



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD CIENCIAS
CARRERA BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN MULTITEMPORAL DE LAS EMISIONES DE
COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES NO
METANOGÉNICOS DE ORIGEN BIOGÉNICO EN LA CUENCA
BAJA DEL RÍO CHAMBO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: OSWALDO JOSUÉ ALBÁN PESANTEZ

TUTORA: Ing. MARÍA RAFAELA VITERI UZCÁTEGUI PhD.

Riobamba-Ecuador

2022

© 2022, **Oswaldo Josué Albán Pesantez**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, OSWALDO JOSUÉ ALBÁN PESANTEZ, declaro que el presente trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 23 de marzo del 2022



Oswaldo Josué Albán Pesantez

CI: 060393854-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal de Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto Técnico, **EVALUACIÓN MULTITEMPORAL DE LAS EMISIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES NO METANOGÉNICOS DE ORIGEN BIOGÉNICO EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHAMBO**, realizado por el señor **OSWALDO JOSUÉ ALBÁN PESANTEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales en la virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. María Soledad Nuñez Moreno Msc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-03-23
Ing. María Rafaela Viteri Uzcátegui Msc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-03-23
Ing. Juan Carlos Gonzáles García Msc. MIEMBRO DE TRIBUNAL		2022-03-23

DEDICATORIA

A mi madre María Rosa con la cual he compartido muchas adversidades muchos acuerdos y desacuerdos que estuvo ahí cuando más la necesite y que desde que tengo memoria, comparto mis triunfos, siendo la persona más importante de mi vida, a mi hermana y sobrinos Catalina, Camila, Matteo, Shonna, decirles que a pesar de que las circunstancias de la vida estén difíciles, hay que seguir siempre hacia delante a mis tíos y tías que estuvieron presentes con cada palabra de aliento y a mis amigos que han estado ahí en esta etapa de mi vida Felipe, Pauli, Byron, Michael. Por todos los buenos y malos momentos que llevó a la realización de este trabajo y sobre todo la vida universitaria.

Josué

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar diciendo que este trabajo es debido a muchas personas, a mí madre por haberme inculcado siempre a no rendirme, por estar conmigo en los momentos más difíciles y de mucha adversidad, por no dejarme rendir en ningún momento a lo largo de este camino, a mi familia que ha sido un apoyo en el transcurso de mi vida universitaria, por brindarme las palabras justas y necesarias en esos momentos que más lo necesité. A mis amigos que se convirtieron en mi segunda familia. Felipe por acompañarme este largo camino Universitario por ser siempre más que un amigo un hermano dentro y fuera de la universidad. La vida nos cruzó en un determinado punto de nuestra vida desde ese momento han sido pilares en todo este trayecto. Migue, Vero, Marco, Pauli, Byron, Michael. Gracias a todos ustedes por haber sido parte de estos 8 años de trayectoria Universitaria por los buenos, malos momentos por las risas y por los desacuerdos.

Quiero agradecer a Dios y la Virgen María por darme la fuerza necesaria para no desistir cuando creí haber fracasado muchas veces, por guiarme para que pueda alcanzar mi meta deseada. A mi estimada tutora Rafa Viteri por infundir los conocimientos necesarios para la realización de este trabajo, además de ser una tutora y profesora una gran amiga que no se descuidó en mi trabajo y por llevarme por el camino correcto para la realización de este trabajo. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su excelencia académica. Por permitirme conocer a grandes profesionales profesores amigos un agradecimiento muy especial a mi querida facultad de ciencias que gracias a las personas que conforman el equipo docente ponen de corazón para formar grandes profesionales en todo el ámbito que la vida cotidiana nos pondrá a lo largo de nuestro camino. No puedo mencionar que fue fácil todo este viaje. Hubo muchos fracasos, pero también aciertos que me los llevo guardados en mente y corazón como muchos aprendizajes más. Me quedo con todos estos momentos de mi vida Universitaria que los acaudalare conforme avance mi vida cotidiana y profesional. Vendrán retos y dificultades que enfrentare conforme se presente, pero tendré en cuenta que no estaré solo porque tendré a mi familia y amigos a mi lado.

Josué

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1 Antecedentes de la investigación.....	4
1.2 Bases teóricas.....	4
1.2.1. <i>Calidad del aire</i>	4
1.2.2. <i>Cobertura y uso de la tierra</i>	5
1.2.3. <i>Emisiones</i>	5
1.2.4. <i>Contaminación atmosférica</i>	5
1.2.5. <i>Contaminantes atmosféricos</i>	6
1.2.6. <i>Compuestos orgánicos volátiles</i>	7
1.2.7. <i>Compuestos orgánicos volátiles biogénicos</i>	8
1.2.8. <i>Clasificación de los COVBs</i>	9
1.2.8.1. <i>Isopreno</i>	9
1.2.8.2. <i>Monoterpeno</i>	9
1.2.9. <i>Efectos de los COVBs en la atmósfera</i>	10
1.2.10. <i>COVBs en el calentamiento global</i>	11
1.2.11. <i>Mecanismos de emisión de los COVB's por las plantas</i>	11
1.2.12. <i>Inventario de emisiones</i>	11
1.2.13. <i>Interpolación (IDW) – Kriging</i>	12
1.2.14. <i>Modelación geoespacial</i>	12
1.2.15. <i>Envi</i>	13

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO	14
2.1. Descripción de la zona de estudio	14
2.2. Ubicación geográfica	14

2.3.	Tipo de investigación	15
2.4.	Materiales	15
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
2.6.	Procedimientos	16
2.6.1.	<i>Generación de malla</i>	16
2.6.2.	<i>Interpolación de Datos</i>	16
2.6.3.	<i>Procedimiento para la generación de mapas de cobertura vegetal y variables climáticas</i>	16
2.6.4.	<i>Procesamiento de imágenes satelitales y modelación geoespacial</i>	17
2.6.4.1.	<i>Proceso de Calibración para las imágenes Landsat</i>	18
2.6.4.2.	<i>Recolección de Datos Meteorológicos</i>	18
2.6.5.	<i>Fórmulas para el cálculo de emisiones de COVBs</i>	19
2.6.6.	<i>Cálculo para los Monoterpenos</i>	20
2.6.7.	<i>Cálculo para otros COVBs</i>	20
2.6.8.	<i>Análisis estadísticos de emisiones de COVB's no metanogénicos por el cambio de usos de suelos y los cambios meteorológicos</i>	20
2.7.	Análisis Estadístico	22

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	23
3.1.	Resultados	23
3.1.1.	<i>Tipo de cobertura vegetal y uso de suelo</i>	23
3.1.2.	<i>Incidencia de la radiación y temperatura sobre las emisiones de COVBs</i>	24
3.1.2.1.	<i>Temperatura</i>	24
3.1.2.2.	<i>Radiación</i>	25
3.1.3.	<i>Emisiones de COVBs del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo)</i>	27
3.1.3.1.	<i>Mapas Anuales de emisiones de COVBs del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo del año 1998)</i>	27
3.1.3.2.	<i>Emisiones de isoprenos 1998</i>	28
3.1.3.3.	<i>Emisiones de Monoterpenos 1998</i>	29
3.1.3.4.	<i>Emisiones de "Otros Tipos de COVBs" 1998</i>	29
3.1.4.	<i>Mapas Anuales de emisiones de COVBs del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo del año 2016)</i>	30
3.1.4.1.	<i>Emisiones totales de COVB's 2016</i>	31
3.1.4.2.	<i>Emisiones de isoprenos 2016</i>	31

3.1.4.3.	<i>Emisiones de Monoterpenos del 2016</i>	32
3.1.4.4.	<i>Emisiones de “Otros tipos de COVs” 2016</i>	34
3.2.	Análisis estadístico entre variaciones de COVBs anuales	34
3.2.1.	<i>Análisis de emisiones de isoprenos</i>	35
3.2.2.	<i>Análisis de emisiones de monoterpenos</i>	37
3.2.3.	<i>Análisis de emisiones de “Otros tipos de COVBs”</i>	39
3.3.	Discusión	41
 CONCLUSIONES		43
RECOMENDACIONES		44
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Estimación global de los COVB's por Tg/año	8
Tabla 2-1: Tiempo de vida de COVBs.....	10
Tabla 1-2: Cálculo para el Isopreno	
Tabla 2-2: Cálculo para el Isopreno	
Tabla 3-2: Cálculo para el Isopreno	
Tabla 4-2: Sistema de clasificación para usos de suelo y coberturas vegetales	
Tabla 5-2: Vegetación endémica del cantón Penipe	
Tabla 1-3: Cobertura vegetal y uso de suelo de los años 1998 y 2016	23
Tabla 2-3: Temperatura (mínima, media, máxima) de los años 1998 y 2016.....	24
Tabla 3-3: Radiación (mínima, media, máxima) de los años 1998 y 2016.....	25
Tabla 4-3: Valores obtenidos de emisiones de COVBs en ton/mes del año 1998.....	35
Tabla 5-3: Valores obtenidos de emisiones de COVBs en ton/mes del año 2016.....	35
Tabla 6-3: Análisis ANOVA de Isoprenos 1998 y 2016	36
Tabla 7-3: Análisis de Medias y Desviación Estándar de Isoprenos de los años 1998 y 2016.	36
Tabla 8-3: Análisis ANOVA de Monoterpenos de los años 1998 y 2016.	37
Tabla 9-3: Análisis de Medias y Desviación Estándar de Monoterpenos de los años 1998 y 2016	38
Tabla 10-3: Análisis ANOVA de Otros COVBs de los años 1998 y 2016.....	40
Tabla 11-3: Análisis Medias y Desviación de Otros COVBs de los años 1998 y 2016.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1-2: Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	14
Figura 2-2: Mapa de grilla de la zona de estudio.....	15
Figura 1-3: Mapa de emisiones totales COVBs del año 1998 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).....	27
Figura 2-3: Mapa de emisiones de Isoprenos totales del año 1998 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).	28
Figura 3-3: Mapa de emisiones de Monoterpenos totales del año 1998 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).....	29
Figura 4-3: Mapa de emisiones totales de Otros COVBs del año 1998 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).....	30
Figura 5-3: Mapa de emisiones totales COVs del año 2016 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).....	31
Figura 6-3: Mapa de emisiones de Isopreno totales del año 2016 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).....	32
Figura7-3: Mapa de emisiones de monoterpenos del año 2016 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).....	33
Figura 8-3: Mapa de emisiones totales de Otros COVs del año 2016 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Clasificación de los contaminantes atmosféricos	7
Gráfico 1-2:	Metodología de modelamiento geoespacial de COVBs	17
Gráfico 2-2:	Metodología de modelamiento geoespacial de COVBs (continuación).....	18
Gráfico 1-3:	Comparación de la media de temperatura de 1998-2016.	24
Gráfico 2-3:	Comparación de la media de radiación de 1998-2016.	26
Gráfico 3-3:	Gráfica intervalos “Isoprenos” (ton/mes) vs año.....	36
Gráfico 4-3:	Gráfica Isoprenos (ton/mes) vs mes.	37
Gráfico 5-3:	Gráfica intervalos “Monoterpenos” (ton/mes) vs año.	38
Gráfico 6-3:	Gráfica “Monoterpenos” (ton/mes) vs mes.	39
Gráfico 7-3:	Gráfica intervalos “OTROS” (ton/mes) vs año.	40
Gráfico 8-3:	Gráfica “Monoterpenos” (ton/mes) vs mes.	41

RESUMEN

En el presente proyecto técnico se evaluaron espacios multitemporales de las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles Biogénicos (COVBs) no metanogénicos en la cuenca baja del río Chambo, cantón Penipe; analizando la variabilidad climatológica como temperaturas, radiación y coberturas vegetales correspondientes a los años de 1998 y 2016. El área de estudio se delimitó por las coberturas vegetales y uso de suelo de las parroquias Bilbao, Matus, Puela y El Altar, abarcando un área de 24,616.28 hectáreas. Se aplicaron herramientas como la teledetección de imágenes satelitales por medio de sistema de información geográfica (GIS) y la aplicación de modelos matemáticos como el de Guenther. Con el estudio se determinó que las emisiones de COVBs están directamente relacionadas con las variables climáticas (radiación y temperatura) pues estos factores se deben tomar en cuenta al momento de analizar el comportamiento sobre la cobertura vegetal. Finalmente, se comprobaron cambios de cobertura vegetal y variables climáticas, donde la frontera agrícola jugó un papel importante con un decrecimiento de 400 Ha (1%) de superficie en Tierras vegetación arbustiva y herbácea; mientras que en bosques 1179 Ha (3.1%). Se recomienda destacar el modelamiento ambiental o cartográfico en (SIG) en los diversos estudios que necesiten ver las variaciones vegetales por variables climatológicas ya que no existen muchas investigaciones en el Ecuador acerca de este tipo de estudios.

Palabras clave: <ATMÓSFERA>, <COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES BIOGÉNICOS (COVBs)>, <CONTAMINACIÓN FOTOQUÍMICA>, <OZONO TROPOSFÉRICO>, <RADIACIÓN>, <TEMPERATURA>, <PENIPE (CANTÓN)>.

LEONARDO
FABIO
MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por
LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN):
c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION-
ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA
NUSTE
Fecha: 2022.04.18 12:43:13 -05'00'



0707-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The current technical project evaluated multitemporal spaces of non-methanogenic Biogenic Volatile Organic Compounds emissions (VOCs) in the lower basin of Chambo River, Penipe county; analyzing the climatological variability such as temperature, radiation and vegetation cover equivalent to the years 1998 and 2016. The study area was delimited by vegetation cover and land use in Bilbao, Matus, Puela and El Altar rural parishes, covering an area of 24,616.28 hectares. Tools such as remote sensing satellite images through a geographic information system (GIS) and the application of Guenther's mathematical model were applied. The study determined that VOCBV emissions are directly related to climatic variables (radiation and temperature), these factors must be taken into account when analyzing the behavior of the vegetation cover. Finally, changes in vegetation cover and climatic variables were verified, where the agricultural frontier played an important role reflecting a decrease of 400 Ha, corresponding to 1% in shrub and herbaceous vegetation; while in forests 1179 Ha corresponding to 3.1%. It is recommended to highlight the environmental or cartographic modeling in (GIS) for the different studies regarding vegetation variations through climatological variables since there are not many related studies in Ecuador.

Key words: <ATMOSPHERE>, <BIOGENIC VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOCS)>, <PHOTOCHEMICAL CONTAMINATION>, <TROPOSPHERIC OZONE>, <RADIATION>, <TEMPERATURE>, <PENIPE (COUNTY)>.



Firmado electrónicamente por:

**PAUL
ROLANDO
ARMAS
PESANTEZ**

INTRODUCCIÓN

La composición química de la atmósfera y sus características físicas, debido a la alta reactividad de la mayoría de los compuestos orgánicos volátiles (COV) de origen biogénico emitido por la vegetación, se ve alterada por la interacción de dichas sustancias con aquellas en mayor proporción (Tsui et al. 2009, p. 12).

La formación de ozono troposférico es el efecto más evidente, ya que contribuye a la contaminación fotoquímica, por lo que ha evocado en la realización de estudios orientados a la descripción mediante modelos matemáticos y geográficos del comportamiento espacial y temporal de las emisiones biogénicas, cuantificando los principales productos secundarios generados por la vegetación y su influencia en la química de la atmósfera (Caicedo-Camargo, Bolaño-ortiz and Álvarez-Mancilla 2010b, p. 34).

Las emisiones de COVBs, además de las zonas industriales y áreas urbanas, constituye un contaminante atmosférico ligado a las actividades antropogénicas en las zonas rurales, por cuanto se ha denotado un cambio sustancial de la cobertura vegetal; y haciendo hincapié con este último, desde 1960 en la región latinoamericana ha registrado un crecimiento económico desequilibrado por el avance de la frontera agrícola carente de proteccionismo y políticas ambientales; y en concordancia con (Rubio 2007, p. 45), hay una modificación acelerada de los ecosistemas y un profundo deterioro ambiental.

Así se puede denotar que en apenas dos años (2015-2017) los cambios de cobertura vegetal en el Ecuador indican una pérdida de 121.929 ha de páramo y 54.397 ha de bosques y montes (INEC, 2017, p. 7). Muchos de estos cambios se los relaciona directamente con el avance de la frontera agrícola, más existen casos particulares donde los principales cambios se deben a las actividades naturales como lo indica el estudio de (Fernández Fierro, 2019, p. 29) que tras una evaluación multitemporal del cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca baja del Río Chambo concluye que tras el período de erupciones volcánicas del Tungurahua, se observa una ganancia de 26,76% de cobertura de páramo, una pérdida de 25,49% de bosques y un avance de la frontera agrícola de 10,48% en dicha zona de estudio.

El principal papel que desempeñan las emisiones procedentes de la vegetación radica en los procesos bioquímicos que efectúan, ya que una parte importante de las asimilaciones de carbono lo devuelven en forma de COV biogénicos, afectando las propiedades fisicoquímicas de la atmósfera y según (Guenther et al. 2000, p. 29) debido a los diversos inventarios, éstos contribuyen significativamente a las emisiones globales, ya que estudios indican que dichos compuestos podrían proteger a las plantas contra elevadas temperaturas, y a su vez aumentan con el calentamiento, produciendo tanto una retroalimentación positiva como negativa en la temperatura del planeta (Peñuelas 2004, p. 12).

Así se observa que los cambios de uso de suelo desencadenan una serie de impactos ambientales que deterioran el ambiente, no solo a nivel del suelo o del agua (Rodríguez-Eraso et al. 2010, p. 65) sino también a nivel atmosférico, haciendo de la cuantificación de COVBs un pilar fundamental para la creación de estrategias de adaptación al cambio climático y control del ozono troposférico.

JUSTIFICACIÓN

Si bien la interacción de COVBs en la atmósfera radica en el mecanismo primario de eliminación con el radical hidroxilo o nitrato que reacciona con el ozono, las secuencias de reacción de oxidación no solo provocan la formación de ozono troposférico, sino que también afecta el control de la concentración de radicales hidroxilo en la atmósfera (Caicedo-Camargo, Bolaño-ortiz and Álvarez-Mancilla 2010b, p. 23).

Además, es capaz de formar nitratos orgánicos que pueden atrapar óxidos de nitrógeno y permitir su transporte a largas distancias (Peñuelas Reixach, 2004, p. 12); también se reporta que cuando ciertos COVBs se oxidan pueden originar aerosoles orgánicos y contribuir a la formación de nieblas y la reacción de éstos con el vapor de agua produce ácidos orgánicos débiles que son depositados en la superficie con la lluvia afectando la química del suelo (Llusà and Peñuelas i Reixach, 2003, p. 29).

El estudio de (Guenther et al. 2000, p. 23) reporta que los procesos asociados a la generación y emisión de los principales COVBs procedentes de plantas se debe a la protección térmica, los mecanismos de defensa, el crecimiento, polinización, producción de antibióticos y el estrés hídrico; como las principales causas de producción de emisiones biogénicas que entran en juego con las condiciones ambientales de luz, temperatura y humedad.

El factor de emisión para determinados COVBs de cierta biomasa foliar depende del tipo de vegetación, cuyo espectro de emisión es característico de cada especie, por lo que la obtención de dichos factores está condicionada a la ubicación geográfica y las condiciones ambientales (Litvak et al. 1996, p. 62)

El análisis que conlleva el presente estudio requiere identificar y tratar la información de la incidencia de los cambios de cobertura y las variaciones climáticas en la cuenca baja del río Chambo, durante el período de actividad volcánica reciente del Tungurahua que data del año 1998 hasta el 2016, mediante sensores remotos y técnicas especializadas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar en espacios multitemporales las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles Biogénicos (COVBs) no metanogénicos en la cuenca baja del río Chambo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar el tipo de cobertura vegetal predominante generadora de COVBs no metanogénicos en espacios multitemporales en el área de estudio.
- Identificar la variabilidad de las condiciones climáticas que inciden en la emisión de COVBs no metanogénicos en espacios multitemporales en el área de estudio.
- Cuantificar las emisiones de isopreno, monoterpeno y otros compuestos orgánicos volátiles biogénicos no metanogénicos en el área de estudio mediante modelos matemáticos.
- Analizar la variación de emisiones de COVBs no metanogénicos por el cambio de uso de suelo y las condiciones meteorológicas del año 1998 y 2016 en el área de estudio.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes de la investigación

Según (Peñuelas y Staudt 2010, P. 54) los COVBs son producto de varios tejidos vegetales y el proceso fisiológico de las plantas, mismos que aportan al comportamiento de los gases en la atmósfera y el sistema climático global. La variabilidad multitemporal y espacial de las tasas de emisión de éstos se debe a la gran complejidad de factores que las controlan; siendo así los terpenos que junto con el isopropeno representan la mayor proporción de COVBs. Las emisiones, además de los factores internos de la planta, se deben a las alteraciones a corto y largo plazo de agentes externos como son la temperatura e irradiancia.

Según (Viteri Uzcátegui, 2012, P. 10) las emisiones de compuestos orgánicos volátiles de origen biogénico son relevantes por su incidencia en la formación de ozono troposférico, y tras aplicar el modelo matemático de Guenther, determinó que las emisiones totales de éstos son 18556 kt a-1 de las cuales 1278.6 kt a-1 s pertenecen al isopreno; 427.6 kt a-1 a los monoterpenos y 149.3 kt a-1 a otros. Además de un valioso aporte para los inventarios de emisiones nacionales de contaminantes del aire, se da paso a la posibilidad de simulaciones de ozono troposférico.

Así lo señala (Pérez Vallejo, 2019, P. 21) que, en la provincia de Chimborazo durante los años 1985 y 2016, tras analizar el cambio de uso de suelo y fragmentación de los bosques, en sinergia con la variación de temperatura; se incrementan la emisión de COVB's cuando esta última alcanza niveles mayores, por su relación con el potencial de emisión.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Calidad del aire

Se entiende por aire a la mezcla de partículas y gases en suspensión, la mezcla no tiene una forma definida la cual se esparce en el espacio disponible y con la ayuda de la fuerza de gravedad impide que la mezcla salga y se escape hacia el espacio exterior, evitando de esta manera que se aleje de la tierra, actualmente el aire constituye uno de los recursos más importantes de todo ser vivo, en general una persona respira por promedio dieciséis veces por minuto de esta forma el cuerpo humano filtra 720 litros (15 kg) de aire (AIRES, 2002, p. 3).

Según la OMS se define al aire contaminado como “el aire en cuya composición existen una o varias sustancias extrañas, en cantidades y durante un periodo de tiempo tales, que pueden resultar nocivas para el hombre, los animales, las plantas o la tierra” (Salud, 2005, p. 20).

1.2.2. Cobertura y uso de la tierra

La Cobertura de la Tierra constituye la cubierta biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra (elementos naturales y antrópicos). El Uso de la tierra representa la ocupación que el hombre da a los diferentes tipos de cobertura, resultado de la interrelación entre los factores biofísicos y culturales de un espacio geográfico determinado. Sistemas Productivos describen cómo se realizan las actividades agro-productivas sobre el territorio, como, por ejemplo: recursos invertidos, tecnología empleada, destino de la producción y limitaciones en general. Se clasifican en: Empresarial, Combinado, Mercantil y Marginal (Coordinación De Información Nacional Agropecuaria, 2016, p. 33).

La cobertura y uso de la tierra es un tema fundamental en lo que respecta al ámbito gubernamental, este implica los cambios de las coberturas terrestres previniendo y mitigando efectos causados por la naturaleza o realizadas por el mismo hombre, realizar una adecuada cobertura permitirá la creación de un adecuado inventario de los usos del suelo y de los recursos naturales con el objetivo de conservar la biodiversidad y el estudio de los cambios climáticos (Salvatierra, 2015, p. 09).

1.2.3. Emisiones

Son descargas hacia a la atmósfera de cualquier tipo de sustancias de manera continua o discontinua, de diferentes tipos de fuentes que pueden ser causantes de contaminación, estos contaminantes pueden ser emitidos directamente a la atmósfera o se pueden originar como consecuencia de reacciones químicas que se dan en el medio (Risctox, 2010, p. 78).

1.2.4. Contaminación atmosférica

La presencia de sustancias nocivas en el aire que debido a la concentración a la que se encuentran pueden llegar provocar daños en la salud de la población o provocar problemas en los ecosistemas, la contaminación está constituida principalmente por una mezcla de contaminantes que debido a las diferentes condiciones ambientales se transforman aumentando su toxicidad y modificando su estructura inicial (Ubilla & Yohannessen, 2017, p. 112).

Según Aránguez et al. (1999, p. 36) se define como la presencia de materias que impliquen un daño o riesgo para las personas o el ambiente, la contaminación puede ser de origen natural o antropogénico siendo la última la más importante debido al incremento de las actividades industriales que generan gran cantidad de emisiones, mismas que pueden alterar la composición natural del aire.

En las zonas urbanas las principales causas de contaminación son el material particulado y los compuestos orgánicos volátiles como producto de todas las actividades antropogénicas que se desarrollan, en las últimas décadas el interés por los COV's ha incrementado debido a que son sustancias de convertirse en contaminantes fotoquímicos, sin embargo, estos también se originan en pequeñas cantidades de fuentes naturales (Caicedo-Camargo, Bolaño-ortiz & Álvarez-Mancilla, 2010, p.78).

1.2.5. Contaminantes atmosféricos

La agencia de protección ambiental, por sus siglas en inglés EPA, han establecido seis tipos de contaminantes atmosféricos debido a que son la base para estudiar los problemas de la salud que surgen y los problemas ambientales, de esta manera se establecen los niveles permisibles de los contaminantes (Center for Disease control and prevention, 2019, p. 89) y estos son:

- Monóxido de carbono
- Óxidos de nitrógeno
- Óxidos de azufre
- Material particulado
- Ozono
- Compuestos orgánicos volátiles

La mayoría de estos contaminantes, provienen de la producción de energía y productos, pues, la quema de combustibles fósiles durante estos procesos genera gases y químicos que se concentran en el aire y a son los principales responsables del incremento de la temperatura en el planeta (Mackenzie, 2016, p. 18).

En la figura 1-1, se presenta los tipos de contaminantes según Gallego et al.(2012, p. 56).



Gráfico 1-1: Clasificación de los contaminantes atmosféricos

Fuente: Gallego et al. 2012.

Realizado por: (Albán, Josué, 2020).

1.2.6. *Compuestos orgánicos volátiles*

Son contaminantes atmosféricos que al mezclarse con los óxidos de nitrógeno pueden formar ozono troposférico, al incrementarse las concentraciones de este contaminante, el aire puede volverse peligroso además que puede ser un precursor para la formación del smog fotoquímico y tener una incidencia directa en el efecto invernadero (Risctox, 2010, p. 24).

Los compuestos orgánicos volátiles, se liberan especialmente por la quema de combustibles, carbón, gas natural y por el uso de pinturas, adhesivos, disolventes y sustancias utilizadas en procesos industriales, se caracterizan por presentarse como cadenas de carbono menores a doce y que poseen en su estructura átomos de oxígeno, flúor, bromo, cloro, nitrógeno o azufre, la

característica principal es que a una temperatura de 20°C presentan una presión de vapor de 0.01kPa (Sánchez Montero, 2008; Risctox, 2010).

1.2.7. *Compuestos orgánicos volátiles biogénicos*

Son compuestos orgánicos volátiles biogénicos que provienen de fuentes naturales, especialmente son contaminantes que son emanados por la vegetación y en algunas zonas exceden la cantidad de los COVB emitidos por las actividades antropogénicas, la principal característica de este tipo de contaminante es su alta reactividad que influyen directamente en las reacciones fotoquímicas que tienen lugar en la atmósfera (Caicedo-Camargo, Bolaño-ortiz and Álvarez-Mancilla, 2010, p.78).

Las emisiones de fuentes naturales están presentes en todos los ecosistemas, por los que las emisiones de COVB resultan de cada uno de los procesos fisiológicos que llevan a cabo plantas, microorganismos, plancton, es decir, son el resultado de los procesos de los organismos fotoautótrofos, sin embargo, las interacciones de estos con los contaminantes antropogénicos permiten la formación de oxidantes fotoquímicos que causan efectos nocivos en la naturaleza (Caicedo-Camargo, Bolaño-ortiz and Álvarez-Mancilla, 2010, p.79).

Según Guenther et al. (1995, p. 54) citado por Atkinson & Arey, (2003, p. 46) estima que se emanan 1150 x10¹² g de carbono en forma de COVB´s alrededor de todo el mundo durante un año, estas emisiones dependerán de la intensidad de la luz y la temperatura, en la tabla 1-1, se observa la cantidad de COVB´s generados por diferentes ecosistemas.

Tabla1-1: Estimación global de los COVB´s por Tg/año

Fuente	Isopreno	Monoterpenos	OCOV^a	Total COV
Bosques	372	95	354	821
Cultivos	24	6	90	120
Arbustos	103	25	66	194
Océano	0	0	5	5
Otras	4	1	4	9
Total	503	127	519	1150

Fuente: (Cárdenas, 2012).

Los COVBs son emanados especialmente por algunos órganos de las plantas como las flores y los frutos, estos son emitidos en grandes cantidades cuando los órganos llegan a la etapa de maduración, las plantas leñosas poseen gran cantidad de compuestos orgánicos volátiles, especialmente terpenos, y cuando las plantas llegan a sufrir daños en sus órganos las emisiones de estos componentes se incrementan superando el nivel normal de emisión (Laothawornkitkul et al. 2009, p.28).

Según Kegge & Pierik, (2009, p. 127), los cambios que se presentan en los factores abióticos, como cambios de temperatura, humedad, disponibilidad de nutrientes y la presencia de organismos competidores, son las principales causas para que la vegetación presente cambios en el comportamiento; las plantas al sentirse amenazadas en un clima con condiciones desfavorables emanan grandes cantidades de compuestos orgánicos.

1.2.8. Clasificación de los COVBs

Los COVBs han sido clasificados dependiendo del número de carbonos presente en la estructura, sin embargo, manera general se los conoce como isoprenoídes o terpenoide, estos COVBs pueden presentarse como compuestos monos, bi, tricíclicos sin presentar compuestos oxigenados.

- 5 Carbonos Hemiterpenos
- 10 Carbonos Monoterpenos
- 15 Carbonos Sesquiterpenos
- 20 Carbonos Diterpenos
- 30 Carbonos Triterpenos
- 40 Carbonos Tetraterpenos
- >45 Carbonos Politerpenos

El tiempo de vida de este tipo de COVBs es corto debido a la presencia de dobles enlaces que presentan en su estructura, característica que los vuelve muy susceptibles de cambios por diversos factores, en la tabla 1-2, se reflejan los tiempos de vida de algunos COVBs

1.2.8.1. Isopreno

El isopreno o también denominado metil-1,3-butadieno es un compuesto orgánico el cual es sensible al calor, este se lo puede encontrar en su forma natural en el medio ambiente y también en el cuerpo humano en concentraciones bajas, cuando se utiliza en la industria este se encuentra en liquido transparente. En la naturaleza varios tipos de plantas y árboles suelen contener isopreno que cuando son expuestas al sol permitirá que la sustancia sea emitida por las hojas de las plantas, una vez liberadas el isopreno se mezcla con otras sustancias las cuales en la atmosfera producen gases de efecto invernadero como lo es el monóxido de carbono (CEAUSESCU, 1984, p. 73).

1.2.8.2. Monoterpeno

Los monoterpenos son una clase de terpenos que consta de dos unidades de isopreno, con la fórmula cruda C₁₀ H₁₆. Los monoterpenos pueden ser lineales (acíclicos) o contener anillos (cíclicos). Cuando los monoterpenos se modifican con reacciones tales que conducen a la

formación de grupos funcionales que contienen átomos distintos del carbono, como grupos que contienen hidroxilo, carbonilo o nitrógeno, se denominan monoterpenoides. Muchos autores con el término monoterpeno también indican los diversos monoterpenoides. Aunque estructuralmente pueden parecer ser sintetizados por polimerización de isopreno, los monoterpenos son biosintetizados por organismos de grupos acetil - coenzima A (acetil - CoA) a través de la vía metabólica de la HMG - CoA reductasa. Los intermedios en la biosíntesis son el ácido mevalónico y sus ésteres fosfóricos y pirofosfóricos, el pirofosfato de ISOPENTENILO (IPP) y el pirofosfato de dimetilalilo (DMAPP). La reacción entre el pirofosfato de ISOPENTENILO (IPP) y el pirofosfato de dimetilalilo (DMAPP) conduce a la formación del pirofosfato de geranilo la eliminación del grupo pirofosfato conduce a la formación de monoterpenos acíclicos como el ocimeno y el mirceno (LOPEZ, et al., 2016, p. 36).

Tabla2-1: Tiempo de vida de COVBs

Nombre	Tiempos de Vida químicos ^a		Ejemplo	Concentración atmosférica
	Día	Noche		
Isopreno	3 h	1,5h	Isopreno	ppt hasta ppb
Monoterpenos	2 -3 h 40 - 80 min 15 - 20 min < 5 min	5 - 30 min 5 - 20 min < 1 min <2 min	α - Pineno; β - Pineno, sabineno Limoneno; t- β -Ocimeno, Mirceno Terpinoleno; α - Felandreno α - Terpineno	ppt hasta ppb
Sesquiterpenos	< 4 min	< 2min	β - Cariofileno	No detectable debido a la alta reactividad
Otros COVs reactivos	< 1 día		2 - metil - 3 - buten - 2 - ol	1 - 3 ppb
Otros COVs	> 1 día		metanol, Acetona	2 - 30 ppb

Fuente:(Cárdenas, 2012).

1.2.9. Efectos de los COVBs en la atmósfera

La constante interacción de los compuestos orgánicos volátiles de origen biogénico da lugar a:

- Formación de ozono troposférico
- Control en las concentraciones de radicales oxidrilos
- Formación de nitratos orgánicos
- Oxidación de los COVB's con posible formación de aerosoles orgánicos
- Formación de ácidos orgánicos por las reacciones atmosféricas

Al ser compuestos emitidos directamente por el material vegetal y por algunos procesos antropogénicos, sin duda, generarán problemas en el ambiente en general y debido a las reacciones redox en las que participan, estos contaminantes pueden formar núcleos de condensación que pueden ocasionar el enfriamiento de la superficie terrestre, aumento en la

deposición ácida y generar problemas en el ciclo de carbono (Velasco y Bernabé, 2004 citado por Caicedo-Camargo, Bolaño-ortiz & Álvarez-Mancilla, 2010, p.81).

1.2.10. COVBs en el calentamiento global

Los modelos ambientales del 2007 han estimado que, durante el siglo XXI, la temperatura del planeta ascenderá en entre 1 y 6°C, estos cambios afectarán directamente en las emisiones de COVBs por parte de la vegetación, porque las reacciones son dependientes de los cambios de temperatura por lo que la difusión celular incrementará (Kegge and Pierik, 2009, p.37).

El calentamiento global influye de manera indirecta con las emisiones de COVBs, pues, esta puede alterar la composición de la vegetación en diferentes zonas geográficas, al verse alteradas las regiones, se busca maneras de suplir la falta de vegetación con plantas de diferentes zonas, esta aclimatación de la vegetación es el principal factor en el incremento de COVBs en ciertos lugares.

1.2.11. Mecanismos de emisión de los COVB's por las plantas

Las plantas tienen mecanismos bioquímicos en partes específicas como tallos y hojas donde se elaboran los compuestos orgánicos volátiles no metanogénicos, estos mecanismos forman parte de los procesos fisiológicos de la planta, como la fotosíntesis; su emisión se da por diferentes rutas de difusión entre estas tenemos la conductancia por medio de estomas, difusión a través de la cutícula de la epidermis de la hoja, evaporación y liberación desde capas superficiales formadas por heridas o daños físicos (ARNETH, et al., 2008, p.63).

1.2.12. Inventario de emisiones

Un inventario de emisiones es un conjunto de datos consolidados, resultado de la sumatoria de las emisiones considerando el tipo, cantidad de contaminante y el tipo de fuente de la que proviene en un área establecida durante un intervalo de tiempo (Gaitán & Cárdenas, 2017, p.8).

El creciente interés en el uso de los inventarios de emisiones se basa en su potencial uso en política ambiental, así como también con fines científicos, además, son la base para la toma de decisiones en la implementación y evaluación de programas que buscan mejorar la calidad del aire (Ministerio del Ambiente, 2010, p.6).

Un inventario de emisiones puede estar definido como:

$$IEA = \sum_{i=1}^n E_{j,t}$$

IEA: Inventario de emisiones atmosféricas (j) en un intervalo de tiempo (t)

E_{j,t}: Emisiones generadas (j) por las actividades (i) en un determinado tiempo (t)

n: Número total de actividades a considerarse.

1.2.13. Interpolación (IDW) – Kriging

Las herramientas de interpolación IDW (Distancia inversa ponderada) es considerado como métodos de interpolación determinísticos porque están basados directamente en los valores medidos circundantes o en fórmulas matemáticas especificadas que determinan la suavidad de la superficie resultante. Tenemos como método de interpolación que consta de métodos geoestadísticos, como Kriging (ArcGis, 2015, p. 154).

Kriging, está basado en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación, es decir las relaciones estadísticas entre los puntos medios. Gracias a esto, las técnicas de estadística geográfica no solo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción, sino que también proporcionan alguna medida de certeza o precisión de las predicciones (ArcGis, 2015, p. 143).

Kriging es un proceso que tiene varios pasos, entre los que se incluyen, el análisis estadístico exploratorio de los datos, el modelado de variogramas, la creación de la superficie y (opcionalmente) la exploración de la superficie de varianza. Este método es más adecuado cuando se sabe que hay una influencia direccional o de la distancia correlacionada espacialmente en los datos. Se utiliza a menudo en la ciencia del suelo y la geología (ArcGis, 2015, p. 145).

1.2.14. Modelación geoespacial

Un modelo geoespacial se puede definir como representación gráfica de la abstracción humana, las operaciones SIG intentan reproducir momentos específicos en el tiempo de fenómenos o sistemas provenientes en un tiempo extendido. Estos fenómenos se pueden volver espaciales cuando describen las variaciones que provocan sobre la superficie terrestre (Tapia y Silva, 2018, p. 82).

Las técnicas de modelado geoespacial están diseñadas para descubrir patrones de datos que incluyen un componente geoespacial (mapa). El sistema de modelado geoespacial proporciona métodos para analizar datos geoespaciales con y sin un componente de tiempo (IBM, 2016, p. 4).

Para la investigación se utilizó el programa modelación SIG ArcGis, este programa permite y relaciona varias variables que ayuda a generar mapas temáticos en donde permite combinar datos de interés. Estos programas en el ámbito ambiental son necesarios porque ayudan y facilitan a dar soluciones a problemas de contaminación ambiental (ArcGis, 2017, p. 65).

1.2.15. Envi

ENVI es el software para la visualización, análisis, y presentación de todo tipo de imágenes digitales. El software de procesamiento de imágenes de ENVI incluye herramientas avanzadas, pero fáciles de usar, para realizar análisis espectral, corrección geométrica, análisis del terreno, análisis de datos radar, capacidad GIS para raster y vector, amplio soporte de una gran variedad de fuentes de imágenes entre otros. ENVI puede usarse para llevar a cabo numerosas técnicas de análisis de imágenes, como clasificación multiespectral, para aplicar diversos tipos de filtros, georreferenciación de imágenes, transformación a componentes principales, cocientes de bandas y estadísticas de imagen. ENVI también cuenta con un conjunto de herramientas avanzadas para el análisis espectral, diseñadas específicamente para trabajar con datos hiperespectrales y un conjunto completo de herramientas para trabajar con datos de RADAR. Además, ENVI proporciona acceso completo al lenguaje de programación IDL (Interactive Data Language) un potente y fácil de usar, lenguaje de programación cuyos programas pueden ser incorporados fácilmente a ENVI (RIEGO, 2017, p. 78).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Descripción de la zona de estudio

El Cantón Penipe se ubica en la vertiente occidental de la cordillera oriental del Ecuador. Posee una superficie de 36.658,39 hectáreas (366,58 km²). La altura varía desde los 2300 hasta los 5000 m.s.n.m. La precipitación mínima anual es de 500 a 750 mm (región occidental) y la máxima de 2000 a 2500 mm/anales en la zona oriental del cantón. La temperatura media en el cantón es de 12.5°C con un rango máximo que varía entre 10 °C – 12°C media anual (PDOT - Penipe, 2016, p. 25).

2.2. Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra limitada por las coberturas vegetales y uso de suelo de las parroquias Bilbao, Matus, Puela y El Altar, abarcando un área de 24,616.28 hectáreas, por cuanto son las zonas de mayor producción agrícola del sector y las que mayores cambios ha presentado en los años 1998 al 2016 a raíz de los fenómenos naturales y antrópicos.

