

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



*Una Institución Adventista*

**Cambios de las propiedades fisicoquímicas del suelo en las laderas  
del cerro Concacucho post forestación en la Universidad Peruana  
Unión, Ñaña, Lima**

Por:  
Eliel La Rosa Varillas

Asesoras:  
MSc. Natalí Carbo Bustinza  
Lic. Gina Marita Tito Tolentino

**Lima, mayo de 2018**

**Área temática:** Ciencias del Suelo

**Línea de investigación - UPeU:** Biodiversidad y calidad Ambiental

**Ficha catalográfica:**

La Rosa Varillas, Eliel

Cambios de las propiedades fisicoquímicas del suelo en las laderas del cerro Concacucho post forestación en la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima. / Eliel La Rosa Varillas; Asesora: MSc. Natalí Carbo Bustinza, Lic. Gina Marita Tito Tolentino. – 2018.

94 páginas: gráficos

Tesis (Licenciatura), Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, 2018.

Incluye: referencias, resumen y anexos

1. Forestación 2. Suelos áridos 3. Impacto 4. Índice de calidad de suelo

**DECLARACIÓN JURADA  
DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS**

Yo MSc. Natalí Carbo Bustinza, de la facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

Declaro:

Que el presente informe de investigación titulado: **"CAMBIOS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL SUELO EN LAS LADERAS DEL CERRO CONCACUCHO POST FORESTACIÓN EN LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, ÑAÑA, LIMA"** constituye la memoria que presenta el Bachiller Eliel La Rosa Varillas para aspirar al título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, a los 26 de junio del año 2018.



---

MSc. Natalí Carbo Bustinza


*Cambios de las propiedades fisicoquímicas del suelo en las laderas del cerro Concacucho post forestación en la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima.*

# TESIS

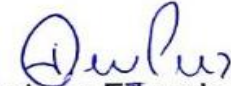
Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental


## JURADO CALIFICADOR

  
Mg. Iliana del Carmen Gutiérrez Rodríguez  
**Presidenta**

  
Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga  
**Secretaria**

  
Mg. Joel Hugo Fernández Rojas  
**Vocal**

  
Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio  
**Vocal**

  
MSc. Natalí Carbo Bustinza  
**Asesora**

Lima, 28 de mayo de 2018

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo al único que merece toda la gloria, a Dios y Jesucristo su hijo, quien yo, sin merecer algo, dio todo por mí. Él me inspira cada día a esforzarme en mejorar mi carácter y ser un buen profesional.

A mi amada familia por el apoyo que me dieron en cada etapa de mi vida.

A mis amigos y docentes de la Universidad, quienes invirtieron tiempo en mí dentro y fuera de las aulas llenándome de experiencias las cuales no cambiaría por nada del mundo, además del conocimiento aprendido de parte de cada uno de ellos.

## **Agradecimientos**

Así como este trabajo lo dediqué a mi Dios y salvador Jesucristo, de la misma manera le agradezco, Él colocó a las personas correctas en el momento preciso para terminar mi cometido.

A mis amados padres, Fernando y Narda y a mis hermanos Josafat y Adriana por nunca dejar de darme ánimos y por sus constantes oraciones.

A mis asesoras MSc. Natalí Carbo Bustinza y Lic. Gina Tito Tolentino quienes me asistieron durante todo este proceso.

A mis dictaminadores, Mg. Hugo Fernández, Mg. Milda Cruz y al Ing. Jackson Pérez por ayudarme a encaminar mi investigación con buenos cimientos.

Al personal de la Universidad Peruana Unión del área de ornato y del laboratorio de Ingeniería ambiental por el soporte brindado.

## ÍNDICE GENERAL

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Símbolos.....</b>   | <b>xv</b>   |
| <b>RESUMEN .....</b>   | <b>xvi</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>xvii</b> |
| <b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>                         | <b>18</b>   |
| 1.1 Identificación del Problema .....                        | 18          |
| 1.2 Justificación de la investigación .....                  | 20          |
| 1.3 Presuposición filosófica.....                            | 21          |
| 1.4 Objetivo General.....                                    | 22          |
| 1.5 Objetivos Específicos .....                              | 22          |
| <b>CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>              | <b>23</b>   |
| 2.1 El Suelo.....  | 23          |
| 2.1.1 El Suelo .....   | 23          |
| 2.1.2 Formación del suelo.....                               | 24          |
| 2.1.3 Suelos .....   | 25          |
| 2.2 Propiedades Físicas y químicas del suelo .....           | 29          |
| 2.3 Degradación del Suelo .....                              | 31          |
| 2.4 Degradación y Desertificación del suelo en el Perú ..... | 34          |
| 2.4.1 Suelos semiáridos, Áridos e Hiperáridos.....           | 38          |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 2.5   | Forestación.....                         | 39        |
| 2.6   | Antecedentes.....                        | 40        |
| 2.7   | Marco conceptual.....                    | 43        |
| 2.1.1   | Fisiografía.....                         | 43        |
| 2.1.2   | Clima.....                               | 43        |
| 2.1.3   | Zona de Vida.....                        | 43        |
| 2.1.4   | Definición de términos.....              | 43        |
| <b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>  |  | <b>45</b> |
| 3.1   | Lugar de ejecución.....                  | 45        |
| 3.2   | Criterios de Zonificación.....           | 45        |
| 3.3   | Muestreo de suelos.....                  | 46        |
| 3.4   | Análisis de los parámetros químicos..... | 48        |
| 3.5   | Análisis de los parámetros físicos.....  | 49        |
| 3.6   | Diseño de la Investigación.....          | 52        |
| 3.6.1   | Formulación de Hipótesis.....            | 53        |
| 3.6.2   | Análisis estadístico.....                | 53        |
| 3.7   | Variables de estudio.....                | 54        |
| 3.8   | Flujograma metodológico.....             | 55        |
| <b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b> |  | <b>56</b> |



|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>64</b> |
| 5.1 CONCLUSIONES.....   | 64        |
| 5.2 RECOMENDACIONES.....  | 65        |
| <b>REFERENCIAS .....</b>  | <b>66</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>75</b> |
| Anexo 1. Ubicación de los puntos de muestreo por cada lote. ....  | 75        |
| Anexo 2. Data Meteorológica mensual de abril del 2016 - marzo 2017 .....                                | 76        |
| Anexo 3. Evidencias de los muestreos.....   | 89        |
| Anexo 4. Carta de autorización de Gerencia de Servicios para acceder a las laderas forestadas.<br>..... | 91        |
| Anexo 5. Informes de análisis de suelos.....  | 92        |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Efecto de las sales comunes en función de la concentración de sales solubles.....   | 28 |
| Tabla 2. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. ....  | 30 |
| Tabla 3. Extensión de las Tierras Secas del Mundo por Continentes.....   | 33 |
| Tabla 4. Extensión de las categorías de tierras secas en América del Sur por país.....   | 35 |
| Tabla 5. Suelos degradados por región natural del Perú, según tipo de degradación .....  | 37 |
| Tabla 6. Indicadores de calidad de suelo, unidades de medida, valores máximos y mínimos<br>definidos de la zona control.....                                   | 50 |
| Tabla 7. Clases de calidad de suelos .....   | 52 |
| Tabla 8. Indicadores de suelo analizados .....   | 54 |
| Tabla 9. Caracterización de los parámetros físico-químicos de los suelos estudiados: media,<br>desviación estándar, mínimos y máximos. Bloque I .....          | 56 |
| Tabla 10. Caracterización de la capacidad de intercambio catiónico de los suelos estudiados:<br>media, desviación estándar, mínimos y máximos. Bloque II ..... | 58 |
| Tabla 11. Determinación de calidad de suelo por lote tratado .....   | 60 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 12. Estadística descriptiva de la medición de los parámetros fisicoquímicos analizados.                          |    |
| Prueba estadística de H de Kruskal Wallis.....   | 61 |
| Tabla 13. Estadística descriptiva de la medición de la capacidad de cambio catiónico analizados.                       |    |
| Prueba estadística de H de Kruskal Wallis.....   | 62 |
| Tabla 14. Resultados de comparación entre los lotes 1 y 3; 2 y 3; 1 y 2. Prueba estadística de U de Mann Whitney ..... | 62 |
| Tabla 15. Ubicación de puntos de muestreo.....   | 75 |
| Tabla 16. Formato de campo para los puntos de muestreo. ....   | 75 |
| Tabla 17 Datos de estación del mes de abril 2016 .....   | 76 |
| Tabla 18 Datos de estación del mes de mayo, 2016.....  | 77 |
| Tabla 19 Datos de estación del mes de junio 2016.....  | 78 |
| Tabla 20 Datos de estación del mes de julio, 2016 .....  | 79 |
| Tabla 21 Datos de estación del mes de agosto, 2016 .....   | 80 |
| Tabla 22 Datos de estación del mes de setiembre, 2016 .....  | 81 |
| Tabla 23 Datos de estación del mes de octubre, 2016.....   | 82 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 24 Datos de estación del mes de noviembre, 2016..... | 83 |
| Tabla 25 Datos de estación del mes de diciembre, 2016..... | 84 |
| Tabla 26 Datos de estación del mes de enero, 2017.....     | 85 |
| Tabla 27 Datos de estación del mes de febrero, 2017 .....  | 86 |
| Tabla 28 Datos de estación del mes de marzo, 2017 .....    | 87 |
| Tabla 29. Resultados de análisis de Laboratorio .....      | 88 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. La Distribución de las Tierras Secas a nivel mundial. Fuente: CRU/UEA, UNEP/GRID..... | 33 |
| Figura 2. Mapa de aridez de Perú. Fuente: Verbist et al, 2010 .....                             | 36 |
| Figura 3. Ubicación geográfica de las zonas de investigación. Fuente: Google Earth, 2018 ..     | 45 |
| Figura 4. Calicata 05 del lote 1.....   | 89 |
| Figura 5. Calicata 03 del lote 2.....   | 89 |
| Figura 6. Calicata 03 del lote 3 (lote control) .....   | 90 |
| Figura 7. Limitación entre lote 1 y lote 2.....   | 90 |
| Figura 8. Carta de autorización para sacar muestras de las laderas del cerro Concacucho.....    | 91 |
| Figura 9. Hoja de recepción de muestras de suelo. Cadena de Custodia .....                      | 92 |
| Figura 10. Resultados de análisis de Suelos 1 .....   | 93 |
| Figura 11. Resultados de análisis de Suelos 2.....  | 94 |

## ÍNDICE DE ECUACIONES

|  |    |
|--|----|
| Ecuación 1. Para determinar el porcentaje de carbón total..... | 49 |
| Ecuación 2. Para determinar la densidad aparente .....         | 49 |
| Ecuación 3. Ecuación para el primer caso:.....                 | 51 |
| Ecuación 4. Ecuación para el primer caso:.....                 | 51 |

## **Símbolos**

**pH:** potencial de hidrogeno

**% CO:** porcentaje de carbono orgánico.

**CIC:** capacidad de intercambio catiónico.

**Da:** densidad aparente.

**K:** potasio.

**P:** fósforo.

**Ca:** calcio.

**Mg:** magnesio

**Na:** sodio.

**CE:** conductividad eléctrica.

**ICS:** índice de calidad de suelo.

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estimar el impacto de la forestación en las propiedades fisicoquímicas de suelos áridos de las laderas del cerro Concacucho Ñaña, Lima. Se analizaron parámetros del suelo y se calculó el índice de calidad de suelo (ICS) en comparación con la zona control. El área de investigación está ubicada a la altura del Km 19.5 de la carretera central, en la municipalidad de Lurigancho – Chosica, específicamente dentro del campus de la Universidad Peruana Unión. Al área total forestada se dividió en dos lotes y se tomó un tercer lote como zona control a un área donde no hubo intervención, perteneciente al mismo sistema del cerro, a cada lote se subdividió en cinco zonas representativas y se realizaron calicatas para sacar las muestras de los suelos. Las variables fueron el pH, materia orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE), potasio (K), fósforo (P), las bases cambiables ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ ), carbono orgánico (% CO) y densidad aparente (Da). El efecto de la forestación en el lote 1 (ICS = 0.61) mostró mejor impacto en su índice de calidad de suelo en comparación con el lote 2 (ICS = 0.49). El análisis estadístico reveló que el P ( $p = 0.012$ ) y la Da ( $p = 0.043$ ) tienen diferencia significativa en comparación de los demás indicadores.

**Palabras clave:** Forestación, Suelos áridos, Impacto, Índice de calidad de suelo.



## ABSTRACT

The objective of the work was to estimate the impact of afforestation on the physicochemical properties of arid soils on the slopes of Cerro Concacucho Ñaña, Lima. The parameters of the soil and the calculation of soil quality (ICS) were analyzed in comparison with the control zone. The research area is located at Km 19.5 of the central highway, in the municipality of Lurigancho - Chosica, specifically within the campus of the Universidad Peruana Unión. The total forested area was divided into two lots and a third lot was raised as a control area to an area where there was no intervention, belonging to the same system of the hill, a batch lot is subdivided into five representative zones and was made to take the samples from the soils. The variables were pH, organic matter (OM), electrical conductivity (CE), potassium (K), phosphorus (P), changeable bases (Na +, K +, Mg<sup>2+</sup> + and Ca<sup>2+</sup> +), organic carbon (% CO) and bulk density (Da). The effect of afforestation in lot 1 (ICS = 0.61) showed the best impact on its soil quality index compared to lot 2 (ICS = 0.49). The statistical analysis revealed that the P (p = 0.012) and the Da (p = 0.043) have a significant difference in comparison with the other indicators.

**Keywords:** Afforestation, Arid soils, Impact, Soil quality index

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Identificación del Problema

La tierra con el pasar de las décadas ha perdido su fertilidad, se estima que el 11% ha sido degradado por procesos erosivos, que su función biótica original ha resultado dañada. Cerca del 3% del suelo ha sido degradado prácticamente hasta el punto de no poder seguir cumpliendo con esa función (Solera, 2000).

Estos conceptos no son recientes, sino que remontan desde hacía décadas atrás. En 1976 el PNUMA y la FAO dan una definición de la degradación del suelo como un “proceso donde se disminuye su capacidad real, potencial y actual para producir, cualitativa o cuantitativamente bienes o prestar servicios; es el resultado de diversos factores, tales como variaciones climáticas y actividades humanas” (World Resources Institute, United Nations Environment Programme, 1996).

Por otro lado, El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2008), señala que, hacia la mitad del siglo, el aumento de temperatura y, por consiguiente, la disminución del agua en los suelos daría lugar a una sustitución de vegetación semiárida que sería progresivamente sustituida por vegetación de tierras áridas, ya que son terrenos con aptitud agropecuaria, pero no explotadas por falta de agua.

Es así que, una de las estrategias para la adaptación al cambio climático es la protección de suelos mediante la plantación de árboles o forestación con cubierta vegetal, ya que es el factor más eficiente para controlar los procesos erosivos, porque protege la superficie y controla los impactos negativos de la erosión (Pramova et al, 2012).

Además, contribuye a la capacidad biológica de los suelos, en los procesos de humificación de la materia orgánica y en la generación de condiciones microambientales que posibilitan el desarrollo de la biomasa microbiana (Izquierdo y Yuste, 2007).

Así también, en materia de los compromisos internacionales de carácter ambiental, es necesario evaluar el impacto de estas áreas con nuevos usos y coberturas, en la reducción del avance de la desertificación y su contribución en el efecto sumidero y en el aumento de la superficie arbórea, así también en las posibilidades de incrementar la biodiversidad (Ministerio del Ambiente, 2010).

Por otro lado, en el Perú solo el 3.9% de los suelos son aptos para una cultivación limpia y 2.1% para cultivación permanente, el resto de las zonas va a depender mucho la tecnología disponible e ingeniería en el riego (Ministerio de Agricultura y Riego, 2000).

En el año 2012 la Universidad Peruana Unión tomó la decisión de arborizar las laderas del cerro con un fin paisajístico turístico en el cual haya un circuito para caminar, pasear y hacer ejercicio. El área de ornato empezó realizando una exhaustiva limpieza de malezas, piedras y trazando un camino para colocar las tuberías que alimentarían los dispositivos de riego. La actividad de limpieza tuvo un inicio en la ladera oeste y siguió hacia el este del cerro, posteriormente se instalaron los dispositivos de riego y se plantaron arbustos, árboles, árboles frutales. Además de conseguir sus fines mencionados, esta actividad también apoyó para proteger a los suelos degradados de los procesos erosivos.

A mitad del año 2013 se realizó un sondeo de caracterización de las propiedades fisicoquímicas del suelo realizado por los estudiantes del tercer año de ingeniería ambiental usando el kit de LaMotte, el cual tiene una metodología colorimétrica.

Sin embargo, después de más de 5 años de la realización del proyecto de forestación en el cerro, hasta la fecha no se ha realizado un estudio técnico sobre la condición en la que estos se encuentran, la arborización implica también un cambio de uso de suelo y nos lleva a la siguiente pregunta ¿Qué impacto ha producido el proyecto de forestación en las laderas del Concacucho sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo?, por lo tanto, el propósito de este estudio fue estimar el impacto de la forestación de los suelos por medio de estudios detallados de tal forma analizar aspectos fisicoquímicos para gestionar mejor la calidad del suelo y del proyecto.

## **1.2 Justificación de la investigación**

Esta investigación logrará determinar el estado de calidad de suelo del proyecto del cerro Concacucho, el cual forman parte de los proyectos de Integración de Opciones de Cambio Climático en la política Nacional Forestal e Inventario Nacional de Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático el cual entre sus objetivos está el rol de mitigación y adaptación al cambio climático; este último consta de tres componentes estructurados y el tercero es un Manejo Forestal Sostenible y el proyecto de forestación del cerro Concacucho contribuye a las acciones de adaptación climático (MINAM y MINAGRI, 2012).

Por otro lado, la agenda de investigación ambiental para el 2021 busca lograr el desarrollo y la capacidad necesaria para promover la investigación ambiental de manera amplia, con el fin de que las investigaciones puedan cubrir la demanda de generación de conocimiento ambiental que el Perú necesita, de esta manera coadyuvar tanto a prevención y resolución de los principales problemas ambientales y a la mejora de la calidad ambiental. Es así que una de las líneas de investigación en cuanto a suelos, es la evaluación de la capacidad de regeneración de los suelos frente a actividades económicas (MINAM, 2013).

Además, dentro de todo proyecto o programa es indispensable hacer seguimiento, proceso sistemático donde se recopila y analiza información con el objetivo de compararlas con las metas estandarizadas, y evaluaciones, las cuales nos ayudan a identificar y reflexionar sobre los efectos de las actividades realizadas (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2012). Por otro lado, Gayoso (1998), dijo que evaluar el efecto de un proyecto, como el de esta investigación, en cuanto a la evolución de la superficie, nos ayuda a ver el costo y beneficio de lo realizado y tomar decisiones. Además, los datos obtenidos permitirán iniciar un monitoreo continuo de las zonas forestadas.

Por último, se pretende que todos los proyectos que se están realizando o se van a realizar dentro de la Universidad o fuera, sean investigados por los alumnos o profesores, de esta manera poder realizar proyectos más sustentables y que generen más impacto en la comunidad, así mismo, dar testimonio de lo que una institución de la Iglesia Adventista puede llegar a hacer.

### **1.3 Presuposición filosófica**

El suelo es fundamental para la existencia del ser humano; es fuente de alimento, sustento de muchas actividades sociales, protector de la fuente hídrica la cual es vital, etc. Sin embargo, el ser humano por su egoísmo y ambición ha hecho un mal uso de este elemento e incluso ha llegado a deteriorarlo de tal manera que su recuperación es, tristemente, imposible en algunos casos.

Por otro lado, desde un punto de vista cristiano; Dios dio al hombre la responsabilidad de ser gobernadores de la tierra. Génesis 1:28 “fructificad y multiplicaos; llenad la tierra y sojuzgadla, y señoread en los peces del mar, en las aves de los cielos, y en todas las bestias que se mueven

sobre la tierra.” Otra palabra que se puede usar es Mayordomo. Un mayordomo cuida de las pertenencias de su amo hasta que vuelva. Nosotros tenemos el deber de proteger todas las cosas que Dios nos ha dado, nos da y nos dará hasta su retorno.

Una forma de cumplir esta labor de mayordomos de cuidar de la creación de Dios es investigando los impactos que ocasionamos al realizar cambios en el uso del suelo, pues es un recurso fundamental para el funcionamiento de todo el ecosistema.

#### **1.4 Objetivo General**

Estimar el impacto de la forestación en las propiedades fisicoquímicas de suelos áridos en las laderas del cerro Concacucho, Ñaña, Lima.

#### **1.5 Objetivos Específicos**

- Determinar el impacto de la forestación en las propiedades fisicoquímicas de suelos áridos en las laderas del cerro Concacucho, Ñaña, Lima.
- Determinar el impacto de la forestación en las propiedades de capacidad de intercambio catiónico de suelos áridos en las laderas del cerro Concacucho, Ñaña, Lima.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1 El Suelo**

##### **2.1.1 El Suelo**

El suelo es el medio natural para el desarrollo de plantas terrestres, ya sea que tenga o no horizontes discernibles. Este concepto es todavía la forma más común como se comprende la palabra, y es el principal interés en el que el suelo centra su significado. Las personas consideran al suelo importante porque sostiene a las plantas que nos proporcionan comida, fibras, medicamentos y otras necesidades humanas, y porque filtra al agua y recicla excretas. El suelo cubre a la superficie del globo como un continuo, con excepto en áreas con afloramientos rocosos, de congelamiento perpetuo como nevados, en aguas profundas, o sobre los hielos de los glaciares estériles (USDA, 2014).

Por su parte Dokuchaev, a quien se denomina padre de la ciencia del suelo, considera al suelo como un cuerpo natural, que es independiente y variante; complejo, estructurado y dotado de moderaciones cíclicas, las cuales evolucionan con el tiempo. La complejidad del suelo presenta características como: atmosfera interna, régimen hídrico particular, fauna, flora determinada y elementos minerales (Gálvez, 2011).

Alhama (2013), “El suelo es un componente crítico de la biosfera no renovable a escala humana. Para el funcionamiento de los ecosistemas y la salud de los recursos del suelo debe estar acompañado de una correcta gestión de los mismos”

García (2009) afirma que puede ser conceptualizado desde múltiples perspectivas. No hay una definición errada, mediante más investigaciones se hagan, se va expandiendo la riqueza inherente sobre los suelos.

Sin embargo, una definición posible sería “El suelo es un sistema natural, organizado e independiente, cuya formación se debe a la acción conjunta del clima, los organismos, la vegetación, el relieve y el tiempo sobre la roca madre, constituye una matriz de componentes orgánicos y minerales que engloba una red porosa por donde circulan líquidos y gases, albergando numerosas poblaciones de organismos vivos en una situación de equilibrio dinámico” (Vázquez, 2018).

