	6,1 - 6,5
*Neutro	6,6 - 7,0
*Ligeramente alcalino	7,1 - 7,8
*Moderadamente alcalino	7,9 - 8,4
*Fuertemente alcalino	>8,5

Fuente: Lapeyre Adriazola Enrique, cartografía y clasificación de suelos- Universidad Nacional de Piura

Disponibilidad de nutrientes

	Materia Orgánica	Fosforo disponible	Potasio disponible
CLASIFICACION	%	ppm P	ppm K
*Bajo	< 2,0	< 7,0	< 100
*Medio	2 - 4	7,0 - 14,0	100 - 240
*Alto	>4,0	> 14,0	>240

Fuente: Lapeyre Adriazola Enrique, cartografía y clasificación de suelos- Universidad Nacional de Piura

Disponibilidad de nutrientes

Cationes Cambiables	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
Ca [#] meq/100g	< 2	2 - 5	5- 10	10 - 20	> 20
Mg [#] meq/100g	< 0,5	0,5 - 1,5	1,5 - 4	4 - 8	> 8
K ⁺ meq/100g	< 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,75	0,75 - 1	> 1
Na [#] meq/100g	< 0,1	0,1 - 0,3	0,3 - 0,7	0,7 - 2	> 2

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas de la UMSS, citado por ECOR S.R.L., 2008.
Clasificación de P en laboratorio en base al método Olsen y colaboradores.

PARAMETROS DE DRENAJE

Clasificación de drenaje

CLASES DE DRENAJE	
Muy pobre	: Agua es removida del suelo tan lentamente que la tabla de agua permanece en 0 sobre la superficie, la mayor parte del tiempo (Napa muy alta, harpan, áreas depresionadas).
Pobre	: Agua es removida del suelo tan lentamente que el suelo permanece mojado por un largo periodo de tiempo(Napa alta, capas pocos permeables, filtraciones).
Imperfecto	: Agua es removida del suelo lo suficientemente lento como para mantenerlo mojado por periodos significativos, pero no todo el tiempo(Napa alta, capa poco permeable superficial).
Moderado	: Agua es removida del suelo algo lentamente, de tal manera que el perfil este mojado por un periodo pequeño pero significativo de tiempo(Napa alta, capa poco permeable superficial).
Bueno	: Agua es removida del suelo, pero no rapidamente, (Textura media).
Algo excesivo:	Agua es removida del suelo rapidamente, (Arenosos, muy porosos).
Excesivo	: Agua es removida del suelo muy rapidamente, (Arenas, areas empinadas, muy porosos).

Fuente: Alburqueque Viera Francisco, descripción del suelo (parámetros), Universidad Nacional de Tumbes

PARAMETROS DE TOPOGRAFIA

Pendiente

Definición	Gradiente (%)
Casi a nivel	0 - 3
ligeramente inclinado	3 - 5
Inclinado	5 - 7
moderadamente empinado	7 - 12

Fuente: Alburqueque Viera Francisco, descripción del suelo (parámetros), Universidad Nacional de Tumbes

PERMEABILIDAD

Clase	cm/hora	Guia General
Muy lenta	menor de 0,125	Arcillas finas, clay pan masivas
Lenta	0,125 - 0,50	Arcillas, arcilloso, limoso, masivas
Moderadamente lenta	0,50 - 2,00	Franco, arcilloso, limoso
Moderada	2,00 - 6,25	Franco, limoso, franco
Moderada rápida	5,00 - 12,50	Franco arenoso
Rápida	12,50 - 25,00	Arena, franca, suelta, sin estructura
Muy rápida	mas de 25,00	Arena franca gruesa y arena suelta, grano simple

Fuente: Alburqueque Viera Francisco, descripción del suelo (parámetros), Universidad Nacional de Tumbes

**Parámetros propuestos por el EX-INERHI (1980), para clasificar los suelos
agrológicamente según su aptitud para el riego**

FACTORES DE CLASIFICACION	CLASES AGROLOGICAS				
	1	2	3	4	6
SUELO					
TEXTURA (hasta 0,50 m)	Fo	FoAo	FoLo FoAcAo foAclo FoAc (h ₁) AoFo (V ₁)	AcLo AoAc Ao(40-60%) (h ₂) Ao (V ₂)	Ao sódico e impermeable (h ₃) Ao grueso (V ₃)
PROFUNDIDAD A mat. Semi-permeables, (Claypan, fragipan) A mat. permeables, (Piedras, arenas)	más 1,20 m	1,20-0,90m (b ₁)	0,90-0,50m (b ₂)	0,50-0,20m (b ₃)	menos de 0,20 m (b ₅)
	más de 0,90m profundo	0,90-0,60m mod. profundo	0,60-0,40m mod. Superficial	0,40-0,20m superficial	menos de 0,20m muy superficial
		(K ₁)	(K ₂)	(K ₃)	(K ₅)
GRAVAS En el interior del perfil.(hasta 0,50 m)($<7,5$ cm $\varnothing$)	menos de 5% no graviloso	5,1 - 25 % mod. graviloso (X ₁)	25,1 - 50 % graviloso (X ₂)	más del 50 % muy graviloso (X ₃)	
PIEDRAS En la superficie y en el interior (hasta 0,50 m) (7,5-25 cm $\varnothing$)	menos del 2% no pedregoso	2-5 % mod. (P ₁)	5-15 % pedregoso (P ₂)	15-30 % muy pedregoso (P ₃)	más de 30 % ext. pedregoso (P ₅)
pH (hasta 0,50 m)	6,6-7,3 neutro	7,4-8,4 med. alcalino (n ₁) med. ácido (m ₁)	8,5-9,0 fuert. Alcalino (n ₂) fuert. ácido (m ₂)		más de 9,0 muy fuertemente alcalino (n ₃) muy fuertemente ácido (m ₃)
SODICIDAD PSI=Porcentaje de sodio intercambiable	menos del 7% no sódico	7-15% lig. sódico (e ₁)	15-20% med. sódico (e ₂)	20-30% fuert. sódico (e ₃)	más de 30% ext. sódico
SALINIDAD CEES en mms/cm	menos de 2 no salino	2-4 salino	4-8 med. salino	8-16 fuert.. salino	más de 16 ext.. salino
PERMEABILIDAD VERTICAL (infiltracion mm/h)	60-20 media	20-5 mod. Lenta (l ₁) 60-125 mod. Rápida (i ₁)	5-1 Lenta (l ₂) 125-250 Rápida (i ₂)	menos de 1 muy lenta (l ₃) más de 250 muy rápida (i ₃)	
TOPOGRAFIA					
PENDIENTE en %	0-4	4-8 (g ₁)	8-16 (g ₂)	16-40 (g ₃)	más de 40 (g ₅)
RELIEVE	plano o casi plano	ondulado (r ₁)	fuert. ondulado (r ₂)	colinado (r ₃)	fuert. socavado (r ₅)
DRENAJE					
NIVEL FREATICO Profundidad m	más de 1,20	1,20-0,90 (w ₁)	0,90-0,50 (w ₂)	0,50-0,20 (w ₃)	menos de 0,20 (w ₅)
INUNDACION	Ausente	(f ₂)	ocasional	frecuente afectación de cultivos	
DESAGUE LIBRE	Libre o normal			Impedido	

Fuente: Max Iñiguez, manejo y conservación de los suelos y aguas

DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO

Los datos obtenidos se presentan de la siguiente forma

I. Información del lugar

- a. Numero del perfil:
- b. Fecha de Observacion:
- c. Fecha de Observacion:
- d. Coordenadas UTM:

- e. Elevación o Altitud:
- f. Forma del terreno:
 - i. Poción fisiográfica:
 - ii. Forma del terreno circundante:
- g. Pendiente en la cual esta situada el perfil:
- h. Vegetación o uso de la tierra:
- i. Clima:

II. Información General del Suelo

- j. Condiciones de humedad:
- k. Profundidad efectiva
- m. Profundidad de la napa freática:
- n. Drenaje externo:
- o. Drenaje interno:
- p. Presencia de piedras en la superficie:
- q. Presencia de afloramientos rocosos:
- r. Evidencia de erosión:
- s. Uso actual de la tierra:

III. Descripción de los horizontes del suelo

Horizonte	Descripción
"O1"	
"O2"	
"A"	
"B1"	
"B2"	
"C"	

Fuente: Alburqueque Viera Francisco, descripción del suelo (parámetros), Universidad Nacional de Tumbes

CLASES Y SUBCLASES DE SUELOS

ARABLE

Clase 1	-1
Clase 2	-2s, 2t, 2d, 2st, 2td, 2std
Clase 3	-3s, 3t, 3d, 3st, 3td, 3std

ARABLE LIMITADA

Clase 4 pastos	4ps, 4pt, 4pd, 4pst, 4psd, 4ptd, 4pstd. Similares para frutales, arroz, hortalizas, suburbano riego por aspersión y riego subterráneo.
----------------	---

TENTATIVAMENTE NO

ARABLE

	Pendiente de investigación 5s, 5t, 5d, 5st, 5td, 5std.
	Pendiente de mejoramiento 5(1), 5(2s), 5(2t), y otras.
	Proyecto de Drenaje 5d(1), 5d(2s), 5d(2t), y otras. Similares para inundación 5f
Clase 5	Pendiente de investigación aislado 5i(1), 5y(2), 5i(2t), y otras. similares para alto 5h y bajo 5l

NO ARABLE

	6s, 6t, 6d, 6sd, 6td, 6std.
Clase 6	aislado 6i(1), 6y(2s), 6i(2t), y otras. similares para alto 6h y bajo 6l Derechos de agua 6w.

INFORMATIVO DE EVALUACION

USO DE LA TIERRA

C.- Tierra cultivada regada
L.- Tierra cultivada y no regada
P.- Pasto permanente regado
G.- Pasto permanente no regado
B.- Matorral o bosque
H.- Suburbano o casas de campo
W.- Incultos o misceláneos
ROW.- Derecho de vía

PROFUNDIDAD Y DESARROLLO DEL SUELO

1, 2, 3, 4 o 6 señala el nivel de la clase (22); clase 2 de productividad, clase 2 de costo de desarrollo de la tierra.

REQUERIMIENTO DE AGUA DE LAS PARCELAS

A.- Bajo
B.- Medio
C.- Alto

DRENABILIDAD

X.- Buena
Y.- Restingida
Z.- Pobre

EVALUACIONES COMPLEMENTARIAS

SUELOS

- k.- Poca profundidad a la Ao gruesa, grava, roca.
- b.-
Poca profundidad al substracto relativamente impermeable.
- z.- Poca profundidad a la zona de concentración de cal.
- v.- Textura muy gruesa (Ao, Aofo).
- l.- Textura moderadamente gruesa (fo, foAo).
- m.- Textura moderadamente fina (foAc, foLo).
- h.- Textura muy fina (Ac).
- e.- Estructura
- n.- Consistencia
- q.- Capacidad de retención de humedad aprovechable
- i.- Infiltración
- p.- Conductividad hidráulica
- x.- Pedregosidad
- y.- Fertilidad
- a.- Salinidad y sodificación

TOPOGRAFIA

- g.- Pendiente
- u.- Superficie
- j.- Patrón de riego
- c.- Vegetación de cobertura
- r.- Rocas en la superficie

DRENAJE

- f.- Drenaje superficial-inundación
- w.- Drenaje interno mesa de agua
- o.- Salida de drenaje

NOTA.- Estas evaluaciones pueden ser definidas mas detalladamente usando subíndices k₁, k₂, k₃, indicando rangos.

ORDENACION DE LOS SIMBOLOS



NOTA: B, X, u; f1 son evaluaciones opcionales y no siempre aparecen en el denominador.

Fuente: Max Iñiguez, manejo y conservación de los suelos y aguas

INFILTRACION N°1 – (SECTOR LA PUNTA - CALICATA N°1)

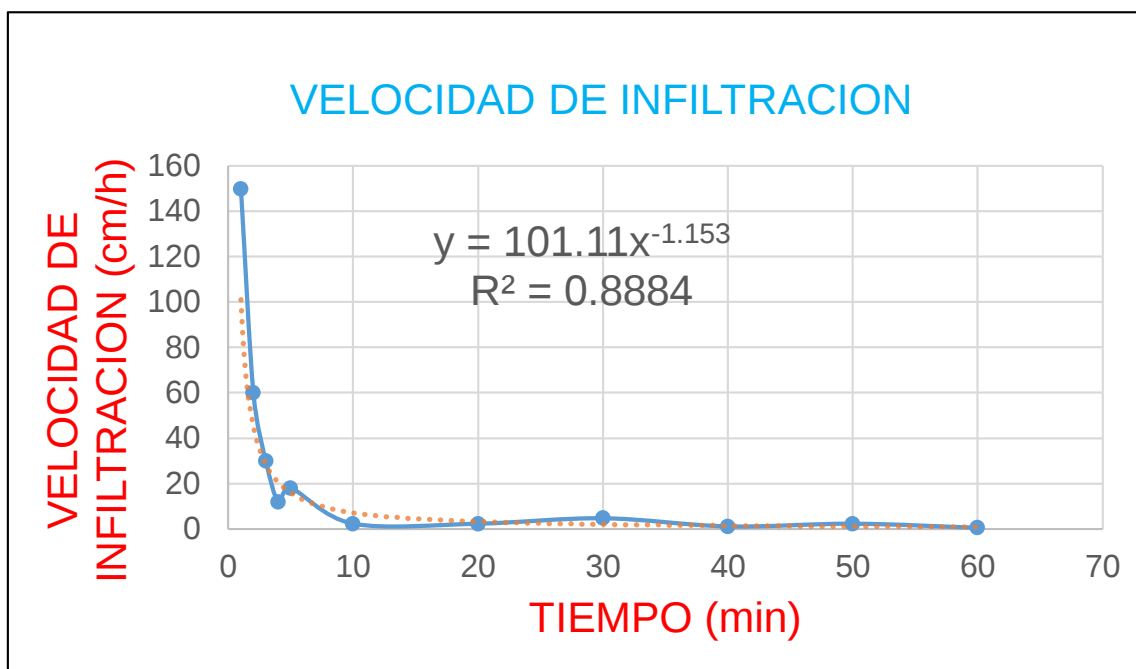
HORA	TIEMPO (Min)		LECTURA (cm)	LAMINA INFILTRADA (cm)		VELOCIDAD INFILTRACION(cm/h)	
	P	A		P	A	I (inst.)	I (acum)
15:00	0	0	35	0	0	0	0
15:01	1	1	32.5	2.5	2.5	2.5	150
15:02	1	2	31.5	1	3.5	1	60
15:03	1	3	31	0.5	4	0.5	30
15:04	1	4	30.8	0.2	4.2	0.2	12
15:05	1	5	30.5	0.3	4.5	0.3	18
15:10	5	10	30.3	0.2	4.7	0.04	2.4
15:20	10	20	29.9	0.4	5.1	0.04	2.4
15:30	10	30	29.1	0.8	5.9	0.08	4.8
15:40	10	40	28.9	0.2	6.1	0.02	1.2
15:50	10	50	28.5	0.4	6.5	0.04	2.4
16:00	10	60	28.4	0.1	6.6	0.01	0.6