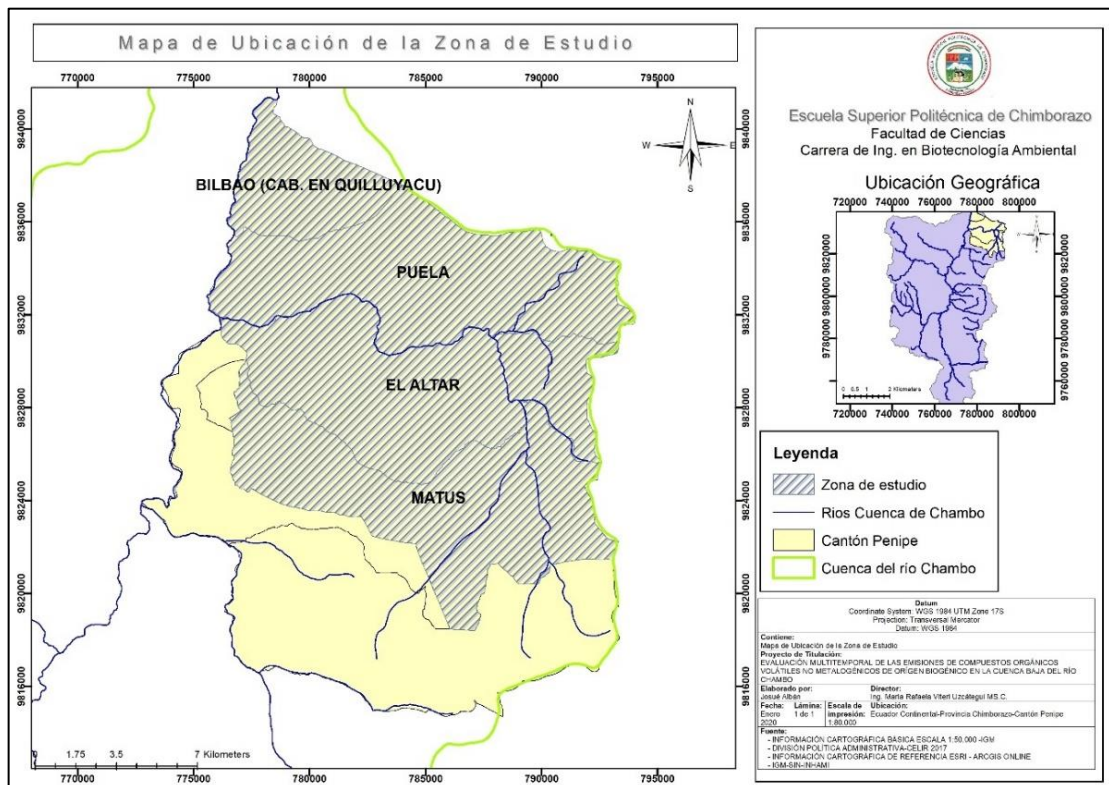


Figura 1-2: Mapa de ubicación de la zona de estudio.

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

2.3. Tipo de investigación

La investigación tuvo un enfoque cualitativo/cuantitativo (al delimitar el tipo de cobertura vegetal predominante generadora de COVBs no metanogénicos en el área de estudio), de alcance exploratorio/ descriptivo ya que se realizó la recopilación de la información necesaria del cantón Penipe con el objetivo de establecer los parámetros y ecuaciones adecuadas para conocer la emisión de COVBs en los años 1998 y 2016 que luego serán representados en los diferentes mapas temáticos.

Dentro de esta investigación se realizará una grilla sobre el mapa del cantón Penipe donde se trabajarán con 1636 cuadrantes de 500x500 m².

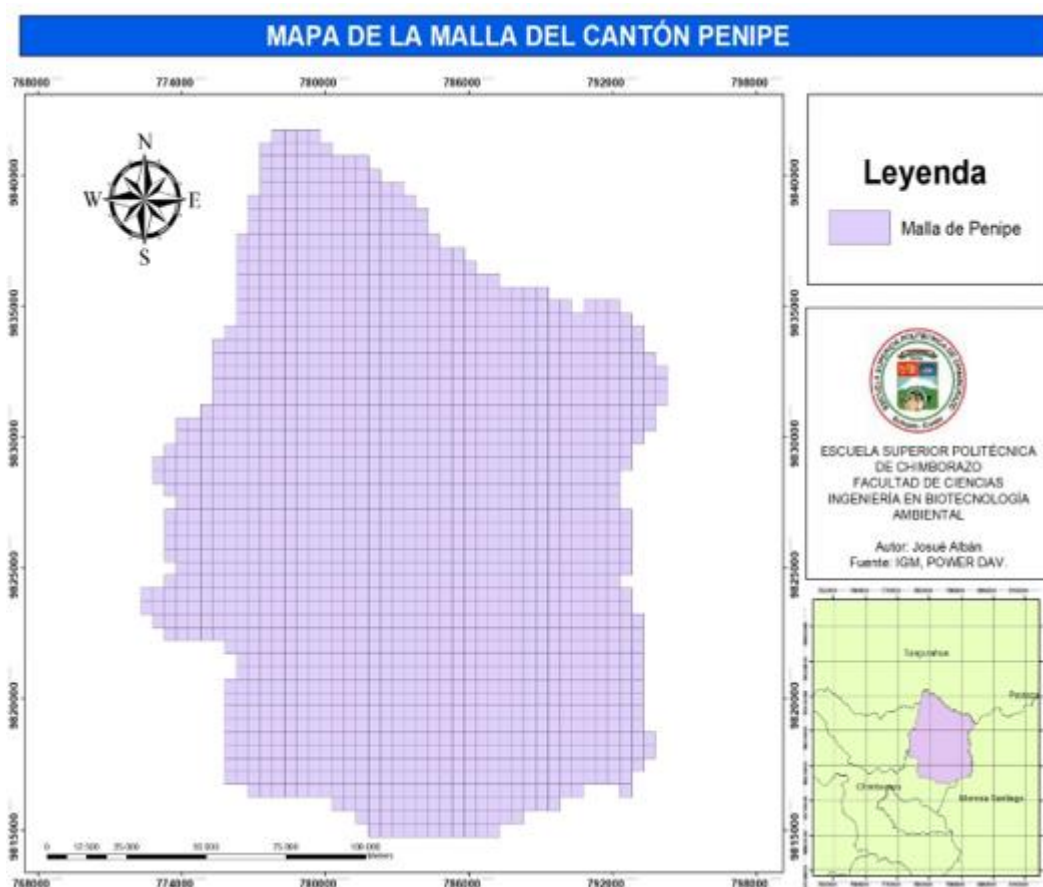


Figura 2-2: Mapa de grilla de la zona de estudio.

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

2.4. Materiales

Los materiales utilizados en la investigación fueron: computador, software Sig ArcGis, software envi, además se utilizaron diferentes bases de datos de sensores relacionados con la meteorología

y radiación solar como son The Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER), Data Access Viewer (DAV) perteneciente a la Nasa y Geological Survey (USGS).

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recopilación de la información bibliográfica se utilizó palabras clave en base a los objetivos planteados, lo cual permitió tener una base de datos amplia, para que el resultado de este proceso cuente con información precisa y eficaz (López, 2015, p. 46), luego se procedió a utilizar el modelo propuesto con Guenther con el objetivo de calcular las emisiones de COVBs.

2.6. Procedimientos

2.6.1. Generación de malla

Como primer paso de la investigación se generó una malla de muestreo dentro de la cuenca baja del río Chambo, en el cantón Penipe, utilizando ArcGis, la cual ayudo a identificar el uso de suelo predominante en cada cuadrante de 500x500m².

2.6.2. Interpolación de Datos

Se realizo una base de datos de temperatura y radiación para cada año, las cuales se interpolarán con el mapa de uso de suelo; de esta manera se obtendrá un dato predominante de temperatura, radiación y uso de suelo, el cual será utilizado para la aplicación de la metodología de Guenther (Guenther, 2008, p. 86).

2.6.3. Procedimiento para le generación de mapas de cobertura vegetal y variables climáticas

Para cumplir con los objetivos propuestos en la investigación se procedió a generar mapas con el fin de delimitar la cobertura vegetal y variables climáticas en la cuenca baja del río Chambo se lo realizó con la ayuda del software de modelación SIG ArcGis, el cual permitió relacionar variables que permitieron generar mapas temáticos los cuales se entrelazaron con datos de interés de imágenes satelitales que fueron obtenidas a través de la plataforma United States Geological Survey (USGS). Según las medidas de los parámetros de calidad de las mismas, tomando en consideración la cantidad de nubosidad principalmente, se seleccionaron las imágenes correspondientes a los años en estudio de 1998 y 2016; estas corresponden a los satélites Landsat 5 y tienen una resolución de 30x30 m (Riego, 2017, p. 163).

2.6.4. *Procesamiento de imágenes satelitales y modelación geoespacial*

Para el procesamiento de imágenes y modelación geoespacial se utilizó la metodología según lo indica los gráficos 1-2 y 2-2, en la cual se puede apreciar las distintas herramientas que se utilizaron como es el software ENVI el cual ayudo a obtener datos meteorológicos, de cobertura vegetal, emisiones de COVBs y los resultados del modelamiento matemático de Guenther, con el modelado geoespacial que están diseñados para encontrar patrones de datos de interés se obtuvo las mallas de cobertura por medio del protocolo metodológico y para su elaboración del mapa de cobertura y uso de la tierra, a partir de las imágenes LanSat 5 que se obtuvieron a través del siguiente procedimiento: se ingresó a la página del USGS (United States Geological Survey. 2014. p. 63), donde se indicó el área de estudio en el caso presente el cantón Penipe, luego se procedió a agregar el periodo de estudio de la búsqueda que corresponden al año 1998 y 2016, se consideraron imágenes satelitales que contengan la menor nubosidad, que a su vez de los datos descargados de POWER DAV, depurados en Excel, luego graficados en Arcgis 10.5 con la herramienta kriging. El protocolo utilizado para coberturas es del (MAGAP-MAE, 2018, p. 35). Servirán para desarrollar una representación geoespacial como lo indica el diagrama de flujo a continuación.

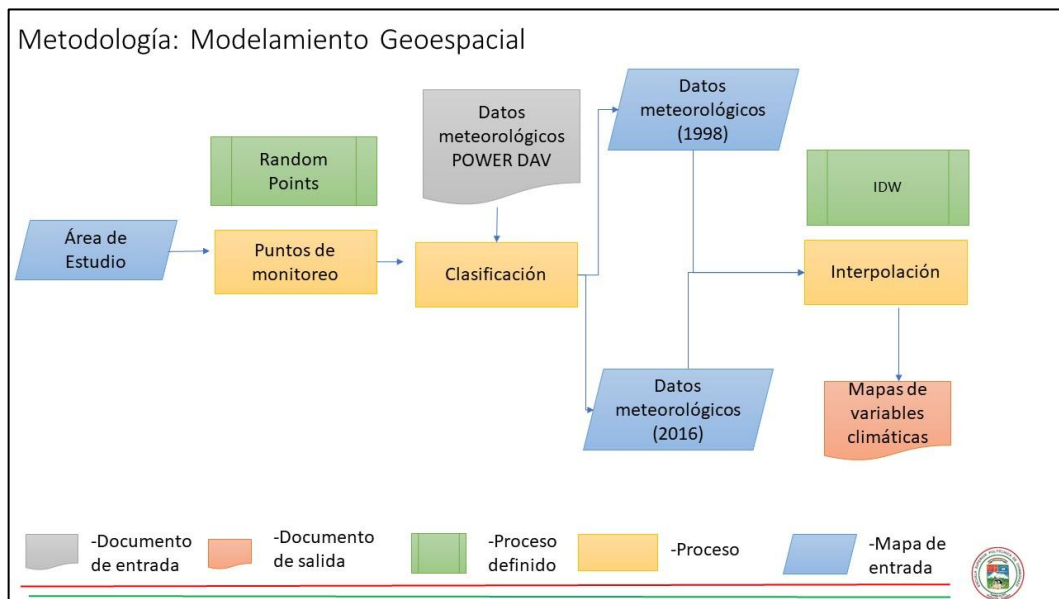


Gráfico 1-2: Metodología de modelamiento geoespacial de COVBs

Realizado por: (Albán, Josué. 2020).

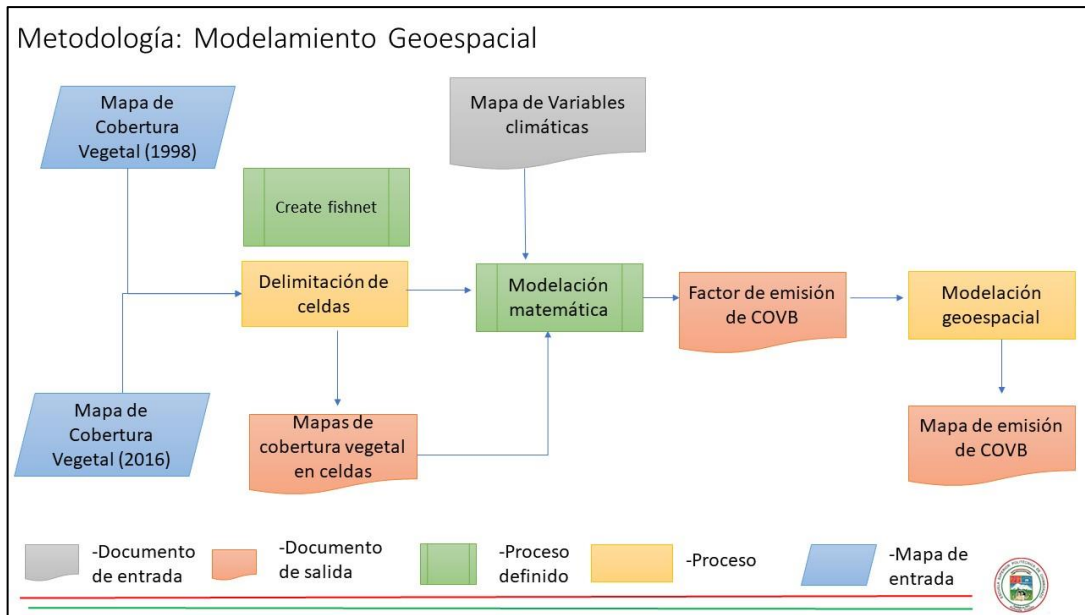


Gráfico 2-2: Metodología de modelamiento geoespacial de COVBs (continuación)

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

2.6.4.1. Proceso de Calibración para las imágenes Landsat

Los procedimientos que se implementaron con las respectivas imágenes satelitales son los propuestos por (Aguilar, et al., 2014, p. 43), en la cual se describe los parámetros y procesos de calibración que son requeridos para transformar la información contenida en imágenes de niveles digitales a radiancia y posteriormente a reflectancia.

El primer paso fue ingresar el metadato de la imagen satelital en el software envi, la cual contiene todas las bandas e información de la imagen, para realizar este proceso se utilizó la herramienta Radiometric Calibration dichos parámetros de calibración radiométrica se almacenó en formato de tipo BIL. Una vez realizado el anterior proceso con la imagen en radiancia se procedió a realizar la corrección atmosférica con lo cual se obtuvo los valores de reflectancia.

2.6.4.2. Recolección de Datos Meteorológicos

Para la recopilación de los datos meteorológicos se generó mapas de las variables climáticas, se utilizaron los datos de sensores remotos obtenidos de The Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER) Data Acces Viewer (DAV) con el cual se descargó datos de temperatura en grados Celsius (°C) y la radiación PAR de todo el cantón Penipe, por una selección de puntos aleatorios generados en ArcGis que cubran el área de estudio.

2.6.5. Fórmulas para el cálculo de emisiones de COVBs

Para el cálculo de las emisiones de COVBs (Isopreno, Monoterpenos y otros COVBs) se utilizó el modelo propuesto por Guenther, A. et al (1997, p. 214) el cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2-2: Cálculo para el Isopreno

Compuesto	Fórmula	Detalle
Isopreno	$E_{iso}(k, \text{hourly})$ $= EF_j^{iso} \times ECF(T, P) \times FBD_j \times A$	<p>$A = \text{área de la celda (Km}^2\text{)}$</p> <p>$FBD_j = \text{densidad de biomasa foliar de la categoría } j \text{ de uso de suelo } (\frac{g}{m^2})$</p> <p>$ECF(T, P) = \text{factor de corrección ambiental perteneciente a la temperatura y PAR (adimensional)}$</p> <p>$EF_j^{iso}(k, \text{cada hora})$</p> <p>$= \text{emisión de isopreno de cada hora en la celda } kth$</p>
	$ECF(T, P) = C_t C_p$	<p>$C_t = \text{factor de corrección de la temperatura}$</p> <p>$C_p = \text{factor de corrección para el PAR}$</p>
	$C_L = \frac{\alpha C_{L1} L}{\sqrt{1 + \alpha^2 L^2}}$ $C_T = \frac{\exp\left(\frac{C_{T1}(T-T_s)}{RT_s T}\right) \alpha C_{L1} L}{1 + \exp\left(\frac{C_{T2}(T-T_m)}{RT_s T}\right)}$	<p>$\alpha = 0.0027$ coeficiente empírico</p> <p>$C_{L1} = 1.066$, coeficiente empírico</p> <p>$C_{T1} = 95000$ J/mol, coeficiente empírico</p> <p>$C_{T2} = 230000$ J/mol, coeficiente empírico</p> <p>$T_m = 314$ K</p> <p>$T_s = 303$ K, temperatura de condiciones de referencia</p> <p>$R = 8.314 \frac{J}{Kmol}$ constante universal de gases</p> <p>$T = \text{temperatura en superficie, en grados kelvin registrada en la celda } K$</p> <p>$L = \text{PAR } (\frac{\mu}{m^2 S^2}) \text{ en la celda } K$</p>
	$E_{iso}(k, \text{daily})$ $= \sum_{h=1}^{24} E_{iso}(k, \text{hourly})$	<p>$E_{iso}(k, \text{daily})$</p> <p>$= \text{emisión diaria de isopreno en la celda } kth (\frac{g}{d})$</p>
	$E_{iso}(k, \text{monthly})$ $= 30 \cdot E_{iso}(k, \text{daily})$	<p>$E_{iso}(k, \text{monthly})$</p> <p>$= \text{emisión de isopreno mensual de isopreno } (\frac{g}{mes})$</p>
	$E_{iso}(k, \text{annual})$ $= \sum_{m=1}^{12} E_{iso}(k, \text{monthly})$	<p>$E_{iso}(k, \text{annual})$</p> <p>$= \text{emisión de isopreno anual de isopreno } (\frac{g}{año})$</p>

Fuente: Guenther, A. et al (1997).

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

2.6.6. Cálculo para los Monoterpenos

Tabla2-2: Cálculo para el Isopreno

Monoterpenos	$E_{mon}(k, hourly)$ $= EF_j^{mon} \times M(T) \times FBD_j \times A$	EF_j^{mon} = factor de emisión estándar de monoterpenos asociado con la categoría j de uso de suelo ($\frac{\mu g}{gh}$) $E_{mon}(k, hourly)$ = emisión horaria de monoterpenos en la celda kth ($\frac{g}{h}$) $M(T)$ = factor de corrección ambiental perteneciente a la temperatura
	$M(T)$ $= \exp(\beta \cdot (T - T_s))$	$\beta = 0.09 K^{-1}$, coeficiente empírico
	$E_{mon}(k, daily)$ $= \sum_{h=1}^{24} E_{mon}(k, hourly)$	$E_{iso}(k, daily)$ = emisión diaria de monoterpeno en la celda kth ($\frac{g}{d}$)
	$E_{mon}(k, monthly)$ $= 30 \cdot E_{mon}(k, daily)$	$E_{iso}(k, monthly)$ = emisión de monoterpeno mensual de isopreno ($\frac{g}{mes}$)
	$E_{mon}(k, annual)$ $= \sum_{m=1}^{12} E_{mon}(k, monthly)$	$E_{iso}(k, annual)$ = emisión de monoterpeno anual de isopreno ($\frac{g}{año}$)

Fuente: Guenther, A. et al (1997)

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

2.6.7. Cálculo para otros COVBs

Tabla3-2: Cálculo para el Isopreno

Otros COVBs	$E_{mon}(k, hourly) = EF_j^{mon} \times M(T) \times FBD_j \times A$
-------------	---

Fuente: Guenther, A. et al (1997).

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

2.6.8. Análisis estadísticos de emisiones de COVB's no metanogénicos por el cambio de usos de suelos y los cambios meteorológicos

Para el estudio de análisis estadísticos de emisiones de COVBs se asignó especies vegetales más representativas de la zona presentes dentro del área de estudio propuesto, cada uno de ellos se clasificó de acuerdo con su cobertura, las especies que describiremos a continuación en la tabla.

Tabla4-2: Sistema de clasificación para usos de suelo y coberturas vegetales

Nivel I	Nivel II
Bosque	Bosque nativo Plantación forestal
Tierra Agropecuaria	Cultivo anual Cultivo semipermanente Cultivo permanente Pastizal Mosaico agropecuario
Vegetación arbustiva y herbácea	Vegetación arbustiva Vegetación herbácea Páramo
Cuerpo de Agua	Natural Artificial
Zonas antrópicas	Área poblada Infraestructura
Otras tierras	Glaciar Área sin cobertura vegetal

Fuente: (MAGAP-MAE, 2015).

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

Tabla5-2: Vegetación endémica del cantón Penipe

Categoría	Especies Vegetales	Isopreno $\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$	Monoterpenos $\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$	Otros COVs $\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$
Cultivo Anual	Allium fistulosum	0.01	0.3	1.50
Cultivo Anual	Allium cepa	0.01	0.3	1.50
Páramo	Azorella pedunculata	NI	NI	NI
Páramo	Barnadesia	0.60	0.80	1.40
Mosaico agropecuario	Beta vulgaris	0.2	0.6	5.34
Bosque nativo	Baccharis	4.70	7.66	4.77
Vegetación herbácea	Bidens andicola	4.70	2.30	1.60
Páramo	Cinchona	0.60	0.80	1.40
Bosque natural	Castilleja sp	0.5	0.5	1.2
Área poblada	Cynodon dactylon	0	13	0
Pastizal	Disterigma acuminatum	0	0	0

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

El análisis de la dinámica de cambio de uso de suelo se ha realizado a partir de las matrices de transición generadas por software, estas son tablas con arreglos simétricos que contienen la información correspondiente a los usos de suelo de cada año. Se ha generado una matriz de transición de ganancias y pérdidas para cada categoría.

2.7. Análisis Estadístico

Con los resultados obtenidos se realizará un análisis comparativo descriptivo de los años 1998 y 2016 en la cuenca baja del río Chambo ubicado en el cantón Penipe.

Adicionalmente para determinar del impacto del uso de suelo en sus propiedades físico-químicas en las emisiones, se realizó análisis ANOVA de un factor, que indica si los valores promedios de los parámetros de estudio son significativamente diferentes; en el caso de que cumpla, se realiza un análisis LSD de Fisher para determinar el o los componentes que posean la diferencia verdadera (MINITAB, LLC, 2018, p. 41).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Tipo de cobertura vegetal y uso de suelo

Mediante la clasificación de (MAGAP-MAE, 2015, p. 42) se pueden encontrar 4 distintos niveles organizados jerárquicamente en la leyenda temática para el Ecuador, en el cual el primer nivel corresponde a la cobertura/uso, a continuación, como se muestra en la tabla 1-3 se efectuó una categorización de los elementos correspondientes a los tipos de cobertura del primer nivel.

Tabla1-3:Cobertura vegetal y uso de suelo de los años 1998 y 2016

TIPO DE COBERTURA Nivel 1	AÑOS			
	Cobertura (Ha)	Cobertura (%)	Cobertura (Ha)	Cobertura (%)
	1998	1998	2016	2016
Bosque	14233.7	37.2	13054.0	34.1
Tierras Agropecuarias	4126.1	10.8	4686.2	12.3
Vegetación arbustiva y herbácea	16604.4	43.4	16204.8	42.4
Cuerpo de agua	1296.5	3.4	479.2	1.3
Zonas Antrópicas	94.1	0.2	150.8	0.4
Otras Tierras	1884.3	4.9	3664.9	9.6
Total	38239.0	100.0	38239.9	100.0

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

Como se puede observar en la tabla 1-3, la cobertura predominante para el año de 1998 es la vegetación arbustiva y herbácea contando con 16604.4 Ha (43,4%) mientras que el Bosque se ubica en segundo lugar y le corresponden 14233.7 Ha (37.2 %).

En cambio, durante el año del 2016 se evidencia una disminución de cobertura en casi todos los elementos; los más sobresalientes se puede notar que con respecto a la vegetación arbustiva y herbácea su cobertura es de 16204.8 Ha (42.4 %), resultando un descenso en 1% con respecto al año 1998, en tanto para la cobertura de bosques posee un valor 13054.0 Ha (34.1 %), resultando en un descenso del 3.1% con respecto al año 1998.

Albornoz. M, Machado. M, (2016.p.p. 13-14) indica que en el 2007 llega al Ecuador la revolución agraria, en donde la reforma agraria y la frontera agrícola disminuye su auge de crecimiento, esta nueva reforma se centra en el agua, diversidad, tecnología y conocimiento ancestrales. En el 2014

se implementa la nueva reforma de ley de la reforma agraria y conservación de suelos ancestrales (Albornoz y Machado, 2017, pp.13-14).

3.1.2. Incidencia de la radiación y temperatura sobre las emisiones de COVBs

3.1.2.1. Temperatura

Tabla2-3:Temperatura (mínima, media, máxima) de los años 1998 y 2016

TEMPERATURA °C	1998			2016		
	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima
Enero	12.2	14.4	17.4	14.1	16.3	18.7
Febrero	12.4	15.0	17.9	13.7	16.0	17.9
Marzo	12.6	15.1	17.8	13.7	16.2	18.2
Abril	12.6	14.3	17.6	13.3	15.8	17.9
Mayo	11.7	13.9	16.3	12.6	15.1	17.1
Junio	10.3	13.0	15.0	10.6	13.4	15.3
Julio	9.5	12.3	14.7	10.8	13.6	15.5
Agosto	9.8	13.0	15.7	11.4	14.1	16.1
Septiembre	10.3	13.8	16.3	12.1	14.8	16.8
Octubre	11.0	14.1	16.7	13.0	15.6	17.5
Noviembre	11.1	14.6	17.1	13.3	16.0	17.9
Diciembre	11.0	14.5	17.0	13.1	15.5	17.4

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

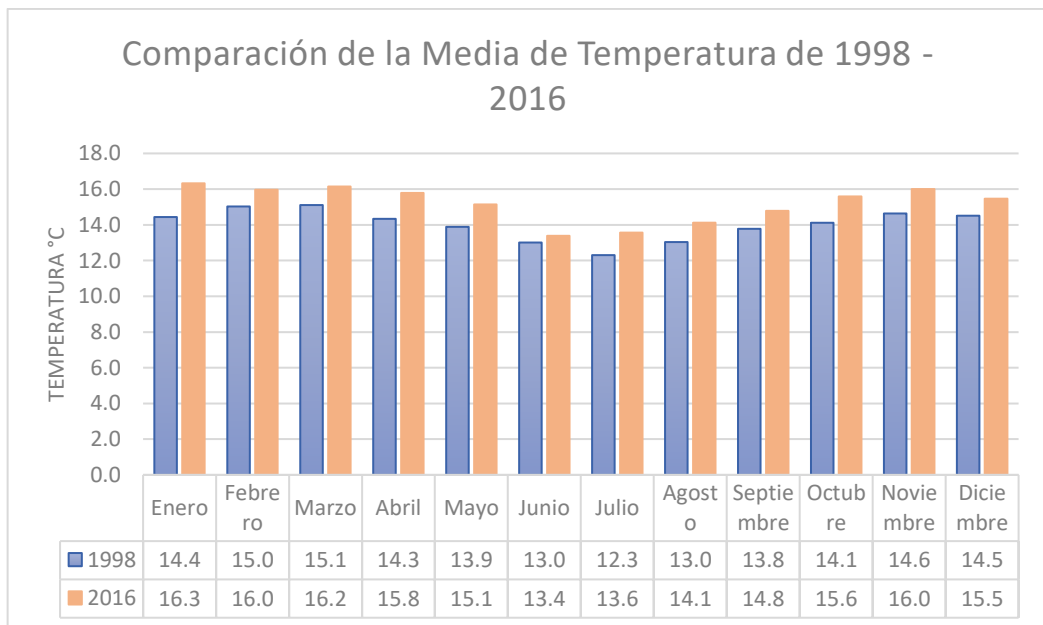


Gráfico 1-3:Comparación de la media de temperatura de 1998-2016.

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

De los resultados obtenidos con respecto a las medias de temperaturas se puede apreciar de manera muy clara una subida en las mismas correspondientes al año 2016 con respecto a las temperaturas del año 1998. Para los primeros meses del año 2016 se ve un aumento significativo en la temperatura media, correspondiendo a estos uno de los meses más calurosos y lo más probable es que esto se debe al calentamiento global que ha venido acentuándose con el pasar de los años, de acuerdo con el INAMHI, 2001 en el Ecuador, las temperaturas medias fueron variando tanto espacial como temporalmente, existiendo predominio de las anomalías térmicas que tienden al alza de las mismas, especialmente en el callejón interandino.

La emisión de los monoterpenos está influenciada esencialmente por la temperatura y la del isopreno, por la temperatura y la radiación solar con una máxima de emisión a una temperatura alrededor de 40 °C (Toro, Cremades, Ramirez, 2001, p. 56).

Los COVBs podrían proteger a las plantas contra las elevadas temperaturas, y las emisiones de COVBs que van al alza con el calentamiento pueden ocasionar una retroalimentación positiva como negativa en el calentamiento del planeta (Peñuelas & Lluisa, 2003, p. 102).

3.1.2.2. Radiación

Tabla3-3:Radiación (mínima, media, máxima) de los años 1998 y 2016

RADIACIÓN W/m ²	1998			2016		
	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima
Enero	76.8	89.2	97.0	67.4	84.1	91.9
Febrero	73.5	92.8	103.1	64.9	79.7	101.1
Marzo	71.4	92.1	102.0	60.6	74.3	99.7
Abril	70.8	92.6	103.7	68.2	84.0	106.6
Mayo	72.6	89.2	97.2	67.0	79.8	94.1
Junio	72.5	87.2	95.7	62.1	72.0	89.5
Julio	71.8	84.1	89.7	64.7	72.6	86.5
Agosto	73.3	89.1	98.3	73.2	85.3	101.0
Septiembre	80.4	98.8	106.8	79.0	90.4	108.4
Octubre	92.7	98.7	102.9	77.1	90.0	98.1
Noviembre	81.2	103.5	114.7	78.5	93.5	104.0
Diciembre	79.8	108.4	124.0	76.1	89.4	112.3

Realizado por: (Albán, Josué. 2020).

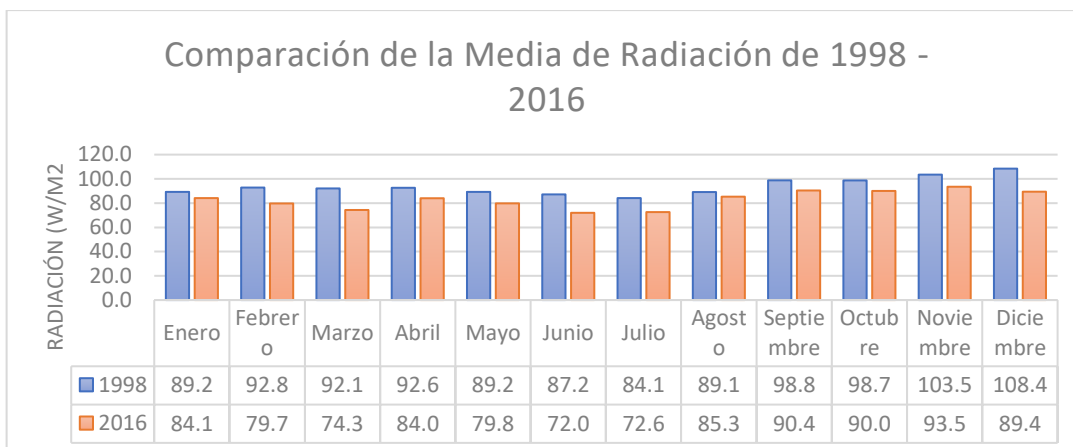


Gráfico 2-3: Comparación de la media de radiación de 1998-2016.

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

En tanto a los valores correspondientes a radiación, se puede observar que la media correspondiente al año 2016 disminuyó de manera notable con respecto a las medidas de radiación del año 1998. Los más altos valores de radiación para el año 1998 son los últimos meses del año teniendo un valor de 103.5 W/m² para noviembre y 108.4 W/m² para el mes de diciembre; en cambio para el año 2016 para los meses con mayor radiación se encuentra que para noviembre se tiene un valor de 93.5 W/m² y para diciembre se tiene un valor de 89.4 W/m², habiendo una disminución entre los dos años de 9.7 W/m² para noviembre y de 19 W/m² para el mes de diciembre.

Las emisiones de isoprenos están ligadas estrechamente con la radiación, como se mencionó inicialmente por lo que a bajos niveles de luz la emisión de los mismos es muy baja, pero se puede llegar a un punto de saturación debido a la intensa luz que se tiene durante el transcurso en un día soleado (Toro, Cremades, Ramirez, 2001, p. 87).

La radiación es un aspecto importante para el entendimiento de estos contaminantes, debido a que esta influye a largo plazo en la reserva de COVBs ya que provee de energía biosintética, regula la síntesis y controla el crecimiento de las plantas, influye a corto plazo (de minutos a horas) en las emisiones de los terpenos (Peñuelas & Lluisa, 2003, p.62).

3.1.3. Emisiones de COVBs del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo)

3.1.3.1. Mapas Anuales de emisiones de COVBs del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo del año 1998)

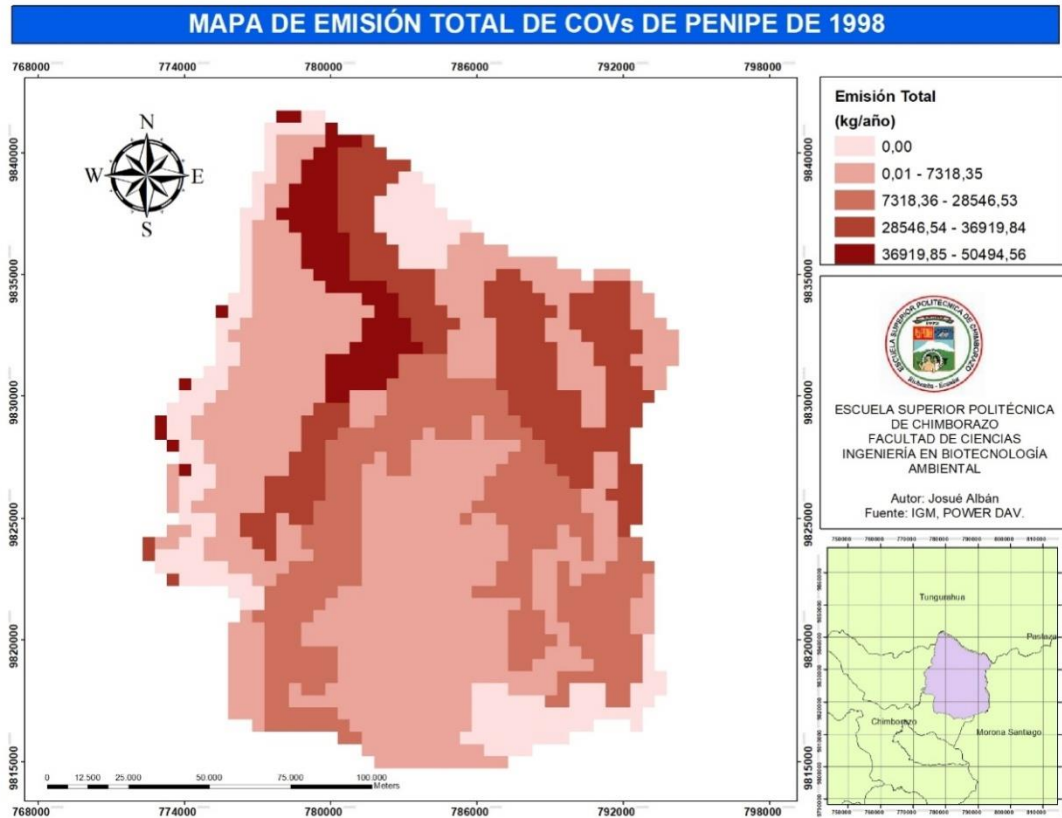


Figura 1-3: Mapa de emisiones totales COVBs del año 1998 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

En la figura 1-3, las emisiones de mayor concentración de COVBs totales se concentran principalmente en la región noroeste y oeste, presentándose en este último en pequeños sectores del cantón, los valores más altos son de 36.9198 a 50.4946 T/año (color marrón intenso), en cambio en los otros sectores del cantón se puede apreciar que las emisiones de contaminantes no son tal altas y están distribuidas de diferente manera, cabe recalcar que las zonas con emisiones casi nulas se encuentran especialmente en la parte sur, oeste y ciertas regiones nororientales (color rosa pálido), los valores para estos sectores están entre 0.00001 a 7.3184 T/año. En el estudio para el año 1998 se puede apreciar de manera muy clara que existen áreas que no se encuentran afectadas por los contaminantes, encontrándose 0 emisiones en la parte sur oriental, una pequeña zona en el norte y una franja delgada en la parte oeste del cantón; todos los valores de COVBs totales se ven afectados por diferentes factores como la radiación, temperatura, cobertura vegetal,

por lo que su incidencia es un factor determinante y debido a estas variaciones se puede presentar una concentración de emisiones más alta en ciertos sectores que en otros donde hay emisiones nulas o casi nulas.

3.1.3.2. Emisiones de isoprenos 1998

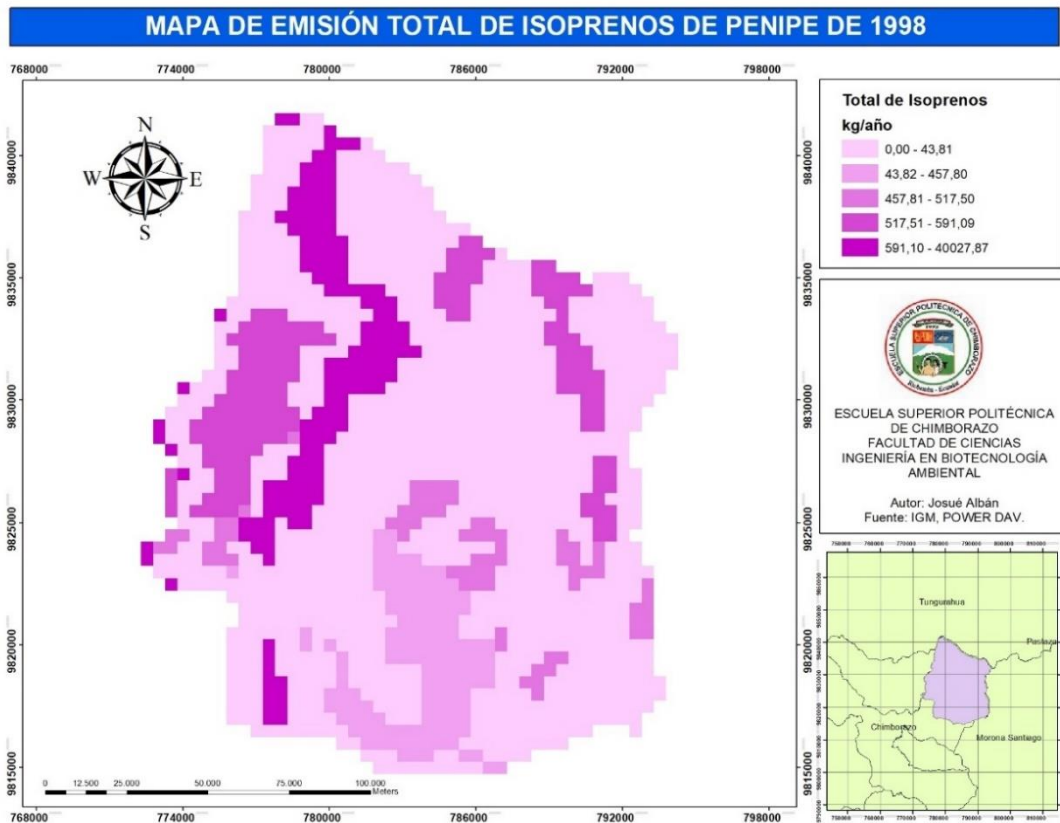


Figura 2-3: Mapa de emisiones de Isoprenos totales del año 1998 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

Como se representa en la figura 2-3, las emisiones más altas de isoprenos se concentran en las regiones noroeste y oeste del cantón, tal como se muestra en la leyenda (regiones púrpuras intenso), estas zonas poseen un rango de la concentración de contaminantes que va desde 0.5911 a 40.0279 T/año, un valor alto que puede verse afectado directamente por la luz es decir la radiación solar lumínica a la que se encuentran sometida en esta parte de la provincia de Chimborazo. En este año en particular podemos notar además que los sectores correspondientes a la parte céntrica como suroriental, se tiene una baja emisión de isoprenos que van desde los rangos más bajos de 0 a 0.04381 T/año, hasta los rangos medianamente altos de 0.45781 a 0.5175 T/año. En cambio, en la parte nororiental se puede apreciar que hay ciertos sectores con una

concentración un tanto alta de emisiones, en estas zonas se puede encontrar una valorización de emisiones que van desde 0.57151 a 0.59109 T/año.

3.1.3.3. Emisiones de Monoterpenos 1998

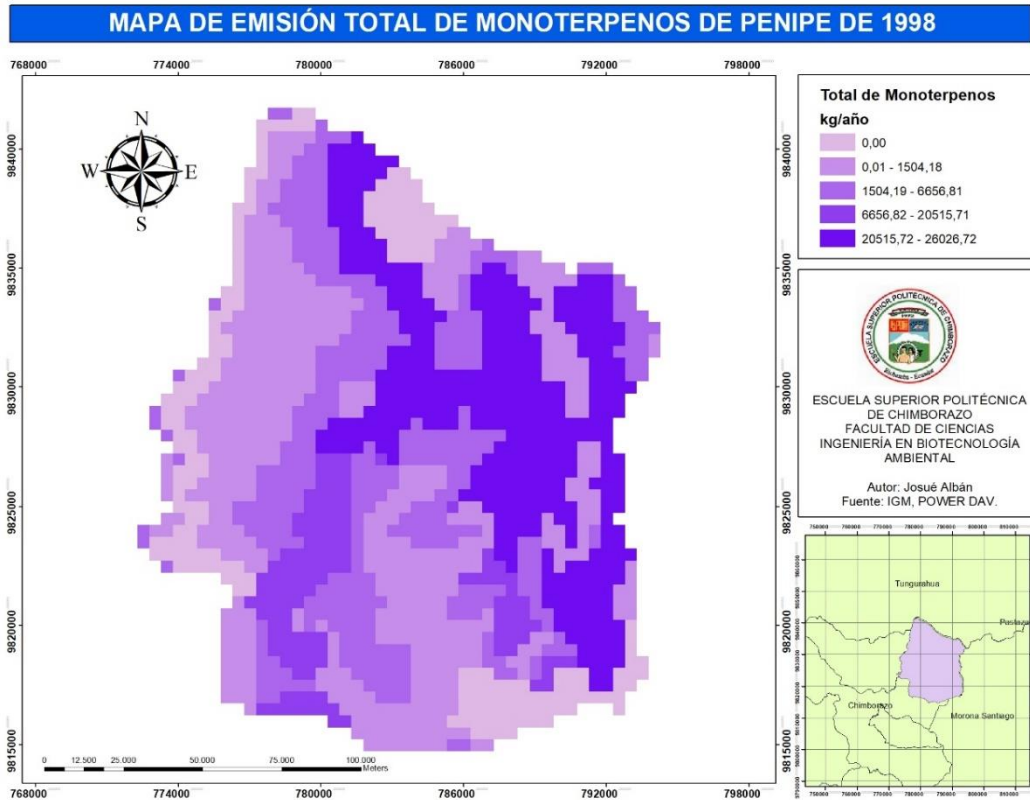


Figura 3-3: Mapa de emisiones de Monoterpenos totales del año 1998 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).