Por otro lado, Los elementos básicos que presenta el suelo son: 5% - 10% de Materia Orgánica, 25% de agua, 25% de aire y 45% de partículas de suelo o material mineral que pueden ser arena, limo o arcilla (FAO, 2003).

### **2.1.2 Formación del suelo**

Al proceso de formación se le llama edafogénesis y los factores que influyen en el desarrollo, según Gálvez (2011) son: el clima, el relieve, la actividad biológica, composición litológica; de ellos el clima juega un papel muy importante al tener una influencia directa con las temperaturas y precipitaciones, ambas meteorizan a la roca madre generando alteraciones necesarias en sus constituyentes mineralógicos. Posteriormente, vienen a colonizar los microorganismos como las bacterias, hongos y algas. Ellos se alimentan de los minerales de la roca madre y con la muerte de



ellos la capa meteorizada aumenta, entonces aparecen los primeros vegetales que con sus raíces aceleran el proceso de meteorización.

Además de los factores mencionados, Villalaz (2004) agrega que la erosión del viento es un actor muy importante para la formación del mismo, al ser golpeados continuamente, desprende partículas y después acarrea.

Para que todo este proceso se lleve al cabo el suelo necesita condiciones mínimas y adecuadas, no obstante, el equilibrio de los suelos puede ser perturbado y el factor antropogénico es el más trascendente. En las últimas décadas del siglo XX y los primeros años del siglo XXI las actividades humanas han generado serios efectos en el globo, por la alta explotación de sus recursos naturales, la alta emisión de contaminantes y el aumento de la población han concebido el cambio climático, reducción de especies, etc. Y todas estas influyen en la conservación y formación de suelos, los cuales no son recursos renovables en términos humanos (Mellado, 2006).

### **2.1.3 Suelos**

Para la clasificación de suelos, la FAO-UNESCO en 1974, fue pionera en elaborar una leyenda referencial y la leyenda revisada del Mapa Mundial de Suelos. Más adelante en 1980, se formó una data muy importante, la “Base Referencial Internacional para Clasificación de Suelos”, un Grupo de Trabajo para la posterior elaboración de un sistema de clasificación de suelos basada en la ciencia (FAO, 2015).

Este Grupo de Trabajo se renombró como “Base Referencial Mundial del Recurso Suelo” en 1992. El Grupo de Trabajo presentó la primera edición de la WRB (con sus siglas en inglés), en 1998 y la segunda edición en 2006 (IUSS Working Group WRB, 2006). En 1998, el Consejo de ISSS aprobó la WRB como su terminología oficialmente recomendada para nombrar y clasificar suelos a escala mundial (FAO, 2015). El WRB ha clasificado a los suelos en 32 grupos de suelos de referencia y cada uno cuenta con sus clasificadores principales y clasificadores suplementarios.

Los suelos presentes en el Perú, el WRB (2015), menciona que el territorio nacional cuenta con las siguientes clasificaciones por presentar extensiones grandes:

- Alisols.
- Umbrisols.

Esta Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (FAO, 2015), consta a groso modo de tres reglas para la clasificación y creación de leyendas bien detallada, tiene los siguientes pasos:

- Detectar horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico: Consta en recolección de datos observables y de laboratorio, estos no se deben redondear, y si se encuentran varios horizontes cada uno debe ser evaluado.
- Asignar al suelo un Grupo de Suelo de Referencia: La combinación descrita de horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico se compara con la Guía WRB.
- Asignar calificadores: Estos clasificadores se encuentran en GSR.

Por otro lado, hablando sobre la taxonomía de suelos, a estos se los ha dividido en 12 grandes grupos u órdenes:

- Alfisols
- Andisols
- Aridisols
- Entisols
- Gelisols
- Histosols
- Inceptisols
- Mollisols
- Oxisols
- Spodisols
- Ultisols
- Vertisols

Continuando sobre los tipos de suelo, es necesario hablar sobre los suelos salino y sódicos.

Los suelos salinos son aquellos que contienen suficiente sal soluble para interferir con la productividad de las plantas, su pH no es igual ni superior a 8.5 (se considera nivel crítico en un 15% de Na en la capacidad de intercambio catiónico) y la forma para ver su salinidad es por conductividad del extracto acuoso saturado (Fernández, 2012). Estos suelos son comunes en regiones áridas y semiáridas por acumulación de sales en el suelo también (Fernández, 2012), por la proximidad que tienen al mar, la que, por evaporación continua, hay deposiciones de sales en cantidades perjudiciales (Lutenberg, 2009).

Otro aspecto que presentan los suelos salinos es por el tipo y tiempo de agua de riego que pueden dejar gran contenido de estas, además, Fassbender y Bornemisza (1994) agrega que en cuencas y valles de ríos la presencia de estos suelos es alta.

Tabla 1.

*Efecto de las sales comunes en función de la concentración de sales solubles.*

| Conductividad (mmhos cm <sup>-1</sup> ) | Efecto sobre la cosecha                   | Concentración del extracto saturado (n) | Presión osmótica | Clasificación         |
|---|---|---|------------------|-----------------------|
| 0-2                                     | Comúnmente despreciable                   | 0 – 0.02                                | 0 - 1            | No salino             |
| 2-4                                     | Cultivos muy sensibles                    | 0.02 - 0.04                             | 1 - 2            | Poco salino           |
| 4-8                                     | Muchos cultivos afectados                 | 0.04 - 0.08                             | 2 - 4            | Medianamente salino   |
| 8-16                                    | Solamente cultivos tolerantes crecen bien | 0.08 - 0.16                             | 4 - 8            | Muy salino            |
| >16                                     | Solamente cultivos muy tolerantes         | > 0.16                                  | > 8              | Extremadamente salino |

**Fuente:** Fassbender y Bornemisza, 1994.

Además, Ramírez (2012) nos mencionó que las sales tienen efectos físicos positivos sobre el suelo. Las sales ayudan en el proceso de floculación y en la aireación del suelo. Pero si hablamos de los impactos químicos estos generan toxicidad en las plantas que no son tolerables.

La salinidad proviene del desgaste de las rocas o minerales que están presentes en las rocas del área geológica, y en zonas de poca precipitación puede ser aún más perjudicial. Por una elevada evapotranspiración que sufren los suelos, hace que asciendan por capilaridad las sales,

acumulándose en la zona de raíces, no pudiéndose lavar, debido al deficitario régimen de lluvias. Constituyen un problema importante (Fernández, 2012). El autor agrega que cuando el tipo de agua presenta bastantes sales es mejor el tipo de riego sea por aspersión debido a que las hojas de las plantas son buenas absorbiendo las sales (MINAM, 2011).

Por otro lado, otro tipo de suelos son los suelos Sódicos, están presentes siempre y cuando la cantidad de este catión sea igual o supere al 15% de CIC. Esto crea dispersión de partículas del suelo generando limitación de movimiento de aire y agua también, dispersión de materia orgánica y arcillas.

## **2.2 Propiedades Físicas y químicas del suelo**

De manera general, el contenido de materia orgánica del suelo se relaciona íntimamente con las condiciones climáticas y ambientales de cada zona. Por ello, para analizar los factores de variación del carbono del suelo en suelos agrícolas, conviene considerar los factores clima, el tipo de cultivo y el modelo de gestión (Avilés et al, 2011). En agricultura ecológica, el tipo de cultivo y el modelo de gestión suelen estar imbricados, dado que en este modelo de gestión a menudo se utilizan rotaciones y policultivos (Romaya et al, 2007).

Los nutrientes están definidos como elementos químicos esenciales para el crecimiento y desarrollo de un organismo; hablando de plantas los nutrientes minerales más importantes que necesitan son nitrógeno, fósforo y potasio. Estos, también llamados, macronutrientes tienen una proporción en la composición de la planta en el orden 1-2%, 0.1-1% y 0.5-1% del peso de la biomasa respectivamente, es necesario mencionar que no en todas las plantas se cumple estos pesos (Jesús, 2011).

El nitrógeno es vital para la generación de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, coenzimas, en la formación de la clorofila y afecta a la capacidad de la planta en la realización de la fotosíntesis. Los fosfatos intervienen en la formación estructural de los ácidos nucleicos y en la producción de moléculas de energías (ATP). El tercer macronutriente, el potasio, ayuda en la formación de tallos fuertes y plantas resistentes a plagas y enfermedades. Las plantas los obtienen de la meteorización de las rocas.

Tabla 2.  
*Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.*

| Propiedad | Indicador                                  |
|-----------|--|
| FÍSICAS   | Textura                                    |
|           | Estructura                                 |
|           | Densidad                                   |
|           | Porosidad                                  |
|           | Profundidad                                |
|           | Pedregosidad                               |
|           | Permeabilidad                              |
|           | Color                                      |
| QUÍMICAS  | pH   |
|           | Cambio iónico                              |
|           | Capacidad de intercambio de cationes (CIC) |
|           | Macronutrientes (N, P, K, Mg y S)          |
|           | Materia orgánica                           |
|           | Micronutrientes (Fe, Mn, Cu y B)           |

|            | Conductividad eléctrica (CE) |
|------------|------------------------------|
|            | Artrópodos                   |
| BIOLÓGICAS | Compost                      |
|            | Anélidos                     |

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2011.

### 2.3 Degradación del Suelo

El suelo es un sistema complejo, interactúa con la litósfera, atmósfera, hidrósfera y biósfera, debido a esto, su origen está en la parte superficial de la corteza terrestre. Es un sistema altamente activo biológicamente, presenta procesos físicos, químicos y biológicos sobre la roca madre y requiere de largos periodos de tiempo para su formación, por lo que se le puede considerar a este recurso, no renovable debido a la escala temporal que necesita para formarse (Fernández, 2012).

La capacidad del suelo para cumplir de modo adecuado todas estas funciones es lo que se ha dado en llamar calidad del suelo, entendiéndose entonces como degradación del suelo al conjunto de procesos por los que el suelo pierde calidad, es decir deja de cumplir correctamente algunas de estas funciones. En este sentido conviene destacar que degradación implica siempre pérdida de calidad, por lo que los suelos degradados son suelos de baja calidad (García, 2009).

La degradación del suelo, es el proceso debido al cual, las propiedades edáficas, sufren alteraciones importantes como consecuencia de actividades antrópicas inadecuadas, o debido a procesos naturales. Estos procesos, ponen en riesgo los suelos, y en especial, aquellos más vulnerables, como son los presentes en ambientes áridos y semiáridos, teniendo lugar, como

resultado de la degradación del recurso, una reducción de la productividad del mismo, pudiendo convertirlos en inservibles para su aprovechamiento, produciéndose un abandono de tierras o la despoblación de territorios (Villamil y Moreira, 2016).

Por lo tanto, se puede definir la degradación del suelo, como pérdida de la calidad del suelo y cantidad de suelo, cualitativa y/o cuantitativa, refiriéndose a la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

El proyecto internacional «Global Assessment of Soil Degradation» (GLASOD) de 1991, ha puesto de manifiesto el grave estado de degradación en que se encuentran actualmente los suelos de todo el mundo. GLASOD calculó que un total de 1.964 millones de hectáreas estaban degradadas, 910 millones de hectáreas lo estaban al menos hasta un grado moderado (con una reducción importante de la productividad) y 305 millones de hectáreas estaban muy degradadas o hasta un punto extremo (no siendo ya adecuadas para la agricultura). La erosión por el agua era el problema más corriente, que afectaba a casi 1.100 millones de hectáreas, seguida por la erosión eólica que afectaba a casi 600 millones de hectáreas. 4 años después, en 1995 el PNUMA calculó que las áreas secas alcanzaban un total de 6.150 millones de hectáreas (61.5 millones de km<sup>2</sup>), siendo África y Asia los continentes que contaban con las mayores extensiones. Además, señala que la superficie degradada en la tierra es equivalente al 30% de la superficie terrestre del planeta y afecta a más de mil millones de personas. El suelo se pierde a una tasa anual de 24 mil millones de toneladas, y los costos anuales de la desertificación mundial se estiman entre 40 y 45 mil millones de dólares, lo cual no incluye los costos sociales involucrados (MINAM, 2011).



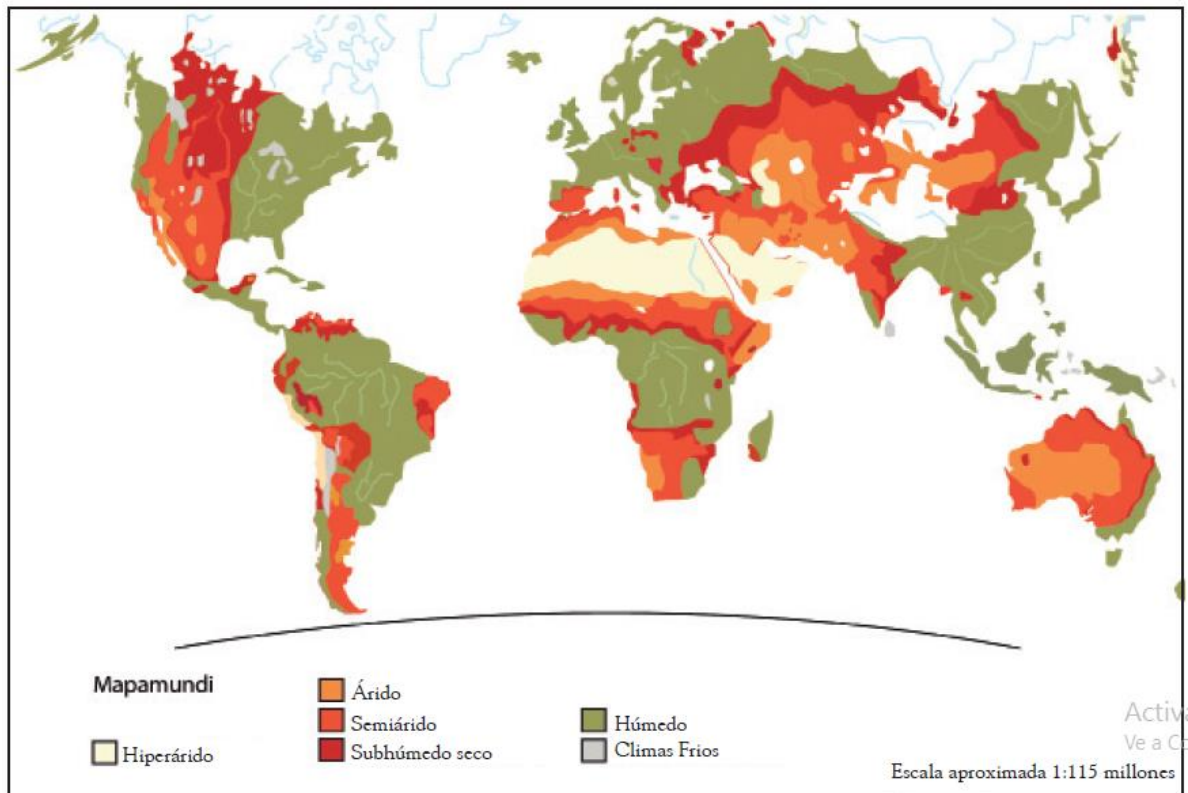


Figura 1. La Distribución de las Tierras Secas a nivel mundial. Fuente: CRU/UEA, UNEP/GRID

Tabla 3.  
Extensión de las Tierras Secas del Mundo por Continentes.

| Tipo de Tierra | Extensión de Tierras secas (millones de hectáreas) |       |           |        |                   |                 |
|----------------|--|-------|-----------|--------|-------------------|-----------------|
|                | África   | Asia  | Australia | Europa | América del Norte | América del Sur |
| Hiperárida     | 672  | 277   | 0         | 0      | 3                 | 26              |
| Árida          | 504  | 626   | 303       | 11     | 82                | 45              |
| Semiárida      | 514  | 693   | 309       | 105    | 419               | 265             |
| Subhúmeda seca | 269  | 353   | 51        | 184    | 232               | 207             |
| Total (6.150)  | 1.959  | 1.949 | 663       | 300    | 736               | 543             |
| 100%           | 32   | 32    | 11        | 5      | 12                | 8               |

Fuente: Reynolds et al. (2005)

En este cuadro se puede ver que casi dos quintos de la superficie de global son zonas áridas y semiáridas y, como se mencionó anteriormente, siendo el soporte donde se desarrolla la vida de más de mil millones de personas. En 2006, los especialistas de la ONU y otras organizaciones mundiales relacionadas al tema de desiertos indicaron que el 40% de las tierras continentales del planeta se consideraban tierras secas.

A este punto es importante hacer una aclaración en cuanto a desertificación la cual está muy ligada con la degradación del suelo. En el año de 1995 la UNCCD adquirió la siguiente definición en cuanto a desertificación: “La desertificación consiste en la degradación de la tierra en zonas áridas, semi-áridas y áridas sub-húmedas. La degradación de tierra es el resultado de diferentes factores tales como variaciones climáticas, actividades humanas, específicamente las complejas interacciones entre los factores físicos, biológicos, políticos, socio-culturales y económicos. La degradación de tierra puede ocurrir en cualquier lugar, pero sólo cuando ocurre en áreas áridas, semi-áridas y áridas subhúmedas se denomina desertificación” (Gómez, 2008).

#### **2.4 Degradación y Desertificación del suelo en el Perú**

La ONU al año 2015 lo declaró como Año Internacional de los Suelos. Además, afirmó que la desertificación de los suelos amenaza la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras porque están en peligro debido al crecimiento de las ciudades, la deforestación, el insostenible uso de la tierra y las malas prácticas de gestión, la contaminación, el sobrepastoreo y el cambio climático (EFE, 2016). En el Perú, no se ha difundido suficientemente el hecho, por ejemplo, que el 40% del territorio nacional es árido (516 000 kilómetros cuadrados). Perú ocupa el puesto tres después de Argentina y Brasil, además junto con Chile, son los únicos países que cuentan con territorios hiperáridos (CEPES, 2015), como se ve en el siguiente cuadro.

Tabla 4.  
*Extensión de las categorías de tierras secas en América del Sur por país*

| Áreas     | Hiperárido |      | Árido   |       | Semiárido |       | Subhúmedo |       | Aridez total |       | Área total/<br>Territorio |     |
|-----------|------------|------|---------|-------|-----------|-------|-----------|-------|--------------|-------|---------------------------|-----|
|           | Km         | %    | Km      | %     | Km        | %     | Km        | %     | Km           | %     | Km                        | %   |
| ARGENTINA |            |      | 675,020 | 24,30 | 878,983   | 31,60 | 389,060   | 14,00 | 1943,063     | 69,9  | 2777,81                   | 100 |
| BOLIVIA   |            |      | 80,196  | 7,30  | 12,942    | 11,10 | 126,335   | 11,50 | 219,473      | 29,9  | 1098,58                   | 100 |
| BRASIL    |            |      |         |       | 329,425   | 4,60  | 408,195   | 4,80  | 737,620      | 9,4   | 8511,965                  | 100 |
| CHILE     | 117,398    | 15,6 | 158,809 | 21,10 | 19,721    | 2,60  | 58,609    | 75,00 | 354,537      | 114,3 | 751,626                   | 100 |
| COLOMBIA  |            |      | 2,277   | 0,20  | 13,666    | 12,00 | 84,279    | 7,40  | 100,222      | 19,6  | 1138,914                  | 100 |
| ECUADOR   |            |      | 15,029  | 3,40  | 5,920     | 1,30  | 68,316    | 15,20 | 89,265       | 19,9  | 447,61                    | 100 |
| PARAGUAY  |            |      |         |       | 52,877    | 13,00 | 111,450   | 27,40 | 164,327      | 40,4  | 406,752                   | 100 |
| PERÚ      | 80,968     | 6,3  | 48,838  | 3,80  | 128,520   | 10,00 | 258,328   | 20,10 | 516,654      | 40,2  | 1285,215                  | 100 |
| VENEZUELA |            |      | 7,296   | 0,80  | 25,537    | 2,80  | 71,139    | 7,80  | 103,972      | 11,4  | 912,05                    | 100 |
| TOTAL     | 198,366    | 1,14 | 987,465 | 5,69  | 1467,591  | 9,50  | 1575,711  | 9,09  | 4229,133     | 25,42 | 17330,528                 | 100 |

Fuente: MINAM, 2011.

En los 70 la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) realizó un mapa de zonas áridas y semiáridas, el cual concluyó que hay una extensión de 30 000 000 ha (Guerrero, 1998). En el 2005 el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), utilizando la metodología de CAZALAC, elaboró un mapa de zonas áridas y semiáridas y sub húmedas secas, el cual determinó que suman un total de 38 586 452 hectáreas.

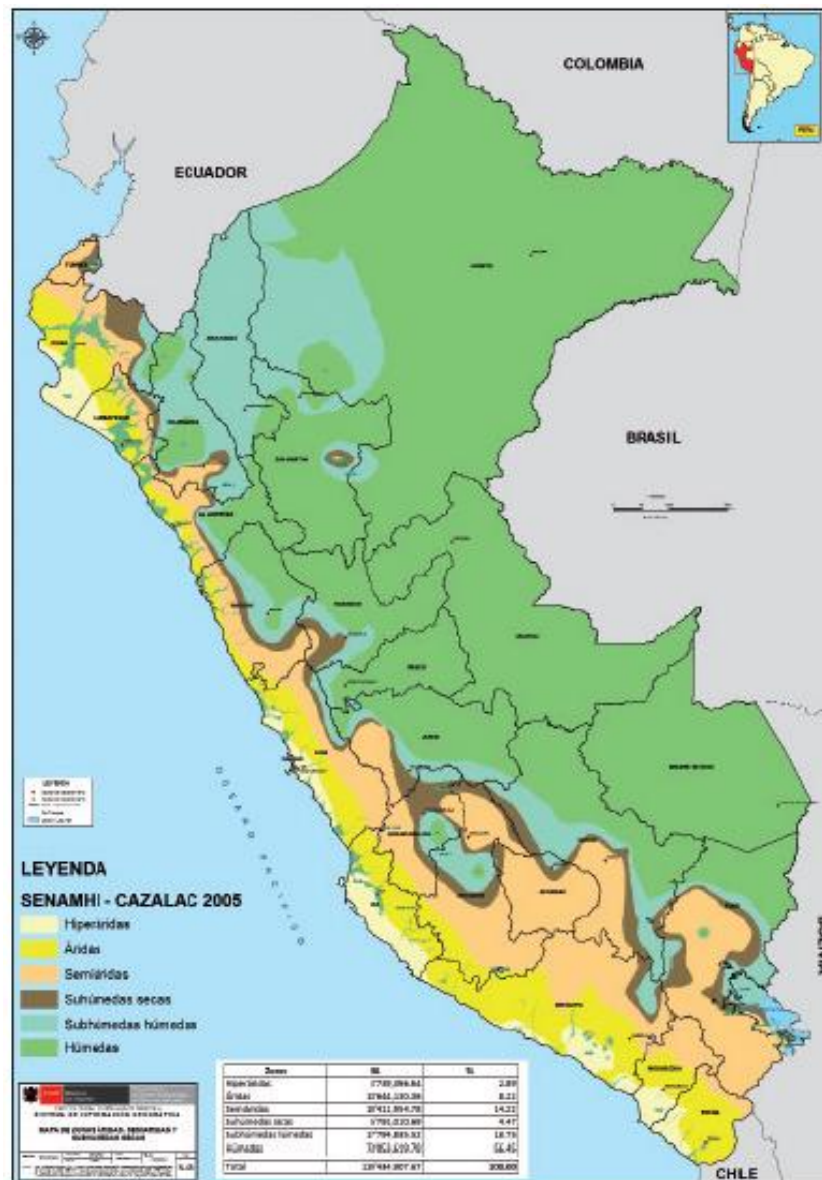


Figura 2. Mapa de aridez de Perú. Fuente: Verbist et al, 2010

Otro gran problema que presentan los suelos peruanos es la deforestación, “mientras otros países, como Brasil, deforestan para crear riqueza, el Perú deforesta para crear pobreza. Mucho se habla que es necesario aumentar el territorio agrícola, aumentar la frontera agrícola para incrementar la producción, sin embargo, ya hay suficientes áreas degradadas” (Eguren y Marapi, 2015). Aproximadamente, tenemos 10 millones de hectáreas deforestadas, sino trabajar en las áreas ya degradadas. Nuestra frontera agrícola debe ser el área degradada (CEPES, 2015).

