



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

**CORRELACIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS (TEMPERATURA Y
PRECIPITACIÓN) CON EL ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL
CON EL MÉTODO NDVI EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PISO BIOCLIMÁTICO, BOSQUE
SIEMPRE VERDE PIEMONTANO DE CORDILLERA OCCIDENTAL
DE LOS ANDES COMPRENDIDO ENTRE 300 Y 1400 MSNM.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Medio
Ambiente

Autor:

Jerson Paul Velasco Tobar

Tutor:

Dr. Polivio Moreno Mg.

LATACUNGA– ECUADOR

Octubre 2019

DECLARACIÓN DE AUDITORIA

Yo, **Velasco Tobar Jerson Paul**, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“CORRELACIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS (TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN) CON EL ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL CON EL MÉTODO NDVI EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PISO BIOCLIMÁTICO, BOSQUE SIEMPRE VERDE PIEMONTANO DE CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES COMPRENDIDO ENTRE 300 Y 1400 MSNM.”**, siendo el **Dr. Polivio Moreno**, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Velasco Tobar Jerson Paul

CI: 1500682545

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra de una parte **VELASCO TOBAR JERSON PAUL**, identificado con C.C. N° **150068254-5** de estado **SOLTERO** y con domicilio en la ciudad de Ambato, provincia Tungurahua, a quienes en lo sucesivo se denominará el **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 **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **LA/EL CEDENTE**, es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - (Octubre 2014 - Febrero 2015 hasta Abril - Agosto 2019)

Aprobación HCD. – 1 de Octubre del 2019

Tutor. – Dr. Polivio Moreno

Tema: **“CORRELACIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS (TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN) CON EL ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL CON EL MÉTODO NDVI EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PISO BIOCLIMÁTICO, BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES COMPRENDIDO ENTRE 300 Y 1400 MSNM.”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **EL CESIONARIO**, 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, **EL CEDENTE** autoriza a **EL CESIONARIO** 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 **EL CEDENTE**, transfieren definitivamente a **EL CESIONARIO** 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 **EL CESIONARIO** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL 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 **EL CESIONARIO** 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 **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

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

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, 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, el día 1 del mes de Octubre del 2019.

Velasco Tobar Jerson Paul
EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“CORRELACIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS (TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN) CON EL ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL CON EL MÉTODO NDVI EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PISO BIOCLIMÁTICO, BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES COMPRENDIDO ENTRE 300 Y 1400 MSNM”, de VELASCO TOBAR JERSON PAUL, identificado con C.C. N° 150068254-5, de la carrera de INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE, 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 Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 15 de Octubre del 2019

.....
TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Mg. Polivio Oswaldo Moreno Navarrete

CC: 050104764-1

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Miembros del Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente; por cuanto, el postulante: **VELASCO TOBAR JERSON PAUL**, identificado con C.C. N° **150068254-5**, con el proyecto de investigación, cuyo título es: **“CORRELACIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS (TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN) CON EL ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL CON EL MÉTODO NDVI EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PISO BIOCLIMÁTICO, BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES COMPRENDIDO ENTRE 300 Y 1400 MSNM”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Sustentación** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 15 de Octubre del 2019

Para constancia firman:

LECTOR 1 (presidente)

Ing. José Andrade

C.I.: 050252448-1

LECTOR 2(Secretario)

Mg. Jaime Lema.

C.I.:171375993-2

LECTOR 3 (Opositor/a)

Ing. Paolo Chasi.

C.I.: 050240972-5

AGRADECIMIENTO

Primeramente le agradezco a Dios por ser mi inspiración y fortaleza día tras día, brindándome fuerza para culminar con mis estudios.

Agradezco a mis padres Alfredo Velasco y Lida Tobar, por brindarme apoyo moralmente y económicamente durante todo este tiempo de estudio, siendo ellos mi motivación de continuar adelante, apoyándome en todos mis aciertos y desaciertos para convertirme en una persona de bien.

A todas mis familiares, hermanos y sobrinos que siempre estuvieron conmigo en todos mis logros dándome la confianza y fortaleza para continuar adelante.

A mis amigos que fui conociendo en el transcurso de esta carrera estudiada y a mi enamorada Carolina Carrasco.

JERSON VELASCO

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación principalmente se lo dedico a Dios, por ser mi inspiración y darme vida para continuar día tras día en el proceso de obtener un logro más en mi vida.

A mis padres Alfredo Velasco y Lida Tobar por su sacrificio y por su amor que me ayudaron a seguir adelante en todos estos años de estudios, gracias a ustedes he logrado terminar mi carrera y ser un hombre de bien.

A mis hermanos y sobrinos por estar siempre presentes y motivándome a continuar adelante en este largo tiempo de estudio.

A todas las personas que me han apoyado con un granito de arena y han hecho que esta investigación se realice con éxito.

JERSON VELASCO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TITULO: “CORRELACIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS (TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN) CON EL ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL CON EL MÉTODO NDVI EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PISO BIOCLIMÁTICO, BOSQUE SIEMPRE VERDE PIEMONTANO DE CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES COMPRENDIDO ENTRE 300 Y 1400 MSNM.”

Autor: Jerson Paul Velasco Tobar

RESUMEN

El proyecto se estableció en la correlación paralela entre el índice de cobertura vegetal a través del tiempo y las diferentes variables climáticas como es temperatura, precipitación mediante las cuales, se elaboró el diagrama de Gaussen que permitió conocer la variabilidad climática establecidas en años anteriores, para lo cual se partió de imágenes satelitales que permitieron establecer comparaciones que permitan definir la variación de cobertura vegetal en el bosque BsPn01. En tal virtud se pudo establecer que no existe influencia de los factores climáticos (temperatura y precipitación), con la variación de la cobertura vegetal, generando nuevos espacios de investigación futuros relacionados a las variables climáticas que permitan establecer principios de conservación y adaptación de las especies en el Sector. Los resultados del diagrama de Gaussen se pudo observar que existió un desplazamiento inverso de la época húmeda hacia la época seca de aproximadamente de 38 días, esto tuvo lugar en el mes de julio en el periodo de 1995-2004; prolongándose hasta la tercera semana del mes de junio (en el periodo de 2005-2014). En comparación con los mapas elaborados con el índice NDVI en el programa ARCGIS, se pudo obtener que en el año de 1990 existía una mayor cantidad de bosque húmedo en el área de estudio, al transcurrir los años según el mapa del año 2008 se puede observar que existe deforestación en áreas donde protección, debido al avance de la frontera agrícola. Según el mapa del año 2016 se puede corroborar que existe incremento de la cobertura vegetal en comparación con los años pasados, los cuales se debe a que al haber una temperatura constante y mucha humedad se aumenta la cobertura vegetal.

Palabras clave: Piso bioclimático, factores climáticos, cobertura vegetal, cambio climático, índice NDVI, diagrama de Gaussen, deforestación.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF NATURAL RESOURCES AND AGRICULTURAL SCIENCES
ENVIRONMENTAL ENGINEERING MAJOR**

THEME: "CORRELATION OF CLIMATE VARIABLES (TEMPERATURE AND PRECIPITATION) WITH THE VEGETAL COVERAGE INDEX, THE NDVI METHOD, IN THE NOROCCIDENTAL AREA OF THE COTOPAXI PROVINCE IN THE BIOCLIMATIG FLOOR, "BOSQUE SIEMPRE VERDE PIEMONTANO" OF THE OCCIDENTAL ANDES MOUNTAIN BETWEEN 300 AND 1400 MSNM."

Author: Jerson Paul Velasco Tobar

ABSTRACT

The project was established in the parallel correlation between the index of plant coverage over time and the different climatic variables such as temperature, precipitation through which, the Gausson diagram was developed that allowed us to know the climate variability established in previous years, for which it was based on satellite images that allowed to establish comparisons that allow to define the variation of the vegetation cover in the forest BsPn01. In this virtue, it was established that there is no influence of climatic factors (temperature and precipitation), with the variation of vegetation cover, generating new spaces of future research related to climate variables that allow establish principles of conservation and adaptation of species in the Sector. The results of the Gausson diagram were observed that there was an inverse displacement of the wet season towards the dry season of approximately 38 days, this took place in the July month in the period 1995-2004; lasting until the third week of June (in the period 2005-2014). Compared to the maps drawn with the NDVI index in the ARCGIS program, it was possible to obtain that in the year 1990 there was a greater amount of wet forest in the study area, as the years pass according to the map of 2008 it can be observed that there is deforestation in areas where protection existed, due to the advance of the agricultural border. According to the 2016 map it can be corroborated that there is an increase in plant cover compared to the past years, which is due to the increase of a constant temperature and high humidity that the plant cover is increased.

Keywords: bioclimatic floor, climatic factors, plant coverage, climate change, NDVI index, Gausson diagram, deforestation.

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3.	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	5
5.1.	Objetivo General	5
5.2.	Objetivos Específicos	5
7.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	7
7.1.	Biodiversidad en el Ecuador.....	7
7.1.1.	La Superficie Forestal del Ecuador	8
7.2.	Pisos bioclimáticos	9
7.3.	Cambio climático.....	9
7.3.1.	Efecto invernadero	10
7.3.2.	Gases de efecto invernadero.....	10
7.3.3.	Efectos del cambio climático en la cobertura vegetal	10
7.3.4.	Afectación de los suelos por el cambio climático	11
7.3.5.	Efectos previstos del cambio climático en la salud de los bosques	12
7.4.	Marco legal.....	13
7.4.1.	Constitución	13
7.4.2.	TÍTULO I De los Recursos Forestales	14
7.4.3.	CAPITULO I Del Patrimonio Forestal del Estado.....	14
7.4.4.	CAPITULO III De los Bosques y Vegetación Protectores	14
8.	PREGUNTA CIENTÍFICA	15
9.	METODOLOGÍA	15
9.1.	Métodos	15
9.1.1.	Inductivo.....	15

9.1.2.	Fase de gabinete	16
11.	MÉTODOS.....	17
11.1.	Método de interpolación	17
11.2.	Método bibliográfico.....	17
11.3.	Método histórico	17
11.4.	Método estadístico	18
11.5.	Método descriptivo	18
12.	TÉCNICAS	18
12.1.	Observación científica	18
12.2.	De campo	18
13.	HERRAMIENTAS.....	18
13.1.	Análisis de datos	18
13.2.	Ficha de campo	19
13.3.	Registro fotográfico.	19
14.	SOFTWARE	19
14.1.	EXCEL.....	19
14.2.	MICROSOFT WORD	19
14.3.	AUTO-CAD.....	20
14.4.	ARCGIS	20
14.5.	LAND VIEWER.....	20
15.	INSTRUMENTOS	20
		15.1. GPS20
15.2.	Libreta de campo.....	20
15.3.	Computador.....	20
16.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
17.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	21
17.1.	Análisis de resultados.....	25

