



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD PRESENTE EN  
LOS SUELOS DE DOS PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN LATACUNGA  
(ALÁQUEZ Y SAN BUENAVENTURA) EN EL PERIODO 2010 – 2012 MEDIANTE  
TELEDETECCIÓN.**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:**

Chiluisa Tipanluisa Mariela Sthefania.

**TUTOR:**

Ing. Carrera Molina David Santiago.

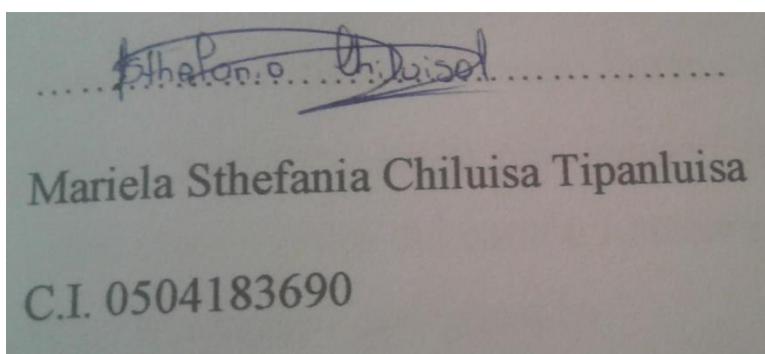
LATACUNGA - ECUADOR

AGOSTO 2017

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo “Mariela Sthefania Chiluisa Tipanluisa” declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“Determinación del comportamiento de la humedad presente en los suelos de dos parroquias rurales del cantón Latacunga (Aláquez y San Buenaventura) en el periodo 2010 – 2012 mediante Teledetección.”**, siendo el Ing. Carrera Molina David Santiago director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Mariela Sthefania Chiluisa Tipanluisa  
C.I. 0504183690

.....  
Mariela Sthefania Chiluisa Tipanluisa

C.I. 0504183690

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Mariela Sthefania Chiluisa Tipanluisa, identificada/o con C.C. N°0504183690 de estado soltera y con domicilio en el Barrio Brazales, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Determinación del comportamiento de la humedad presente en los suelos de dos parroquias rurales del cantón Latacunga (Aláquez y San Buenaventura) en el periodo 2010 – 2012 mediante Teledetección.**” La cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- Marzo 2012, Agosto 2017.

Aprobación HCA.- Agosto 2017.

Tutor.- Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome

Tema: “Determinación del comportamiento de la humedad presente en los suelos de dos parroquias rurales del cantón Latacunga (Aláquez y San Buenaventura) en el periodo 2010 – 2012 mediante Teledetección.”

**CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-**El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

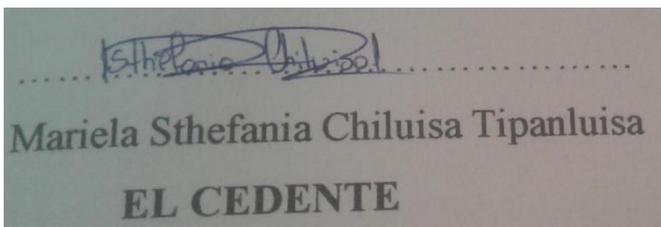
**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.-** **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 6 días del mes de febrero del 2017.



.....  
Mariela Sthefania Chiluisa Tipanluisa  
**EL CEDENTE**

.....  
Mariela Sthefania Chiluisa Tipanluisa  
**EL CEDENTE**

.....  
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez  
**EL CESIONARIO**

## AVAL DEL TUTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

**“Determinación del comportamiento de la humedad presente en los suelos de dos parroquias rurales del cantón Latacunga (Aláquez y San Buenaventura) en el periodo 2010 – 2012 mediante Teledetección.”**, de Mariela Sthefania Chiluisa Tipanluisa, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

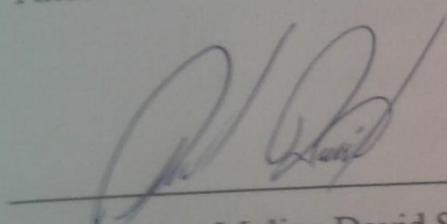
Latacunga, Agosto 2017

El Tutor

Firma

---

Ing. Carrera Molina David Santiago.

El Tutor  
Firma  
  
Ing. Carrera Molina David Santiago.

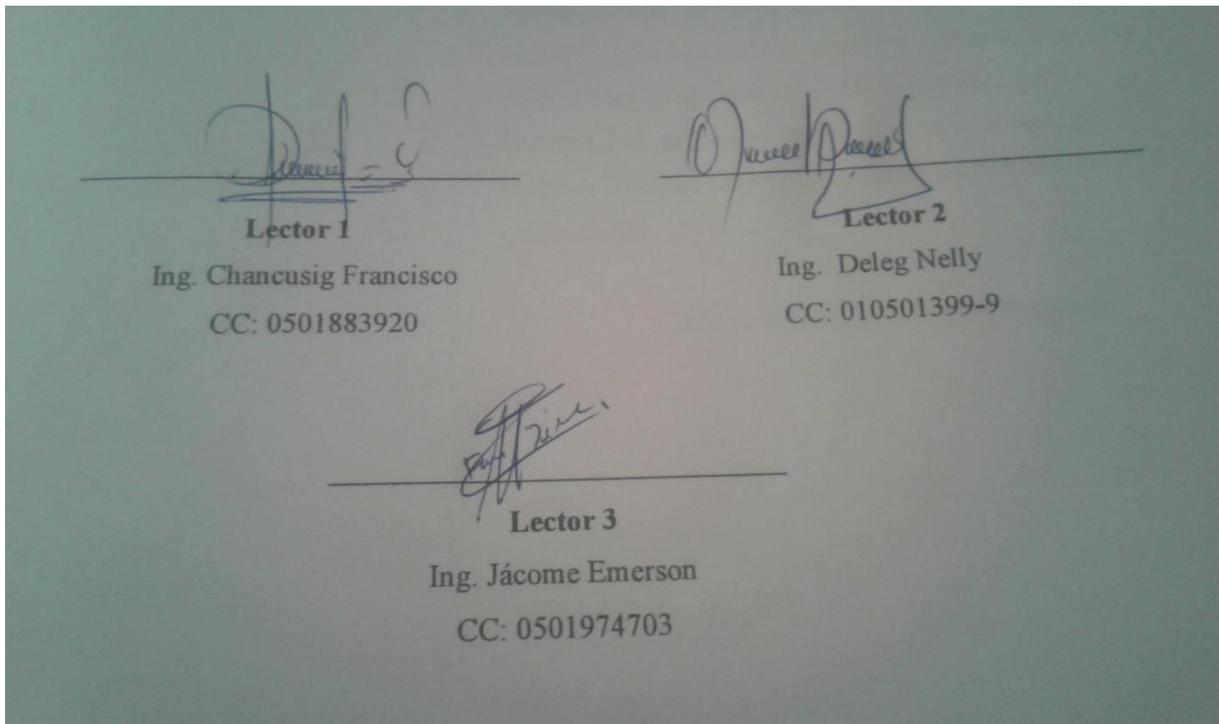
## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Chiluisa Tipanluisa Mariela Sthefania, con el título de Proyecto de Investigación **“DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD PRESENTE EN LOS SUELOS DE DOS PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN LATACUNGA (ALÁQUEZ Y SAN BUENAVENTURA) EN EL PERIODO 2010 – 2012 MEDIANTE TELEDETECCIÓN.”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto 2017

Para constancia firman:



## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios todopoderoso por brindarme la oportunidad de obtener otro triunfo personal, y darme salud, sabiduría entendimiento para lograr esta meta, a mis padres por su comprensión, paciencia, apoyo incondicional y sobre todo por la confianza que depositaron en mí, porque fueron el pilar fundamental dándome muchas fuerzas y fueron mi inspiración para cumplir un sueño que lo creía inalcanzable.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a la Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales que me ha dado la oportunidad de formarme académicamente, en la rama agrícola en un excelente perfil profesional.*

*También quiero expresar mi fraterno agradecimiento, a los miembros del tribunal Ing. Francisco Chancusig, Ing. Emerson Jácome, Ing. Nelly Deleg y en especial a mi Tutor Ing. David Carrera, por su paciencia, dedicación, motivación y aliento. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda.*

*Chiluisa Tipanluisa Mariela Sthefania*

## DEDICATORIA

*A mis padres Jorge Chiluisa y Gladis Tipanluisa, por ser mi fortaleza e inspiración, con su gran apoyo incondicional en todos los sentidos, porque sin ustedes este trabajo no hubiera sido posible.*

*A mis queridos hermanos por apoyarme incondicionalmente con su amor y cariño.*

*A mis abuelitos por su apoyo, consejos y mucho amor que siempre me han brindado.*

*A los ingenieros de la carrera de Ingeniería Agronómica los cuales supieron formarme profesionalmente desde el primer día que forme parte de tan prestigiosa Universidad.*

*A todos mis amigos y aquellas personas que con sus consejos supieron guiarme por el camino del bien, dándome aliento para seguir adelante y creer que un resbalón no es una caída y buscar conseguir mi sueño más anhelado*

*Chiluisa Tipanluisa Mariela Sthefania*

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO: “Determinación del comportamiento de la humedad presente en los suelos de dos Parroquias Rurales del Cantón Latacunga (Aláquez y San Buenaventura) en el periodo 2010 – 2012 mediante Teledetección.”**

Autor: Mariela Sthefania Chiluisa Tipanluisa

### RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito determinar el comportamiento de la humedad presente en los suelo de dos parroquias rurales, Aláquez y San Buenaventura en los años 2010 - 2012 del Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, para ello se tomó los datos de humedad de las estaciones meteorológicas de Cotopaxi – Clirsen, El Corazón, Izobamba, La Victoria INERHI, Quito INAMHI – INNAQUITO y Rumipamba – Salcedo, para identificar las zonas que contengan los mejores porcentajes de humedad en las áreas propuestas. Estos datos fueron analizados estadísticamente y con imágenes satelitales Landsat8 realizando la interpolación con la herramienta (IDW), mediante distancia inversa ponderada que determina los valores de celda a través de una combinación ponderada, obteniendo así resultados cualitativos y cuantitativos respectivamente, donde se identificó los valores de humedad en tres rangos: 1.- La Humedad Alta entre el 83,4 al 88,7 % que se encuentran en las zonas altas de Aláquez es decir los páramos, 2.- La Humedad Media entre el 74,7% y 81,7% que se encuentran en las zonas de Aláquez y San Buenaventura , 3.- La Humedad Baja entre 67.7 % y 72.9 %, que se encuentra en las zonas bajas de Aláquez y San Buenaventura, lo que corroboramos con el análisis estadístico de las estaciones meteorológicas que dan un resultado de humedad entre el 74,2% al 89,02%.

La estación meteorológica del Cotopaxi Clirsen no fue tomada en cuenta dentro de la interpolación de los datos debido a que esta se encuentra en un área protegida en donde no existe intervención antropogénica, es decir que los hábitats se encuentran en su estado natural, confirmando así con los análisis estadísticos realizados en donde se obtuvo un porcentaje de 96,5 % de humedad.

**Palabras Claves.-** Teledetección, IDW, Landsat, Humedad

## ABSTRACT

**Theme.-** "Determination of the behavior of moisture present in the soils of two Rural Parishes in Latacunga Canton (Aláquez and San Buenaventura) during 2010 - 2012 period by Remote Sensing".

The present investigation has as purpose to determine the behavior of the humidity present in the soil of two rural parishes, Aláquez and San Buenaventura during 2010 – 2012 period in Latacunga Canton, Cotopaxi Province, the data of humidity of the Weather stations of Cotopaxi - Clirsen, El Corazon, Izobamba, La Victoria INERHI, Quito INAMHI - INNAQUITO and, Rumipamba – Salcedo, was taken to identify the zones that contain the best percentages of humidity in the areas proposed. First of all, the data were analyzed statistically and with Landsat satellite images performing the interpolation with the tool (IDW), through a weighted inverse distance which determines the cell values through a weighted combination thus obtaining qualitative and quantitative results respectively, where the values were humidity identified in three ranges: 1.- High Humidity between 83.4 to 88.7%, which is located in the high zones of Aláquez it means paramos. 2.- Average Humidity between 74.7% and 81.7% which are located in the areas of Aláquez and San Buenaventura, 3.- Low Humidity between 67.7% and 72.9%, which is located in the lower areas of Aláquez and San Buenaventura, which is corroborated by the statistical analysis of the meteorological stations that give a result of humidity between 74.2% and 89.02%.

However, the Cotopaxi Clirsen meteorological station was not taken into account in the interpolation of the data because it is in a protected area where there is no anthropogenic intervention, which means that the habitats are in their natural state, where the statistical analyzes carried out with a percentage of 96.5% of humidity was obtained.

**Keywords.** - Remote Sensing, IDW, Landsat, Humidity

## INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE TESIS .....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL. ....	1
Fecha de inicio: .....	1
Fecha de finalización: .....	1
Lugar de ejecución:.....	1
Facultad que auspicia:.....	1
Carrera que auspicia: .....	1
Proyecto de investigación vinculado: .....	1
Responsable del Proyecto: .....	1
Coordinador del Proyecto .....	2
Área de Conocimiento: .....	2
Línea de investigación: .....	2
Sub líneas de investigación de la Carrera: .....	2
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO. ....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO. ....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. ....	4
6. OBJETIVOS:.....	5
6.1 General.....	5
6.2 Específicos .....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. ....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1. Historia de la Teledetección .....	7
8.1.2 Teledetección .....	7

8.1.3 Elementos de un sistema de Teledetección.....	9
8.1.4 Elementos de un proceso de teledetección .....	11
8.1.4.1 Fuente de energía o iluminación .....	11
8.1.5 Satélites de Teledetección.....	12
8.1.5.1 Historia de Landsat-8 .....	12
8.1.5.2 LANDSAT .....	13
8.1.5.3 Características del nuevo satélite. ....	14
8.1.5.4 Imágenes Landsat 8.....	15
8.1.5.5 Tratamiento digital de imágenes .....	16
8.2 SIG.....	17
8.3 Modelos Digitales de Elevación (MDE).....	17
8.3.1 Tipos de modelos digitales de elevación .....	19
8.4 Interpolación de datos.....	20
8.4.1 IDW .....	21
8.4.2 Kriging .....	21
8.4.3 Vecino natural.....	21
8.4.4 Spline .....	21
8.4.5 De topo a ráster .....	21
8.4.6 Tendencia.....	22
8.5 Humedad.....	22
8.5.1 Contenido de Humedad en el suelo. ....	22
8.5.2 Factores que influyen sobre el contenido de humedad del suelo.....	23
8.5.2.1 Clima.....	23
8.5.2.2 Propiedades del suelo .....	23
8.5.2.3 Topografía .....	23
8.5.2.4 Cobertura del suelo.....	24
8.5.2.4 Prácticas que reducen el contenido de humedad del suelo.....	24
8.5.3 Niveles de Humedad del Suelo .....	24
8.6 Requerimientos Básicos para las Plantas.....	26
8.7 Lugares de Estudio.....	26
8.7.1 Aláquez .....	26
8.7.2 San Buenaventura. ....	27
8.8 Suelos de las zonas estudiadas.....	27
9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS. ....	28
10. MÉTODOS Y METODOLOGÍA. ....	28

10.1 Área de Estudio.....	28
10.1.1 Ubicación de la zona de estudio .....	28
10.2 Métodos. ....	29
10.2.1. Modalidad básica de investigación .....	30
10.2.1.1 Aplicada. ....	30
10.2.1.2 Bibliográfica Documental .....	30
10.3 Tipo de Investigación.....	30
10.3.1 Descriptiva. ....	30
10.3.2 No experimental.....	31
10.3.3 Cualitativa.....	31
10.3.4 Comparativo.....	31
10.3.5 Inductivo .....	31
11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	33
11.1 Resultado Cuantitativo.....	33
11.2 Resultado Cualitativo.....	38
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS): .....	40
12.1 Impacto Técnico .....	40
12.2 Impacto Social .....	40
12.3 Impacto Económico .....	40
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO: .....	41
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	42
14.1 Conclusiones .....	42
14.2 Recomendaciones. ....	43
15. BIBLIOGRAFIA .....	44
16. ANEXOS.....	46

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico 1.-</b> Fundamentos básicos de la teledetección.....	10
<b>Grafico 2.-</b> Elementos de un proceso de teledetección.....	12
<b>Grafico 3.-</b> Modelo digital de elevación con vista en perspectiva.....	18
<b>Grafico 4.-</b> Representación de un modelo digital de elevación en formato raster.....	18
<b>Grafico 5.-</b> Modelo Digital de Superficie LIDAR.....	19
<b>Grafico 6.-</b> Modelo Digital de Terreno LIDAR.....	20
<b>Grafico 7.-</b> Área de estudio.....	29
<b>Grafico 8.-</b> Análisis estadístico de la Humedad Relativa del año 2010.....	33
<b>Grafico 9.-</b> Análisis estadístico de la Humedad Relativa del año 2011.....	34
<b>Grafico 10.-</b> Análisis estadístico de la Humedad Relativa del año 2012.....	35
<b>Grafico 11.-</b> Análisis estadístico de la Humedad Relativa de los años 2010- 2012.....	36
<b>Grafico 12.-</b> Imagen de la determinación del contenido de humedad en los suelos de las parroquias de Alàquez y San Buenaventura de los años 2010- 2012.....	38

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.-</b> Características del nuevo satélite. ....	14
<b>Tabla 2.-</b> Total de 11 bandas, 9 para el OLI y 2 para TIRS.....	15
<b>Tabla 3.-</b> Metodología de Investigación. ....	30
<b>Tabla 4.-</b> Datos de la Humedad Relativa de las estaciones meteorológicas del año 2010. ....	33
<b>Tabla 5.-</b> Datos de la Humedad Relativa de las estaciones meteorológicas del año 2011 .....	34
<b>Tabla 6.-</b> Datos de la Humedad Relativa de las estaciones meteorológicas del año 2012. ....	34
<b>Tabla 7.-</b> Datos generales de la Humedad Relativa de las estaciones meteorológicas de los año 2010-2012. ....	35
<b>Tabla 8.-</b> Presupuesto. ....	41

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.-</b> Solicitud de Ingles.....	46
<b>Anexo 2.-</b> Hoja de vida del Tutor .....	47
<b>Anexo 3.-</b> Hoja de vida del estudiante. ....	48
<b>Anexo 4.-</b> Hoja de vida del Lector 1 .....	49
<b>Anexo 5.-</b> Hoja de vida del Lector 2 .....	52
<b>Anexo 6.-</b> Hoja de vida del Lector 3 .....	54
<b>Anexo 7.-</b> Datos de las Humedades y sus coordenadas de las Estaciones Meteorológicas estudiadas. .....	55
<b>Anexo 8.-</b> Datos de las Longitudes y Latitudes de las Estaciones Meteorológicas estudiadas.....	56
<b>Anexo 9.-</b> Resultados Cuantitativos.....	58
<b>Anexo 10.-</b> Resultados Cuantitativos de los años 2010-2012. Análisis Estadístico. ....	61
<b>Anexo 11.-</b> Resultados Cualitativo. ....	62
<b>Anexo 12.-</b> Resultados Cualitativo del año 2010.....	63
<b>Anexo 13.-</b> Resultados Cualitativo del año 2011.....	64
<b>Anexo 14.-</b> Resultados Cualitativo del año 2012.....	65
<b>Anexo 15.-</b> Área de estudio.....	66

## **1. INFORMACIÓN GENERAL.**

### **Título del Proyecto:**

Determinación del comportamiento de la humedad presente en los suelos de dos parroquias rurales del cantón Latacunga (Aláquez y San Buenaventura) en el periodo 2010 - 2012 mediante Teledetección.

### **Fecha de inicio:**

Octubre del 2016

### **Fecha de finalización:**

Agosto del 2017

### **Lugar de ejecución:**

Parroquias de Aláquez y San Buenaventura - Cantón Latacunga - Provincia de Cotopaxi

### **Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agronómica.

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Equipo de Trabajo:

### **Responsable del Proyecto:**

Ing. David Santiago Carrera Molina.

Tutor: Ing. David Santiago Carrera Molina.

Lector 1: Ing. Francisco Chancusig

Lector 2: Ing. Nelly Deleg

Lector 3: Ing. Emerson Jácome

**Coordinador del Proyecto**

Nombre: Chiluisa Tipanluisa Mariela Sthefania

Teléfonos: 0987589629

Correo electrónico: mariela.chiluisa0@utc.edu.ec

**Área de Conocimiento:**

Agricultura

**Línea de investigación:**

Línea 1: Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Sub línea: Producción Agrícola Sostenible

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

Este proyecto se desarrolló en el Cantón de Latacunga en dos parroquias rurales (Aláquez y San Buenaventura) con el propósito de determinar el contenido de humedad presente en los suelos para el análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local. Mediante información a distancia de objetos sin que exista un contacto material y a partir de estos datos fue posible obtener el porcentaje de humedad de una masa de suelo, aplicando la Teledetección.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

Esta investigación aportará a los involucrados en la actividad agrícola de las parroquias Aláquez y San Buenaventura, a comprender cuales son las cantidades adecuadas de la humedad del suelo ya que las precipitaciones escasas y erráticas son la causa de la baja producción y de los fracasos en la agricultura, en muchas áreas el manejo de la tierra y del cultivo no optimizan el flujo de agua a lo largo de la zona radical. La determinación de la humedad del suelo es importante pues nos ayudará a constatar que, los bajos rendimientos están relacionados con una insuficiente humedad del suelo y no con una insuficiencia de las lluvias.

Por lo tanto es importante conocer que la falta de agua o la abundancia es perjudicial para los cultivos, por lo que se debe controlar regularmente el nivel de humedad del suelo para determinar cuándo regar y qué cantidad de agua se debe aplicar, porque en la actualidad se dispone de limitada información de cómo controlar la humedad al menos en una sección del área del campo que difiera de las demás en cuanto a la textura y aspecto del suelo.

## **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.**

Esta investigación beneficia directamente a los agricultores de las parroquias de Aláquez y San Buenaventura, permitiéndoles conocer el comportamiento de la humedad en los suelos para que puedan saber si el alto o bajo porcentaje de humedad afectan sus cultivos.

Los beneficiarios indirectos serán los estudiantes de los ciclos superiores de la Universidad Técnica de Cotopaxi los que participarán de este proyecto en procesos de investigación formativa que enriquecerán el nivel académico e investigativo. Además se verán beneficiados investigadores cuyos resultados serán parte del proceso de titulación.