Fuente: Elaboración propia

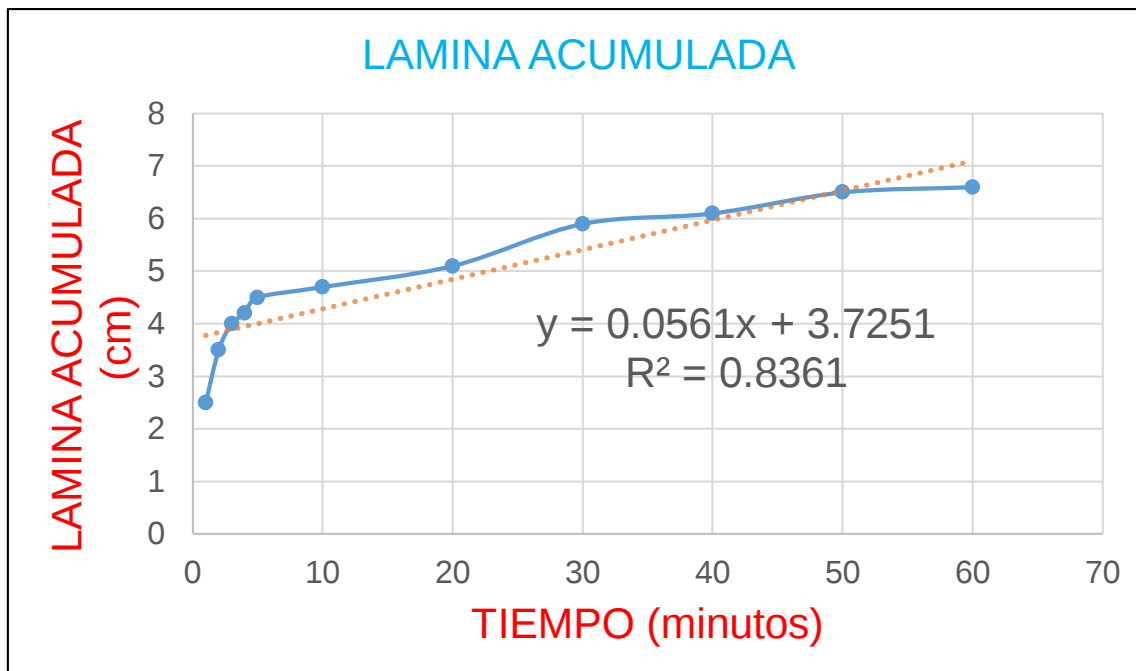
METODO ANALITICO

TIEMPO.ACUM Tiempo X (min)	I. ACUM Y (cm)	X= LogT ^o X _i	Y=Log Y _i IACUM	X _i , Y _i	X ²	Y ²
0	0	0	0	0	0	0
1	2.5	0	0.39	0	0	0.15
2	3.5	0.30	0.54	0.16	0.09	0.29
3	4	0.48	0.60	0.29	0.23	0.36
4	4.2	0.60	0.62	0.37	0.36	0.38
5	4.5	0.70	0.65	0.46	0.49	0.42
10	4.7	1	0.67	0.67	1	0.45
20	5.1	1.30	0.71	0.92	1.69	0.50
30	5.9	1.48	0.77	1.14	2.19	0.59
40	6.1	1.60	0.79	1.27	2.56	0.62
50	6.5	1.70	0.81	1.38	2.89	0.66
60	6.6	1.78	0.82	1.46	3.17	0.67
		10.94	7.37	8.12	14.67	5.09

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

INFILTRACION N°2 – (SECTOR LA PUNTA - CALICATA N°2)

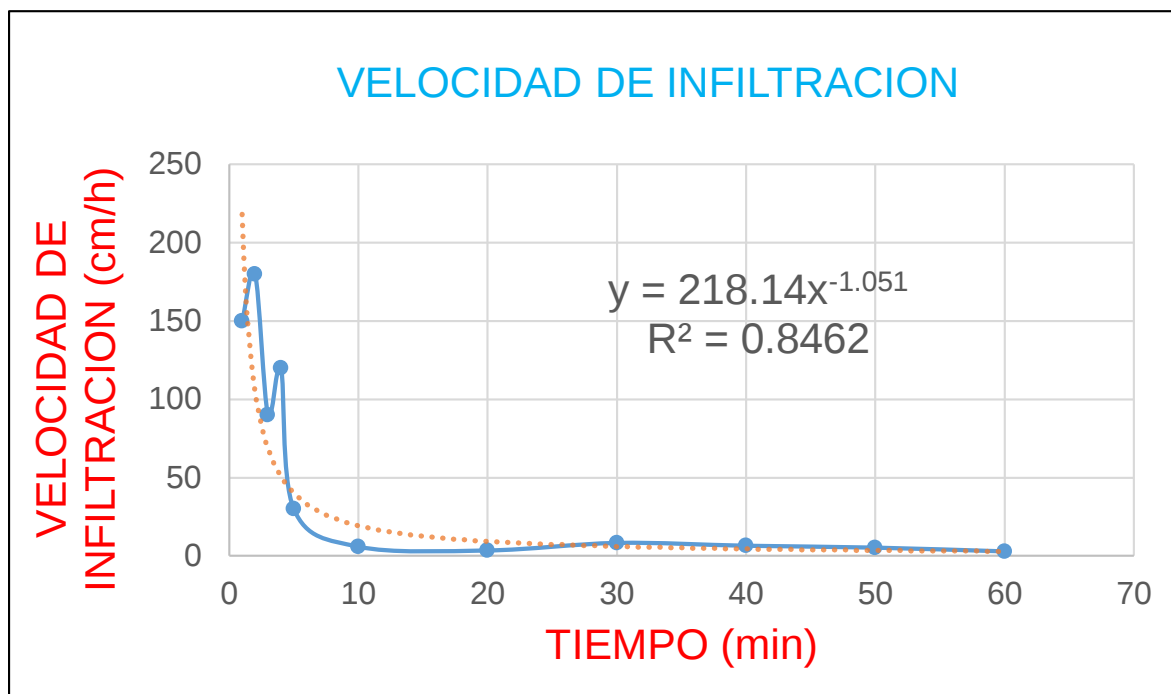
HORA	TIEMPO (Min)		LECTURA (cm)	LAMINA INFILTRADA (cm)		VELOCIDAD INFILTRACION(cm/h)	
	P	A		P	A	I (inst.)	I (acum)
10:00	0	0	34	0	0	0	0
10:01	1	1	18.5	15.5	15.5	15.5	930
10:02	1	2	15.5/34	3	18.5	3	180
10:03	1	3	32.5	1.5	20	1.5	90
10:04	1	4	30.5	2	22	2	120
10:05	1	5	30	0.5	22.5	0.5	30
10:10	5	10	29.5	0.5	23	0.1	6
10:20	10	20	28.9	0.6	23.6	0.06	3.6
10:30	10	30	27.5	1.4	25	0.14	8.4
10:40	10	40	26.4	1.1	26.1	0.11	6.6
10:50	10	50	25.5	0.9	27	0.09	5.4
11:00	10	60	25	0.5	27.5	0.05	3