17.2.	Análisis del primer diagrama de Gaussén comprendido entre los años de 1995-2004	28
17.3.	Análisis del segundo diagrama de Gaussén comprendido entre los años de 2005-2014	28
17.4.	Análisis de desplazamiento	29
17.5.	Comparación y análisis de las imágenes satelitales	29
18.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	31
19.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
19.1.	CONCLUSIONES	32
19.2.	RECOMENDACIONES	32
20.	BIBLIOGRAFÍA.....	33
21.	ANEXOS.....	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de beneficiarios del proyecto investigativo	3
Tabla 2: actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	6
Tabla 3: Vegetación forestal del Ecuador (en Ha)	8
Tabla 4: Datos de temperaturas anuales	22
Tabla 5: Datos de precipitaciones anuales.....	23
Tabla 6: Datos utilizados en el Diagrama de Gausson (1995 - 2004)	26
Tabla 7: Datos utilizados en el Diagrama de Gausson (2005 - 2014)	27
Tabla 8.- Presupuesto para la elaboración del proyecto.	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Datos promedios de temperaturas y precipitaciones anuales	24
Grafico 2: Diagrama de Gaussen.....	26
Grafico 3: Diagrama de Gaussen.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: CURRICULUM VITAE TUTOR.....	1
ANEXO 2: CURRICULUM VITAE DEL ESTUDIANTE.....	5
ANEXO 3: AVAL DE TRADUCCIÓN	6
ANEXO 4: UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	7
ANEXO 5: MAPA DE COBERTURA VEGETAL DEL AÑO 1990	8
ANEXO 6: MAPA DE COBERTURA VEGETAL DEL AÑO 2008.....	9
ANEXO 7: MAPA DE COBERTURA VEGETAL DEL AÑO 2016	10
ANEXO 8: DATOS DE PRECIPITACIONES MENSUALES Y ANUALES	11
ANEXO 9: DATOS DE TEMPERATURA MENSUALES Y ANUALES	12

1. INTRODUCCIÓN

En la Provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí entre el sector el Tingo y Pangua se encuentra el primer piso bioclimático (BsPn01) que se establece en una altura entre 300- 1400m.s.n.m. Bosque Siempre verde Piemontano de Cordillera Occidental de los Andes donde se realizó el presente proyecto de investigación, el cual consiste en la correlación de variables climáticas (Temperatura Y Precipitación) con el índice de cobertura vegetal con el método NDVI en la zona noroccidental de la provincia de Cotopaxi.

Existe una preocupación por el cambio climático, un tema que con el pasar del tiempo ha ido surgiendo interés por los investigadores que quieren hallar sus causas y evidenciar sus efectos, en el Ecuador se ha observado un marcado retroceso de los glaciares de montaña, aumento de la temperatura y cambios en la humedad y las lluvias, entre otros, que afectarán a mediano y largo plazo la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, en términos de sus ciclos fenológicos, de nutrientes y agua y que, finalmente, incidirán en la prestación de bienes y servicios que los ecosistemas brindan a los seres vivos.

La deforestación de los bosques tropicales del planeta está incidiendo en la temperatura superficial de la Tierra. Esto ocurre de diferentes maneras. Según un estudio publicado en la revista Nature, el cambio en la cobertura vegetal de los suelos está alterando las propiedades que estos tienen de reflejar la radiación solar.

Según Luis Maisincho, investigador de la Universidad Amazónica Ikiam “Una superficie sin cobertura vegetal, con excepción del hielo, absorberá mayor radiación y, por lo tanto, aumentará su temperatura y la del aire del lugar. De esta forma se puede ver la relación que existe entre deforestación y calentamiento de la tierra.”

La amenaza del cambio climático causa preocupación entre los científicos, ya que los factores climáticos indispensables para el crecimiento de los cultivos, como la precipitación y la temperatura, se verán afectados e impactarán la producción agrícola.

El 47,5% de las tierras en Ecuador sufren algún proceso de degradación, debido a cambios en la cobertura vegetal natural para transformarla en espacios de uso para la agricultura, ganadería, centros poblados, zonas industriales, entre otros.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las plantas son reconocidas universalmente como una parte vital de la diversidad biológica del mundo y un recurso esencial para el planeta. La cobertura vegetal del mundo tiene una gran importancia económica y cultural y realizan un papel clave en el mantenimiento del equilibrio ambiental de la Tierra y la estabilidad de los ecosistemas. Brindando múltiples servicios eco sistémicos.

La extinción y la disminución de la diversidad vegetal se deben a una serie de factores, entre ellos el crecimiento de la población, el avance de la frontera agrícola, la destrucción de hábitat y la deforestación de bosques, la explotación excesiva, la propagación de especies exóticas invasoras, el cambio climático y la contaminación.

El presente trabajo de investigación está enfocado en el problema de las alteraciones climáticas que va surgiendo paulatinamente por efecto de la contaminación ambiental, que influye directamente en el proceso de valoración de cobertura vegetal, el presente trabajo fue orientado a la utilización y análisis de datos meteorológicos obtenidos de la estación meteorológica código M0124 (Estación La Maná) que permitió analizar los parámetros de temperatura y precipitación para acceder a determinar su influencia en la cobertura vegetal.

Debido a la problemática vivida por los efectos del cambio climático en el Ecuador, esta investigación está dirigida a establecer el cambio de la cobertura vegetal, es necesario generalizar información a la población sobre la variación de los parámetros climáticos que pueden influir en las especies que se encuentran en peligro de extinción.

Este trabajo de investigación corroboró a reforzar conocimientos, además permitió cumplir con el proceso de enseñanza y aprendizaje.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto investigativo

BENEFICIARIOS DIRECTOS	
Universidad Técnica de Cotopaxi Proyecto de Banco de Germoplasma de la Universidad Departamento de Investigación	
BENEFICIARIOS INDIRECTOS	La Maná Pobladores del Sector 1737 Masculino 1687 Femenina <hr/> 3426 Total de Pobladores

Fuente: INEC, 2010

Elaborado por: Jerson Velasco

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La variabilidad climática que existe en el mundo es un tema que ha ido ampliándose con el transcurso del tiempo, (CMNUCC, 2003) manifiesta que “...la comunidad científica mundial tenía conocimiento y pruebas sobre el calentamiento global desde décadas atrás, hasta que fue evidenciado en la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima de 1979...”

Según (Delgado, 2008) las zonas húmedas disminuirán, mientras que las zonas secas aumentarán en aproximadamente 14%, existirá una tendencia al aumento de la distribución de especies en los rangos septentrionales (altas latitudes) y un detrimento en regiones meridionales (baja latitud), esto conlleva graves problemas asociados; el cambio en la distribución de las especies afecta a su conservación y a su diversidad genética, en consecuencia, las poblaciones situadas en los márgenes meridionales, que han estado consideradas muy importantes para la conservación a largo plazo de la diversidad genética y por su potencial evolutivo, se ven en peligro por esta pérdida.

El origen de los efectos de cambio climático es la variabilidad de factores climáticos como temperatura, precipitación que es clave para la determinación del desarrollo que tienen las especies vegetales. El cambio climático también afecta a la planta como organismo, ya que le

produce cambios en su metabolismo y en su fenología (ritmos periódicos o estacionales de la planta).

Según Thomas et al. (2004) un cambio climático mínimo produciría la extinción del 18% de las especies conocidas, mientras que un cambio máximo del 35% de especies.

De acuerdo al IV Informe del IPCC, aproximadamente el 20 - 30% de las especies de plantas y animales posiblemente se encontrarán en un aumento de peligro de extinción si la temperatura global media se excede en 1.5 - 2.5° C (IPCC, 2007). Estas proyecciones son preocupantes especialmente en áreas que se caracterizan por poseer una alta riqueza de biodiversidad, con alto índice poblacional y elevadas tasas de destrucción de hábitats naturales como es el caso de los Andes Tropicales.

Es muy importante tomar en cuenta la ausencia de estudios de los efectos del cambio climático y a que no existe una investigación que se haya realizado con el fin de correlacionar variables climáticas a través del tiempo con imágenes satelitales, es decir existe una carencia de este tipo de información.

En base a las observaciones anteriores el problema de investigación se lo define como: Insuficiente información acerca de la influencia del cambio climático en la cobertura vegetal del sector la Maná, en el piso bioclimático: Bosque Siempre verde Piemontano de Cordillera Occidental de los Andes, comprendido entre 300 y 1400 msnm.

5. OBJETIVOS DEL PROYECTO

5.1. Objetivo General

Correlacionar las variables climáticas (temperatura y precipitación) con el índice de cobertura vegetal con el método NDVI en la zona noroccidental de la provincia de Cotopaxi en el piso bioclimático, Bosque Siempre verde Piemontano de Cordillera Occidental de los Andes comprendido entre 300 y 1400 msnm.

5.2. Objetivos Específicos

- Recopilar datos meteorológicos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica San Juan La Maná.
- Analizar la fluctuación de los parámetros climáticos (temperatura y precipitación) en el piso bioclimático: Bosque Siempre verde Piemontano de la Cordillera Occidental de los Andes.
- Realizar un análisis temporal de los resultados con la ayuda de imágenes satelitales en la zona de estudio.

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

Tabla 2: actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS			
OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO	DESCRIPCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> Recopilar datos meteorológicos de temperatura y precipitación de la estación meteorología San Juan La Mana M0124. 	Identificar la estación meteorológica y Extraer datos meteorológicos (temperatura y precipitación) del área de estudio entre los años 1995-2014	Se logró la ubicación de la estación meteorológica y la obtención de datos meteorológicos de la estación entre los años 1995-2014	<p>Método bibliográfico</p> <p>Método histórico</p>
<ul style="list-style-type: none"> Analizar la fluctuación de los parámetros climáticos (temperatura y precipitación) en el piso bioclimático: Bosque Siempre verde Piemontano de la Cordillera Occidental de los Andes. 	Realizar el Diagrama de Gausson	Se realizó el Diagrama de Gausson mediante el programa de Auto-Cad para su análisis	<p>Método Estadístico</p> <p>Auto-Cad</p>
<ul style="list-style-type: none"> Realizar un análisis temporal de los resultados con la ayuda de imágenes satelitales en la zona de estudio. 	Elaborar mapas con imágenes satelitales	Comparación y análisis de los mapas mediante el programa ARCGIS	ARCGIS

Elaborado por: Jerson Velasco

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

7.1. Biodiversidad en el Ecuador

Según (GISPERT, 1999). El Ecuador es uno de los 17 países mega diversos del mundo, es decir de los más ricos en diversidad. El concepto de biodiversidad, abarca las especies de flora y fauna, los recursos genéticos y los ecosistemas.