## 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Las parroquias de Aláquez y San Buenaventura, son eminentemente agrícolas a pesar de ser en su mayor parte suelos de texturas arenosas, francos, franco arenoso y en menor porcentaje gravillosos, por presentar un bajo contenido de materia orgánica, tienen como limitaciones la permeabilidad y la baja fertilidad por lo que son aptos para cultivos, bajo sistemas de riego óptimos, debido a varios factores como: la pendiente, el tipo de suelo, la precipitación, escorrentía, la cobertura del suelo, factores antrópicos, se identifica la susceptibilidad de los suelos a procesos erosivos, en este sentido las parroquias de Aláquez y San Buenaventura se ven expuestas a diferentes estados: como susceptibilidad baja, moderada, ligera y nula a la erosión. (Machado, 2016)

Los cultivos dependen de condiciones agroclimáticas como humedad, hay que tomar en cuenta que no todos los cultivos necesitan el mismo porcentaje de humedad. Si la humedad es demasiado baja, con frecuencia el crecimiento de las plantas se verá comprometido, ya que los cultivos tardan más tiempo en obtener un tamaño adecuado para la venta. (Machado, 2016)

Estas parroquias al ser eminentemente agrícolas, existe preocupación por parte de los agricultores porque son zonas donde se siembran especialmente maíz y en los años donde hubo sequía, y no existía regadío se perdió toda la inversión, pues la escasez de agua produce estragos en el sector agrícola y ganadero; la poca presencia de lluvias se debe al cambio climático, en muchas áreas el manejo de la tierra y del cultivo no optimizan el flujo de agua a lo largo de las zonas. *“Esto no propicia las condiciones para que se presenten precipitaciones. No hay humedad”* (INAMHI) (Machado, 2016)

En los años del 2010 al 2012 las estaciones meteorológicas de Cotopaxi – Clirsen, El Corazón, Izobamba, La Victoria INERHI, Quito INAMHI – INNAQUITO y Rumipamba – Salcedo, arrojando datos de humedad media relativa anual de 82 % dando consecuencias que los granos que comercializan los intermediarios subieron de costo en los mercados. Cómo podemos observar mediante los datos obtenidos el exceso de humedad y la falta de la misma perjudica a la agricultura en estas parroquias, por lo tanto cuando se determine el contenido de humedad este servirá como herramienta para una óptima planificación en la agricultura para ayudar a los agricultores a que ellos puedan saber la humedad necesaria de cada cultivo, para que su producción sea de mejor calidad y no tengan ninguna pérdida en tiempo de sequía u otros factores. (Machado, 2016)

## **6. OBJETIVOS:**

### **6.1 General**

- Determinar el comportamiento de la humedad presente en los suelos de dos parroquias rurales del cantón Latacunga (Aláquez y San Buenaventura) en los años 2010-2012 mediante teledetección.

### **6.2 Específicos**

- Obtener datos de la humedad relativa de las estaciones meteorológicas de COTOPAXI-CLIRSEN, EL CORAZÓN, IZOBAMBA, LA VICTORIA INERHI, QUITO INAMHI-INNAQUITO y RUMIPAMBA-SALCEDO, de los años 2010–2012.
- Analizar la variabilidad de la humedad en los años 2010 –2012, mediante datos meteorológicos
- Identificar las zonas que contengan los mejores porcentajes de humedad en las áreas propuestas.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

<b>Objetivo 1</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de Verificación</b>
Obtener datos de la humedad relativa de las estaciones meteorológicas de Cotopaxi – Clirsen, El Corazón, Izobamba, La Victoria INERHI, Quito INAMHI – INNAQUITO y Rumipamba – Salcedo, de los años 2010 – 2012.	1.1 Visita a las estaciones meteorológicas para la obtención de datos de humedad.	1.1 Análisis de humedad relativa	1.1 Tablas de Excel
<b>Objetivo 2</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de Verificación</b>
Analizar la variabilidad de la humedad en los años 2010 – 2012, mediante imágenes raster.	1.1 Interpolación de datos mediante la herramienta IDW 1.2 Comparar los datos obtenidos de las diferentes estaciones meteorológicas.	1.1 Imagen raster  1.2 Análisis de variabilidad	1.1 Imagen raster  1.2 Tabla de Excel 1.3 Tabla Estadística
<b>Objetivo 3</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de Verificación</b>
Identificar las zonas que contengan los mejores porcentajes de humedad en las áreas propuestas.	1.1 Correlación de variables humedad.	1.1 Análisis estadísticos	1.1 Tabla de Excel

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.**

### **8.1. Historia de la Teledetección**

Según (Chuvieco). Las primeras experiencias de Teledetección se remontan al año 1859, cuando Gaspar Félix de Tournachoun obtuvo las primeras fotografías aéreas desde un globo cautivo. Al año siguiente James Wallace repitió la experiencia sobre la ciudad de Boston, poniendo en evidencia el interés de la nueva perspectiva aérea para un conocimiento más detallado de la organización urbana. En siguientes años se produjo un notable desarrollo de la observación fotográfica desde los aviones, abriendo el camino a una larga historia de observación desde plataformas remotas. En la II Guerra Mundial tuvieron un notable desarrollo de las técnicas de teledetección aérea. El progreso se orientó a mejorar la óptica de las cámaras de reconocimiento, así como de las emulsiones utilizadas de esta época proceden las primeras películas en infrarrojo, desarrolladas por Kodak Research Laboratories. Así mismo, se introdujeron nuevos sensores, como el radar, y se mejoraron los sistemas de comunicación. A finales de los años 50, el desarrollo de los sistemas de navegación permitió concebir los primeros ingenios espaciales. Poco después de iniciarse la Carrera Espacial, se puso en evidencia el interés de utilizar estas plataformas para adquirir valiosos datos de la superficie y atmósfera terrestre. En 1960, la NASA lanzó el primer satélite de la serie TIROS, pionero de múltiples misiones de observación meteorológica, que han permitido un mayor y acertado conocimiento de la atmósfera. En vista de los excelentes resultados que se obtuvieron con estos experimentos, la NASA continuó proyectando este tipo de observaciones. Durante los vuelos del Apollo-6 y Apollo-7 se adquirieron diversas series de fotografías verticales, mientras en el del Apollo-9 (1969) se desarrolló el primer experimento multiespectral, compuesto por cuatro cámaras Hasselblad con distintos filtros. Todas estas experiencias, hicieron concebir a la NASA proyectos dedicados exclusivamente a la cartografía y evaluación de los recursos naturales. El 23 de Julio de 1972 se dio fin a esta tendencia, con el lanzamiento del primer satélite de la serie ERTS (Chuvieco)

#### **8.1.2 Teledetección**

Teledetección es la técnica que permite obtener información a distancia de objetos sin que exista un contacto material. Para que ellos sea posible es necesario que, aunque sin contacto material, exista algún tipo de interacción entre los objetos observados situados sobre la superficie terrestre, marina, o en la atmosfera y un sensor situado en una plataforma. En el caso de la

teledetección la interacción que se produce va a ser un flujo de radiación que parte de los objetos y se dirige hacia el sensor. (Comunidad Rediam , 2014)

Este flujo puede ser, en cuanto a su origen, de tres tipos:

- Radiación solar reflejada por los objetos (luz visible e infrarrojo reflejado).
- Radiación terrestre emitida por los objetos (infrarrojo térmico).
- Radiación emitida por el sensor y reflejada por los objetos (radar).

La adquisición de información a distancia implica la existencia de un flujo de información entre el objeto observado y el captador. El portador de esta información es la radiación electromagnética, esta puede ser emitida por el objeto o proceder de otro cuerpo y haber sido reflejada por este. Todos los cuerpos (planetas, seres vivos, objetos inanimados) emiten radiación electromagnética; la cantidad y tipo de esta radiación emitida depende fundamentalmente de su temperatura. Los actuales sistemas de teledetección, a diferencia de los existentes en los inicios del desarrollo de estas tecnologías, han experimentado un vertiginoso desarrollo, especialmente en la última década, siendo una tecnología imprescindible en el seguimiento de múltiples procesos que afectan a la superficie terrestre y atmósfera circundante, de gran impacto, especialmente, para nuestro planeta, como puede ser el cambio climático, la deforestación, la desertificación, etc. (Gonzales, 2014)

Así, existen sistemas de satélites operacionales que muestrean prácticamente todas las regiones del espectro electromagnético, con resoluciones espaciales desde 0.5 a 5.000 m. El gran interés por parte de la comunidad científica en estudios espacio temporales de cambios globales, monitorizaciones del entorno y los efectos humanos sobre el mismo, conlleva necesariamente la utilización de datos de teledetección. (Gonzales, 2014)

Los sistemas de teledetección, particularmente aquellos ubicados sobre satélites, proporcionan una visión repetitiva y sinóptica de la Tierra de inestimable valor en su monitorización y análisis del efecto de las actividades humanas sobre la misma como puede ser la evaluación y monitorización del entorno (crecimiento urbano, residuos peligrosos), detección y monitorización de cambios globales (reducción del ozono atmosférico, deforestación, calentamiento global), exploración, tanto de recursos no renovables (minerales, petróleo, gas natural) como de recursos naturales renovables (océanos, bosques, terrenos), meteorología (predicción meteorológica, procesos dinámicos atmosféricos), mapeado (topografía, utilización de tierras, ingeniería civil), etc. (Gonzales, 2014)

### 8.1.3 Elementos de un sistema de Teledetección.

Según (Comunidad Rediam , 2014) . Los elementos esenciales de la teledetección son la fuente de energía, la cubierta terrestre (objeto), el sensor, el receptor y el intérprete, Ver la figura #1. Los mismos se describen a continuación:

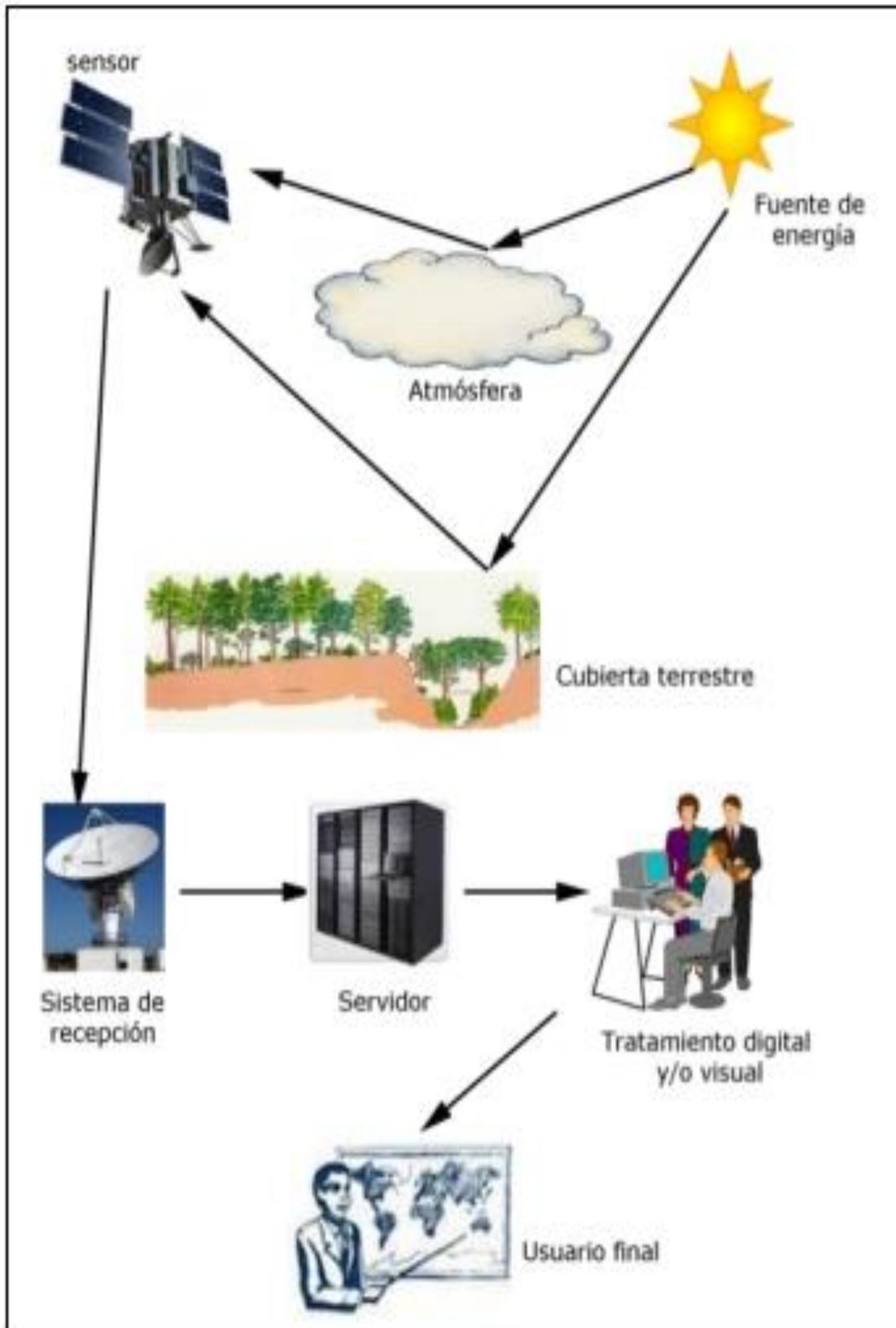
**Fuente de energía:** supone el origen del flujo energético detectado por el sensor. Puede tratarse de un foco externo al sensor, en cuyo caso se habla de teledetección pasiva, o de un haz energético emitido por éste (teledetección activa). La fuente de energía más importante, es la energía solar. (Comunidad Rediam , 2014)

**Cubierta terrestre:** formada por distintas masas de vegetación, suelos, agua o construcciones humanas, que reciben la señal energética procedente de la fuente de energía y la reflejan o emiten de acuerdo a sus características físicas, químicas y la rugosidad de la superficie en un instante de tiempo. (Comunidad Rediam , 2014)

**Sistema sensor:** compuesto por el sensor propiamente dicho y la plataforma que lo sustenta. Tiene como misión captar la energía procedente de las cubiertas terrestres, codificarla y grabarla o enviarla directamente al sistema de recepción. Existen dos tipos de sensores, según el tipo de energía detectada, los pasivos que registran datos utilizando una fuente externa de energía, por ejemplo el sol; y los activos que requieren de una fuente interna de energía de energía que dispara una señal a la superficie terrestre. La fracción de radiación que regresa es medida y proporciona información de los objetos observados, entre los que podemos mencionar microondas, radar y laser (Comunidad Rediam , 2014)

**Sistema de recepción e interpretación:** es donde se recibe la información transmitida por la plataforma, se graba en un formato apropiado y tras las oportunas correcciones se distribuye a los intérpretes, el cual analiza esa información normalmente en forma de imágenes analógicas o 7 digitales, convirtiéndose en una clave temática o cuantitativa, orientada a facilitar la evaluación del problema en estudio. (Comunidad Rediam , 2014)

**Grafico 1.-** Fundamentos básicos de la teledetección.



**Fuente.-** (Comunidad Rediam , 2014)

### **8.1.4 Elementos de un proceso de teledetección**

El proceso de teledetección involucra una interacción entre la radiación incidente y los objetos de interés. Un ejemplo de este proceso, con el uso de sistemas de captura de imágenes puede verse en el siguiente gráfico. Nótese, sin embargo, que la teledetección también involucra la percepción de energía emitida y el uso de sensores que no producen imágenes. (Gonzales, 2014)

#### **8.1.4.1 Fuente de energía o iluminación**

**A.** El primer requerimiento en teledetección es disponer de una fuente de energía que ilumine o provea energía electromagnética al objeto de interés. (Gonzales, 2014)

**B.** Radiación y la atmósfera. Ya que la energía “viaja” desde la fuente al objeto, entrará en contacto e interactuará con la atmósfera. Esta interacción tiene lugar una segunda vez cuando la energía “viaja” desde el objeto al sensor. (Gonzales, 2014)

**C.** Interacción con el objeto. La energía interactúa con el objeto dependiendo de las propiedades de este y de la radiación incidente (Gonzales, 2014)

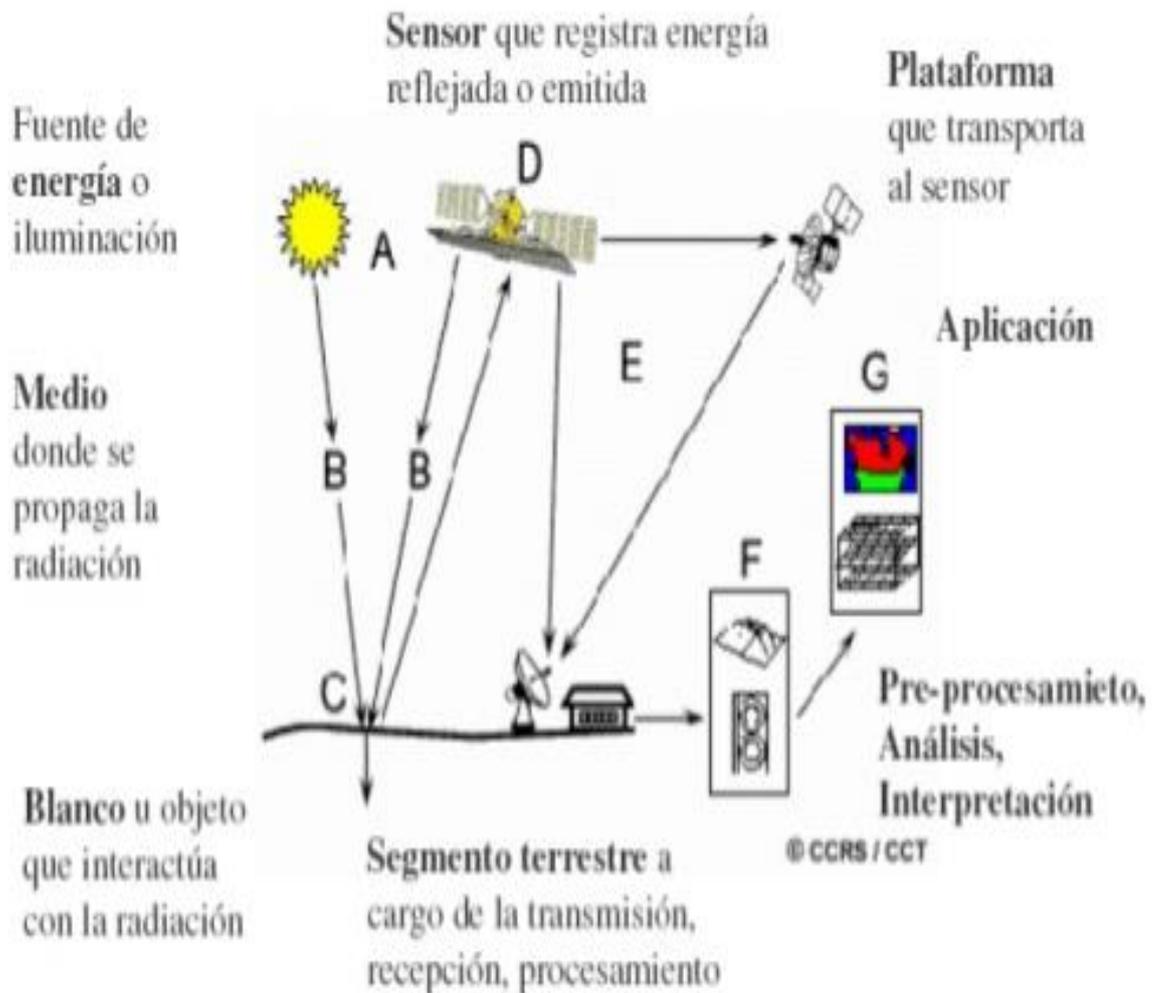
**D.** Detección de energía por el sensor. Necesitamos un sensor remoto que recoja y grabe la radiación electromagnética reflejada o emitida por el objeto y la atmósfera. (Gonzales, 2014)

**E.** Transmisión, Recepción y Procesamiento. La energía grabada por el sensor debe ser transmitida, normalmente en forma electrónica, a una estación de recepción y procesamiento donde los datos son convertidos a imágenes digitales. (Gonzales, 2014)

**F.** Interpretación y análisis. La imagen procesada se interpreta, visualmente y/o digitalmente, para extraer información acerca del objeto que fue iluminado (o que emitió radiación). (Gonzales, 2014)

**G.** Aplicación. El paso final en el proceso de teledetección se alcanza en el momento en que aplicamos la información extraída de las imágenes del objeto para un mejor conocimiento del mismo, revelando nuevas informaciones o ayudándonos a resolver un problema particular. (Gonzales, 2014)

**Grafico 2.-**Elementos de un proceso de teledetección.



**Fuente.** (Gonzales, 2014)

## 8.1.5 Satélites de Teledetección

### 8.1.5.1 Historia de Landsat-8

El programa Landsat se inició en 1972 con el lanzamiento del Landsat-1. En 1999 se lanzó el más reciente Landsat-7. Landsat-5 fue lanzado en 1984, y es el satélite de teledetección que más tiempo lleva en órbita operativo. Los satélites Landsat disponen de dos sensores, MSS (Multispectral scanner) y TM (Thematic mapper). El sensor TM tiene mayor resolución radiométrica (8 bits) que el MSS (6 bits). El satélite Landsat-7 incorpora el sensor ETM (Enhanced Thematic Mapper) que añade a las bandas ya disponibles en el TM, un canal pancromático con resolución espacial de 15 metros. Su órbita se sitúa a 705 Km de altitud, y sobrevuela la misma zona cada 16 días. (Olaya, 2000)

### 8.1.5.2 LANDSAT

El 11 de febrero fue lanzado el satélite Landsat-8 (LDCM) en la base área de Vandenberg, California a las 18:02.536 UTC.

El programa Landsat se constituye en una serie de misiones de observación de la tierra por satélite gestionadas conjuntamente por la NASA y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). Este hecho ha revolucionado la forma de ver y estudiar nuestro planeta (Choquehuanca, 2013)

En la actualidad el programa se encuentra en su octava versión denominada: "Landsat Data Continuity Mission" es el octavo satélite de observación de la serie Landsat y continuará el legado de archivo de los anteriores satélites, convirtiéndose de esta manera en el futuro de los satélites de observación de la tierra de mediana resolución con más historia. Este programa amplía, mejora y avanza en el registro de imágenes multispectrales, manteniendo la misma calidad de sus siete predecesores, así como también seguirá la misma secuencia de trayectoria (conocida como "paths" o rutas de acceso) como sus antecesores.(Choquehuanca, 2013)

La plataforma LDCM, fue construida por la empresa Orbital Sciences Corporation en Gilbert, Arizona, tiene una vida útil de 5 años, pero lleva suficiente combustible para 10 años de operaciones. La nave orbitará de norte a sur durante el día, cruzando el Ecuador a las 10 a.m., hora local, con una órbita aproximada de 705 kilómetros por encima de la Tierra (Choquehuanca, 2013)

El LDCM también está diseñado para entregar cerca de 400 escenas por día (150 escenas más que su antecesor el landsat 7) estas imágenes son cargadas en el servidor de datos del USGS, aumentando de esta manera la probabilidad de capturar y entregar escenas gratis de la cobertura terrestre. (Choquehuanca, 2013)

Este sistema está compuesto de dos grandes segmentos:

- 1.- El observatorio; el cual consta de una plataforma con capacidad de carga de dos de sensores de observación terrestre, el primero de ellos denominado Operational Land Imager (OLI) y el sensor térmico infrarrojo Thermal Infrared Sensor (TIRS). OLI y TIRS recogerán los datos de forma conjunta para proporcionar imágenes coincidentes de la superficie terrestre, incluyendo las regiones costeras, hielo polar, las islas y las zonas continentales. El OLI es un instrumento construido por la empresa Ball Aerospace & Technologies Corporation en Boulder, Colorado y el TIRS es un instrumento que fue construido por la NASA en el centro de vuelo espacial

Goddard en Greenbelt, Md. Además, el LDCM seguirá la misma secuencia de trayectoria (también conocida como “paths” o rutas de acceso) como sus antecesores Landsat 4, Landsat 5 y Landsat 7. Esto permitirá que todos los datos del LDCM sean referenciados al mismo sistema de coordenadas, continuando con el registro de datos desde hace décadas. (Ariza, 2013)

El satélite almacena los datos del sensor OLI y TIRS en una grabadora de estado sólido incluida a bordo y transmite los datos a estaciones receptoras terrestres.