Fuente: Elaboración propia

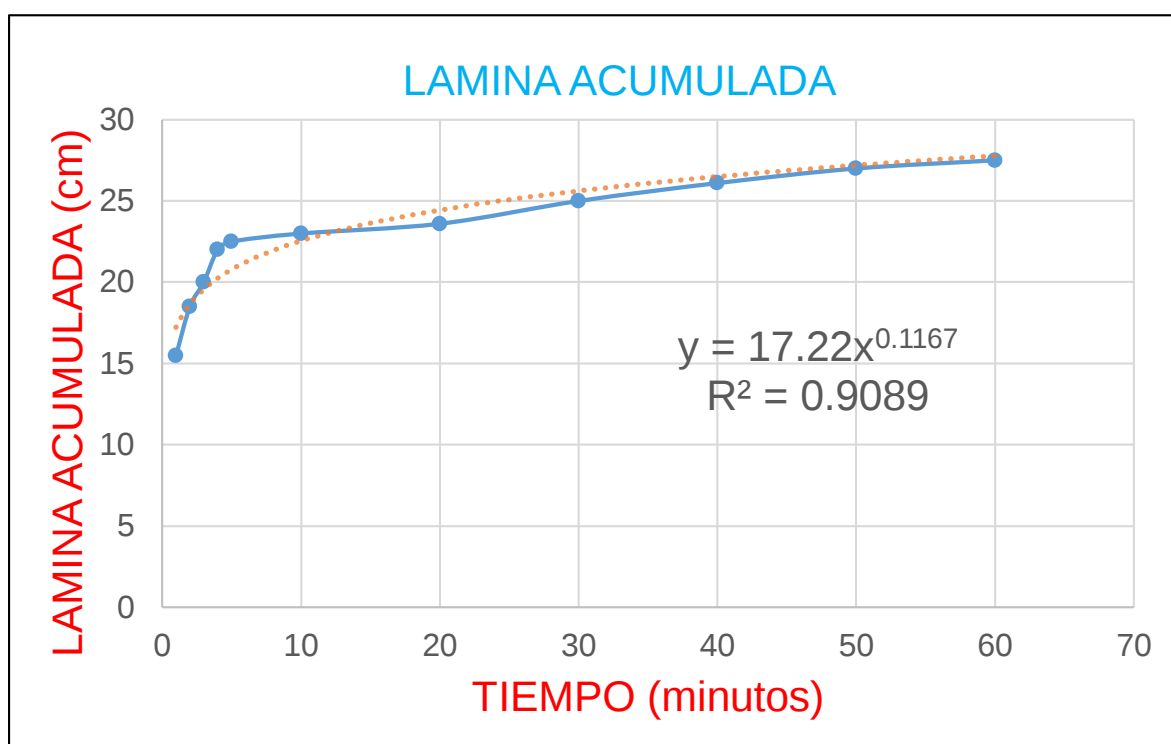
METODO ANALITICO

TIEMPO.ACUM Tiempo X (min)	I. ACUM Y (cm)	X= LogT ^o X _i	Y=Log Y _i IACUM	X _i , Y _i	X ²	Y ²
0	0	0	0	0	0	0
1	15.5	0	1.19	0	0	1.42
2	18.5	0.30	1.27	0.38	0.09	1.61
3	20	0.48	1.30	0.62	0.23	1.69
4	22	0.60	1.34	0.80	0.36	1.79
5	22.5	0.70	1.35	0.95	0.49	1.82
10	23	1	1.36	1.36	1	1.85
20	23.6	1.30	1.37	1.78	1.69	1.88
30	25	1.48	1.39	2.05	2.19	1.93
40	26.1	1.60	1.42	2.27	2.56	2.01
50	27	1.70	1.43	2.43	2.89	2.04
60	27.5	1.78	1.44	2.56	3.17	2.07
		10.94	14.86	15.2	14.67	20.11

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

INFILTRACION N°3 – (SECTOR OVERAL - CALICATA N°3)

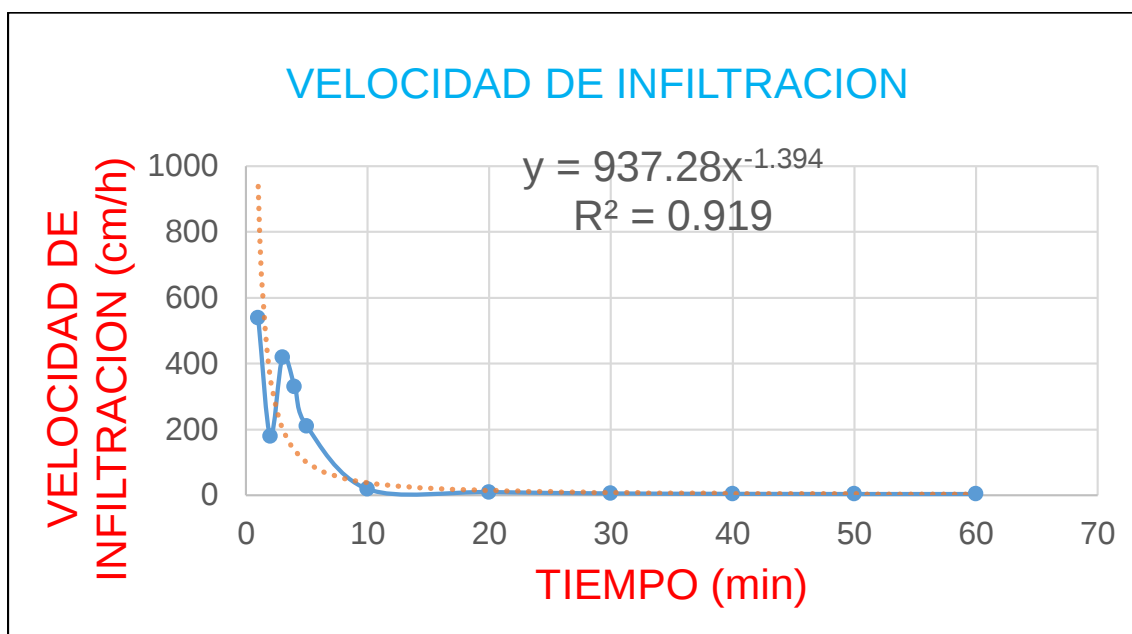
HORA	TIEMPO (Min)		LECTURA (cm)	LAMINA INFILTRADA (cm)		VELOCIDAD INFILTRACION(cm/h)	
	P	A		P	A	I (inst.)	I (acum)
11:00	0	0	29	0	0	0	0
11:01	1	1	20	9	9	9	540
11:02	1	2	17	3	12	3	180
11:03	1	3	10	7	19	7	420
11:04	1	4	4.5	5.5	24.5	5.5	330
11:05	1	5	1/19	3.5	28	3.5	210
11:10	5	10	17.4	1.6	29.6	0.32	19.2
11:20	10	20	15.7	1.7	31.3	0.17	10.2
11:30	10	30	14.7	1	32.3	0.1	6
11:40	10	40	13.9	0.8	33.1	0.08	4.8
11:50	10	50	13.2	0.7	33.8	0.07	4.2
12:00	10	60	12.5	0.7	34.5	0.07	4.2