El Ecuador tiene un territorio tan pequeño que cubre solo el 0.2% de la superficie terrestre del planeta, se encuentra entre los países en que existe mayor diversidad biológica. Se estima que en él se encuentran alrededor de 25 000 especies de plantas vasculares, y que las especies de vertebrados que aquí habitan son más de 4.000 ello hace del Ecuador un centro de interés mundial en cuando a biodiversidad.

Según (IDEAM, 2014) La línea ecuatorial, la presencia de los Andes y el hecho de que sus costas den hacia el océano Pacífico y reciban la influencia de dos corrientes con características muy diferentes, ha dado paso a una variedad de elementos naturales donde las comunidades bióticas se han adaptado a las cambiantes circunstancias del medio, presentando una marcada riqueza biológica.

Es decir la posición geográfica del Ecuador favorece la biodiversidad, ya que las estaciones del año se limitan al cambio de época de lluvia a época seca; facilitando de esta manera la adaptación de gran número de especies, tanto vegetales como animales debido a su proximidad al trópico, por la presencia de la cordillera de los Andes y las corrientes marinas, influenciando directamente en las 9 condiciones climáticas por lo tanto a la existencia de un gran número de hábitats en donde viven numerosas especies vegetales y animales.

El crecimiento demográfico, la desmedida demanda y mal uso de los recursos naturales han conducido al deterioro y disminución de la biodiversidad afectando el normal funcionamiento de los ecosistemas. El Ecuador es un país con una gran variedad de recursos naturales; sin embargo, las actividades humanas están afectando seriamente a la calidad y disponibilidad de estos recursos (GISPERT, 1999).

7.1.1. La Superficie Forestal del Ecuador

Según (WONG, 2001) El Ecuador continental tiene tres regiones naturales Costa, Sierra y Oriente o Amazonía cada una cubierta con diferentes tipos de bosques cuyas características dependen principalmente del clima y el suelo. Básicamente son ecosistemas que se conservan y alteran con la intervención humana.

Ecuador tiene 114 733 km de bosques nativos, lo que significa el 42% del territorio nacional la mayor parte de ellos se encuentran en la Amazonía Ecuatoriana con una superficie de 9.2 Mha (millones de hectáreas), correspondientes al 80%; la Región Litoral o Costa posee 1.5Mhade bosques, o sea el 13% y, la Región Interandina o Sierra que es la más severamente alterada, apenas alcanza 0.8 Mha, es decir el 7% del bosque natural.

Según (REIRE, 2004) La información más aproximada sobre la superficie forestal del país es la publicada por el Centro de Investigación y Levantamiento por Sensores Remotos (BAKER, 2001), con base en fotografía aérea e imagen satelital. Los datos referentes a la superficie cubierta con diferentes tipos de bosques se basaron en un estudio de cobertura vegetal y del mapa forestal del Ecuador Continental.

Tabla 3: Vegetación forestal del Ecuador (en Ha)

TIPO DE COBERTURA	COBERTURA NATURAL (ha)	VEGETACIÓN FORESTAL (ha)
Bosque húmedo	10.489.756	7.881.758
Bosque seco	569.657	562.183
Vegetación arbustiva	1.360.176	1.202.108
Manglares	150.002	108.299
Moretales	470.407	173.475
Vegetación de páramo	1.244.831	842.736
TOTAL	14.284.829	10.770.559

Fuente: (BAKER, 2001)

Elaborado por: Jerson Velasco

7.2. Pisos bioclimáticos

Según (PAAVOLA, 2008), se entiende por piso bioclimático cada uno de los espacios que se suceden altitudinalmente, con las consiguientes variaciones de temperatura. Las unidades bioclimáticas se delimitan en función de las temperaturas, de las precipitaciones y de la distribución de ambas a lo largo del año. A cada piso bioclimático le corresponden, una serie de comunidades vegetales que varían en función de las regiones biogeográficas, pero que mantienen grandes rasgos en común.

Entendemos como pisos bioclimáticos cada uno de los tipos o espacios termo climático que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal. En la práctica, tales unidades bioclimáticas se conciben y delimitan en función de aquellas fitocenosis que presentan evidentes correlaciones con determinados intervalos o cesuras termo climáticas.

El fenómeno de la zonación altitudinal o latitudinal térmica tiene jurisdicción universal y en cada región o grupo de regiones biogeográficas afines existen unos peculiares pisos bioclimáticos con sus particulares valores térmicos calculables utilizando los índices de termicidad (CASTILLO, 2008)

7.3. Cambio climático

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), éste se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) lo define como cualquier cambio en el clima con el tiempo debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas (IDEAM, 2014).

Desde el punto de vista meteorológico, se llama cambio climático a la alteración de las condiciones predominantes. Los procesos externos tales como la variación de la radiación solar, variaciones de los parámetros orbitales de la tierra (la excentricidad, la inclinación del eje de la tierra con respecto a la eclíptica), los movimientos de la corteza terrestre y la actividad volcánica son factores que tienen gran importancia en el cambio climático (IDEAM, 2014).

7.3.1. Efecto invernadero

El llamado “efecto invernadero” consiste en la elevación de la temperatura del planeta provocada por la acción de un determinado grupo de gases, algunos de ellos producidos masivamente por el hombre, que absorben la radiación infrarroja, ocasionando que se caliente la superficie de la tierra y la parte inferior de la capa atmosférica que la rodea. Es gracias a este efecto invernadero el que es posible la vida en la Tierra, ya que, de no ser por ello, las temperaturas medias rondarían los -88 grados (PORTILLO, 2019).

7.3.2. Gases de efecto invernadero

Los denominados gases de efecto invernadero o gases invernadero, responsables del efecto descrito anteriormente, son: H₂O, CO₂, CH₄, NO_x, O₃ y CFC artificiales.

Si bien todos ellos (salvo los CFCs) son naturales, desde la Revolución Industrial y debido principalmente al uso intensivo de los combustibles fósiles en las actividades industriales y el transporte, se han producido sensibles incrementos en las cantidades de emitidas a la atmósfera. La características de estos gases de efecto invernadero es que retienen el calor, por lo que conforme más concentración de estos gases haya en la atmósfera, menos calor se podrá escapar (VILLARROEL, 1991).

Todo se agrava con la existencia de otras actividades humanas, como la deforestación, que han limitado la capacidad regenerativa de la atmósfera para eliminar el dióxido de carbono, principal responsable del efecto invernadero ya que es el que más se emite hoy día (MARQUEZ, 2011).

7.3.3. Efectos del cambio climático en la cobertura vegetal

El cambio climático a nivel mundial, se debe a la concentración de gases de efecto invernadero en la atmosfera como el dióxido de carbono, los mismos que tienden a afectar de manera muy significativa a los bosques y a silvicultura, la posibilidad de verificación de que exista cambio climático en una de las preocupaciones ambientales más importantes del momento. Este problema se ve agravado por la serie de incertidumbres y la información que se encuentra disponible es con frecuencia confusa y contradictoria (CASTILLO, 2008).

Los cambios en los niveles de los gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre y los cambios climáticos previstos pueden tener efectos tanto positivos como negativos en las plantas.

Uno de los efectos positivos derivantes de los mayores niveles atmosféricos de CO₂ es conocido como, el efecto fertilizante del CO₂. Se conoce que el CO₂ es un factor que acota el crecimiento de las plantas. Un aumento del CO₂ atmosférico posibilita una mayor fotosíntesis en las plantas, siempre que los otros requisitos para su crecimiento sean satisfechos (VILLARROEL, 1991).

Los posibles efectos negativos en las plantas debido a los cambios en las temperaturas y en las precipitaciones incluyen:

- Temperaturas diurnas altas, incluso por pocas horas, están pueden causar la esterilidad del polen en algunos cultivos como el arroz y trigo.
- Se prevé que las zonas actualmente caracterizadas por un clima mediterráneo (templado, inviernos lluviosos y veranos calientes y secos se volverán más áridas, lo que llevara a una reducción de la humedad del suelo especialmente en los periodos de crecimiento). Esto dará lugar a una menor productividad de los cultivos, a un menor índice de crecimiento de los bosques y aun aumento del peligro de los incendios (CASTILLO, 2008).

7.3.4. Afectación de los suelos por el cambio climático

Las temperaturas cambiantes pueden alterar el índice de la actividad microbológica en los suelos, si las temperaturas aumentan, el índice de la actividad microbológica aumentara proporcionalmente. Esto permitirá que la materia orgánica se descomponga más rápidamente, lo que a su vez acelere la velocidad de emisión de CO₂. Se evalúa que la cantidad de carbono almacenado en los suelos es casi el doble de la atmósfera (ZACARIAS, 1982).

La descomposición de materia orgánica en los suelos tiene como consecuencia la emisión de nitrógeno, haciéndolo disponible para el crecimiento de las plantas. Se prevé también que el índice de erosión química del suelo mineral aumente junto a mayores temperaturas, haciendo que haya más nutrientes disponibles para el crecimiento de las plantas.

7.3.5. Efectos previstos del cambio climático en la salud de los bosques.

Uno de los efectos observamos del cambio climático fue un aumento de los insectos y de las enfermedades que causaron pérdidas en los bosques. Se puede comprobar lo dicho análisis, las epidemias de plagas que ocurrieron y que son el resultado del estrés causado por las sequías periódicas y por el exceso de lluvia, los estudios de (KRISTIASSEN, 1993) y de (SAUERBECK, 1992) sobre los posibles efectos del cambio climático con respecto a las plagas y a las enfermedades en la agricultura, nos ofrecen un marco para identificar los posibles efectos en el sector forestal, que pueden tener respuestas negativas o positivas.

Algunos de los efectos negativos previstos en la salud de los bosques son:

- Las mayores temperaturas, en ciertas localidades, podrían acelerar los ciclos productivos de las plagas de insectos al año, aumentando así el potencial destructivo de los mismos. Esto es válido sobre todo para aquellos insectos que ya hoy tienen más de un ciclo reproductivo al año (KRISTIASSEN, 1993).
- Como parte del cambio climático se prevé un aumento de las anomalías climáticas. Una mayor frecuencia de sequías, tempestades, periodos de grande frio o de excesiva lluvia, causaran una mayor tensión en los árboles y en los bosques haciéndolos más sensibles a los ataques de las plagas y las enfermedades, las anomalías climáticas podrían aumentar también la sensibilidad de los arboles a la contaminación atmosférica antropogenética (SAUERBECK, 1992).
- Una mayor frecuencia de epidemias de insectos y enfermedades, debido al estrés de los árboles, asociado con el cambio climático, producirá mayores niveles de productos combustibles en los boques, aumentando el peligro de incendios.