2.- El segundo segmento es el sistema terrestre, el cual proporciona la capacidad necesaria para la planificación y programación de las operaciones del LDCM y todas aquellas necesarias para administrar y distribuir los datos. (Ariza, 2013)

### 8.1.5.3 Características del nuevo satélite.

El satélite Landsat 8 incorpora dos instrumentos de barrido: Operational Land Imager (OLI), y un sensor térmico infrarrojo llamado Thermal Infrared Sensor (TIRS). Las bandas espectrales del sensor OLI, aunque similares a el sensor Landsat 7 ETM +, proporcionan una mejora de los instrumentos de las misiones Landsat anteriores, debido a la incorporación de dos nuevas bandas espectrales: un canal profundo en el azul visible (banda 1), diseñado específicamente para los recursos hídricos e investigación en zonas costeras, y un nuevo canal infrarrojo (banda 9) para la detección de nubes cirrus. Adicionalmente una nueva banda de control de calidad se incluye con cada producto de datos generado. Esto proporciona información más detallada sobre la presencia de características tales como las nubes, agua y nieve. Por otra parte el sensor TIRS recoge dos bandas espectrales en longitudes de onda incluidas por la misma banda en los anteriores sensores TM y ETM. (Ariza, 2013)

**Tabla 1.-**Características del nuevo satélite.

	<b>LANDSAT 8</b>	<b>LANDSAT (4,5,7)</b>
<b>Altitud nominal</b>	705 km	705 km
<b>Inclinación</b>	98,2°	98,2°
<b>Resolución radiométrica</b>	12 bits	8 bits
<b>Swath</b>	180 km	180 km
<b>Tiempo de revisita</b>	16 días	16 días
<b>Sensores</b>	Pushbroom (OLI y TIRS)	Whiskbroomk (MSS, TM, ETM+)

**Fuente.-** (Ariza, 2013)

### 8.1.5.4 Imágenes Landsat 8

Las imágenes Landsat 8 obtenidas por el sensor (OLI) y (TIRS) constan de nueve bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros para las bandas de 1 a 7 y 9. Una banda nueva (1) (azul profundo) es útil para estudios costeros y aerosoles. La nueva banda (9) es útil para la detección de cirrus. La resolución para la banda 8 (pancromática) es de 15 metros. Dos bandas térmicas 10 y 11 son útiles para proporcionar temperaturas más precisas de la superficie y se toman a 100 metros de resolución (Tabla. 2). El tamaño aproximado de la escena es de 170 km de norte-sur por 183 kilómetros de este a oeste (106 km por 114 km). (Ariza, 2013)

**Tabla 2.-** Total de 11 bandas, 9 para el OLI y 2 para TIRS.

<b>Banda espectral (OLI)</b>	<b>Longitud de onda</b>	<b>Resolución</b>
Band 1 – Aerosol costero	0.433 - 0.453 $\mu\text{m}$	30 m
Band 2 – Azul	0.450 - 0.515 $\mu\text{m}$	30 m
Band 3 – Verde	0.525 - 0.600 $\mu\text{m}$	30 m
Band 4 – Rojo	0.630 - 0.680 $\mu\text{m}$	30 m
Band 5 – Infrarrojo cercano (NIR)	0.845 - 0.885 $\mu\text{m}$	30 m
Band 6 - Infrarrojos de longitud de onda corta (SWIR1)	1.560 - 1.660 $\mu\text{m}$	30 m
Band 7 - Infrarrojos de longitud de onda corta (SWIR2)	2.100 - 2.300 $\mu\text{m}$	30 m
Band 8 – Pancromatico	0.500 - 0.680 $\mu\text{m}$	15 m
Band 9 – Cirrus	1.360 - 1.390 $\mu\text{m}$	30 m
<b>Spectral Band (TIRS)</b>	<b>Longitud de onda</b>	<b>Resolución</b>
Band 10 – Infrarrojo termico (TIRS)1	10.30 - 11.30 $\mu\text{m}$	100 m
Band 11 - Infrarrojo termico (TIRS)2	11.50 - 12.50 $\mu\text{m}$	100 m

Fuente.- (Ariza, 2013)

La resolución espacial es a menudo el aspecto más interesante de una imagen de satélite, pero menos apreciado y valorado es cómo se utilizan los cambios en la energía por irradiación reflejada por los materiales de superficie con el fin de lograr identificar las características de interés. Estos aspectos pueden identificarse gracias a la respuesta espectral relativa (RSR) de cada banda. (Ariza, 2013)

Las imágenes tienen una dimensión aproximada de 180 Km por 180 Km de cubrimiento. Para denominar las imágenes se utiliza una grilla mundial en el que se identifica cada imagen de forma unívoca por un Path (franja vertical) y un Row (fila horizontal). (Ariza, 2013)

#### **8.1.5.5 Tratamiento digital de imágenes**

El Tratamiento Digital de Imágenes es una parte fundamental de la teledetección, cuyo desarrollo ha impulsado las aplicaciones de los datos digitales procedentes de sensores. La Imagen en forma digital (matriz numérica bidimensional) obtenida directamente (radiómetros) o por transformación de la imagen analógica (cámaras métricas) en digital mediante escáner, será la fuente indispensable de entrada de datos en el Sistema de Tratamiento (Arozarena, 2001)

El Tratamiento Digital de Imágenes utiliza la información digital (imágenes) procedentes de sensores para la extracción de información específica a los fines requeridos, topográficos y temáticos. Una de sus grandes ventajas es la rapidez de procesamiento de la ingente información digital disponible hoy día para cada proyecto. Para la obtención de información topográfica y temática se ha venido utilizando, hasta fecha reciente, diferentes sistemas y equipos de producción, con lo que la superposición y correspondencia entre ambas informaciones se hacía difícil, así como un elevado costo en su obtención y actualización. El propósito del procesamiento digital de imágenes, es el de resaltar elementos que son difíciles de percibir o no se pueden distinguir directamente en una imagen (Arozarena, 2001)

En el procesamiento digital de imágenes, normalmente se utilizan varias bandas espectrales de un mismo satélite, también se puede trabajar en modo multisensor o multitemporal de modo que el número de bandas puede ser mucho mayor, es decir se pueden integrar datos obtenidos por distintos satélites, de una misma zona. Cuando se trabaja en modo multibanda se pueden perseguir diferentes objetivos como extraer información que sólo puede verse combinando 2 o más bandas espectrales, o reducir la cantidad de datos eliminando la información redundante

El procesamiento de imágenes digitales requiere software especializado, existen abundantes programas comerciales y de software libre, tanto de propósito general (GIMP, Imagen) en procesamiento de imágenes como específicos para imágenes de teledetección. (Arozarena, 2001)

## 8.2 SIG

El National Center for Geographic Information and Análisis de USA los define como Sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación. (European Space Agency , 2004 )

La base de un Sistema de Información Geográfica es una serie de mapas digitales representando diversas variables, o bien mapas que representan diversos objetos a los que corresponden varias entradas en una base de datos. Esta estructura permite combinar, en un mismo sistema, información con orígenes y formatos muy diversos lo que permite incrementar el grado de conocimiento. (European Space Agency , 2004 )

Para el tratamiento de este tipo de sistemas, se han desarrollado un tipo específico de aplicaciones informáticas que popularmente se conocen cómo SIG (IDRISI, ArcInfo, GRASS, etc.), pero que realmente constituyen tan sólo un componente de lo que es realmente un SIG. Podríamos considerar, en sentido amplio que un SIG está constituido por: (European Space Agency , 2004 )

- Bases de datos espaciales en las que la realidad se codifica mediante unos modelos de datos específicos.
- Bases de datos temáticas cuya vinculación con la base de datos cartográfica permite asignar a cada punto, línea o área del territorio unos valores temáticos.
- Conjunto de herramientas que permiten manejar estas bases de datos de forma útil para diversos propósitos de investigación, docencia o gestión.
- Conjunto de ordenadores y periféricos de entrada y salida que constituyen el soporte físico del SIG. Estas incluyen tanto el programa de gestión de SIG cómo otros programas de apoyo.
- Comunidad de usuarios que pueda demandar información espacial.
- Administradores del sistema encargados de resolver los requerimientos de los usuarios bien utilizando las herramientas disponibles o bien produciendo nuevas herramientas.

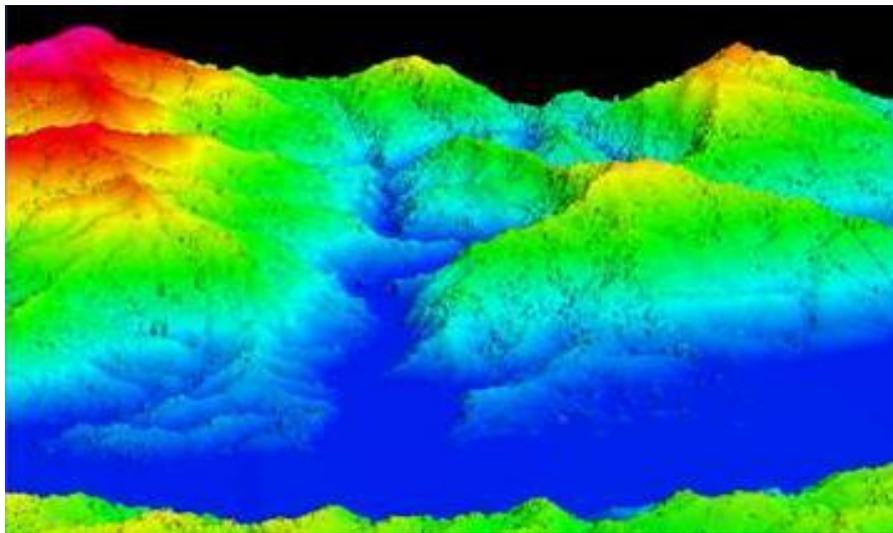
## 8.3 Modelos Digitales de Elevación (MDE)

Un modelo digital de elevación es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. (INEGI, 2005 )

Estos valores están contenidos en un archivo de tipo raster con estructura regular, el cual se genera utilizando equipo de cómputo y software especializados. (INEGI, 2005 )

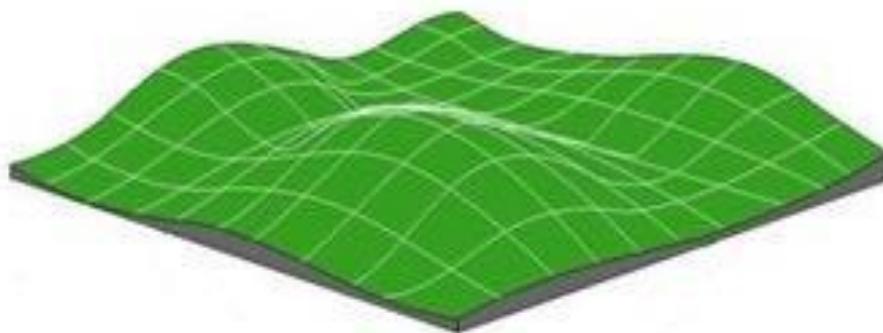
En los modelos digitales de elevación existen dos cualidades esenciales que son la exactitud y la resolución horizontal o grado de detalle digital de representación en formato digital, las cuales varían dependiendo del método que se emplea para generarlos y para el caso de los que son generados con tecnología LIDAR se obtienen modelos de alta resolución y gran exactitud (valores simétricos). (INEGI, 2005)

**Grafico 3.-** Modelo digital de elevación con vista en perspectiva.



Fuente.- (INEGI, 2005)

**Grafico 4.-** Representación de un modelo digital de elevación en formato raster.



Fuente. (INEGI, 2005 )

### 8.3.1 Tipos de modelos digitales de elevación

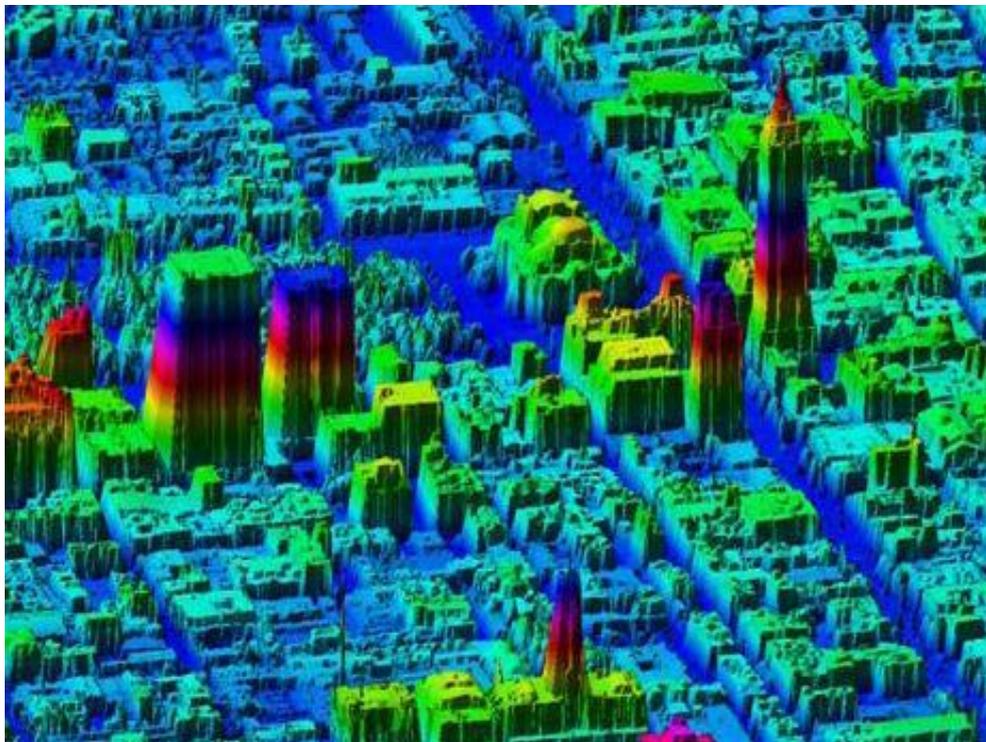
En la actualidad el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) realiza la representación del relieve generando un modelo simplificado lo más cercano a la realidad, debido a que se cuenta con diferentes métodos y soluciones tecnológicas que permiten proporcionar un número infinito de puntos o de información geográfica para tal fin mediante el uso de sistemas computarizados con la finalidad de obtener y caracterizar las formas del terreno, dicho modelo se denomina “Modelo Digital de Elevación” (MDE), el cual es utilizado como una fuente de información digital para el estudio de la superficie del terreno. (INEGI, 2005)

Al existir dos tipos, superficie y terreno, a través de los modelos digitales de elevación es posible conocer la existencia, disposición, forma y posición de los elementos que conforman un espacio geográfico y que pueden ser de origen natural o antrópico. (INEGI, 2005)

Los Modelos Digitales de Elevación que produce el INEGI son de dos tipos:

Modelo digital de superficie (MDS) que representa todos los elementos existentes o presentes en la superficie de la tierra (vegetación, edificaciones, infraestructura y el terreno propiamente).

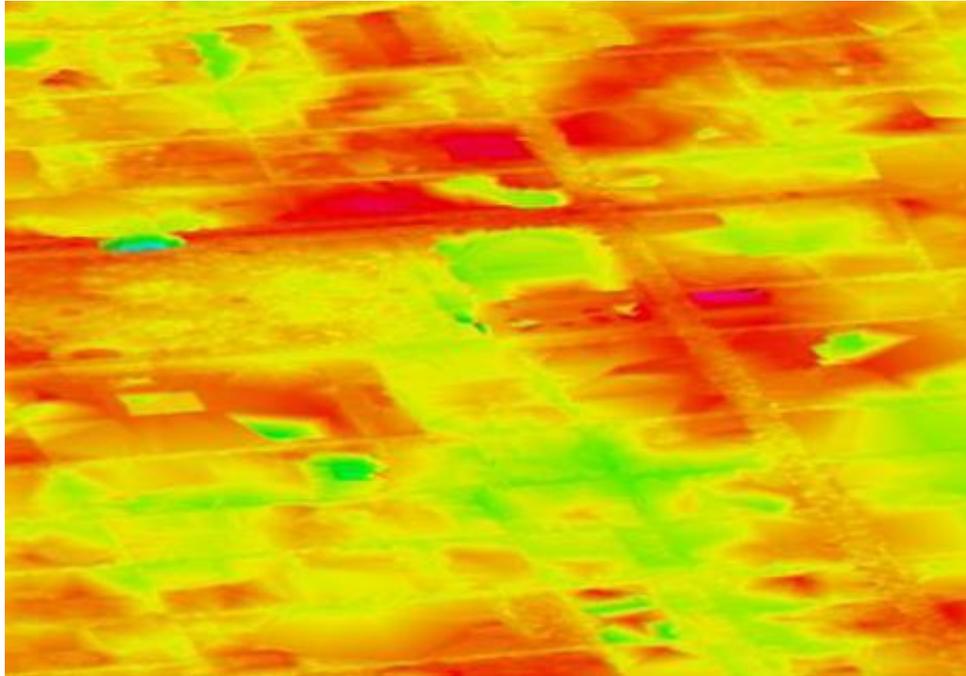
**Grafico 5.-** Modelo Digital de Superficie LIDAR.



Fuente.- (INEGI, 2005)

El modelo digital del terreno (MDT) recrea la forma del terreno una vez que fueron removidos todos los elementos ajenos al mismo como son la vegetación, edificaciones y demás elementos que no forman parte del terreno. (INEGI, 2005 )

**Grafico 6.-** Modelo Digital de Terreno LIDAR.



Fuente.- (INEGI, 2005 )

Ambos tipos de modelos digitales de elevación se realizan utilizando una variedad de fuentes de datos y mediante el uso de técnicas especializadas o métodos de obtención, así como el empleo de soluciones tecnológicas y cuya elección depende de la aplicación que se le va a dar al modelo resultante, además del objetivo que se pretende alcanzar y de la exactitud que se requiere del modelo. (INEGI, 2005)

#### **8.4 Interpolación de datos.**

La interpolación predice valores para las celdas de un ráster a partir de una cantidad limitada de puntos de datos de muestra. Puede utilizarse para predecir valores desconocidos de cualquier dato de un punto geográfico, tales como: elevación, precipitaciones, concentraciones químicas, niveles de ruido, etc. (Environmental Systems Research Institute, Inc , 2016 ).

Los métodos de interpolación disponibles se enumeran a continuación.

#### **8.4.1 IDW**

La herramienta IDW (Ponderación de distancia inversa) utiliza un método de interpolación que estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos de muestra en la vecindad de cada celda de procesamiento. Cuanto más cerca está un punto del centro de la celda que se está estimando, más influencia o peso tendrá en el proceso de cálculo del promedio. (Environmental Systems Research Institute, Inc , 2016 )

#### **8.4.2 Kriging**

Kriging es un procedimiento geo estadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores z. Más aún que con otros métodos de interpolación, se debe realizar una investigación profunda del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores z antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida. (Environmental Systems Research Institute, Inc , 2016 )

#### **8.4.3 Vecino natural**

La interpolación de Vecino natural halla el subconjunto de muestras de entrada más cercano a un punto de consulta y aplica ponderaciones sobre ellas basándose en áreas proporcionales para interpolar un valor (Sibson, 1981). También se conoce como interpolación de Sibson o de "robo de área". (Environmental Systems Research Institute, Inc , 2016 )

#### **8.4.4 Spline**

La herramienta Spline utiliza un método de interpolación que estima valores usando una función matemática que minimiza la curvatura general de la superficie, lo que resulta en una superficie suave que pasa exactamente por los puntos de entrada. (Environmental Systems Research Institute, Inc , 2016 )

#### **8.4.5 De topo a ráster**

Las herramientas De topo a ráster y De topo a ráster por un archivo utilizan una técnica de interpolación diseñada específicamente para crear una superficie que representa con mayor precisión una superficie de drenaje natural y preserva mejor los cordones montañosos y las redes de arroyos de los datos de curvas de nivel de entrada. (Environmental Systems Research Institute, Inc , 2016 )

#### **8.4.6 Tendencia**

Tendencia es una interpolación polinómica global que ajusta una superficie suave definida por una función matemática (polinómica) a los puntos de muestra de entrada. La superficie de tendencia cambia gradualmente y captura patrones de escala sin detallar en los datos. (Environmental Systems Research Institute, Inc , 2016 )

### **8.5 Humedad**

La variabilidad espacio-temporal de la humedad del suelo proporciona información básica para conocer el comportamiento hidrológico a nivel de la superficie del suelo, tanto a nivel local como regional y su distribución requiere el análisis de gran cantidad de variables y de sus interrelaciones. Son múltiples las aplicaciones en que es necesario precisar esta condición del suelo, especialmente en hidrología, meteorología y agricultura: en levantamientos de suelos, evaluación de tierras, procesos erosivos y de remoción en masa, modelamiento y predicciones climáticas, planeación del uso sostenible de las tierras, entre otros. (Hernandez, 2010 )

#### **8.5.1 Contenido de Humedad en el suelo.**

El suelo es capaz de almacenar una cantidad limitada de agua, y de ésta, solo una parte es utilizada por las plantas. Las plantas a su vez requieren una cantidad adecuada de humedad, la cual varía de acuerdo con la especie y con su estado de crecimiento o desarrollo. De allí que el conocimiento de la humedad por unidad de masa o de volumen de suelo, su estado energético o disponibilidad y su estimación sea esencial en agricultura, hidrología y ecología, a escalas regional y local. (Gutiérrez, 2012 )

Los niveles de humedad del suelo influyen sobre procesos fundamentales como la fotosíntesis, la respiración y la absorción de nutrientes. La humedad actúa como principal limitación de la productividad de los bosques, afecta la composición de las especies, y desempeña un importante papel en la determinación de inflamabilidad de los bosques y el régimen de incendios forestales. Influye sobre la erosión la endogénesis, la geomorfología y la relación infiltración-escurrentía en respuesta a eventos de precipitación. (Gutiérrez, 2012 )

Los suelos difieren en su estructura y capacidad para mantener la disponibilidad de agua para las plantas, dependiendo de:

- La textura
- La profundidad
- El contenido de materia orgánica

- La actividad biológica

Un suelo con un incremento de humedad tendrá:

- Mayores rendimientos gracias a la máxima utilización de la lluvia recarga de las aguas subterráneas asegurando así el nivel de agua en pozos y la continuidad de los ríos y los flujos de las corrientes.
- Riesgo reducido de pérdidas de rendimiento debido a las sequías