Tabla 5.

*Suelos degradados por región natural del Perú, según tipo de degradación*

| <b>Tipo de degradación</b>              | <b>Total</b> | <b>Costa</b> | <b>Sierra</b> | <b>Selva</b> |
|---|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Suelos afectados por erosión severa 1/  | 8240810      | 2520650      | 5413840       | 306320       |
| Suelos afectados por desertificación 2/ | 34384796     | 6991482      | 27393314      |              |
| Suelos afectados por salinización 3/    | 306701       | 306701       |               |              |

**Nota:** Los tipos de degradación se superponen.

1/ Información publicada en el mapa de erosión de suelos del Perú, Instituto Nacional de Recursos Naturales 1996.

2/ Información publicada en el mapa de desertificación del año 2005; incluye las áreas desertificadas y las que se encuentran en proceso de desertificación.

3/ Información publicada por la oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales- Instituto Nacional de Recursos Naturales 1973.

*Fuente:* Ministerio de Agricultura y Riego, 2000.

En el Perú los problemas que afectan a los suelos son graves, causan la destrucción de los mismos e inciden en la baja producción agropecuaria.

### **2.4.1 Suelos semiáridos, Áridos e Hiperáridos**

Las zonas áridas y semiáridas ocupan en la actualidad casi dos quintos de la superficie total, de los continentes, siendo el soporte donde se desarrolla la vida de más de mil millones de personas. En los ambientes semiáridos, las condiciones ambientales para su desarrollo, no son las idóneas, por la escasez de agua, altas temperaturas, falta de materia orgánica, etc. (Reynolds, 2005). “Esto repercute en el tiempo que necesitan los suelos de esas zonas para alcanzar un estado de cierta madurez. Por ello, adquiere especial interés su mantenimiento y conservación, a través de buenas prácticas de manejo, con la finalidad de evitar la pérdida de suelos fértiles” (Fernández, 2012).

En muchas de estas zonas, ciertos cambios antropogénicos y socioeconómicos han conducido a una presión excesiva sobre los recursos naturales que ha originado una intensa degradación del suelo, la cubierta vegetal y los procesos ecológicos, biogeoquímicos e hidrológicos, provocando una pérdida de productividad biológica y económica englobada bajo el nombre genérico de desertificación (Reynolds, 2005). Esta degradación es uno de los principales problemas ecológicos a nivel mundial, ya que se estima que afecta al 65-70 % del total de zonas áridas y semiáridas (Gil, 2002).

Como se mencionó anteriormente, los suelos de las regiones áridas y semiáridas se caracterizan por tener a una baja o nula precipitación, estas condiciones se presentan en las zonas costeras y de sierra baja del Perú, la materia orgánica es muy baja, representa solo el 0.2 – 2.0 % del suelo, al tener precipitaciones muy bajas la variación química es casi nula y la reserva de minerales es muy alta; en cuanto a los factores que participan en su formación los factores pasivos tales como la litología y el relieve influyen más que los activos, pues solo son por estaciones. El

autor resalta también que, si el suministro de agua es suficiente y las condiciones del suelo son apropiadas, se irrigan las tierras y fácilmente pueden ser incorporadas a la agricultura, ya que solo presentan escasa vegetación de hierbas y algunos arbustos. Si no hay un buen manejo de agua el efecto puede perjudicar volviendo a los suelos halomórficos (Gálvez, 2011).

Por otro lado, para que una zona sea considerada Hiperárida debe tener una precipitación media anual menor a 50 mm, otros factores son los anticiclones subtropicales, los cuales generan estabilidad en las masas de aire impidiendo que estas asciendan; también cuenta la influencia de las corrientes oceánicas, en el caso del Perú, la corriente fría de Humboldt inhibe la evaporación de la superficie del agua del mar y genera brumas (Universidad Católica de Chile, 2010).

### **Solonchaks**

Son suelos salinos por excelencia en las tierras bajas del desierto costero del Perú, tienen un origen aluvional, es decir, formadas mediante depósitos recientes. Los valores de CE son muy altos, pasan el límite crítico de los 15 mmhos/cm, como también sus horizontes sálicos tienen una profundidad de 100 a 120 cm. Presentan una textura predominantemente arenosa con un horizonte A lánguidamente desarrollado. Para un fin agrícola productivo y continuo, estos suelos presentan serias limitaciones y para poder aprovecharlos racional y económicamente, su uso está supeditada a que se elimine sus sales o se reduzcan a niveles poco tóxicos para el crecimiento de las plantas (Zamora, 1993).

## **2.5 Forestación**

El cambio de cobertura de suelo es un tema muy comentado e investigado últimamente en el sector ambiental debido al interés que tiene para los gobiernos. Esto viene ligado al crecimiento

exponencial de la población humana en las últimas décadas, “pues la demanda de recursos naturales ha crecido para mantener la supervivencia de la población” (Andalón y Rodríguez, 2016). La FAO (2005), certificó que a en la ultima decada del siglo XX la disminucion anual de bosques y selvas fue de 8.9 millones de ha/año y en el 2010 se estimó que la tasa de deforestacion aumentó a 13 millones de hectáreas de ha/año. Vilagrosa et al (1999), adicionó que el uso suelo de regiones mediterráneas, las cuales son regiones parecidas a las de la zona de estudio, provocan la degradacion de extensas áreas y la repoblación con arboles en zonas degradadas es una herramienta eficaz de lucha contra la erosión y estabilización del ecosistema.

Por estos motivos, una de las estrategias para mitigar el impacto climático es con la proteccion y forestacion de áreas degradadas. Sin embargo, los resultados pueden volverse negativos, tal cual lo mencionó Jobbág et al (2006), pues las plantaciones de árboles exóticos pueden desencadenar profundos cambios funcionales en los ecosistemas llegando hasta afectar las prestaciones de servicios ecológicos vitales como el agua y nutrientes.

Chen y Yang (2008), dice que el análisis de cambio de cobertura y uso de suelo representan un medio para entender los mecanismos de este proceso de deterioro y constituye una guía útil para la toma de decisiones sobre el suelo del territorio.

## **2.6 Antecedentes**

Mogollón et al (2015), evaluaron el impacto del uso de la tierra (UT) sobre las propiedades químicas del suelo mediante indicadores de calidad en los sistemas hortícolas del sector Jadacaquiva de la provincia de Paraguaná, Venezuela. Los UT evaluados fueron *i)* producción *de Cucumis Melo* bajo labranza convencional, riego por goteo y fertilización química; *ii)* producción de *Aloe vera* sin labranza, sin fertilización ni riego; *iii)* vegetación o bosque natural, como condición control. Los resultados demostraron que el manejo de sábila presento mejores



condiciones de suelo, al observarse un incremento de CO y valores similares de CE en comparación con el bosque natural.

Cantú et al (2007), desarrollaron y aplicaron un set mínimo de indicadores para evaluar la calidad de suelo en agroecosistemas en la cuenca pedemontana del SO, provincia de Córdoba. Las propiedades evaluadas (CO, pH, saturación de bases, agregados estables de agua, velocidad de infiltración, Da y el espesor del horizonte A) se les establecieron rangos de calidad a partir de los cuales se normalizaron los indicadores. Estos indicadores de estado del recurso suelo no son universales ya que fueron elegidos en función del tipo de ambiente y suelo de la región en estudio.

Zamora et al (2015), identificaron los indicadores de calidad de suelos más relevantes para los sistemas de producción hortícola en el estado de Falcón, Venezuela. La selección de indicadores de calidad fue basada en función a los cambios producidos en las variables químicas y biológicas en los tres sistemas de producción hortícola. Los indicadores mas relevantes fueron biomasa microbiana (C<sub>bm</sub>), respiración inducida (RLS), las enzimas deshidrogenasa (DH) y fosfatasa alcalina (FA).

Petit, Casanova y Solorio (2009), analizaron maneras en cómo se puede mejorar el sistema agroforestal y alcance de nutrientes a través de estrategias de manejo. Concluyen que las especies arbóreas forrajeras contribuyen en la productividad y sostenibilidad de los sistemas agroforestales. Estos ayudan a mejorar la fertilidad del suelo, aumentan materia orgánica y el reciclaje de nutrientes. Además, mencionan que las leguminosas arbóreas favorecen en la disponibilidad de elementos del suelo.

Lozano et al (2010), evaluaron el cambio de las propiedades químicas del suelo de sabana en Venezuela tras la introducción de cultivos de cobertura *Brachiaria dicyoneura* (BD) y *Centrosema macrocarpum* (CM) y los compararon con la Sabana Natural (SN). Se tomaron muestras al inicio de proyecto y otro 2 años después. Los tratamientos se distribuyeron en Lotes de 26.250 m<sup>2</sup> (BD y CM) y 20.00 m<sup>2</sup> (SN). En cada Lote se tomaron 24 muestras a profundidades de 0-5, 5-15, 15-30 cm. Se evaluaron pH, acidez intercambiable, capacidad de intercambio catiónico, carbono orgánico, nitrógeno, fosforo y azufre disponible. La investigación concluyo que algunas propiedades se ven favorecidas cuando el cultivo es de cobertura gramínea y otras cuando es leguminosa.

Abril et al (2005), evaluaron el efecto a largo plazo (5 y 10 años) de Siembra Directa en la zona semiárida central de Argentina. Dentro de las propiedades químicas, estudiaron MO, N total y NO<sub>3</sub>-N, y las biológicas fueron la actividad microbiana y biomasa microbiana. Los resultados fueron que los suelos de siembra directa presentaron mayor contenido de MO y N total, se obtuvieron mayores diferencias conforme al tiempo de muestreo. El contenido de NO<sub>3</sub>-N, biomasa y actividad microbiana mostraron alta variabilidad en ambas fechas de muestreo, estas ligadas a la estación climática.

## **2.7 Marco conceptual**

### **2.1.1 Fisiografía**

El área de estudio está en una zona de laderas cuyas pendientes oscilan entre 20% a 60%.

### **2.1.2 Clima**

El clima del valle Rímac es húmedo debido a la influencia de la corriente marina de Humboldt. La temperatura máximo anual y la temperatura mínima promedio anual es de 26.1 °C y 14.9 °C respectivamente.

La velocidad del viento promedio anual es de 96.5 Km/d y presentando un promedio anual de 6.3 horas de sol, ello implica una radiación solar promedio de 18.1 MJ/m<sup>2</sup>/d.

### **2.1.3 Zona de Vida**

La zona de estudio presenta una precipitación promedio anual de 2 ml y una temperatura promedio anual de 19.2 °C. Con estos datos aplicamos el cuadro bioclimático de Holdridge y nos da como resultado una clasificación de Matorral Desértico (Jimeno, 2009).

### **2.1.4 Definición de términos**

Las muestras de suelo para ser analizadas fueron sacadas a fines del mes de noviembre, temporada en la cual el clima es más estable y el suelo no ha sido disturbado.

Sobre las propiedades fisicoquímicas se estudiaron las siguientes, en el primer bloque tenemos al pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), fosforo (P), potasio (K), porcentaje de Carbono Orgánico (% CO) y densidad aparente (Da), como única propiedad física.

El segundo bloque consta de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), estudiado por los cationes de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), cationes de magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), cationes de potasio ( $\text{K}^+$ ), y cationes de sodio ( $\text{Na}^+$ ).

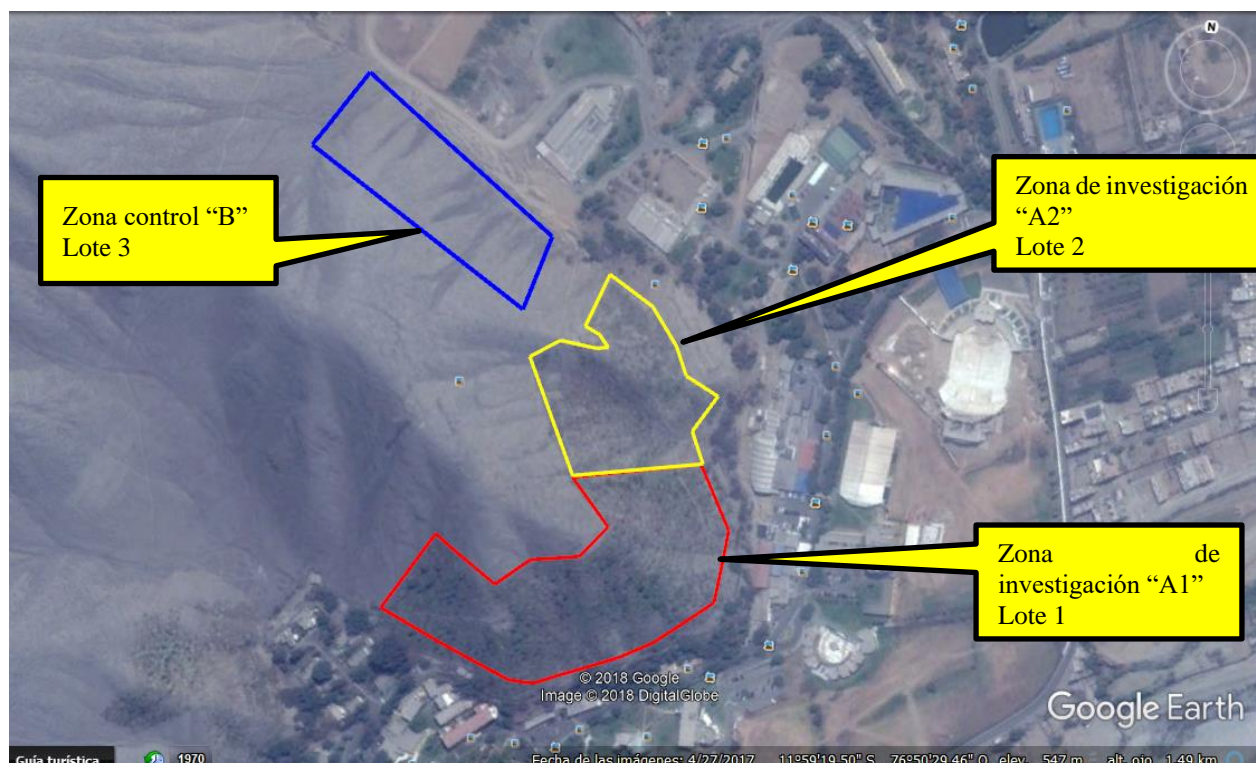
Estas propiedades mencionadas nos dan una radiografía de la situación en la que se encuentra el suelo árido forestado de las laderas del Concacucho.

En cuanto a la evaluación del índice de calidad del suelo (ICS), se clasifica el ICS mediante la normalización de los indicadores en mención, usando escalas y clases de suelos según los establece Cantú et al (2007).

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Lugar de ejecución.

La ejecución del estudio se realizó en las laderas de los cerros “Concacucho”, en el campus de la Universidad Peruana Unión altura del km 19.5 de la carretera central perteneciente a la jurisdicción del distrito de Lurigancho Chosica- departamento de Lima.



*Figura 3.* Ubicación geográfica de las zonas de investigación. Fuente: Google Earth, 2018

### 3.2 Criterios de Zonificación

Se realizó una subdivisión del área forestada en el cerro Concacucho. En esta actividad se subdividió el territorio en áreas que tienen características en común que las diferencian de las zonas contiguas. Para esto se tomaron en cuenta ciertos factores como la geología, el relieve, vegetación (García J. A., 2009).

### **3.3 Muestreo de suelos**

Para muestrear las zonas de investigación se siguieron las pautas técnicas mencionadas en la Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo del Departamento de agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA) y recomendaciones de la Guía técnica para muestro de suelos (Corrales y Espinoza, 2017).

Para evaluar el suelo se compararon valores medios de los tratamientos con los de una zona de control, estándar o también llamado zona testigo. La primera actividad que se hizo en campo fue hacer un reconocimiento al terreno para realizar un plano de las zonas de investigación (Aquino et al, 1989). La cantidad mínima de muestras por lote es tres, en esta investigación se realizaron cinco muestras por lote, es decir a cada lote de investigación se subdividió en cinco sub-lotes representativos, teniendo en consideración los surcos, diferencias de tipos de suelos, diferencias de manejo, diferencias de crecimiento de cultivos (USDA, 1999).

Por otro lado, debido que se trabajó en laderas de cerro el patrón de muestreo en levantamiento de suelos fue por toposecuencia, dado que agrupa suelos relativamente homogéneos por piso altitudinal y los procesos de formación de suelo que predominan en el sitio. Las muestras se extrajeron al pie del cerro y de la pendiente alta o ladera, más no del hombro de la ladera, si las muestras son extraídas del hombro puede dar resultados muy distintos debido a que esta parte del cerro suele estar más sometida a factores erosivos. Las muestras se tomaron en zigzag para evitar tener muestras de un mismo piso altitudinal (Corrales y Espinoza, 2017).

La extracción de las muestras simples del suelo fue mediante calicatas pequeñas de 40x40 cm con una profundidad de 30 cm, por su parte, Corrales y Espinoza (2017), mencionan que las

calicatas permiten recolectar muestras representativas de los horizontes en el perfil del suelo y que una profundidad de muestreo para suelos en laderas es de 30 cm para cultivos perennes y árboles.

Una vez sacadas las muestras, se depositó cada en unas bolsas destinadas para este fin; se extrajo de un kilogramo a dos kilogramos de muestra que fue colocada en la bolsa rotulada con los datos de (fecha, número de lote, características del sub-lote, coordenadas, referencia del punto de muestreo), finalmente se registró el punto con el GPS.

Los materiales usados fueron:

- Pico
- Barreta
- Wincha métrica
- Guantes de seguridad
- Bolsas
- Papel Craf
- Pala
- Plumón indeleble
- Papel bom 75 gr
- Pedazo de cartón 25x30 cm
- Cilindros metálicos con bordes biselados.
- Estufa
- Combo
- GPS

- Balanza digital
- Etiquetas
- Tablón pequeño de madera

### **3.4 Análisis de los parámetros químicos**

Los análisis químicos fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Planta, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) de la unidad de investigación y servicios del departamento de suelos de la facultad de agronomía de Universidad Nacional Agraria la Molina.

Se utilizaron las siguientes metodologías para determinar la concentración de los siguientes parámetros:

- pH del suelo: Medición en el potenciómetro de la suspensión de suelo: agua en relación 1:1.
- Conductividad eléctrica (dS/m.): Medición del contenido de sales solubles del extracto acuoso en la relación suelo: agua.
- Materia orgánica: Método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
- Fósforo disponible: Método de Olsen modificado, extracción con  $\text{NaHCO}_3$  0.5 N, pH 8.5.
- Potasio disponible: Extracción con acetato de amonio y lectura por espectrofotometría de absorción atómica.
- Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ): Método gasovolumétrico utilizando ácido clorhídrico.



- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): Saturación del complejo arcillo-húmico con acetato de amonio, y posterior destilación del nitrógeno por Kjeldahl.
- Cationes cambiabiles ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ): Reemplazo de los cationes adsorbidos con acetato de amonio y posterior cuantificación de los cationes por espectrofotometría de absorción atómica.

Para determinar % de carbón total se aplicó la siguiente ecuación:

*Ecuación 1. Para determinar el porcentaje de carbón total*

$$\% \text{ de carbon Total} = \frac{\text{MO}}{1.724}$$

Donde:

**MO:** Materia Orgánica

### **3.5 Análisis de los parámetros físicos**

Los análisis físicos fueron realizados en los laboratorios de Ingeniería ambiental.

Para determinar la densidad aparente del suelo se utilizó el método del cilindro. Se empleó la siguiente ecuación:

*Ecuación 2. Para determinar la densidad aparente*

$$Da = \frac{m(g)}{v(\text{cm}^3)}$$

Dónde:

**Da:** Densidad aparente.

**M:** masa del suelo seco a 105 °C.

**V:** Volumen ocupado por la masa.

Que se define como la relación entre la masa del suelo secada al horno por 24 h a 105 °C y el volumen total, incluyendo el espacio que ocupan.

Los indicadores de calidad del suelo analizados son mencionados en la tabla 6, unidades de medida, valores máximos y mínimos definidos de la zona control o testigo.

Tabla 6.

*Indicadores de calidad de suelo, unidades de medida, valores máximos y mínimos definidos de la zona control.*

| Indicadores de calidad | Unidad de medida  | I máx.<br>Valor máximo | I mín.<br>Valor mínimo |
|------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|
| pH                     | -                 | 7.51                   | 8.11                   |
| CE                     | dS/m              | 4.53                   | 11.95                  |
| MO                     | %                 | 0.4                    | 0.05                   |
| P                      | ppm               | 13.6                   | 4.1                    |
| K                      | ppm               | 1162                   | 784                    |
| CIC                    | -                 | 21.44                  | 10.4                   |
| Ca+2                   | meq/100g          | 15.49                  | 8.27                   |
| Mg+2                   | meq/100g          | 2.93                   | 0.43                   |
| K+                     | meq/100g          | 2.42                   | 1.17                   |
| Na+                    | meq/100g          | 0.6                    | 0.12                   |
| CO                     | %                 | 0.23                   | 0.03                   |
| Da                     | g/cm <sup>3</sup> | 1.43                   | 1.55                   |

Para la obtención de un valor único de cada parámetro se realizó un promedio ponderado de acuerdo a la proporción que representa cada manejo.