Fuente: Elaboración propia

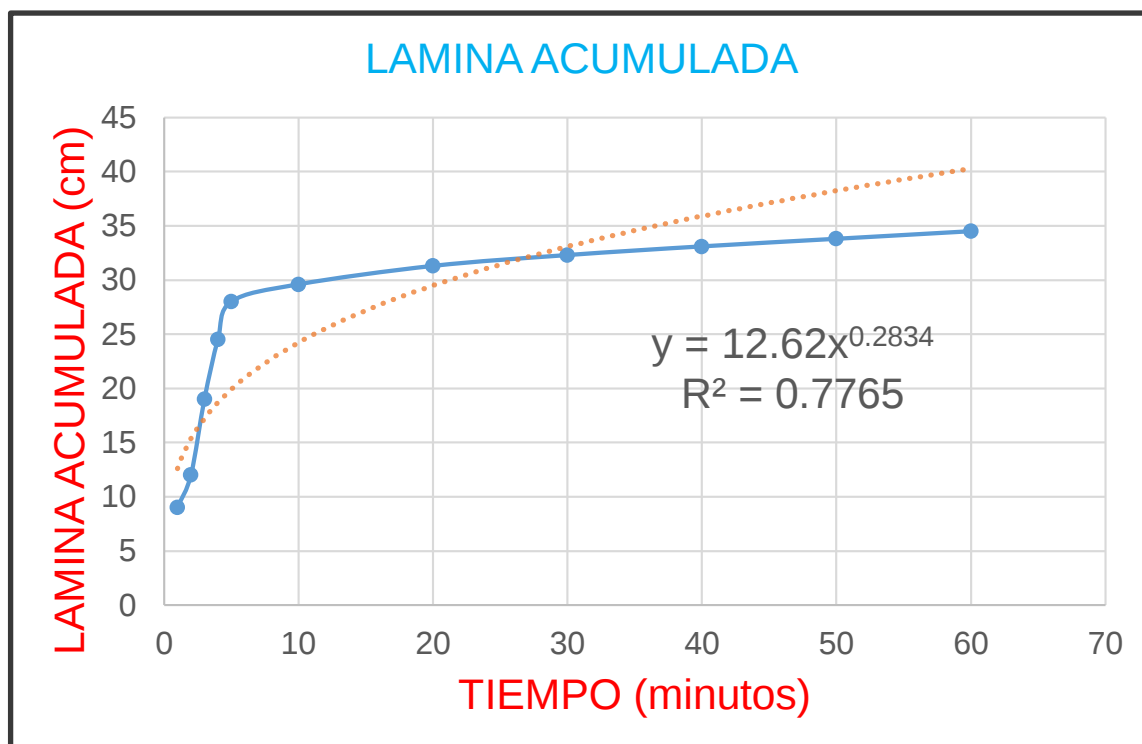
METODO ANALITICO

TIEMPO.ACUM M Tiempo X (min)	I. ACUM Y (cm)	X= LogT ⁰ X _i	Y=Log Y _i IACUM	X _i , Y _i	X ²	Y ²
0	0	0	0	0	0	0
1	9	0	0.95	0	0	0.9
2	12	0.30	1.07	0.32	0.09	1.14
3	19	0.48	1.28	0.61	0.23	1.64
4	24.5	0.60	1.39	0.83	0.36	1.93
5	28	0.70	1.45	1.02	0.49	2.10
10	29.6	1	1.47	1.47	1	2.16
20	31.3	1.30	1.49	1.9	1.69	2.22
30	32.3	1.48	1.51	2.23	2.19	2.28
40	33.1	1.60	1.52	2.43	2.56	2.31
50	33.8	1.70	1.53	2.6	2.89	2.34
60	34.5	1.78	1.54	2.74	3.17	2.37
		10.94	15.2	15.25	14.67	21.39

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

INFILTRACION N°4 – (SECTOR OVERAL - CALICATA N°5)

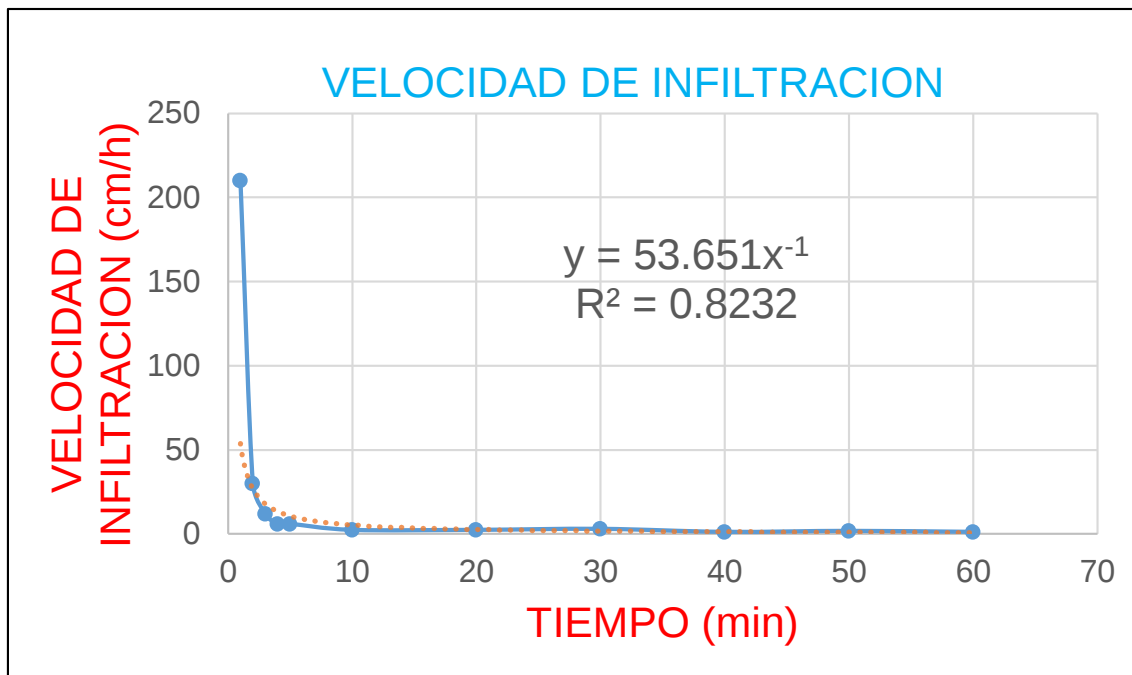
HORA	TIEMPO (Min)		LECTURA (cm)	LAMINA INFILTRADA (cm)		VELOCIDAD INFILTRACION(cm/h)	
	P	A		P	A	I (inst.)	I (acum)
15:00	0	0	30	0	0	0	0
15:01	1	1	26.5	3.5	3.5	3.5	210
15:02	1	2	26	0.5	4	0.5	30
15:03	1	3	25.8	0.2	4.2	0.2	12
15:04	1	4	25.7	0.1	4.3	0.1	6
15:05	1	5	25.6	0.1	4.4	0.1	6
15:10	5	10	25.4	0.2	4.6	0.04	2.4
15:20	10	20	25	0.4	5	0.04	2.4
15:30	10	30	24.5	0.5	5.5	0.05	3
15:40	10	40	24.3	0.2	5.7	0.02	1.2
15:50	10	50	24	0.3	6	0.03	1.8
16:00	10	60	23.8	0.2	6.2	0.02	1.2