## **8.5.2 Factores que influyen sobre el contenido de humedad del suelo**

### **8.5.2.1 Clima**

En todos los lugares, las lluvias varían con la estación del año, la frecuencia dentro de la estación, la media durante un periodo sub-estacional dado, la confiabilidad anual de ocurrencia en una época, la cantidad real y el promedio en cada período semejante y la cantidad e intensidad/energía dentro de cada evento de lluvia. Mientras menor sea la confiabilidad de las lluvias para un período dado, mayor es el riesgo que haya o no suficiente agua para la producción agrícola. (FAO, 2009)

### **8.5.2.2 Propiedades del suelo**

El contenido de humedad del suelo varía (además de la influencia del clima) con el tipo, la profundidad y la cantidad de materia orgánica del suelo. Para la óptima captación, percolación, almacenamiento y uso de la humedad del suelo, son importantes que estén presentes tres capacidades físicas:

- La capacidad de permitir que el agua entre, o sea la infiltración
- La capacidad para permitir que el agua se mueva fácilmente a través del perfil, o sea la permeabilidad.
- La capacidad para almacenar la humedad adquirida en la zona radical y liberarla a las raíces de la planta, o sea la capacidad de retención del agua. (FAO, 2009)

### **8.5.2.3 Topografía**

Las formaciones geológicas subyacentes, junto con los procesos climáticos y de levantamiento, afectan la forma de los paisajes; tienen influencia sobre las formas empinadas y poco profundas de las pendientes. El agua captada por una cuenca fluirá hacia los puntos más bajos en su desembocadura, donde se pueden juntar aguas que emergen de otras cuencas. Los límites más alejados de la cuenca son definidos por las líneas a lo largo de las crestas de las tierras altas que la rodean. (FAO, 2009)

#### **8.5.2.4 Cobertura del suelo**

Una cobertura de suelo muerta o viva absorbe la mayoría de la energía de las gotas de agua de lluvia que caen sobre ella y con el tiempo esta agua de lluvia alcanza el suelo; en estas condiciones su capacidad para desintegrar los agregados del suelo y desprender las partículas finas es enormemente reducida. Por consiguiente, hay poco o ningún sellado de los poros de la superficie del suelo por las partículas desprendidas y poca deposición de las partículas del suelo que pueden formar una costra en la superficie. (FAO, 2009)

#### **8.5.2.4 Prácticas que reducen el contenido de humedad del suelo**

La agricultura convencional está caracterizada principalmente por la quema de los residuos, la labranza intensiva para la preparación de la cama de siembra y el control de las malezas. Ha contribuido a la degradación de las tierras mediante la pérdida de materia orgánica, la erosión del suelo, la compactación y la contaminación con sedimentos, fertilizantes y pesticidas. Las más importantes prácticas anteriormente mencionadas son la quema de los residuos y la labranza del suelo que produce la pérdida de la apreciada humedad del suelo, mientras que la compactación de las capas del suelo prohíbe la entrada y percolación del agua de lluvia. (FAO, 2009)

#### **8.5.3 Niveles de Humedad del Suelo**

El contenido de humedad en los suelos varía desde la superficie hasta las altas profundidades, pero la mayor parte de esta se encuentra en la primera capa del suelo, la cual representa la interacción entre el suelo y la atmósfera y es la reguladora de los procesos de intercambio de la energía y la asignación del agua precipitada, la infiltrada de escorrentía, de evaporación y de transpiración. Por otra parte la capa de humedad es la responsable de llevar a cabo el proceso de germinación de las semillas y posteriormente al crecimiento de las plantas y en definitiva el éxito o el fracaso de estas plantas. Las características del suelo como lo son: la rugosidad, enconstramiento, la pedregosidad, una buena estructura así como la textura del suelo son factores que determinan el grado de humedad que se almacenan en el suelo, permitiendo la fácil circulación del agua a través de los diferentes horizontes del suelo o la saturación de los mismo. Otros factores secundarios que intervienen en este proceso son geográficos como: la pendiente, el clima la vegetación entre otros. (Ibáñez, 2006)

Como ya hemos visto el contenido de agua del suelo experimenta variaciones continuas a lo largo del tiempo. Recibe agua de las lluvias o por riego, mientras que la pierde por escorrentía superficial y por drenaje a las capas profundas. A estas pérdidas ya comentadas hay que sumar

la evapotranspiración, término en el que se incluyen las pérdidas producidas por la evaporación directa desde la superficie del terreno más el agua evaporada desde la superficie de las plantas (transpiración). (Ibáñez, 2006)

En la naturaleza, estas entradas y salidas de agua producen cambios continuos en la humedad del suelo. Cuando todos los poros se encuentran llenos de agua, como ocurre después de unas lluvias abundantes, nos encontramos en el nivel de saturación, que puede afectar a una capa más o menos profunda de suelo. Pero ya vimos que el agua que ocupa los poros más grandes (macroporos) drena hacia las capas inferiores de una forma más o menos rápida dependiendo de la permeabilidad del suelo. (Ibáñez, 2006)

Una vez producida esta infiltración como mucho en unos pocos días nos encontramos en un nivel de humedad denominado capacidad de campo, que se corresponde con la máxima cantidad de agua que puede retener el suelo después de haber drenado el agua gravitacional. En este momento los macroporos se encuentran ocupados por aire y los microporos por agua. (El término “capacidad de campo”, tradicionalmente utilizado por los edafólogos, es equivalente al de “capacidad de retención de agua” que utilizamos anteriormente cuando hablamos de los tipos de agua del suelo). (Ibáñez, 2006)

Si no se producen nuevos aportes de agua, el suelo continúa perdiendo humedad por evapotranspiración, de forma más rápida cuanto más elevadas sean las temperaturas. Las plantas van absorbiendo el agua capilar retenida en los microporos y la van perdiendo por evaporación a través de sus hojas. Conforme va descendiendo la humedad en el suelo la absorción de agua se va realizando con más dificultad y las plantas comienzan a sufrir un déficit de agua. En muchos casos se produce un marchitamiento durante las horas más calurosas, recuperándose la turgencia durante la noche. Cuando ya no pueden absorber más agua del suelo se presenta el marchitamiento permanente. A este nivel de humedad del suelo se le conoce como punto de marchitamiento y se alcanza cuando el suelo ha perdido toda el agua denominada capilar, que puede ser absorbida por las plantas, y sólo queda el agua ligada, tan fuertemente adherida a las partículas del suelo que no puede ser absorbida. (Ibáñez, 2006)

Si la humedad es demasiado baja, con frecuencia el crecimiento de las plantas se verá comprometido, ya que los cultivos tardan más tiempo en obtener un tamaño adecuado para la venta. Además, a menudo se caen las hojas inferiores, el crecimiento es difícil y la calidad en general no es muy buena. Si la humedad es muy alta o muy baja, la pérdida de calidad reduce

el precio de venta de los cultivos y aumenta los costos de producción, lo que reduce las ganancias. (Ibáñez, 2006)

### **8.6 Requerimientos Básicos para las Plantas.**

Las plantas son seres vivos cuyo desarrollo se ve favorecido o afectado por el medio ambiente, con lo anterior nos referimos a que cualquier cambio climático o modificación en el medio disminuye o aumenta su desarrollo como el crecimiento, a partir de estos cambios variados se detectó que la temperatura, humedad del suelo, iluminación, agua, especie y nutrientes influyen en las plantas para tener cultivos de buena o mala calidad. (HYDRO )

En el periodo de Germinación se debe de proporcionar una humedad constante entre 65 a 70% y temperaturas entre 20 a 25°C, en el Periodo vegetativo se recomienda manejar entre 70-75% humedad relativa si se desarrollan con una humedad del 75-80% se desarrolla daños por plagas y enfermedades. (HYDRO )

### **8.7 Lugares de Estudio**

#### **8.7.1 Aláquez**

Según (ILION SYSTEMS, 2014). La parroquia Aláquez situada en la Ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi es una de las parroquias que se ha caracterizado por poseer una gran riqueza del patrimonio natural debido a que en su interior existen cerros y quebradas, también posee lugares en la zona alta de páramo.

En la parroquia se establecen dos zonas:

La baja que se considerada como plana en donde encontramos especies como el capulí, cabuyas, retamas, chilcas, floripondio, tilo, ortiga negra, santamaría, ruda, shimbalo, manzanilla.

En la zona alta podemos apreciar quishuar, achupallas, mortiños, chuquiraguas, shanshi, pupichana, taxo nativo, zapatitos, paja blanca.

Aláquez es una zona de excelente producción agrícola y pecuaria, sus tierras fértiles que se encuentran a una altitud que va desde los 2700 a 3500 metros sobre el nivel del mar. Con una temperatura promedio de 13.5°C y una precipitación anual de 550 mm, estos parámetros climáticos hacen que la parroquia tenga un clima apto para la agricultura y la ganadería debido a lo cual un 80% de sus habitantes se dedica a estas actividades y el 20% de la población trabaja en diferentes actividades entre ellas empleo público, privado, comercio, construcción,

microempresas como el calzado y la construcción de cajones de madera para camionetas. (ILION SYSTEMS, 2014)

La parroquia cuenta con el caudal de agua de riego suficiente el mismo que abastecería a todos los agricultores, lo cual no es posible por los siguientes problemas: la distribución inequitativa y la carencia de sistemas de riego tecnificados.

Los cultivos predominantes en la parroquia son: maíz, papa, morocho, habas, chochos, brócoli, fréjol, cebada, habas, zambos, zapallos, ocas, mellocos, pastos como: avena, vicia y alfalfa. (ILION SYSTEMS, 2014)

Mediante datos obtenidos a través del Instituto Geográfico Militar (IGM) observamos que el 43.3% del uso está destinado al Páramo que se caracterizan por sus ecosistemas frágiles que almacenan agua dulce, además son conocidos por el alto endemismo que poseen y por las características de adaptación a las condiciones extremas donde viven las especies nativas del lugar; mismo que no ha sufrido ninguna alteración desde el 2008 manteniéndose constante hasta el 2012. (FAO, 2009)

### **8.7.2 San Buenaventura.**

Según (Soledad, 2015). San Buenaventura se encuentra a una altura de 2.786 m.s.n.m posee una temperatura de 6 a 24 °C y una precipitación pluviométrica de 125 cm<sup>3</sup>.

En la parroquia encontramos especies como el capulí, cabuyas, retamas, chilcas, floripondio, tilo, ortiga negra, Santamaría, ruda, manzanilla.

Además San Buenaventura, es reconocida como el 'Huerto de Latacunga' por su gente que se dedica al cultivo de hortalizas y legumbres, tiene variedad de bondades que ofrecer a la gente que llega a esta parroquia debido a sus suelos netamente agrícolas.

### **8.8 Suelos de las zonas estudiadas.**

En mayor parte de las parroquias estudiadas encontramos suelos de texturas arenosas, francas, franco arenoso y a veces gravilosas. Por presentar un bajo contenido de materia orgánica, tienen como limitaciones la permeabilidad y la baja fertilidad por lo que son aptos para cultivos, bajo sistemas de riego óptimos. (G.A.D, 2014)

Debido a varios factores como: la pendiente, el tipo de suelo, la precipitación, escorrentía, la cobertura del suelo, factores antrópicos, se identifica la susceptibilidad de los suelos a procesos erosivos, en este sentido la parroquia de Alàquez y San Buenaventura se ven expuestas a

diferentes estados: como susceptibilidad baja, moderada, ligera y nula a la erosión. Ya que si se elimina por completo la vegetación del territorio estaríamos quitando la protección que ofrece la vegetación y de la importancia de su conservación en cada zona de territorio desde el punto de vista de los procesos erosivos. (G.A.D, 2014)

Los medios físicos de las parroquias son vulnerados por las condiciones de contaminación, provocada por la utilización de agroquímicos en los cultivos y el aumento de monocultivos han generado un proceso de degradación de la tierra. (G.A.D, 2014)

## **9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.**

¿Es posible determinar el comportamiento de la Humedad en las parroquias de Aláquez y San Buenaventura mediante Teledetección. ?

Ho: No es posible

H1: Si es posible.

## **10. MÉTODOS Y METODOLOGÍA.**

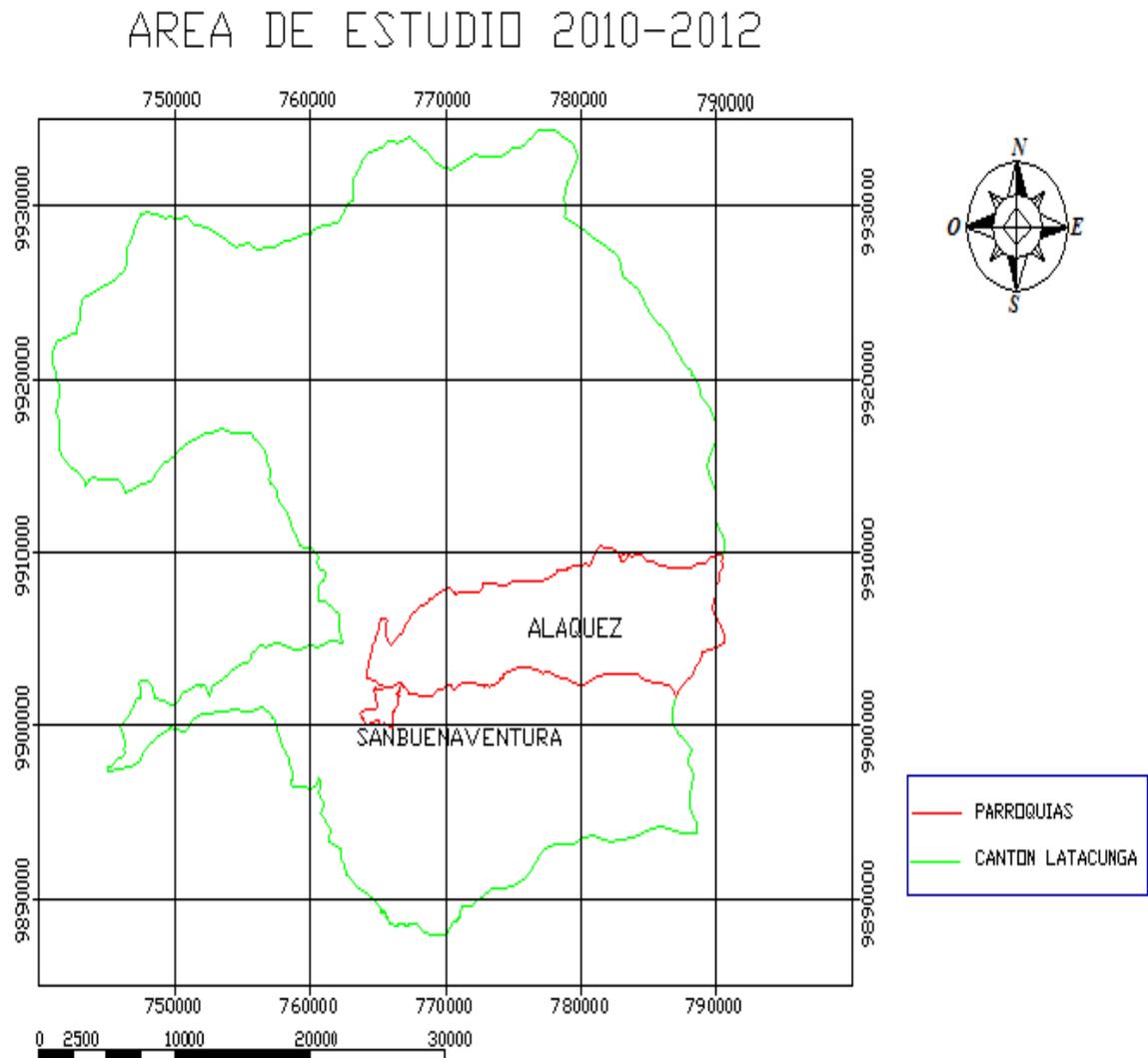
### **10.1 Área de Estudio**

Este proyecto se llevó a cabo en las parroquias de Aláquez y San Buenaventura del cantón de Latacunga de la Provincia Cotopaxi.

#### **10.1.1 Ubicación de la zona de estudio**

- Aláquez es una zona de excelente producción agrícola y pecuaria, sus tierras fértiles que se encuentran a una altitud que va desde los 2700 a 3500 metros sobre el nivel del mar. Con una temperatura promedio de 13.5°C y una precipitación anual de 550 mm.
- San Buenaventura se encuentra a una altura de 2.786 m.s.n.m posee una temperatura de 6 a 24 °C y una precipitación pluviométrica de 125 cm3.

**Grafico 7.-** Área de estudio.



Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

## 10. 2 Métodos.

En el presente proyecto se utilizó los métodos de investigación de tipo descriptivo porque se logró evidenciar los datos de las estaciones meteorológicas, método comparativo y analógico partiendo de los datos particulares que se presentaron y permitieron establecer comparaciones que nos llevaron a una solución, el método inductivo basado en la experiencia, participación de los hechos que posibilitó en gran medida la generalización y un razonamiento globalizado y una metodología descriptiva.

**Tabla 3.-** Metodología de Investigación.

<b>No.</b>	<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>1</b>	Técnica cualitativa	Fotografías – Imágenes
<b>2</b>	Observación directa	Libretas de datos
<b>3</b>	Técnica cuantitativa	Registros – Datos
<b>4</b>	Técnica de recopilación documental	Visitas a las estaciones meteorológicas

Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

### **10.2.1. Modalidad básica de investigación**

#### **10.2.1.1 Aplicada.**

En la presente proyecto se utilizó investigación aplicada, esta nos permitió adquirir conocimientos de los datos de humedad de las estaciones meteorológicas, lo cual permitió conocer la situación del lugar objeto de estudio en los años 2010 – 2012, para poder saber el comportamiento de los suelos mediante tablas estadísticas e imágenes raster utilizando el avance de la tecnología, Lansadt 8.

#### **10.2.1.2 Bibliográfica Documental**

En la presente investigación se utilizó la investigación documental, pues este estudio tubo inherencia con material bibliográfico y documental que sirvió de base para el contexto del marco teórico y los resultados obtenidos porque nos basamos en datos meteorológicos de años pasados.

### **10.3 Tipo de Investigación**

#### **10.3.1 Descriptiva.**

La presente investigación fue de tipo descriptiva porque consistió, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores ya que en la visita a las estaciones logramos evidenciar los datos obtenidos en los años indicados, pues en la investigación se realizó una descripción de datos cualitativos y cuantitativos de humedades tomadas de las diferentes estaciones meteorológicas.

### **10.3.2 No experimental**

La presente investigación fue de tipo No Experimental, pues dado que los datos fueron obtenidos directamente del lugar de estudio sin manipular deliberadamente las variables y no fue necesaria la utilización de los laboratorios.

### **10.3.3 Cualitativa-cuantitativa**

La presente investigación fue de tipo Cualitativa-cuantitativa. En lo cualitativo porque describió sucesos complejos en su medio natural, y cuantitativo porque recogimos datos cuantitativos los cuales también incluyeron la medición sistemática, y se empleó en el análisis estadístico básico, dando como resultado el porcentaje de humedad alto medio y bajo con los cuales pudimos describir las consecuencias en la agricultura en los años indicados

### **10.3.4 Comparativo**

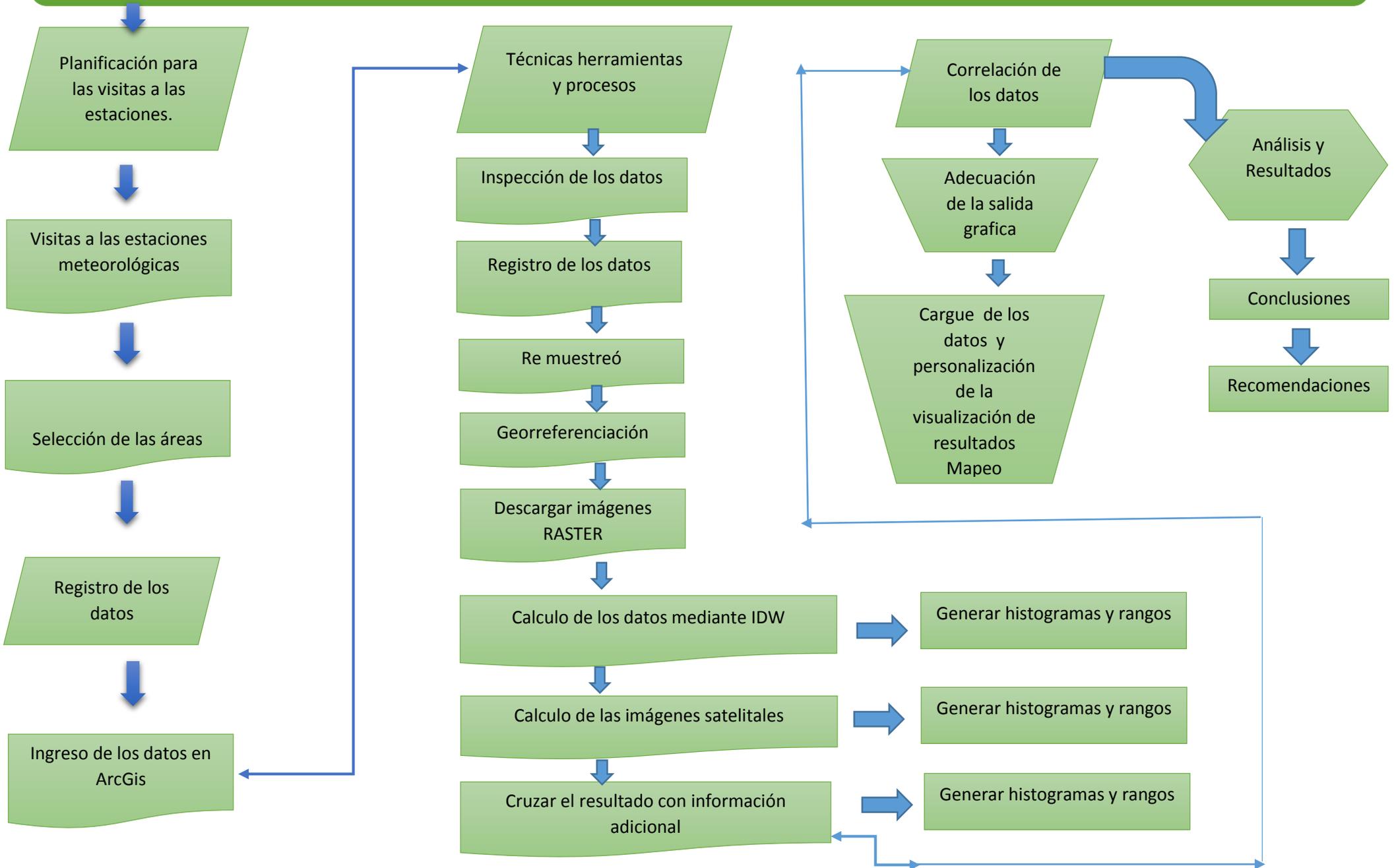
La presente investigación fue de tipo Comparativo, pues consistió en comparar los datos de humedad de los tres años propuestos a estudiar estableciendo sus similitudes y diferencias y de ello sacamos conclusiones que definieron el contenido de humedad de los suelos de las parroquias estudiadas en aquellos años.