Luego los indicadores fueron normalizados utilizando una escala 0-1 que representan. respectivamente. La peor y mejor condición desde el punto de vista de la calidad. independientemente de los valores absolutos medidos para cada indicador (Cantú et al, 2007).

Existen dos situaciones posibles:

La primera es cuando el valor máximo del indicador ( $I_{max}$ ) corresponde a la mejor situación de calidad de suelo (Valor normalizado del indicador:  $V_n = 1$ ) y el cálculo es  $V_n = \frac{I_m - I_{min}}{I_{max} - I_{min}}$  (Cantú et al, 2007).

La otra situación es cuando el valor  $I_{max}$  corresponde a la peor situación de calidad de suelo ( $V_n = 0$ ) y se calcula como:  $V_n = 1 - \frac{I_m - I_{min}}{I_{max} - I_{min}}$  (Cantú et al, 2007).

*Ecuación 3. Ecuación para el primer caso:*

$$V_n = \frac{I_m - I_{min}}{I_{max} - I_{min}}$$

Donde:

$V_n$  = valor normalizado.

$I_m$  = medida del indicador.

$I_{max}$  = valor máximo del indicador.

$I_{min}$  = valor mínimo del indicador.

*Ecuación 4. Ecuación para el primer caso:*

$$V_n = 1 - \frac{(I_m - I_{min})}{(I_{max} - I_{min})}$$

Donde:

$V_n$  = valor normalizado.

$I_m$  = medida del indicador.

$I_{max}$  = valor máximo del indicador.

I<sub>min</sub> = valor mínimo del indicador.

Tabla 7.  
*Clases de calidad de suelos*

| Índice de calidad de suelos | Escala      | Clases |
|-----------------------------|-------------|--------|
| Muy alta calidad            | 0.80 - 1.00 | 5      |
| Alta calidad                | 0.60 - 0.79 | 4      |
| Moderada calidad            | 0.40 - 0.59 | 3      |
| Baja calidad                | 0.20 - 0.39 | 2      |
| Muy baja calidad            | 0.00 - 0.19 | 1      |

**Fuente:** Cantú, Becker y Schiavo, 2007.

Con estos valores normalizados se trabajó y se logró determinar el índice de calidad del suelo forestado sobre las propiedades fisicoquímicos analizadas.

### 3.6 Diseño de la Investigación

El diseño para esta investigación es cuasi-experimental, este diseño es apropiado para realizar un estudio donde se desea investigar a grupos con tratamientos, para esto se necesita realizar una medición después del estímulo a un grupo control o estándar. El alcance de la investigación es únicamente descriptivo, y lo que se pretende es estimar el impacto de la forestación aplicados a las laderas del cerro Concacucho mediante la comparación con la zona control o testigo, de esta manera ver si cumplen o no con los objetivos establecidos (Sampieri et al, 2014).

Se puede expresar de la siguiente manera:

$$G_i \quad X \quad O_i$$

$$\begin{array}{ccc} G_2 & X & 0_2 \\ G_3 & - & 0_3 \end{array}$$

### 3.6.1 Formulación de Hipótesis

#### 3.6.1.1 Hipótesis General

Hi: El proyecto de forestación realizado en las laderas del Concacucho presenta mejoras significativas en los parámetros fisicoquímicos de los lotes de suelos tratados.

H<sub>0</sub>: El proyecto de forestación realizado en las laderas del Concacucho no presenta mejoras significativas en los parámetros fisicoquímicos de los lotes de suelos tratados.

#### 3.6.1.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1:

El proyecto de forestación produce efectos positivos sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo.

Hipótesis específica 2:

El proyecto de forestación produce efectos positivos sobre la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

### 3.6.2 Análisis estadístico

Se analizaron los datos con la prueba estadística H de Kruskal Wallis, para analizar los tres grupos. Para ver si hay diferencias significativas entre el grupo tratado y el control, los datos fueron analizados con la prueba de U de Mann Whitney.

Tabla 8.  
Indicadores de suelo analizados

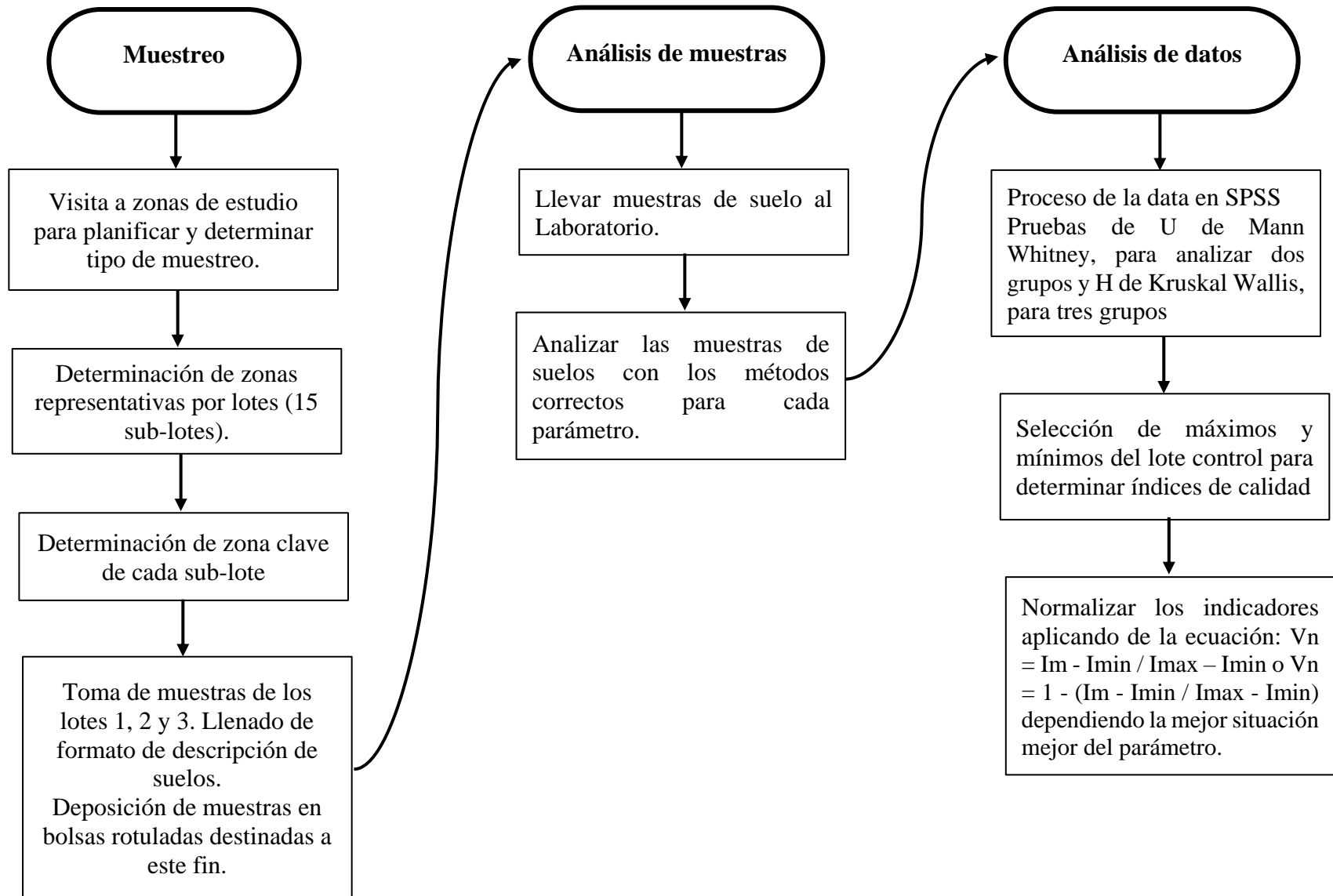
| Variables        | Nombre Genérico                    |
|------------------|------------------------------------|
| MO               | Materia orgánica                   |
| pH               | Potencial de Hidrógeno             |
| P                | Fósforo disponible                 |
| K                | Potasio disponible                 |
| Da               | Densidad aparente                  |
| CE               | Conductividad eléctrica            |
| CIC              | Capacidad de intercambio Catiónico |
| Ca <sup>+2</sup> | Calcio                             |
| Mg <sup>+2</sup> | Magnesio                           |
| K <sup>+</sup>   | Potasio                            |
| Na <sup>+</sup>  | Sodio                              |
| % C              | Porcentaje de Carbón total         |

### 3.7 Variables de estudio

Se estudiaron las siguientes variables cuantitativas: pH, Da, P, K CE, MO, % CO, CIC, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>.

Como única variable ordinal: índice de calidad del suelo.

### 3.8 Flujograma metodológico



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación tienen como objetivo brindar información que pueda dar a conocer la situación en la que se encuentran los suelos de las laderas del cerro Concacucho tras la aplicación del proyecto de forestación (Alhama, 2013). Con esta información buscamos conocer si las mejoras que se dieron han sido efectivas, desde un punto de vista estadístico y de calidad de suelos, con el fin de establecer recomendaciones de manejo dirigidas a desarrollar proyectos más exitosos y sostenibles.

Tabla 9.

*Caracterización de los parámetros físico-químicos de los suelos estudiados: media, desviación estándar, mínimos y máximos. Bloque I*

| Indicador | Lote 1 |         |             | Lote 2 |        |             | Lote 3 (Control) |        |             |
|-----------|--------|---------|-------------|--------|--------|-------------|------------------|--------|-------------|
|           | Med    | ± Desv  | Mín - Máx   | Med    | ± Desv | Mín - Máx   | Med              | ± Desv | Mín - Máx   |
| pH        | 7.69   | ± 0.29  | 7.33 - 8.11 | 7.71   | ± 0.28 | 7.43 - 8.05 | 7.84             | ± 0.26 | 7.51 - 8.11 |
| CE        | 8.52   | ± 5.87  | 3.55 - 18.4 | 13.91  | ± 10.4 | 3.34 - 27.5 | 7.77             | ± 2.81 | 4.53 - 11.9 |
| MO        | 0.31   | ± 0.05  | 0.23 - 0.37 | 0.20   | ± 0.12 | 0.11 - 0.39 | 0.12             | ± 0.16 | 0.05 - 0.40 |
| P         | 31.5   | ± 15.90 | 13.4 - 57.1 | 17.56  | ± 3.92 | 10.6 - 19.7 | 8.44             | ± 3.98 | 4.10 - 13.6 |
| K         | 1626   | ± 715.2 | 866 - 2810  | 1601   | ± 781  | 782 - 2840  | 1038             | ± 153  | 784 - 1162  |
| % CO      | 0.18   | ± 0.03  | 0.13 - 0.21 | 0.12   | ± 0.07 | 0.06 - 0.23 | 0.07             | ± 0.09 | 0.03 - 0.23 |
| Da        | 1.36   | ± 0.02  | 1.34 - 1.39 | 1.45   | ± 0.05 | 1.40 - 1.53 | 1.43             | ± 0.08 | 1.34 - 1.55 |

Med: media; Desv: Desviación estándar; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica; P: fósforo; K: potasio; % CO: Porcentaje de Carbono Orgánico; Da: Densidad aparente.

En la tabla 9 se muestra algunos de resultados de los análisis de suelos realizados. Empezaremos con la MO la cual en todas las zonas de estudio obtuvo valores muy bajos. Este parámetro es el principal agente estimulador de la calidad de suelo, está estrechamente relacionada



con las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo, por tales motivos los demás indicadores estudiados se verán afectados en su calidad (Grupo Latino Editores, 2010).

Mogollón et al (2015), señaló que los suelos de zonas áridas presentan bajos contenidos de MO por escasa producción y de la rápida degradación de los restos orgánicos. No obstante, en el lote 1 como en el lote 2 presentaron leves mejoras a diferencia con el lote testigo. Es posible que el lote 1 presente mejor porcentaje de MO por tener mayor cantidad de árboles presentes en su parcela (Hernández, 2015).

Como se dijo anteriormente, este atributo (MO) es clave por su marcada influencia sobre la mayoría de las propiedades del suelo y se puede ver claramente en la mejora del pH en los tratamientos, la USDA (2011) señala que en climas áridos donde la lixiviación es muy baja hay acumulación de iones OH<sup>-</sup> y como resultado el pH del suelo se vuelve neutral o alcalino, pero la influencia de la MO como buffer de manera que reduce el proceso de alcalinización. Alaluna (2016), mencionó que para que un suelo se considere salino el pH debe variar entre 7 a 8.5 y la CE debe ser mayor de 4 decisiemens por metro (dS/m). La media de pH obtenida de los tratamientos podría clasificarse como ligeramente alcalina, un pH ideal para los cultivos en donde los cultivos, nutrientes y los microorganismos funcionen de manera óptima va de 6.4 – 6.8 pH (USDA, 2011).

La alta salinidad que muestran los resultados es propia a la región y a la naturaleza del material geológico donde se encuentran las zonas investigadas (Arbelo et al ,2006). Recio, (2010) mencionó que los suelos salinos se encuentran en zonas de climas áridos y secos, además Gálvez (2011) agregó que esta característica es típica de los suelos Aridisoles con un régimen aridus torridus donde las sales solubles se acumulan y que la salinidad puede aumentar si hay un mal uso

del agua hasta volver al suelo improductivo. Otra explicación de la presencia de altas cantidades de sales y de minerales como el P y K podría estar relacionado a la cercanía con la zona litoral dado que las sales pueden ser transportadas del mar al suelo por acción del viento, como también, por la alta meteorización de las rocas presentes en la zona, finalmente, por estos motivos el crecimiento de los cultivos se ven afectado por las sales (Alaluna, 2016).

La densidad aparente caracterizada sería apta para el crecimiento normal de raíces como lo ha señalado Cantú et al (2007), la textura del suelo es franco arenosa, según la USDA (2008), un suelo con esta textura debe tener una Da menor a 1.6 g/cm<sup>3</sup>. Agregando a esto, García (1992), mencionó que la Da va incrementando con la profundidad, como también, estos resultados obtenidos son propios de los suelos del Valle del Rimac. Sabiendo esto, es posible que el crecimiento de las plantas no tenga ningún limitante en cuanto a este parámetro.

*Tabla 10.*

*Caracterización de la capacidad de intercambio catiónico de los suelos estudiados: media, desviación estándar, mínimos y máximos. Bloque II*

| Indicador        | Lote 1 |        | Lote 2       |       | Lote 3 (Control) |             |      |        |             |
|------------------|--------|--------|--------------|-------|------------------|-------------|------|--------|-------------|
|                  | Med    | ± Desv | Mín - Máx    | Med   | ± Desv           | Mín - Máx   | Med  | ± Desv | Mín - Máx   |
| CIC              | 12.5   | ± 0.89 | 11.20 - 13.3 | 13.76 | ± 0.97           | 12.4 - 14.9 | 13.7 | ± 4.51 | 10.4 - 21.4 |
| Ca <sup>++</sup> | 8.81   | ± 1.28 | 7.10 - 9.94  | 10.48 | ± 1.79           | 8.27 - 12.2 | 10.7 | ± 2.92 | 8.27 - 15.5 |
| Mg <sup>++</sup> | 0.88   | ± 0.14 | 0.68 - 1.02  | 0.91  | ± 0.15           | 0.68 - 1.08 | 1.11 | ± 1.05 | 0.43 - 2.93 |
| K <sup>+</sup>   | 2.48   | ± 1.41 | 0.99 - 4.82  | 2.15  | ± 1.09           | 1.24 - 3.58 | 1.62 | ± 0.52 | 1.17 - 2.4  |
| Na <sup>+</sup>  | 0.27   | ± 0.09 | 0.20 - 0.42  | 0.23  | ± 0.15           | 0.12 - 0.49 | 0.28 | ± 0.19 | 0.12 - 0.6  |

Med: media; Desv: Desviación estándar; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; CIC: capacidad de intercambio catiónico; Ca<sup>++</sup>: Cationes de Calcio; Mg<sup>++</sup>: Cationes de magnesio; K<sup>+</sup>: Cationes de potasio; Na<sup>+</sup>: Cationes de sodio.

En la tabla 10 tenemos los resultados de la CIC de los suelos estudiados. Los suelos resultaron tener una cantidad moderada haciendo una comparación con el Soil Survey Manual (2017). Tal como lo señaló Gálvez (2011), esto puede ser debido por las escasas precipitaciones en las zonas áridas peruanas, la alteración química es muy baja a pesar de tener una reserva de minerales alta y Mogollón et al (2015), agregó que la acumulación de minerales puede ser originada por altas tasas de evaporación, a su vez, García A. Z. (1992) menciona que cuando los cationes se incorporan al sistema del suelo entran en contacto con las arcillas o humos (MO) porque son atraídas por su carga negativa, sin embargo, las cantidades de estos elementos son bajas.

Finalmente, como proyecto de forestación es necesario cuidar el riego de las zonas forestadas debido a que es una zona árida y la ausencia prolongada de agua va a generar niveles altos de mortalidad en las plantas; en un proyecto de forestación en suelos mediterráneo que tiene condiciones similares a los suelos estudiados se observó que la agregación de compost para los árboles plantados no siempre supone una ventaja para la supervivencia (Vilagrosa et al, 1999).

Tabla 11.  
*Determinación de calidad de suelo por lote tratado*

| Niveles de índices de calidad del suelo | Clase de calidad del suelo Lote 1 |        | Clase de calidad del suelo Lote 2 |        |
|---|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|
|   | N                                 | %      | N                                 | %      |
| Muy bajo                                | 3                                 | 25,00  | 2                                 | 16,67  |
| Bajo                                    | 1                                 | 8,33   | 3                                 | 25,00  |
| Moderado                                | 1                                 | 8,33   | 3                                 | 25,00  |
| Alto                                    | 3                                 | 25,00  | 2                                 | 16,67  |
| Muy alto                                | 4                                 | 33,33  | 2                                 | 16,67  |
| Total                                   | 12                                | 100,00 | 12                                | 100,00 |

Nota: N: número de repeticiones por indicador; %: porcentaje por indicador

En la tabla 11 se presenta los valores clasificados de los indicadores calculados siguiendo el modelo indicado en la tabla 7. El lote que presento mayores índices de mejora fue el lote 1, presenta cuatro indicadores que tienen un nivel muy alto y tres con un nivel alto, dentro de los cuales los parámetros más importantes que presentaron mejora son la materia orgánica, densidad aparente y pH. El lote 2 tiene dos indicadores con nivel muy alto y dos con nivel alto. De los parámetros con un buen nivel de mejora sólo el pH es el que resalta dentro de los indicadores de mayor importancia.

Por otra parte, ambos lotes resultaron tener niveles bajos en cuanto a los niveles de cationes cambiables, específicamente del calcio y magnesio y el lote 2 presento tener la calidad más baja sobre el parámetro químico de conductividad eléctrica. Los doce indicadores analizados han sido comparados con el lote 3 el cual fue tomado como referencia.

Finalmente, el índice de calidad obtenido mediante este set de indicadores para el lote 1 fue de calidad alta (0.61) siendo de clase cuatro con respecto de la zona control y el lote 2 tuvo una calidad moderada (0.49) alcanzando clase tres respecto de la zona control.

Tabla 12.

*Estadística descriptiva de la medición de los parámetros fisicoquímicos analizados. Prueba estadística de H de Kruskal Wallis*

| Indicador | Lote 1 |       |           | Lote 2 |       |           | Lote 3 (Control) |        |           | Comparación<br>p* |
|-----------|--------|-------|-----------|--------|-------|-----------|------------------|--------|-----------|-------------------|
|           | N      | Media | CV<br>(%) | N      | Media | CV<br>(%) | N                | Media  | CV<br>(%) |                   |
| pH        | 5      | 7,69  | 3,77      | 5      | 7,71  | 3,63      | 5                | 7,84   | 3,32      | 0.507             |
| CE        | 5      | 8,52  | 68,9      | 5      | 13,91 | 75,05     | 5                | 7,77   | 36,16     | 0.691             |
| MO        | 5      | 0,31  | 16,13     | 5      | 0,2   | 60        | 5                | 0,12   | 133,33    | 0.119             |
| P         | 5      | 31,5  | 50,48     | 5      | 17,5  | 22,32     | 5                | 8,44   | 47,16     | 0.012*            |
| K         | 5      | 1626  | 43,98     | 5      | 1601  | 48,79     | 5                | 1038,8 | 14,77     | 0.181             |
| % CO      | 5      | 0,18  | 16,67     | 5      | 0,12  | 58,33     | 5                | 0,07   | 128,57    | 0.106             |
| Da        | 5      | 1,36  | 1,47      | 5      | 1,45  | 3,45      | 5                | 1,43   | 5,59      | 0.043*            |

N: número de medidas; CV: Coeficiente de variación; p: diferencias significativas estadísticamente. CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica; P: fosforo; K: potasio disponible; % CO: Porcentaje de Carbono Orgánico; Da: Densidad aparente.

\* Existe diferencia significativa ( $p < .05$ )

En la tabla 12 se muestra los datos obtenidos aplicando la prueba estadística H de Kruskal Wallis, se utilizó este diseño estadístico porque los datos no cumplían con el requisito de tener normalidad y se optó por una prueba no paramétrica.

Los únicos parámetros que presentaron diferencia estadísticamente significativa aplicando la prueba H de Kruskal Wallis fue el indicador P ( $p < .05$ ;  $p = 0.012$ ) y Da ( $p < .05$ ;  $p = 0.043$ ). No obstante, no se muestran diferencias significativas en los demás indicadores ( $p > .05$ )

Tabla 13.

*Estadística descriptiva de la medición de la capacidad de cambio catiónico analizados. Prueba estadística de H de Kruskal Wallis*

| Indicador        | Lote 1 |       |        | Lote 2 |       |        | Lote 3 (Control) |       |        | Comparación<br>p* |
|------------------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|------------------|-------|--------|-------------------|
|                  | N      | Media | CV (%) | N      | Media | CV (%) | N                | Media | CV (%) |                   |
| CIC              | 5      | 12,45 | 7,15   | 5      | 13,76 | 7,05   | 5                | 13,79 | 32,7   | 0.299             |
| Ca <sup>++</sup> | 5      | 8,81  | 14,53  | 5      | 10,48 | 17,08  | 5                | 10,78 | 27,09  | 0.387             |
| Mg <sup>++</sup> | 5      | 0,88  | 15,91  | 5      | 0,91  | 16,48  | 5                | 1,11  | 94,59  | 0.746             |
| K <sup>+</sup>   | 5      | 2,48  | 56,85  | 5      | 2,15  | 50,7   | 5                | 1,62  | 32,1   | 0.595             |
| Na <sup>+</sup>  | 5      | 0,27  | 33,33  | 5      | 0,23  | 65,22  | 5                | 0,28  | 67,86  | 0.510             |

N: número de medidas; CV: Coeficiente de variación; p: diferencias significativas estadísticamente. CIC: capacidad de intercambio catiónico; Ca<sup>++</sup>: Cationes de Calcio; Mg<sup>++</sup>: Cationes de magnesio; K<sup>+</sup>: Cationes de potasio; Na<sup>+</sup>: Cationes de sodio.