Algunos de los potenciales efectos positivos son:

- Según (DE GROOT, 2002) los altos índices de crecimiento, que han sido pronosticados por algunos científicos debido al aumento de las temperaturas y a los altos niveles de CO₂, podrían permitir a los bosques resistir el mayor nuero de insectos y de daños causados por las enfermedades, sin que sean afectados el crecimiento y la productividad.
- El mayor vigor de los árboles y de los bosques que crecen con niveles elevados de CO₂, podrían volverlos más resistentes a los ataques de insectos y enfermedades.

7.4. Marco legal

7.4.1. Constitución

Sección Segunda: BIODIVERSIDAD

Art. 400.- El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país.

Art. 414.- El estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

El marco legal e institucional forestal del Ecuador es bastante simple ya que no contiene muchas leyes e instituciones, lo que facilita la toma de decisiones. La Ley Forestal y de la Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre vigente fue promulgada en 1982 con la finalidad de otorgar un pleno control al Gobierno sobre la tenencia, conservación y aprovechamiento de los recursos forestales del país; la autoridad nacional forestal es el Ministerio del Ambiente, responsable de ejecutar la Estrategia de Desarrollo Forestal Sustentable del Ecuador.

Las Normas para el Manejo Forestal Sustentable para el Aprovechamiento de Madera están contenidas en el Acuerdo Ministerial N° 131. En Abril de 2000 el Decreto Ejecutivo 346 efectuó reformas sustanciales al mencionado Reglamento con el fin de incorporar aspectos relacionados con el ordenamiento territorial, manejo forestal sustentable sobre la base de criterios e indicadores, participación de la sociedad civil organizada en las actividades de control forestal y declaración del bosque nativo como ecosistema altamente vulnerable, sujeto de intervención, única y exclusivamente a través de manejo forestal sustentable (u ordenación forestal sostenible).

7.4.2. TÍTULO I De los Recursos Forestales

7.4.3. CAPITULO I Del Patrimonio Forestal del Estado

Art. 1.- Constituyen patrimonio forestal del Estado, las tierras forestales que de conformidad con la Ley son de su propiedad, los bosques naturales que existan en ellas, los cultivados por su cuenta y la flora y fauna silvestres; los bosques que se hubieren plantado o se plantaren en terrenos del Estado, exceptuándose los que se hubieren formado por colonos y comuneros en tierras en posesión.

Art. 3.- El Ministerio del Ambiente previos los estudios técnicos correspondientes determinará los límites del patrimonio forestal del Estado con sujeción a lo dispuesto en la presente Ley. Los límites de este patrimonio se darán a conocer al país mediante mapas y otros medios de divulgación

Art. 4.- La administración del patrimonio forestal del Estado estará a cargo del Ministerio del Ambiente, a cuyo efecto, en el respectivo reglamento se darán las normas para la ordenación, conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos forestales, y los demás que se estime necesarios.

7.4.4. CAPITULO III De los Bosques y Vegetación Protectores

Art. 6.- Se consideran bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos:

- a) Tener como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre;
- b) Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial;
- c) Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua.

Art. 8.- Los bosques y vegetación protectores serán manejados, a efecto de su conservación, en los términos y con las limitaciones que establezcan los reglamentos.

Art. 38.- El Ministerio del Ambiente podrá adjudicar áreas del Patrimonio Forestal del Estado en favor de cooperativas u otras organizaciones de agricultores directos, que cuenten con los

medios necesarios y se obliguen al aprovechamiento asociativo de los recursos forestales, a su reposición o reforestación y conservación, con la condición de que los adjudicatarios no podrán enajenar las tierras recibidas.

Art. 40.- El Ministerio del Ambiente, establecerá con fines de protección forestal y de la vida silvestre, vedas parciales o totales de corto, mediano y largo plazo, cuando razones de orden ecológico, climático, hídrico, económico o social, lo justifiquen. En tales casos se autorizará la importación de la materia prima que requiera la industria.

Los impactos derivados del cambio climático requieren de medidas de adaptación a ser puestas en práctica por las comunidades afectadas y los gobiernos locales concernientes.

El Ecuador se ha sumado a compromiso mundial en esta materia, a través de la adopción del Marco de Acción de Hyogo, para reducir las vulnerabilidades frente a las amenazas naturales hasta 2015. Por su parte, la nueva Constitución incorpora la gestión de riesgo en la lógica de desarrollo del país, mediante la conformación de un Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos y su marco institucional correspondiente.

8. PREGUNTA CIENTÍFICA.

¿Existe una correlación de las variables climáticas (Temperatura y Precipitación) con el índice de cobertura vegetal en el Piso Bioclimático BsPn01 de la Zona Noroccidental de los Andes?

9. METODOLOGÍA

9.1. Métodos

9.1.1. Inductivo

Este método permitió establecer la estación meteorológica con código MO124 “San Juan La Maná con la que se trabajó por la cercanía del lugar, posteriormente se llevó acabo la recopilación de datos meteorológicos extraídos de la base de datos bibliográficos del INAMHI, tomando en cuenta los datos. Se cree que el cambio climático es un problema que afecta al desarrollo de la cobertura vegetal, además para esta investigación se utilizó imágenes satelitales y shapes de cobertura vegetal las cuales al aplicar el método NDVI nos permitió conocer el porcentaje de cobertura vegetal existentes en el lugar de estudio que

posteriormente nos permitirá realizar una evaluación temporal y profunda, por medio de los datos obtenidos se determinó la influencia que tiene el cambio climático en el desarrollo de la cobertura vegetal.

9.1.2. Fase de gabinete

9.1.2.1. Recopilación de información de la estación meteorológica San Juan La Maná

Para la obtención de información de la estación meteorológica San Juan la Maná fue necesario acudir a los datos bibliográficos del INAMHI para la recopilación de los datos estadísticos de las temperaturas y precipitaciones desde los años 1995 hasta 2014.

9.1.2.2. Desarrollo del diagrama de Gausen para la comparación de datos

Para realizar el siguiente gráfico estadístico de la estación meteorológica San Juan La Maná se procedió con la recopilación de la base de datos meteorológicos tomando los promedios medios anuales de las temperaturas y precipitaciones. Al obtener todos los datos de los años entre 1995-2014 ya interpolados, se procedió a realizar dos diagramas de Gausen, subdivididos en dos periodos P1 (1995-2004), P2 (2005-2014) posteriormente se llevó a realizar el gráfico del Diagrama de Gausen mediante el uso del programa AutoCad, el cual me permitió conocer la época húmeda y seca del lugar de estudio.

9.1.2.3. Identificación de las áreas afectadas por el cambio climático

El área afectada por las variables meteorológicas se determinó mediante el análisis del Diagrama de Gausen, que la época anual de mayor afectación por cuestiones de precipitaciones está comprendida entre el mes de noviembre y el mes de mayo.

10. ÍNDICE NDVI

Por medio de las imágenes satelitales solicitadas al Instituto Geográfico Militar se pudo aplicar el método NDVI que permitió la obtención de un mapa que ayudó a representar la cantidad de vegetación en la zona, que se obtienen del procesamiento de imágenes satelitales, por medio de infrarrojos, que trata de imágenes calculadas a partir de operaciones algebraicas

entre distintas bandas espectrales para obtener una nueva imagen donde se destacan gráficamente determinados píxeles relacionados con parámetros de las coberturas vegetales.

11. MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto de investigación fue necesario el uso de diferentes métodos, los cuales sirvieron de guía para el cumplimiento de los objetivos planteados. Siendo necesario los siguientes:

11.1. Método de interpolación

En los datos de temperatura se implementó el método de interpolación que consistió en interpolar datos numéricos de temperaturas por medio de la fórmula:

$$I = \frac{(NF - NI)}{n + 1}$$

DONDE: I= interpolación

NF= número final

NI= número inicial

n= número de términos

11.2. Método bibliográfico

Se estableció el método bibliográfico con la propósito de investigar, adquirir y analizar los datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica San Juan La Maná del INAMHI, además fue necesario buscar información acorde al tema del proyecto en diferentes sitios bibliográficos.

11.3. Método histórico

Este método fue necesario por la razón que se acudió a los registros bibliográficos históricos de las estaciones meteorológicas del INAMHI, de las cuales se logró recopilar información de la estación meteorológica San Juan La Maná

11.4. Método estadístico

El Método Estadístico se aplicó para la tabulación de los datos meteorológicos necesarios para la realización del Diagrama de Gaussén usando las variables climáticas de (Temperatura y Precipitación) media anual de los años 1995-2014, que subdivididos en dos periodos P1 (1995-2004), P2 (2005-2014) con el propósito de establecer los desplazamientos de la época seca y época húmeda del área de estudio.

11.5. Método descriptivo

El método descriptivo se realizó para describir y presentar los resultados obtenidos de la investigación acerca de la “correlación de variables climáticas (temperatura y precipitación) con el índice de cobertura vegetal con el método NDVI en la zona noroccidental de la provincia de Cotopaxi en el piso bioclimático, Bosque Siempre verde Piemontano de cordillera occidental de los andes comprendido entre 300 y 1400 msnm.

12. TÉCNICAS

12.1. Observación científica

Esta técnica permitió recopilar información acerca de los problemas que se encuentran dentro del piso bioclimático que contribuyeron con la investigación.

12.2. De campo

Esta técnica nos sirvió para realizar una georreferenciación y delimitación del sitio de estudio en el piso bioclimático Bosque Siempre Verde Piemontano de Cordillera Occidental de los Andes comprendido entre 300 y 1400 msnm.

13. HERRAMIENTAS

13.1. Análisis de datos

El análisis de datos se centró en la consecuencia, el proceso de derivar una conclusión basándose solamente en lo que conoce el investigador, en esta investigación a partir de datos de temperatura y precipitación tomados de la estación meteorológica, los mismos

que permitieron elaborar el Diagrama de Gausen en donde se contempló la fluctuación de los parámetros climáticos.

13.2. Ficha de campo

Esta ficha sirvió para recolectar información sobre los puntos más significativos tomados en campo, constando de lo siguiente:

- Tema de investigación
- Nombre del investigador
- Institución
- Lugar, Fecha, Hora
- Datos de la fuente

13.3. Registro fotográfico.

El registro sirvió como evidencias para constatar las diferentes actividades que se han realizado, sobre todo aquellas que se realizan en campo.