### **10.3.5 Inductivo**

La presente investigación fue de tipo Inductivo dado a que obtuvimos conclusiones generales a partir de premisas particulares, parte de la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; y permitió llegar a una generalización.

En el proyecto se realizó la interpolación mediante la herramienta IDW del programa ArcGis, mediante distancia inversa ponderada que determina los valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de punto de muestra la superficie que se interpola debe ser una variable dependiente de la ubicación, que nos permitió interpolar datos para obtener la información de un sitio específico mediante el Software ArcGis 10.2, y para poder obtener la imagen satelital de característica raster, una vez realizado el proceso de interpolación, trabajamos con imágenes Landsat 8 utilizamos las banda 3,4 y 5 que tiene 0,6 mm a una resolución de 30 metros dando un total de 900 metros que cubre la imagen satelital.

DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD PRESENTE EN LOS SUELOS DE 2 PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN LATACUNGA (ALÁQUEZ Y SAN BUENAVENTURA) EN EL PERIODO 2016 – 2017 MEDIANTE TELEDETECCIÓN.



## 11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez determinado el contenido de humedad presente en los suelos de las parroquias de Aláquez y San Buenaventura del cantón de Latacunga de la Provincia Cotopaxi, se obtuvo un resultado cuantitativo por medio de los datos de humedad relativa de las estaciones meteorológicas y el resultado cualitativo mediante la descarga de imágenes raster de Landsat, para identificar las zonas que contengan los mejores porcentajes de humedad en las áreas propuestas.

### 11.1 Resultado Cuantitativo

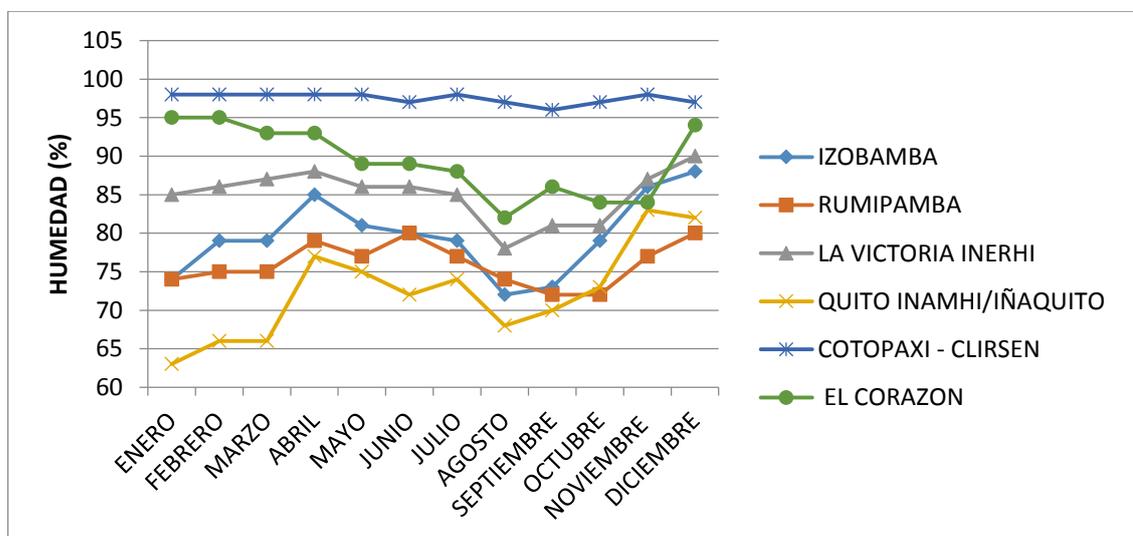
El resultado cuantitativo se obtuvo mediante la comparación de los datos de humedad relativa de las estaciones meteorológicas de los años 2010-2012.

**Tabla 4.-** Datos de la Humedad Relativa de las estaciones meteorológicas del año 2010.

HUMEDAD RELATIVA (%) DEL 2010													
ESTACION	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
IZOBAMA	74	79	79	85	81	80	79	72	73	79	86	88	79,5
RUMIPAMBA	74	75	75	79	77	80	77	74	72	72	77	80	76
LA VICTORIA INERHI	85	86	87	88	86	86	85	78	81	81	87	90	85
INAMHI/IÑAQUITO	63	66	66	77	75	72	74	68	70	73	83	82	72,4
COTOPAXI - CLIRSEN	98	98	98	98	98	97	98	97	96	97	98	97	97,5
EL CORAZON	95	95	93	93	89	89	88	82	86	84	84	94	89,3
												<b>Pro</b>	83,3

Fuente.- (INAMHI, 2010) **Elaborado por:** Chiluisa Sthefania.2017

**Grafico 8.-** Análisis estadístico de la Humedad Relativa del año 2010

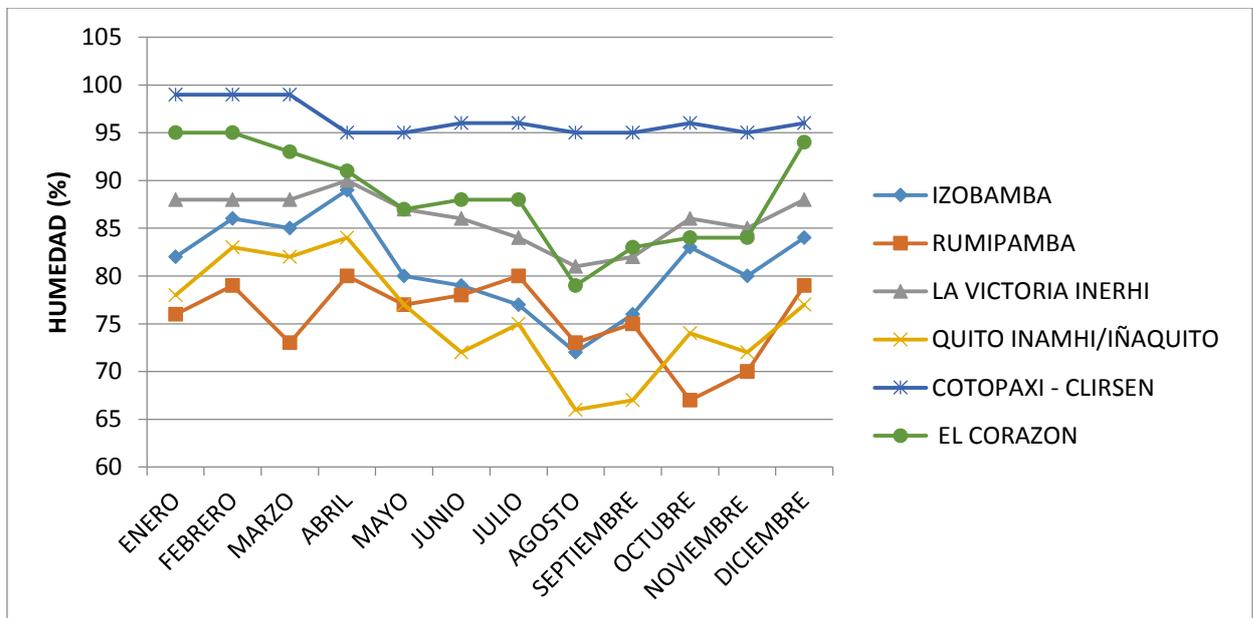


Fuente: (INAMHI, 2010) **Elaborado por:** Chiluisa Sthefania.2017

**Tabla 5.-** Datos de la Humedad Relativa de las estaciones meteorológicas del año 2011

HUMEDAD RELATIVA (%) DEL 2011													
ESTACION	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
IZOBAMA	82	86	85	89	80	79	77	72	76	83	80	84	81
RUMIPAMBA	76	79	73	80	77	78	80	73	75	67	70	79	75,5
LA VICTORIA INERHI	88	88	88	90	87	86	84	81	82	86	85	88	86
INAMHI/IÑAQUITO	78	83	82	84	77	72	75	66	67	74	72	77	75,5
COTOPAXI - CLIRSEN	99	99	99	95	95	96	96	95	95	96	95	96	96,3
EL CORAZON	95	95	93	91	87	88	88	79	83	84	84	94	88,4
												<b>Pro</b>	83,3

Fuente: (INAMHI, 2011) Elaborado por: Chiluisa Sthefania.2017

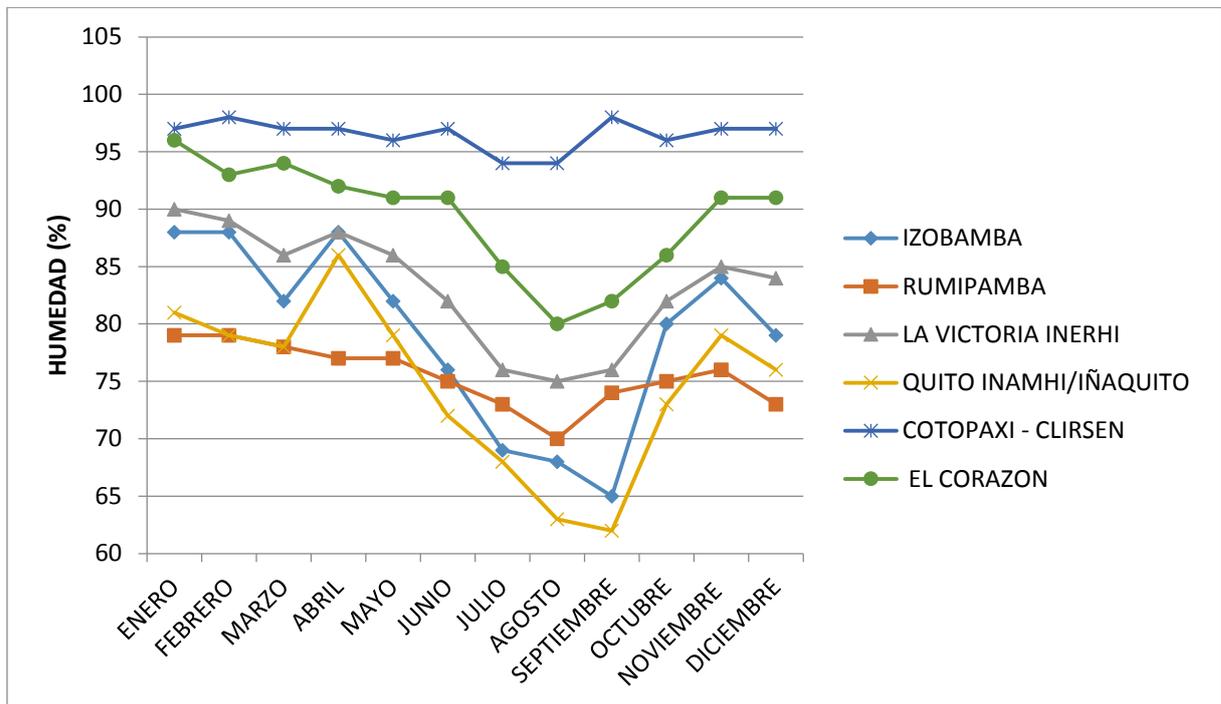
**Grafico 9.-** Análisis estadístico de la Humedad Relativa del año 2011

Fuente: (INAMHI, 2011) Elaborado por: Chiluisa S.

**Tabla 6.-** Datos de la Humedad Relativa de las estaciones meteorológicas del año 2012.

HUMEDAD RELATIVA (%) DEL 2012													
ESTACION	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
IZOBAMA	88	88	82	88	82	76	69	68	65	80	84	79	79
RUMIPAMBA	79	79	78	77	77	75	73	70	74	75	76	73	75,5
LA VICTORIA INERHI	90	89	86	88	86	82	76	75	76	82	85	84	83,2
QUITO INAMHI/IÑAQUITO	81	79	78	86	79	72	68	63	62	73	79	76	74,6
COTOPAXI - CLIRSEN	97	98	97	97	96	97	94	94	98	96	97	97	96,5
EL CORAZON	96	93	94	92	91	91	85	80	82	86	91	91	89,3
												<b>Pro</b>	83

Fuente: (INAMHI, 2012) Elaborado por: Chiluisa Sthefania.2017

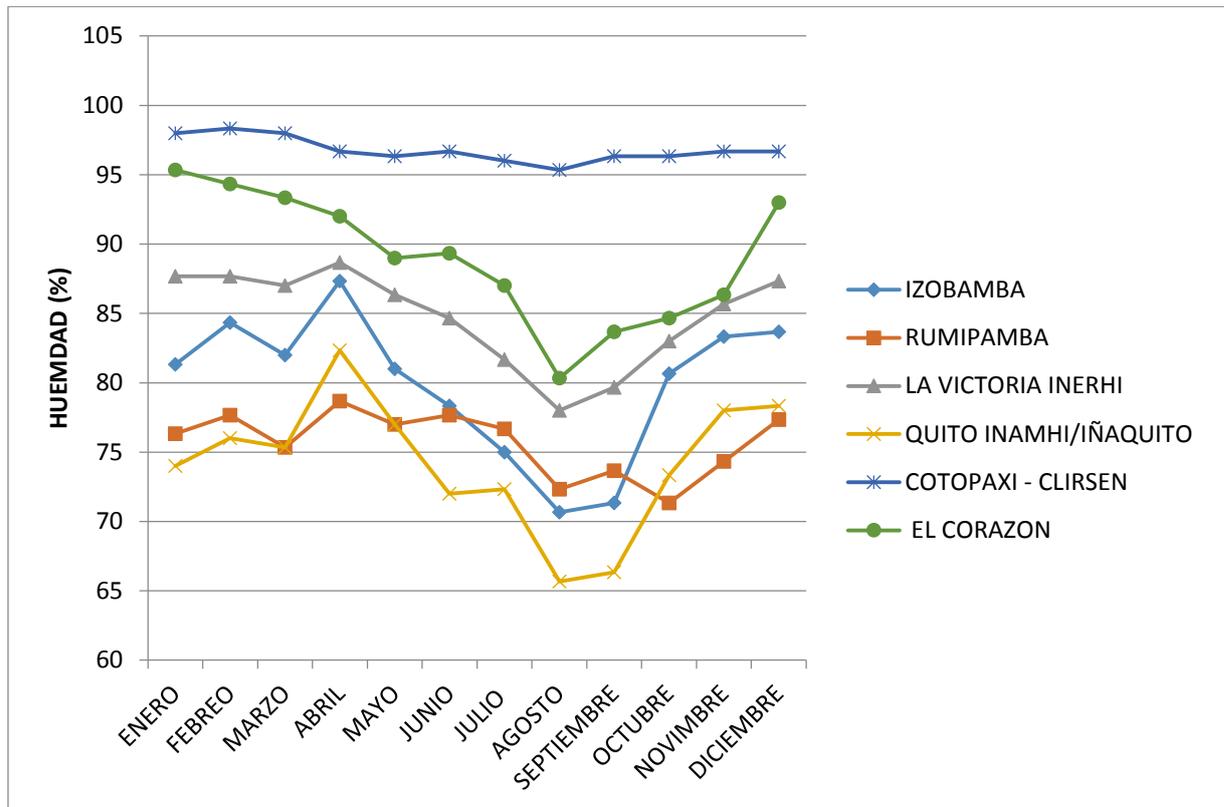
**Grafico 10.-** Análisis estadístico de la Humedad Relativa del año 2012.

Fuente: (INAMHI, 2012)      Elaborado por: Chiluisa S.

**Tabla 7.-** Datos generales de la Humedad Relativa de las estaciones meteorológicas de los años 2010-2012.

HUMEDAD RELATIVA (%) DE LOS AÑOS 2010-2012													
ESTACION	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
IZOBAMA	81,3	84,3	82	87,3	81	78,3	75	70,6	71,3	80,6	83,3	83,6	79,9
RUMIPAMBA	76,3	77,6	75,3	78,6	77	77,6	77	72,3	73,6	71,3	74,3	77,3	75,6
LA VICTORIA INERHI	87,6	87,6	87	88,6	86,3	84,6	82	78	79,6	83	85,6	87,3	84,7
INAMHI/IÑAQUITO	74	76	75,3	82,3	77	72	72	65,6	66,3	73,3	78	78,3	74,2
COTOPAXI - CLIRSEN	98	98,3	98	96,6	96,3	96,6	96	95,3	96,3	96,3	96,6	96,6	96,7
EL CORAZON	95,3	94,3	93,3	92	89	89,3	87	80,3	83,6	84,6	86,3	93	89
												Pro	83,4

Fuente: INAMHI      Elaborado por: Chiluisa Sthefania.2017

**Grafico 11.-** Análisis estadístico de la Humedad Relativa de los años 2010- 2012

Fuente: INAMHI      Elaborado por: Chiluisa S.

Los datos estadísticos generales que se presentan en la tabla y en el grafico 11, nos dan a conocer que el porcentaje de humedad media en los años 2010 – 2012 es de 83,4%, pudiéndose evidenciar que durante los tres años estudiados no se determinaron mayores variaciones de los porcentajes de humedad pues estas se mantuvieron constantes en los meses de Enero a Marzo con una precipitación de 153.86mm y una temperatura de 14.21°C, mientras que en los meses de Abril a Agosto la humedad bajó debido a que empieza la época de verano y la presencia de lluvias disminuye en un promedio de precipitación de 92.69 mm y la temperatura tiene un promedio de 14.13°C, ocasionando la evaporación del agua, la deshidratación y la pérdida de firmeza de las plantas, en los meses de Septiembre a Diciembre la humedad vuelve a subir, debido a que empieza la época de lluvia en donde se obtuvo un promedio de precipitaciones de 121.77 mm, haciendo que la temperatura disminuya a 13.98 °C y se mantenga la humedad constante.

Posteriormente de haber realizado la comparación de los datos de las Estaciones Meteorológicas en los tres años constatamos de la estación meteorológica de QUITO INAMHI/ IÑAQUITO es la que menor porcentaje de humedad ha obtenido con un 74,2%, y la estación meteorológica

con mayor porcentaje de humedad fue la del CORAZÓN con un 89,0%, debido a que se encuentran en otro piso climático, cabe recalcar que estas estas zonas no están dentro del área de estudio, o área de influencia directa.

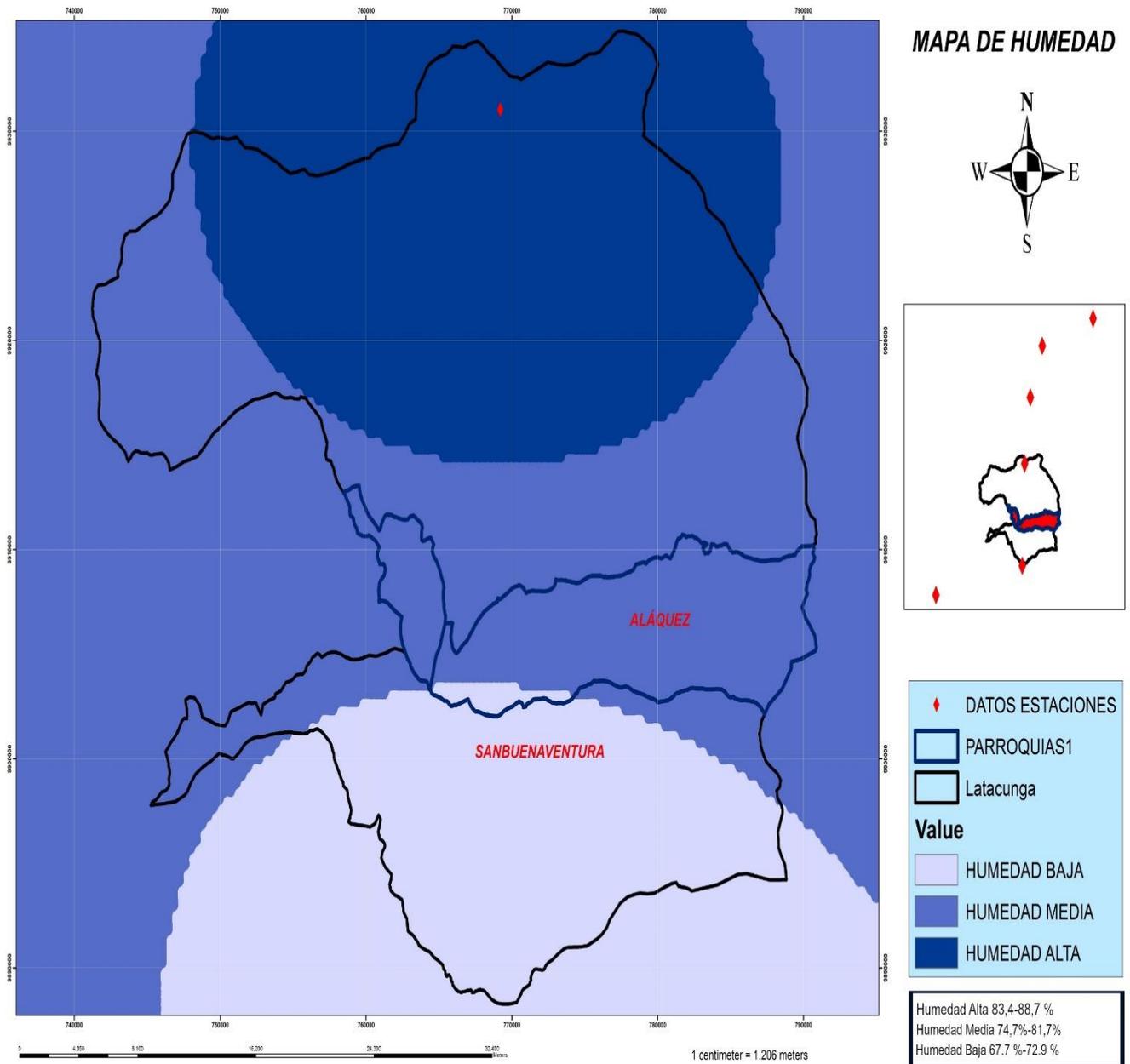
Dentro del área de influencia Directa se encuentran las estaciones meteorológicas de Rumipamba- Salcedo con un 75,6% de humedad y Victora Inerhi con un 84,77% de humedad.

La Estación Meteorológica del COTOPAXI – CLIRSEN no fue tomada en cuenta dentro de este análisis porque su porcentaje de humedad es del 96,7% un rango muy elevado debido a que esta zona es netamente páramo y se encuentra en el Área de Recreación el Boliche su humedad siempre será muy elevada porque su temperatura fluctúa de 0 a 16 °C y se encuentra bañada por los ríos Cutuchi, Daule, riachuelos y otras corrientes menores, no existe mayor intervención antropogénica y por ser una reserva ecológica los suelos no pueden ser cultivables. Según (FAO, 2009) los datos obtenidos a través del Instituto Geográfico Militar (IGM) el 43.3% del uso de suelo está destinado al Páramo que se caracterizan por sus ecosistemas frágiles que almacenan agua dulce, además son conocidos por el alto endemismo que poseen y por las características de adaptación a las condiciones extremas donde viven las especies nativas del lugar; mismo que no ha sufrido ninguna alteración desde el 2008 manteniéndose constante hasta el 2012.