Realizado por: (Albán, Josué 2022).

Como se representa en la figura 3-3, las emisiones más altas de monoterpenos se concentran en las regiones norte, centro y este del cantón, tal como se muestra en la leyenda (regiones lila intenso), estas zonas poseen un rango de la concentración de contaminantes que va desde 20.5157 a 26.0267 T/año, un valor alto que puede verse afectado directamente por el tipo de cobertura vegetal que se encuentran en esta parte de la provincia de Chimborazo. En este año en particular podemos notar además que los sectores correspondientes a la parte sur, oeste y noroeste poseen una baja emisión de monoterpenos que van desde los rangos más bajos de 0 a 1.5042 T/año, hasta los rangos medianamente altos de y 6.6568 a 20.5157 T/año.

3.1.3.4. Emisiones de “Otros Tipos de COVBs” 1998

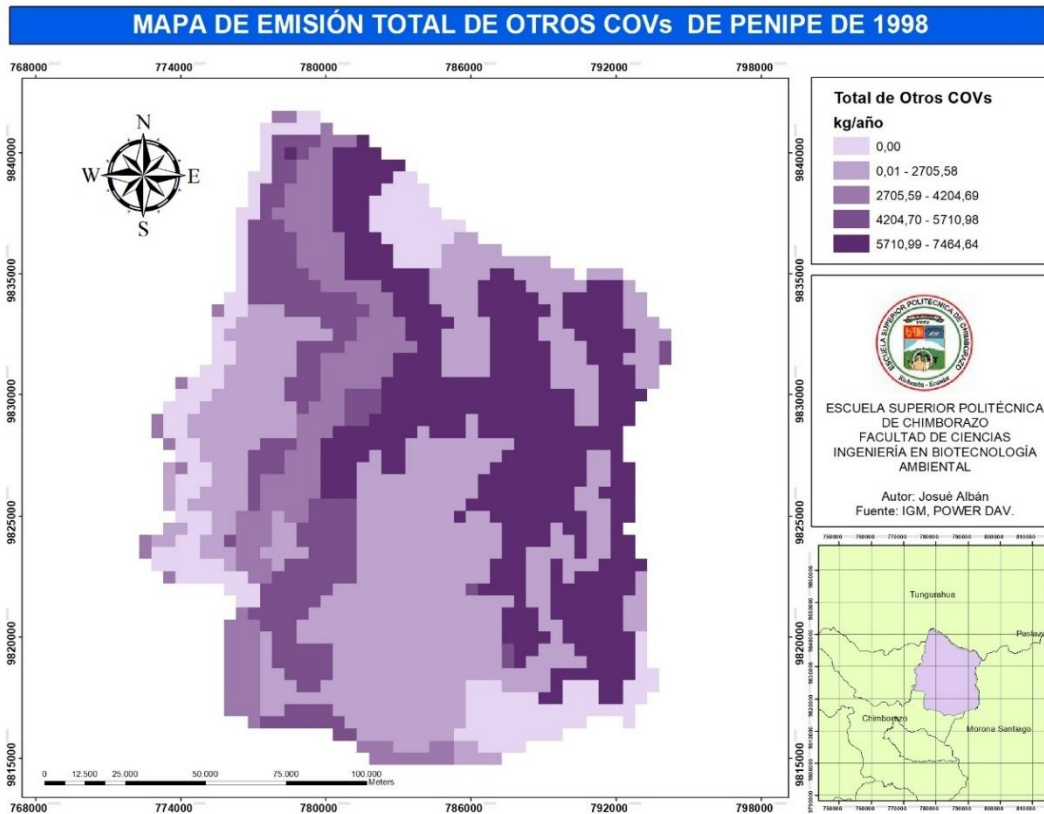


Figura 4-3: Mapa de emisiones totales de Otros COVBs del año 1998 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).

Realizado por: (Albán, Josué 2022).

Como se representa en la figura 4-3, las emisiones más altas de otros tipos de COVBs se concentran en varias de las regiones del cantón simplemente desocupando ciertas zonas, tal como se muestra en la leyenda (regiones lila intenso), estas zonas poseen un rango de la concentración de contaminantes que va desde 5.711 a 7.4646 T/año, un valor alto que representa un grave problema ambiental en lo respecta a las emisiones de estos contaminantes. En este año en particular podemos notar además que los sectores correspondientes a la parte noroeste, centro, sur poseen una baja emisión de otros tipos de COVs, que van desde los rangos más bajos de 0 a 2.7056 T/año, hasta los rangos medianamente altos de 2.7056 a 4.2041 T/año.

3.1.4. *Mapas Anuales de emisiones de COVBs del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo del año 2016)*

3.1.4.1. Emisiones totales de COVB's 2016

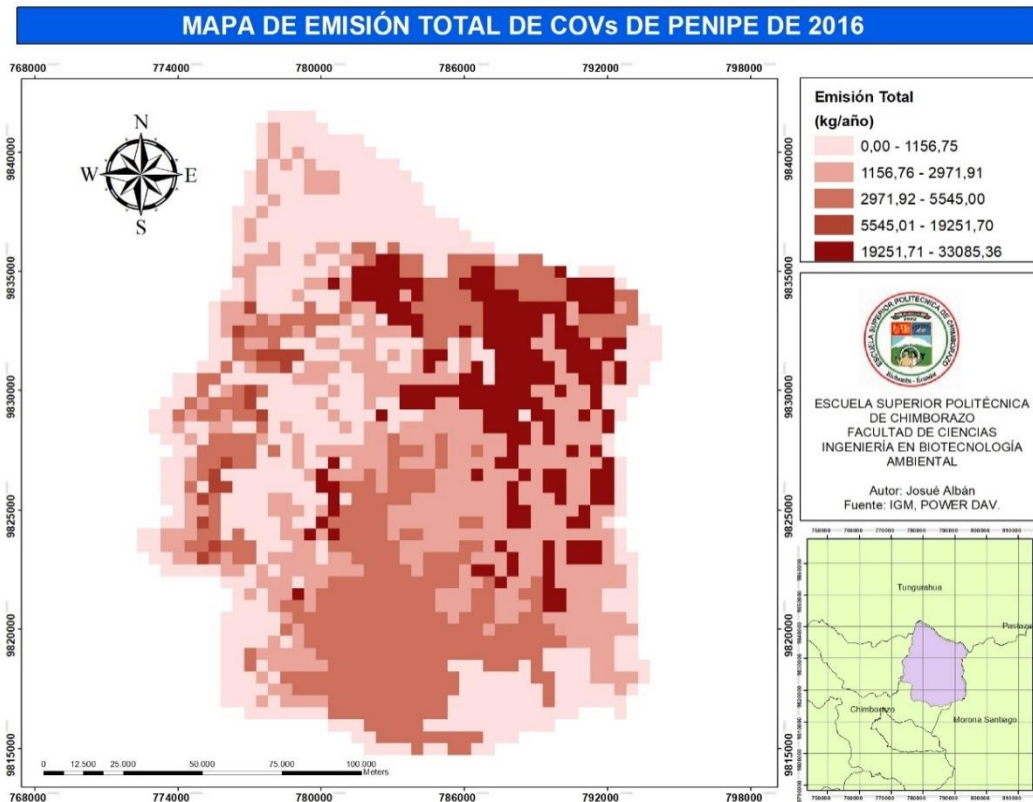


Figura 5-3: Mapa de emisiones totales COVs del año 2016 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo)

Realizado por: (Albán, Josué 2022).

En la figura 5-3, las emisiones más altas del total de COVBs, se concentran en ciertas zonas de la región noreste y una pequeña franja en la zona central, tal como se muestra en la leyenda (regiones marrón intenso), estas zonas poseen un rango de la concentración de contaminantes que va desde 19.2517 a 33.0854 T/año; aunque estos sectores presentan este rango de emisión cabe recalcar que se puede apreciar con respecto al año de 1998, que existe más zonas donde la concentración de emisiones es muy baja (1.1568 a 2.9719 T/año) o nula, estas zonas están ubicadas principalmente en la zona norte del cantón, de igual forma las condiciones para la prevalencia o la poca o nula existencia de COVBs está ligada estrechamente con las condiciones particulares de radiación, temperatura, cobertura vegetal que presenta cada año en particular afectando de manera positiva o negativa al ambiente según sea el caso.

3.1.4.2. Emisiones de isoprenos 2016

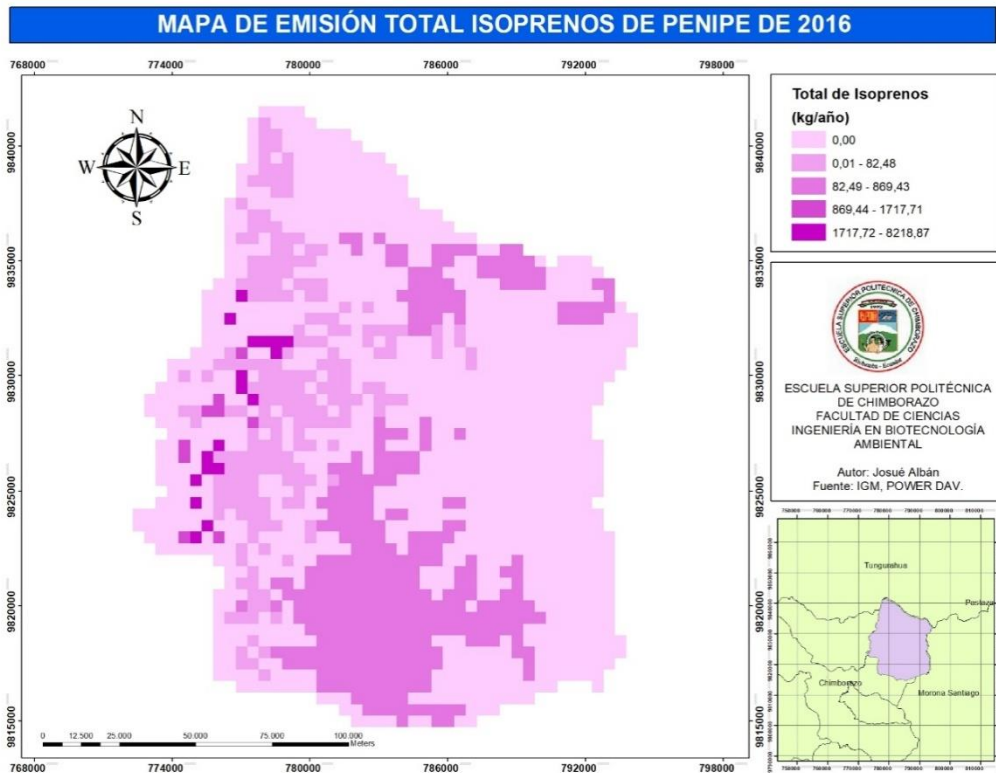


Figura 6-3: Mapa de emisiones de Isopreno totales del año 2016 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).

Realizado por: (Albán, Josué 2022).

En la figura 6-3, las emisiones más altas de isoprenos se concentran en las región oeste del cantón, tal como se muestra en la leyenda (regiones púrpura intenso), estas zonas poseen un rango de la concentración de contaminantes que va desde 1.71 a 8.22 T/año, este es un valor relativamente alto que puede verse afectado directamente por la luz es decir la radiación solar lumínica a la que se encuentran sometida en esta parte de la provincia de Chimborazo; pero las concentraciones grandes de emisiones están reservadas a sectores delimitados, pero que a pesar de no ocupar una grande extensión siguen siendo un peligro para el medio ambiente. La zona sur del cantón Penipe posee varios sectores que están oscilando en un rango de emisión de 0.08249 a 0.86943 T/año, en cambio la zona oriental presenta una concentración de isoprenos muy baja de 0.00001 a 0.08248 T/año.

3.1.4.3. Emisiones de Monoterpenos del 2016

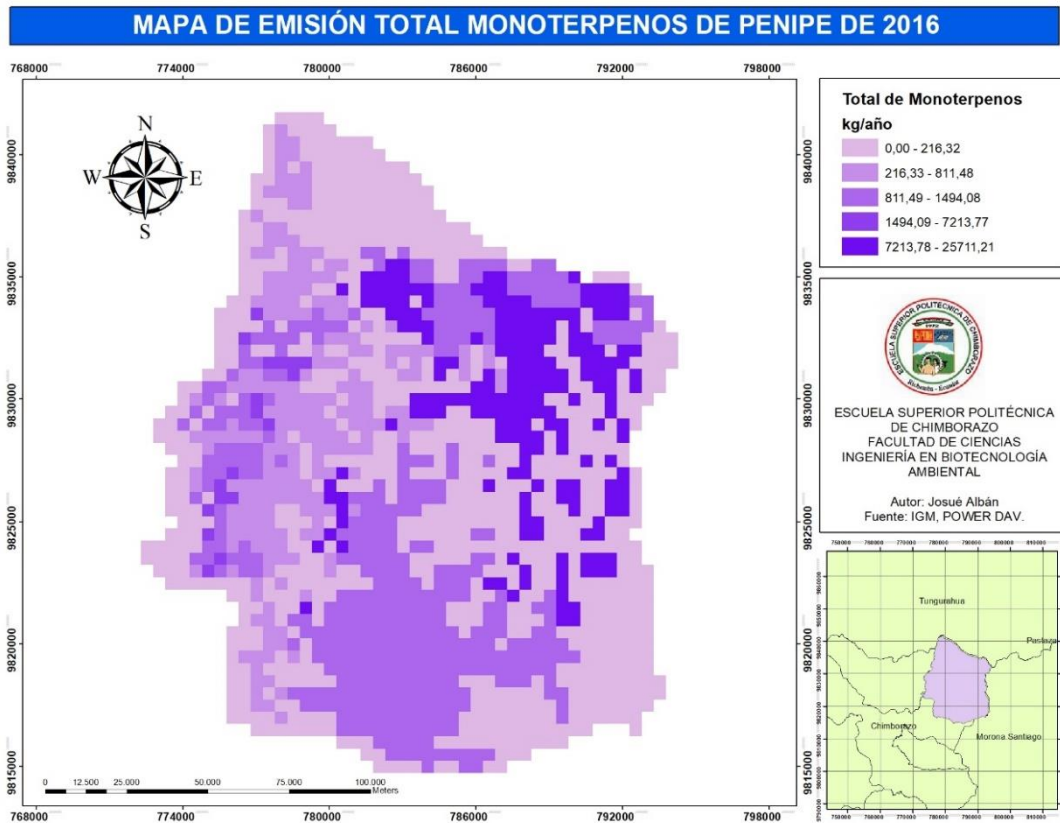


Figura 7-3: Mapa de emisiones de monoterpenos del año 2016 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).

Realizado por: (Albán, Josué 2022).

En la figura 7-3, nos muestra que las emisiones más altas de monoterpenos se concentran en la región nororiental del cantón, tal como se muestra en la leyenda (regiones lila intenso), estas zonas poseen un rango de la concentración de contaminantes que va desde 7.2138 a 25.7112 T/año, este es un valor alto que puede verse afectado directamente por la cobertura vegetal de la zona; pero las concentraciones grandes de emisiones están reservadas en ciertos sectores, pero siguen presentando un peligro para el medio ambiente. El resto de los sectores del cantón Penipe cuenta con emisiones muy bajas de monoterpenos, desde 0 a 0.21632 T/año en algunas localidades como 0.8115 a 1.4941 T/año.

3.1.4.4. Emisiones de “Otros tipos de COVs” 2016

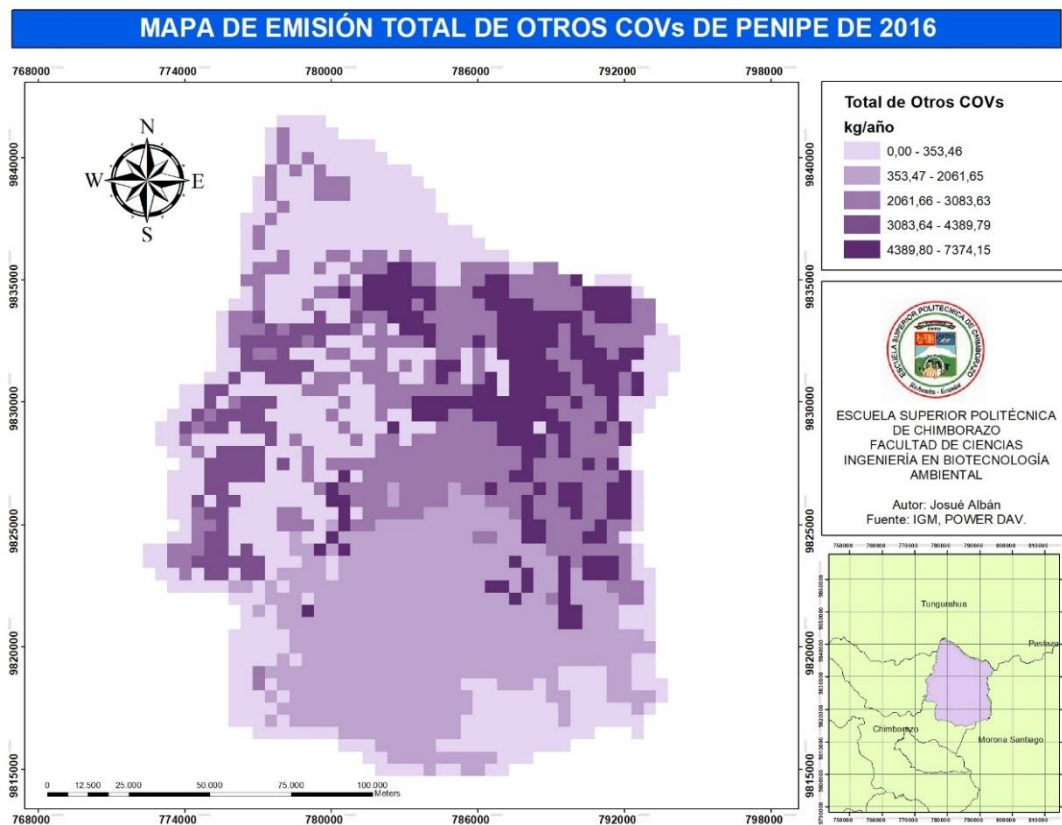


Figura8-3: Mapa de emisiones totales de Otros COVs del año 2016 del cantón Penipe (cuenca baja del río Chambo).

Realizado por: Josué Albán, 2022.

En la figura 8-3, nos muestra que las emisiones más altas de otros tipos COVBs se concentran en la región nororiental, central y ciertas zonas en el oeste del cantón, tal como se muestra en la leyenda (regiones lila intenso), estas zonas poseen un rango de la concentración de contaminantes que va desde 4.3898 a 7.3742 T/año, este es un valor alto que para este año en particular sigue presentando en ciertos sectores con respecto al año de 1998. El resto de los sectores del cantón Penipe cuenta con emisiones muy bajas, estos sectores están ubicados al sur y al norte y sus rangos van desde 0 a 0.3535 T/año, y en algunas localidades se presentan los 0.35347 a 2.0615 T/año.

3.2. Análisis estadístico entre variaciones de COVBs anuales

Tabla4-3: Valores obtenidos de emisiones de COVBs en ton/mes del año 1998

MES	ISOPRENO (ton/mes)	MONOTERPEÑO (ton/mes)	OTROS COVBs (ton/mes)	TOTAL
ENERO	412.606	1190.493	490.362	2093.462
FEBRERO	473.175	1256.234	517.525	2246.934
MARZO	478.212	1267.801	521.870	2267.883
ABRIL	436.929	1160.451	482.474	2079.853
MAYO	378.615	1134.787	466.627	1980.029
JUNIO	332.479	1072.072	436.715	1841.266
JULIO	298.668	994.908	407.125	1700.700
AGOSTO	348.212	1054.132	433.236	1835.580
SEPTIEMBRE	392.274	1138.736	465.569	1996.579
OCTUBRE	408.208	1172.939	479.783	2060.930
NOVIEMBRE	456.332	1229.894	503.189	2189.415
DICIEMBRE	452.535	1218.820	497.966	2169.321
TOTAL (ton/año)	4868.243	13891.267	5702.441	24461.951

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

Tabla3-3: Valores obtenidos de emisiones de COVBs en ton/mes del año 2016

MES	ISOPRENO (ton/mes)	MONOTERPEÑO (ton/mes)	OTROS COVBs (ton/mes)	TOTAL
ENERO	32.982	519.403	333.122	885.506
FEBRERO	30.249	506.543	304.011	840.803
MARZO	30.264	515.163	309.069	854.497
ABRIL	30.543	494.770	297.949	823.262
MAYO	26.764	475.016	283.353	785.132
JUNIO	19.771	410.877	243.243	673.891
JULIO	20.303	418.679	247.562	686.544
AGOSTO	23.758	438.789	259.752	722.299
SEPTIEMBRE	26.768	465.463	275.889	768.120
OCTUBRE	29.827	498.423	296.010	824.261
NOVIEMBRE	32.237	518.824	307.775	858.836
DICIEMBRE	29.674	490.403	292.293	812.370
TOTAL (ton/año)	333.140	5752.353	3450.028	9535.521

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

3.2.1. Análisis de emisiones de isoprenos

H_0 = La media de emisión COVBs para el rango de ISO ton/mes de los años 1998 y 2016 es igual.

H_A = La media de emisión COVBs para el rango de ISO ton/mes de los años 1998 y 2016 no es igual.

Tabla5-3:Análisis ANOVA de Isoprenos 1998 y 2016

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Año	1	856965	856965	511,68	0,000
Error	22	36846	1675		
Total	23	893811			

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

Tabla6-3:Análisis de Medias y Desviación Estándar de Isoprenos de los años 1998 y 2016.

Año	N	Media	Desviación Estandar	IC de 95%
1	12	405,7	57,7	(381,2. 430,2)
2	12	27,76	4,40	(3,26. 52,26)

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

El valor de p es menor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alternativa indicando que hay una diferencia significativa en las emisiones de COVBs para el rango isoprenos (ton/mes) entre los años 1998 y 2016.

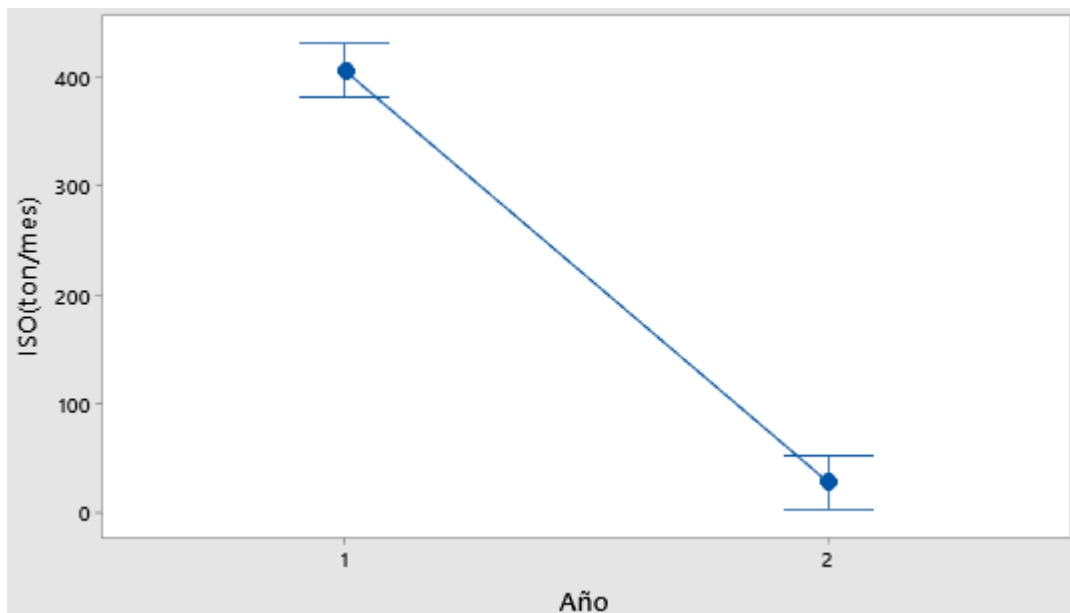


Gráfico 3-3:Gráfica intervalos “Isoprenos” (ton/mes) vs año.

Realizado por: (Albán, Josué 2022).

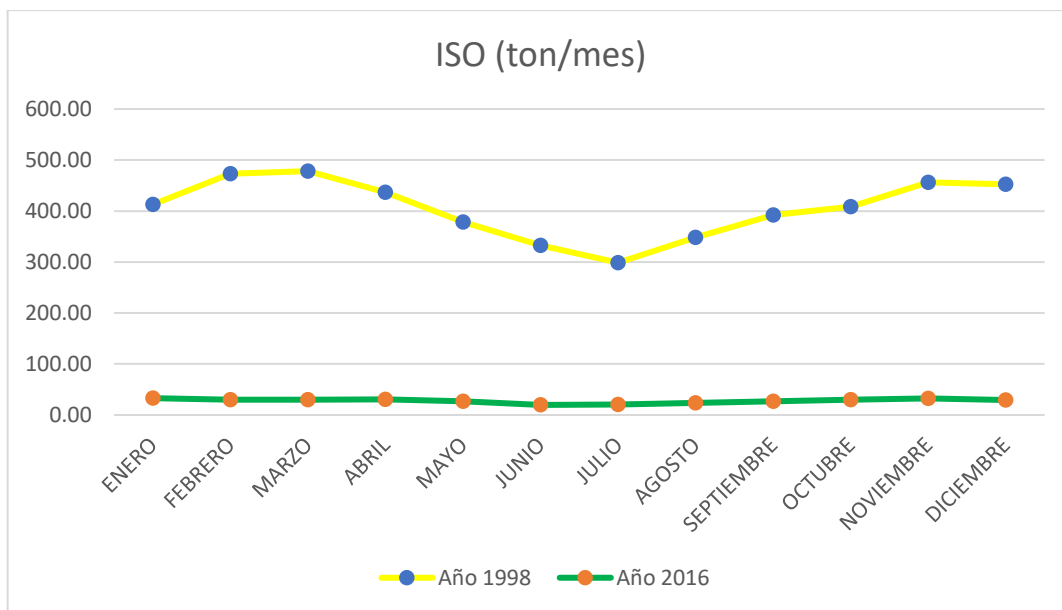


Gráfico 4-3: Gráfica Isoprenos (ton/mes) vs mes.

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

Como se puede observar en el gráfico 4-3 y gráfico 4-3, nos indica que tanto anualmente como de forma mensual, los isoprenos correspondientes al año 2016 (333.140 ton/año) descendieron de manera considerable (4535.103 ton/año) con respecto al año 1998 (4868.243 ton/año), en donde se encuentra un pico en la concentración de emisiones como en el mes de febrero (473.175 ton/año) y marzo (478.212 ton/mes), habiendo una disminución en comparación con el año 2016 en donde para el mes de febrero (30.249 ton/mes) y marzo (30.264 ton/mes), las emisiones cayeron drásticamente.

3.2.2. Análisis de emisiones de monoterpenos

H_0 = La media de emisión COVBs para el rango de “Monoterpenos” ton/mes de los años 1998 y 2016 es igual.

H_A = La media de emisión COVBs para el rango de “Monoterpenos” ton/mes de los años 1998 y 2016 no es igual.

Tabla 7-3: Análisis ANOVA de Monoterpenos de los años 1998 y 2016.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Año	1	2760080	2760080	648,23	0,000
Error	22	93673	4258		
Total	23	2853753			

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

Tabla 8-3: Análisis de Medias y Desviación Estándar de Monoterpenos de los años 1998 y 2016.

Año	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	12	1157,6	84,0	(1118,5. 1196,7)
2	12	479,4	38,3	(440,3. 518,4)

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

El valor de p es menor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alternativa indicando que hay una diferencia significativa en las emisiones de COVBs para el rango “Monoterpenos” (ton/mes) entre los años 1998 y 2016.

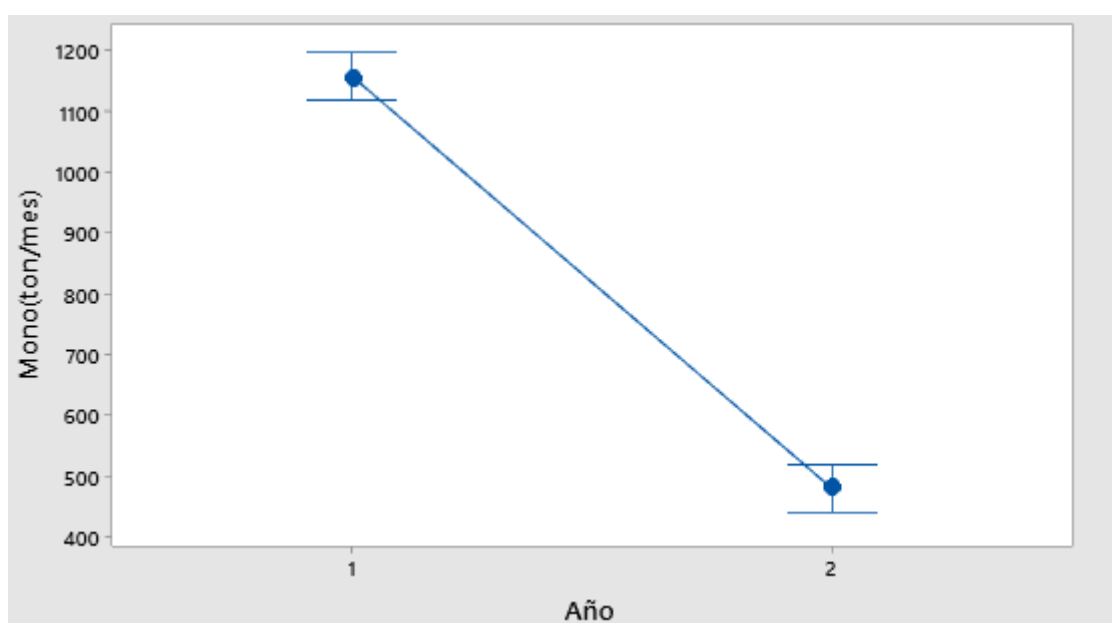


Gráfico 5-3: Gráfica intervalos “Monoterpenos” (ton/mes) vs año.

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

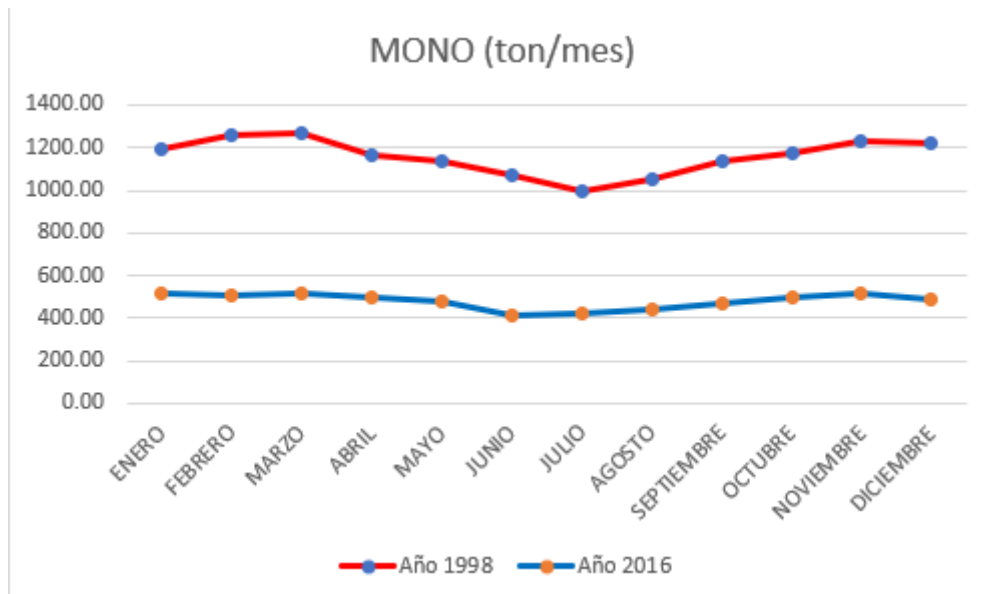


Gráfico 6-3: Gráfica “Monoterpenos” (ton/mes) vs mes.

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

Como se puede observar en el gráfico 5-3 y 6.3, nos indica que tanto anualmente como de forma mensual, los monoterpenos correspondientes al año 2016 (5752.353 ton/año) descendieron de manera considerable (8138.77 ton/año) con respecto al año 1998 (13891.267 ton/año), en donde se encuentra un pico en la concentración de emisiones como en el mes de febrero (1256.234 ton/año) y marzo (1267.801 ton/mes), habiendo una disminución en comparación con el año 2016 en donde para el mes de febrero (506.543 ton/mes) y marzo (515.163 ton/mes) las emisiones cayeron drásticamente.

3.2.3. Análisis de emisiones de “Otros tipos de COVBs”

H_0 = La media de emisión COVBs para el rango de “OTROS” ton/mes de los años 1998 y 2016 es igual.

H_A = La media de emisión COVBs para el rango de “OTROS” ton/mes de los años 1998 y 2016 no es igual.

Tabla9-3:Análisis ANOVA de Otros COVBs de los años 1998 y 2016.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Año	1	211390	211390	216,02	0,000
Error	22	21528	979		
Total	23	232918			

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

Tabla10-3:Análisis Medias y Desviación de Otros COVBs de los años 1998 y 2016.

Año	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	12	475,2	35,2	(456,5. 493,9)
2	12	287,50	26,82	(268,77. 306,23)

Realizado por: (Albán, Josué. 2022).

El valor de p es menor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alternativa indicando que hay una diferencia significativa en las emisiones de COVBs para el rango “Otros” (ton/mes) entre los años 1998 y 2016.

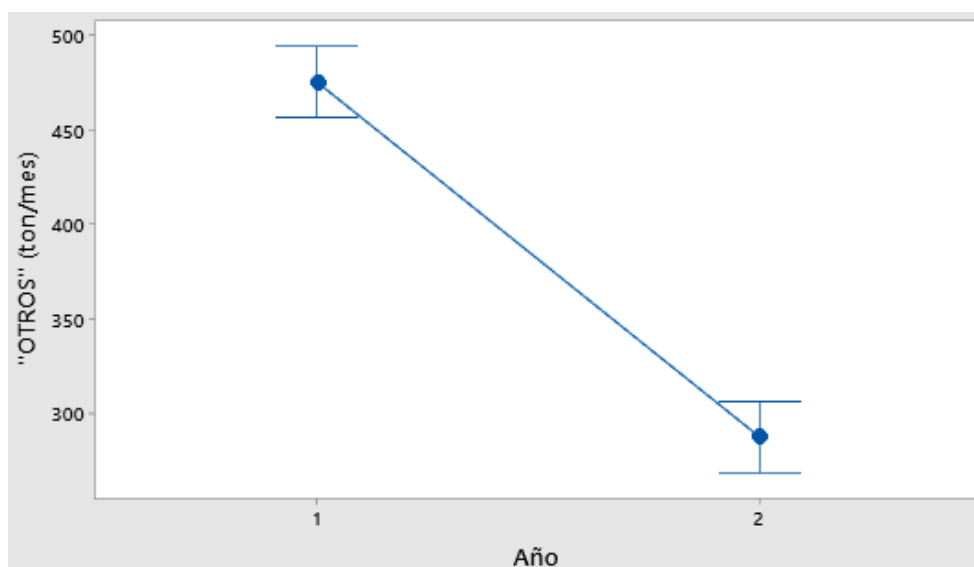


Gráfico 7-3:Gráfica intervalos “OTROS” (ton/mes) vs año.

Realizado por:(Albán, Josué. 2022).

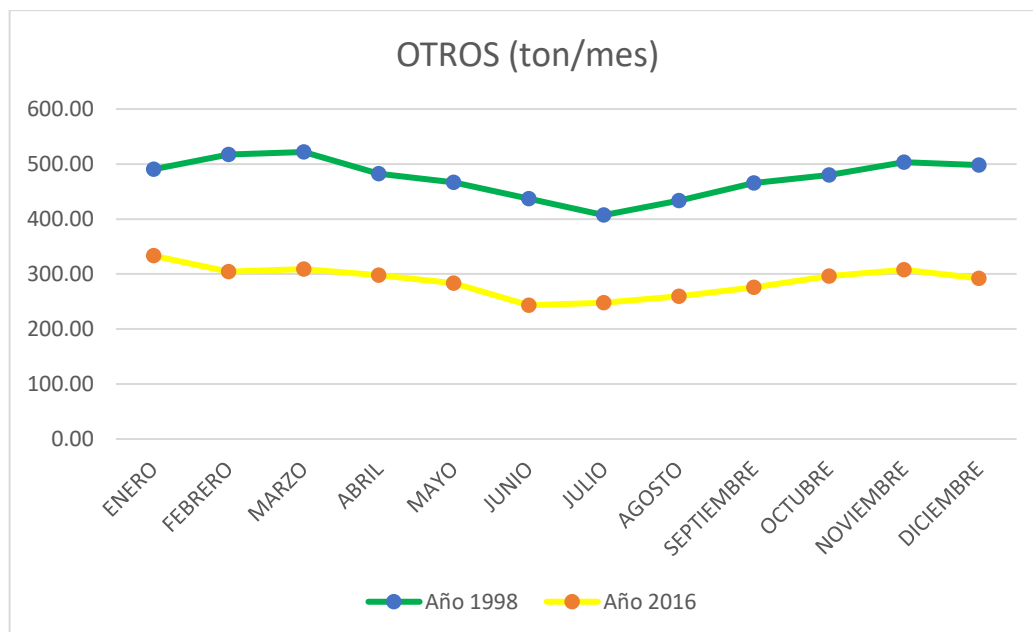


Gráfico 8-3:Gráfica “Monoterpenos” (ton/mes) vs mes.

Realizado por: Albán, Josué. 2022.

Como se puede observar en gráfico 7-3 y 8-3, nos indica que tanto anualmente como de forma mensual, las emisiones para “otros tipos de COVBs”, correspondientes al año 2016 (3450.028 ton/año) descendieron con respecto al año 1998 (5702.441 ton/año), en donde se encuentra un pico en la concentración de emisiones como en el mes de febrero (517.525 ton/año) y marzo (521.870 ton/mes), habiendo una disminución en comparación con el año 2016 en donde para el mes de febrero (304.011ton/mes) y marzo (309.069 ton/mes) las emisiones cayeron de manera muy drástica.

3.3. Discusión

Mediante la utilización de modelos matemáticos, ayudó a la determinación de los valores correspondientes a las emisiones de Isopreno, Monoterpenos y Otros COVBs. Los valores totales de las emisiones para el año de 1998 son de 24461.951 ton/año, siendo los primeros meses del año los que poseen mayor emisión de COVBs, el mes con la mayor tasa de emisión es el mes de abril (2079.853 ton/mes) representando el 8.5% de las emisiones totales para el año en cuestión, el mes con la menor tasa de emisión es el mes de Julio (1700.7 ton/mes) representando el 6.95% de las emisiones totales. En tanto para el año 2016 las emisiones totales ascienden a 9535.521 ton/año, encontrándose un decrecimiento con respecto al año 1998 de 14926.43 ton/año, presentándose una emisión máxima en el mes de enero (885.506 ton/mes), siendo el de 9.28% de las emisiones totales para este año y una dándose una emisión mínima en el mes de agosto con 722.299 ton/mes siendo el 4.83% de emisiones. Tomando en cuenta las temperaturas extremas

tanto bajas como altas que se registraron en los años de estudio inciden en la producción anual calculada de isoprenos, monoterpenos y otros COVBS mismo que están enlazados a los procesos fotosintéticos.

De acuerdo con la normativa y parámetros nacionales e internacionales, con un rango máximo de 0.16443 Ton/año para isopreno, 0.21720 Ton/año para monoterpeno y 0.034 Ton/año para OCOV, estos gases no sobrepasan los límites máximos permisibles, es decir, que en nuestra zona de estudio si contribuye con alta emisión para la producción del ozono troposférico, uno de los principales destructores de la capa de ozono (Paredes, 2017, p. 85).

A pesar de que no existen investigaciones de temas acerca de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metanogénicos en el cantón Penipe, por lo cual no se puede tener una comparación real con valores, sin embargo, los datos que se obtuvo en este trabajo de investigación tienen congruencia y están sobre los rangos establecidos por otras investigaciones permitiendo conocer los valores de las emisiones de los gases COVBs a la atmosfera.

Las emisiones de isopreno dependen principalmente de la luz, dado que presentan una respuesta paralela a la variación de ésta; la intensidad de la luz influye en las emisiones de isopreno y en la actividad fotosintética, si bien no tienen una relación directa (Guenther et al., 1991 y Monson et al., 1992, p. 48). Las emisiones de isopreno también dependen del régimen de temperatura al cual las hojas han estado expuestas en horas y días previos (Sharkey et al., 1999, Petron et al., 2001, p. 103). La vegetación emite monoterpenos de dos maneras (Seufert et al., 1997, p. 94), la primera, de forma directa a través de los cloroplastos en función de la temperatura y de la luz (Kesselmeier et al., 1996, p. 74), y la segunda, en función de la temperatura de las hojas, a partir de la volatilización de los monoterpenos acumulados en la savia, lo que depende también de su presión de vapor, del área de la superficie de interfase entre la hoja y el aire, de los aceites monoterpénicos y de la humedad del aire que rodea la hoja (Tingey et al., 1991, p. 52). La contribución de cada proceso a la emisión total depende de la especie vegetal.