14. SOFTWARE

14.1. EXCEL

Esta herramienta se usó para procesar datos numéricos, en este caso, se ingresaran los datos extraídos de la estación meteorológica, además se elaborara el diagrama de Gausen en donde se representa la variabilidad climática en escala de tiempo.

14.2. MICROSOFT WORD

Es un procesador de textos muy completo repleto de herramientas para trabajar más rápido, esta herramienta ayudó a manejar toda la información textual.

14.3. AUTO-CAD

Este programa se usó para realizar el diagrama de Gaussen que sirvió para conocer la época seca, la época húmeda, la época de transición de la Estación Meteorológica San Juan La Maná con Código M0124.

14.4. ARCGIS

El programa ARCGIS se utilizó para la elaboración de shapes y en el mismo se creó diferentes mapas que nos permitió comparar mediante fotos satelitales el porcentaje y la influencia de las variables climáticas aplicando el método NDVI.

14.5. LAND VIEWER

Es una plataforma de internet que por medio de los satélites Landsat 8 y Sentinel -2 me permitió descargarme imágenes satelitales para el área de estudio y para poder realizar el método NDVI para conocer el porcentaje de cobertura vegetal.

15. INSTRUMENTOS

15.1. GPS

El GPS nos sirvió para obtener coordenadas de los diferentes pisos bioclimáticos para poder limitar el área de estudio.

15.2. Libreta de campo

En la libreta de campo se anotó los datos obtenidos en el lugar como las coordenadas, ubicación, etc.

15.3. Computador

Esta herramienta es una de las más esenciales en cuanto al manejo de la información y elaboración del proyecto, incluso permitió el manejo de datos.

16. DISEÑO EXPERIMENTAL

Debido al tipo de investigación no se requirió del diseño experimental, pero si se requirió especialmente la implementación de la aplicación de la estadística descriptiva,

la misma que nos permitió recolectar, analizar y caracterizar un conjunto de datos con el objetivo de describir las características y comportamientos de este conjunto mediante medidas de resumen, tablas o gráficos.

17. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

a. Recopilar datos meteorológicos de temperatura y precipitación de la estación meteorología San Juan La Maná M0124.

DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN LA MANÁ

Se pudo recopilar datos metrológicos de (temperatura y precipitación) por medio de una revisión bibliográfica de los datos históricos del INAHMI de la estación M0124 “San Juan La Maná”, de los cuales se trabajó con los datos meteorológicos desde el año 1995 hasta el año 2014.

Tabla 4: Datos de temperaturas anuales

TEMPERATURAS ANUALES DE LA ESTACIÓN METEOROLOGÍA SAN JUAN LA MANÁ												
	E(1)	F (2)	M (3)	A (4)	MA (5)	JU (6)	JUL (7)	AG (8)	SEP (9)	OCT (10)	NOV (11)	DIC (12)
1995	24,01	24,96	25,36	25,34	24,73	24,15	23,53	22,92	23,53	23,49	23,35	24,29
1996	24,04	24,77	25,16	24,91	24,48	22,53	22,37	22,86	23,84	23,42	23,23	24,24
1997	24,05	24,63	25,38	24,99	25,65	25,58	25,52	25,09	23,81	23,38	23,46	24,09
1998	26,32	26,36	26,47	26,42	26,28	25,5	24,49	23,66	23,78	23,35	23,7	23,95
1999	24,33	24,51	25,08	24,74	24,72	23,03	22,5	22,25	22,73	23,21	23,49	23,58
2000	23,92	24,3	24,91	24,9	24,15	22,95	22,31	22,55	22,79	23,5	23,47	23,93
2001	24,09	24,97	25,52	25,34	24,19	22,45	22,22	22,57	22,79	23,29	23,73	23,85
2002	24,46	24,74	25,47	25,27	25,15	23,69	23,47	23,03	23,88	23,72	23,48	24,52
2003	24,49	24,88	25,16	25,26	24,96	23,44	23,2	23,53	22,92	23,49	23,91	24,15
2004	25,03	24,68	25,08	25,37	24,32	23,17	22,52	23,41	23,57	23,94	24,01	25,17
2005	24,78	24,33	24,93	25,37	24,31	23,42	22,86	22,88	23,76	22,56	23,79	24,19
2006	24,53	24,56	25,18	25,29	24,4	23,56	23	23,76	23,77	24,04	23,63	24,28
2007	24,88	24,87	24,74	25,16	24,52	23,77	23,08	22,34	22,98	22,54	22,73	22,98
2008	23,41	24,31	25,12	25,26	24,31	23,39	23,21	23,09	23,25	22,85	23,15	23,79
2009	24,05	24,31	24,88	25,14	25,03	24,05	23,45	23,45	23,8	23,94	24,31	24,58
2010	25,02	25,36	25,49	25,72	25,28	23,83	23,4	23,09	23,17	23,34	22,39	23,09
2011	23,95	24,68	25,47	25,27	25,13	24,49	23,73	23,14	23,65	22,91	23,72	24,54
2012	24,02	24,61	25,14	25,13	25,2	24,57	23,57	23,35	23,74	23,47	24,08	24,37
2013	24,07	24,73	25,25	25,55	24,34	23,55	22,57	22,83	23,88	23,62	23,74	24,21
2014	23,94	24,37	25,54	24,97	25,05	24,82	24,23	23,82	23,49	23,54	23,76	24,83
	24,4	24,7	25,3	25,3	24,8	23,8	23,3	23,2	23,5	23,4	23,6	24,1

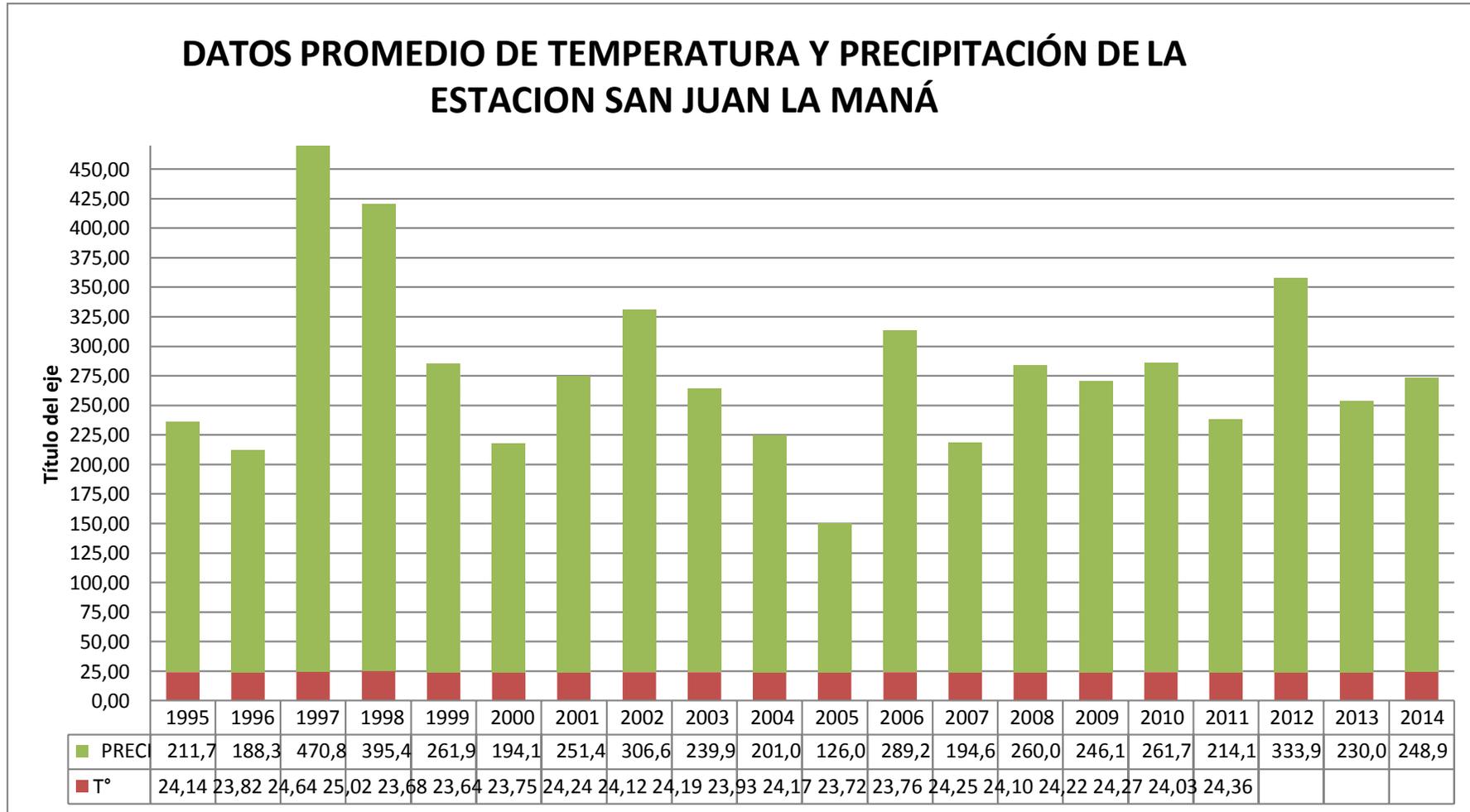
Elaborado por: Jerson Velasco

Tabla 5: Datos de precipitaciones anuales

PRECIPITACIONES ANUALES DE LA ESTACIÓN METEOROLOGÍA SAN JUAN LA MANÁ												
1995	458,5	292,4	544,4	375,7	190,3	108,4		30	5,3	90,9	57,9	175,8
1996	297	457,6	830,1	315,7	55	16,3	16,5	36,3	20,9	10,1	84,6	119,9
1997	415,5	407,8	695,1	594,9	662,8		305,9	213,6				
1998	881	888,5	629,1	854,9	753,3	352	153,3	67	46,2	19,7	46,6	54,2
1999	356	682,1	665,6	565,9	313,3	35,3	18,5	4,8	90	58,8	50,6	303
2000	344	326,2	451,7	480,2	346,9	68,1	2,1	11,3	28,9	16,7	10,3	243,8
2001	613,6	590,9	658	676,4	267,1	4,9	15,3	3,5	29,5	12,6	38,5	107,2
2002	285,2	584,1	997,1	823,8	382,9	110,6	11,2	5,7	9,5	92,8	133,8	243,6
2003	476	514,4	418,3	521,9	312,7	110,8	67,4	28,3	5,6	103,3	41,3	279,8
2004	422,5	324,6	395,1	669,4	327,5	22,8	10,5	10,4	50,5	72,5	8,3	98,5
2005		404,6	300,7	494,1	15,2	6,3	12,6	3,7	7,1	20,1	24,3	97,9
2006	279,2	1158,8	896,5	541,5	158,9	39,3	6,8	33,9	31,8	9,8	177,8	137
2007	425	384,8	458	450,3	345,5	55,3	25,8	11,7	14,5	13,2	43,7	108,1
2008	626,9	711,8	540,2	656,7	199,5	59,7	22,1	117,8	30,6	58,4	36,9	59,4
2009	668,1	483,5	709,5	461,6	172,5	31	4,5	31,8	16,7	20,3	22	332,8
2010	452,4	686,9	540	647,4	186,5	43,1	75,7	12,9	30,3	17,2	57	391,2
2011	479,5	536,8	391,5	756,6	67,5	57,5	79,2	4,8	35,9	31,7	12,3	116,5
2012	797,8	710,9	772,3	816,3	536,2	209,5	18,9	7,4	4,5	22,2	37,8	73
2013	412,6	332,9	899,9	484,5	288,2	35,1	12	11,1	15,9	38,7	16,7	213,4
2014	446	539,6	607,3	472,8	522,9	91	43,1	20,8	47,8	111	17,7	67
	480,9	551,0	620,0	583,0	305,2	76,7	47,4	33,3	27,4	43,2	48,3	169,6