Fuente: Elaboración propia

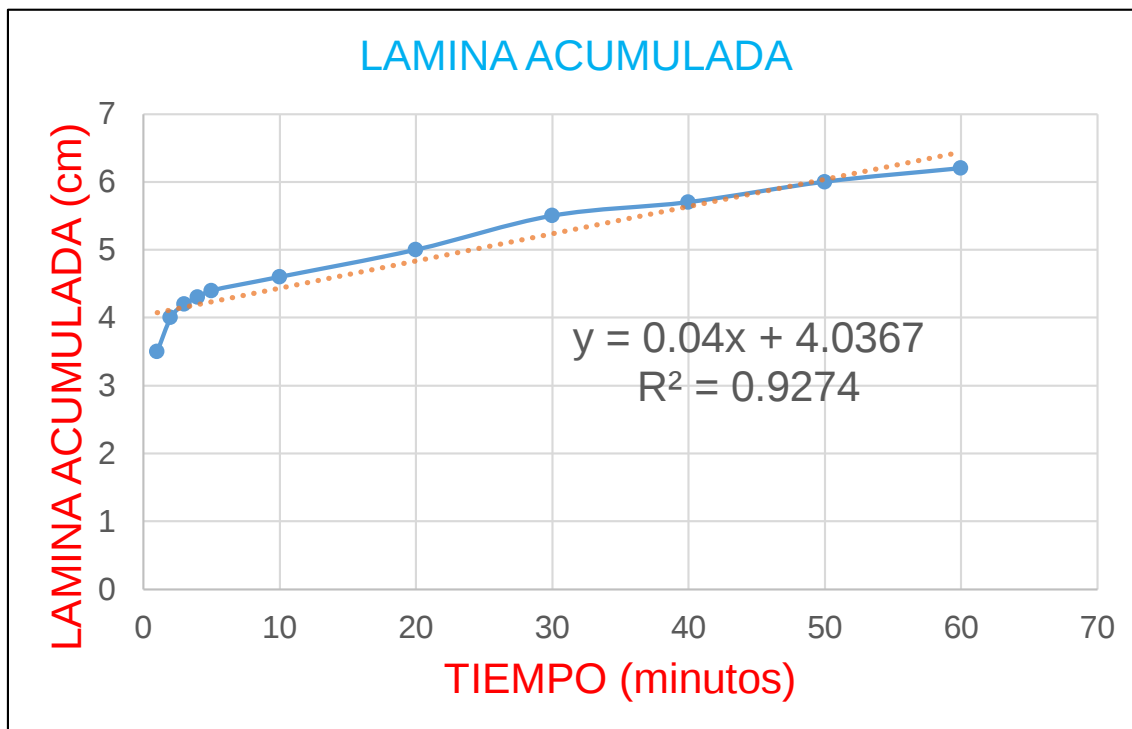
METODO ANALITICO

TIEMPO.ACUM M Tiempo X (min)	I. ACUM Y (cm)	X= LogT ⁰ X _i	Y=Log Y _i IACUM	X _i , Y _i	X ²	Y ²
0	0	0	0	0	0	0
1	3.5	0	0.54	0	0	0.29
2	4	0.30	0.60	0.2	0.09	0.36
3	4.2	0.48	0.62	0.3	0.23	0.38
4	4.3	0.60	0.63	0.38	0.36	0.39
5	4.4	0.70	0.64	0.45	0.49	0.41
10	4.6	1	0.66	0.66	1	0.44
20	5	1.30	0.7	0.91	1.69	0.49
30	5.5	1.48	0.74	1.09	2.19	0.55
40	5.7	1.60	0.76	1.2	2.56	0.58
50	6	1.70	0.78	1.33	2.89	0.61
60	6.2	1.78	0.79	1.41	3.17	0.62
		10.94	7.46	7.93	14.67	5.12

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

INFILTRACION N°5 (SECTOR EL ALTO - CALICATA N°4)

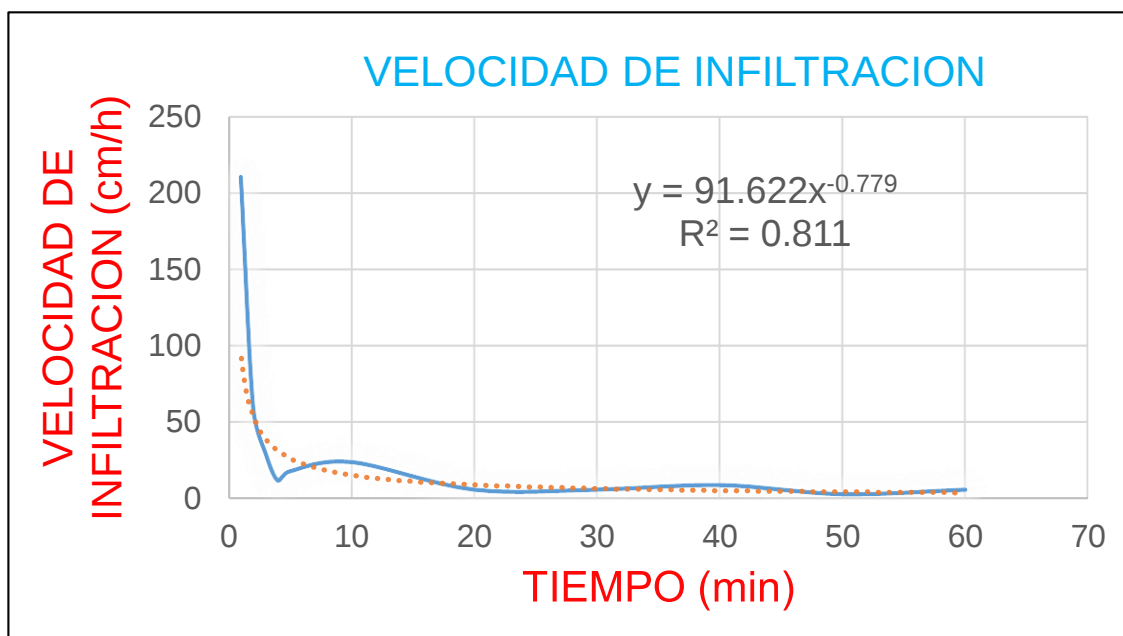
HORA	TIEMPO (Min)		LECTURA (cm)	LAMINA INFILTRADA (cm)		VELOCIDAD INFILTRACION(cm/h)	
	P	A		P	A	I (inst.)	I (acum)
13:00	0	0	31	0	0	0	0
13:01	1	1	27.5	3.5	3.5	3.5	210
13:02	1	2	26.5	1	4.5	1	60
13:03	1	3	26	0.5	5	0.5	30
13:04	1	4	25.8	0.2	5.2	0.2	12
13:05	1	5	25.5	0.3	5.5	0.3	18
13:10	5	10	23.5	2	7.5	0.4	24
13:20	10	20	22.5	1	8.5	0.1	6
13:30	10	30	21.5	1	9.5	0.1	6
13:40	10	40	20	1.5	11	0.15	9
13:50	10	50	19.5	0.5	11.5	0.05	3
14:00	10	60	18.5	1	12.5	0.1	6