CONCLUSIONES

Una vez realizadas las gráficas estadísticas de las emisiones de los gases se determinó su comportamiento en el tiempo, la influencia de las condiciones climáticas mencionadas en el aumento y disminución de su producción anual. Finalmente, con el estudio se determina que las emisiones de COVBs están directamente relacionadas con las variables climáticas (radiación y temperatura) ya que estos factores hay que tener en cuenta al momento de analizar el comportamiento sobre la cobertura vegetal

Se comprobaron los cambios de cobertura vegetal y las variables climáticas en un espacio multitemporal entre el 1998 y 2016 en la cuenca baja del río Chambo, donde la frontera agrícola juega un papel importante con un decrecimiento de 400 Ha (1%) de superficie en Tierras vegetación arbustiva y herbácea; mientras que en bosques 1179 Ha (3.1%)

Observamos un alza de la temperatura promedio anual en 1.2°C entre estos años los COVBs podrían proteger a las plantas contra las elevadas temperaturas, y las emisiones de COVBs que van al alza con el calentamiento pueden ocasionar una retroalimentación positiva como negativa en el calentamiento del planeta. En cuanto a la radiación hubo un decrecimiento de 14.9 W/m², La radiación es un aspecto importante para el entendimiento de estos contaminantes, debido a que esta influye a largo plazo en la reserva de COVBs ya que provee de energía biosintética, regula la síntesis y controla el crecimiento de las plantas, influye a corto plazo (de minutos a horas) en las emisiones de los terpenos.

Se pudo determinar que las emisiones totales anuales para el año 1998 correspondiente a emisiones de isoprenos es 4868.243 ton/año, para monoterpenos es 13891.267 ton/año y para otros tipos de emisiones de COVBs es de 5702.441 ton/año, encontrándose una cantidad total de emisiones igual a 24461.951 ton/año. En contraste se encontró que las emisiones para el año 2016 fueron 333.140 ton/año para isoprenos, 5752.353 ton/año para monoterpenos, 3450.028 ton/año para otros tipos de emisiones y la cantidad total de emisiones de COVBs para este año es de 9535.521 ton/año. Siguiendo el análisis estadístico ANOVA de un factor se pudo comprobar que las emisiones de COVBs para la cuenca baja del río Chambo decrecieron para el año 2016 en comparación con los valores encontrados para el año 1998.

RECOMENDACIONES

En Latinoamérica existe muy poca información certera acerca de los compuestos orgánicos volátiles biogénicos, por lo que se debería alentar el desarrollo de este tema de estudio debido a que a largo plazo las grandes concentraciones emitidas al ambiente de isoprenos, monoterpenos y otros compuestos orgánicos volátiles pueden causar un daño considerable a las coberturas vegetales afectando de manera directa al uso que se le da a los suelos por parte de la población y de esta manera a la larga llega a afectar a la salud humana y de faunas nativas de los sectores de interés y si no se tiene un control adecuado las consecuencias pueden ser extremadamente considerables hacia la capa de ozono.

La información que es obtenida por parte de fuentes gubernamentales del Ecuador, deberían brindar mayor facilidad al momento de dar acceso a la población natural de estos datos, debido a que este inconveniente limita cualquier tipo de estudio sobre el uso y cambio de suelo como la variación de coberturas vegetales por cambios climático o variables climáticas, la falta de organización en ciertos aspectos, así como el pago para obtener cierta información que debería ser de libre acceso, es un agravante para este tipo de estudios.

Se debe destacar y poner sumamente en importancia a la enseñanza del modelamiento ambiental o cartográfico en (SIG) en el transcurso de la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, debido a que no existen una cantidad suficiente de investigaciones en el país acerca de este tipo de estudios.

BIBLIOGRAFÍA

ADMASU, MENGESHA and WUBESHET, MAMO. Air Pollution. EPHTI. [Online]. 2006. Agosto 2006. [Cited: 20 Diciembre 2019.] https://www.cartercenter.org/resources/pdfs/health/ephti/library/lecture_notes/env_health_sciences_students/AirPollution.pdf.

AGUILAR, MORA and VARGAS. Metodología para la corrección atmosférica de imágenes Aster, Rapideye, Spot 2 y LandSat 8 con el módulo flash del software ENVI. Revista Geográfica de América Central. [Online] 2014. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744544002.1011-484X>.

AIRES, GOB CIUDAD DE BUENOS. Calidad del aire de Buenos Aires, monitoreo de líquenes como bioindicadores de contaminación. Buenos Aires : Paidós, 2002.

AMBIENTE, MINISTERIO DEL. Inventario Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, de los cantones Ambato, Riobamba, Latacunga, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro. Año Base 2010. Ecuador : MAE, 2014. Vol. Proyecto Calidad del Aire Fase III.

ARÁNGUEZ, E., ORDOÑEZ, J., SERRANO, J., ARANGONÉS, N. and GANARILLAS, A., Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. Revista Española de Salud Pública [en línea], 1999. vol. 2, pp. 123–132. Disponible en: http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v73n2/contam_atmos.pdf.

ARNETH, A and SCHURGERS, E. Effects of species composition, land surface cover CO2 concentration and climate on isoprene emissions from european forest. s.l. : Plant Biology, 2008. pp. 150-162. 17682966.

ATKINSON, R. and AREY, J., Gas-phase tropospheric chemistry of biogenic volatile organic compounds : 2003.a review. , vol. 2, no. 2. DOI 10.1016/S1352-2310(03)00391-1.

CAICEDO-CAMARGO, Y., BOLAÑO-ORTIZ, T.R. and ÁLVAREZ-MANCILLA, A., Emisiones De Compuestos Orgánicos Volátiles De Origen Biogénico Y Su Contribución a La Dinámica Atmosférica. Intropica [en línea], 2010a. vol. 5, no. 7, pp. 77–86. Disponible en: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/155/136>.

CAICEDO-CAMARGO, Y., BOLAÑO-ORTIZ, T.R. and ÁLVAREZ-MANCILLA, A., emisiones de compuestos orgánicos volátiles de origen biogénico y su contribución a la dinámica atmosférica biogenic volatile organic compound emissions and their contribution to atmospheric dynamic. Intropica 2010b.,

CÁRDENAS, P., Desarrollo de un inventario geo-referenciado de emisiones biogénicas para el dominio de modelación meso-escala de Bogotá. 2012. S.l.: Universidad Nacional de Colombia.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, Air pollutants. [en línea]. 2019. Disponible en: <https://www.cdc.gov/air/pollutants.htm>.

CEAUSESCU, ELENA. La polimerización estereoespecífica del isopreno. México : Unam, 1984. 9688372390.

COORDINACIÓN DE INFORMACIÓN NACIONAL AGROPECUARIA. Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica. sigtierras. [En línea] 15 de 02 de 2016. [Citado el: 05 de 01 de 2022.] <http://www.sigtierras.gob.ec/cobertura-y-uso-de-la-tierra/>.

CORADA PÉREZ, KARINA ANDREA. Estudio de compuestos orgánicos volátiles biogénicos de especies arbóreas : crecimiento e incidencia en la química troposférica. Chile : Universidad de Chile, 2012.

FAO . FAO.Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y agricultura . [En línea] 11 de Mayo de 2016. [Citado el: 26 de Junio de 2019.] <http://www.fao.org/3/a-i6472s.pdf>.

FAO. Carbono Orgánico del Suelo, el potencial oculto. [En línea] 2017. [Citado el: 20 de Diciembre de 2019.] <http://www.fao.org/3/i6937es/I6937ES.pdf>.

FERNÁNDEZ FIERRO, ALEX AUGUSTO. Evaluación multitemporal del cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca baja del Río Chambo. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN CHAMBO. Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Chambo 2014-2019. [Online] 20 Julio 2014. [Cited: 20 Diciembre 2020.] https://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/PDyOT_-_PARTE_XXI21.pdf.

GUENTHER, ERNEST. The Essential Oils. California : D. Vn Nostrand Company,, 2008.

INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2017. [En línea] 2017. [Citado el: 28 de Enero de 2019.] http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf.

INEN, NTE. Ladrillos Ceramicos Definiciones y Clasificacion. NTE INEN 0293 (1978). [En línea] 1978. [Citado el:] <https://studylib.es/doc/4480388/nte-inen-0293--ladrillos-cer%C3%A1micos.-definiciones.-clasifi...>

LÓPEZ, A.J. Manual de Edafología. Sevilla : S.n., 2006.

LOPEZ, E and AGUILAR, QUIÑONES. Los compuestos bioactivos y tecnologías de extracción. Jalisco : Ciatej, 2016. 978-607-97421-5-7.

LÓPEZ, ESTEBAN. Investigation Methodology. Madrid: Independent Edition, 2015.

MAGAP-MAE. Protocolo Metodológico Del Mapa De La Cobertura Y Uso De La Tierra Del Ecuador Continental. Quito: MAGAP, 2015.

MALDONADO, A. Evaluación de la exposición a la contaminación en hornos de producción de ladrillo en Boyacá. Bogotá, Colombia: Centro de Investigaciones de Ingeniería Ambiental (CIIA), 2006.

MENA VASCONEZ, P., MEDINA, G and HOSFTEDE, R.G.M. Los páramos del Ecuador: particularidades, problemas y perspectivas. Quito: Abya Yala, 2001.

MINITAB, LLC. ¿Qué es el método de la diferencia menos significativa (LSD) de Fisher para comparaciones múltiples? Soporte de Minitab 18. [Online] 2018. [Cited: 03 Febrero 2019.] <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/multiple-comparisons/what-is-fisher-s-bsd-method/>.

PDOT - PENIPE. GAD CANTONAL PENIPE. PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN PENIPE. [En línea] 2016. [Citado el: 08 de Febrero de 2019.] <https://penipe.gob.ec/index.php/canton/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-penipe>.

PEÑUELAS REIXACH, JOSEP. Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles como paradigma de la interacción del bosque con la atmósfera. Barcelona: Ministerio de Medio Ambiente-Organismo Autónomo Parques Nacionales, 2004. pp. 281-310.

PÉREZ VALLEJO, MARÍA ALEJANDRA. Estimación del efecto del cambio climático en las emisiones de covs no metanogénicos de origen biogénico en la provincia de Chimborazo. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019.

PREFECTURA DE CHIMBORAZO. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo. [En línea] Junio de 2019. [Citado el: 12 de Diciembre de 2019.] <http://www.chimborazo.gob.ec/chimborazo/?p=349>.

RAMOS, RODIMIRO and DAVID, PALMA. TERRA latinoamerica. [Online] 24 Julio 2014. [Cited: 26 Junio 2019.] <http://www.redalyc.org/pdf/573/57322303.pdf>.

RIEGO, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y. Metodología Para Clasificación De Coberturas A Partir Del Procesamiento De Imágenes Satelitales. Lima: Piader, 2017.

ROBERTSON, KIM, JARAMILLO, OMAR and CASTIBLANCO, MIGUEL. Guía Metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2013.

SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Ginebra: OMS, 2005.

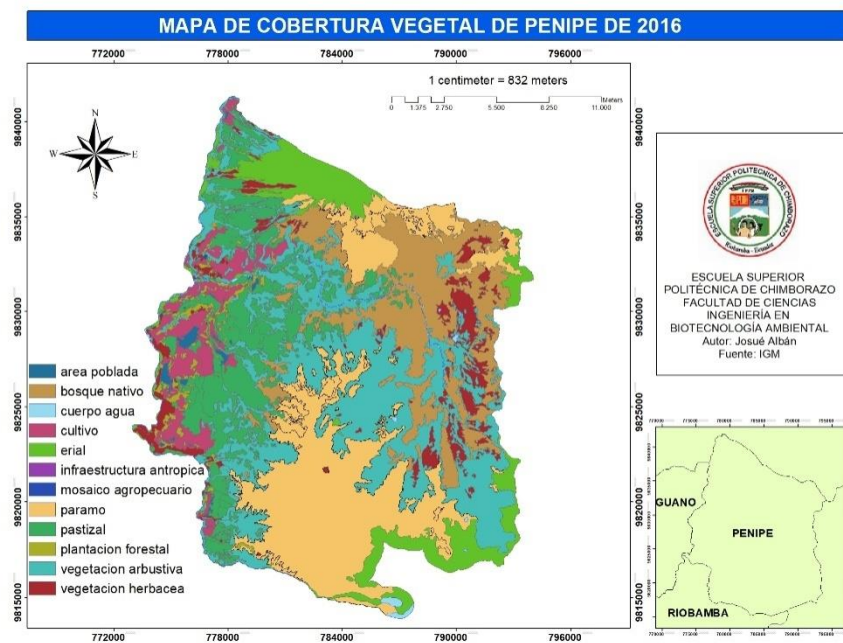
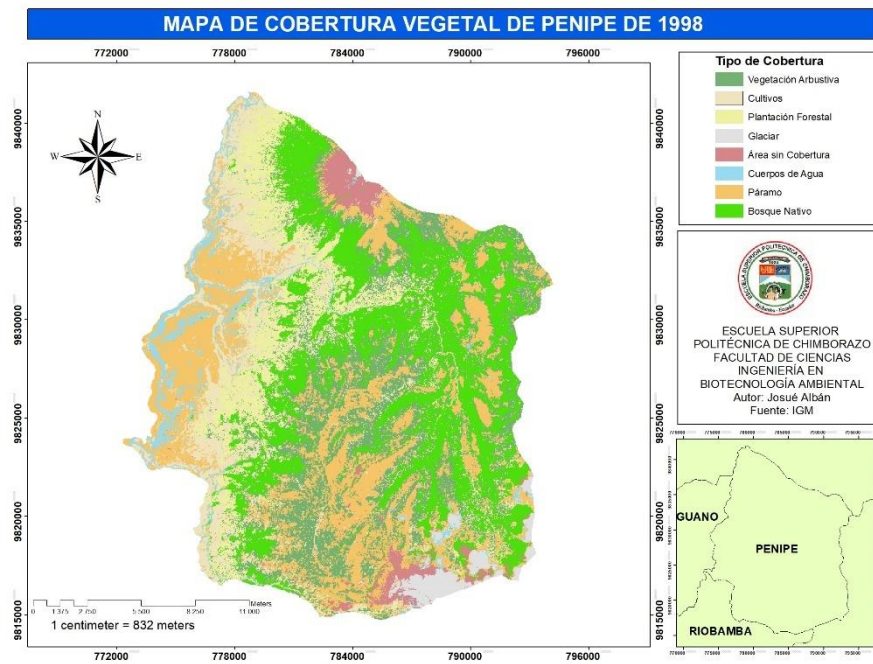
SALVATIERRA, HILDA. Sistemas de clasificación de la cobertura y uso de la tierra con metodologías Corine-Fao. Umaza : Instituto de Geotecnologías, 2015.

SNI. Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25000. Memoria técnica: cantón Chambo. [En línea] Diciembre de 2012. [Citado el: 20 de Diciembre de 2020.] http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA3/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/CHIMBORAZO/CHAMBO/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_chambo_socioeconomico.pdf.

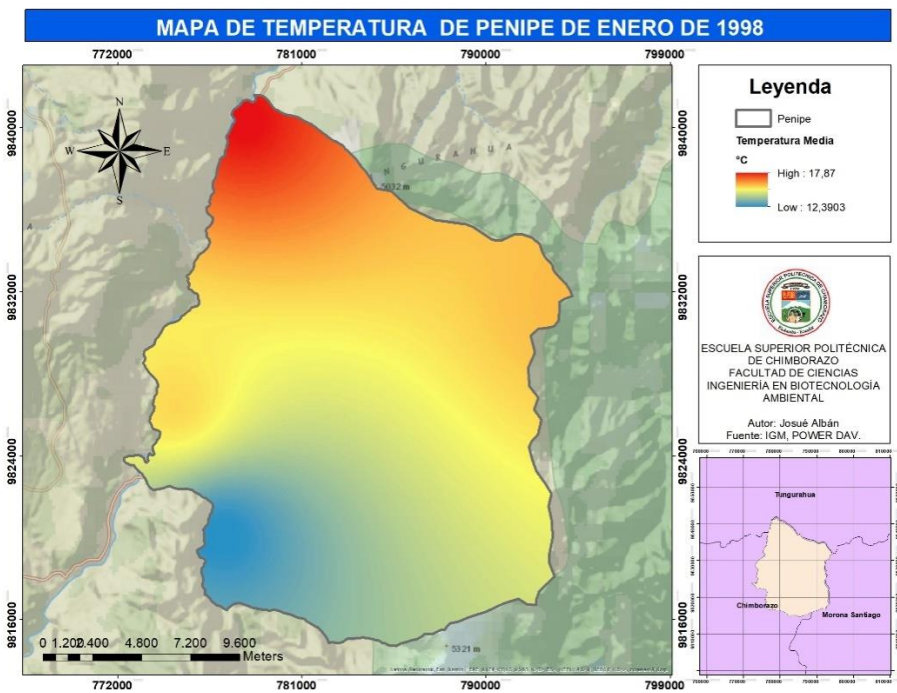
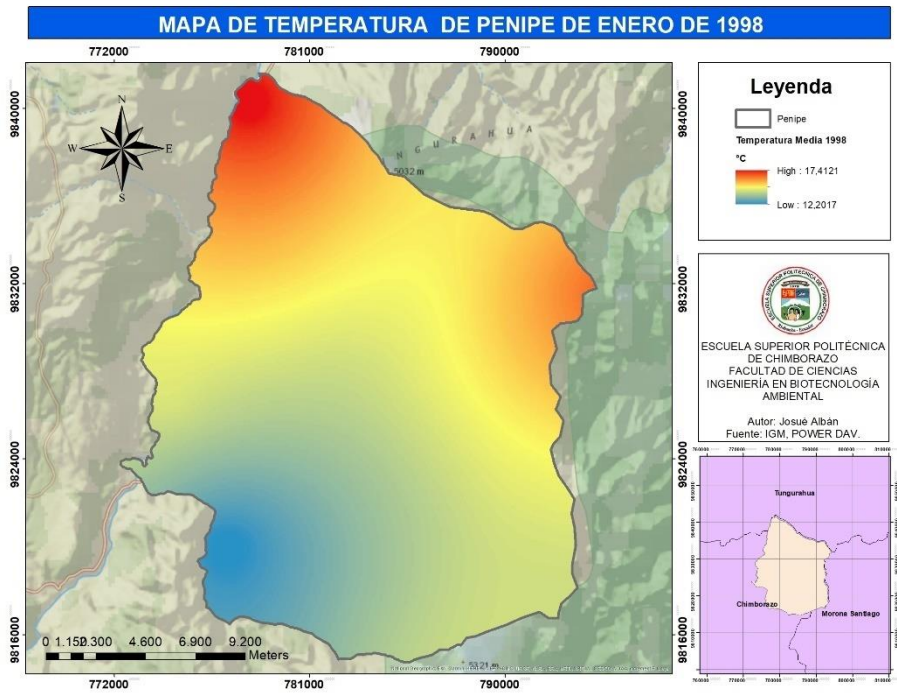
VITERI UZCÁTEGUI, MARÍA RAFAELA. Estimación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles de la vegetación del Ecuador durante el año 2010. Quito : Universidad de San Francisco de Quito, 2012.

ANEXOS

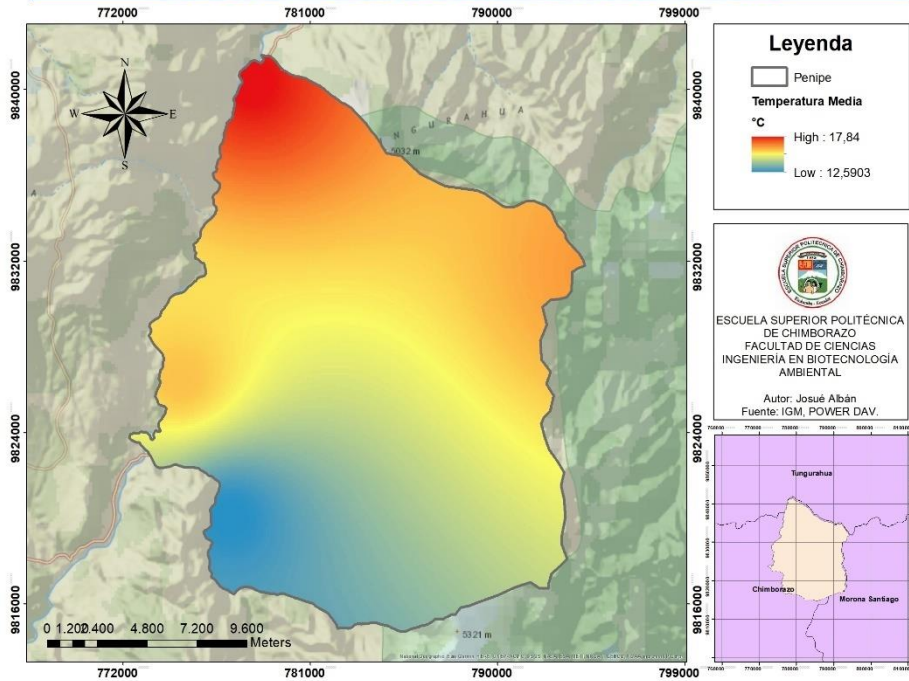
ANEXO A: MAPAS DE COBERTURA DE 1998 Y 2016



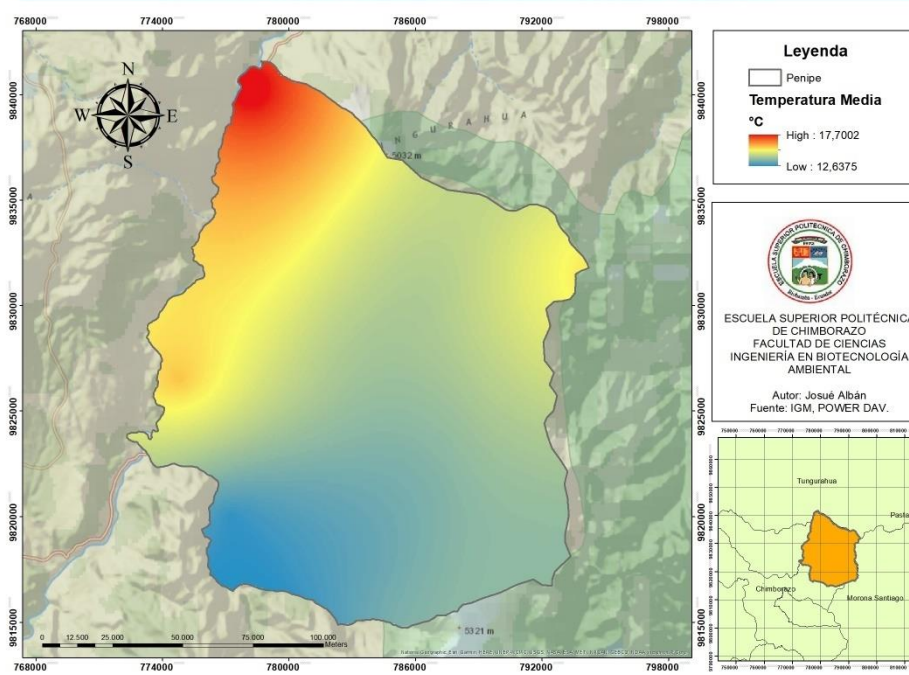
ANEXO B: MAPAS DE TEMPERATURA DE 1998 Y 2016



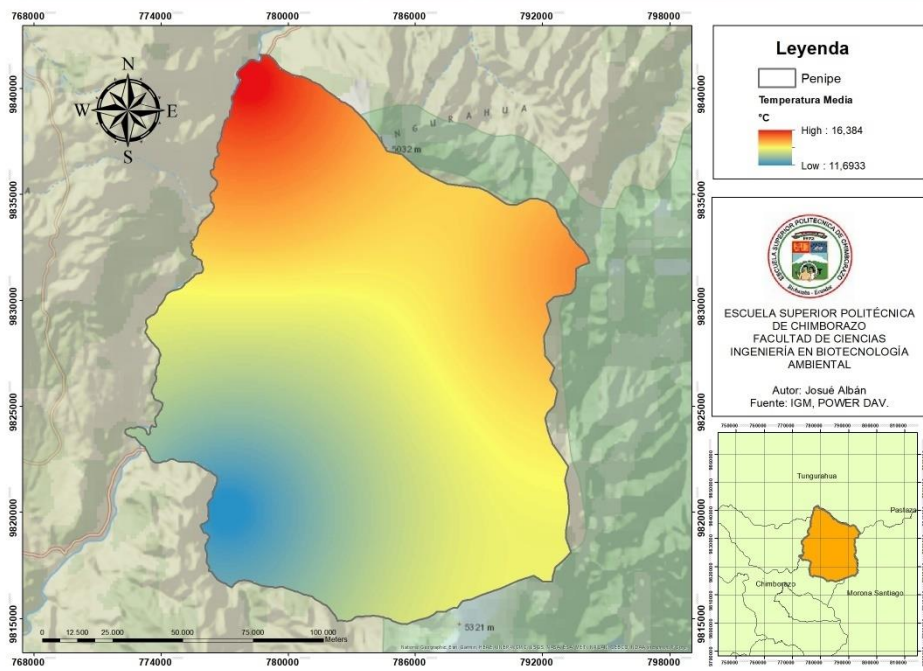
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE MARZO DE 1998



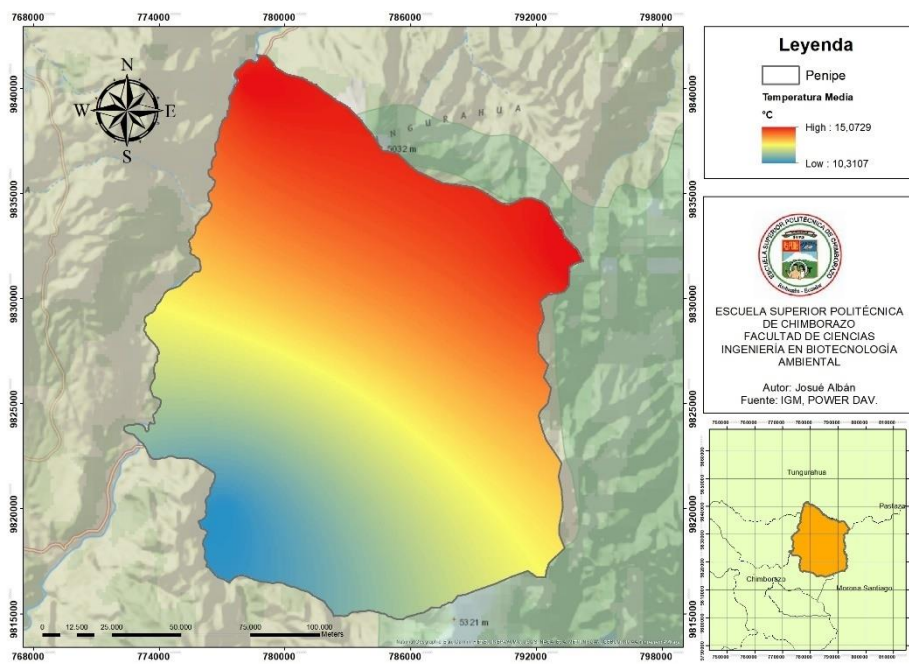
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE ABRIL DE 1998



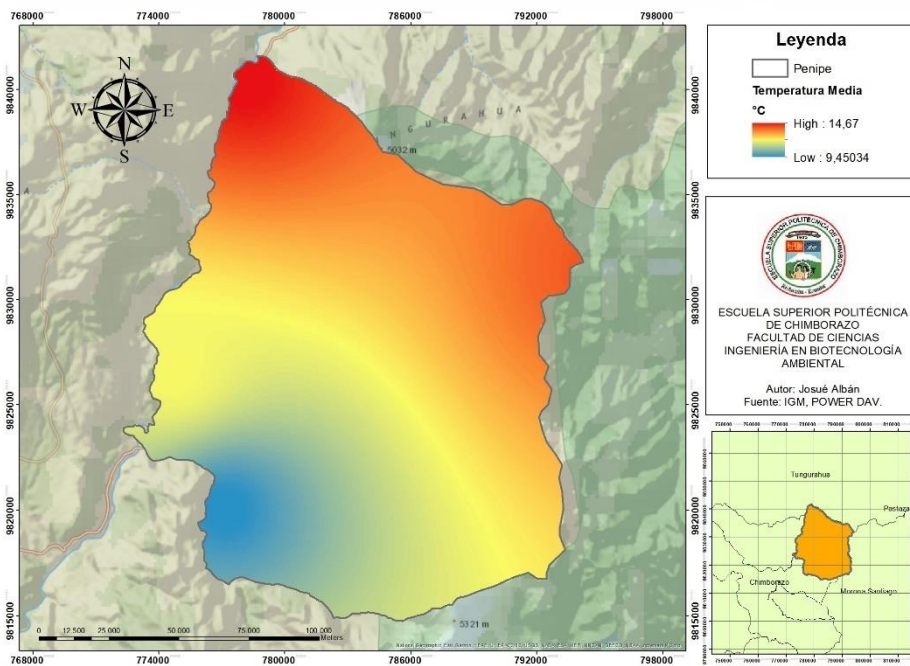
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE MAYO DE 1998



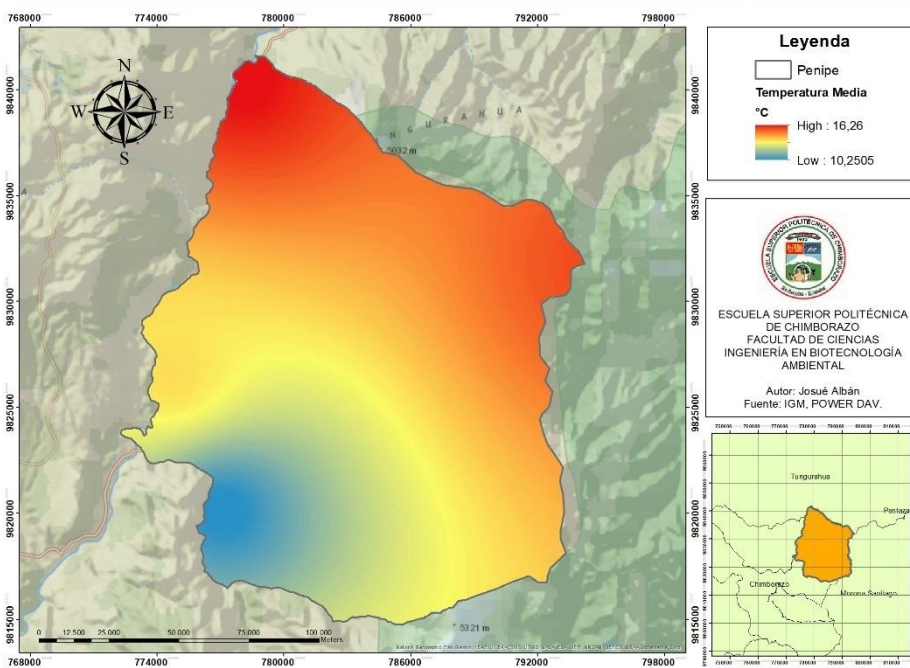
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE JUNIO DE 1998



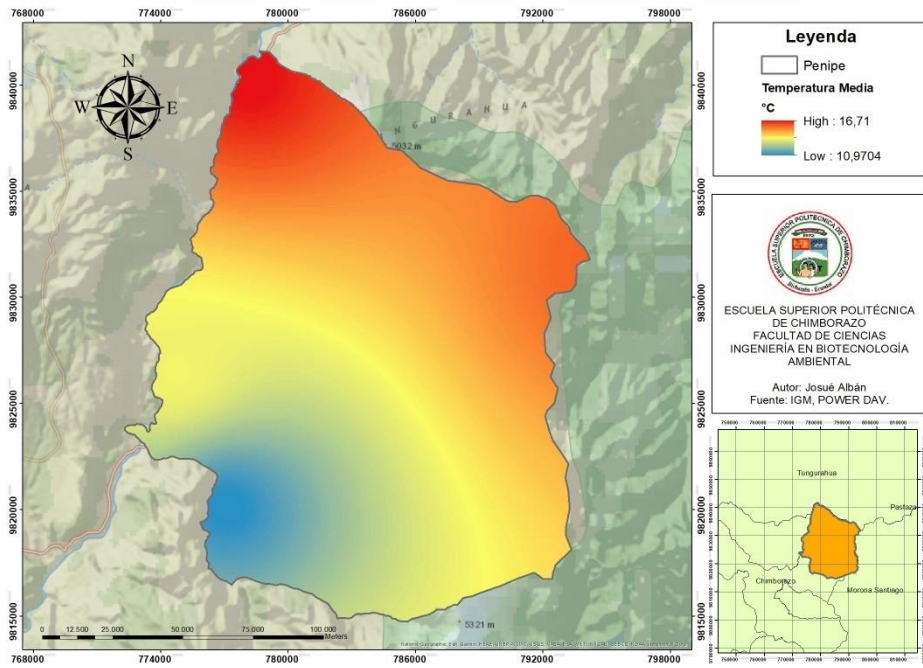
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE JULIO DE 1998



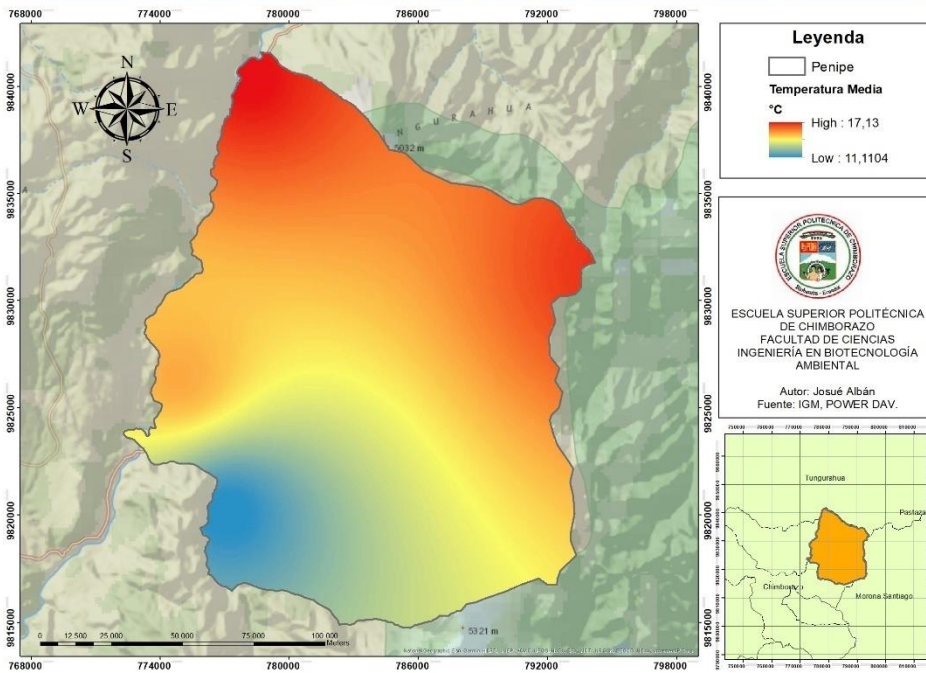
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE SEPTIEMBRE DE 1998



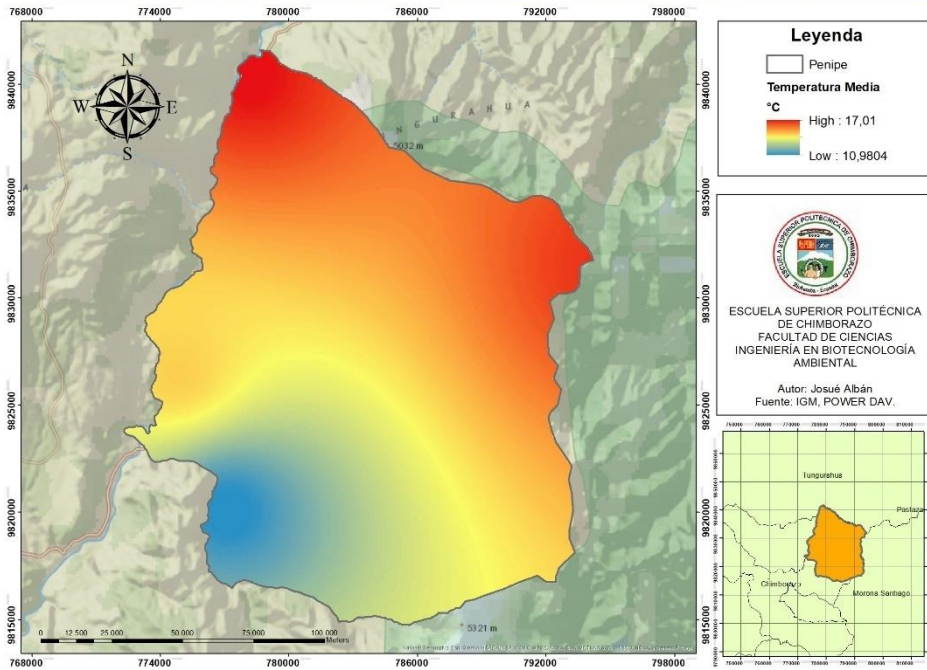
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE OCTUBRE DE 1998



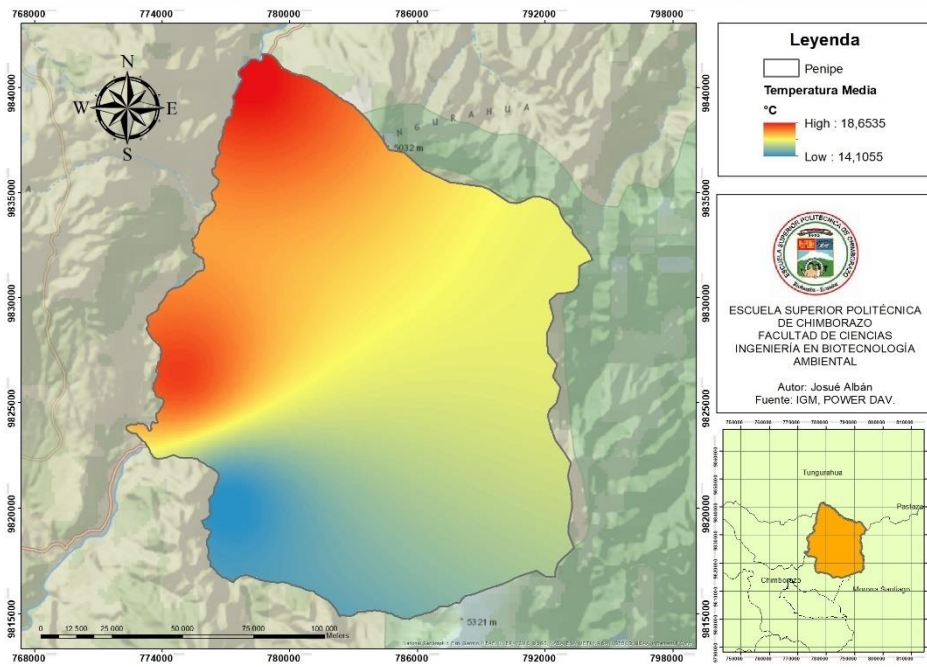
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE NOVIEMBRE DE 1998



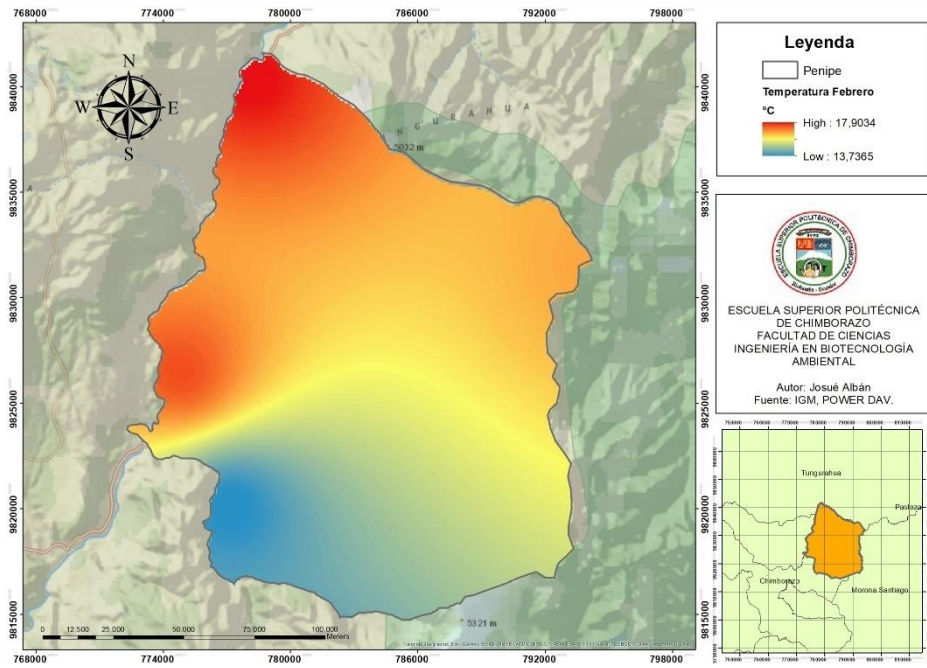
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE DICIEMBRE DE 1998