Elaborado por: Jerson Velasco

Grafico 1: Datos meteorológicos promedios de temperaturas y precipitaciones anuales



Elaborado por: Jerson Velasco

17.1. Análisis de resultados

Según los datos recolectados del INAHMI las temperaturas anuales desde el año 1995 hasta el año de 2014 no ha existido mucha variación ya que se mantienen en un promedio de temperatura mínima de 23, 68 °C, y como una temperatura máxima de 25,02 °C.

En los años de 1997 y 1998 se han presentado las máximas precipitaciones de la estación Meteorológica San Juan La Maná.

En los años de 2000 y 2005 se han presentado las precipitaciones más bajas de la estación Meteorológica San Juan La Maná.

B. Analizar la fluctuación de los parámetros climáticos (temperatura y precipitación) en el piso bioclimático Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera de los Andes

Para cumplir este objetivo se estableció el diagrama de Gausсен con los datos recopilados de los años anteriores como seguidamente se reporta.

DIAGRAMA DE GAUSSEN

Se realizó dos diagramas de Gausсен, el primero va desde los años de 1995-2004, y el Segundo diagrama de Gausсен va entre los años de 2005-2014, este diagrama consistió en realizar una sumatoria de los datos de todos los meses y el promedio de los datos meteorológicos recopilados de las distintas temperaturas y precipitaciones existentes en la biblioteca bibliográfica del INAHMI.

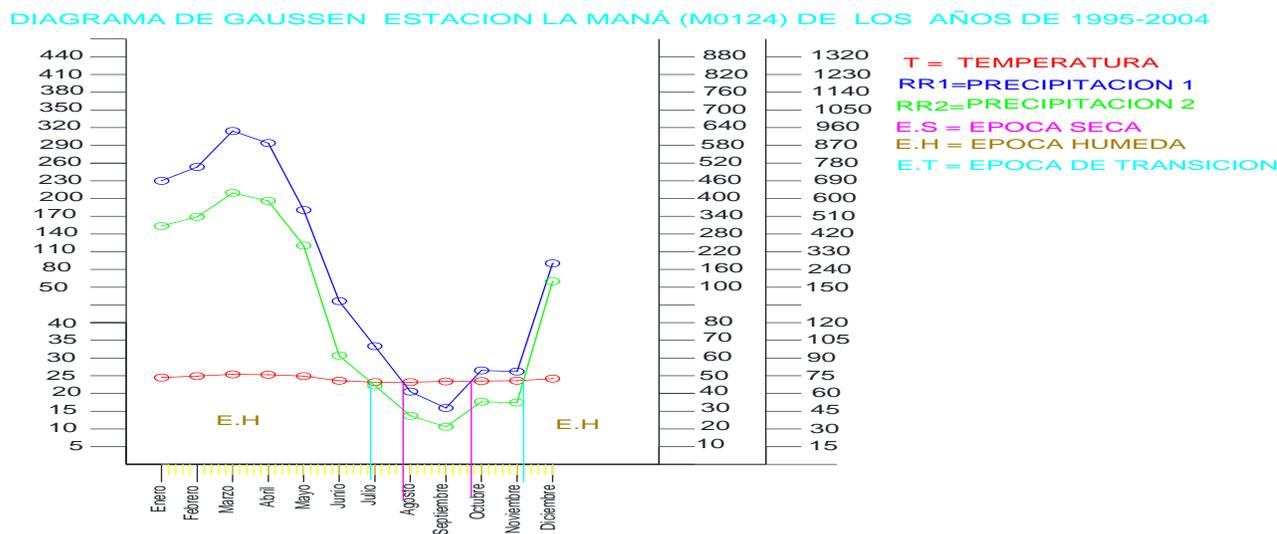
Para realizar el siguiente diagrama se demoró una semana, el cual permitió determinar la época seca, época húmeda, y la época de transición de la estación meteorológica “San Juan la Maná.”

Tabla 6: Datos utilizados en el Diagrama de Gausson (1995 - 2004)

VALORES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN ENTRE LOS AÑOS 1995-2004												
T	24,5	24,9	25,4	25,3	24,9	23,6	23,2	23,2	23,4	23,5	23,6	24,2
RR1	454,9	506,9	628,5	587,9	361,2	92,1	66,7	41,1	31,8	53,0	52,4	180,6
RR2	454,9	506,9	628,5	587,9	361,2	92,1	66,7	41,1	31,8	53,0	52,4	180,6

Elaborado por: Jerson Velasco

Grafico 2: Diagrama de Gausson



Elaborado por: Jerson Velasco

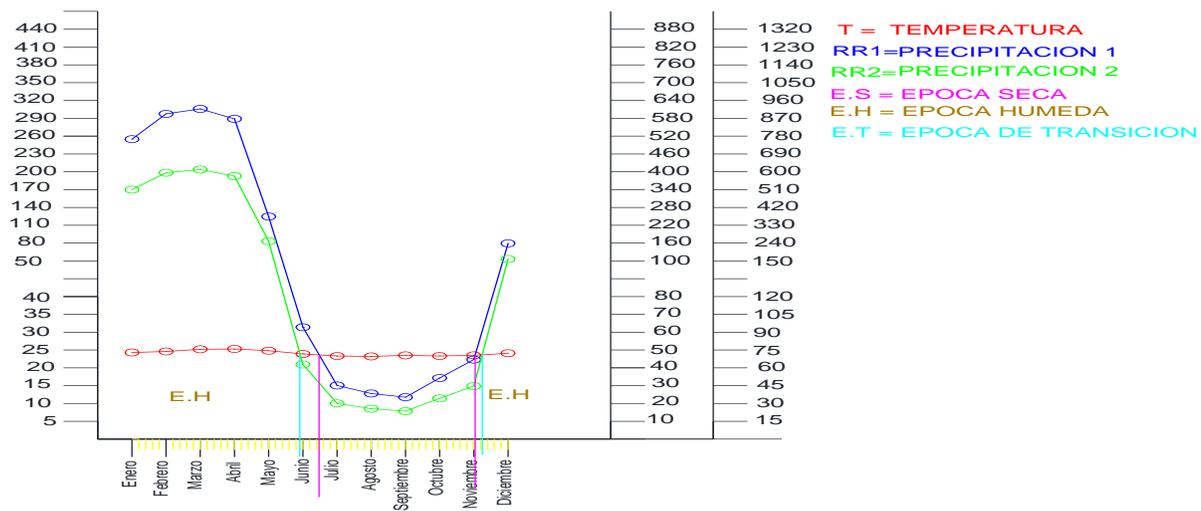
Tabla 7: Datos utilizados en el Diagrama de Gausson (2005 - 2014)

VALORES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DESDE 2005-2014												
	EN	FE	MAR	AB	MA	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
T	24,3	24,6	25,2	25,3	24,8	23,9	23,3	23,2	23,5	23,3	23,5	24,1
RR1	509,7	595,1	611,6	578,2	249,3	62,8	30,1	25,6	23,5	34,3	44,6	159,6
RR2	509,7	595,1	611,6	578,2	249,3	62,8	30,1	25,6	23,5	34,3	44,6	159,6

Elaborado por: Jerson Velasco

Grafico 3: Diagrama de Gausson

DIAGRAMA DE GAUSSON ESTACION LA MANÁ (M0124) DE LOS AÑOS DE 2005-2014



Elaborado por: Jerson Velasco

17.2. Análisis del primer diagrama de Gausson comprendido entre los años de 1995-2004

En este periodo tenemos que:

- La época seca inicia desde la cuarta semana del mes de julio y culmina la tercera semana del mes de septiembre.
- La época húmeda da inicio en la tercera semana de septiembre y culmina la cuarta semana de julio.
- La primera época de transición de la época húmeda a la época seca inicia la cuarta semana del mes de junio y culmina la cuarta semana del mes de julio.
- La segunda época de transición comienza la tercera semana del mes de septiembre y culmina la primera semana del mes de noviembre, dando inicio la época húmeda.

17.3. Análisis del segundo diagrama de Gausson comprendido entre los años de 2005-2014

En este periodo tenemos que:

- La época seca inicia la tercera semana del mes de junio y culmina y culmina la primera semana del mes de noviembre.
- La época húmeda da inicio la primera semana del mes de noviembre y culmina la tercera semana del mes de junio.
- La primera época de transición de la época húmeda a la época seca inicia la cuarta semana del mes de mayo y culmina iniciando la tercera semana del mes de junio.
- La segunda época de transición comienza iniciando la primera semana del mes de noviembre y culmina la segunda semana del mismo mes.

17.4. Análisis de desplazamiento

- Al analizar los datos del diagrama se puede observar que existió un desplazamiento inverso de la época húmeda hacia la época seca que es de aproximadamente un mes y una semana comenzando en la cuarta semana del mes de julio (en el periodo de 1995-2004) hasta la tercera semana del mes de junio (en el periodo de 2005-2014).

C. REALIZAR UN ANÁLISIS TEMPORAL DE LOS RESULTADOS CON AYUDA DE LAS IMÁGENES SATELITALES EN LA ZONA DE ESTUDIO

Para cumplir con este objetivo se utilizó imágenes satelitales que permitió establecer porcentajes de la cobertura vegetal del lugar de estudio por medio del programa ARCGIS.