En la tabla 13 se muestra los datos obtenidos aplicando la prueba estadística H de Kruskal Wallis. En esta tabla no hay diferencia significativa en ninguno de los cationes.

Tabla 14.

*Resultados de comparación entre los lotes 1 y 3; 2 y 3; 1 y 2. Prueba estadística de U de Mann Whitney*

| Indicadores | Tratamientos | Control | p (p<0.05) |
|-------------|--------------|---------|------------|
| pH          | Lote 1       | Lote 3  | 0,421      |
|             | Lote 2       |         | 0,310      |
| CE          | Lote 1       | Lote 2  | 1,000      |
|             | Lote 1       | Lote 3  | 1,000      |
| MO          | Lote 2       |         | 0,548      |
|             | Lote 1       | Lote 2  | 0,548      |
| P           | Lote 1       | Lote 3  | 0,151      |
|             | Lote 2       |         | 0,151      |
|             | Lote 1       | Lote 2  | 0,222      |
|             | Lote 1       | Lote 3  | 0,016*     |

|                  |        |        |        |
|------------------|--------|--------|--------|
|                  | Lote 2 |        | 0,032* |
|                  | Lote 1 | Lote 2 | 0,095  |
| K                | Lote 1 | Lote 3 | 0,095  |
|                  | Lote 2 |        | 0,222  |
|                  | Lote 1 | Lote 2 | 1,000  |
| CIC              | Lote 1 | Lote 3 | 1,000  |
|                  | Lote 2 |        | 0,421  |
|                  | Lote 1 | Lote 2 | 0,095  |
| Ca <sup>++</sup> | Lote 1 | Lote 3 | 0,421  |
|                  | Lote 2 |        | 0,841  |
|                  | Lote 1 | Lote 2 | 0,222  |
| Mg <sup>++</sup> | Lote 1 | Lote 3 | 0,690  |
|                  | Lote 2 |        | 0,548  |
|                  | Lote 1 | Lote 2 | 0,841  |
| K <sup>+</sup>   | Lote 1 | Lote 3 | 0,421  |
|                  | Lote 2 |        | 0,548  |
|                  | Lote 1 | Lote 2 | 0,841  |
| Na <sup>+</sup>  | Lote 1 | Lote 3 | 0,841  |
|                  | Lote 2 |        | 0,548  |
|                  | Lote 1 | Lote 2 | 0,310  |
| Da               | Lote 1 | Lote 3 | 0,151  |
|                  | Lote 2 |        | 0,690  |
|                  | Lote 1 | Lote 2 | 0,008* |
| % CO             | Lote 1 | Lote 3 | 0,151  |
|                  | Lote 2 |        | 0,095  |
|                  | Lote 1 | Lote 2 | 0,222  |

Nota: CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica; P: fosforo disponible; K: potasio disponible; CIC: capacidad de intercambio catiónico; Ca<sup>++</sup>: Cationes de Calcio; Mg<sup>++</sup>: Cationes de magnesio; K<sup>+</sup>: Cationes de potasio; Na<sup>+</sup>: Cationes de sodio; % CO: Porcentaje de Carbono Orgánico; Da: Densidad aparente.

En la tabla 13 se muestra el resumen de las comparaciones entre los tratamientos y el lote control, y también la comparación entre los tratamientos aplicando para los tres casos la prueba de U de Mann Whitney. El parámetro químico P (p<0.05) resulta tener diferencia significativa tanto para los lotes 1 y 3, como también 2 y 3, al igual que la prueba de H de Kruskal Wallis demostró diferencia significativa para el mismo parámetro. Por otro lado, el análisis estadístico entre lote 1 y 2 muestra que el parámetro físico de Da tiene diferencia significativa.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

El proceso de forestación ha presentado impactos en las propiedades fisicoquímicas del suelo en las laderas del cerro Concacucho ubicado dentro del terreno de la Universidad Peruana Unión. Los lotes 1 y 2 mostraron tener mejoras en cuanto a los valores del lote control, además, el lote 1 ( $V_n=0.61$ ) tuvo un mejor ICS respecto del lote 2 ( $V_n=0.49$ ). Los lotes 1 y 2 presentaron un incremento de salinidad (CE) en comparación con el lote control debido al manejo inadecuado del recurso hídrico y por los factores climáticos.

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas seleccionadas en este estudio, el porcentaje de MO fue bajo en todos los lotes, es propio de los suelos aridisoles y característico de zonas áridas. Por otro lado, a excepción del indicador conductividad eléctrica (CE) todos los demás indicadores presentaron mejores resultados que el lote control. En cuanto a los análisis estadísticos, los únicos indicadores que mostraron tener una diferencia significativa estadística fue el fósforo ( $p=0.012$ ) y Da ( $p=0.043$ ) para la prueba de H de Kruskal Wallis y en la prueba de U de Mann Whitney corrobora esta diferencia del primer indicador (P) al analizar el lote 1 con el control (fósforo,  $p=0,016$ ) y el lote 2 con el control (fósforo,  $p=0,032$ ).

En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico (CIC), no hubo manifestación de mejoras, por lo contrario, el lote 1 tuvo una media relativamente baja en relación al lote control. Acerca del análisis estadístico no hay diferencias significativas.



## 5.2 RECOMENDACIONES

Para la recuperación y mejora de los suelos dadas sus condiciones, se debe aplicar el lavado de suelos previo trabajo de subsolación para mejorar las condiciones de drenaje y permitir un lavado más efectivo.

Plantar las siguientes especies que poseen una alta tolerancia a la salinidad del suelo: olivo, palmera canaria, salado, romero, loto, laurel, áloes, ágaves, lavanda y siempreviva.

Es muy importante el agua para estos tipos de suelos áridos. Se sugiere que la actividad de riego de los lotes no tenga una periodicidad muy prolongada pues va a aumentar la tasa de mortalidad.

La calidad del agua es muy importante para el manejo de suelos salinos, se recomienda verificar la calidad de la fuente de agua disponible para saber qué tipos de sales contiene y es su nivel. Analizar los siguientes parámetros dureza total, Cationes y aniones solubles, alcalinidad total y pH.

Es importante seguir con las investigaciones y monitoreo debido que en la actualidad la información referente a los problemas salinidad y demás parámetros del suelo en zonas áridas de la costa del Perú es escasa. Se sugiere tomar como referencia esta investigación para implementación de otros tipos de proyectos.

Realizar estudios de todas las propiedades del suelo para que los análisis de monitoreo sean más completos y se tomen soluciones más específicas. Sin embargo, analizar específicamente las propiedades fisicoquímicas mencionadas a continuación: porosidad, estructura del suelo, estabilidad de estructura, aniones y cationes solubles, textura, sales presentes en el suelo.

## REFERENCIAS

- Abril, A., Salas, P., Lovera, E., Kopp, S., & Casado, N. (2005). Efecto acumulado de la siembra directa sobre algunas características del suelo en la región semiárida central de la Argentina. *Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi*, 179-188.
- Alaluna, P. M. (2016). *Condiciones de salinidad y recuperación de los suelos de la cancha pública de golf - San Bartolo, Lima*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Alhama, I. R. (2013). *Reciclado en suelos de lodos de Refinería: Nuevas aproximaciones para la Biodegradación de hidrocarburos mediante el manejo de enmiendas orgánicas*. Murcia: Tesis (Magister) Universidad de Murcia.
- Andalón, M. B., & Rodríguez, G. A. (2016). *Cambio de uso del suelo y deforestación en el Estado de Jalisco*. Obtenido de Instituto de Información Estadística y Geográfica - Geografía Medio Ambiente: <http://iieg.gob.mx/contenido/GeografiaMedioAmbiente/Cambiodeusodelsueloparaestudiodebiodiversidad.pdf>
- Aquino., R., ., M. C., & Llanos., G. (1989). Métodos para análisis de aguas, suelos y residuos sólidos. *Documentos Técnicos - IDMA (Perú)*, 106-125.
- Arbelo, C., Mora, J., Rodríguez, A. R., Guerra, J., & Armas, C. (2006). Salinidad y Alcalinidad en suelos de las zonas áridas de Tenerife (Islas Canarias). *Edafología*, 171-179.

Avilés, D. V., J. R., Fiallos, F. G., Ávila, F. S., Delfini, G. L., & Montiel, L. G. (2011).

Disponibilidad de nitrógeno en cultivos herbáceos extensivos ecológicos y convencionales:

Relación con la cantidad de carbono. *Ciencia y Tecnología*, 1-7.

Cantú, M. P., Becker, A., Schiavo, J. C., & Francisco, H. (2007). Evaluación de la calidad de

suelos mediante el uso de indicadores e índices. *Asociación Argentina de la Ciencia del*

*Suelo*, 173-178. Obtenido de

[http://suelos.org.ar/publicaciones/vol\\_25n2/25\\_2\\_cantu\\_173\\_178.pdf](http://suelos.org.ar/publicaciones/vol_25n2/25_2_cantu_173_178.pdf)

CEPES. (febrero de 2015). *¿Necesitamos ampliar la frontera agrícola?* Obtenido de La Revista

Agraria:

[http://www.larevistaagraria.org/sites/default/files/revista/LRA170/LRA170\\_textocompleto.pdf](http://www.larevistaagraria.org/sites/default/files/revista/LRA170/LRA170_textocompleto.pdf)

Chen, Y. L., & Yang, H. C. (2008). Scenario simulation and forecast of land use/cover in northern

China. *Chinese Science Bulletin*, 1401-1412. doi:10.1007/s11434-008-0169-9

Corrales, R. B., & Espinoza, A. (2017). *Guía técnica para muestreo de suelos*. Managua:

Complejo Gráfico TMC.

EFE. (10 de 01 de 2016). *La Vanguardia*. Obtenido de Aprovechan la salmuera de las desaladoras

para obtener zumos concentrados:

[http://www.lavanguardia.com/vida/20160110/301308261383/aprovechan-la-salmuera-de-](http://www.lavanguardia.com/vida/20160110/301308261383/aprovechan-la-salmuera-de-las-desaladoras-para-obtener-zumos-concentrados.html)

[las-desaladoras-para-obtener-zumos-concentrados.html](http://www.lavanguardia.com/vida/20160110/301308261383/aprovechan-la-salmuera-de-las-desaladoras-para-obtener-zumos-concentrados.html)

- Eguren, F., & Marapi, R. (2015). Los suelos en el Perú: Recurso fundamental para crear y sostener vida. *La revista Agraria*, 6-10. Obtenido de <http://docplayer.es/70515729-Recurso-fundamental-para-crear-y-sostener-vida.html>
- FAO. (2003). *Conservation of natural resources for Sustainable Agriculture*. Los Angeles.
- FAO. (2005). *Global Forest Resource Assessment*. Obtenido de Progress towards sustainable forest management: <http://www.fao.org/docrep/008/a0400e/a0400e00.htm>
- FAO. (2015). *Base referencial mundial del recurso suelo 2014*. Roma: Informe Sobre Recursos Mundiales de Suelos. Obtenido de [https://documentop.com/base-referencial-mundial-del-recurso-suelo-2014-food-and-\\_59f9b13f1723dd27dae6f90c.html](https://documentop.com/base-referencial-mundial-del-recurso-suelo-2014-food-and-_59f9b13f1723dd27dae6f90c.html)
- Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. (1994). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. San José: DICCAI.
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2012). *Guía para el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Suiza.
- Fernández, J. J. (2012). *Efectos de los compost sobre las propiedades del suelo: Evaluación comparativa de compost con separación en origen y sin separación en origen*. Cartagena: Tesis (Magister) Universidad politécnica de Cartagena.
- Gálvez, C. C. (2011). *Mapa de suelos del Perú*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Gálvez, C. C. (2011). *Mapa de suelos del Perú*. Ministerio del Ambiente. Lima: Ministerio del Ambiente.

- García, A. Z. (1992). *Edafología - El suelo en relación con la producción*. Lima: Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología.
- García, J. A. (2009). *Evaluación de la degradación de los suelos naturales de la isla de Tenerife*. Islas Canarias: Ciencias y Tecnologías.
- Gayoso, J. (1998). *Propuesta Metodológica para el Seguimiento y la Evaluación Socioeconómica de la Ley Chilena*. Santiago.
- Gil, F. M. (2002). *La restauración de la cubierta vegetal en zonas semiáridas en función del patrón espacial de factores bióticos y abióticos*.
- Gómez, R. (2008). *Desertificación y producción agrícola: El caso de la microcuenca de Río Seco*. Rosario: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. Obtenido de [http://srvnetappseg.up.edu.pe/siswebciup/Files/DD0808%20-%20Rosario\\_Gomez.pdf](http://srvnetappseg.up.edu.pe/siswebciup/Files/DD0808%20-%20Rosario_Gomez.pdf)
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2008). *Cambio Climático 2007 - Informe de Síntesis*. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)
- Grupo Latino Editores. (2010). *Análisis de laboratorio de suelos y agua*. Grupo Latino Editores S.A.S.
- Guerrero, J. (1998). Uso y degradación del suelo en el Perú. En J. Guerrero, *Informe internacional sobre uso de la información de peligros naturales en la preparación de proyectos de inversión*. Lima: CISMID.

- Hernández, J. (2015). *La forestación en el Uruguay: Impacto en propiedades químicas del suelo y limitantes nutricionales*. Montevideo: Seminario SPF: La forestación, el suelo y el agua.
- Izquierdo, R. P., & Yuste, S. V. (2007). *La Materia Orgánica del Suelo. Papel de los Microorganismos*. Obtenido de <http://www.ugr.es/~cjl/MO%20en%20suelos.pdf>
- Jesús, W. R. (2011). *Eficiencia en el uso de los nutrientes: Nitrógeno, Fósforo, y Potasio en especies arbóreas utilizadas en las áreas mitigadas de la Ciénaga*. San Juan: Editorial Univerdidad Metropolitana.
- Jimeno, C. Z. (Octubre de 2009). *SINIA*. Obtenido de Sistema Nacional de Información Nacional: <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagrama-bioclimatico-zonas-vida-sistema-holdridge-2009>
- Jobbágy, E. G., Vasallo, M., Farley, K. A., Piñeiro, G., Noretto, M. D., Jackson, R., & Paruelo, J. M. (2006). Forestación en Pastizales: Hacia una visión Integral de sus Oportunidades Y costos ecológicos. *Agrociencia*, 109 - 124.
- Lozano, Z., Mogollón, Á., Hernández, R., Bravo, C., Ojeda, A., Torres, A., & Toro, C. R. (2010). Cambios en las propiedades químicas de un suelo de sabana luego de la introducción de pasturas mejoradas. *Biagro*, 135-144.
- Lutenberg, O. (11 de enero de 2009). *ANA - Autoridad Nacional del Agua*. Obtenido de La Salinidad y su Influencia en Suelos y Plantas: <http://www.ana.gob.pe/media/496359/salinidad.pdf>

- Mellado, I. M. (2006). *Calidad de suelos en Ambientes Calizos Mediterráneos: Parque Natural de Sierra María-Los Vélez*. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.
- MINAM. (2011). *La desertificación en el Perú*. Lima: Fondo Editorial del MINAM.
- MINAM. (2013). *Agenda de investigación ambiental al 2021*. Lima: Dirección General de Investigación e Información Ambiental. Obtenido de [http://www.minam.gob.pe/investigacion/wp-content/uploads/sites/19/2013/10/Agenda-de-Investigaci%C3%B3n-Ambiental\\_Interiores.pdf](http://www.minam.gob.pe/investigacion/wp-content/uploads/sites/19/2013/10/Agenda-de-Investigaci%C3%B3n-Ambiental_Interiores.pdf)
- MINAM y MINAGRI. (2012). Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. *Taller Nacional*, (pág. 57). Lima.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2000). *Agro al día*. Obtenido de Agro RuRaL: [http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/suelos/2014/degradacion\\_suelo\\_puno.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/suelos/2014/degradacion_suelo_puno.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático*. Obtenido de <http://cdam.minam.gob.pe/novedades/plancambioclimatico.pdf>
- Mogollón, J. P., Martínez, A., & Rivas, W. (2015). Degradación química de suelos agrícolas en la península de Paraguaná, Venezuela. (S. C. Suelo, Ed.) *Suelos Ecuatoriales*, 22-28.
- Petit, J., Casanova, F., & Solorio, F. (2009). Asociación de especies arbóreas forrajeras para mejorar la productividad y el reciclaje de nutrientes. *Agricultura Técnica en México*, 113-122. Obtenido de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-)

25172009000100011

Pramova, E., Locatelli, B., & Somorin, H. D. (2012). Bosques y árboles para la adaptación social al cambio y la variabilidad del clima. *Brief*, 1-16.

Quichimbo, P., Tenorio, G., Borja, P., Cárdenas, I., & Célleri, P. C. (2015). Efecto sobre las propiedades fisicoquímicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo. *Sociedad Colombiana Sociedad Colombiana*, 138-153.

Ramírez, D. S. (2012). *Reacción del Suelo, Suelos Salinos y Alcalinos*. Mayagüez: Editorial de la Universidad de Mayagüez.

Recio, B. V. (2010). Influencia del sobre el suelo (salinidad). En B. V. Recio. Madrid. Obtenido de

<http://lan.inea.org:8010/web/materiales/web/riego/anuncios/trabajos/la%20salinidad.pdf>

Reynolds, F. (2005). Aspectos socioeconómicos y biofísicos de la desertificación. *Ecosistemas - Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 1-19.

Romaya, J., Rovira, P., & Vallejo, R. (2007). Análisis del carbono en los suelos agrícolas de España. Aspectos relevantes en relación a la reconversión a la agricultura ecológica en el ámbito mediterráneo. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 50-57.

Sampieri, R. H., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). Metodología de la Investigación. En R. H. Sampieri, *Metodología de la Investigación* (págs. 49-351). Ciudad de México: Mc Graw Hill Education.



- Solera, J. M. (2000). *Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales*. Obtenido de Problemática de la degradación en los suelos:  
[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/9988/4/Mataix%20Solera,%20Jorge\\_3.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/9988/4/Mataix%20Solera,%20Jorge_3.pdf)
- Universidad Católica de Chile. (Enero de 2010). *Instituto de Geografía*. Obtenido de Geomorfología:  
[http://www7.uc.cl/sw\\_educ/geografia/geomorfologia/html/6\\_3\\_1.html#subir](http://www7.uc.cl/sw_educ/geografia/geomorfologia/html/6_3_1.html#subir)
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. (2011). *Edafología 1*. Caldas: Espacio Gráfico Comunicaciones S.A. Obtenido de  
<https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>
- USDA - Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2014). *Claves para la Taxonomía de Suelos*. Texcoco: Servicio de Conservación de Recursos Naturales.
- USDA. (1999). *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. Washington, DC : Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Obtenido de  
[https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf)
- USDA. (Junio de 2008). Bulk Density - Soil Quality Indicators. *Natural Resources Conservation Service*. Obtenido de  
<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/health/assessment/?cid=stelprdb1237387>
- USDA. (2011). Soil Quality Indicators - Soil pH. *Natural Resources Conservation Service*.
- USDA. (2017). *Soil Survey Manual* (Tercera ed.). Washington D.C.: Department of Agriculture.

- Vázquez, J. E. (2018). *Recuperación de suelos degradados por el manejo de Gypsophia paniculata bajo condiciones de molina*. Lima: Tesis (Doctorado) Universidad Nacional la molina. Obtenido de <http://docplayer.es/73113564-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html>
- Verbist, K., Santibañez, F., Gabriels, D., & Soto, G. (2010). *Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe*. Bélgica: Cazalac. Obtenido de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26396/1/ATLAS-de-Zonas-Aridas-de-ALC-final-ligero.pdf>
- Vilagrosa, A., Caturla, R., Hernández, N., Cortina, J., Bellot, J., & Vallejo, V. (1999). Reforestación en ambiente semiárido del sureste peninsular - Supervivencia y crecimiento de especies autoctótonas. *Departamento de Ecología - Universidad de Alicante*.
- Villalaz, C. C. (2004). Mecánica de Suelo y Cimentaciones. En C. C. Villalaz, *Mecánica de Suelo y Cimentaciones* (págs. 17-27). Mexico: Noriega.
- Villamil, R. A., & Moreira, P. A. (2016). *El cultivo del plátano (Mussa Balbisiana) y la calidad ambiental del suelo, caso hacienda San Rafael*. Calceta: Tesis (Licenciatura) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Felix López.
- World Resources Institute, United Nations Environment Programme, United Nations Development Programme and the World Bank. (1996). *World Resources 1996-97*. Florida.
- WRB. (2015). *International Soil Classification System For the nomenclature of soils and the creation of Legends of soil maps*. Roma: Informe sobre recursos mundiales de suelos.
- Zamora, C. (1993). *Los suelos de las tierras bajas del Perú*. Lima.
- Zamora, F., Rodríguez, N., Torres, D., Acosta, Y., Guanipa, Y., & Zamora, F. J. (2015). Identificación de indicadores de calidad de suelos en los sistemas de producción hortícola del municipio Federación, estado Falcón, Venezuela. *Ciencias del Agro y del Mar*, 376-382.

## ANEXOS

### Anexo 1. Ubicación de los puntos de muestreo por cada lote.

Tabla 15.

*Ubicación de puntos de muestreo.*

| Zona de estudio       | Punto de muestreo |             |         |
|-----------------------|-------------------|-------------|---------|
|                       | Número de Muestra | Coordenadas |         |
|                       |                   | 18L         | UTM     |
| <b>Lote 1</b>         | 01                | 0299523     | 8673855 |
|                       | 02                | 0299531     | 8673790 |
|                       | 03                | 0299500     | 8673712 |
|                       | 04                | 0299361     | 8673661 |
|                       | 05                | 0299279     | 8673685 |
| <b>Lote 2</b>         | 01                | 0299462     | 8673993 |
|                       | 02                | 0299485     | 8673494 |
|                       | 03                | 0299492     | 8673924 |
|                       | 04                | 0299507     | 8673889 |
|                       | 05                | 0299481     | 8673847 |
| <b>Lote 3 Control</b> | 01                | 0299192     | 8673149 |
|                       | 02                | 0299205     | 8673135 |
|                       | 03                | 0299236     | 8673112 |
|                       | 04                | 0299213     | 8673064 |
|                       | 05                | 0299345     | 8673997 |

Tabla 16.