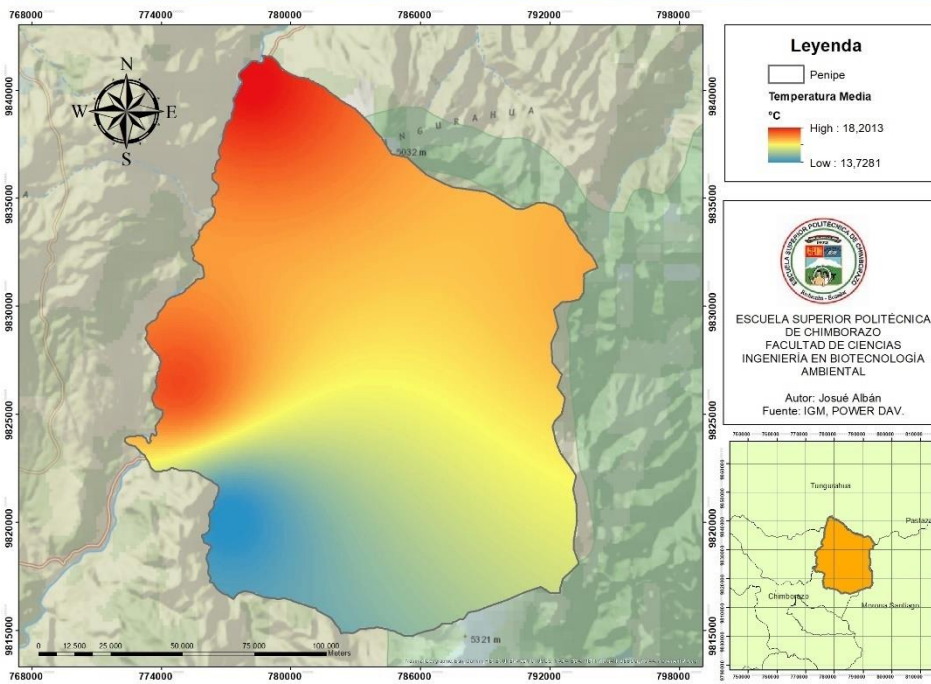
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE ENERO DE 2016



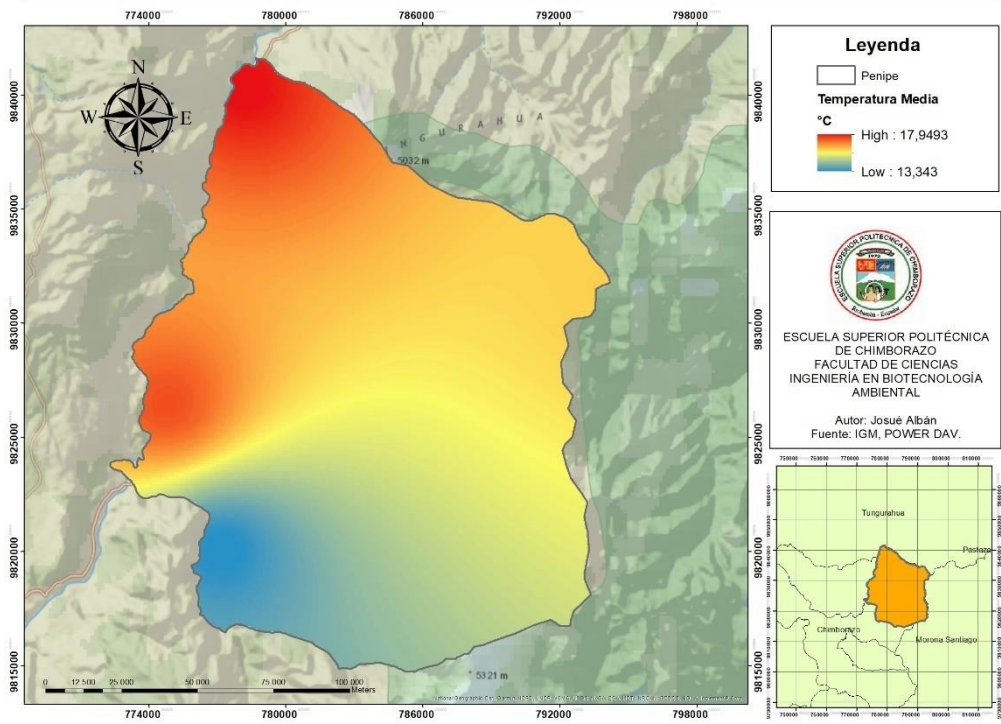
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE FEBRERO DE 2016



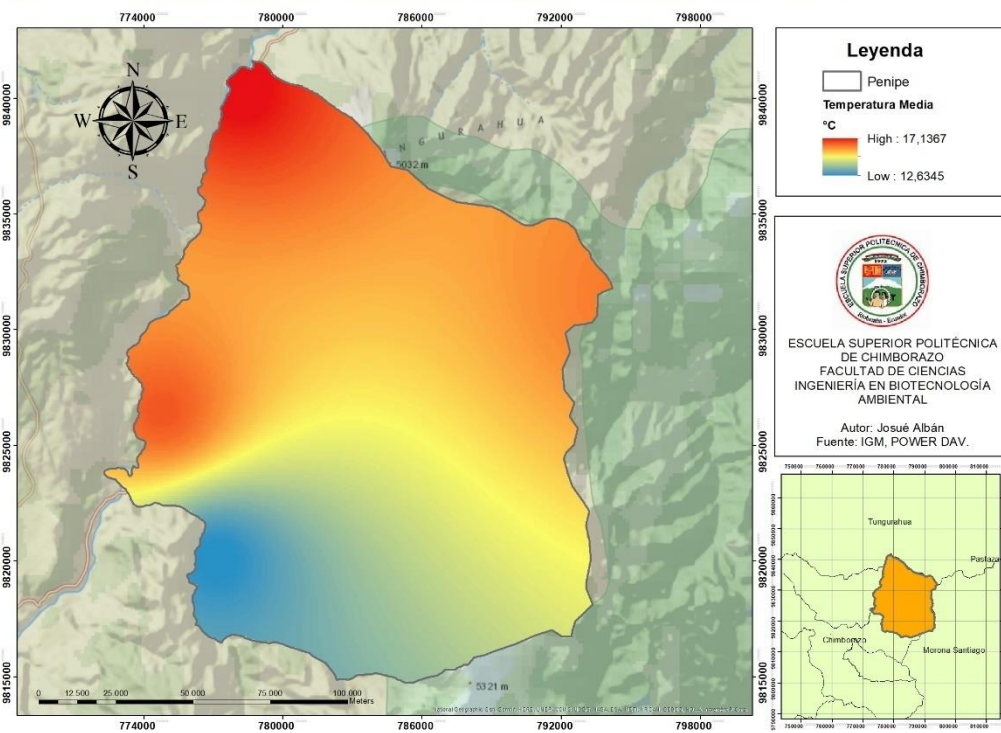
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE MARZO DE 2016



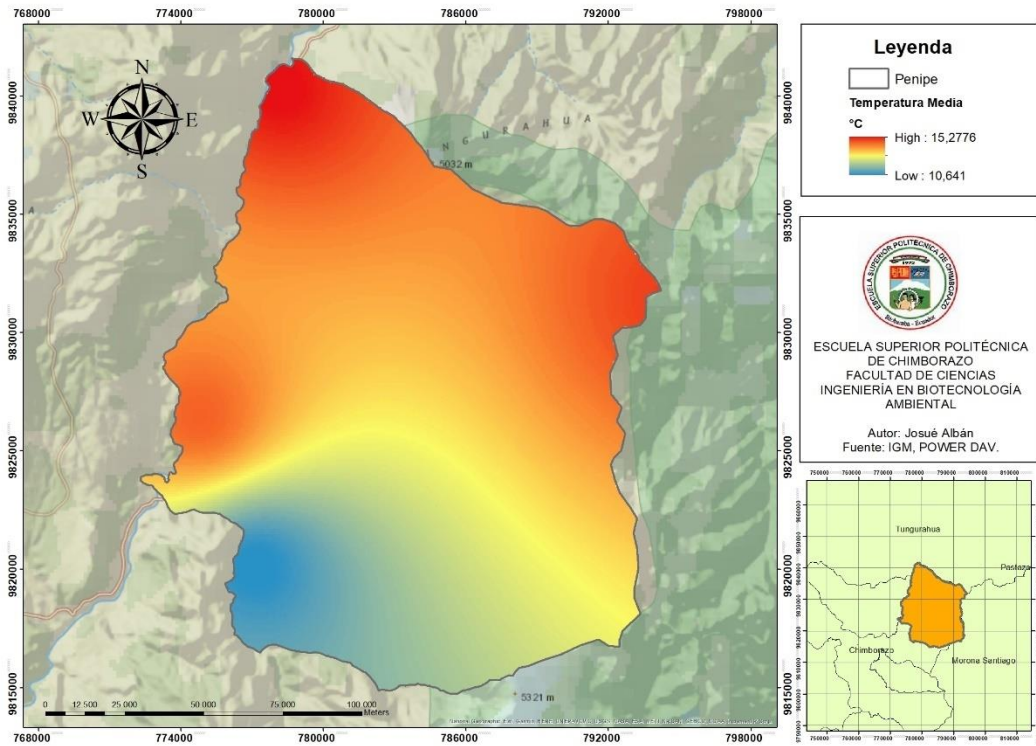
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE ABRIL DE 2016



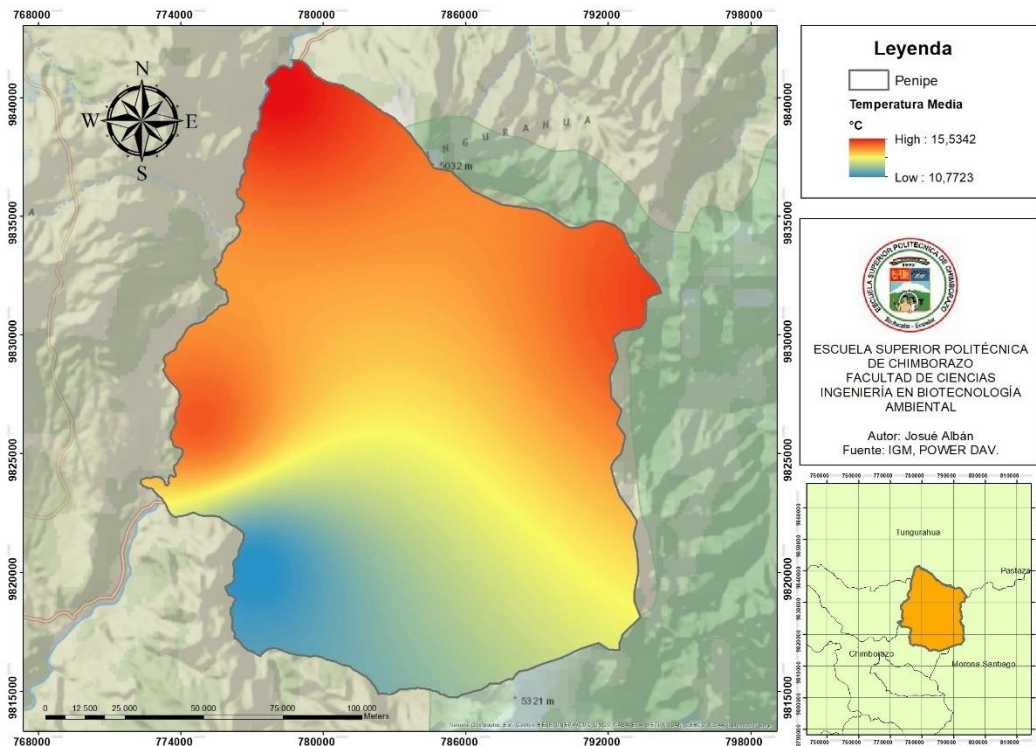
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE MAYO DE 2016



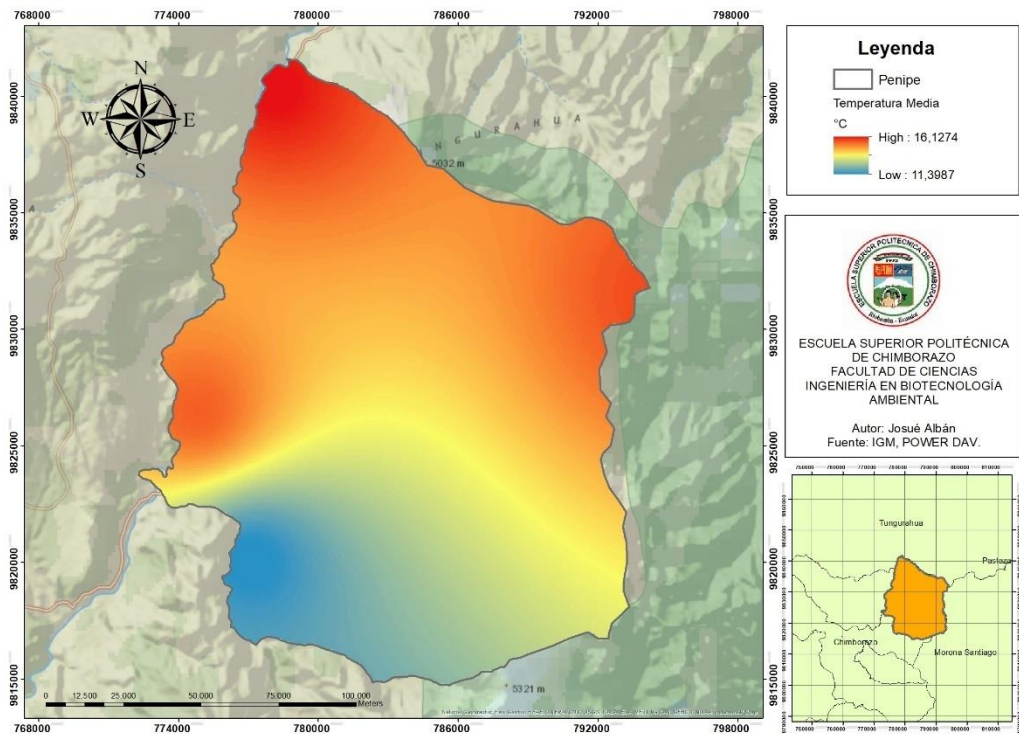
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE JUNIO DE 2016



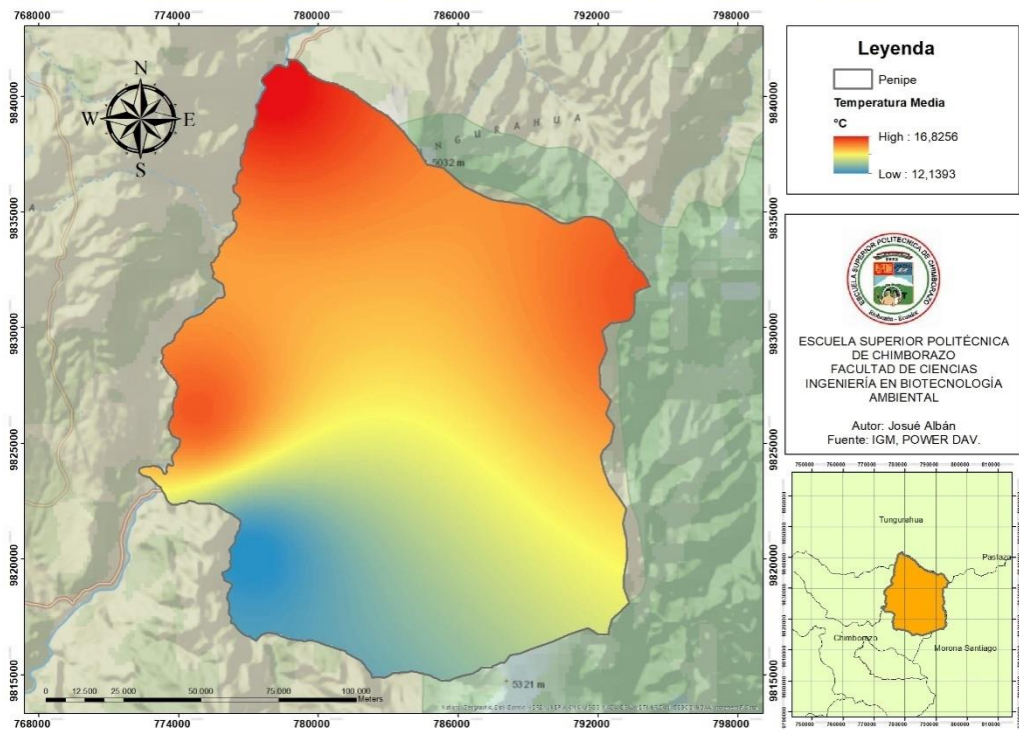
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE JULIO DE 2016



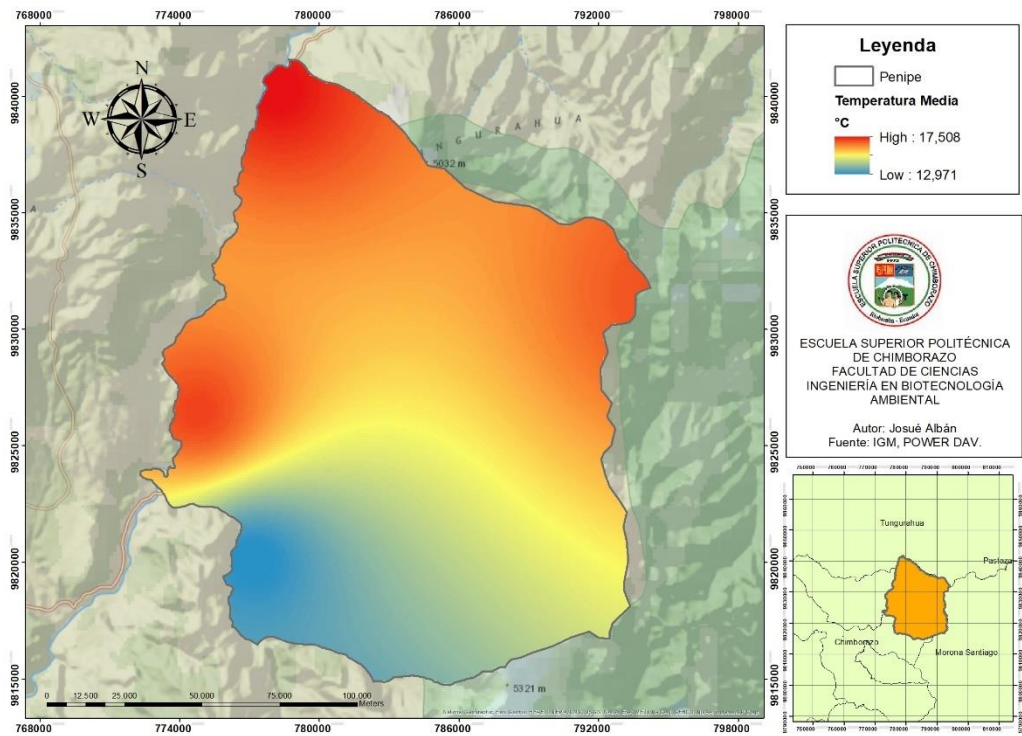
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE AGOSTO DE 2016



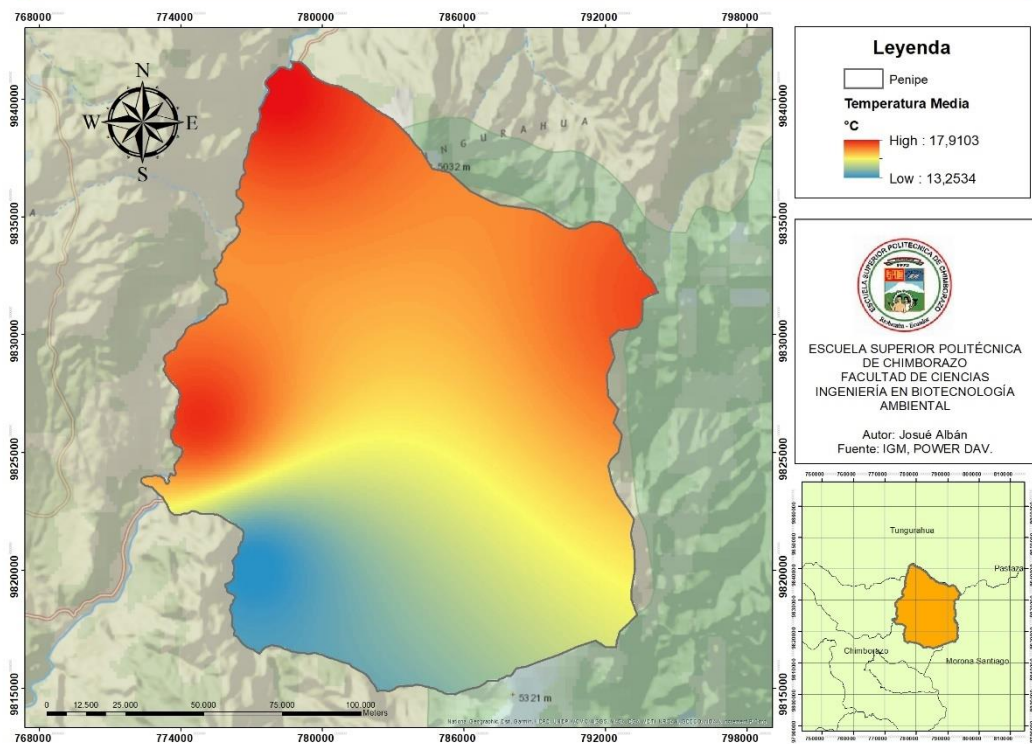
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE SEPTIEMBRE DE 2016



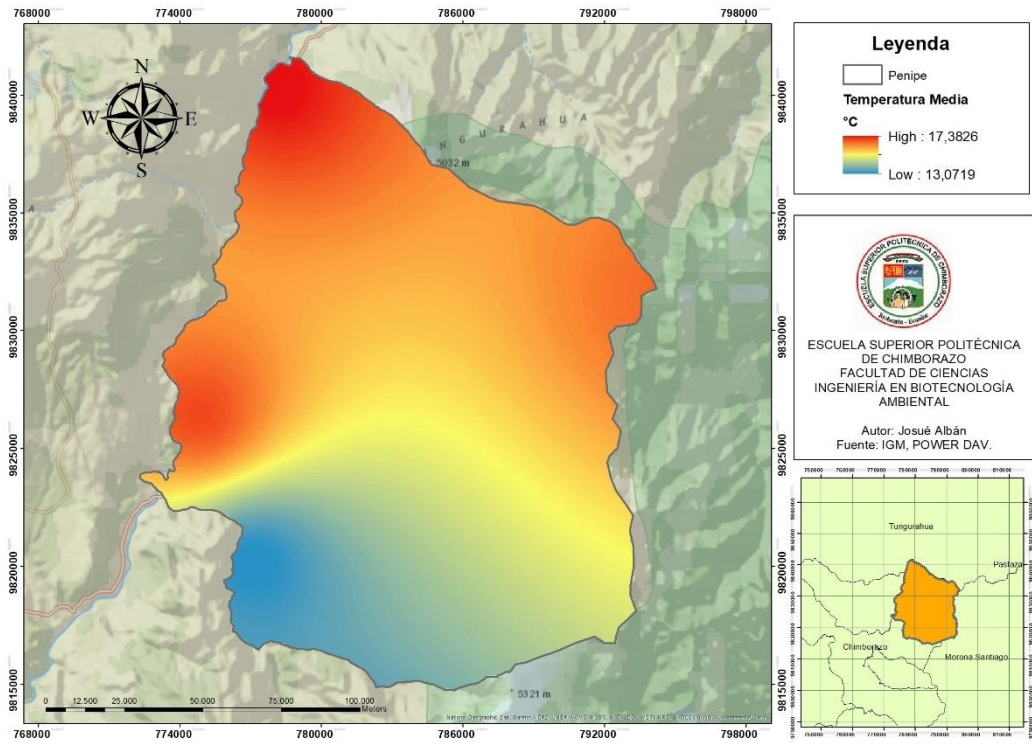
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE OCTUBRE DE 2016



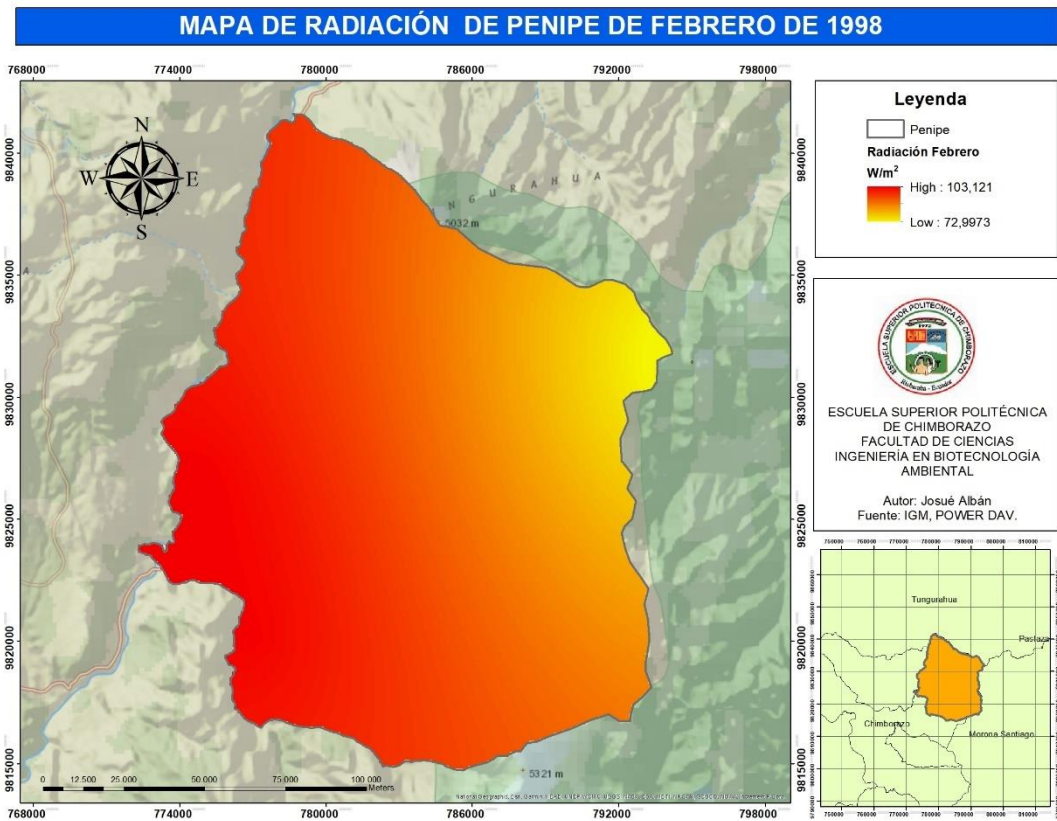
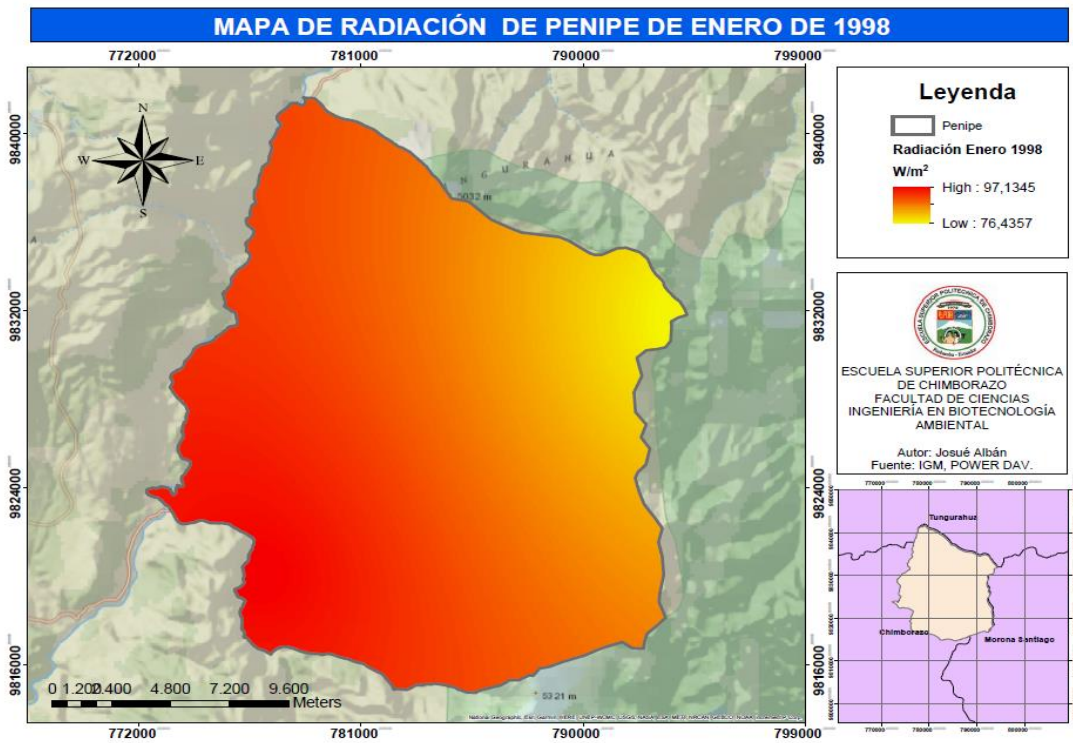
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE NOVIEMBRE DE 2016



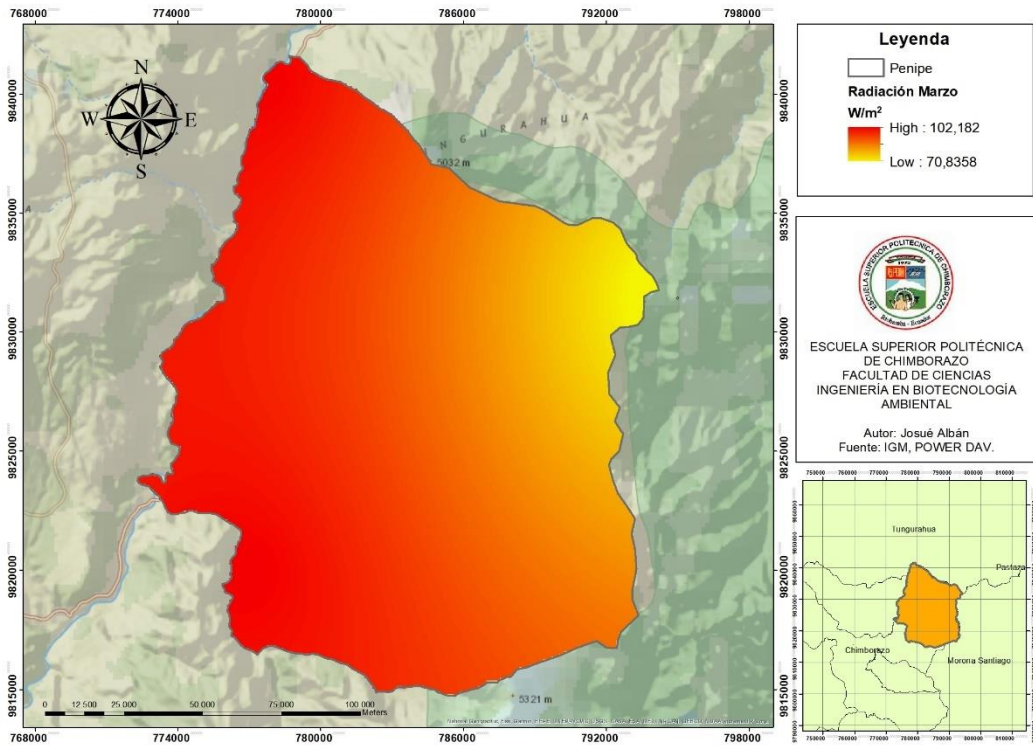
MAPA DE TEMPERATURA DE PENIPE DE DICIEMBRE DE 2016



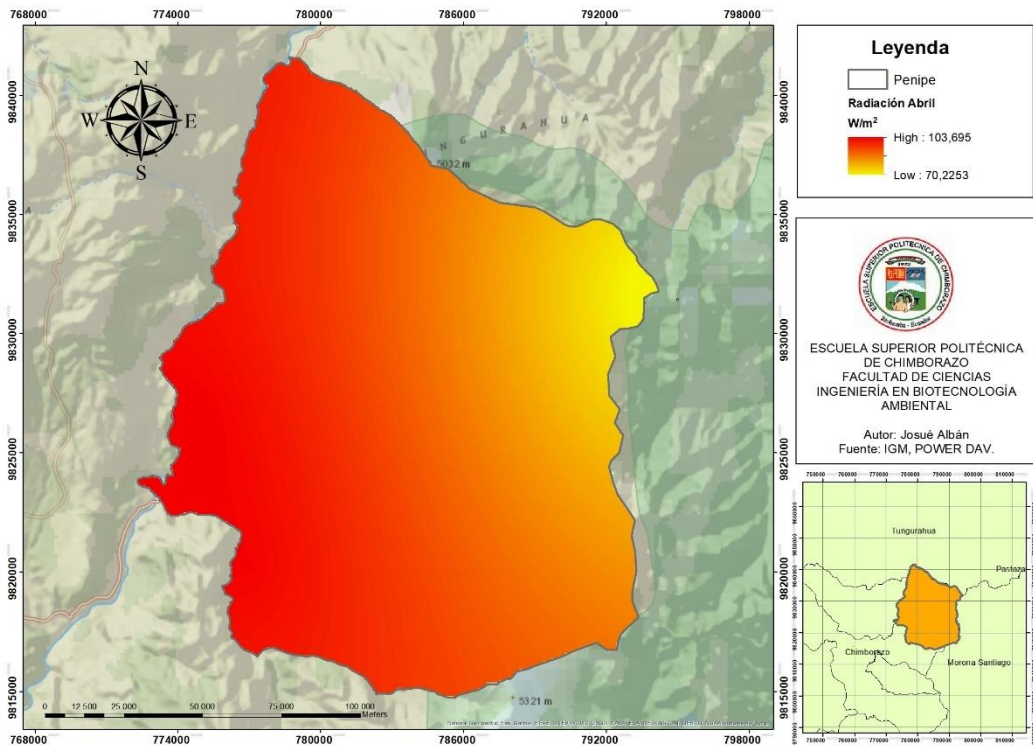
ANEXO C: MAPAS DE RADIACIÓN DE 1998 Y 2016



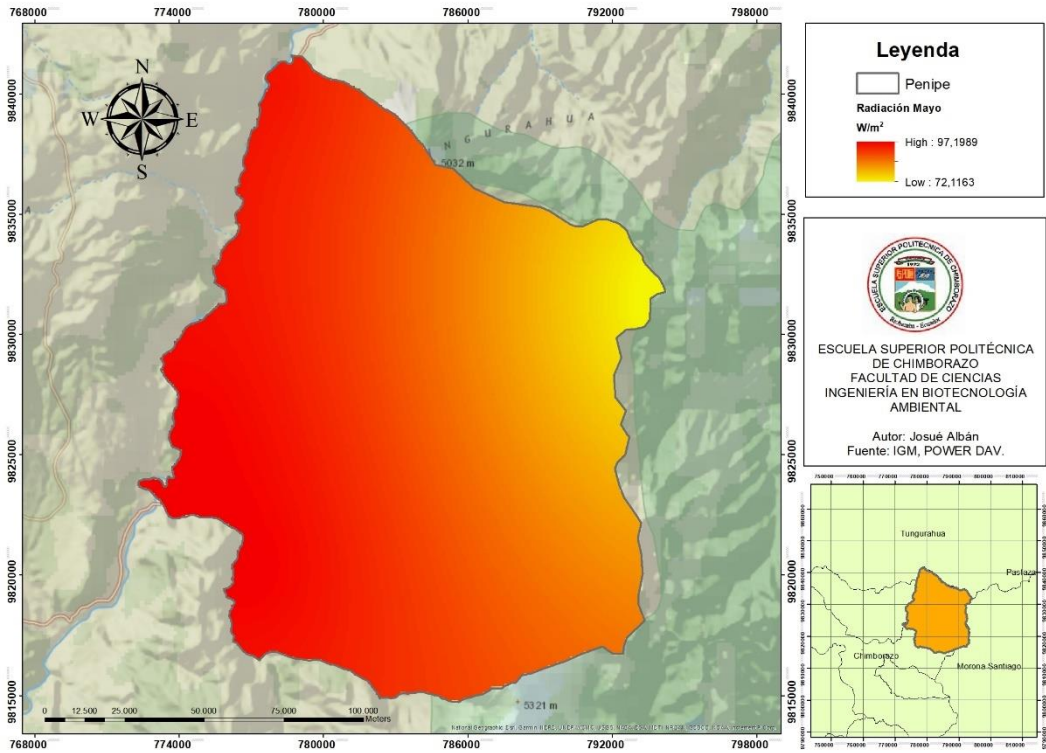
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE MARZO DE 1998



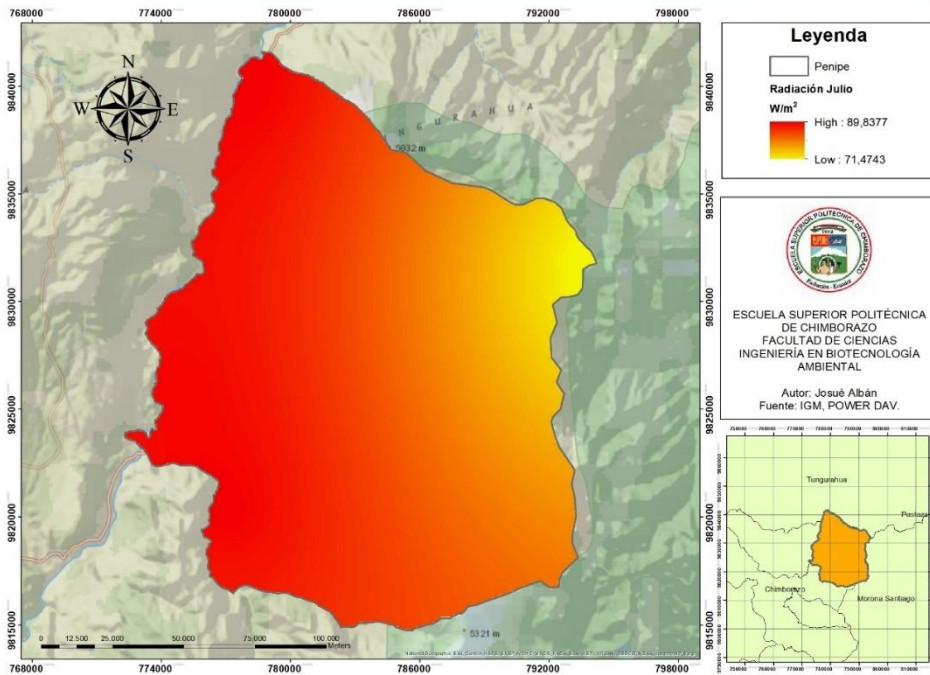
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE ABRIL DE 1998



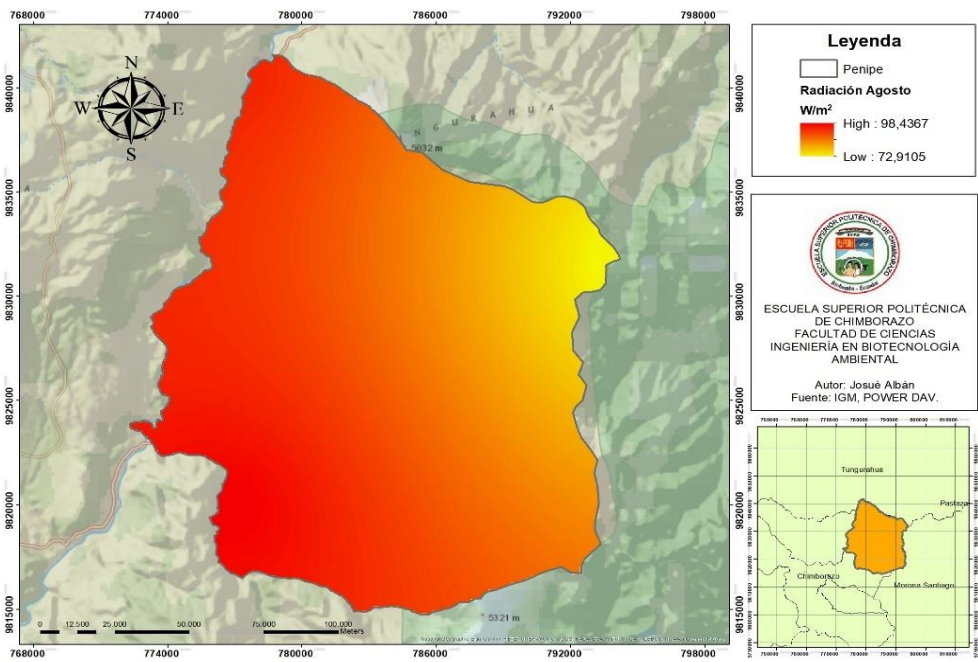
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE MAYO DE 1998



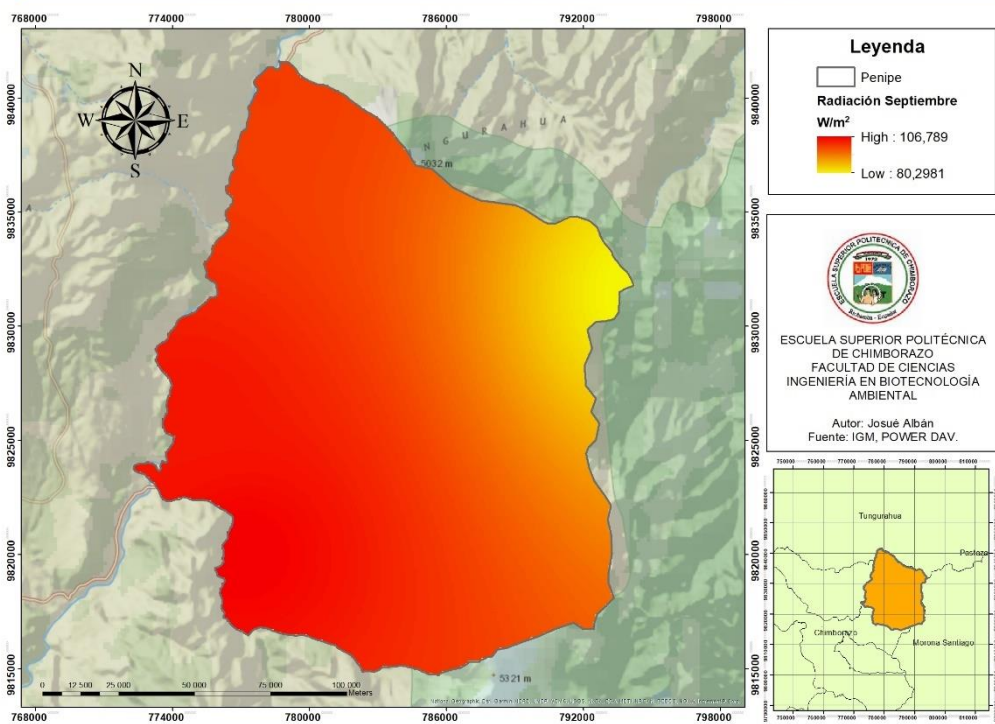
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE JULIO DE 1998