17.5. Comparación y análisis de las imágenes satelitales

- En comparación con los mapas del año de 1990 se puede observar que existe una exuberante cobertura vegetal eso puede deberse a que las condiciones climáticas de temperatura permanecieron estables y de humedad fueron propicias a que no exista mucha afectación en la cobertura vegetal, puesto que en estos años en los promedios anuales se tiene referencia que hubo precipitaciones en los 8 meses de los 12 meses del año, entonces teniendo el 66.66 % de humedad y con temperaturas adecuadas la vegetación se mantiene equilibrada, también se puede observar que al comparar los mapas de los años de 1990 y 2008, existe disminución de cobertura de un 1,84%, esto puede deberse a que existe en la cobertura vegetal el avance de la frontera agrícola ya que el hombre va buscando nuevos espacios para realizar sus respectivos cultivos en los cuales va causando daño a la cobertura vegetal. (ver anexo 5,6)
- (LAMBIN ET AL., 2001) menciona que una de las principales causas directas de cambios en la cobertura de un territorio es la deforestación, relacionada generalmente con la expansión de la agricultura.
- En comparación con los mapas de los años de 2008 y 2016 se puede observar que existe un aumento de cobertura vegetal de un 3.28 %, esto se puede deber a que las condiciones climáticas de temperatura y humedad fueron estables y propicias para que se incremente

la cobertura vegetal, al haber mucha humedad se aumenta la cobertura vegetal. (ver anexo 6,7)

- Esto se puede corroborar según (SIERRA, 2017) dice que dentro de áreas extensas con temperaturas similares, es probablemente la humedad el factor ambiental que ejerce una mayor influencia en la determinación de la clase de vegetación. Un alto grado de humedad permite el desarrollo de una flora natural abundante.

18. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 8.- Presupuesto para la elaboración del proyecto.

Presupuesto para la elaboración del proyecto					
Recursos	Cantidad	Alquiler	Unidad	V. Unitario	Valor Total
Recursos Humanos					
Guía	2 días		2	35	140
Docentes Tutores	2 días		3	30	180
Recursos de Oficina					
Libreta de campo			1	2	2
Bolígrafos			3	0,4	1,2
Resmas de Papel			1	3,5	3,5
Lápices			3	0,75	2,25
Botas			1 (par)	12	12
Marcadores			3	0,6	1,8
Guantes			2(pares)	5	10
Pilas			3 (pares)	8,5	25,5
Copias			200 (copias)	0,05	10
Recursos Tecnológicos					
GPS		3 días	1	20	60
Computador		120 horas	1	2	240
Cámara		3 días	1	40	120
Internet		120 horas	1	2	240
Impresiones			600	0,1	60
Otros					
Transporte		6 días	1	10	60
Alimentación		6 días	1	20	120
				Sub Total	1262,75
				12 % IVA	151,53
				TOTAL	1414,28

Elaborado por: Jerson Velasco

19. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

19.1. CONCLUSIONES

- Se obtuvo información de datos de temperatura y precipitación entre los años de (1995-2014) de la estación meteorológica San Juan La Maná la misma que se encuentra ubicada en el cantón la Maná
- Al realizar los 2 diagramas de Gausson se estableció que en el P1 (1995-2004) la época seca comienza en el mes de julio y culmina en el mes de septiembre dando paso a la época húmeda esta se extiende desde el mes de septiembre hasta el mes de julio. El P2 (2005-2014) esta época seca inicia en el mes de junio y culmina en el mes de noviembre, mientras que la época húmeda inicia en el mes de noviembre y culmina en el mes de junio. Por lo tanto existió un desplazamiento inverso de la época húmeda hacia la época seca que es de aproximadamente un mes y una semana entre los dos periodos, esto se debe a la variación climática que ha sufrido el planeta en los últimos años.
- Al aplicar el método NDVI con las imágenes satelitales y con ayuda de shapfiles se puede evidenciar que las variables climáticas de (temperatura y precipitación) no influyen en la cobertura vegetal del lugar, pudiendo manifestar que el hombre es el principal causante de la destrucción de la cobertura vegetal del lugar de estudio debido a varios factores.

19.2. RECOMENDACIONES

- Se debe seguir actualizando la base de datos con la finalidad de poder establecer investigaciones futuras en este aspecto.
- Proponer utilizar softwares actualizados para realizar el diagrama de Gausson en futuras investigaciones sobre el cambio climático
- Utilizar diferentes imágenes satelitales de alta gama para obtener resultados precisos, que permitan el fortalecimiento de la investigación y obtener datos viables en el proceso de las consecuencias del cambio climático.

20. BIBLIOGRAFÍA

- BAKER, K. (2001). Evaluación de recursos de productos forestales no madereros. . Experiencia y principios biométricos, 9, 25, 27.
- CASTILLO, R. (2008). Comunidades vegetales templadas de la Sierra Juárez, Oaxaca: pisos altitudinales y sus posibles implicaciones ante el cambio climático. Obtenido de Scielo.org.mx: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0366-21282010000200002&script=sci_arttext&tlng=en
- CERÓN, C. (2003). Manual de Botanica Sistemática Etnobotánica y Métodos de estudio en el Ecuador. Quito - Ecuador: Editorial Universitaria.
- CMNUCC. (2003). Climate change, information kit. Uruguay: Imprenta Rojo.
- DAILY, G. (2 de Enero de 1997). Google Académico. Obtenido de Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems: http://www.esa.org/science_resources/issues/FileEnglish/issue2.pdf.
- DELGADO, T. (2008). Evolución de la diversidad vegetal en Ecuador ante un escenario de cambio global. Memoria de Tesis Doctoral. Madrid: Departamento de Publicaciones. Universidad Complutense de Madrid. <http://www.kraken.unex.es/kraken>
- DE GROOT, R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. . Ecological Economics, 393 - 408.
- GISPERT, C. (1999). Enciclopedia del Ecuador. ISBN 84, 25, 91, 127, 138.
- IDEAM. (2014). Cambio Climático. Participación Ciudadana.
- IMBACH, P. (2010). Vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos hidrológicos al cambio climático . Mesoamérica.
- INEC. (2010). SITUACIÓN A NIVEL DE LOS CANTONES. Cotopaxi .
- IPCC, 2013 Fifth Assessment Report, WG1 AR5. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Kjelgaard, J. F., Stockle, C. O. "Accuracy of canopy temperature energy balance for determining daily evapotranspiration" Irrigation Science, no. 16, 1996, 149-157, Springer-Verlag, 1996

KRISTIASSEN, P. (1993). La enseñanza técnica forestal. FAO.

LAMBIN, E.F.; B.L. II TURNER; H.J. GEIST; S. AGBOLA; A. ANGELSEN; J.W. BRUCE; O. COOMES; R. DIRZO; G. FISCHER; C. FOLKE; P.S. GEORGE; K. HOMEWOOD; J.

IMBERNON; R. LI; X. LEEMANS; E.F. MORAN; M. MORTIMORE; P.S. RAMAKRISHNAN; J.F. RICHARDS; H. SKÅNES; W. STEFFEN; G.D. STONE; U. SVEDIN;

T. VELDKAMP; C. VOGEL; J. XU. (2001) The causes of land-use and land-cover change - Moving beyond the myths. Global Environmental Change, 11: 261-269

LOUMAN, B. (2001). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Manual Técnico N° 46.

MALDONADO, M. (2012). Valoración Social de los productos forestales no maderables y servicios ecosistémicos, en la localidad con diferente grado de naturalidad en la comuna de Penco. Santiago de Chile: Maule.

MARQUEZ, L. (2011). Combining climate with other influential factors for modelling climate change impact on species distribution. Climatic Change, 135 - 165.

PAAVOLA, J. (2008). Livelihoods, vulnerability and adaptation to Climate Change in Morogoro, Tanzania. Environmental Science, 642 - 654.

PORTILLO, G. (11 de 1 de 2019). Efecto invernadero: Qué es este fenómeno y cómo funciona. Obtenido de Meteorología en Red: <https://www.meteorologiaenred.com/efecto-invernadero.html>

REINOSO, L. (2007). Especies botánicas de Latacunga. Quito: Primera Edición.

REIRE, A. (2004). Botánica Sistemática Ecuatoriana, Missouri Botanical Garden. Louis Missouri, 209.

SAUERBECK, T. (1992). Evaluación de tierras con fines forestales. FAO.

- THORNBUR, N. (2001). Evaluación de recursos de productos forestales no madereros. Experiencia y principios biométricos, 9, 25 27.
- VALENCIA, R. (2000). Encliopedia de las plantas utiles del Ecuador. Pontificia Universidad Catolica del Ecuador.
- VILLARROEL, F. (1991). Introduccion a la botanica sistematica. Quito: Universitaria.
- WONG, J. (2001). Evaluacion de recursos de productos forestales no madereros . Experiencia y principios biometricos , 9,25, 27.
- ZACARIAS, R. (1982). Clasificacion y definiciones de los productos forestales . FAO.
- <https://www.elcomercio.com/tendencias/deforestacion-clima-temperatura-tierra-bosques.html>

21. ANEXOS

ANEXO 1: CURRICULUM VITAE TUTOR

1. DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: POLIVIO OSWALDO MORENO NAVARRETE

FECHA DE NACIMIENTO: 12/08/1959 **CÉDULA**

DE CIUDADANÍA: 050104764-1 **ESTADO CIVIL:**

CASADO

NÚMEROS TELÉFONICOS: 2729205/0998784791

E-MAIL: polopm@hotmail.es



2. ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL PRIMARIO: Escuela "Dr. Isidro Ayora"

NIVEL SECUNDARIO: Instituto Superior "Vicente León"

NIVEL SUPERIOR: Universidad Técnica de Ambato, Universidad Cooperativa de Colombia y Universidad Técnica de Cotopaxi

3. TÍTULOS

PREGRADO:

- Licenciado en ciencias Administrativas
- Doctor en Administración y Gestión Pública

POSTGRADO:

- Master en Gestión de la Producción

4. EXPERIENCIA LABORAL

- Universidad Técnica de Cotopaxi 2002-2015
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología 1981-2012
- Colegio Francisca de las Llagas 1990-1991
- Aglomerados Cotopaxi S.A. 1979

5. CARGOS DESEMPEÑADOS

- Docente UTC
- Encargado de la Estación Agrometeorológica de Rumipamba-Salcedo INAMHI
- Docente del colegio Francisca de las Llagas
- Jefe de Productos terminados ACOSA

6. CURSOS DE CAPACITACIÓN

- ❖ Certificado de participación en el I Seminario Internacional de Pedagogía Aprendizaje y Docencia Universitaria, los días 23, 24, 25, 26 y 27 de Marzo del 2015 (40 horas).
- ❖ Certificado de participación en la VIII Asamblea General de REDCCA, Red Ecuatoriana de Carreras en Ciencias Ambientales, Latacunga 17 y 18 de Julio del 2014 (40 horas).
- ❖ Certificado del evento “Jornada de Capacitación dirigida a Instituciones Públicas y Privadas”, por el día MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE (40 horas).
- ❖ Certificado de participación en la sexta Asamblea General de la Red Ecuatoriana de Carreras en Ciencias Ambientales (REDCCA), Quito 10 y 11 de abril de 2014.
- ❖ Certificado de participación en la “Primera Jornada de Gestión Ambiental y Seguridad industrial, UTC/CAMPUS SALACHE, Latacunga 09, 10, 11, 12, y 13 de Diciembre del 2013 (40 horas).
- ❖ Certificado de aprobación de las jornadas de actualización “Seguro Agrario, Sistemas de Información Geográfica”, Latacunga 27, 28 y 29 de noviembre de 2013 (40 horas).
- ❖ Taller de “Formación de Formadores”. Latacunga del 2 al 5 de abril del 2013 (40 horas).