*Formato de campo para los puntos de muestreo.*

| FORMATO DE DESCRIPCION DE SUELO    |        |                    |  |
|------------------------------------|--------|--------------------|--|
| Descripción del punto              | Fecha: |                    |  |
| Referencia de ubicación del punto: |        |                    |  |
| Número de lote:                    |        | Número de muestra: |  |
| Coordenadas:                       |        |                    |  |
| Longitud:                          |        | Latitud:           |  |
| Características del lote:          |        |                    |  |

## Anexo 2. Data Meteorológica mensual de abril del 2016 - marzo 2017

Data de temperaturas y precipitaciones mensuales de abril del 2016 - marzo 2017

Tabla 17

Datos de estación del mes de abril 2016

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2016-04 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitacion (mm) |    | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Abr-2016   | 25.6                 | 17.6                 | 19                          | 24.4 | 20.8 | 18.4                          | 21.2 | 20   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 02-Abr-2016   | 26                   | 17.4                 | 19.6                        | 25.4 | 20.8 | 19.2                          | 21.6 | 19.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 03-Abr-2016   | 25.2                 | 17.2                 | 18.6                        | 24.2 | 20.4 | 18.2                          | 21   | 19.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 04-Abr-2016   | 26                   | 17.6                 | 19.2                        | 25   | 21.6 | 18.6                          | 22.2 | 20.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 05-Abr-2016   | 25.6                 | 18                   | 19.4                        | 24.4 | 20.8 | 19                            | 21.2 | 20   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 06-Abr-2016   | 26                   | 17.6                 | 19                          | 25.2 | 21   | 18.4                          | 21.6 | 20   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 07-Abr-2016   | 25.8                 | 17.4                 | 18.6                        | 24.6 | 20.6 | 18                            | 21   | 19.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 08-Abr-2016   | 26.6                 | 17.8                 | 19.2                        | 25.4 | 21.6 | 18.8                          | 22   | 20.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 09-Abr-2016   | 26.4                 | 17.8                 | 18.8                        | 25.6 | 21.6 | 18.4                          | 22.2 | 20.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 10-Abr-2016   | 26                   | 17.2                 | 19.4                        | 25.2 | 20.8 | 18.8                          | 21.8 | 20   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 11-Abr-2016   | 25.8                 | 17.6                 | 18.4                        | 24.4 | 20.8 | 18                            | 21   | 20   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 12-Abr-2016   | 26                   | 18.2                 | 19.8                        | 25.2 | 21.4 | 19.2                          | 22   | 20.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 13-Abr-2016   | 26.2                 | 18                   | 19.6                        | 25.6 | 21.6 | 19                            | 22.2 | 20.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 14-Abr-2016   | 26.2                 | 17.6                 | 18.8                        | 25.6 | 21.4 | 18.4                          | 22   | 20.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 15-Abr-2016   | 25.4                 | 17.2                 | 19                          | 24.4 | 20.6 | 18.4                          | 21   | 19.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 16-Abr-2016   | 26                   | 16.8                 | 18.6                        | 25.2 | 20.6 | 18                            | 21   | 19.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 17-Abr-2016   | 26.2                 | 17.2                 | 19.2                        | 25   | 21   | 18.6                          | 21.2 | 20   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 18-Abr-2016   | 26                   | 16.8                 | 18                          | 25.2 | 20.8 | 17.4                          | 21.6 | 20   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 19-Abr-2016   | 25.8                 | 17.4                 | 19                          | 24.6 | 21   | 18.6                          | 21   | 20.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 20-Abr-2016   | 25.4                 | 16.8                 | 17.6                        | 24.8 | 21   | 17.2                          | 20.6 | 20   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 21-Abr-2016   | 24.8                 | 17                   | 19                          | 24   | 20.4 | 18.4                          | 20.8 | 19.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 22-Abr-2016   | 25.2                 | 16.8                 | 17.8                        | 24.4 | 20.8 | 17.4                          | 21   | 20   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 23-Abr-2016   | 24.8                 | 16.6                 | 18.2                        | 23.6 | 20.4 | 17.8                          | 19.4 | 19.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 24-Abr-2016   | 24.8                 | 16.8                 | 18.4                        | 23.6 | 20.4 | 18                            | 19.8 | 19.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 25-Abr-2016   | 25.4                 | 16.2                 | 17.8                        | 24.2 | 20.8 | 17.4                          | 21   | 19.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 26-Abr-2016   | 24.8                 | 16                   | 17.2                        | 23.6 | 19.8 | 17                            | 20   | 19   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 27-Abr-2016   | 25                   | 16.4                 | 17.8                        | 24.2 | 21.6 | 17.4                          | 20.8 | 20.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 28-Abr-2016   | 24.6                 | 16.6                 | 17.8                        | 24   | 20.4 | 17.4                          | 20.8 | 19.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 29-Abr-2016   | 24.8                 | 16                   | 17.6                        | 24.2 | 20.8 | 17.2                          | 21.4 | 20   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 30-Abr-2016   | 25.2                 | 16.4                 | 17.4                        | 24.8 | 20   | 17                            | 22   | 19   | 0                  | 0  |                          |                                |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 18  
 Datos de estación del mes de mayo, 2016

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |      |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|------|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2016-05 ▼     |      |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |      |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitación (mm) |      | Dirección del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19   |                          |                                |
| 01-May-2016   | 25.6                 | 16.6                 | 17.8                        | 24.2 | 20.8 | 17.2                          | 21   | 19.8 |                    | 0    |                          |                                |
| 02-May-2016   | 25.6                 | 17                   | 18.2                        | 24.4 | 21   | 17.8                          | 21.2 | 20.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 03-May-2016   | 24.4                 | 16.4                 | 17.4                        | 23.2 | 19.6 | 17                            | 20.6 | 18.8 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 04-May-2016   | 24                   | 16.6                 | 17.8                        | 24.2 | 21.6 | 17.4                          | 20.8 | 20.6 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 05-May-2016   | 25.2                 | 16                   | 18                          | 24.4 | 20.6 | 17.4                          | 21.2 | 19.6 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 06-May-2016   | -999                 | 15.8                 | 17.4                        | -999 | -999 | 16.8                          | -999 | -999 | 0                  | -999 |                          |                                |
| 07-May-2016   | -999                 | -999                 | -999                        | -999 | -999 | -999                          | -999 | -999 | -999               | -999 |                          |                                |
| 08-May-2016   | -999                 | -999                 | -999                        | -999 | -999 | -999                          | -999 | -999 | -999               | -999 |                          |                                |
| 09-May-2016   | 25.8                 | 15.8                 | 17.4                        | 24.2 | 20.8 | 17                            | 21   | 20   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 10-May-2016   | 24.8                 | 16                   | 17.8                        | 23.6 | 20   | 17.2                          | 19.8 | 19   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 11-May-2016   | 25.2                 | 15.8                 | 17.6                        | 24.4 | 20.8 | 17.2                          | 21.2 | 20   | -888               | 0    |                          |                                |
| 12-May-2016   | 24.2                 | 16.2                 | 17.6                        | 23.6 | 21   | 17.4                          | 20.8 | 20   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 13-May-2016   | 25.2                 | 16                   | 17                          | 24.4 | 20.8 | 16.8                          | 21   | 19.8 | -888               | 0    |                          |                                |
| 14-May-2016   | 24.2                 | 15.8                 | 16.8                        | 23.4 | 20.6 | 16.4                          | 20.6 | 19.8 | -888               | 0    |                          |                                |
| 15-May-2016   | 24.8                 | 15.6                 | 16.6                        | 23.2 | 20.6 | 16                            | 20   | 19.8 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 16-May-2016   | 25.2                 | 15.6                 | 16.8                        | 24.2 | 20.8 | 16.4                          | 21.2 | 19.8 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 17-May-2016   | 24.6                 | 14.4                 | 15.4                        | 23.2 | 20.6 | 15                            | 20.2 | 19.6 | -888               | 0    |                          |                                |
| 18-May-2016   | 25                   | 15                   | 16.4                        | 24.4 | 20.8 | 15.8                          | 21   | 19.8 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 19-May-2016   | 25                   | 14.6                 | 16.6                        | 24.2 | 21.4 | 16                            | 20.8 | 20.4 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 20-May-2016   | 24.4                 | 15.2                 | 16.4                        | 23.2 | 19.4 | 16                            | 20.4 | 18.4 | -888               | 0    |                          |                                |
| 21-May-2016   | 23.8                 | 14.2                 | 15.8                        | 22.6 | 19   | 15.4                          | 20.4 | 18.2 | -888               | 0    |                          |                                |
| 22-May-2016   | 22.8                 | 13.6                 | 14.4                        | 21.2 | 19.4 | 14                            | 19   | 18.4 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 23-May-2016   | 24.2                 | 13.6                 | 15.2                        | 23.2 | 21   | 14.8                          | 20.4 | 20   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 24-May-2016   | 25.6                 | 13.8                 | 14.6                        | 24   | 19.4 | 14.4                          | 20.8 | 18.4 | -888               | 0    |                          |                                |
| 25-May-2016   | 24                   | 13.2                 | 14.6                        | 23.2 | 20   | 14.2                          | 19.8 | 19   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 26-May-2016   | 23.2                 | 13.2                 | 15.2                        | 22.4 | 18.8 | 14.8                          | 19.2 | 18   | -888               | 0    |                          |                                |
| 27-May-2016   | 22.6                 | 12.8                 | 13.6                        | 21.8 | 19   | 13                            | 18.4 | 18   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 28-May-2016   | 23.4                 | 13.2                 | 15                          | 22.4 | 20   | 14.4                          | 19.2 | 19.2 | -888               | 0    |                          |                                |
| 29-May-2016   | 21.8                 | 12.4                 | 13.4                        | 20.2 | 19   | 13                            | 18   | 18.2 | -888               | 0    |                          |                                |
| 30-May-2016   | 23.2                 | 12.6                 | 13.2                        | 22.6 | 19.4 | 13                            | 19.8 | 18.4 | -888               | 0    |                          |                                |
| 31-May-2016   | 23.6                 | 12.8                 | 14.4                        | 22.8 | 18.8 | 14                            | 19.6 | 18   | -888               | 0    |                          |                                |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 19  
 Datos de estación del mes de junio 2016

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2016-06 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitación (mm) |    | Dirección del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Jun-2016   | 22.8                 | 12.8                 | 14.8                        | 21.6 | 19.2 | 14.2                          | 18.4 | 18.4 |                    | 0  |                          |                                |
| 02-Jun-2016   | 21.6                 | 12.4                 | 15                          | 20.8 | 19   | 14.4                          | 18.4 | 18.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 03-Jun-2016   | 23.6                 | 13                   | 15.2                        | 21.8 | 19.2 | 14.8                          | 19   | 18.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 04-Jun-2016   | 24.2                 | 12.6                 | 13.4                        | 23.4 | 18.4 | 13                            | 20.6 | 17.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 05-Jun-2016   | 21.8                 | 12.4                 | 13.8                        | 20.4 | 19   | 13.4                          | 18.2 | 18.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 06-Jun-2016   | 23                   | 11.6                 | 13.2                        | 21.8 | 19   | 12.8                          | 18   | 18.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 07-Jun-2016   | 22.8                 | 12.2                 | 13.6                        | 21.4 | 18.8 | 13                            | 17.8 | 18   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 08-Jun-2016   | 23                   | 12.8                 | 13.6                        | 22.4 | 18.8 | 13.4                          | 19.2 | 18   | -888               | 0  |                          |                                |
| 09-Jun-2016   | 23.6                 | 13                   | 14.8                        | 21.8 | 19   | 14.4                          | 19.4 | 18.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 10-Jun-2016   | 23.2                 | 12.6                 | 14                          | 22   | 19.4 | 13.4                          | 19.2 | 18.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 11-Jun-2016   | 21.4                 | 11.6                 | 13                          | 20.6 | 18.6 | 12.6                          | 18.2 | 17.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 12-Jun-2016   | 24                   | 11.6                 | 13.2                        | 23.2 | 19.6 | 12.8                          | 19.8 | 18.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 13-Jun-2016   | 20.4                 | 10.6                 | 12.4                        | 19.4 | 17.8 | 12                            | 17.2 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 14-Jun-2016   | 21                   | 11.2                 | 12.8                        | 20.2 | 18.4 | 12.6                          | 18   | 17.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 15-Jun-2016   | 18.6                 | 10.4                 | 12                          | 18   | 17.4 | 11.4                          | 16.2 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 16-Jun-2016   | 19.6                 | 10.4                 | 11.8                        | 19   | 17.6 | 11.4                          | 16.8 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 17-Jun-2016   | 19                   | 8.4                  | 10.4                        | 18.6 | 17.2 | 10                            | 16.4 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 18-Jun-2016   | 19                   | 8.4                  | 9.8                         | 18.6 | 17.6 | 9.2                           | 16.4 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 19-Jun-2016   | 18.4                 | 9.4                  | 11                          | 17.8 | 16.8 | 10.4                          | 15.6 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 20-Jun-2016   | 20.4                 | 8.6                  | 10.4                        | 19.2 | 17.6 | 10                            | 16.8 | 16.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 21-Jun-2016   | 19.4                 | 8.8                  | 10.6                        | 18.6 | 18.2 | 10.4                          | 16.4 | 17.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 22-Jun-2016   | 20.8                 | 9                    | 10.8                        | 19.6 | 17.6 | 10.4                          | 17.2 | 16.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 23-Jun-2016   | 19.2                 | 8.6                  | 11                          | 18.4 | 17.8 | 10.4                          | 16.2 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 24-Jun-2016   | 21                   | 10.2                 | 11.8                        | 20.4 | 18   | 10.4                          | 17.6 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 25-Jun-2016   | 19.2                 | 8.6                  | 10.4                        | 18.4 | 17.2 | 10                            | 16.4 | 16.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 26-Jun-2016   | 18.8                 | 8.4                  | 11                          | 18   | 17.4 | 10.4                          | 16   | 16.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 27-Jun-2016   | 18.8                 | 8.6                  | 10.4                        | 18.2 | 17.6 | 10                            | 16.4 | 16.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 28-Jun-2016   | 19.8                 | 9.2                  | 10.6                        | 18.8 | 18   | 10.4                          | 16.2 | 17.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 29-Jun-2016   | 20.2                 | 9.2                  | 11.4                        | 18.8 | 17.4 | 11                            | 16.6 | 16.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 30-Jun-2016   | 20.4                 | 9.6                  | 10.8                        | 18.6 | 17.8 | 10.2                          | 16.8 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 20  
 Datos de estación del mes de julio, 2016

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2016-07 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitacion (mm) |    | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Jul-2016   | 19.2                 | 9.4                  | 12.4                        | 18.4 | 17.2 | 12                            | 16.2 | 16.4 |                    | 0  |                          |                                |
| 02-Jul-2016   | 18.6                 | 9.4                  | 13                          | 16.8 | 16   | 12.8                          | 15.4 | 15.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 03-Jul-2016   | 18.8                 | 8.6                  | 12.4                        | 17.4 | 16.2 | 12                            | 15.4 | 15.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 04-Jul-2016   | 19.8                 | 10.2                 | 12.8                        | 18.2 | 16.6 | 12.4                          | 16.2 | 15.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 05-Jul-2016   | 19.6                 | 9.2                  | 13                          | 18.2 | 16.4 | 12.8                          | 16   | 15.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 06-Jul-2016   | 19.2                 | 8.8                  | 12.6                        | 18.6 | 16.8 | 12                            | 15.8 | 16   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 07-Jul-2016   | 19                   | 9.2                  | 13.4                        | 18.2 | 17   | 13                            | 16.2 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 08-Jul-2016   | 21.2                 | 9.4                  | 12.6                        | 20.4 | 17.4 | 12.4                          | 17   | 16.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 09-Jul-2016   | 20.4                 | 8.8                  | 12.8                        | 19.2 | 17.6 | 12.4                          | 17   | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 10-Jul-2016   | 20.6                 | 10.4                 | 12.8                        | 19.4 | 17   | 12.6                          | 17.2 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 11-Jul-2016   | 21.8                 | 10.2                 | 12.6                        | 19.8 | 17.6 | 12                            | 17   | 16.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 12-Jul-2016   | 19.4                 | 8.8                  | 11.8                        | 18.6 | 17   | 11.4                          | 16.2 | 16.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 13-Jul-2016   | 20.6                 | 8.8                  | 13.2                        | 19.4 | 17.4 | 12.6                          | 16.8 | 16.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 14-Jul-2016   | 21.6                 | 10.4                 | 12.6                        | 20   | 17.6 | 12                            | 17.2 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 15-Jul-2016   | 21.8                 | 9.2                  | 13                          | 20.6 | 17.2 | 12.4                          | 18   | 16.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 16-Jul-2016   | 20.8                 | 10.4                 | 13.4                        | 19.6 | 17.8 | 13                            | 17.2 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 17-Jul-2016   | 21.6                 | 10.6                 | 13.2                        | 20   | 17.4 | 12.8                          | 17.2 | 16.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 18-Jul-2016   | 19.8                 | 11                   | 13.6                        | 18.4 | 17   | 13                            | 16.8 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 19-Jul-2016   | 20.2                 | 9.8                  | 12.6                        | 19.4 | 17.4 | 12                            | 17   | 16.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 20-Jul-2016   | 21.8                 | 11                   | 12.8                        | 20.6 | 17.4 | 12.4                          | 17.8 | 16.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 21-Jul-2016   | 19.4                 | 9.6                  | 12.8                        | 18.4 | 17   | 12.6                          | 16.4 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 22-Jul-2016   | 22                   | 9.2                  | 12.4                        | 20.8 | 17.6 | 12                            | 18   | 16.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 23-Jul-2016   | 19.8                 | 10.2                 | 12.6                        | 18.6 | 17.4 | 12.2                          | 16.6 | 16.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 24-Jul-2016   | 22.4                 | 11.2                 | 13.4                        | 21   | 17.6 | 13                            | 18.4 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 25-Jul-2016   | 20.6                 | 10.6                 | 12                          | 19.4 | 17   | 11.8                          | 17.2 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 26-Jul-2016   | 20.8                 | 10.8                 | 13.4                        | 19.4 | 17.2 | 13                            | 17   | 16.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 27-Jul-2016   | 21.6                 | 10.8                 | 12.6                        | 19.8 | 17.8 | 12                            | 17.2 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 28-Jul-2016   | 22.6                 | 11.6                 | 13.4                        | 21.4 | 17.8 | 12.8                          | 18.2 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 29-Jul-2016   | 21.6                 | 10.8                 | 12.8                        | 20.4 | 17.8 | 12.4                          | 18   | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 30-Jul-2016   | 20.6                 | 10.8                 | 13                          | 19.4 | 17.6 | 12.6                          | 17.8 | 16.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 31-Jul-2016   | 21.8                 | 11.6                 | 13.2                        | 20.8 | 17.6 | 12.6                          | 18.2 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 21  
 Datos de estación del mes de agosto, 2016

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2016-08 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitación (mm) |    | Dirección del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Ago-2016   | 21.8                 | 10.4                 | 11.8                        | 20.6 | 16.4 | 11.6                          | 18.2 | 15.6 |                    | 0  |                          |                                |
| 02-Ago-2016   | 21.8                 | 9.6                  | 11.6                        | 20.6 | 16.8 | 11.2                          | 17.6 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 03-Ago-2016   | 22                   | 9.2                  | 11.8                        | 20.8 | 16.4 | 11.4                          | 18   | 15.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 04-Ago-2016   | 21.6                 | 10.2                 | 12.8                        | 20.4 | 16.2 | 12.4                          | 17.2 | 15.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 05-Ago-2016   | 20.8                 | 11                   | 12.8                        | 19.4 | 16.2 | 12.6                          | 17   | 15.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 06-Ago-2016   | 19.8                 | 8.8                  | 11.8                        | 18.6 | 15.8 | 11.6                          | 16.4 | 15.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 07-Ago-2016   | 22.4                 | 10.4                 | 12.6                        | 21.4 | 16.8 | 12                            | 18   | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 08-Ago-2016   | 21.6                 | 9.8                  | 11.6                        | 20.8 | 16.6 | 11.2                          | 18.2 | 15.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 09-Ago-2016   | 20.6                 | 9.2                  | 12.6                        | 19.6 | 16.8 | 12                            | 17.2 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 10-Ago-2016   | 20.4                 | 9.4                  | 11.8                        | 19.4 | 16.4 | 11.4                          | 17   | 15.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 11-Ago-2016   | 21.6                 | 10.2                 | 12.6                        | 20.4 | 16.6 | 12                            | 18   | 15.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 12-Ago-2016   | 20.6                 | 8.8                  | 12                          | 19.4 | 16.6 | 11.4                          | 17.2 | 15.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 13-Ago-2016   | 21.4                 | 9.8                  | 12                          | 20.6 | 17   | 11.6                          | 18.2 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 14-Ago-2016   | 22                   | 9.6                  | 11.8                        | 21.2 | 16.6 | 11.4                          | 18.4 | 15.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 15-Ago-2016   | 21.6                 | 10.4                 | 12.8                        | 20.8 | 16.8 | 12.6                          | 18.4 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 16-Ago-2016   | 20.8                 | 10.4                 | 13.2                        | 19.6 | 16.4 | 12.8                          | 17.2 | 15.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 17-Ago-2016   | 21.4                 | 10.6                 | 12.8                        | 20.6 | 17   | 12.4                          | 17.8 | 16   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 18-Ago-2016   | 22.4                 | 11                   | 13.4                        | 21.2 | 17   | 13                            | 18.4 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 19-Ago-2016   | 21.4                 | 9.8                  | 12.6                        | 20.4 | 16.4 | 12                            | 17.8 | 15   | -888               | 0  |                          |                                |
| 20-Ago-2016   | 21.2                 | 9.8                  | 13                          | 20.6 | 17   | 12.4                          | 17.8 | 16.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 21-Ago-2016   | 20.6                 | 10.2                 | 13.4                        | 19.2 | 16.4 | 13                            | 17.2 | 15.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 22-Ago-2016   | 23                   | 12                   | 14.4                        | 21.8 | 17   | 14                            | 18.2 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 23-Ago-2016   | 22.4                 | 12.6                 | 13.6                        | 21.4 | 16.8 | 13                            | 18.6 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 24-Ago-2016   | 21.8                 | 12.8                 | 13.6                        | 20.6 | 16.8 | 13.4                          | 17.4 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 25-Ago-2016   | 22.8                 | 11.8                 | 14                          | 21.2 | 16.4 | 13.4                          | 18.2 | 15.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 26-Ago-2016   | 20.6                 | 12                   | 14.2                        | 19.4 | 16.2 | 13.8                          | 17   | 15.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 27-Ago-2016   | 21.4                 | 12                   | 13.8                        | 20.4 | 16   | 13.6                          | 17.6 | 15.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 28-Ago-2016   | 21.4                 | 11.8                 | 13.8                        | 20.6 | 16.8 | 13.4                          | 17.6 | 16   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 29-Ago-2016   | 20.4                 | 11.8                 | 13.2                        | 19.4 | 16.8 | 13                            | 17   | 15.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 30-Ago-2016   | 22.4                 | 12.6                 | 13.8                        | 21.6 | 16.8 | 13.2                          | 18.6 | 16   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 31-Ago-2016   | 22                   | 12.6                 | 14.2                        | 20.8 | 16.8 | 14                            | 18.2 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística



Tabla 22

Datos de estación del mes de setiembre, 2016

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2016-09 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitacion (mm) |    | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Sep-2016   | 21.6                 | 12                   | 13.4                        | 20.8 | 16.8 | 13                            | 17.6 | 16   |                    | 0  |                          |                                |
| 02-Sep-2016   | 22.4                 | 11.6                 | 13.2                        | 20.8 | 17   | 13                            | 17.8 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 03-Sep-2016   | 21.8                 | 11.8                 | 13.2                        | 20.8 | 17.6 | 12.8                          | 18   | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 04-Sep-2016   | 21.6                 | 11.4                 | 13                          | 20.6 | 17.4 | 12.4                          | 17.8 | 16.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 05-Sep-2016   | 22.6                 | 12.4                 | 14.2                        | 21.8 | 17.4 | 13.6                          | 18.4 | 16.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 06-Sep-2016   | 19.6                 | 11.6                 | 13                          | 18.8 | 16.8 | 12.6                          | 17   | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 07-Sep-2016   | 20.8                 | 11.4                 | 13                          | 19.8 | 17   | 12.8                          | 17.2 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 08-Sep-2016   | 23.6                 | 12.4                 | 14                          | 22.4 | 18   | 13.4                          | 19.2 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 09-Sep-2016   | 22.8                 | 12                   | 14                          | 21.6 | 17.8 | 13.4                          | 18.2 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 10-Sep-2016   | 23.4                 | 12.4                 | 14.2                        | 22.4 | 17.8 | 13.6                          | 19.2 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 11-Sep-2016   | 24                   | 13                   | 14.8                        | 23.2 | 18.4 | 14.4                          | 20   | 17.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 12-Sep-2016   | 23.6                 | 12                   | 14.4                        | 22.4 | 17.8 | 14                            | 19.2 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 13-Sep-2016   | 21.8                 | 13.6                 | 14.8                        | 20.6 | 17   | 14.6                          | 17.6 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 14-Sep-2016   | 21.8                 | 12.2                 | 14.2                        | 20.6 | 17   | 14                            | 17.6 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 15-Sep-2016   | 22                   | 12.4                 | 14.6                        | 21.6 | 17.8 | 14.2                          | 18.2 | 16.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 16-Sep-2016   | 23.6                 | 13.2                 | 15.2                        | 22.4 | 17.8 | 14.5                          | 19.2 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 17-Sep-2016   | 24                   | 12.8                 | 14.6                        | 23.2 | 18.6 | 14.2                          | 19.4 | 17.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 18-Sep-2016   | 24.2                 | 14                   | 15.4                        | 23.4 | 18.8 | 14.8                          | 19.6 | 17.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 19-Sep-2016   | 24.4                 | 14.2                 | 15.8                        | 23.2 | 18.6 | 15.4                          | 19.8 | 17.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 20-Sep-2016   | 23.6                 | 13.6                 | 14.4                        | 22.4 | 17.8 | 14.2                          | 19   | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 21-Sep-2016   | 22.8                 | 13.6                 | 15                          | 21.6 | 18   | 14.4                          | 18.2 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 22-Sep-2016   | 24                   | 13                   | 14.8                        | 22.8 | 18   | 14.4                          | 18.6 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 23-Sep-2016   | 23.4                 | 13.2                 | 15.2                        | 22   | 18.2 | 14.6                          | 18.8 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 24-Sep-2016   | 24.4                 | 14                   | 15.4                        | 23.2 | 18.6 | 15                            | 19.6 | 17.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 25-Sep-2016   | 24.6                 | 14.6                 | 15.4                        | 23.2 | 17.8 | 14.8                          | 19.6 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 26-Sep-2016   | 25                   | 14.4                 | 15.4                        | 24.2 | 19.2 | 15                            | 20.4 | 18.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 27-Sep-2016   | 23.6                 | 14.2                 | 15.8                        | 22.8 | 17.8 | 15.2                          | 18.6 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 28-Sep-2016   | 22.4                 | 14.6                 | 15.4                        | 21.8 | 17.6 | 15                            | 18.2 | 16.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 29-Sep-2016   | 24.2                 | 14.2                 | 15.2                        | 23.6 | 17.8 | 15                            | 19.4 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 30-Sep-2016   | 24.4                 | 14.6                 | 15.6                        | 23.2 | 17.8 | 15                            | 19.6 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 23  
 Datos de estación del mes de octubre, 2016

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2016-10 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitación (mm) |    | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Oct-2016   | 23.6                 | 15.4                 | 16.6                        | 21.8 | 17.6 | 16                            | 18.6 | 16.6 |                    | 0  |                          |                                |
| 02-Oct-2016   | 20.8                 | 14.8                 | 16                          | 19.4 | 17   | 15.6                          | 17.4 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 03-Oct-2016   | 22.6                 | 14.8                 | 16.2                        | 21.4 | 17.6 | 15.6                          | 18.6 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 04-Oct-2016   | 20.8                 | 14.4                 | 16.2                        | 19.8 | 17.6 | 15.8                          | 18   | 16.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 05-Oct-2016   | 22.8                 | 14                   | 15.6                        | 21.2 | 17.8 | 15.4                          | 18.2 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 06-Oct-2016   | 20.6                 | 15                   | 16.2                        | 19.4 | 17.2 | 15.8                          | 17.8 | 16.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 07-Oct-2016   | 22.6                 | 14.6                 | 16.6                        | 21.4 | 17.6 | 16                            | 18.2 | 16.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 08-Oct-2016   | 21.8                 | 15.4                 | 16.6                        | 20.4 | 17.4 | 16.4                          | 18.2 | 16.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 09-Oct-2016   | 24.6                 | 14.8                 | 15.8                        | 22.8 | 17.8 | 15.4                          | 19.6 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 10-Oct-2016   | 24.6                 | 15.2                 | 16.4                        | 23.4 | 18   | 16                            | 20   | 17.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 11-Oct-2016   | 23.8                 | 15.6                 | 16.6                        | 22.8 | 17.6 | 16.2                          | 19.4 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 12-Oct-2016   | 22.8                 | 14.8                 | 15.6                        | 21.6 | 17.8 | 15.2                          | 18.6 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 13-Oct-2016   | 24.2                 | 15.6                 | 16.8                        | 23   | 17.2 | 16.4                          | 19.8 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 14-Oct-2016   | 24                   | 15.4                 | 16.6                        | 23.2 | 17.6 | 16.4                          | 19.4 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 15-Oct-2016   | 24.4                 | 15.4                 | 16.6                        | 23.2 | 18   | 16                            | 20   | 17.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 16-Oct-2016   | 23.8                 | 14.8                 | 16                          | 22.4 | 17.2 | 15.6                          | 19.4 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 17-Oct-2016   | 22.6                 | 15.6                 | 16.8                        | 21.6 | 16.8 | 16.4                          | 18   | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 18-Oct-2016   | 23.8                 | 15.2                 | 16.6                        | 22.4 | 17.4 | 16.4                          | 18.6 | 16.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 19-Oct-2016   | 24.4                 | 14.8                 | 16.2                        | 23.2 | 17.4 | 15.8                          | 19.4 | 16.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 20-Oct-2016   | 23.8                 | 15.6                 | 16.4                        | 22.6 | 16.8 | 16                            | 19.2 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 21-Oct-2016   | 24.2                 | 15.6                 | 16.8                        | 23.6 | 18   | 16.4                          | 20   | 17.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 22-Oct-2016   | 23.8                 | 15.4                 | 16.6                        | 22.4 | 17.8 | 16                            | 19.6 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 23-Oct-2016   | 24.6                 | 15.8                 | 16.8                        | 23   | 17.8 | 16.4                          | 19.4 | 16.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 24-Oct-2016   | 24                   | 15.4                 | 16.6                        | 23.2 | 17.4 | 16.2                          | 19.6 | 16.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 25-Oct-2016   | 22.6                 | 14.8                 | 15.8                        | 21.4 | 17   | 15.6                          | 18.4 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 26-Oct-2016   | 23.4                 | 14.8                 | 16.4                        | 22.8 | 16.8 | 16                            | 19.2 | 16   | -888               | 0  |                          |                                |
| 27-Oct-2016   | 24                   | 15.4                 | 16.4                        | 23.2 | 18   | 16                            | 19.6 | 17.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 28-Oct-2016   | 23.6                 | 15.2                 | 16.8                        | 22.4 | 17.8 | 16.4                          | 19.2 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 29-Oct-2016   | 23.2                 | 15.8                 | 17                          | 22.4 | 17.8 | 16.4                          | 19.2 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 30-Oct-2016   | 24.2                 | 14.8                 | 16.4                        | 23.6 | 18   | 16                            | 19.8 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 31-Oct-2016   | 23.8                 | 15.6                 | 17                          | 22.4 | 17.8 | 16.4                          | 19   | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 24  
 Datos de estación del mes de noviembre, 2016

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2016-11 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitación (mm) |    | Dirección del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Nov-2016   | 24                   | 15                   | 16.6                        | 23.2 | 17.4 | 16                            | 19.6 | 16.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 02-Nov-2016   | 23.2                 | 15.6                 | 17                          | 22.4 | 17.6 | 16.4                          | 19.2 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 03-Nov-2016   | 22.8                 | 15.2                 | 16.6                        | 21.6 | 17   | 16.4                          | 18.8 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 04-Nov-2016   | 24                   | 14.2                 | 16.2                        | 22.8 | 17.6 | 15.8                          | 19.2 | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 05-Nov-2016   | 23.8                 | 14.8                 | 16                          | 22.2 | 17.4 | 15.4                          | 18.8 | 16.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 06-Nov-2016   | 24.2                 | 15.2                 | 16.8                        | 23.4 | 17.8 | 16.4                          | 19.2 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 07-Nov-2016   | 23.6                 | 15.4                 | 16.4                        | 22.4 | 17.6 | 16                            | 19   | 16.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 08-Nov-2016   | 23.2                 | 14.4                 | 16.2                        | 21.6 | 17.2 | 15.8                          | 18.4 | 16.4 | -888               | 0  |                          |                                |
| 09-Nov-2016   | 22.8                 | 15.2                 | 16.6                        | 21.4 | 17.4 | 16                            | 18   | 16.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 10-Nov-2016   | 21.6                 | 14.8                 | 16.4                        | 20.8 | 17   | 16                            | 18.2 | 16.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 11-Nov-2016   | 22.4                 | 15                   | 17.2                        | 21.6 | 17.6 | 16.8                          | 18.4 | 16.8 | -888               | 0  |                          |                                |
| 12-Nov-2016   | 22.4                 | 15.6                 | 16.8                        | 21.8 | 17.8 | 16.4                          | 18.6 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 13-Nov-2016   | 23.6                 | 15.4                 | 16.8                        | 22.4 | 17.8 | 16.6                          | 19   | 17.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 14-Nov-2016   | 24.2                 | 15.6                 | 17.2                        | 23.4 | 18   | 16.6                          | 19.8 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 15-Nov-2016   | 23.8                 | 16                   | 17.4                        | 22.4 | 18   | 17                            | 18.8 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 16-Nov-2016   | 24.2                 | 15.8                 | 17                          | 22.8 | 18.4 | 16.4                          | 19   | 17.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 17-Nov-2016   | 24.6                 | 16.2                 | 17.4                        | 23.4 | 18.4 | 17                            | 19.8 | 17.2 | -888               | 0  |                          |                                |
| 18-Nov-2016   | 25.4                 | 15.6                 | 17                          | 24.2 | 18   | 16.6                          | 20.4 | 17.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 19-Nov-2016   | 24.2                 | 16                   | 17.4                        | 23   | 18.6 | 16.8                          | 19.6 | 17.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 20-Nov-2016   | 25                   | 16.2                 | 17.6                        | 24   | 18   | 17                            | 19.8 | 17   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 21-Nov-2016   | 25.4                 | 15.8                 | 17.6                        | 24.4 | 19   | 17                            | 20.2 | 18   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 22-Nov-2016   | 24.8                 | 16                   | 17.4                        | 23.4 | 18.6 | 17                            | 20.2 | 17.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 23-Nov-2016   | 25.2                 | 16.4                 | 17.4                        | 24.4 | 19   | 16.8                          | 20.8 | 18   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 24-Nov-2016   | 25.4                 | 15.8                 | 17.6                        | 24   | 18.6 | 17                            | 20.4 | 17.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 25-Nov-2016   | 24.6                 | 16                   | 17.2                        | 23.2 | 18.4 | 16.8                          | 19.8 | 17.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 26-Nov-2016   | 25                   | 15.8                 | 17                          | 24.2 | 17.8 | 16.8                          | 20.8 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 27-Nov-2016   | 25.6                 | 16.2                 | 17.4                        | 24.2 | 18.8 | 17                            | 20.8 | 17.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 28-Nov-2016   | 24.6                 | 16                   | 17                          | 23.2 | 17.8 | 16.8                          | 19.8 | 17   | -888               | 0  |                          |                                |
| 29-Nov-2016   | 24.4                 | 16.4                 | 17.4                        | 22.8 | 18.2 | 17                            | 19.6 | 17.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 30-Nov-2016   | 25.2                 | 16                   | 17.6                        | 24.4 | 18.6 | 17                            | 20.2 | 17.6 | 0                  | 0  |                          |                                |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 25

Datos de estación del mes de diciembre, 2016

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2016-12 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitación (mm) |    | Dirección del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Dic-2016   | 23.8                 | 16.2                 | 17.8                        | 21.8 | 18.4 | 17.2                          | 18.6 | 17.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 02-Dic-2016   | 24.8                 | 16.4                 | 17.8                        | 23.2 | 19   | 17.4                          | 20.4 | 18.2 | -888               | 0  | SW                       | 4                              |
| 03-Dic-2016   | 25.4                 | 16.6                 | 17.6                        | 24.2 | 18.8 | 17                            | 20.8 | 17.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 04-Dic-2016   | 25.6                 | 16                   | 17.2                        | 23.6 | 18.8 | 16.8                          | 20.4 | 18   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 05-Dic-2016   | 24.8                 | 16.2                 | 17.4                        | 23.6 | 18.8 | 16.8                          | 20.2 | 17.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 06-Dic-2016   | 24.8                 | 15.8                 | 16.8                        | 23.2 | 19   | 16.4                          | 20   | 18.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 07-Dic-2016   | 26.2                 | 16.4                 | 17.6                        | 24.8 | 19   | 17                            | 21.4 | 18   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 08-Dic-2016   | 26.2                 | 16                   | 17.4                        | 24.6 | 18.8 | 17                            | 20.8 | 18   | -888               | 0  | SW                       | 6                              |
| 09-Dic-2016   | 25.8                 | 16.4                 | 17.8                        | 24.2 | 19   | 17.4                          | 20.8 | 18   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 10-Dic-2016   | 26.6                 | 16.6                 | 17.4                        | 25.2 | 18.8 | 17                            | 21.4 | 18   | -888               | 0  | SW                       | 6                              |
| 11-Dic-2016   | 25.8                 | 16                   | 17.4                        | 24.2 | 19.6 | 16.8                          | 21   | 18.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 12-Dic-2016   | 25.6                 | 16.2                 | 18                          | 24.4 | 19.6 | 17.4                          | 20.8 | 18.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 13-Dic-2016   | 26                   | 16.6                 | 17.2                        | 24.8 | 19.2 | 16.8                          | 21   | 18.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 14-Dic-2016   | 26                   | 16                   | 17.6                        | 24.8 | 18.6 | 17                            | 21   | 17.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 15-Dic-2016   | 26.2                 | 16.2                 | 17.4                        | 24.4 | 20   | 17                            | 21   | 19.2 | -888               | 0  | SW                       | 6                              |
| 16-Dic-2016   | 26                   | 17.6                 | 18.6                        | 24.8 | 19.2 | 18.2                          | 21   | 18.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 17-Dic-2016   | 26.6                 | 16.4                 | 17.6                        | 24.4 | 19.6 | 17                            | 20.8 | 18.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 18-Dic-2016   | 25.2                 | 17.2                 | 18.4                        | 23.6 | 19   | 17.8                          | 19.8 | 18.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 19-Dic-2016   | 24.8                 | 17                   | 18                          | 23.2 | 18.8 | 17.4                          | 19.8 | 18   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 20-Dic-2016   | 25.2                 | 16.8                 | 17.6                        | 23.8 | 19   | 17                            | 19.6 | 18.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 21-Dic-2016   | 26.6                 | 17.2                 | 18.4                        | 25.4 | 20   | 18                            | 21.8 | 19   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 22-Dic-2016   | 26.6                 | 17                   | 18                          | 25.2 | 20.2 | 17.4                          | 21.6 | 19   | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 23-Dic-2016   | 24.4                 | 17.2                 | 18.2                        | 23.6 | 18.8 | 17.8                          | 19.6 | 18   | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 24-Dic-2016   | 26.2                 | 16.8                 | 17.6                        | 25   | 20.6 | 17                            | 21.8 | 19.6 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 25-Dic-2016   | 26                   | 17                   | 18.2                        | 25   | 20.8 | 17.6                          | 21.6 | 19.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 26-Dic-2016   | 26.4                 | 16                   | 17.2                        | 25   | 20   | 16.8                          | 21.6 | 19.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 27-Dic-2016   | 25.6                 | 17                   | 18                          | 24.4 | 20   | 17.4                          | 20.6 | 19.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 28-Dic-2016   | 26.2                 | 16.6                 | 17.6                        | 25   | 20.2 | 17.2                          | 21   | 19.2 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 29-Dic-2016   | 26.4                 | 17.2                 | 18.4                        | 25.4 | 20.4 | 18                            | 21.2 | 19.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 30-Dic-2016   | 25.2                 | 16.8                 | 17.6                        | 24.4 | 19.8 | 17                            | 20.8 | 19   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 31-Dic-2016   | 25.8                 | 17                   | 18.2                        | 24.8 | 20.4 | 17.6                          | 21   | 19.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 26

Datos de estación del mes de enero, 2017

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2017-01 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitacion (mm) |    | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Ene-2017   | 26                   | 17.4                 | 18.6                        | 24.5 | 19.8 | 18                            | 21.2 | 19   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 02-Ene-2017   | 26.4                 | 17                   | 17.8                        | 25.2 | 19.8 | 17.4                          | 21.6 | 19   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 03-Ene-2017   | 26.2                 | 17.6                 | 18.6                        | 25.4 | 19.6 | 18.2                          | 21.6 | 18.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 04-Ene-2017   | 27.4                 | 17.2                 | 18.8                        | 26.2 | 21.6 | 18.2                          | 22.4 | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 05-Ene-2017   | 26.2                 | 16.8                 | 17.8                        | 25.2 | 20.8 | 17.4                          | 21.2 | 19.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 06-Ene-2017   | 25.2                 | 17                   | 19                          | 24.4 | 20.6 | 18.4                          | 20.8 | 19.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 07-Ene-2017   | 25.2                 | 16.6                 | 17.8                        | 24.4 | 20.6 | 17.4                          | 21   | 19.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 08-Ene-2017   | 26.8                 | 17.2                 | 18.6                        | 25.6 | 20.8 | 18                            | 21.8 | 19.8 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 09-Ene-2017   | 26.4                 | 17.4                 | 19                          | 25.4 | 20.8 | 18.4                          | 21.2 | 19.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 10-Ene-2017   | 25.8                 | 17.6                 | 19                          | 24.6 | 20.6 | 18.4                          | 21   | 19.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 11-Ene-2017   | 27.2                 | 16.8                 | 18.4                        | 26.4 | 21.8 | 17.8                          | 22.6 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 12-Ene-2017   | 28.6                 | 17.2                 | 18.6                        | 26.8 | 21.6 | 18.2                          | 22.6 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 13-Ene-2017   | 27.6                 | 17.6                 | 18.6                        | 26.6 | 20.8 | 18.4                          | 21.8 | 19.4 | 2.6                | 0  | SW                       | 4                              |
| 14-Ene-2017   | 26.6                 | 17.2                 | 19                          | 25.4 | 21   | 18.2                          | 21.6 | 20   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 15-Ene-2017   | 27.2                 | 16                   | 17.6                        | 26.2 | 20.6 | 17                            | 21.8 | 19.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 16-Ene-2017   | 26.8                 | 16.4                 | 18.2                        | 25.4 | 20.8 | 17.6                          | 21.2 | 19.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 17-Ene-2017   | 26.8                 | 17.4                 | 18.6                        | 25.2 | 20.4 | 18.2                          | 22   | 19.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 18-Ene-2017   | 26.8                 | 17.6                 | 19.6                        | 25.4 | 20.8 | 19                            | 21.6 | 19.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 19-Ene-2017   | 27                   | 16.8                 | 18.4                        | 26.2 | 21.6 | 18                            | 22.4 | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 20-Ene-2017   | 26.2                 | 17.4                 | 18.6                        | 25.2 | 20.6 | 18                            | 21.4 | 19.8 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 21-Ene-2017   | 26.6                 | 16.6                 | 17.8                        | 25.8 | 21.8 | 17.4                          | 22   | 20.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 22-Ene-2017   | 26.2                 | 16.8                 | 17.6                        | 24.8 | 20.4 | 17                            | 21   | 19.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 23-Ene-2017   | 27.2                 | 17.2                 | 18.6                        | 26.4 | 22   | 18                            | 22.4 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 24-Ene-2017   | 26.8                 | 16.4                 | 18.8                        | 25.4 | 21.8 | 18.4                          | 21   | 19.4 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 25-Ene-2017   | 28.8                 | 17.8                 | 18.8                        | 26.8 | 21.8 | 18.2                          | 22.4 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 26-Ene-2017   | 27.6                 | 18.4                 | 19.8                        | 26.4 | 21.8 | 19.2                          | 22.6 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 27-Ene-2017   | 27.8                 | 19.2                 | 21                          | 26.6 | 21.4 | 20.4                          | 22   | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 28-Ene-2017   | 27.6                 | 20.2                 | 21.6                        | 26.6 | 21   | 21                            | 22.4 | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 29-Ene-2017   | 27                   | 21.4                 | 22.6                        | 26.2 | 21.6 | 22                            | 22.4 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 30-Ene-2017   | 28                   | 21                   | 22.6                        | 26.6 | 22   | 22                            | 22.4 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 31-Ene-2017   | 27.8                 | 20.8                 | 21.4                        | 26.6 | 21.8 | 21                            | 22.4 | 20.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 27