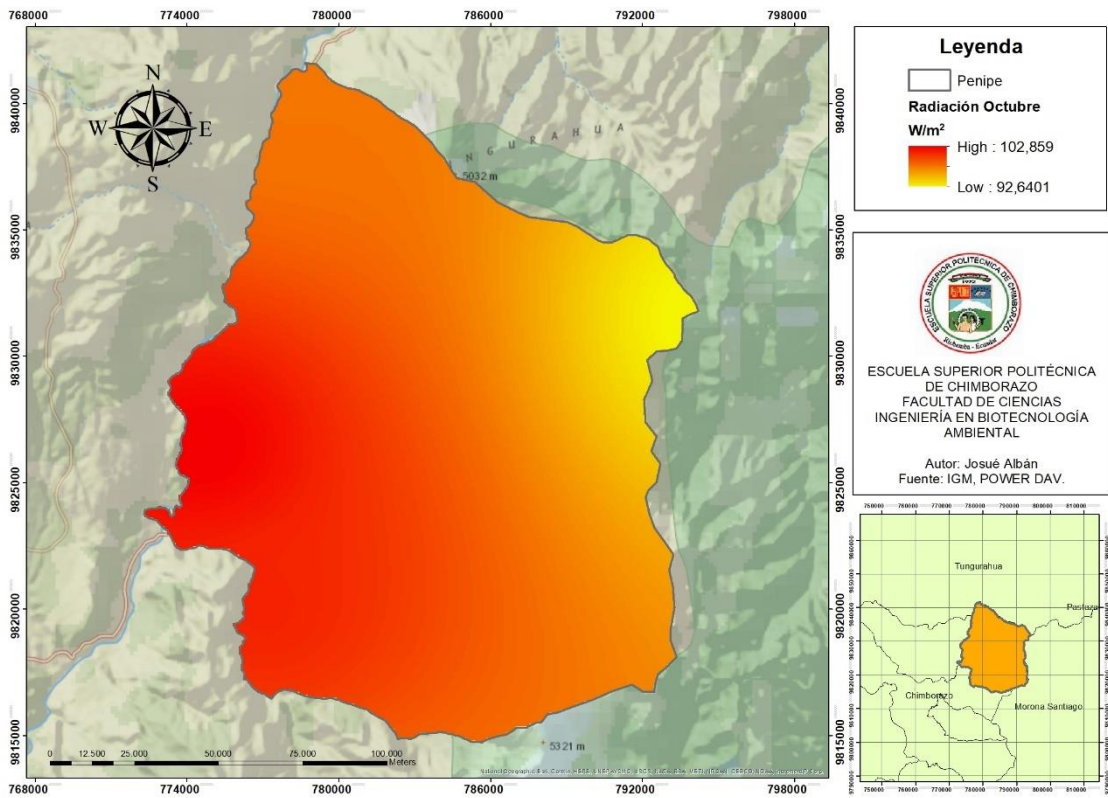
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE AGOSTO DE 1998



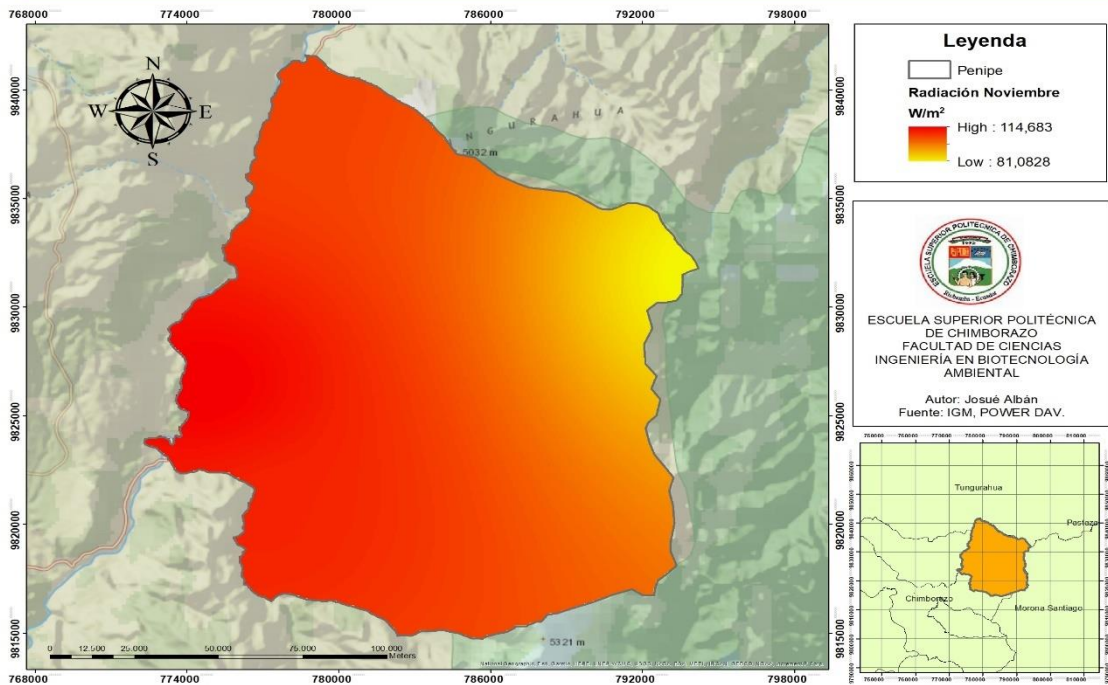
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE SEPTIEMBRE DE 1998



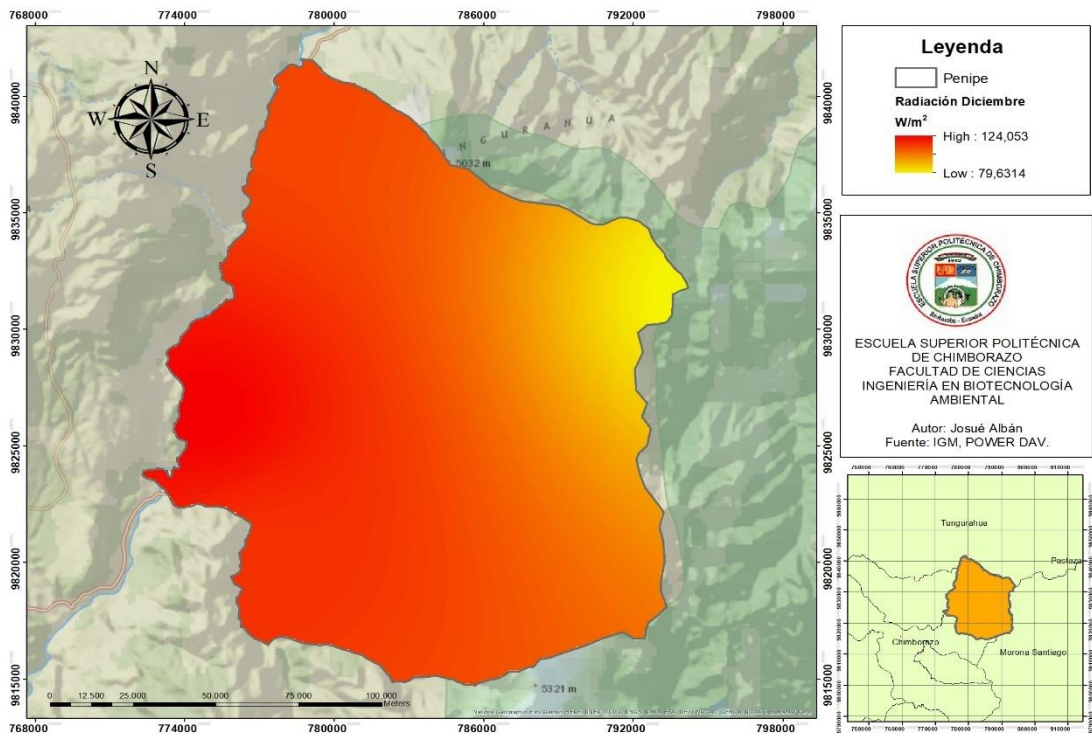
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE OCTUBRE DE 1998



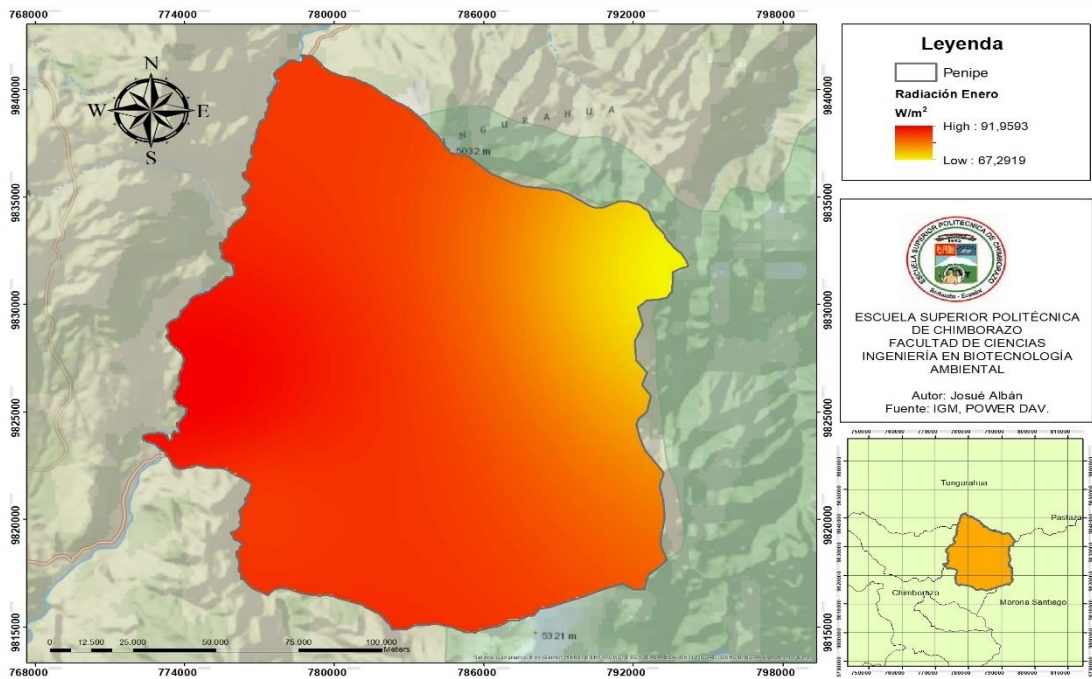
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE NOVIEMBRE DE 1998



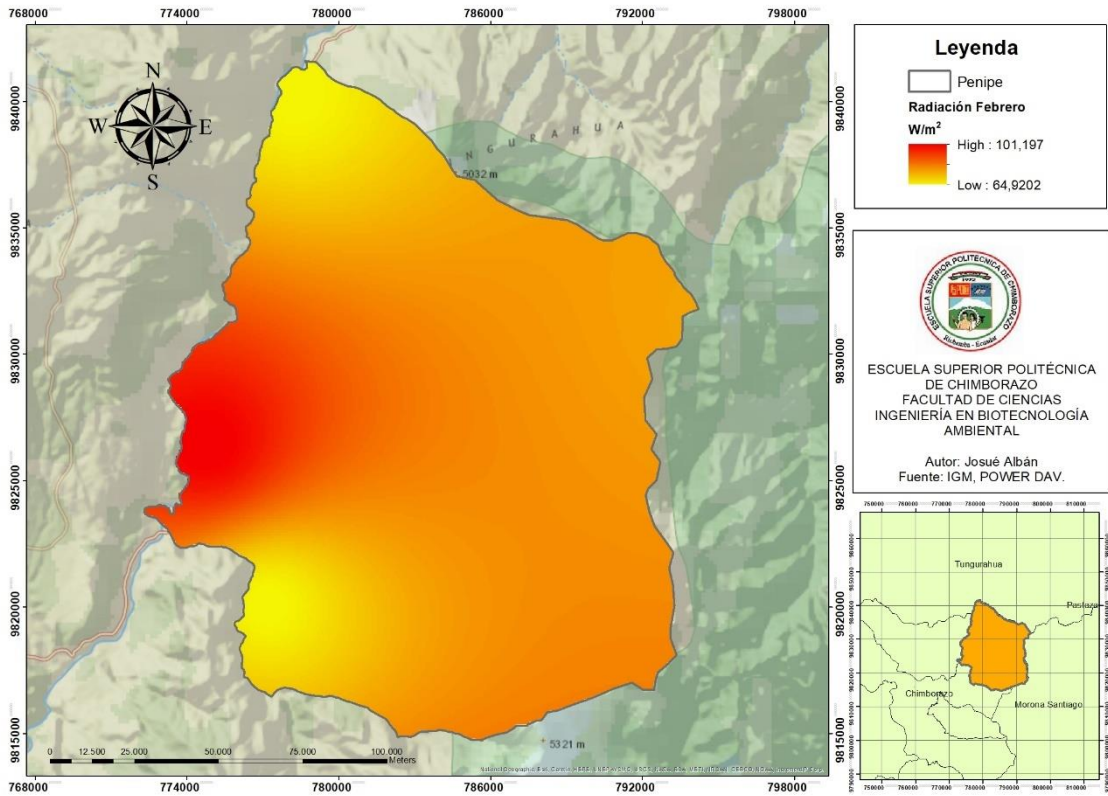
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE DICIEMBRE DE 1998



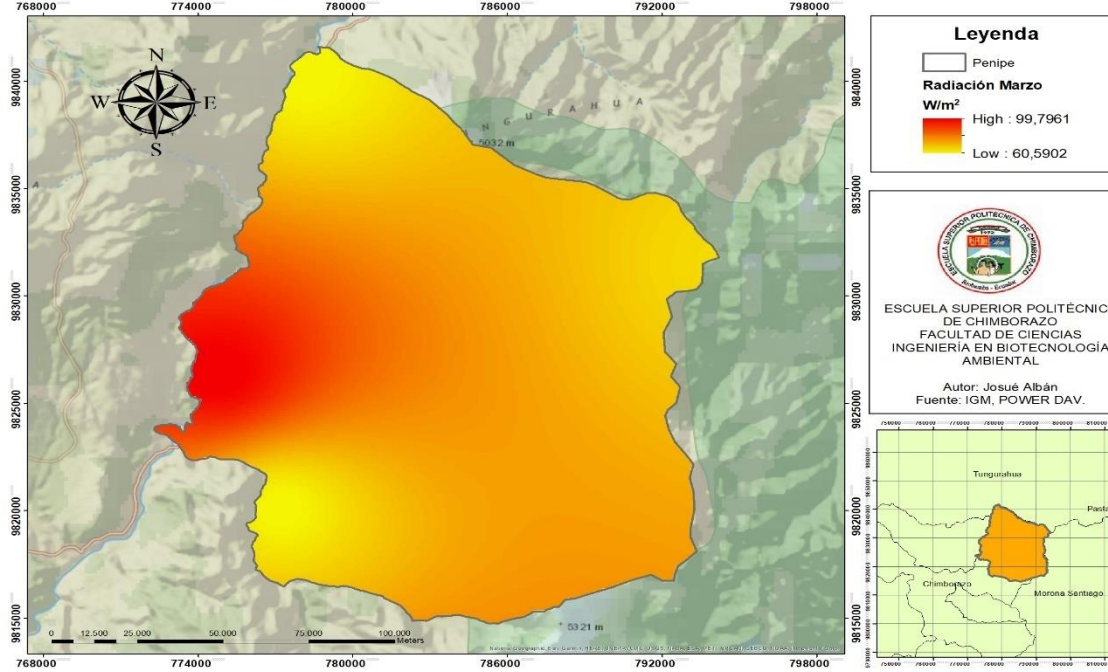
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE ENERO DE 2016



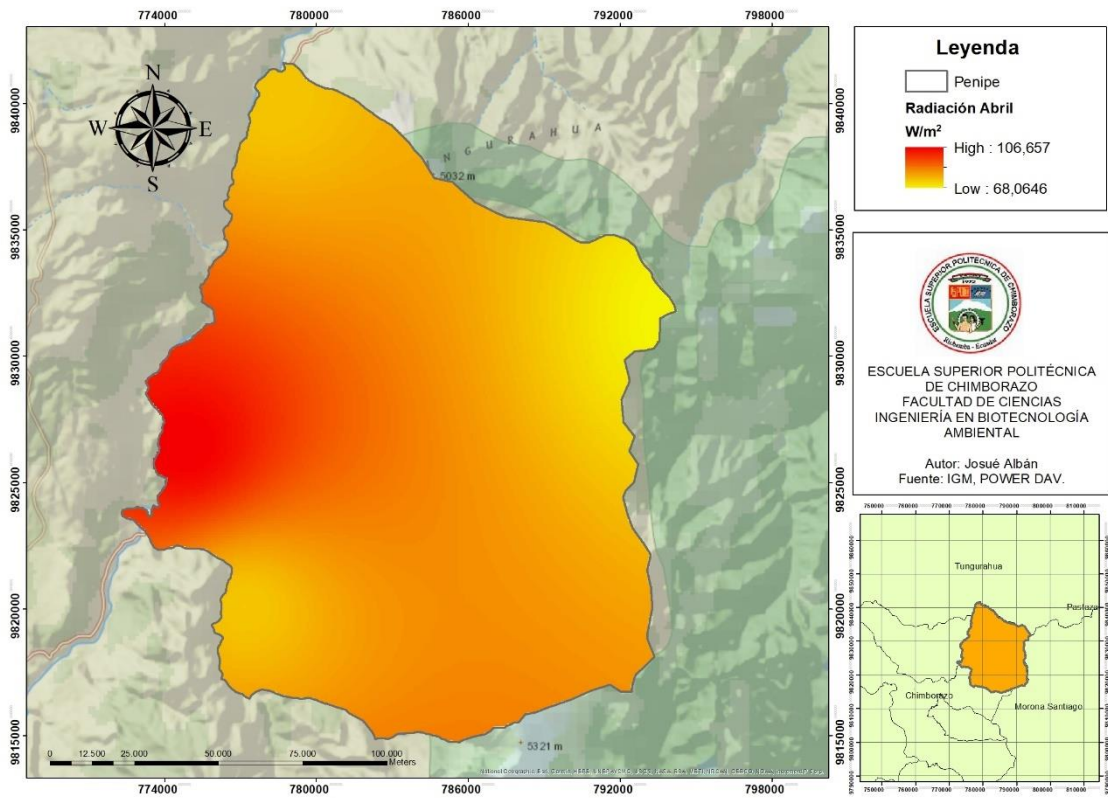
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE FEBRERO DE 2016



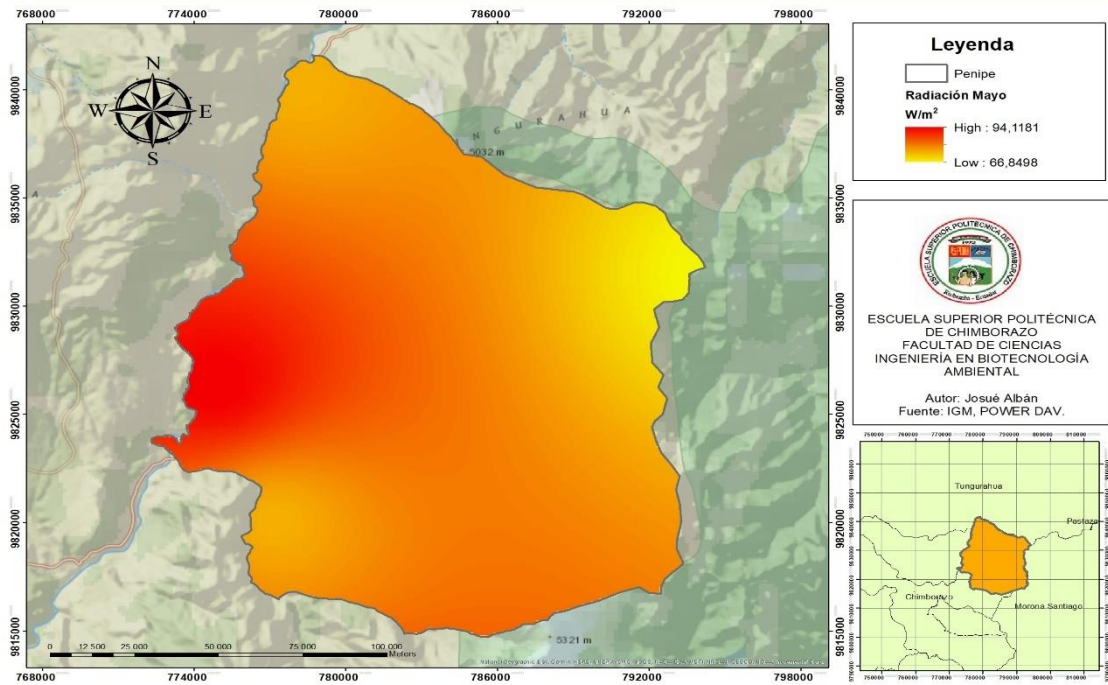
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE MARZO DE 2016



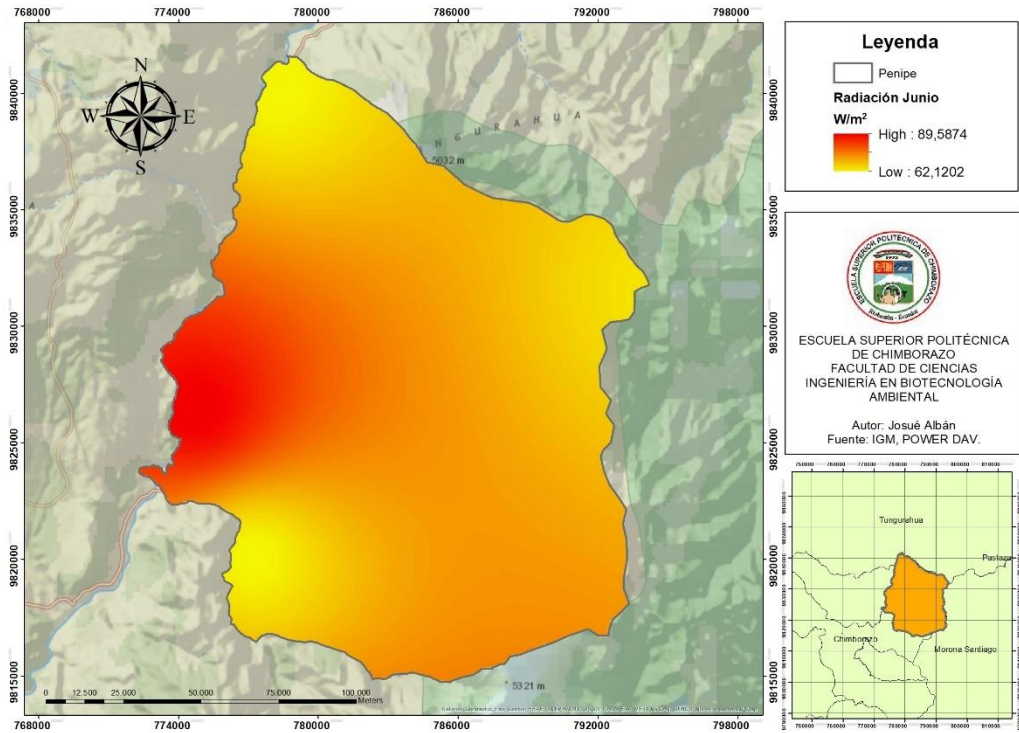
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE ABRIL DE 2016



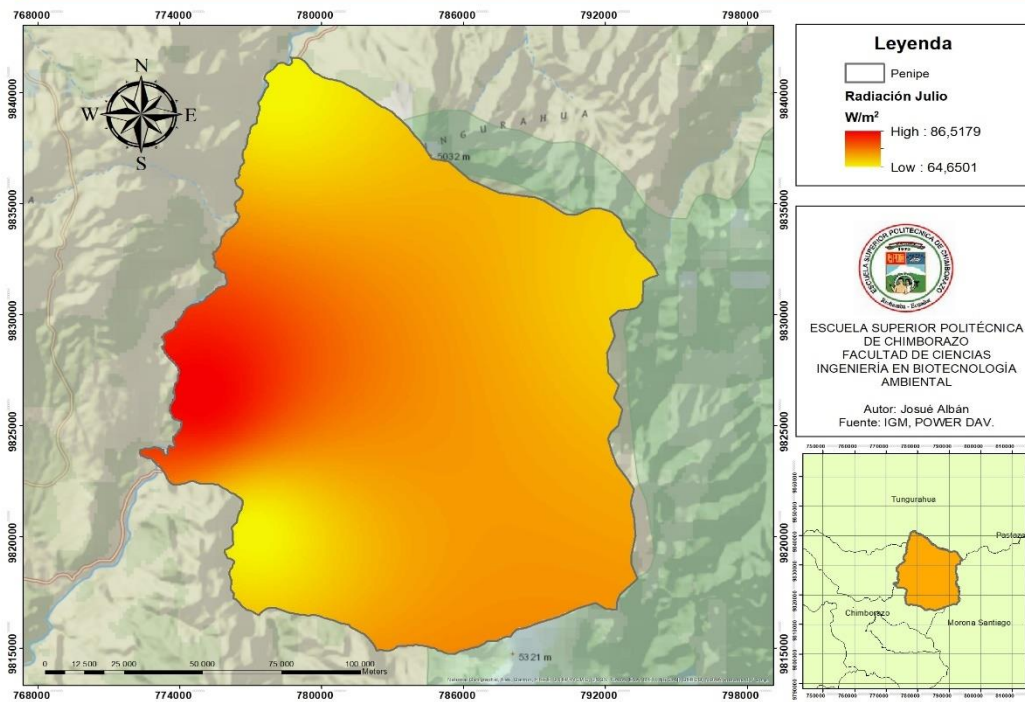
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE MAYO DE 2016



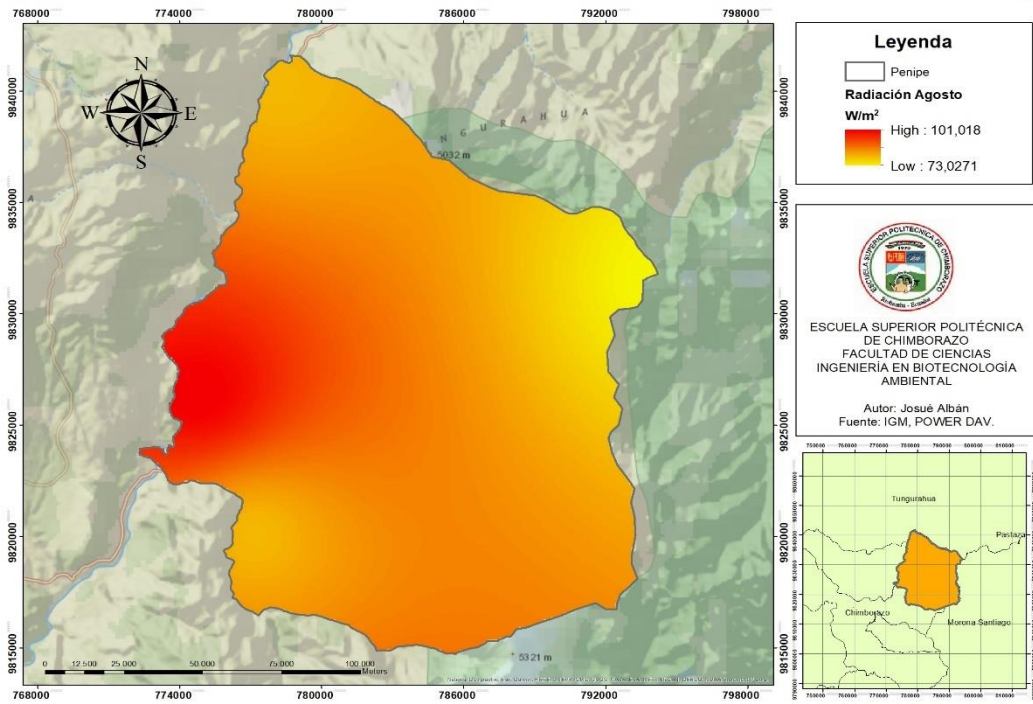
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE JUNIO DE 2016



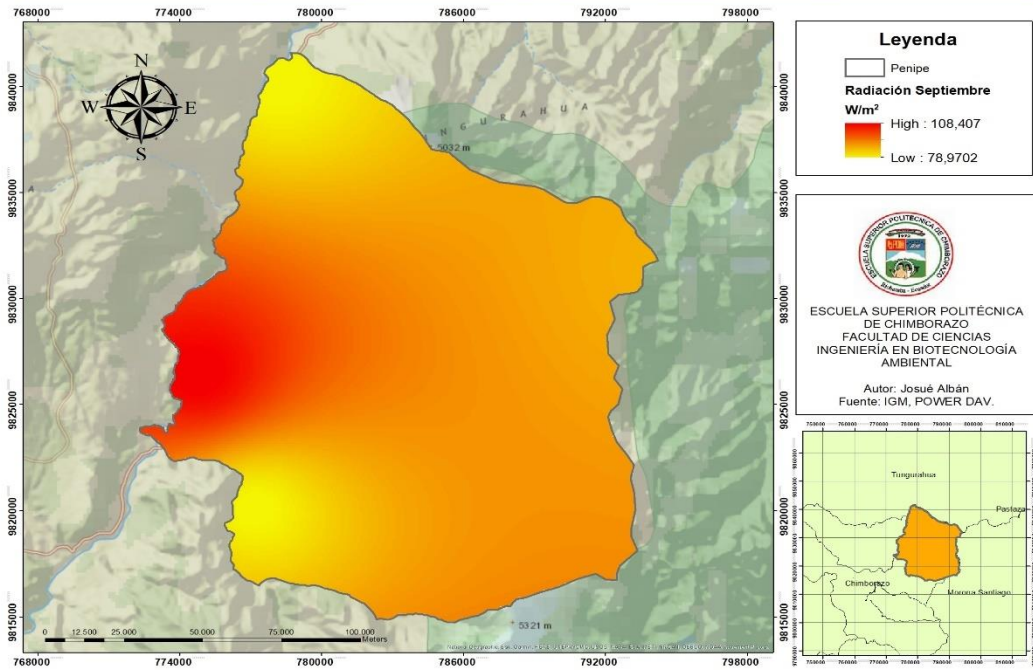
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE JULIO DE 2016



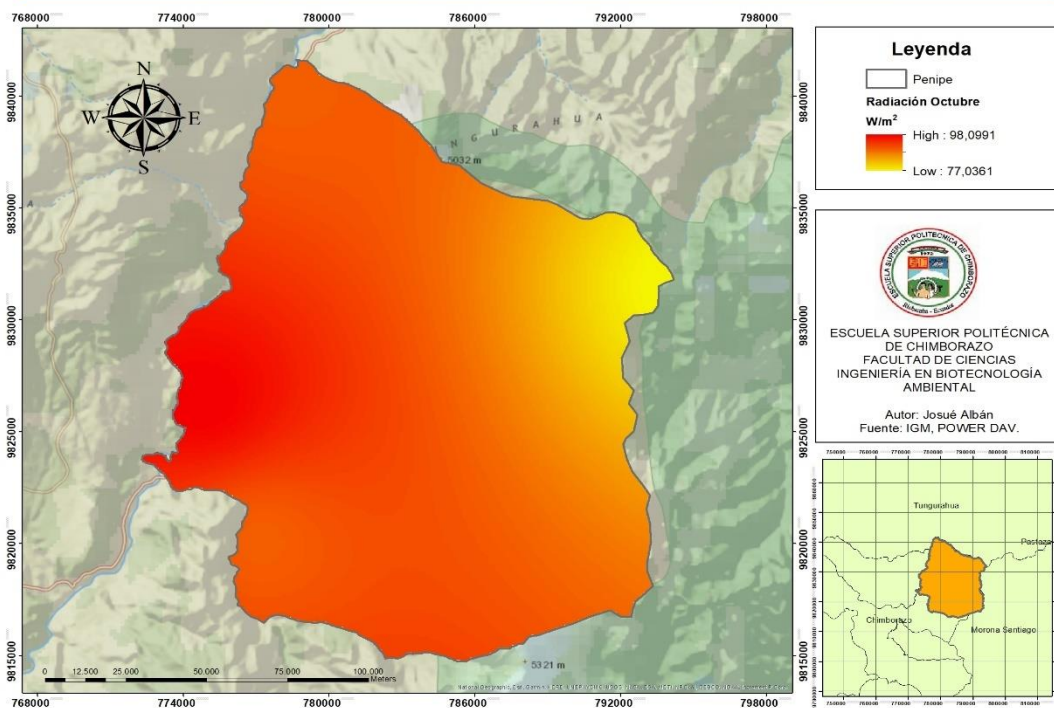
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE AGOSTO DE 2016



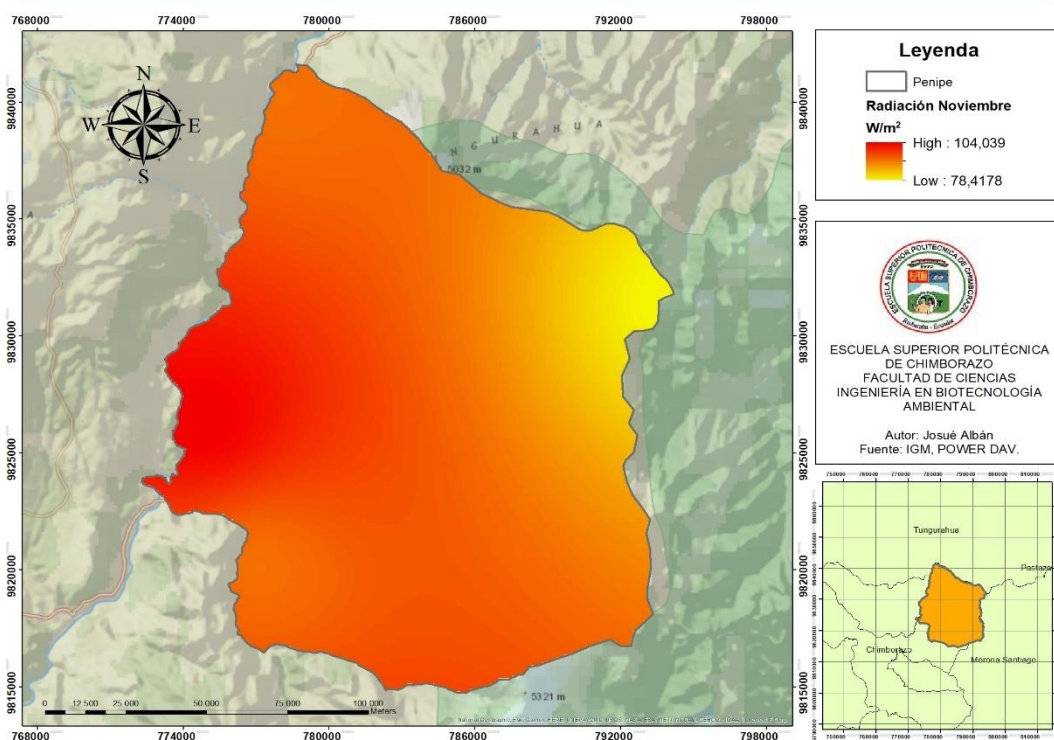
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE SEPTIEMBRE DE 2016



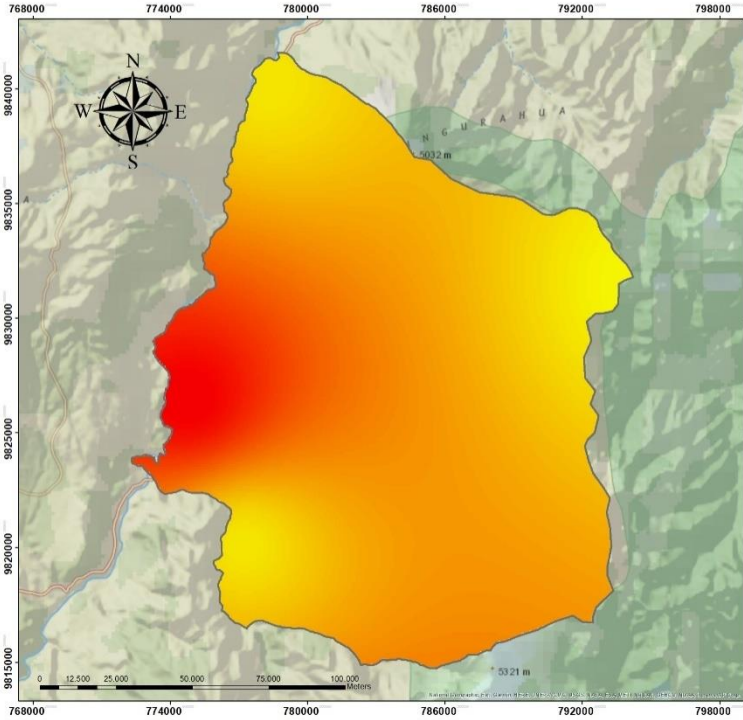
MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE OCTUBRE DE 2016



MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE NOVIEMBRE DE 2016




MAPA DE RADIACIÓN DE PENIPE DE DICIEMBRE DE 2016



Legenda

- Penipe
- Radiación Diciembre
W/m²
High : 112,347
Low : 76,025



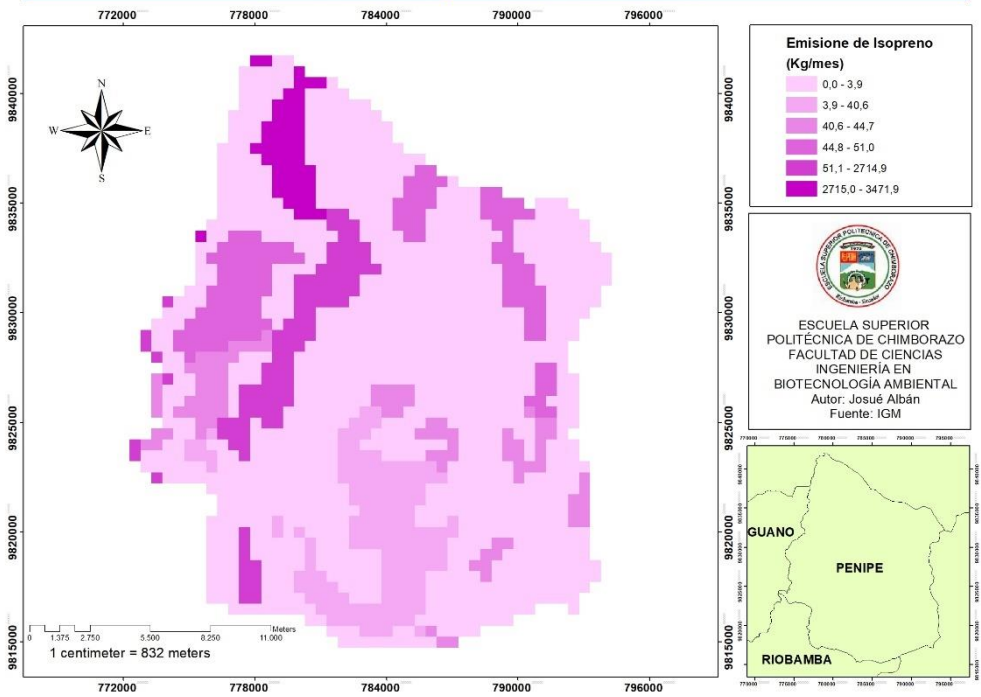
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
INGENIERIA EN BIOTECNOLOGIA
AMBIENTAL

Autor: Josué Albán
Fuente: IGM, POWER DAV.

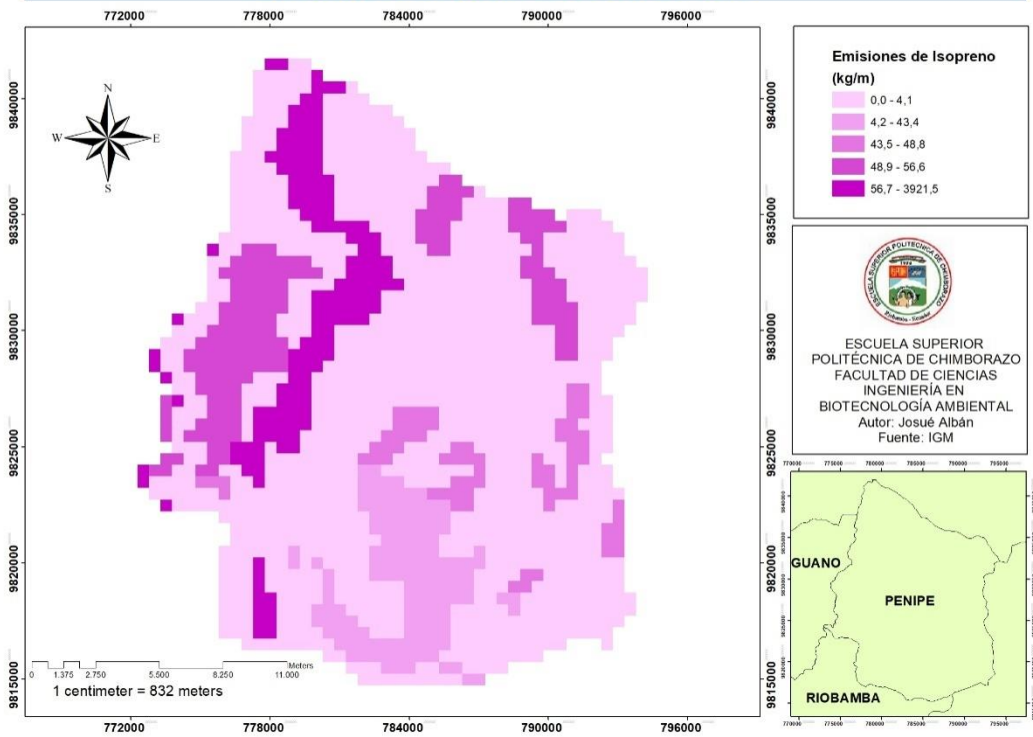


ANEXO D: MAPAS DE ISOPRENOS, MONOTERPENOS Y OTROS (COVBS) DEL AÑO 1998.