- ❖ Certificado de aprobación de las jornadas Académicas 2013 “Gestión Académica en el Aula Universitaria” del 12 al 15 de marzo del 2013 (32 horas).
- ❖ Certificado de aprobación de las jornadas Académicas 2013 “Reforma Universitaria en la UTC. Retos y Perspectivas” (40 horas).
- ❖ Certificado del “3er Simposio de Residuos Sólidos en el Perú” Universidad Nacional Agraria La Molina del 05 al 07 de septiembre del 2013.
- ❖ Certificate of Achievement, has successfully completed the Enviromental Policy Integrated Climate Model (EPIC) training course given by Dr.s Robin Taylor and Javier Osorio from our organization.
- ❖ Diploma de Perito en Avalúos “Formación y Especialización de Peritos en Avalúos”; Colegio de Peritos Profesionales de Pichincha con el aval del Instituto de Investigación y Postgrados de la UC; Octubre 2011, 250 horas.
- ❖ Certificado por la participación en las Jornadas de Capacitación “Hacia la aplicación del Modelo Educativo Liberador de la UTC”; septiembre del 2011, con 32 horas
- ❖ Certificado Aprobación de las “Jornadas Académicas”, con los temas: Diseño Experimental y SPSS; Didáctica de la enseñanza de la Educación Superior; Septiembre del 2010, con 40 horas.
- ❖ Certificado por la participación en la Mesa Redonda “Seguridad Alimentaria y Ambiente”, UTC, Junio del 2010.
- ❖ Certificado por haber aprobado Las “Jornadas Académicas”, con los temas: Pedagogía y Herramientas Informáticas para las prácticas docentes; UTC; septiembre 2009
- ❖ Seminario internacional de “Geoquímica Ambiental”; UTC, UCLM; noviembre 2009
- ❖ Certificado de “Suficiencia en el Idioma Inglés”; UTC, Centro de Idiomas; junio 2009
- ❖ Curso de “CLIMA URBANO, CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO”; UUES. INAMHI; HUMBOLDT UNIVERSITÄT; Julio 2008.
- ❖ Curso básico de “Didáctica de la Educación Superior”; UTC; marzo 2008
- ❖ Curso de “Diseño de Tesis” Universidad Técnica de Cotopaxi; Mayo 2007.
- ❖ Curso de Ofimática e Internet; UTC; Centro de Informática CEYPSA; Enero 2006
- ❖ Seminario de “Diseño Experimental”; UTC; Enero, 2005

- ❖ Curso “Manejo de Modelos Globales y Regionales”; Asociación de Meteorólogos del Ecuador y la OMM; Base Aérea Taura; Julio 2004
- ❖ Cuarto Congreso Internacional de Educación Superior; Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba; La Habana, Cuba; Febrero 2004
- ❖ XII Seminario de Sanidad Vegetal; CONFCA, ASUEPPE, UTC; Noviembre 2003
- ❖ Curso de “Auxiliar Técnico en Computación”; SECAP; Octubre 1993
- ❖ Curso para “Observadores Meteorológicos” Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos e INAMHI; 834 Hs.; del 1º de Septiembre al 12 de Diciembre de 1980

7. SEMINARIOS DICTADOS

- Instructor en el Seminario de “CONTABILIDAD Y COSTOS AMBIENTALES” del 11 al 17 de Enero del 2014 (32 horas)
- Conferencista en el Encuentro Nacional de Líderes Estudiantiles de las Ciencias Agropecuarias y Afines del Ecuador; CONFCA; junio 2009.
- Conferencista en el Curso de “Manejo de los Modelos Numéricos Globales y Regionales”; Fuerza Aérea Ecuatoriana; Ala de Combate Nº 21; Centro de Análisis y Pronóstico de “TAURA”; Julio 2004.
- Delegado por el INAMHI al Buque de Investigaciones “ORION” del INOCAR; Marzo, 1994.

ANEXO 2: CURRICULUM VITAE DEL ESTUDIANTE

VELASCO TOBAR JERSON PAUL



INFORMACIÓN PERSONAL

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Tena, 12 de diciembre de 1992.

ESTADO CIVIL: Soltero

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 150068254-5

NÚMEROS TELEFÓNICOS: 0984043354 - (06)2886-792

CORREO ELECTRÓNICO: jerson.velasco5@utc.edu.ec

FORMACIÓN ACADÉMICA

NIVEL PRIMARIO: Escuela “José Peláez”

NIVEL SECUNDARIO: Colegio Instituto Tecnológico Tena

NIVEL SUPERIOR: Universidad Técnica De Cotopaxi

TALLERES Y CURSOS:

- III Seminario Científico Internacional de Cooperación Universitaria para el Desarrollo Sostenible-Ecuador 2017.
- Curso – Taller “Sistema de Información Geográfica para la planificación y ordenación del territorio.”
- Taller “GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.”
- CAPACITACIÓN A LOS SUJETO DE CONTROL EN PLANES DE MANEJO AMBIENTAL, PLANES DE ACCIÓN, PLANES DE EMERGENCIA, INFORMES DE CUMPLIMIENTO Y AUDITORÍAS EN EL CANTÓN LATACUNGA, ENFOCADO EN LA EDUCACIÓN SOBRE LOS PROBLEMAS DE CAMBIO CLIMÁTICO.
- Taller “Competencias de Gestión Ambiental y Marco Legal Vigente.”

ANEXO 3: AVAL DE TRADUCCIÓN

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		CENTRO DE IDIOMAS
--	--	--	------------------------------

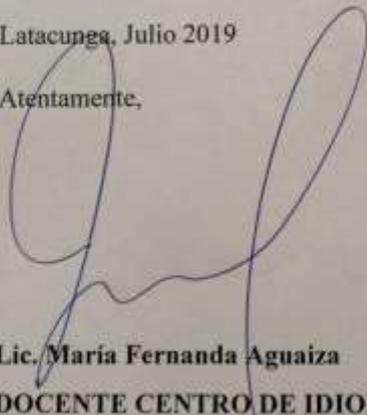
AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro 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 el señor Egresado de la Carrera de: **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**, de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES, VELASCO TOBAR JERSON PAUL**, cuyo título versa **“CORRELACIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS (TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN) CON EL ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL CON EL MÉTODO NDVI EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PISO BIOCLIMÁTICO, BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES COMPRENDIDO ENTRE 300 Y 1400 MSNM.”** Lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, Julio 2019

Atentamente,



Lic. María Fernanda Aguaiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C 050345849-9

Latacunga - Ecuador

Ax. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido / San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205



ANEXO 4: UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

ANEXO 5: MAPA DE COBERTURA VEGETAL DEL AÑO 1990

ANEXO 6: MAPA DE COBERTURA VEGETAL DEL AÑO 2008

ANEXO 7: MAPA DE COBERTURA VEGETAL DEL AÑO 2016

ANEXO 8: DATOS DE PRECIPITACIONES MENSUALES Y ANUALES

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1995	458,5	292,4	544,4	375,7	190,3	108,4		30	5,3	90,9	57,9	175,8
1996	297	457,6	830,1	315,7	55	16,3	16,5	36,3	20,9	10,1	84,6	119,9
1997	415,5	407,8	695,1	594,9	662,8		305,9	213,6				
1998	881	888,5	629,1	854,9	753,3	352	153,3	67	46,2	19,7	46,6	54,2
1999	356	682,1	665,6	565,9	313,3	35,3	18,5	4,8	90	58,8	50,6	303
2000	344	326,2	451,7	480,2	346,9	68,1	2,1	11,3	28,9	16,7	10,3	243,8
2001	613,6	590,9	658	676,4	267,1	4,9	15,3	3,5	29,5	12,6	38,5	107,2
2002	285,2	584,1	997,1	823,8	382,9	110,6	11,2	5,7	9,5	92,8	133,8	243,6
2003	476	514,4	418,3	521,9	312,7	110,8	67,4	28,3	5,6	103,3	41,3	279,8
2004	422,5	324,6	395,1	669,4	327,5	22,8	10,5	10,4	50,5	72,5	8,3	98,5
2005		404,6	300,7	494,1	15,2	6,3	12,6	3,7	7,1	20,1	24,3	97,9
2006	279,2	1158,8	896,5	541,5	158,9	39,3	6,8	33,9	31,8	9,8	177,8	137
2007	425	384,8	458	450,3	345,5	55,3	25,8	11,7	14,5	13,2	43,7	108,1
2008	626,9	711,8	540,2	656,7	199,5	59,7	22,1	117,8	30,6	58,4	36,9	59,4
2009	668,1	483,5	709,5	461,6	172,5	31	4,5	31,8	16,7	20,3	22	332,8
2010	452,4	686,9	540	647,4	186,5	43,1	75,7	12,9	30,3	17,2	57	391,2
2011	479,5	536,8	391,5	756,6	67,5	57,5	79,2	4,8	35,9	31,7	12,3	116,5
2012	797,8	710,9	772,3	816,3	536,2	209,5	18,9	7,4	4,5	22,2	37,8	73
2013	412,6	332,9	899,9	484,5	288,2	35,1	12	11,1	15,9	38,7	16,7	213,4
2014	446	539,6	607,3	472,8	522,9	91	43,1	20,8	47,8	111	17,7	67

ANEXO 9: DATOS DE TEMPERATURA MENSUALES Y ANUALES