## 11.2 Resultado Cualitativo

Una vez terminado el proceso del comportamiento de la humedad en los suelos se obtuvo una imagen resaltada sobre el porcentaje de humedad determinados en tres rangos alto medio y bajo según el grafico 12.

**Grafico 12.-** Imagen de la determinación del contenido de humedad en los suelos de las parroquias de Aláquez y San Buenaventura de los años 2010- 2012.



**Fuente:** ArcGis10.2 **Elaborado por:** Chiluisa S.

En la Imagen obtenida observamos el comportamiento de la humedad obtenida por medio del procesamiento digital de imágenes multiespectrales landsat8, para aplicaciones agrícolas en las parroquias de Aláquez y San Buenaventura.

La Humedad media de los 3 años se determinó porcentajes de humedad en tres rangos.-

1. La humedad alta entre el 83,4 al 88,7 % que se encuentran en las zonas altas de Aláquez es decir los páramos.
2. La humedad media entre el 74,7% y 81,7%, que se encuentran en las zonas de Aláquez y San Buenaventura.
3. La humedad baja entre 67.7 % y 72.9 %., que se encuentra en las zonas bajas de Aláquez y San Buenaventura.

Lo que corroboramos con el análisis estadístico de las estaciones meteorológicas que tiene una humedad entre el 74,2 al 89,02 %, el programa ArcGis no interpola datos de la estación meteorológica Cotopaxi Clirsen porque es una interpolación de vecindad de punto seleccionado.

Al obtener y analizar los resultados constatamos que los suelos de las parroquias de Aláquez y San Buenaventura son de buena producción agrícola, en mayor parte los suelos son de texturas arenosas, francas, franco arenoso y en pocas cantidades gravillosas. Por presentar un bajo contenido de materia orgánica, tienen como limitaciones la permeabilidad y la baja fertilidad por lo que son aptos para cultivos, bajo sistemas de riego óptimos. Según (HYDRO )el porcentaje de humedad que necesitan las plantas en el periodo de Germinación se debe proporcionar una humedad constante entre 65 a 70% , y en el Periodo vegetativo se recomienda manejar entre 70-75% humedad relativa si se desarrollan con una humedad del 75-80% se desarrolla daños por plagas y enfermedades, como pudimos ver los suelos de Aláquez y San Buenaventura tiene un índice alto de humedad en comparación de lo que necesitan las plantas por lo que se constató que estos suelos son cultivables con un debido cuidado en los aspectos fitosanitarios, los cultivos recomendados y según (Environmental Systems Research Institute, Inc , 2016 ) en estas zonas son: maíz, papa, morocho, habas, chochos, brócoli, fréjol, cebada, habas, zambos, zapallos, ocas, mellocos, hortalizas, legumbres y pastos como: avena, vicia y alfalfa.

Los registros históricos que complementan este estudio, fueron tomados en un periodo de (2010-2012) obteniéndose valores promedio, estos datos fueron proporcionados por el INAMHI, los mismos se ilustran en las tablas y gráficos de los resultados.

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):**

### **12.1 Impacto Técnico**

Mediante la investigación nos permite conocer cuál es el porcentaje de humedad de los suelos de las parroquias de Alàquez y San Buenaventura y si estos suelos son aptos para los cultivos que son recomendables para su producción, para tener en cuenta la productividad y tolerancia a desfavorables factores medio ambientales que puede perjudicar la humedad del suelo, lo cual perjudica para que los cultivos alcancen un ambiente adecuado y tengan el medio ambiente adecuado para su desarrollo normal para un mejor rendimiento productivo.

### **12.2 Impacto Social**

Con el resultado de humedad de los suelo de las parroquias de Alàquez y San Buenaventura los agricultores pueden tener un conocimiento de cuáles son los porcentajes de humedad de sus suelos y sobre todo que cultivos son los recomendables para su producción, para tenga un rendimiento mayor, con mayor calidad, que sea apreciado por el consumidor, y en su comercialización tenga un valor mayor y los agricultores tenga un ingreso adecuado para su sustentación y de sus familias.

### **12.3 Impacto Económico**

La comercialización de los cultivos como el maíz, papa, morocho, habas, chochos, brócoli, fréjol, cebada, habas, zambos, zapallos, ocas, mellocos, pastos como: avena, vicia y alfalfa los que son producidos en estas parroquias son los principales que se comercializa en las principales ferias donde los agricultores tienen sus ingresos económicos para sustentar a sus familias, lo cual proporciona ingresos económicos extras a las familias, quienes los comercializan cuando presentan necesidades urgentes.

Mediante un mejor manejo los granos pueden durar un tiempo indefinido cuando tiene un ambiente adecuado y el agricultor puede sacar a su comercialización cuando los precios tengan un valor mayor y el agricultor tenga un ingreso mayor para la sustentación de su familia.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

Tabla 8.- Presupuesto.

RECURSOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
<b>Transporte para viajar a los lugares donde se tomaran los datos.</b>				
Cotopaxi – Clirsen,	1	2	1.50	3.00
El Corazón,	1	2	2.50	5.00
Izobamba,	1	2	2.00	4.00
La Victoria INERHI,	1	2	2.00	2.00
Quito INAMHI – INNAQUITO	1	2	2.00	4.00
Rumipamba – Salcedo.	1	2	1.50	3.00
<b>Materiales y suministros</b>	1			
Computadora Portátil Lenovo Y50 (laptop)		Unidad	800	800
<b>Material Bibliográfico y fotocopias.</b>				
Impresiones	80	s/n	0,05	4,00
Fotocopias	720	s/n	0,02	14,40
Carpetas	3	s/n	0,40	1,20
<b>Otros Recursos</b>				
Internet	7	CNT	0,60	4,20
Licencia ArcGis 10		*Proporcionada por la institución		
<b>Sub Total</b>				844.80
<b>10%</b>				84.48
<b>TOTAL</b>				<b>929.28</b>

Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 14.1 Conclusiones

- De acuerdo con los estudios realizados se determinó que en la estación meteorológica de QUITO INAMHI/IÑAQUITO presenta un porcentaje de humedad bajo de 74,2% y la estación del Corazón presenta un porcentaje de humedad alto de 89,0%, el total de porcentaje de humedad de todas las estaciones meteorológicas de los tres años estudiados es del 83% que es apto para los cultivos como maíz, papa, morocho, habas, chochos, brócoli, fréjol, cebada, habas, zambos, zapallos, ocas, mellocos, hortalizas y legumbres y pastos como: avena, vicia y alfalfa, y la zona alta donde consideramos paramo podemos apreciar quishuar, mortiños, taxo nativo.
- La Estación Meteorológica del COTOPAXI – CLIRSEN no fue tomada en cuenta dentro de este análisis ya que su porcentaje de humedad es del 96,7% un rango muy elevado debido a que esta zona es netamente paramo por lo que su humedad es muy elevada debido a que encuentra dentro de las zona protegidas .
- Identificamos la zonas que contienen los mejores porcentajes de humedad en las áreas propuestas es la parte de los páramos de Aláquez ya que ahí se encuentra la Reserva El Boliche según los datos obtenidos a través del Instituto Geográfico Militar (IGM) observamos que se caracterizan por sus ecosistemas frágiles que almacenan agua dulce, además son conocidos por el alto endemismo que poseen y por las características de adaptación a las condiciones extremas donde viven las especies nativas del lugar; mismo que no ha sufrido ninguna alteración desde el 2008 manteniéndose constante hasta el 2012.
- Al obtener los datos estadísticos cualitativos y cuantitativos de humedad de los suelos de las parroquias de Aláquez y San Buenaventura obtuvimos un porcentaje de humedad mínimo de 74,2% y un porcentaje de humedad alto de 89,02 % y los porcentajes de humedad cualitativos en tres rangos
  - 1.- La humedad alta entre el 83,4 al 88,7 % zonas altas de Aláquez es decir los páramos.
  - 2.- La humedad media entre el 74,7% y 81,7% zonas de Aláquez y San Buenaventura.
  - 3.- La humedad baja entre 67.7 % y 72.9 %. Zonas bajas de Aláquez y San Buenaventura
 Dando como resultado suelos netamente aptos para la agricultura, el porcentaje de humedad que necesitan las plantas en el periodo de Germinación se debe proporcionar una humedad constante entre 65 a 70% , y en el Periodo vegetativo se recomienda manejar entre 70-75% humedad relativa si se desarrollan con una humedad del 75-

80% se desarrolla daños por plagas y enfermedades, como pudimos ver los suelos de las parroquias de Alàquez y San Buenaventura tiene un índice alto de humedad en comparación de lo que necesitan las plantas por lo que se constató que estos suelos son cultivables con un debido cuidado en los aspectos fitosanitarios.

#### **14.2 Recomendaciones.**

- Integrar métodos basados en modelos de elevación digital MDE para evaluar la dirección de flujo, a fin determinar la trayectoria del agua y el flujo de acumulación, utilizando las herramientas el Hydrology para caracterizar el volumen o la lámina de material transportado sería de gran importancia en la estimación del contenido de humedad en el suelo desde el punto de vista hidrológico, particularmente en lo que tiene que ver con la determinación de caudales de escorrentía e infiltración mediante intervalos.
- Debemos indagar otros modelos de regresión no lineal para establecer si mejoran el ajuste de las variables físicas de las estaciones meteorológicas y topográficas con MDE para explicar la humedad en el suelo en diferentes periodos secos y húmedos, con fuentes geográficas
- Se debe evaluar la quema de los residuos, la labranza intensiva para la preparación de la cama de siembra y el control de las malezas, pues estos han contribuido a la degradación de las tierras mediante la pérdida de materia orgánica, la erosión del suelo, la compactación y la contaminación con sedimentos, fertilizantes y pesticidas, estas prácticas producen la pérdida de la apreciada humedad del suelo, porque la compactación de las capas del suelo prohíbe la entrada y percolación del agua de lluvia dando como resultado un bajo contenido de humedad en los suelos y estas ya no podrán ser aptas para ser cultivables.
- Se recomienda trabajar con estaciones meteorológicas portátiles para poder obtener datos diarios de humedad para así obtener un mejor análisis estadístico del parámetro humedad, además con datos meteorológicos de 10 años atrás en vista del actual cambio climático que está en el mundo, pues resulta difícil predecir climas en la actualidad.

## 15. BIBLIOGRAFIA

- Ariza, A. (2013).** *Productos LDCM - Landsat 8*. Recuperado el 30 de 07 de 2017, de INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI: <http://www.un-spider.org/>
- Arozarena, A. (2001).** *Teledetección y Sistemas de tratamiento Digital de Imágenes*. Recuperado el 30 de 06 de 2017
- Choquehuanca, K.** (Jueves 21 de Febrero de 2013). *Sig y Teledeteccion*. Obtenido de SIGYTELEDETECCION: <http://sigyteledeteccion.blogspot.com>
- Chuvieco, E. (s.f.).** *Fundamentos de Teledeteccion* . Madrid : EDICIONES RIALP, S.A.
- Comunidad Rediam .** (18 de Septiembre de 2014). *REDIAM* . Obtenido de Red de Informacion Ambiental : <https://comunidadrediam.wordpress.com>
- Environmental Systems Research Institute, Inc . (2016 )** . *ArcGIS Pro*. Obtenido de ArcGIS for Desktop : <https://pro.arcgis.com/>
- European Space Agency . (2004 )** . *ESRI*. Obtenido de ArcGis Resources: <http://resources.arcgis.com>
- FAO. (2009).** *Conservación de los recursos naturales*. Recuperado el 30 de 07 de 2017, de Manejo de la humedad del suelo: <http://www.fao.org/>
- G.A.D. (2014).** *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* . Recuperado el 20 de Junio de 2017, de <http://app.sni.gob.ec/>
- Gonzales, F. E.** (07 de 2014). *MAC*. Obtenido de MAC: [http://www.grss-ieee.org/wp\\_content/uploads/2014/07/ES\\_TUTORIAL\\_COMPLETO.pdf](http://www.grss-ieee.org/wp_content/uploads/2014/07/ES_TUTORIAL_COMPLETO.pdf)
- Gutiérrez, N. L. (2012 )** . *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Humedad del suelo. : <file:///C:/Users/Edison/Downloads/HUMEDADACR%20GIS.pdf>
- Hernandez, I. F. (2010 )** . *ASISTENCIA TECNICA AGRICOLA* . Obtenido de Informacion Generada para los agricultores por Agro Tecnologia Tropica : [agro-tecnologia-tropical.com](http://agro-tecnologia-tropical.com)
- HYDRO . (s.f.).** *HYDRO-ENVIRONMENT*. Recuperado el 01 de 07 de 2017, de Innovacion Agricola: <http://hydroenv.com.mx>

- Ibáñez, J. J.** (26 de Junio de 2006). *Los Suelos y la Vida* . Obtenido de Madrimasd:  
<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/06/26/33002>
- ILION SYSTEMS.** (2014). *Gobierno Autonomo Descentralizado de Alaquez* . Obtenido de  
<http://alaquez.gob.ec/cotopaxi/?p=91>
- INAMHI.** (2010). *Red de estaciones Meteorológicas.* Obtenido de  
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec>
- INAMHI.** (2011). *Red de estaciones Meteorológicas.* Obtenido de  
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec>
- INAMHI.** (2012). *Red de estaciones Meteorológicas.* Obtenido de  
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INEGI.** (2005 ). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía* . Obtenido de (MDE):  
<http://www.inegi.org.mx>
- INEGI.** (2005). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía.* Recuperado el Martes de  
 Diciembre de 2016, de (MDE): <http://www.inegi.org.mx>
- Machado, F.** (08 de Enero de 2016). *El Telegrafo* . Obtenido de La sequie causa de los  
 problemas : <http://www.eltelegrafo.com.ec>
- Olaya, V.** (2000). *Sistema de Informacion Geografica* . Colombia : Better Web Readability  
 Project.
- Peery, J.** (Jueves 14 de Julio de 2016). *PROMIX* . Obtenido de Calidad de cultivos :  
<http://www.pthorticulture.com>
- Peery, J.** (14 de Julio de 2016). *PROMIX* . Obtenido de La humedad en la calidad.:  
<http://www.pthorticulture.com/>
- Soledad, G. P.** (2015). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.* Obtenido de  
<file:///C:/Users/Edison/Downloads/T-UTC-00135.pdf>

## 16. ANEXOS

### Anexo 1.-Solicitud de Ingles

CENTRO DE IDIOMAS

 Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

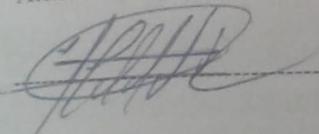
### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la señorita Egresada de la Carrera de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **CHILUISA TIPANLUISA MARIELA STHEFANIA**, cuyo título versa, **“DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD PRESENTE EN LOS SUELOS DE DOS PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN LATACUNGA (ALÀQUEZ Y SAN BUENAVENTURA) EN EL PERIODO 2010 – 2012 MEDIANTE TELEDETECCIÓN.”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Agosto del 2017

Atentamente,

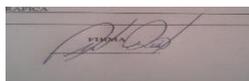


**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
Ing. Wilmer Patricio Collaguazo Vega  
C.C. 1722417571

 CENTRO  
DE IDIOMAS

## Anexo 2.- Hoja de vida del Tutor

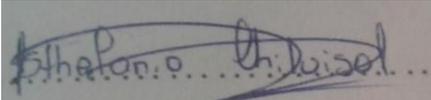
 Universidad Técnica de Cotopaxi		Unidad de Administración de Talento Humano		 SIITH Sistema Informático Integrado de Talento Humano				
FICHA SIITH								
HOJA DE VIDA								
DATOS PERSONALES								
NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANO	0502663180			DAVID SANTIAGO	CARRERA MOLINA	15/07/1982		CASADO
TELÉFONOS		DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE						
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
2102142	0981787776	LUIS DE ANDA	PURUHAES	80-335	ESTADIO LA COCHA	COTOPAXI	LATACUNGA	JUAN MONTALVO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL					AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA			
TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA		ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA	
32266164		<a href="mailto:david.carrera@utc.edu.ec">david.carrera@utc.edu.ec</a>		MESTIZO				
FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. DE REGISTRO (SENESCYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	ÁREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAÍS
TERCER NIVEL	1020-08-868113	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ING. AGRÓNOMO	<input type="checkbox"/>	AGRICULTURA		SEMESTRES	ECUADOR
4TO NIVEL - DIPLOMA DO	1020-2016-703604	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	MASTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	<input type="checkbox"/>			OTROS	ECUADOR
TRAYECTORIA LABORAL RELACIONADA AL PUESTO								
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN	UNIDAD ADMINISTRATIVA (DEPARTAMENTO / ÁREA / DIRECCIÓN)	DENOMINACIÓN DEL PUESTO	TIPO DE INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA			MOTIVO DE SALIDA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	INGENIERÍA AGRÓNOMICA	DOCENTE	PÚBLICA OTRA	04/05/2009				
ACTIVIDADES ESCENCIALES								
DOCENTE EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA								



## Anexo 3.-Hoja de vida del estudiante.

 Universidad Técnica de Cotopaxi Unidad de Administración de Talento Humano				 Universidad Técnica de Cotopaxi Unidad de Administración de Talento Humano		FICHA SIITH		
HOJA DE VIDA								
DATOS PERSONALES								
NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANA	050418369-0			MARIELA STEFANIA	CHILUISA TIPANLUISA	13/02/1994		SOLTERA
TELÉFONOS			DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE					
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	Nº	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
2-252-035	0987589629				BRAZALES	COTOPAXI	LATACUNGA	ELOY ALFARO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA				
TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA		
		mariela.chiluisa0@uutc.edu.ec	Sesthefylove077@gmail.com	MESTIZO				
FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. DE REGISTRO (SENECYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	ÁREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAÍS
PRIMER NIVEL		ESCUELA ANA PAEZ				8	ANOS	
SEGUNDO NIVEL		INSTITUTO TECNOLÓGICO VICTORIA VASCONEZ CUVI	BACHILLER TÉCNICO QUÍMICO BIÓLOGO		QUÍMICA Y BIOLOGÍA	6	AÑOS	ECUADOR
TERCER NIVEL		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	INGENIERO AGRÓNOMO		AGRICULTURA	10	SEMESTRES	ECUADOR
TRAYECTORIA LABORAL RELACIONADA AL PUESTO								
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN	UNIDAD ADMINISTRATIVA (DEPARTAMENTO / ÁREA / DIRECCIÓN)	DENOMINACIÓN DEL PUESTO	TIPO DE INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA	MOTIVO DE SALIDA		
ACTIVIDADES ESCENCIALES								

-----  
FIRMA



## Anexo 4.-Hoja de vida del Lector 1

NACIONALIDAD		CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETO A MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANA		0501883920			FRANCISCO HERNAN	CHANCUSIG	10/03/1973	SARGENTO DE RESERVA	CASADO
DISCAPACIDAD	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD	MODALIDAD DE INGRESO	FECHA DEL PRIMER INGRESO AL SECTOR PÚBLICO	FECHA DE INGRESO A LA INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO AL PUESTO	GENER O	TIPO DE SANGRE	
NO			CONCURSO DE MERECIMIENTOS Y OPOSICION	01/09/2002	04/10/2004	04/10/2004	MASCULINO	0RH+	
TELÉFONOS			DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE						
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	
32690562	992742266	SUCRE	24 DE MAYO	S/N	A UNA CUADRA DEL CENTRO DE SALUD	COTOPAXI	LATACUNGA	GUAYTACAMA	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA					
TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA			
32266164	223	<a href="mailto:francisco.chancusig@utc.edu.ec">francisco.chancusig@utc.edu.ec</a>	<a href="mailto:f_chan2010@hotmail.com">f_chan2010@hotmail.com</a>	MESTIZO		SI			
CONTACTO DE EMERGENCIA				DECLARACIÓN JURAMENTADA DE BIENES					
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	NOMBRES	APELLIDOS	No. DE NOTARIA	LUGAR DE NOTARIA	FECHA			
32690562	998631007	SILVIA DEL PILAR	CASA GUAYTA	TERCERA	LATACUNGA	23/06/2011			
INFORMACIÓN BANCARIA			DATOS DEL CÓNYUGE O CONVIVIENTE						
NÚMERO DE CUENTA	TIPO DE CUENTA	INSTITUCIÓN FINANCIERA	APELLIDOS	NOMBRES	No. DE CÉDULA	TIPO DE RELACIÓN	TRABAJO		
60401002971	AHORRO	CACPECO	CASA GUAYTA	SILVIA DEL PILAR	0502525835	CONVIVIENTE	HOSPITAL PROVINCIAL LATACUNGA		
INFORMACIÓN DE HIJOS					FAMILIARES CON DISCAPACIDAD				
No. DE CÉDULA	FECHA DE NACIMIENTO	NOMBRES	APELLIDOS	NIVEL DE INSTRUCCIÓN	PARENTESCO	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD		
0550413751	26/11/2009	DUCELIS FRANCISCO	CHANCUSIG CASA	EDUCACIÓN BÁSICA (3ER CURSO)	PADRE				

0550688642	10/09/2001	DAFNE ANAHI	CHANCUSIG CASA	BACHILLERATO	PADRE			
FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. DE REGISTRO (SENECYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	ÁREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAÍS
TERCER NIVEL	1020-02-179938	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UTC	INGENIERO AGRÓNOMO		AGRICULTURA	10	SEMESTRES	ECUADOR
4TO NIVEL - MAESTRÍA	1032-15-86062407	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL UTE	MAGISTER EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL		EDUCACIÓN	4	SEMESTRES	ECUADOR
4TO NIVEL - MAESTRÍA		UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE	MAGISTER EN AGRICULTURA SOSTENIBLE		AGRICULTURA	4	SEMESTRES	ECUADOR
EVENTOS DE CAPACITACIÓN								
TIPO	NOMBRE DEL EVENTO (TEMA)	EMPRESA / INSTITUCIÓN QUE ORGANIZA EL EVENTO	DURACIÓN HORAS	TIPO DE CERTIFICADO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	PAÍS	
ENCUENTRO	I ENCUENTRO DE EDUCACIÓN INTERCULTURAL BILINGÜE	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	8 HORAS	APROBACIÓN	27-oct-15	27-oct-15	ECUADOR	
TALLER	CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA Y METEOROLOGÍA	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE COTOPAXI	30 HORAS	APROBACIÓN	23-sep-15	25-sep-15	ECUADOR	
TALLER	PLATAFORMAS VIRTUALES-DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EL PROCESO DEL INTERAPRENDIZAJE	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	48 HORAS	APROBACIÓN	03-mar-15	11-jun-15	ECUADOR	
SEMINARIO	INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA PRODUCCIÓN HORTOFRUTÍCOLA PROTEGIDA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40 HORAS	APROBACIÓN	25-may-15	29-may-15	ECUADOR	
JORNADA	CULTURA CIENTÍFICA COLABORATIVA EN LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	24 HORAS	APROBACIÓN	23-mar-15	25-mar-15	ECUADOR	
CURSO	FUNCIONALIDAD, MANEJO Y OPERATIVIDAD DEL MEDIDOR DE GASES DE FUENTES MÓVILES	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40 HORAS	APROBACIÓN	04-nov-14	07-nov-14	ECUADOR	
SEMINARIO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40 HORAS	APROBACIÓN	22-sep-14	26-sep-14	ECUADOR	
SEMINARIO	AGROECOLOGÍA Y SOBERANÍA ALIMENTARIA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40 HORAS	APROBACIÓN	22-jul-14	26-jul-14	ECUADOR	
SEMINARIO	PERSPECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD ECUATORIANA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	16 HORAS	APROBACIÓN	14-jun-14	15-jun-14	ECUADOR	
SEMINARIO	CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y GÉNERO	CONSEJO DE EVALUACIÓN, ACREDITACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR	24 HORAS	APROBACIÓN	18-jun-14	20-jun-14	ECUADOR	