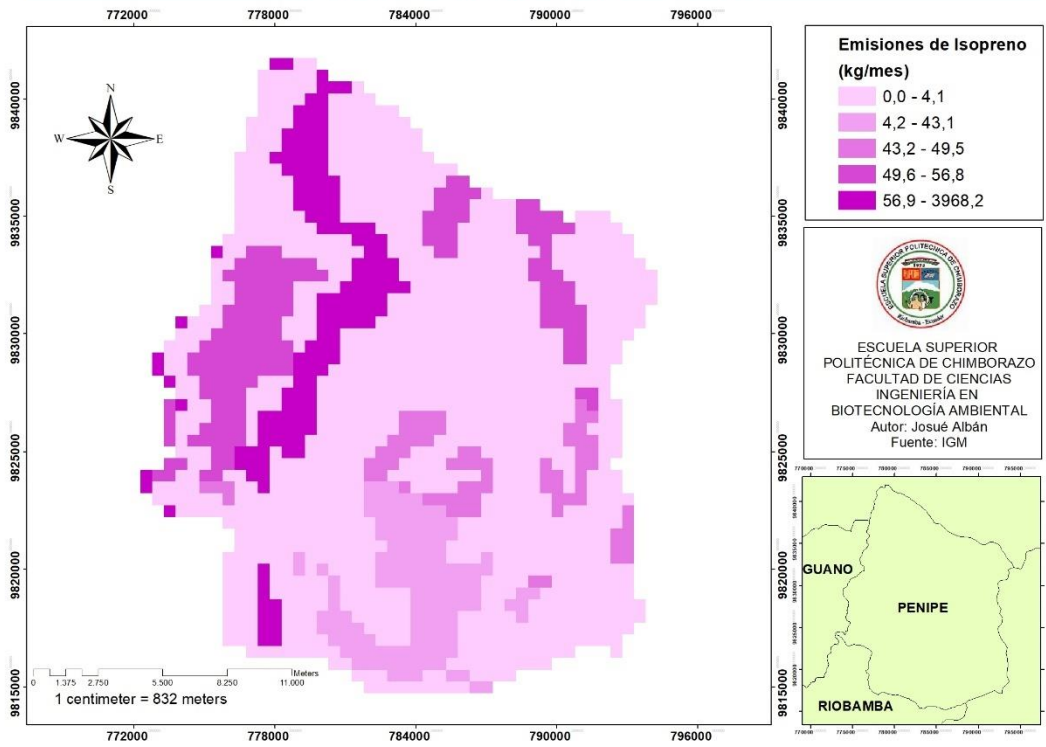
Emisiones de Isopreno de Enero de 1998



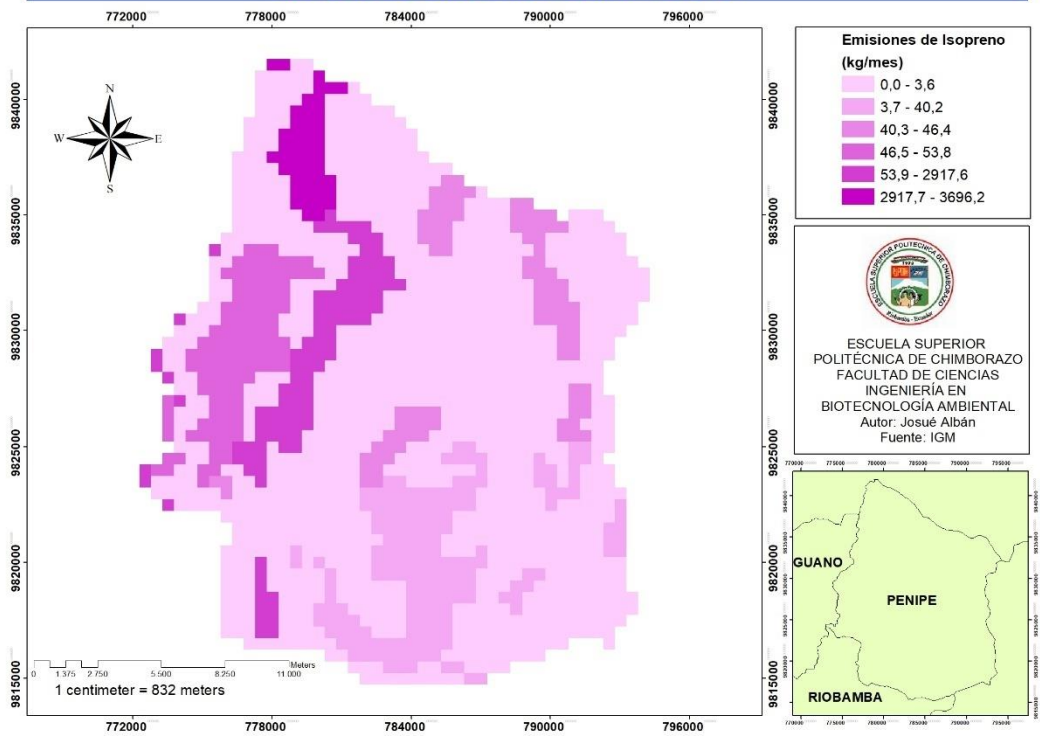
Emisiones de Isopreno de Febrero de 1998



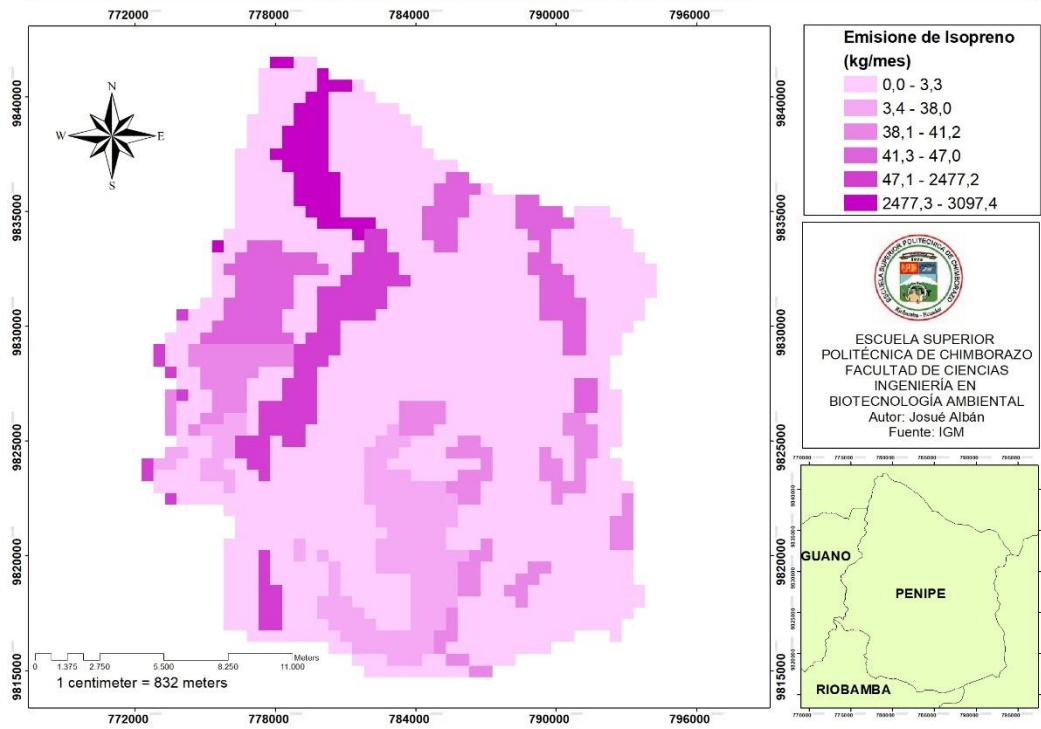
Emisiones de Isopreno de Marzo de 1998



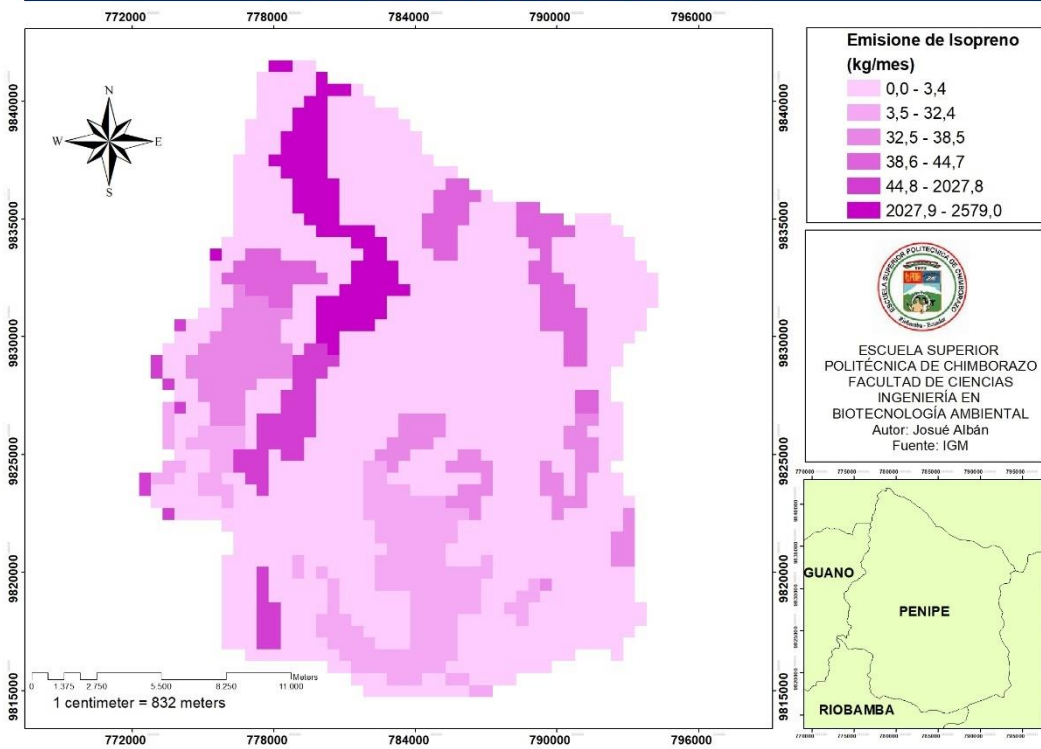
Emisiones de Isopreno de Abril de 1998

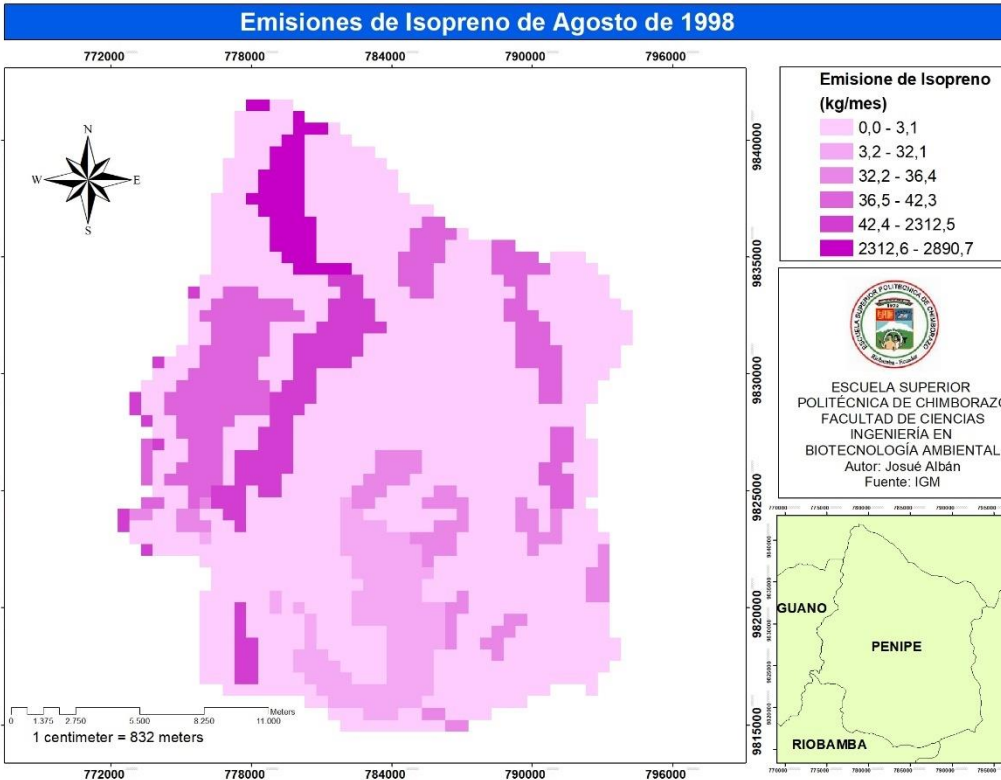
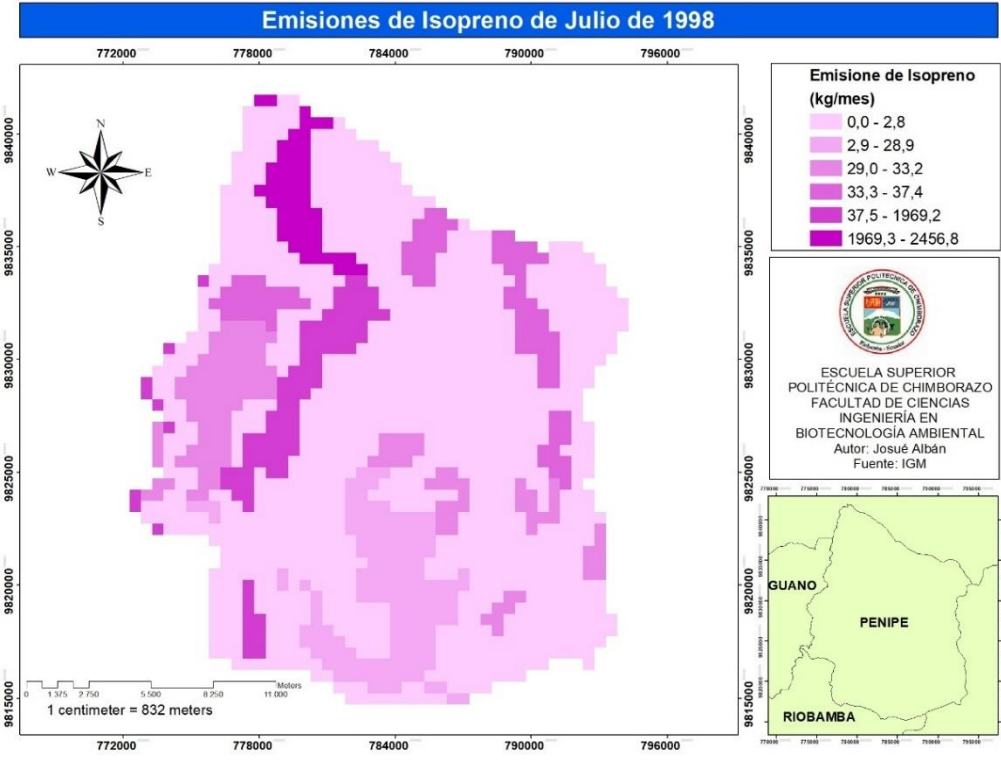


Emisiones de Isopreno de Mayo de 1998

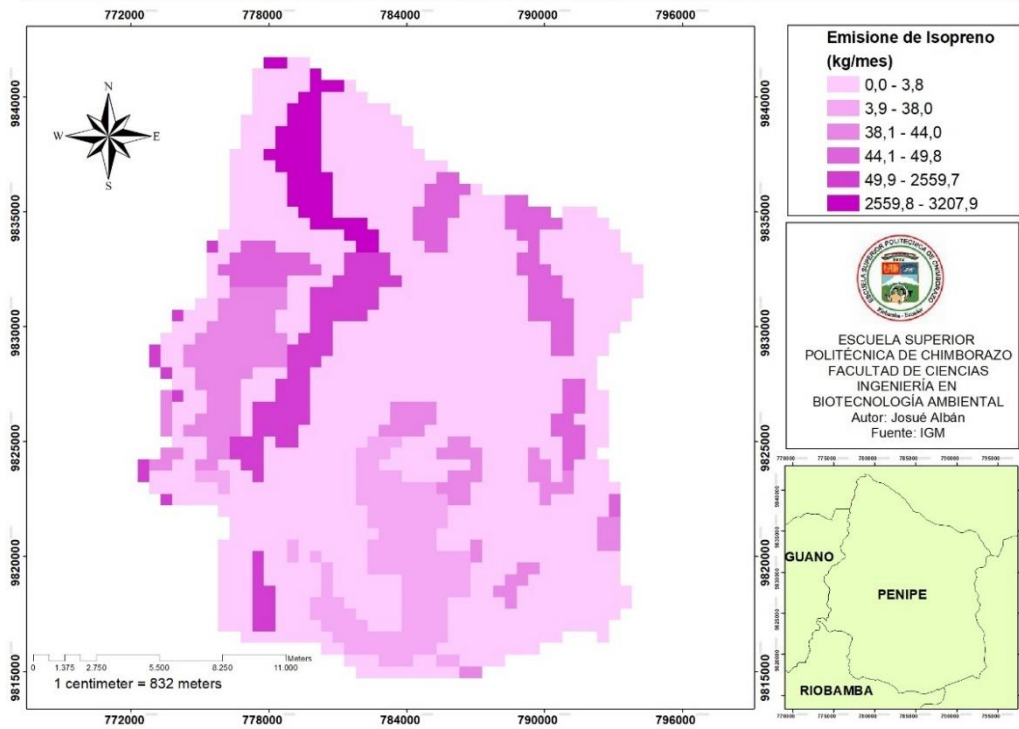


Emisiones de Isopreno de Junio de 1998

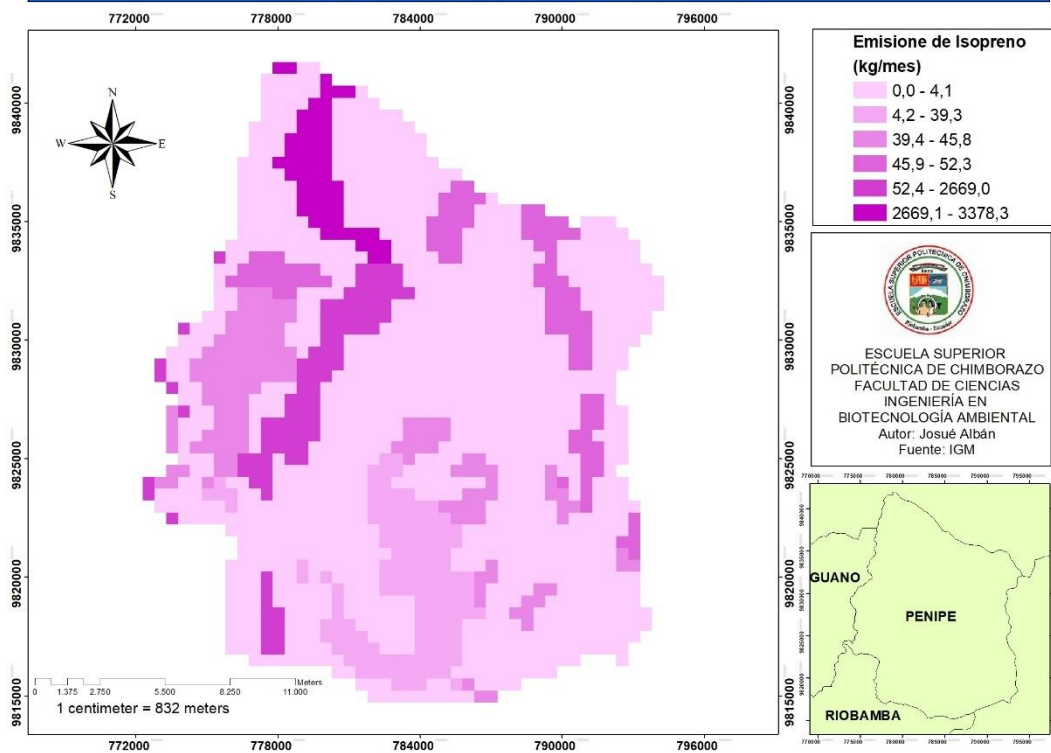




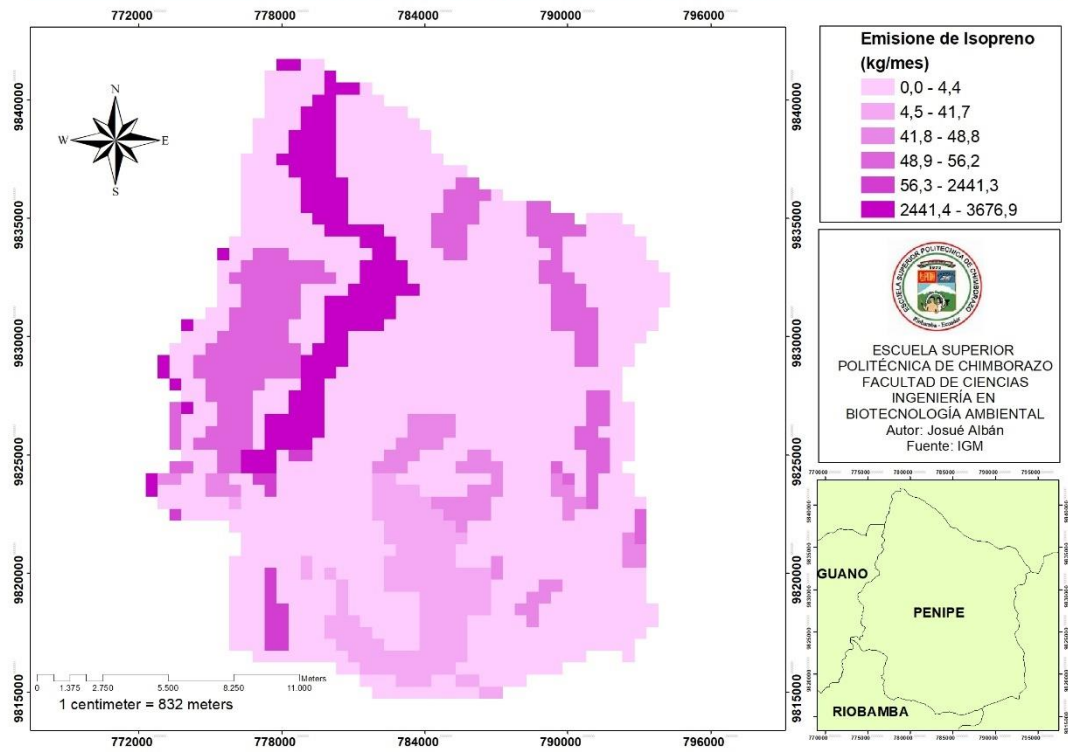
Emisiones de Isopreno de Septiembre de 1998



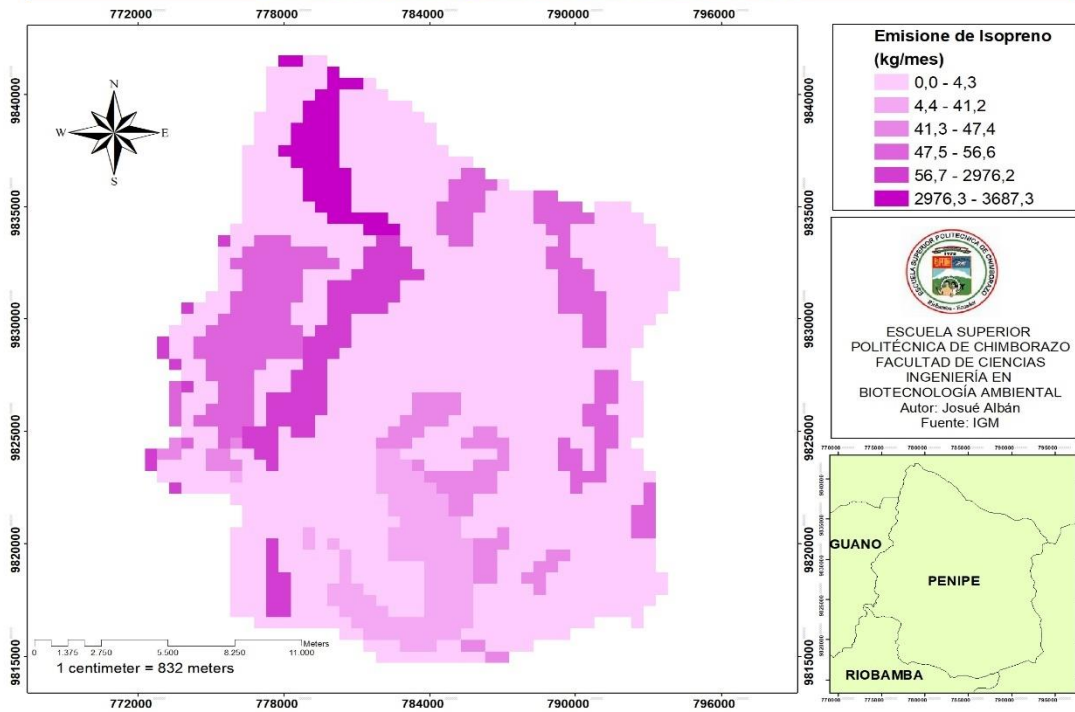
Emisiones de Isopreno de Octubre de 1998



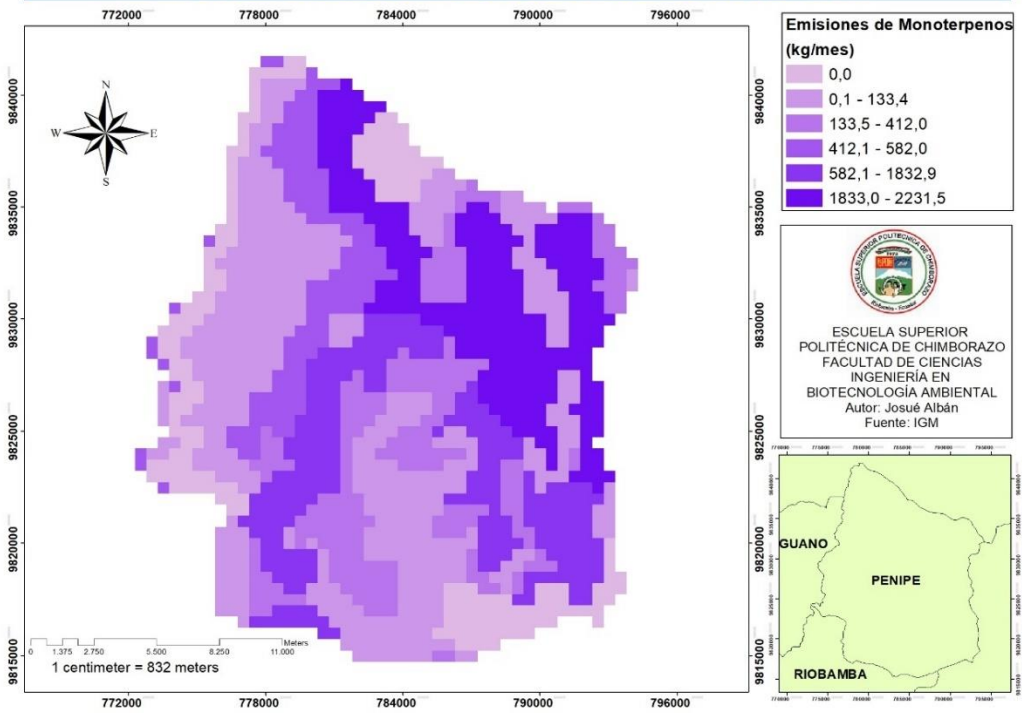
Emisiones de Isopreno de Noviembre de 1998



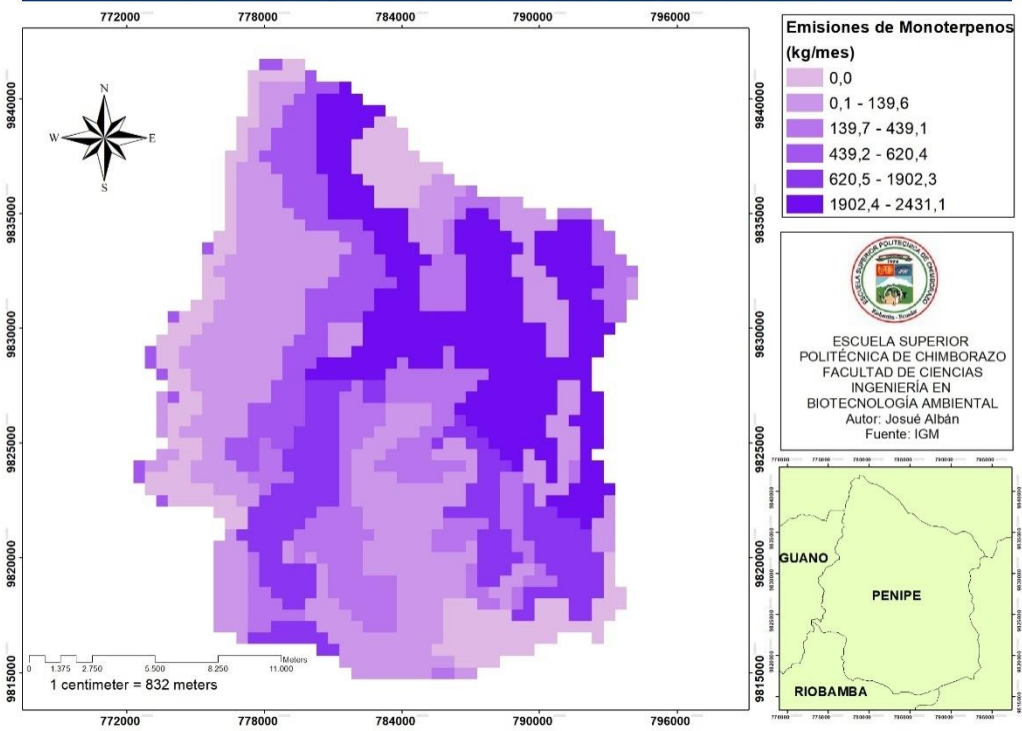
Emisiones de Isopreno de Diciembre de 1998



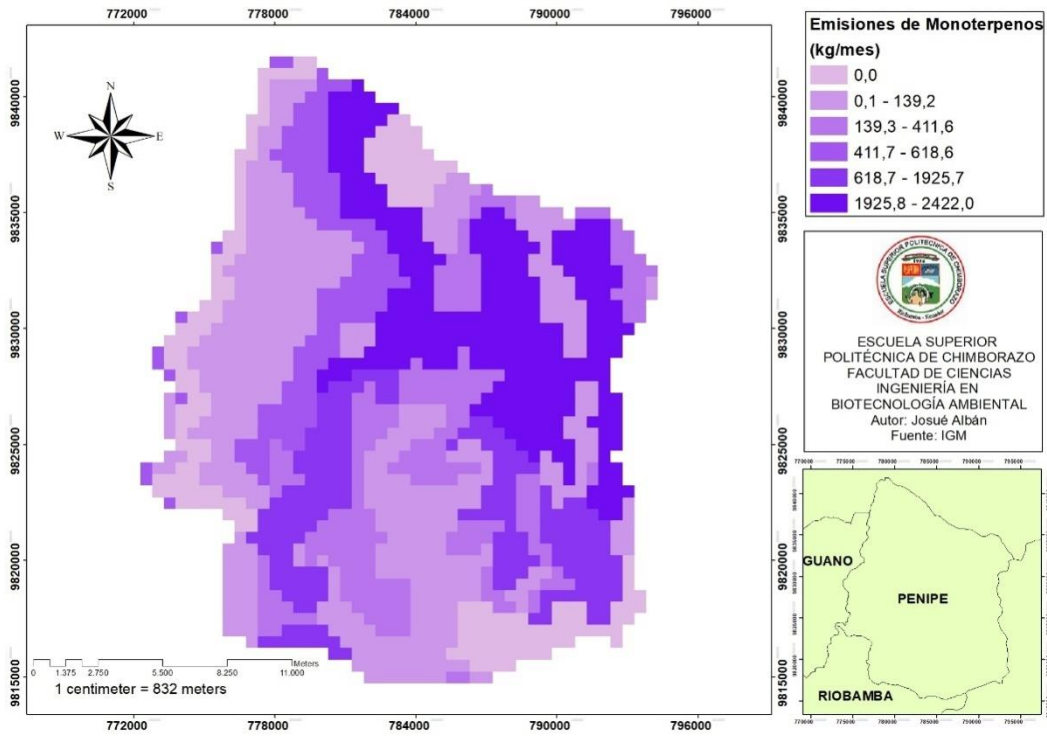
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE ENERO DE 1998



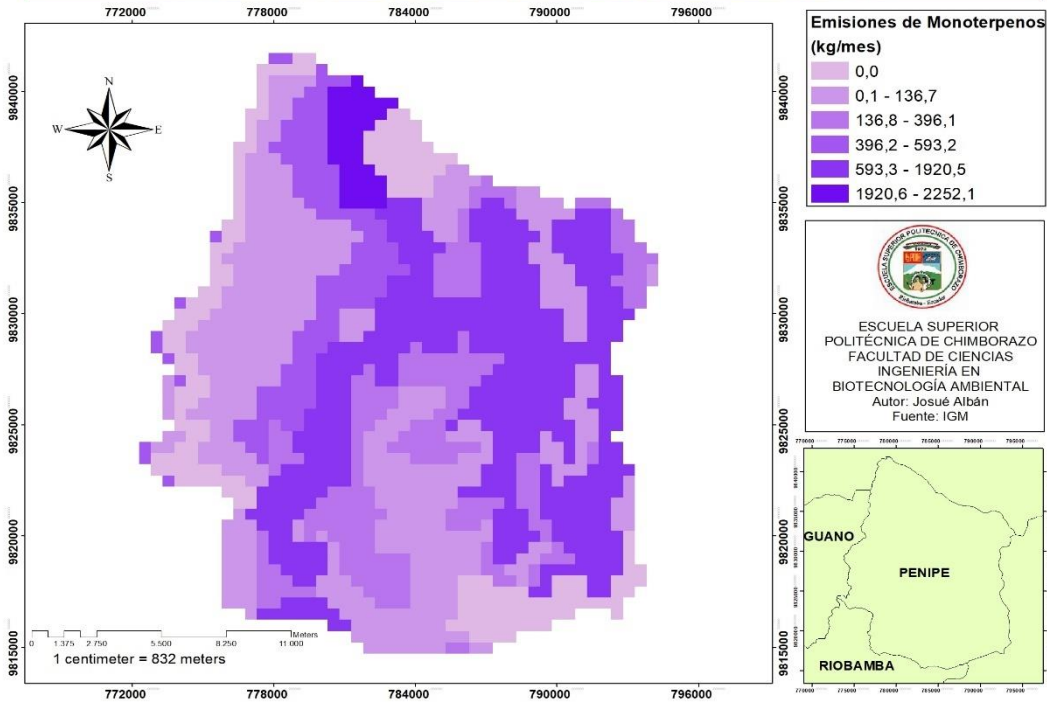
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE FEBRERO DE 1998



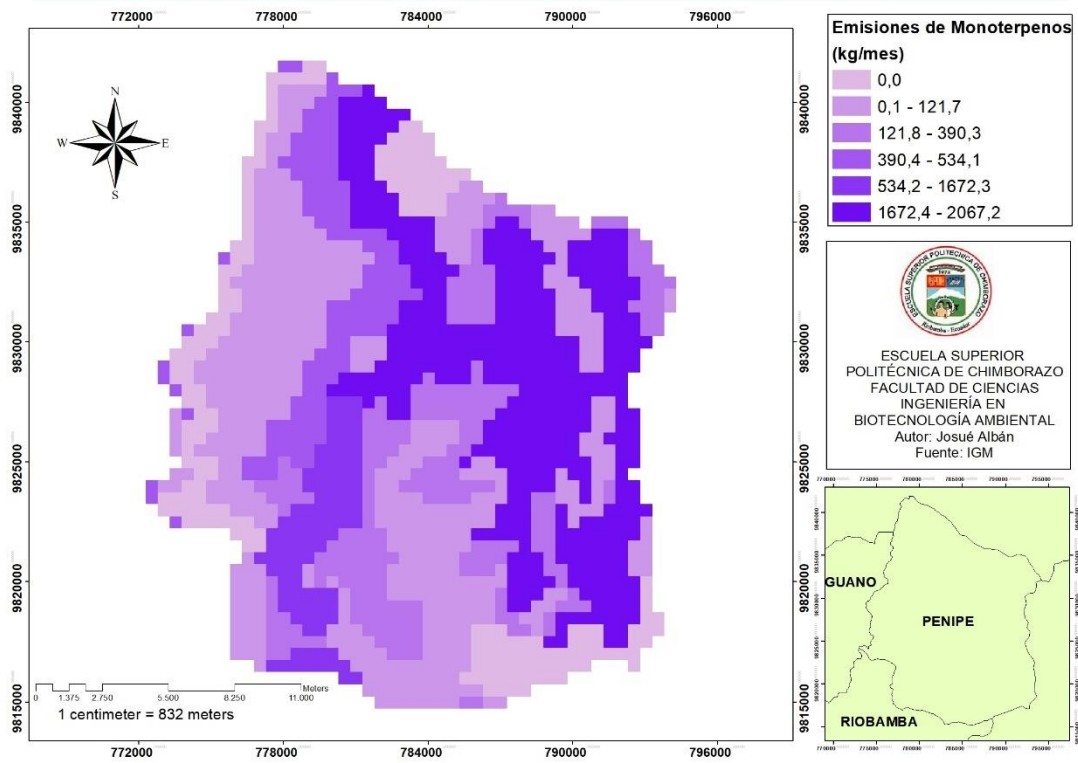
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE MARZO DE 1998



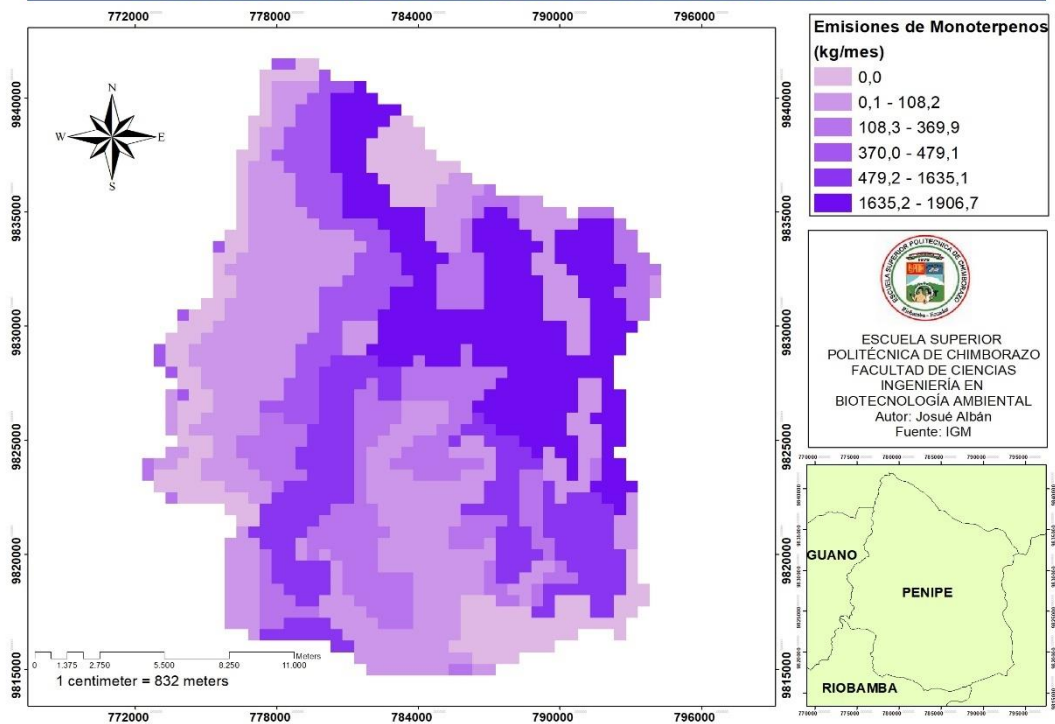
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE ABRIL DE 1998



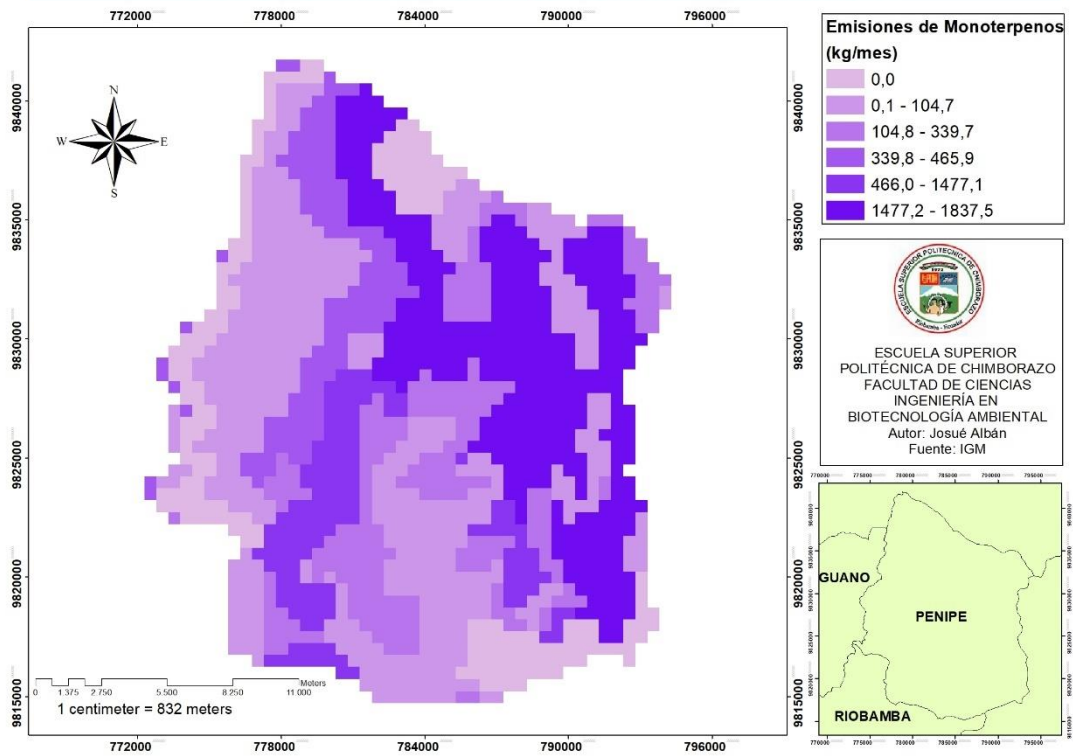
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE MAYO DE 1998