Datos de estación del mes de febrero, 2017

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2017-02 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitación (mm) |    | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Feb-2017   | 27.4                 | 21.2                 | 22.6                        | 26.4 | 21.6 | 22                            | 22.6 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 02-Feb-2017   | 26.8                 | 21.8                 | 23                          | 26.2 | 21   | 22.4                          | 21.8 | 20   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 03-Feb-2017   | 27.6                 | 21.2                 | 23.2                        | 26.4 | 21.6 | 22.6                          | 22.4 | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 04-Feb-2017   | 27.6                 | 20.8                 | 22.4                        | 26.2 | 21.4 | 21.8                          | 22.4 | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 05-Feb-2017   | 28                   | 21.4                 | 23.4                        | 26.8 | 22   | 22.8                          | 23.2 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 06-Feb-2017   | 29                   | 20.2                 | 21.8                        | 27.8 | 22   | 21.4                          | 22.6 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 07-Feb-2017   | 28.2                 | 21                   | 23.2                        | 27   | 21.8 | 22.6                          | 23.2 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 08-Feb-2017   | 28.4                 | 20.8                 | 21.6                        | 26.6 | 21.8 | 21.2                          | 22.4 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 09-Feb-2017   | 27.8                 | 21.4                 | 22.6                        | 26.4 | 22   | 22                            | 22.8 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 10-Feb-2017   | 28                   | 20.6                 | 21.8                        | 26.4 | 21.8 | 21.4                          | 22.6 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 11-Feb-2017   | 27.6                 | 21.4                 | 23                          | 26   | 21.4 | 22.4                          | 22   | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 12-Feb-2017   | 27.6                 | 20.6                 | 21.8                        | 25.8 | 21.2 | 21.2                          | 22   | 20   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 13-Feb-2017   | 28                   | 20.2                 | 22.8                        | 26.4 | 21.8 | 22.2                          | 22.8 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 14-Feb-2017   | 28.4                 | 21                   | 22.6                        | 26.8 | 21.6 | 22                            | 22.4 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 15-Feb-2017   | 27.6                 | 21.6                 | 23                          | 26.2 | 21.6 | 22.4                          | 22   | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 16-Feb-2017   | 28.2                 | 20.2                 | 21.8                        | 27   | 22.4 | 21.4                          | 23   | 21.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 17-Feb-2017   | 28.4                 | 21                   | 22.6                        | 26.6 | 22.2 | 22                            | 23   | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 18-Feb-2017   | 27.8                 | 20.6                 | 21.4                        | 26.4 | 20.8 | 21                            | 22.8 | 20   | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 19-Feb-2017   | 28.4                 | 21                   | 23.4                        | 27   | 22.4 | 22.8                          | 23.2 | 21.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 20-Feb-2017   | 27.6                 | 20.2                 | 21.6                        | 26.6 | 21.8 | 21                            | 22.2 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 21-Feb-2017   | 29.6                 | 21.8                 | 23.4                        | 27.6 | 23   | 22.8                          | 24   | 21.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 22-Feb-2017   | 28.6                 | 20.6                 | 21.6                        | 26.2 | 21.6 | 21                            | 22   | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 23-Feb-2017   | 27                   | 21                   | 22.4                        | 26.2 | 22   | 22                            | 23   | 20.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 24-Feb-2017   | 28.6                 | 19.8                 | 21.6                        | 26.6 | 22.4 | 21                            | 22.8 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 25-Feb-2017   | 28                   | 20.4                 | 21.2                        | 26.8 | 22.2 | 20.8                          | 22.8 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 26-Feb-2017   | 28.4                 | 20                   | 21.6                        | 26.8 | 22.4 | 21                            | 23.2 | 21.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 27-Feb-2017   | 29.2                 | 21.2                 | 22.4                        | 28   | 22.6 | 22                            | 24.2 | 21.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 28-Feb-2017   | 28.4                 | 20.8                 | 21.4                        | 26.8 | 22.2 | 21                            | 22.8 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 28

Datos de estación del mes de marzo, 2017

| Estación : NANA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : LIMA                                 |                      |                      | Provincia : LIMA            |      |      | Distrito : LURIGANCHO         |      |      | Ir : 2017-03 ▼     |    |                          |                                |
| Latitud : 11° 59' 18.7"                             |                      |                      | Longitud : 76° 50' 19.8"    |      |      | Altitud : 522                 |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año   | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitación (mm) |    | Dirección del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|   |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Mar-2017   | 27.8                 | 20.2                 | 22.6                        | 26.4 | 20.8 | 22.2                          | 23.2 | 20   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 02-Mar-2017   | 27.4                 | 20.8                 | 21.6                        | 26.2 | 21   | 21                            | 22.8 | 20   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 03-Mar-2017   | 27.6                 | 21                   | 22.8                        | 26.4 | 21.4 | 22.2                          | 23   | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 04-Mar-2017   | 27                   | 20.6                 | 22.6                        | 25.8 | 21.2 | 22                            | 22.4 | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 05-Mar-2017   | 28.2                 | 20.8                 | 21.6                        | 26.2 | 22   | 21.2                          | 23   | 20.8 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 06-Mar-2017   | 27.6                 | 21.4                 | 22.8                        | 26.4 | 21   | 22.2                          | 22.8 | 20   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 07-Mar-2017   | 27                   | 20.6                 | 21.8                        | 26.2 | 21.4 | 21.2                          | 22.6 | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 08-Mar-2017   | 26.6                 | 20.2                 | 21.8                        | 25.6 | 21.2 | 21.4                          | 22   | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 09-Mar-2017   | 26.2                 | 19.6                 | 21.6                        | 25.4 | 21   | 21                            | 22.4 | 20   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 10-Mar-2017   | 27                   | 19.4                 | 21.8                        | 26   | 21.4 | 21.4                          | 22.2 | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 11-Mar-2017   | 27.4                 | 20                   | 21.6                        | 26.2 | 21.8 | 21                            | 22.4 | 20.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 12-Mar-2017   | 27.4                 | 20                   | 22.2                        | 26.2 | 21.8 | 21.6                          | 22.4 | 21   | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 13-Mar-2017   | 26                   | 19.4                 | 21.2                        | 24.8 | 21   | 20.8                          | 22   | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 14-Mar-2017   | 27.2                 | 20.4                 | 22.6                        | 25.2 | 21.4 | 22                            | 22.4 | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 15-Mar-2017   | 26.2                 | 17.2                 | 19.2                        | 25.2 | 20.8 | 18.8                          | 22   | 22   | 4.2                | .4 | SW                       | 4                              |
| 16-Mar-2017   | 27.2                 | 17.6                 | 19.2                        | 25.8 | 21.4 | 18.8                          | 22   | 20.4 | 1.6                | 0  | SW                       | 4                              |
| 17-Mar-2017   | 26.6                 | 18.4                 | 20.2                        | 25.4 | 21   | 19.6                          | 21.8 | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 18-Mar-2017   | 26.2                 | 18.8                 | 19.6                        | 25.4 | 21.2 | 19.2                          | 21.8 | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 19-Mar-2017   | 27.8                 | 19                   | 21.2                        | 26.6 | 22.6 | 20.6                          | 23.2 | 21.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 20-Mar-2017   | 27.4                 | 18.6                 | 21                          | 26.2 | 21.4 | 19.6                          | 22.6 | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 21-Mar-2017   | 27.6                 | 19.4                 | 20.8                        | 25.8 | 21.4 | 20.4                          | 22   | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 22-Mar-2017   | 27.4                 | 20.4                 | 21.6                        | 26   | 21.6 | 21                            | 22.2 | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 23-Mar-2017   | 26.8                 | 19.6                 | 21.4                        | 25.4 | 21.2 | 20.8                          | 22   | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 24-Mar-2017   | 27.2                 | 19.2                 | 21.4                        | 25.6 | 21.6 | 20.8                          | 22.4 | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 25-Mar-2017   | 27.6                 | 20.6                 | 21.8                        | 26   | 21.4 | 21.4                          | 22   | 20.4 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 26-Mar-2017   | 26.8                 | 20                   | 21.8                        | 25.8 | 22   | 21.4                          | 23   | 20.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 27-Mar-2017   | 27.2                 | 19.8                 | 21.4                        | 25.8 | 21.6 | 21                            | 22.4 | 20.6 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 28-Mar-2017   | 27.6                 | 20.4                 | 22                          | 26   | 21   | 21.4                          | 22.4 | 20   | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 29-Mar-2017   | 27.2                 | 18.8                 | 20.4                        | 26   | 21   | 20                            | 22.6 | 20.2 | 0                  | 0  | SW                       | 6                              |
| 30-Mar-2017   | 26.8                 | 19                   | 20.8                        | 25.4 | 20.8 | 20.2                          | 21.8 | 19.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |
| 31-Mar-2017   | 26.6                 | 19.2                 | 21.6                        | 25.8 | 20.8 | 21                            | 22.4 | 19.8 | 0                  | 0  | SW                       | 4                              |

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 29. Resultados de análisis de Laboratorio  
Resultados de análisis de Laboratorio

| Número de<br>muestras<br><br>Claves | pH<br>(1:1) | CE<br>(1:1)<br>dS/m | M.O.<br>% | P    | K    | Densidad<br>Aparente<br>g/cm <sup>3</sup> | Carbono<br>Orgánico<br>% | CIC   | Cationes Cambiables |                  |                |                 |
|-------------------------------------|-------------|---------------------|-----------|------|------|---|--------------------------|-------|---------------------|------------------|----------------|-----------------|
|                                     |             |                     |           |      |      |   |                          |       | Ca <sup>+2</sup>    | Mg <sup>+2</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> |
| <b>Lote A1, 01</b>                  | 7,33        | 4,95                | 0,33      | 57,1 | 2810 | 1,35                                      | 0,19                     | 13,12 | 7,10                | 1,00             | 4,82           | 0,20            |
| <b>Lote A1, 02</b>                  | 7,81        | 3,55                | 0,29      | 27,1 | 1518 | 1,36                                      | 0,17                     | 12,8  | 9,24                | 0,88             | 2,41           | 0,27            |
| <b>Lote A1, 03</b>                  | 7,60        | 18,35               | 0,34      | 28,5 | 1521 | 1,34                                      | 0,20                     | 13,28 | 9,93                | 0,82             | 2,12           | 0,42            |
| <b>Lote A1, 04</b>                  | 8,11        | 9,04                | 0,23      | 13,4 | 866  | 1,39                                      | 0,13                     | 11,84 | 9,94                | 0,68             | 0,99           | 0,22            |
| <b>Lote A1, 05</b>                  | 7,61        | 6,70                | 0,37      | 31,4 | 1416 | 1,36                                      | 0,21                     | 11,2  | 7,86                | 1,02             | 2,07           | 0,25            |
| <b>Lote A2, 01</b>                  | 7,96        | 10,05               | 0,11      | 10,6 | 1156 | 1,45                                      | 0,06                     | 14,88 | 12,23               | 1,08             | 1,42           | 0,15            |
| <b>Lote A2, 02</b>                  | 7,62        | 22,20               | 0,13      | 19,5 | 2840 | 1,42                                      | 0,08                     | 13,92 | 8,93                | 0,92             | 3,58           | 0,49            |
| <b>Lote A2, 03</b>                  | 7,50        | 27,50               | 0,39      | 19,7 | 1748 | 1,40                                      | 0,23                     | 13,12 | 10,97               | 0,68             | 1,24           | 0,23            |
| <b>Lote A2, 04</b>                  | 7,43        | 6,44                | 0,11      | 18,5 | 782  | 1,44                                      | 0,06                     | 14,4  | 11,99               | 0,87             | 1,43           | 0,12            |
| <b>Lote A2, 05</b>                  | 8,05        | 3,34                | 0,27      | 19,5 | 1479 | 1,53                                      | 0,16                     | 12,48 | 8,27                | 0,98             | 3,07           | 0,16            |
| <b>Lote 3 B, 01</b>                 | 8,11        | 7,20                | 0,06      | 10,9 | 784  | 1,55                                      | 0,03                     | 10,4  | 8,27                | 0,67             | 1,18           | 0,29            |
| <b>Lote 3 B, 02</b>                 | 7,51        | 11,95               | 0,40      | 13,6 | 1088 | 1,47                                      | 0,23                     | 10,56 | 8,83                | 0,43             | 1,17           | 0,12            |
| <b>Lote 3 B, 03</b>                 | 8,06        | 8,85                | 0,05      | 5,0  | 1144 | 1,34                                      | 0,03                     | 12,8  | 9,74                | 1,03             | 1,79           | 0,23            |
| <b>Lote 3 B, 04</b>                 | 7,88        | 4,53                | 0,05      | 4,1  | 1016 | 1,38                                      | 0,03                     | 21,44 | 15,49               | 2,93             | 2,42           | 0,60            |
| <b>Lote 3 B, 05</b>                 | 7,66        | 6,32                | 0,05      | 8,6  | 1162 | 1,41                                      | 0,03                     | 13,76 | 11,59               | 0,47             | 1,53           | 0,17            |



### Anexo 3. Evidencias de los muestreos



Figura 4. Calicata 05 del lote 1.



Figura 5. Calicata 03 del lote 2.



*Figura 6.* Calicata 03 del lote 3 (lote control).



*Figura 7.* Limitación entre lote 1 y lote 2.

**Anexo 4. Carta de autorización de Gerencia de Servicios para acceder a las laderas forestadas.**

**CARTA SOLICITANDO AUTORIZACIÓN**

Señor  
Gerente de Servicios de la Universidad Peruana Unión

Reciba usted un cordial saludo de parte de la escuela de EAP Ingeniería Ambiental

De nuestra mayor consideración:

Por medio de la presente nos dirigimos a usted para comunicarle que el tesista **LA ROSA VARILLAS, ELIEL** viene realizando el proyecto de investigación denominado **"Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de suelos hiperáridos, post reforestación, en las laderas del Concacucho y El Deseado en la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima"** asesorado por la Mg. Natalí Carbo Bustinza. Siendo conscientes que esta investigación será de suma importancia para el control y manejo de uso de suelos para una mayor sustentabilidad y eficacia de los proyectos de forestación o arborización.

Para ello realizará muestreos de los suelos de los cerros Concacucho y El Deseado durante los meses noviembre del 2017 a abril del 2018, solicitando las facilidades y permisos del caso en las áreas correspondientes según lo amerita el proyecto.

Agradecidos por su gentileza nos despedimos.




Mg. Natalí Carbo Bustinza  
Asesora de Tesis  
EAP Ing. Ambiental




Figura 8. Carta de autorización para sacar muestras de las laderas del cerro Concacucho.

Anexo 5. Informes de análisis de suelos



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS  
 Teléfono: 614 7800 Anexo: 22 Teléfono Directo: 349 5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



*Recepción el 01 DICIEMBRE*

---

**HOJA DE RECEPCION**    Nº **61644**    -2017.

SOLICITANTE: ELIEL LA ROSA VANILLAS    Tel: 998300805    Fecha: 23-11-17.

PROCEDENCIA: Departamento: LIMA    Provincia: LIMA  
 Distrito: LONGARAYCO-CROSSICA    Predio: \_\_\_\_\_

MUESTRAS DE: SUELO    CANTIDAD: 15.

---

| ANALISIS SOLICITADOS                          | P.U. S/.              | US\$ |
|---|-----------------------|------|
| ( X )    Análisis Suelo Fertilidad .....      | 40.00                 |      |
| ( X )    Análisis Suelo Caracterización ..... | <b>CANCELADO</b>      |      |
| (   )    Análisis Suelo Salinidad .....       | 23 NOV 2017           |      |
| (   )    Análisis Agua .....                  | <b>LASPAF - UNALM</b> |      |
| (   )    Análisis Foliar .....                |                       |      |
| (   )    Otros (Especificar) .....            |                       |      |

---

Entregado por: EL MISMO    A cuenta: \_\_\_\_\_  
 Recibido por: NELA DANCO    Total S/ 600.00 US\$ \_\_\_\_\_

Figura 9. Hoja de recepción de muestras de suelo. Cadena de Custodia



## INFORME DE ANALISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : ELIEL LA ROSA VARILLAS  
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURIGANCHO - CHOSICA  
REFERENCIA : H.R. 61644  
FACTURA : 1085  
FECHA : 06/12/2017

| Número Muestra |                           | pH    | CE <sub>(1:1)</sub> | CaCO <sub>3</sub> | M.O. | P    | K    | Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> |
|----------------|---------------------------|-------|---------------------|-------------------|------|------|------|-----------------------------------|
| Lab            | Claves                    | (1:1) | dS/m                | %                 | %    | ppm  | ppm  | meq/100                           |
| 520            | Zona A1, Prof. 30 cm., 01 | 7.33  | 4.95                | 0.00              | 0.33 | 57.1 | 2810 | 0.00                              |
| 521            | Zona A1, Prof. 30 cm., 02 | 7.81  | 3.55                | 0.70              | 0.29 | 27.1 | 1518 | 0.00                              |
| 522            | Zona A1, Prof. 30 cm., 03 | 7.60  | 18.35               | 0.50              | 0.34 | 28.5 | 1521 | 0.00                              |
| 523            | Zona A1, Prof. 30 cm., 04 | 8.11  | 9.04                | 0.00              | 0.23 | 13.4 | 866  | 0.00                              |
| 524            | Zona A1, Prof. 30 cm., 05 | 7.61  | 6.70                | 0.00              | 0.37 | 31.4 | 1416 | 0.00                              |
| 525            | Zona A2, Prof. 30 cm., 01 | 7.96  | 10.05               | 0.90              | 0.11 | 10.6 | 1156 | 0.00                              |
| 526            | Zona A2, Prof. 30 cm., 02 | 7.62  | 22.20               | 0.00              | 0.13 | 19.5 | 2840 | 0.00                              |
| 527            | Zona A2, Prof. 30 cm., 03 | 7.50  | 27.50               | 0.50              | 0.39 | 19.7 | 1748 | 0.00                              |
| 528            | Zona A2, Prof. 30 cm., 04 | 7.43  | 6.44                | 0.00              | 0.11 | 18.5 | 782  | 0.00                              |
| 529            | Zona A2, Prof. 30 cm., 05 | 8.05  | 3.34                | 0.00              | 0.27 | 19.5 | 1479 | 0.00                              |
| 530            | Zona B, Prof. 30 cm., 01  | 8.11  | 7.20                | 0.80              | 0.06 | 10.9 | 784  | 0.00                              |
| 531            | Zona B, Prof. 30 cm., 02  | 7.51  | 11.95               | 1.60              | 0.40 | 13.6 | 1088 | 0.00                              |
| 532            | Zona B, Prof. 30 cm., 03  | 8.06  | 8.85                | 0.40              | 0.05 | 5.0  | 1144 | 0.00                              |
| 533            | Zona B, Prof. 30 cm., 04  | 7.88  | 4.53                | 0.00              | 0.05 | 4.1  | 1016 | 0.00                              |
| 534            | Zona B, Prof. 30 cm., 05  | 7.66  | 6.32                | 0.30              | 0.05 | 8.6  | 1162 | 0.00                              |


  
Sady García Bendejú  
Jefe del Laboratorio

Figura 10. Resultados de análisis de Suelos 1.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : ELIEL LA ROSA VARILLAS  
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURIGANCHO - CHOSICA  
 REFERENCIA : H.R. 61644  
 BOLETA : 1085  
 FECHA : 06/12/2017

| Lab | CLAVES                    | CIC   | Cationes Cambiables |                  |                |                 |                                   | Suma de Cationes | Suma de Bases | % Sat. De Bases |
|-----|---------------------------|-------|---------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|------------------|---------------|-----------------|
|     |                           |       | Ca <sup>+2</sup>    | Mg <sup>+2</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup> |                  |               |                 |
|     |                           |       | meq/100g            |                  |                |                 |                                   |                  |               |                 |
| 520 | Zona A1, Prof. 30 cm., 01 | 13.12 | 7.10                | 1.00             | 4.82           | 0.20            | 0.00                              | 13.12            | 13.12         | 100             |
| 521 | Zona A1, Prof. 30 cm., 02 | 12.8  | 9.24                | 0.88             | 2.41           | 0.27            | 0.00                              | 12.80            | 12.80         | 100             |
| 522 | Zona A1, Prof. 30 cm., 03 | 13.28 | 9.93                | 0.82             | 2.12           | 0.42            | 0.00                              | 13.28            | 13.28         | 100             |
| 523 | Zona A1, Prof. 30 cm., 04 | 11.84 | 9.94                | 0.68             | 0.99           | 0.22            | 0.00                              | 11.84            | 11.84         | 100             |
| 524 | Zona A1, Prof. 30 cm., 05 | 11.2  | 7.86                | 1.02             | 2.07           | 0.25            | 0.00                              | 11.20            | 11.20         | 100             |
| 525 | Zona A2, Prof. 30 cm., 01 | 14.88 | 12.23               | 1.08             | 1.42           | 0.15            | 0.00                              | 14.88            | 14.88         | 100             |
| 526 | Zona A2, Prof. 30 cm., 02 | 13.92 | 8.93                | 0.92             | 3.58           | 0.49            | 0.00                              | 13.92            | 13.92         | 100             |
| 527 | Zona A2, Prof. 30 cm., 03 | 13.12 | 10.97               | 0.68             | 1.24           | 0.23            | 0.00                              | 13.12            | 13.12         | 100             |
| 528 | Zona A2, Prof. 30 cm., 04 | 14.4  | 11.99               | 0.87             | 1.43           | 0.12            | 0.00                              | 14.40            | 14.40         | 100             |
| 529 | Zona A2, Prof. 30 cm., 05 | 12.48 | 8.27                | 0.98             | 3.07           | 0.16            | 0.00                              | 12.48            | 12.48         | 100             |
| 530 | Zona B, Prof. 30 cm., 01  | 10.4  | 8.27                | 0.67             | 1.18           | 0.29            | 0.00                              | 10.40            | 10.40         | 100             |
| 531 | Zona B, Prof. 30 cm., 02  | 10.56 | 8.83                | 0.43             | 1.17           | 0.12            | 0.00                              | 10.56            | 10.56         | 100             |
| 532 | Zona B, Prof. 30 cm., 03  | 12.8  | 9.74                | 1.03             | 1.79           | 0.23            | 0.00                              | 12.80            | 12.80         | 100             |
| 533 | Zona B, Prof. 30 cm., 04  | 21.44 | 15.49               | 2.93             | 2.42           | 0.60            | 0.00                              | 21.44            | 21.44         | 100             |
| 534 | Zona B, Prof. 30 cm., 05  | 13.76 | 11.59               | 0.47             | 1.53           | 0.17            | 0.00                              | 13.76            | 13.76         | 100             |

  
 Sady Garcia Bendezú  
 Jefe del Laboratorio

Figura 11. Resultados de análisis de Suelos 2.