Fuente: Elaboración propia

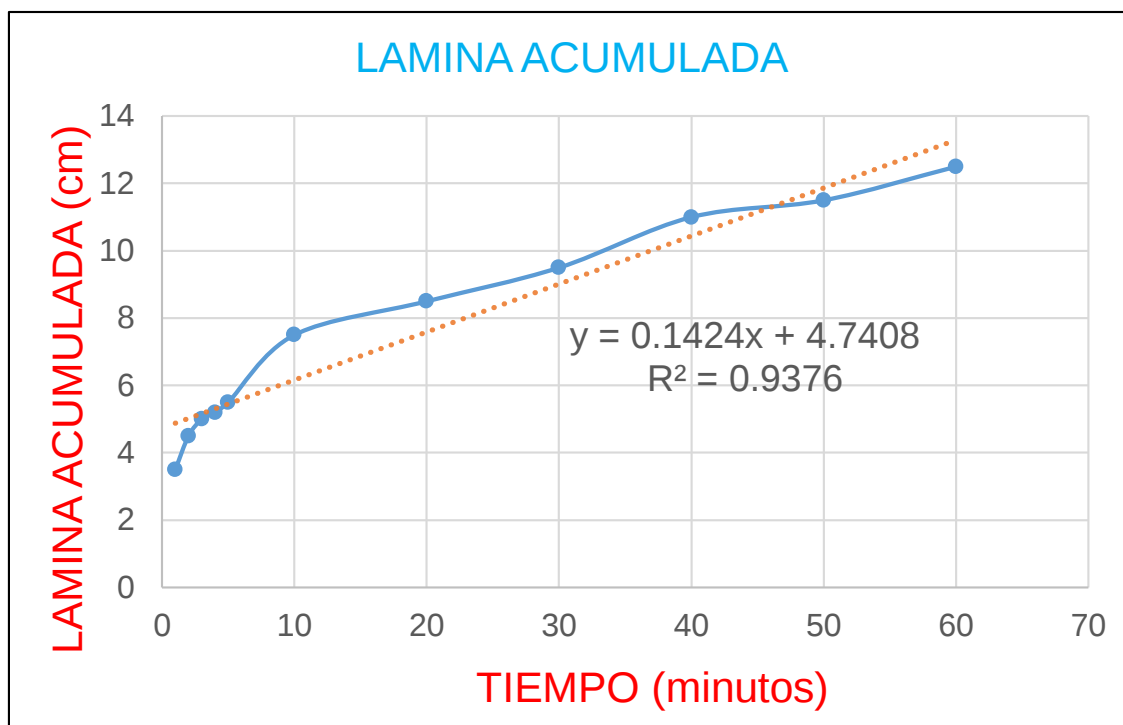
METODO ANALITICO

TIEMPO.ACUM Tiempo X (min)	I. ACUM Y (cm)	X= LogT^o X_i	Y=Log Y_i IACUM	X_i, Y_i	X²	Y²
0	0	0	0	0	0	0
1	3.5	0	0.54	0	0	0.29
2	4.5	0.30	0.65	0.2	0.09	0.42
3	5	0.48	0.70	0.33	0.23	0.49
4	5.2	0.60	0.72	0.43	0.36	0.52
5	5.5	0.70	0.74	0.51	0.49	0.55
10	7.5	1	0.88	0.88	1	0.77
20	8.5	1.30	0.93	1.21	1.69	0.86
30	9.5	1.48	0.98	1.45	2.19	0.96
40	11	1.60	1.04	1.66	2.56	1.08
50	11.5	1.70	1.06	1.80	2.89	1.12
60	12.5	1.78	1.09	1.94	3.17	1.19
		10.94	9.33	10.41	14.67	8.25

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**PERÚ**Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de Vivienda y
UrbanismoDirección General de
Políticas y Regulación en
Vivienda y Urbanismo

Página: 617

LISTADO DE VALORES ARANCELARIOS DE TERRENOS RUSTICOS

CODIGO : 240101 -11-001 TUMBES

APROBADOS POR R.M. Nro: 370-2016-VIVIENDA DEL 30/10/2016
VIGENTES A PARTIR DEL : 01/01/2017**REGION: COSTA NORTE**

DPTO : TUMBES

PROV : TUMBES

DISTRITOS :

TUMBES

CORRALES

LA CRUZ

GRUPO DE TIERRAS	VALORES POR CATEGORIA EN SOLES POR HECTAREA					
	Calidad agrológica ALTA (A1)	Calidad agrológica MEDIA (A2)	Calidad agrológica BAJA (A3)	Calidad agrológica ALTA (C1)	Calidad agrológica MEDIA (C2)	Calidad agrológica BAJA (C3)
TIERRAS APTAS PARA CULTIVO EN LIMPIO SIMBOLO (A)						
POR GRAVEDAD Y AGUA SUPERFICIAL	25,973.70	22,077.65	15,584.22			
PROVENIENTE DE BOMBEO DE AGUA SUPERFICIAL	23,376.33	19,869.88	14,025.80			
PROVENIENTE DE BOMBEO DE AGUA SUBTERRANEA	22,077.65	18,766.00	13,246.59			
TIERRAS APTAS PARA CULTIVO PERMANENTE SIMBOLO (C)				6,493.43	5,519.41	3,896.06
TIERRAS APTAS PARA PASTOS, SIMBOLO (P)	Calidad agrológica ALTA (P1)	Calidad agrológica MEDIA (P2)	Calidad agrológica BAJA (P3)			
	2,597.37	2,207.76	1,558.42			
TIERRAS ERIAZAS						
TERRENOS ERIAZOS	3,298.66					
TERRENOS ERIAZOS RIBERENOS AL MAR	5,483.05					

**VALORIZACION DE LA PARCELA AGRICOLA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**

GRUPO DE TIERRAS	VALORES POR CATEGORIA EN SOLES POR HECTAREA	HECTAREAS DE PARCELA AGRICOLA DE LA FACULTADA DE CIENCIAS AGRARIAS	VALORIZACION EN SOLES
	Calidad agrológica MEDIA		
TIERRAS APTAS PARA CULTIVO EN LIMPIO POR GRAVEDAD Y AGUA SUPERFICIAL	22,077.65	47,96	S/. 1.059.006

Fuente: Elaboración propia

ESTACION: CENTRO EXPERIMENTAL TUMPIS**TIPO: CONVENCIONAL, METEOROLOGICA****LATITUD: 3° 31' 1"****LONGITUD: 80° 19' 1"****DEPARTAMENTO: TUMBES****PROVINCIA: ZARUMILLA****DISTRITO: PAPAYAL****TEMPERATURA MINIMA MENSUAL (°C)****ESTACIÓN CIA TUMPIS**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2009	23.0	22.8	23.0	22.4	22.8	21.9	21.6	20.8	20.6	21.0	21.6	23.7
2010	24.1	24.3	24.3	23.9	23.4	21.9	21.1	20.3	20.7	20.7	20.6	22.5
2011	23.7	23.1	23.3	23.8	22.9	22.8	21.9	20.5	20.3	20.6	21.5	23.1
2012	23.2	23.0	23.6	23.2	23.0	22.2	21.5	20.6	20.1	20.8	22.2	22.9
2013	23.8	24.0	24.2	23.1	22.7	21.9	20.1	20.1	20.2	21.1	21.0	22.9
2014	23.6	23.7	24.3	24.8	24.0	23.1	22.2	21.1	21.3	21.6	21.9	23.0
2015	23.9	24.1	24.2	23.9	23.9	22.5	22.4	21.7	22.0	22.9	23.5	24.0
2016	24.7	24.6	24.7	23.9	22.9	21.6	21.7	20.7	21.4	21.0	20.4	22.9
PROMEDIO	23.8	23.7	24.0	23.6	23.2	22.2	21.6	20.7	20.8	21.2	21.6	23.1

Fuente: Información proporcionada por el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)												
ESTACIÓN CIA TUMPIS												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2009	25.8	25.9	26.4	26.4	26.2	25.0	24.3	23.6	23.3	23.2	24.2	26.0
2010	26.8	27.3	27.3	26.7	26.5	24.8	23.9	22.9	22.9	23.2	23.2	25.3
2011	26.7	26.8	27.1	26.9	26.1	25.7	24.5	23.0	22.7	23.0	23.9	25.5
2012	26.1	26.4	27.2	27.0	26.9	25.8	24.8	23.2	23.0	23.3	24.6	26.1
2013	26.8	27.1	27.0	26.8	25.7	24.8	22.7	22.5	22.9	23.2	23.7	25.5
2014	26.4	26.9	24.3	27.4	26.7	26.3	25.0	24.1	24.1	24.4	25.1	26.6
2015	27.6	27.7	27.5	27.2	27.4	26.5	26.0	24.7	25.2	25.5	26.1	27.2
2016	27.5	27.5	27.7	27.0	26.5	25.5	24.9	23.9	24.2	23.9	23.8	26.0
PROMEDIO	26.7	27.0	26.8	26.9	26.5	25.6	24.5	23.5	23.5	23.7	24.3	26.0