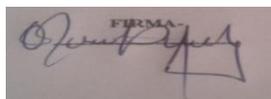
TRAYECTORIA LABORAL RELACIONADA AL PUESTO							
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN	UNIDAD ADMINISTRATIVA (DEPARTAMENTO / ÁREA / DIRECCIÓN)	DENOMINACIÓN DEL PUESTO	TIPO DE INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA		MOTIVO DE SALIDA
UNIDAD EDUCATIVA SAN JOSE DE GUAYTACAMA	AREA DE CIENCIAS NATURALES	PROFESOR SECUNDARIO	PÚBLICA OTRA	01/09/2002	05/07/2011		RENUNCIA VOLUNTARIA FORMALMENTE PRESENTADA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO	SEGUNDO VOCAL PRINCIPAL	PÚBLICA OTRA	27/07/2009	23/06/2010		POR REMOCIÓN
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO	PRIMER VOCAL PRINCIPAL	PÚBLICA OTRA	01/09/2010	28/09/2015		POR REMOCIÓN
MISIÓN DEL PUESTO							
IMPARTIR LA CATEDRA UNIVERSITARIA EN LOS MAS ALTOS NIVELES DEL CONOCIMIENTO							
ACTIVIDADES ESCENCIALES							
DOCENCIA - VINCULACION- INVESTIGACIÓN							

**FIRMA**

-----

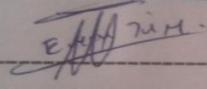


	(SENESCYT)							
4TO NIVEL - MAESTRÍA	643288341	Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología	Máster en Hidrometeorología Aplicada	□	Hidrología, Meteorología, Climatología, Pronósticos Hidrológicos, Modelación Hidrológica, Hidrofísica	4	SEMESTRES	Federación Rusa
TERCER NIVEL	1007-11-1038098	Universidad de Cuenca	Ingeniero Químico	□	Química, Física, Termodinámica, Físico-Química, Cálculo de equipo, Transferencia de Masa, Fluidos y Calor, Procesos de destilación, Emprendimiento, Cálculo Diferencial e Integral, Procesos de conservación	11	SEMESTRES	Ecuador
<b>EVENTOS DE CAPACITACIÓN</b>								
TIPO	NOMBRE DEL EVENTO (TEMA)	EMPRESA / INSTITUCIÓN QUE ORGANIZA EL EVENTO	DURACIÓN HORAS	TIPO DE CERTIFICADO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	PAÍS	
CURSO	Las estaciones del año y el clima	Universidad Autónoma de México	60 horas	APROBACIÓN		03-abr-16	Online	
CURSO	Preparatoria en el idioma ruso para realizar estudios en las universidades de la Federación Rusa	Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología		APROBACIÓN	25/10/2013	30/06/2014	Rusia	
CURSO	Curso para facilitadores de Procesos de Gestión Social del Agua y Ambiente por Unidades Hidrográficas	Secretaría Nacional del Agua	24 horas	APROBACIÓN	20/06/2013	22/06/2013	Ecuador	
CURSO	Inducción Sobre Encuentros por el Agua y Socialización De la Guía de Conflictos	Secretaría Nacional del Agua	8 horas	APROBACIÓN	11/05/2013	11/05/2013	Ecuador	
CURSO	Pedagogía para la facilitación de conceptos sobre la Nueva Cultura del Agua	Secretaría Nacional del Agua	16 horas	APROBACIÓN	09/05/2013	10/05/2013	Ecuador	
<b>TRAYECTORIA LABORAL RELACIONADA AL PUESTO</b>								
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN	UNIDAD ADMINISTRATIVA (DEPARTAMENTO / ÁREA / DIRECCIÓN)	DENOMINACIÓN DEL PUESTO	TIPO DE INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA		MOTIVO DE SALIDA	
SECRETARÍA NACIONAL DEL AGUA	ÁREA TÉCNICO-ADMINISTRATIVO	ASISTENTE DE APOYO 3	PÚBLICA OTRA	01/09/2011	31/10/2013	CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES	RENUNCIA VOLUNTARIA FORMALMENTE PRESENTADA	
COLEGIO TÉCNICO SUSUDEL	DOCENTE	PROFESOR DE MATEMÁTICAS Y DIBUJO TÉCNICO	PÚBLICA OTRA	01/09/2010	30/08/2011	CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES	RENUNCIA VOLUNTARIA FORMALMENTE PRESENTADA	
<b>MISIÓN DEL PUESTO</b>								
<b>ACTIVIDADES ESCENCIALES</b>								

FIRMA  


## Anexo 6.-Hoja de vida del Lector 3

FICHA SIITH								
 Universidad Técnica de Cotopaxi		Unidad de Administración de Talento Humano						
HOJA DE VIDA								
DATOS PERSONALES								
NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANA	1802267037			EMERSON JAVIER	JACOME MOGRO	11/06/1974		CASADO
TELÉFONOS			DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANETE					
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
	0987061020	CALLE CANELOS Nro. 14		14	Casa blanca 3 p.	COTOPAXI	LATACUNGA	IGNACIO FLORES
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA				
TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA		
		<a href="mailto:emerson.jacome@utc.edu.ec">emerson.jacome@utc.edu.ec</a>	<a href="mailto:emersonjacome@hotmail.com">emersonjacome@hotmail.com</a>	MESTIZO				
FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. DE REGISTRO (SENESCYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	ÁREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAÍS
TERCER NIVEL	1010-03-392713	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	INGENIERA AGRÓNOMA		AGRICULTURA	5	OTROS	ECUADOR
4TO NIVEL - MAESTRÍA	1010-08-684405	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	MAGISTER EN GERENCIA DE EMPRESAS AGRÍCOLAS Y MANEJO DE POSCOSECHA		AGRICULTURA	4	SEMESTRES	ECUADOR
EVENTOS DE CAPACITACIÓN								
TIPO	NOMBRE DEL EVENTO (TEMA)		EMPRESA INSTITUCIÓN QUE ORGANIZA EL EVENTO	DURACIÓN HORAS	TIPO DE CERTIFICADO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	PAÍS
CURSO	MANEJO ECOLÓGICO E INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES		UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	60		12/10/2015	12/10/2015	PERÚ
TRAYECTORIA LABORAL RELACIONADA AL PUESTO								
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN	UNIDAD ADMINISTRATIVA (DEPARTAMENTO / ÁREA / DIRECCIÓN)	DENOMINACIÓN DEL PUESTO	TIPO DE INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA	MOTIVO DE SALIDA		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES	DOCENTE	PÚBLICA OTRA	01/04/2002	CONTINUA			

  
 FIRMA

**Anexo 7.-**Datos de las Humedades y sus coordenadas de las Estaciones Meteorológicas estudiadas.

HUMEDAD RELATIVA (%) DEL 2010																
NUMERO	ESTACION	XCOORD	YCOORD	ENER	FEBR	MARZ	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPTIE	OCTU	NOVIE	DICIEM	ANUAL
M003	IZOBAMA	-78,55	0,36666667	74	79	79	85	81	80	79	72	73	79	86	88	79,5
M004	RUMIPAMBA	78,5947222	-1,02	74	75	75	79	77	80	77	74	72	72	77	80	76
M009	LA VICTORIA INERHI	78,2005556	-0,06	85	86	87	88	86	86	85	78	81	81	87	90	85
M024	QUITO INAMHI/IÑAQUITO	78,4833333	0,16666667	63	66	66	77	75	72	74	68	70	73	83	82	72,4
M0120	COTOPAXI - CLIRSEN	78,5813889	0,62333333	98	98	98	98	98	97	98	97	96	97	98	97	97,5
M0123	EL CORAZON	79,0755556	1,13388889	95	95	93	93	89	89	88	82	86	84	84	94	89,3

Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

HUMEDAD RELATIVA (%) DEL 2011																
NUMERO	ESTACION	XCOORD	YCOORD	ENER	FEBR	MARZ	ABRIL	MAY	JUN	JULI	AGOS	SEPTIE	OCTU	NOVIE	DICIEM	ANUAL
M0003	IZOBAMBA	-78,55	0,36666667	82	86	85	89	80	79	77	72	76	83	80	84	81,0
M0004	RUMIPAMBA	78,5947222	-1,02	76	79	73	80	77	78	80	73	75	67	70	79	75,5
M0009	LA VICTORIA INERHI	78,2005556	-0,06	88	88	88	90	87	86	84	81	82	86	85	88	86,0
M0024	QUITO INAMHI - INNAQUITO	78,4833333	0,16666667	78	83	82	84	77	72	75	66	67	74	72	77	75,5
M0120	COTOPAXI / CLIRSEN	78,5811111	0,62333333	99	99	99	95	95	96	96	95	95	96	95	96	96,3
M0123	EL CORAZON	79,0755556	1,13388889	95	95	93	91	87	88	88	79	83	84	84	94	88,4

Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

HUMEDAD RELATIVA (%) DEL 2012																
NUMERO	ESTACION	XCOORD	YCOORD	ENER	FEBRE	MARZ	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPTIE	OCTU	NOVIE	DICIEM	ANUAL
M0003	IZOBAMBA	-78,55	0,36666667	88	88	82	88	82	76	69	68	65	80	84	79	79,0
M0004	RUMIPAMBA - SALCEDO	78,5947222	-1,02	79	79	78	77	77	75	73	70	74	75	76	73	75,5
M0009	LA VICTORIA INERHI	78,2005556	-0,06	90	89	86	88	86	82	76	75	76	82	85	84	83,2
M0024	QUITO INAMHI - INNAQUITO	78,4833333	0,16666667	81	79	78	86	79	72	68	63	62	73	79	76	74,6
M0120	COTOPAXI / CLIRSEN	78,5813889	0,62333333	97	98	97	97	96	97	94	94	98	96	97	97	96,5
M0123	EL CORAZON	79,0755556	1,13388889	96	93	94	92	91	91	85	80	82	86	91	91	89,3

Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

**Anexo 8.-** Datos de las Longitudes y Latitudes de las Estaciones Meteorológicas estudiadas.

2010										
Numero	Nombre	Punto	Latitud				Longitud			
			Grados	Minutos	Segundos	YCOORD	Grados	Minutos	Segundos	XCOORD
1	M003	Izobamba	0	22	0	-0,36666667	78	33	0	-78,55
2	M004	Rumipamba - Salcedo	1	1	12	-1,02	78	35	41	-78,5947222
3	M009	La Victoria INERHI	0	3	36	-0,06	78	12	2	-78,2005556
4	M024	Quito - INAMHI- IÑAQUITO	0	10	0	-0,16666667	78	29	0	-78,4833333
5	M0120	Cotopaxi - Clirsen	0	37	24	-0,62333333	78	34	53	-78,5813889
6	M0123	El Corazón	1	8	2	-1,13388889	79	4	32	-79,0755556

Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

2011										
Numero	Nombre	Punto	Latitud			YCOORD	Longitud			XCOORD
			Grados	Minutos	Segundos		Grados	Minutos	Segundos	
1	M0003	Izobamba	0	22	0	-0,36666667	78	33	0	-78,55
2	M0004	Rumipamba - Salcedo	1	1	12	-1,02	78	35	41	-78,5947222
3	M0009	La Victoria INERHI	0	3	36	-0,06	78	12	2	-78,2005556
4	M0024	Quito INAMHI - INNAQUITO	0	10	0	-0,16666667	78	29	0	-78,4833333
5	M0120	Cotopaxi - Clirsen	0	37	24	-0,62333333	78	34	52	-78,5811111
6	M0123	El Corazón	1	8	2	-1,13388889	79	4	32	-79,0755556

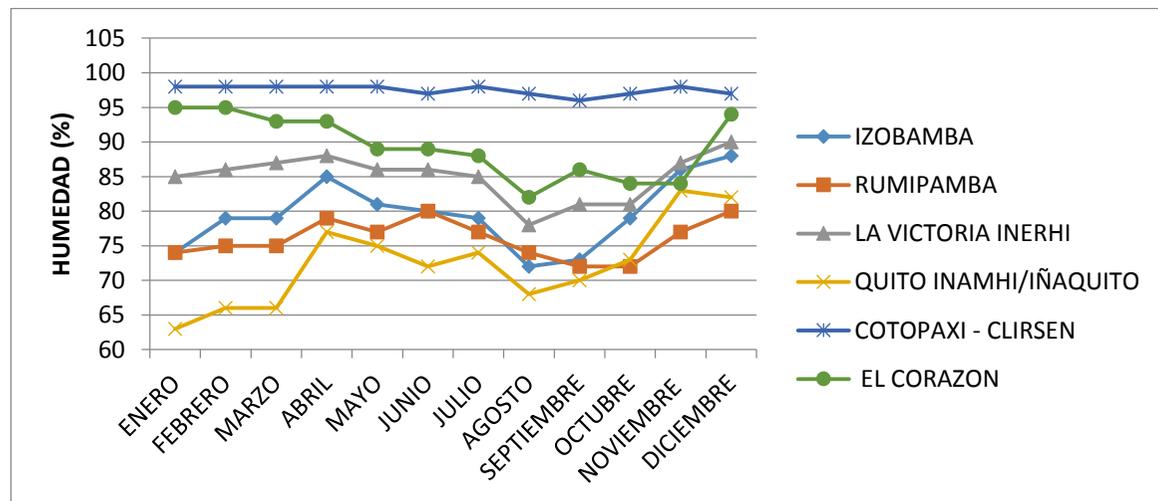
Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

2012										
Numero	Nombre	Punto	Latitud			YCOORD	Longitud			XCOORD
			Grados	Minutos	Segundos		Grados	Minutos	Segundos	
1	M0003	Izobamba	0	22	0	-0,36666667	78	33	0	-78,55
2	M0004	Rumipamba - Salcedo	1	1	12	-1,02	78	35	41	-78,5947222
3	M0009	La Victoria INERHI	0	3	36	-0,06	78	12	2	-78,2005556
4	M0024	Quito INAMHI - INNAQUITO	0	10	0	-0,16666667	78	29	0	-78,4833333
5	M0120	Cotopaxi - Clirsen	0	37	24	-0,62333333	78	34	53	-78,5813889
6	M0123	El Corazón	1	8	2	-1,13388889	79	4	32	-79,0755556

Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

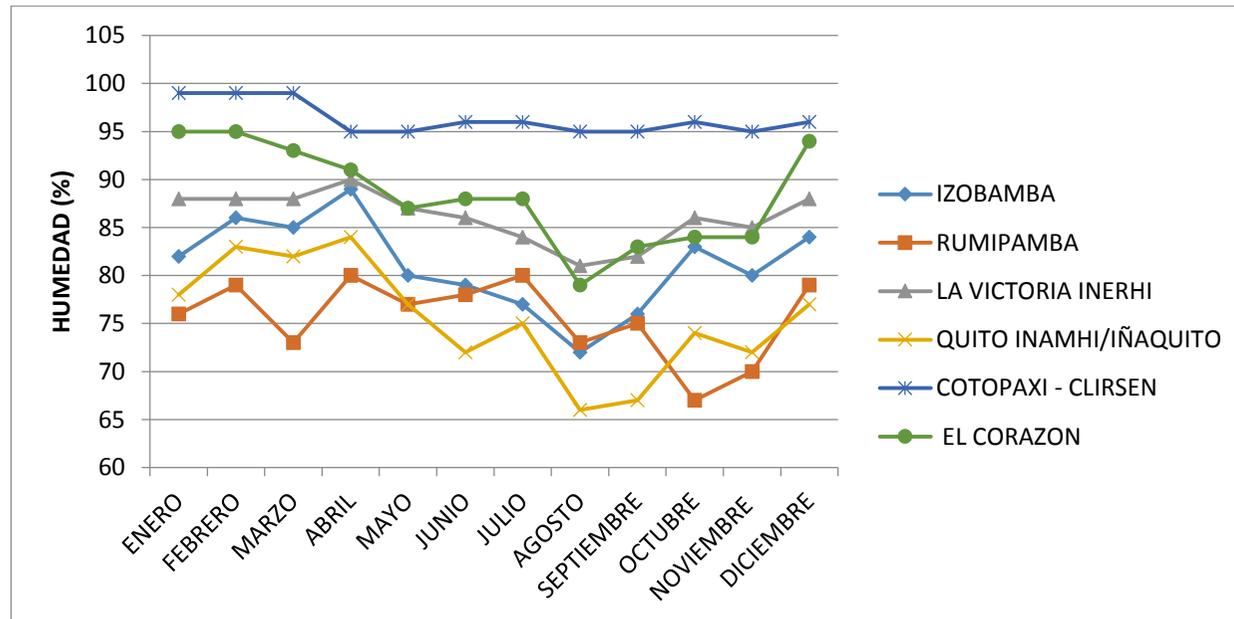
**Anexo 9.- Resultados Cuantitativos.**

NUMERO	XCOORD	YCOORD	ESTACION	HUMEDAD RELATIVA (%) DEL 2010												ANUAL	
				ENER	FEBRE	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPTIEM	OCTU	NOVIEM	DICIE		
M003	-78,55	0,36666667	IZOBAMA	74	79	79	85	81	80	79	72	73	79	86	88	79,5	
M004	78,59472222	-1,02	RUMIPAMBA	74	75	75	79	77	80	77	74	72	72	77	80	76	
M009	78,20055556	-0,06	LA VICTORIA INERHI	85	86	87	88	86	86	85	78	81	81	87	90	85	
M024	78,48333333	0,16666667	QUITO INAMHI/IÑAQUITO	63	66	66	77	75	72	74	68	70	73	83	82	72,4	
M0120	78,58138889	0,62333333	COTOPAXI - CLIRSEN	98	98	98	98	98	97	98	97	96	97	98	97	97,5	
M0123	79,07555556	1,13388889	EL CORAZON	95	95	93	93	89	89	88	82	86	84	84	94	89,3	
																<b>Promedio</b>	83,3



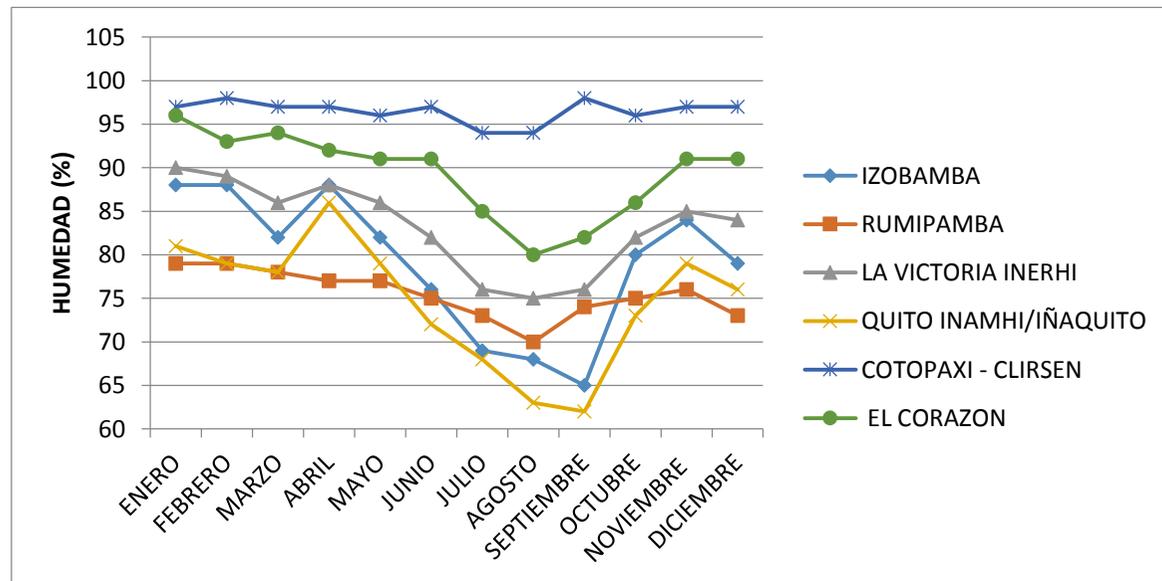
Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

HUMEDAD RELATIVA (%) DEL 2011																
NUMERO	XCOORD	YCOORD	ESTACION	ENER	FEBRE	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPTIEM	OCTU	NOVIEM	DICIEM	ANUAL
M003	-78,55	0,366666667	IZOBAMA	82	86	85	89	80	79	77	72	76	83	80	84	81,0
M004	78,59472222	-1,02	RUMIPAMBA	76	79	73	80	77	78	80	73	75	67	70	79	75,5
M009	78,20055556	-0,06	LA VICTORIA INERHI	88	88	88	90	87	86	84	81	82	86	85	88	86,0
M024	78,48333333	0,166666667	QUITO INAMHI/IÑAQUITO	78	83	82	84	77	72	75	66	67	74	72	77	75,5
M0120	78,58138889	0,623333333	COTOPAXI - CLIRSEN	99	99	99	95	95	96	96	95	95	96	95	96	96,3
M0123	79,07555556	1,133888889	EL CORAZON	95	95	93	91	87	88	88	79	83	84	84	94	88,4
															<b>Promedio</b>	83,84



Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

HUMEDAD RELATIVA (%) DEL 2012																	
NUMERO	XCOORD	YCOORD	ESTACION	ENER	FEBRE	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPTIEM	OCTUB	NOVIEM	DICIEM	ANUAL	
M003	-78,55	0,36666667	IZOBAMA	88	88	82	88	82	76	69	68	65	80	84	79	79,0	
M004	78,59472222	-1,02	RUMIPAMBA	79	79	78	77	77	75	73	70	74	75	76	73	75,5	
M009	78,20055556	-0,06	LA VICTORIA INERHI	90	89	86	88	86	82	76	75	76	82	85	84	83,2	
M024	78,48333333	0,16666667	QUITO INAMHI/IÑAQUITO	81	79	78	86	79	72	68	63	62	73	79	76	74,6	
M0120	78,58138889	0,62333333	COTOPAXI - CLIRSEN	97	98	97	97	96	97	94	94	98	96	97	97	96,5	
M0123	79,07555556	1,13388889	EL CORAZON	96	93	94	92	91	91	85	80	82	86	91	91	89,3	
																<b>Promedio</b>	83,0