Fuente: Información proporcionada por el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes

TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C)												
ESTACIÓN CIA TUMPIS												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2009	29.9	29.7	30.8	31.4	30.8	29.4	28.6	27.5	27.2	27.0	27.9	30.5
2010	31.0	31.5	32.1	32.5	31.6	29.1	28.6	27.1	26.8	26.8	27.0	29.8
2011	31.5	31.5	32.2	31.8	31.3	30.6	28.7	26.8	26.7	26.5	28.0	30.3
2012	30.9	31.1	32.1	32.0	32.3	31.0	30.1	27.6	27.6	27.1	29.0	31.1
2013	32.0	31.9	31.4	32.1	30.0	28.6	26.9	26.5	26.4	26.5	27.4	29.8
2014	30.3	31.4	31.7	32.0	30.8	30.8	29.0	27.1	27.1	27.2	28.3	30.1
2015	31.2	31.1	30.7	31.2	31.6	31.2	30.4	28.7	29.4	29.4	30.1	31.7
2016	31.7	32.0	31.6	31.1	31.1	30.3	28.8	27.7	27.8	27.5	27.7	30.3
PROMEDIO	31.1	31.3	31.6	31.8	31.2	30.1	28.9	27.4	27.4	27.3	28.2	30.5

Fuente: Información proporcionada por el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes

HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)												
ESTACIÓN CIA TUMPIS												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2009	85.0	85.0	83.0	80.0	79.0	79.0	79.0	82.0	82.0	81.0	80.0	79.0
2010	82.0	85.0	84.0	83.0	80.0	81.0	79.0	87.0	92.0	89.0	92.0	90.0
2011	89.0	86.0	78.0	82.0	82.0	81.0	83.0	86.0	86.0	88.0	81.0	78.0
2012	84.0	87.0	85.0	81.0	81.0	82.0	82.0	85.0	85.0	83.0	84.0	79.0
2013	82.0	83.0	87.0	84.0	82.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0
2014	84.0	80.0	79.6	79.9	83.8	81.8	82.7	85.5	83.8	85.3	81.0	81.0
2015	77.0	82.0	84.0	84.1	83.9	83.2	78.9	81.0	79.8	82.9	79.6	78.7
2016	81.0	84.0	85.7	85.0	80.5	81.7	83.3	81.5	83.3	85.1	84.0	78.2
PROMEDIO	83.0	84.0	83.3	82.4	81.5	83.0	82.7	85.2	85.7	86.0	84.5	82.3

Fuente: Información proporcionada por el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)												
ESTACIÓN CIA TUMPIS												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2009	166.7	128.3	23.8	30.8	13.1	0.9	0.3	1.6	1.9	0.0	4.9	4.8
2010	31.9	162.3	93.9	113.8	2.0	1.6	0.9	0.0	0.6	2.0	2.8	4.1
2011	29.3	61.9	7.8	67.1	7.4	1.0	6.3	2.7	0.1	0.0	0.7	2.0
2012	100.8	122.2	97.4	110.7	10.8	1.0	1.8	0.3	0.4	1.7	1.7	2.9
2013	26.3	37.0	121.2	38.3	7.0	0.5	1.1	0.8	0.5	8.8	0.3	1.0
2014	84.1	40.9	1.8	6.8	67.2	7.2	0.2	0.4	2.2	4.5	0.8	11.2
2015	16.8	64.9	267.5	24.7	67.1	6.7	0.1	0.0	0.2	6.6	2.2	2.9
2016	45.6	308.6	110.0	149.0	1.3	3.7	0.5	1.6	2.4	0.8	0.4	10.9
PROMEDIO	62.7	115.8	90.4	67.7	22.0	2.8	1.4	0.9	1.0	3.1	1.7	5.0

Fuente: Información proporcionada por el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes

HORAS DE SOL (Hrs)												
ESTACIÓN CIA TUMPIS												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2009	93.4	101.7	144.6	174.7	169.4	117.2	151.2	103.7	97.3	97.4	90.9	113.7
2010	74.9	67.8	135.9	170.5	116.1	68.4	94.1	96.8	47.4	80.0	80.2	74.4
2011	123.2	106.2	212.5	183.1	180.1	119.6	96.7	105.0	110.1	68.4	103.6	108.1
2012	96.7	145.7	200.0	177.1	160.2	118.5	143.6	87.6	105.1	81.7	96.1	149.7
2013	94.8	139.9	156.8	222.0	141.1	92.0	85.9	123.7	137.0	108.7	136.3	182.0
2014	135.9	123.0	170.9	150.4	173.8	159.7	203.0	139.8	139.7	129.5	163.6	181.6
2015	154.9	134.3	168.5	188.1	208.1	193.0	171.4	182.9	169.1	133.9	149.6	160.9
2016	141.4	118.3	150.6	179.8	222.3	191.0	157.2	176.4	143.4	115.4	178.6	181.5
PROMEDIO	114.4	117.1	167.5	180.7	171.4	132.4	137.9	127.0	118.6	101.9	124.9	144.0

Fuente: Información proporcionada por el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes

VELOCIDAD DEL VIENTO MENSUAL (m/seg.)												
ESTACIÓN CIA TUMPIS												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2009	1.3	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8	2.0	2.1	2.1	2.2	2.1	2.2
2010	2.4	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	0.0	2.1	2.2	2.1	2.2
2011	2.8	2.1	2.4	2.1	2.2	2.0	2.1	2.3	2.3	2.2	2.3	2.4
2012	2.8	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.2	2.0	2.3	2.2	2.1	2.4
2013	2.7	2.1	1.9	2.0	1.8	1.7	1.9	2.2	2.3	2.1	2.3	0.0
2014	2.4	2.1	1.9	1.7	1.1	0.9	1.8	2.2	2.3	2.2	2.2	2.4
2015	2.9	2.2	2.1	1.8	1.9	1.8	2.1	2.2	2.2	2.1	2.1	2.3
2016	2.4	1.9	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.1	2.1	1.1
PROMEDIO	2.5	2.0	2.0	1.9	1.8	1.8	2.0	1.9	2.2	2.1	2.2	1.9

Fuente: Información proporcionada por el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE SUELOS

ANÁLISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS

Solicitantes: Claudia Alejandra Rojas Flores
Jean Jahiro Suyon Cortez

Procedencia: Tumbes (UNT)

Nota: Muestras proporcionadas por el solicitante

N°.	Codigo	pH	Conduct. Electrica (dS/m)	CO ₃ Ca (%)	Mat.	N	P	K	Analisis Mecánico			C.I.C. meq/100 g.s.	Cationes cambiables				
					Org.	Total	Disp.	Asim.	(%)				Clase Textural	(meq/100g)			
					(%)	(%)	ppm	ppm	Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
1	C1	6.68	0.58	0.00	0.33	0.02	10	178	32	32	36	Fco. Arc.	18.03	14.08	3.27	0.44	0.24
2	C2	7.08	1.08	0.15	0.16	0.01	8	146	31	34	35	Fco. Arc.	16.55	13.66	2.44	0.27	0.18
3	C3	8.04	0.44	4.16	0.13	0.01	8	148	30	36	34	Fco. Arc.	16.17	13.40	2.26	0.38	0.13
4	C4	7.40	0.49	0.55	0.17	0.01	9	161	18	51	31	Fco. Arc.Lim.	15.95	12.46	3.04	0.30	0.15
5	C5	7.53	0.85	0.66	0.21	0.01	9	166	25	45	30	Fco.Arc.	14.57	12.31	2.70	0.31	0.17

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DPTO. ACADÉMICO DE SUELOS

Ing. José Remigio Argüello
DIRECTOR