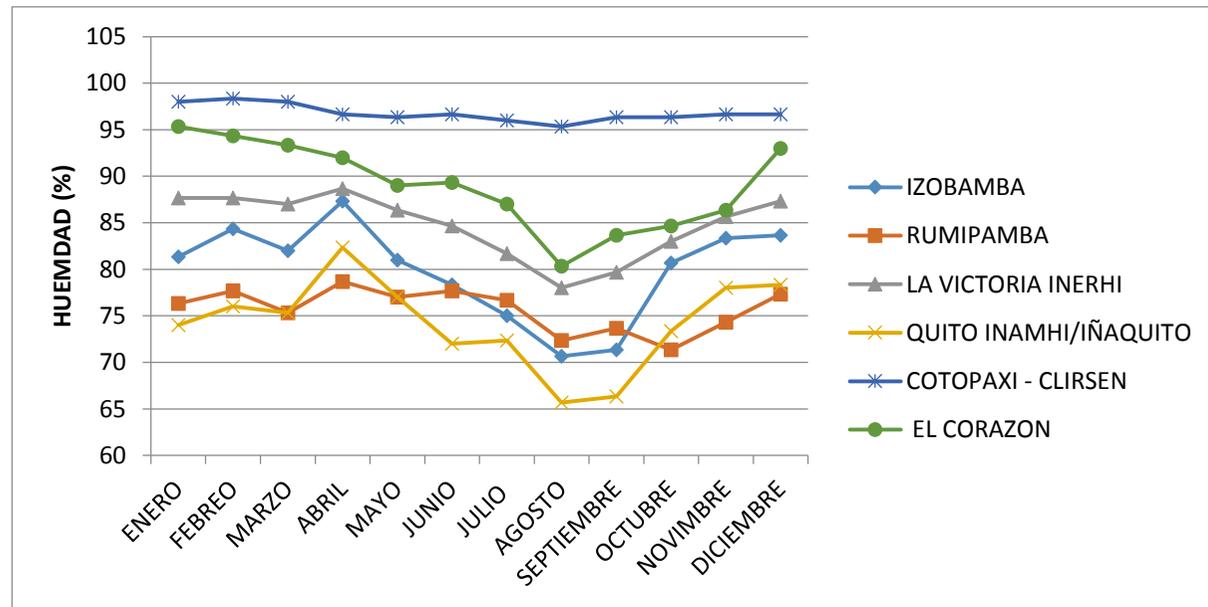


Elaborado por.- Chiluisa Sthefania.2017

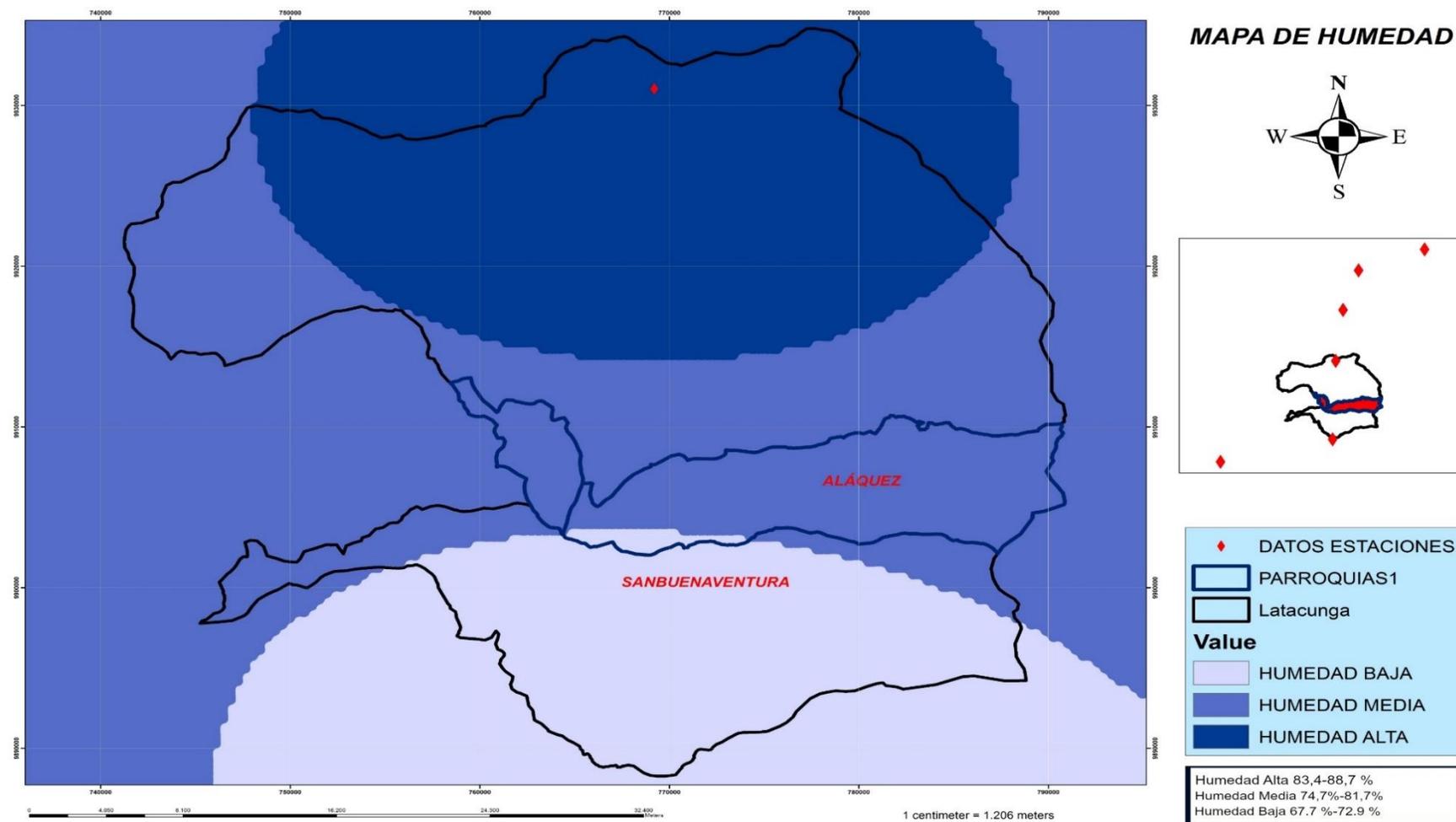
**Anexo 10.-Resultados Cuantitativos de los años 2010-2012. Análisis Estadístico.**

<b>HUMEDAD RELATIVA (%) DE LOS AÑOS 2010-2012</b>													
<b>ESTACIONES</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRE</b>	<b>MARZ</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGOS</b>	<b>SEPTIEM</b>	<b>OCTU</b>	<b>NOVIM</b>	<b>DICIEM</b>	<b>MEDIA</b>
IZOBAMA	81,3	84,3	82	87,3	81	78,3	75	70,6	71,3	80,6	83,3	83,6	79,9
RUMIPAMBA	76,3	77,6	75,3	78,6	77	77,6	76,6	72,3	73,6	71,3	74,3	77,3	75,6
LA VICTORIA INERHI	87,6	87,6	87	88,6	86,3	84,6	81,6	78	79,6	83	85,6	87,3	84,7
QUITO INAMHI/ÍÑAQUITO	74	76	75,3	82,3	77	72	72,3	65,6	66,3	73,3	78	78,3	74,2
COTOPAXI - CLIRSEN	98	98,3	98	96,6	96,3	96,6	96	95,3	96,3	96,3	96,6	96,6	96,7
EL CORAZON	95,3	94,3	93,3	92	89	89,3	87	80,3	83,6	84,6	86,3	93	89,0
<b>Promedio</b>													83,4

Elaborado por.-  
Chiluisa S(2017)

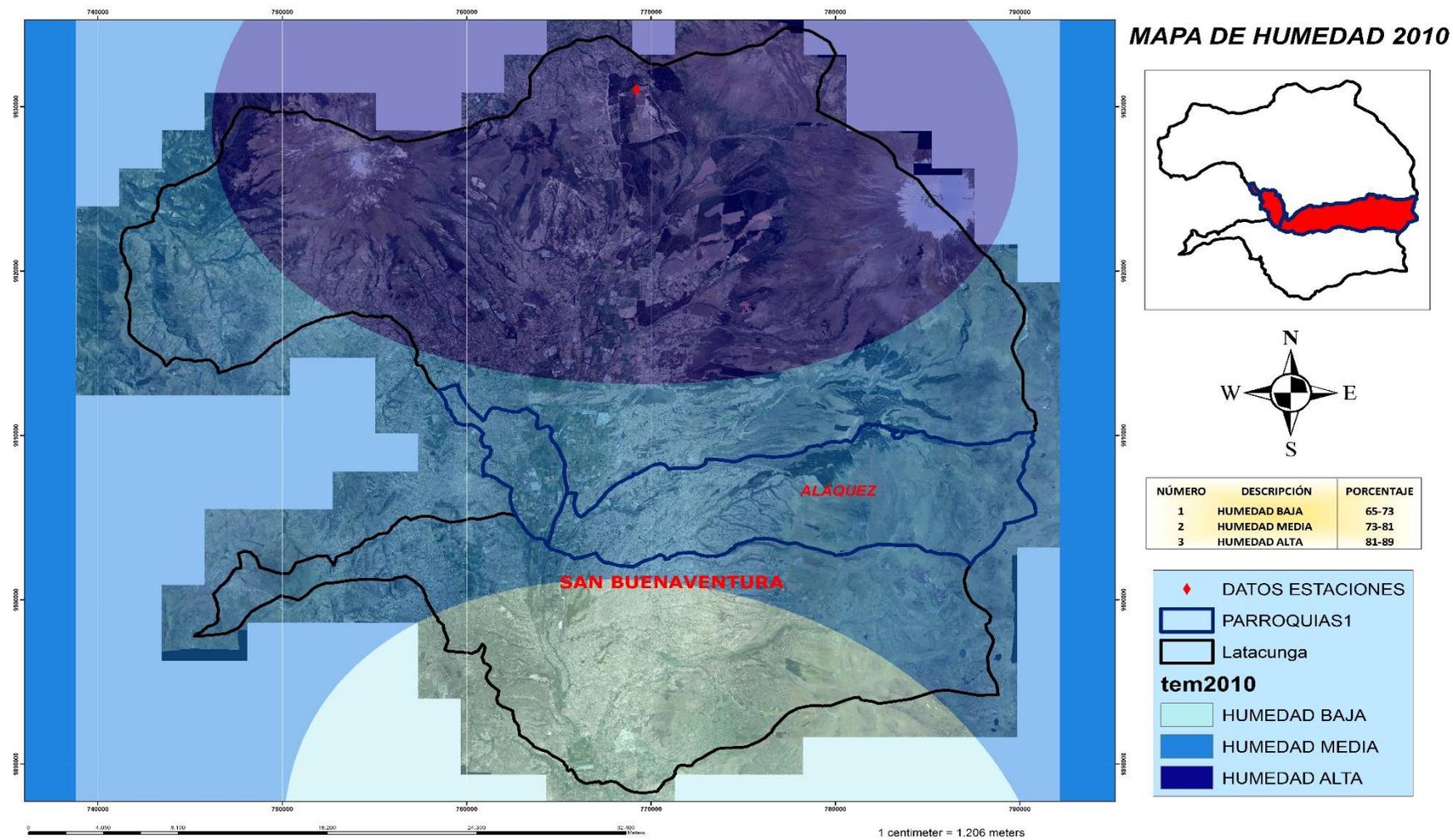


## Anexo 11.- Resultados Cualitativo.



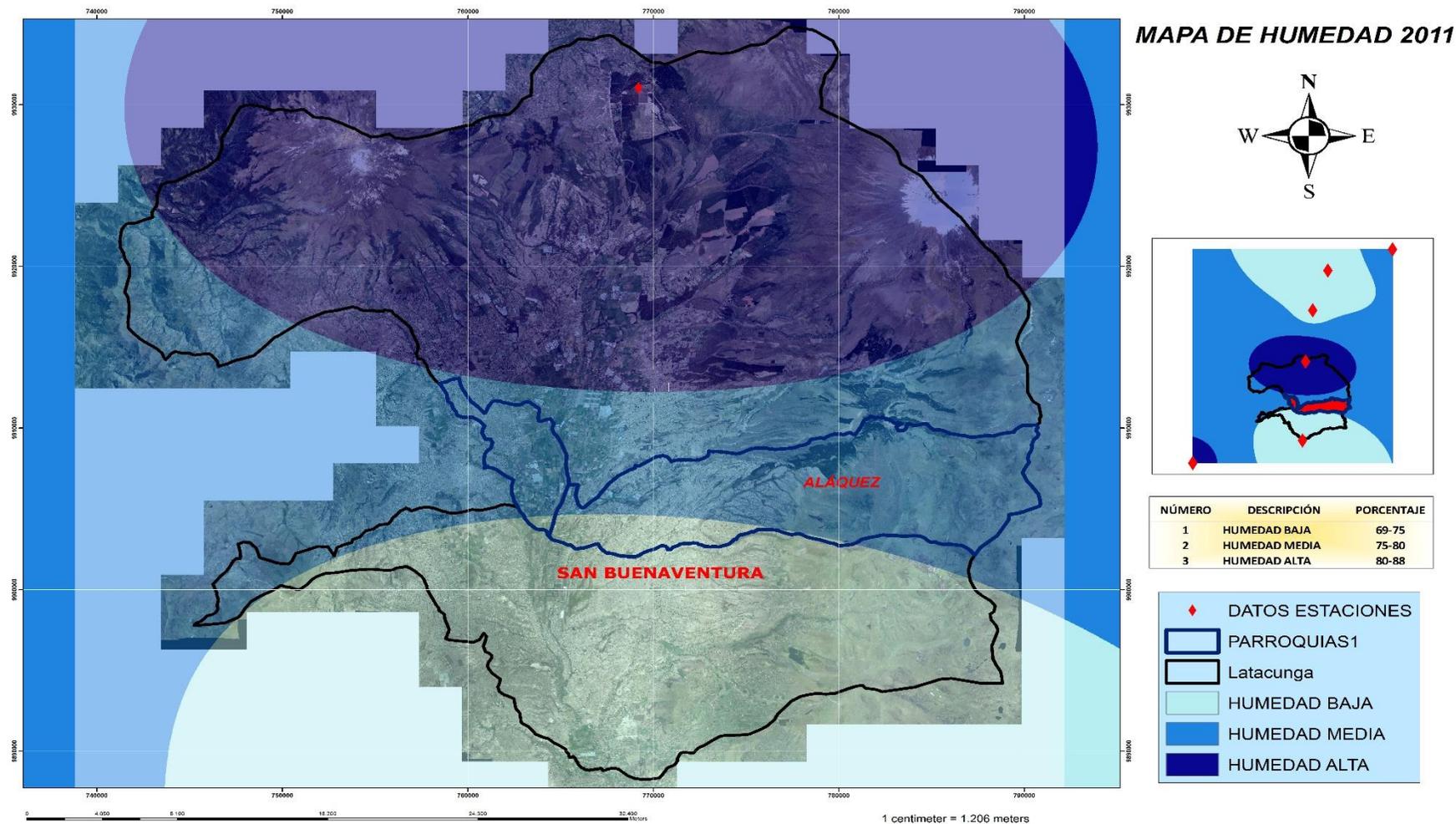
Elaborado por: Chiluisa S.

## Anexo 12.-Resultados Cualitativo del año 2010



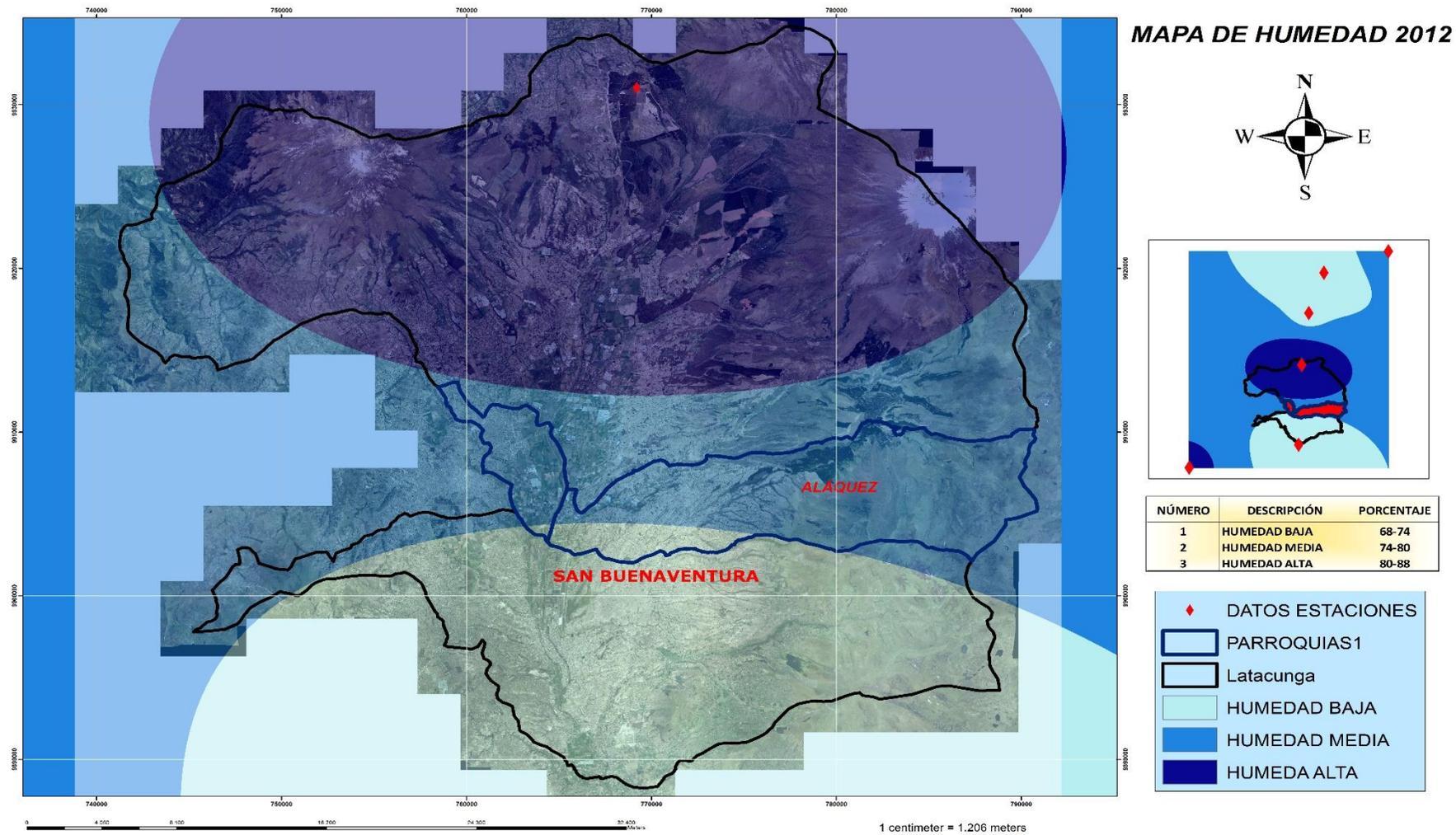
Elaborado por: Chiluisa S.

Anexo 13.-Resultados Cualitativo del año 2011.



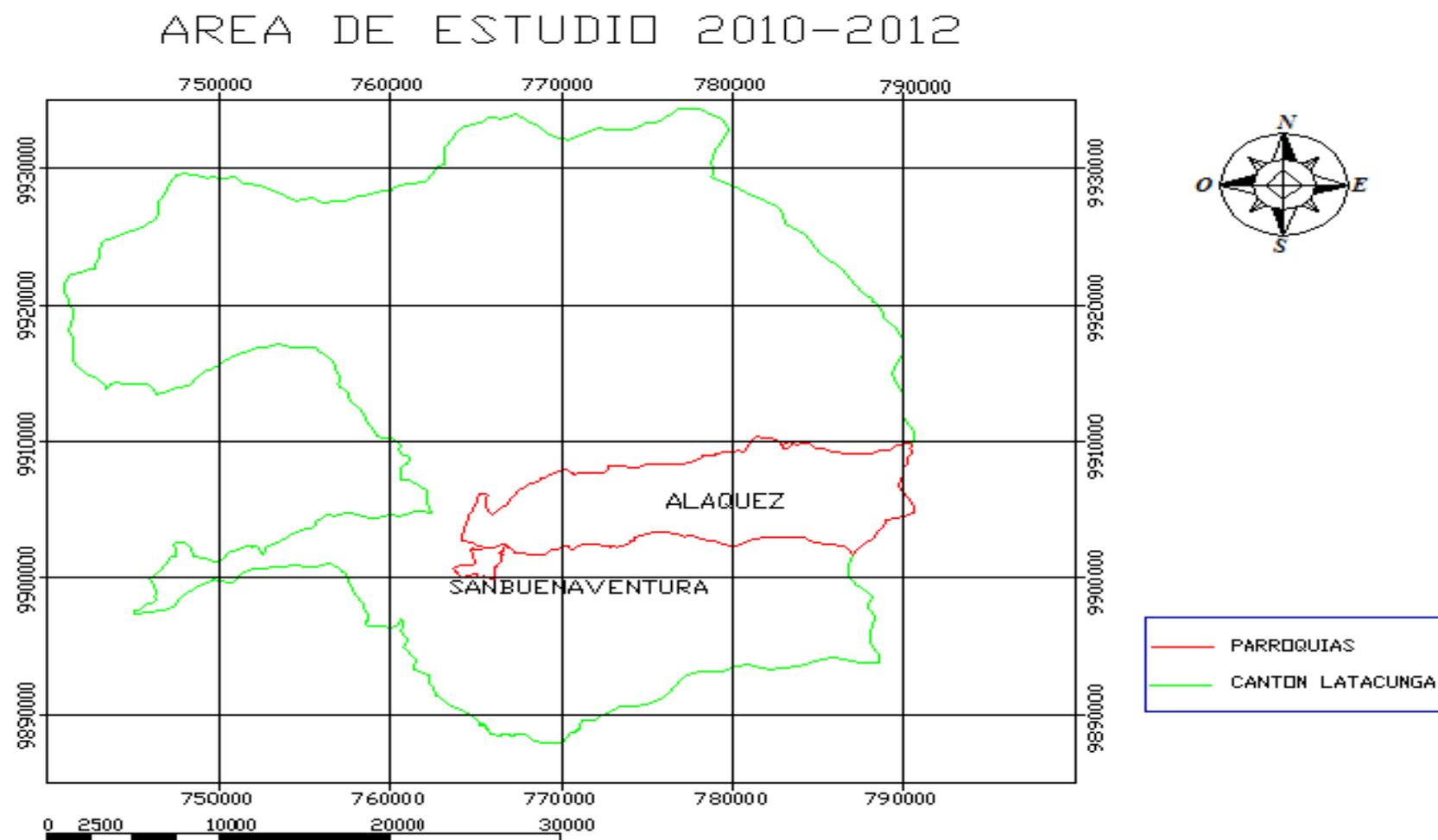
Elaborado por: Chiluisa S.

Anexo 14.-Resultados Cualitativo del año 2012.



Elaborado por: Chiluisa S.

## Anexo 15.- Área de estudio



Elaborado por: Chiluisa Sthefania (2017)