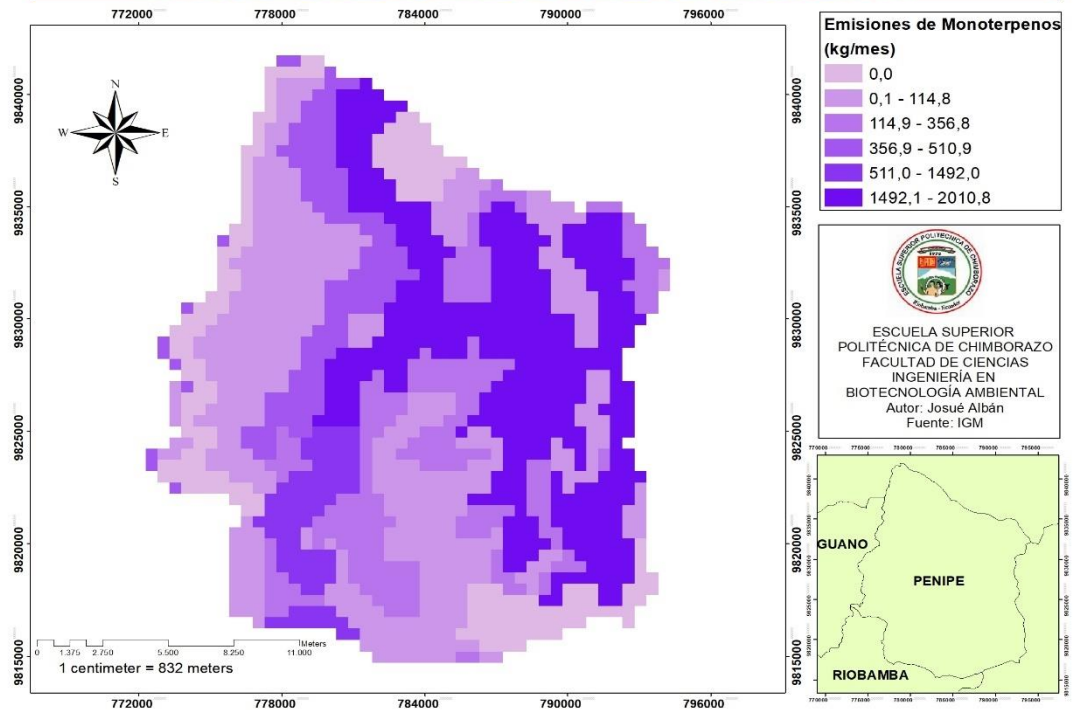
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE JUNIO DE 1998



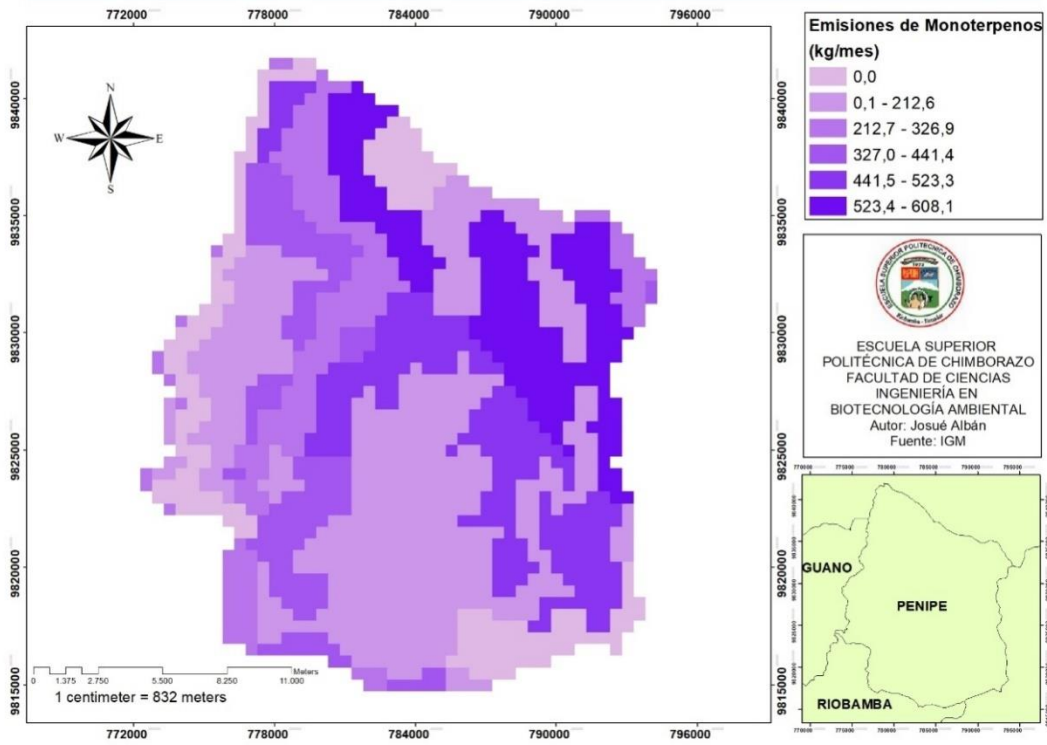
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE JULIO DE 1998



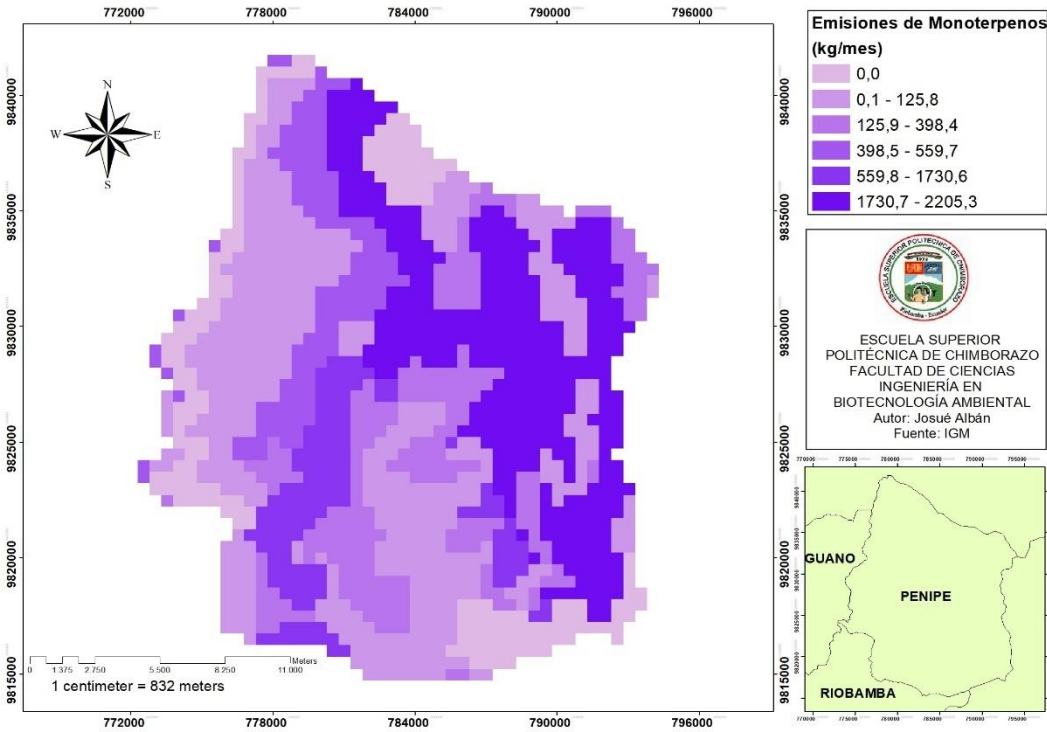
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE AGOSTO DE 1998



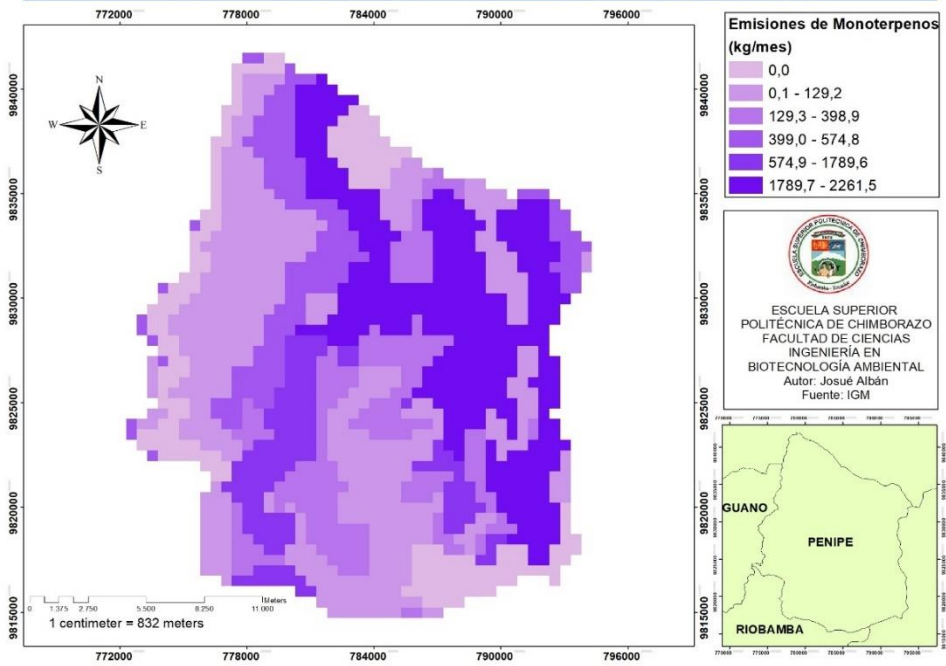
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE SEPTIEMBRE DE 1998



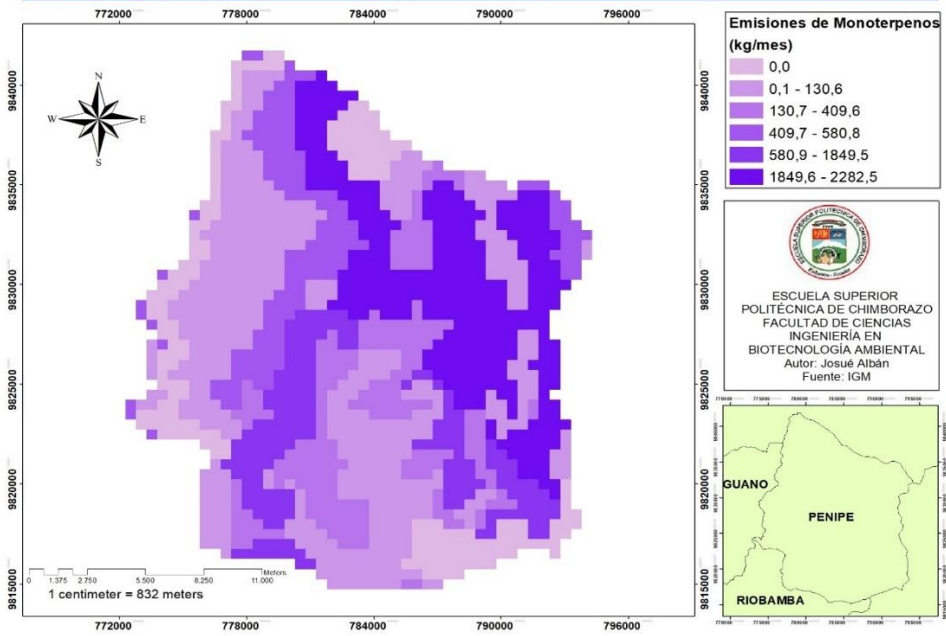
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE OCTUBRE DE 1998



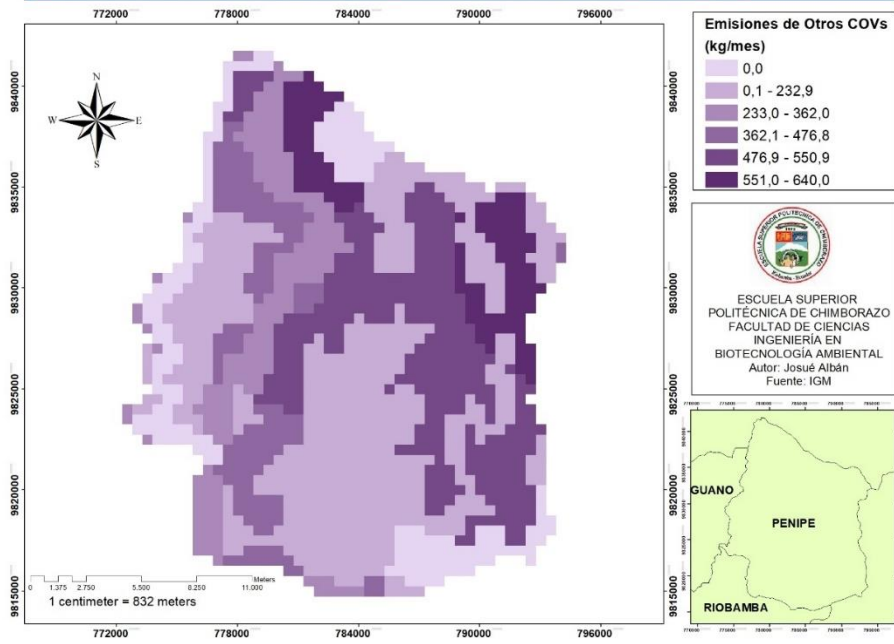
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE DICIEMBRE DE 1998



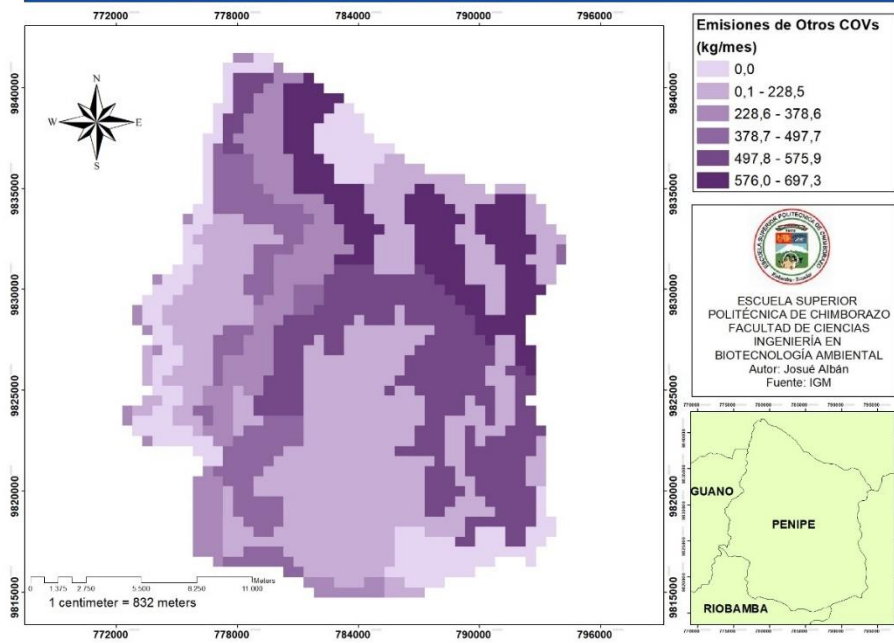
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE NOVIEMBRE DE 1998



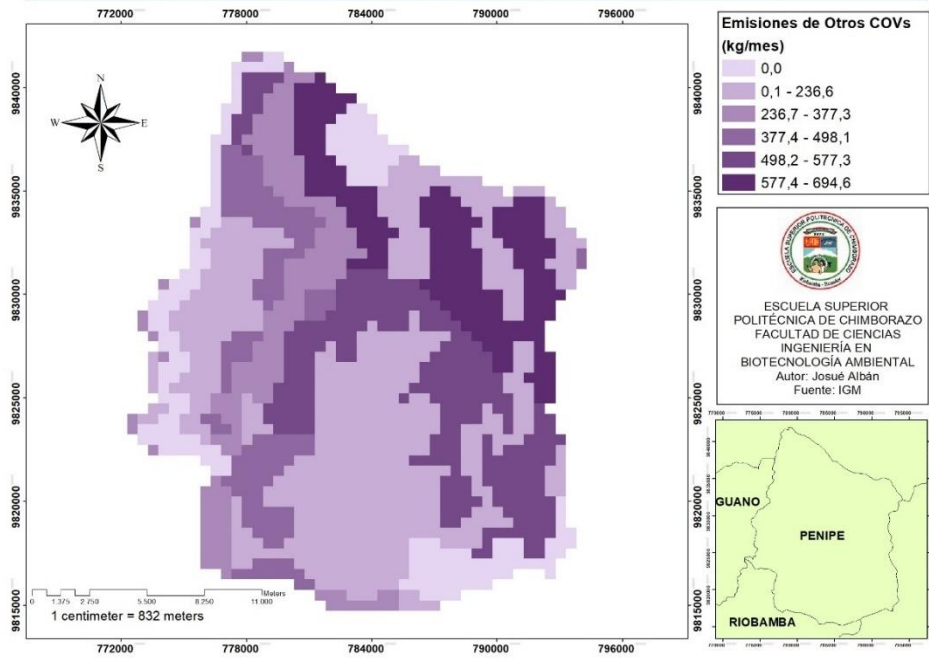
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE ENERO DE 1998



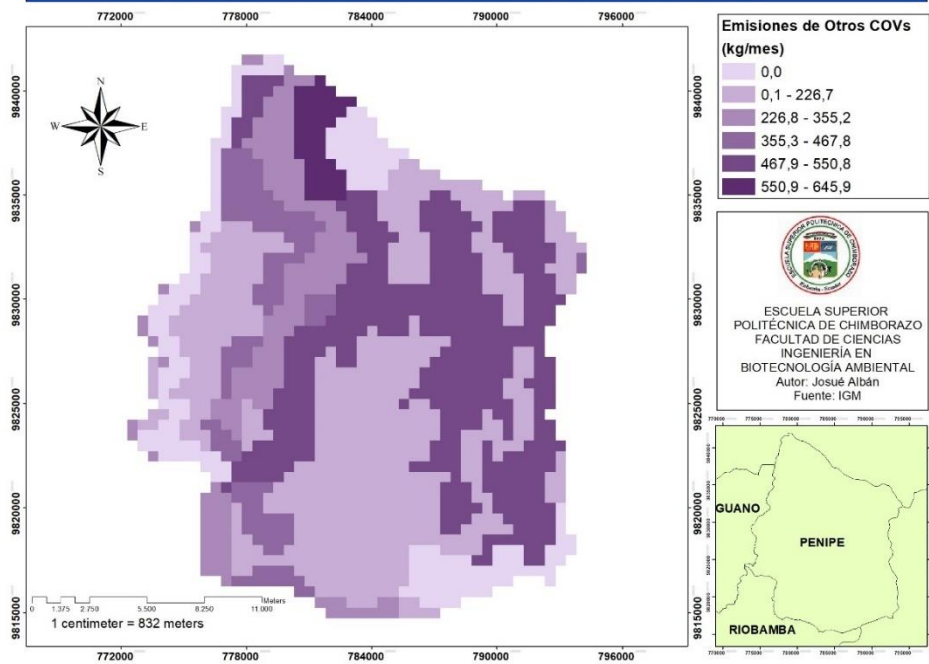
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE FEBRERO DE 1998



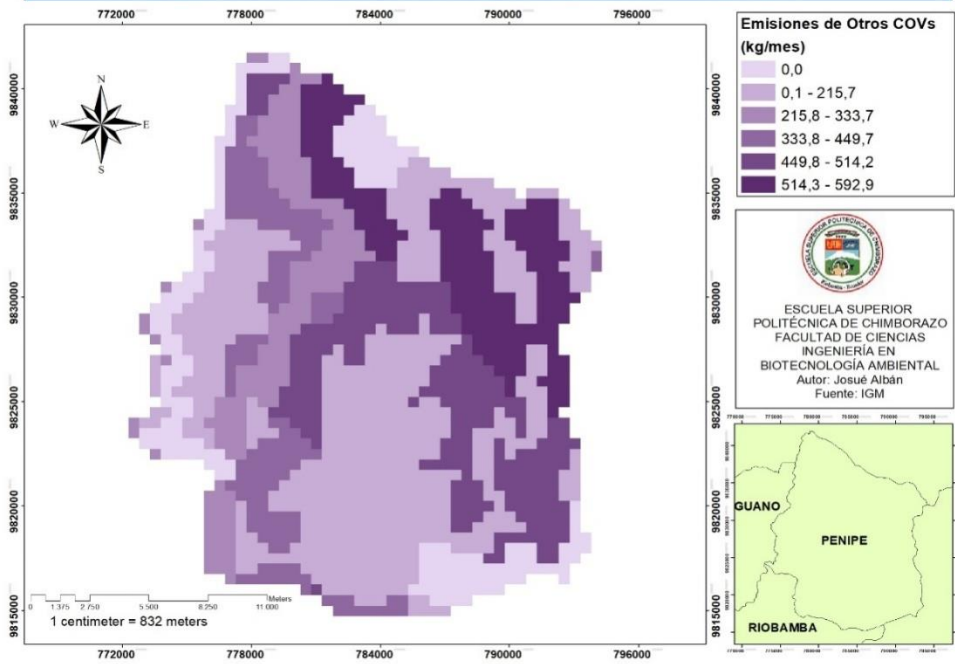
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE MARZO DE 1998



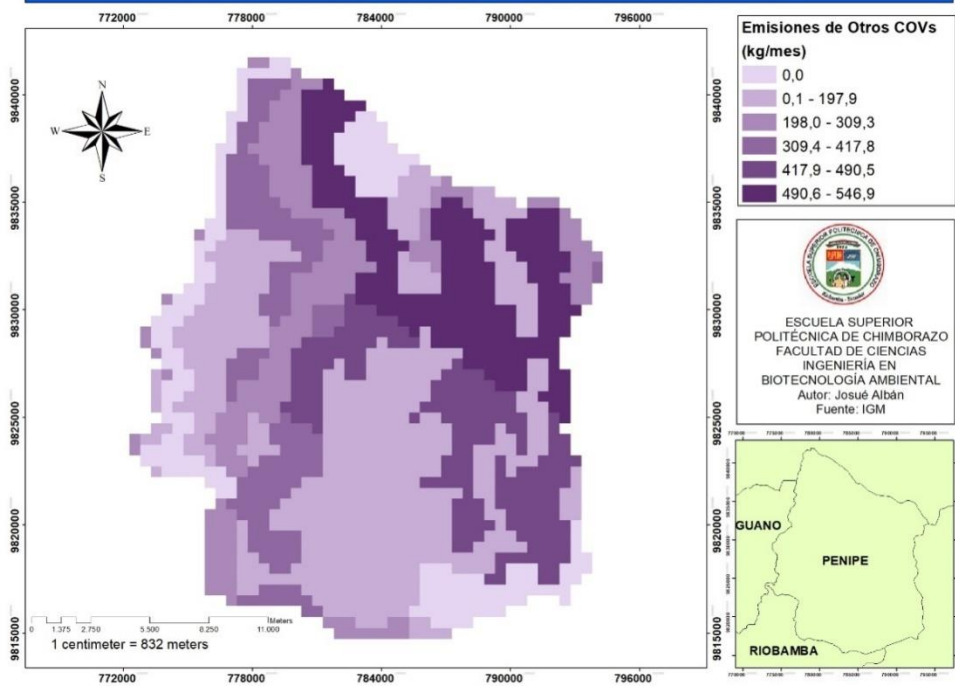
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE ABRIL DE 1998



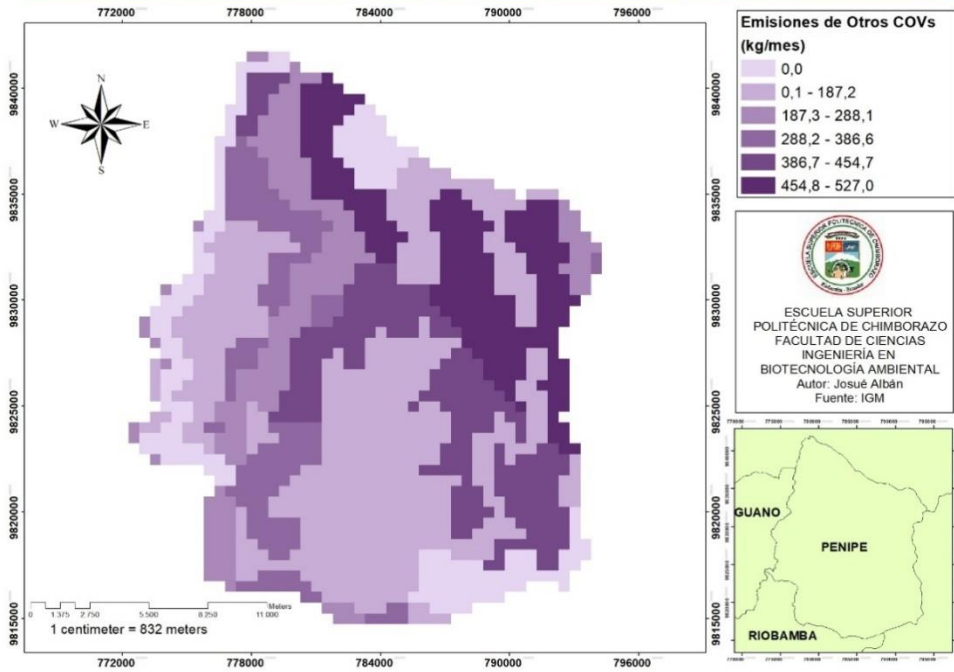
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE MAYO DE 1998



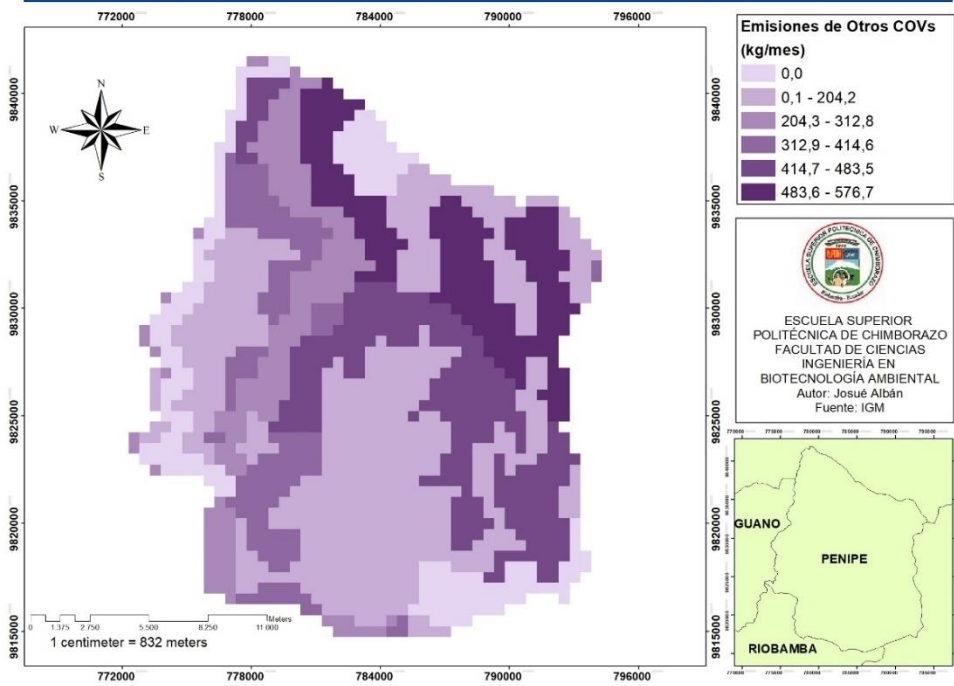
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE JUNIO DE 1998



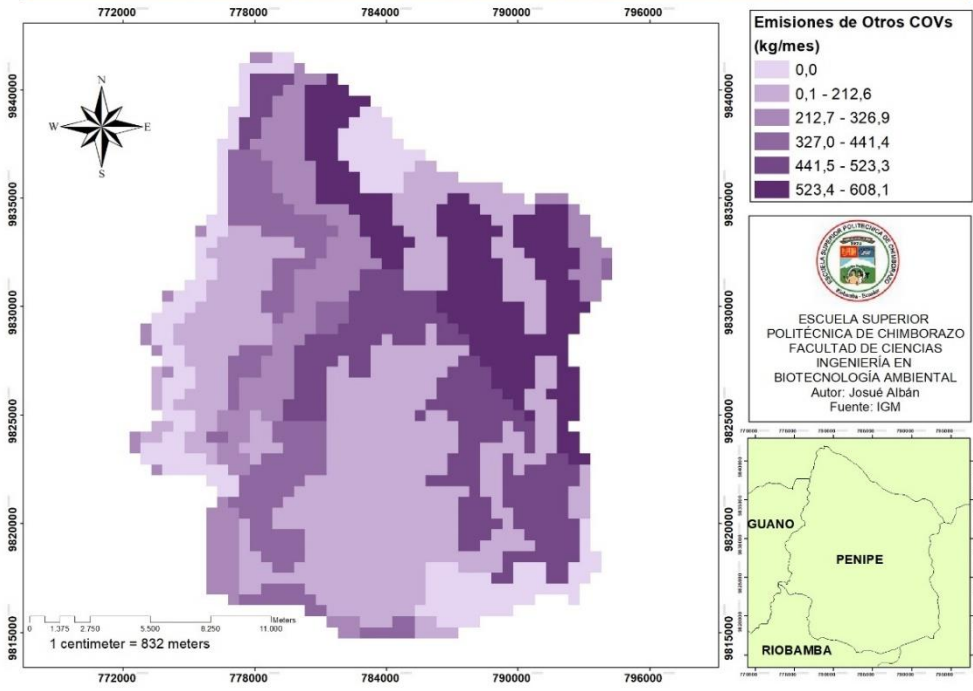
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE JULIO DE 1998



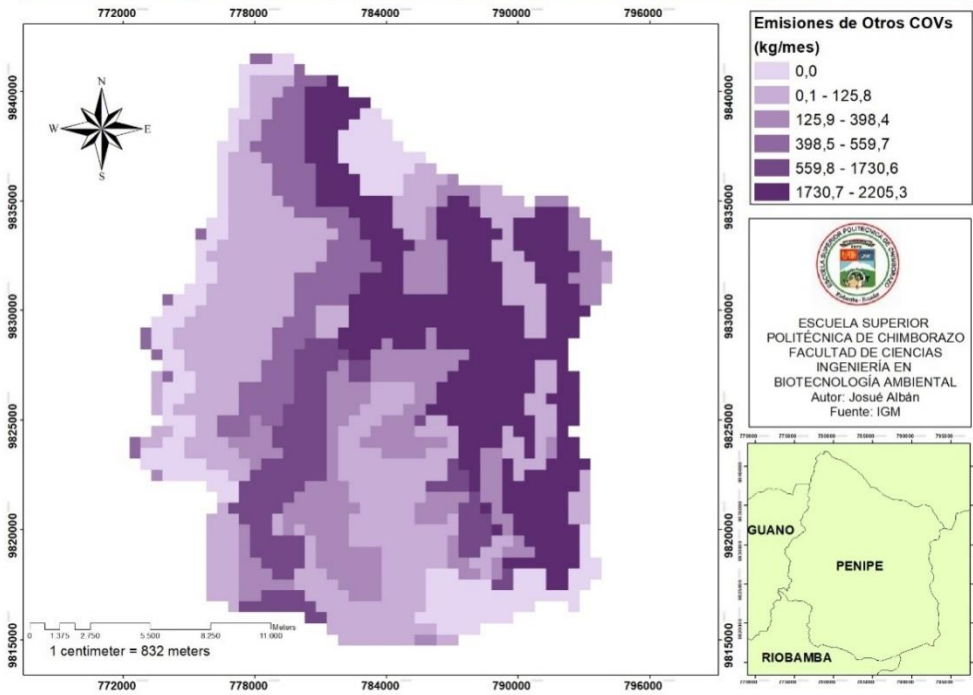
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE AGOSTO DE 1998



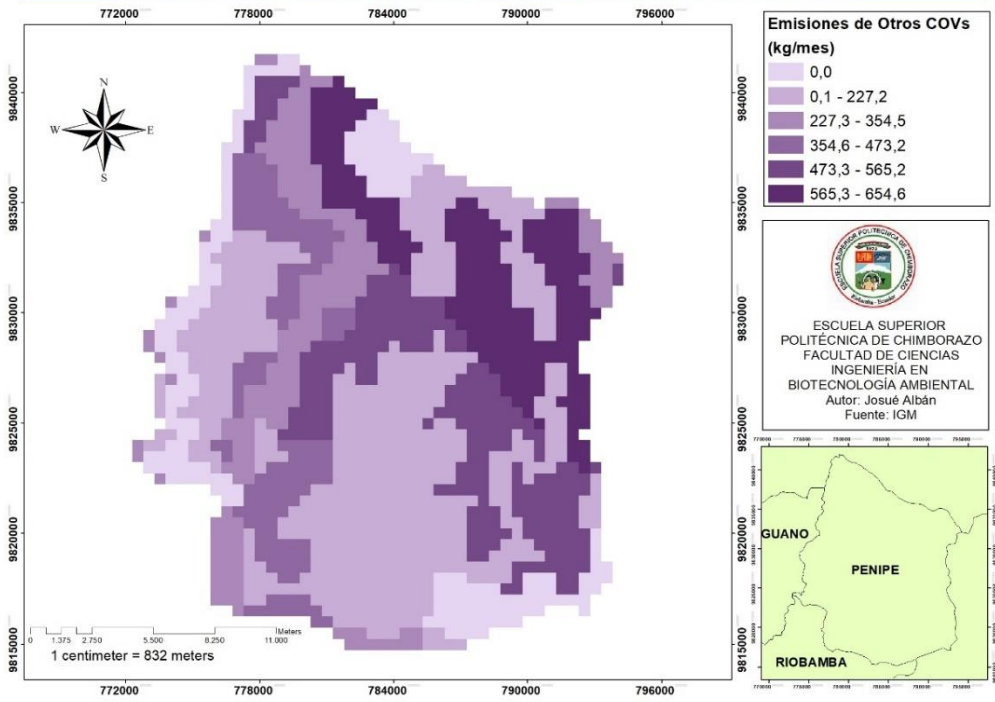
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE SEPTIEMBRE DE 1998



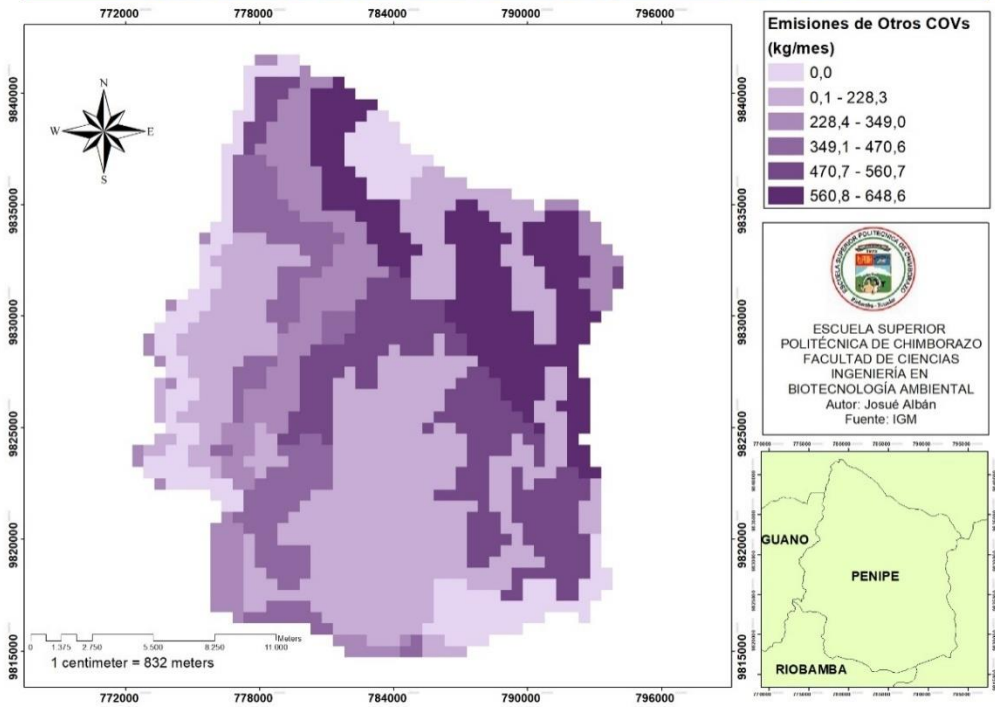
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE OCTUBRE DE 1998



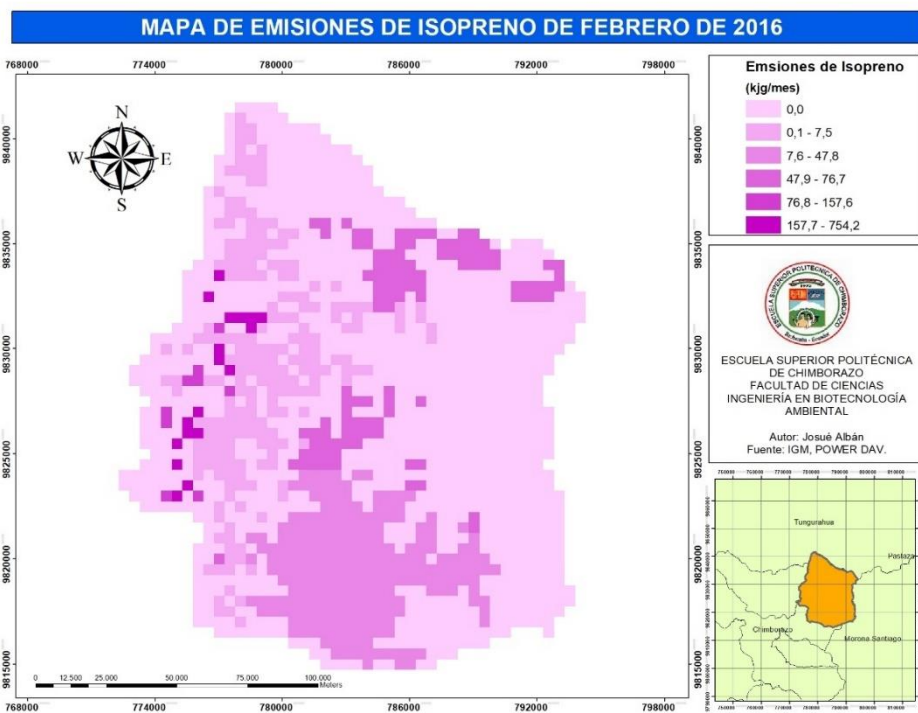
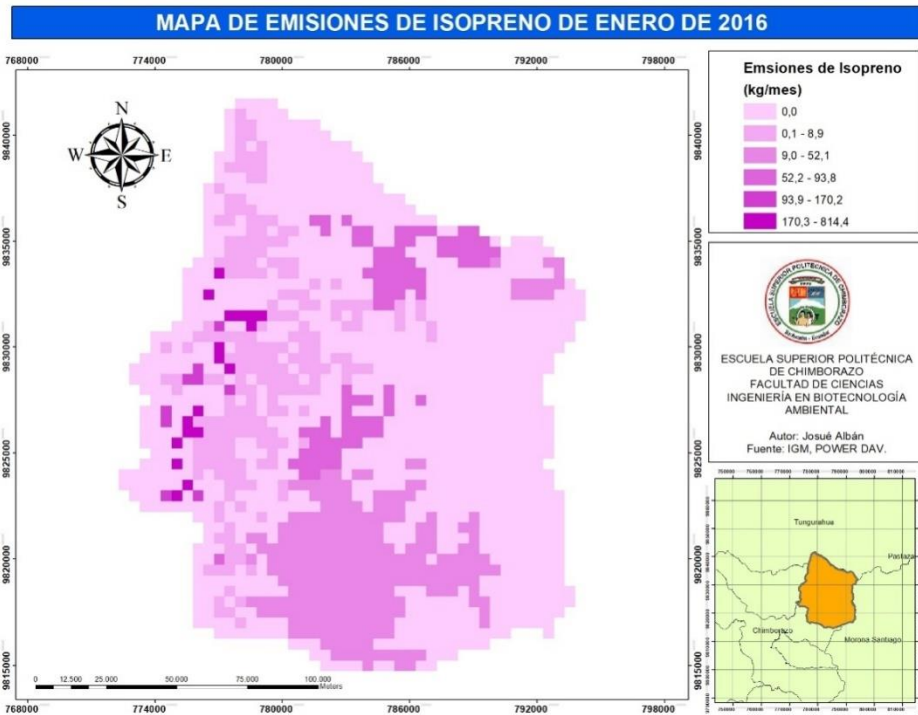
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE NOVIEMBRE DE 1998



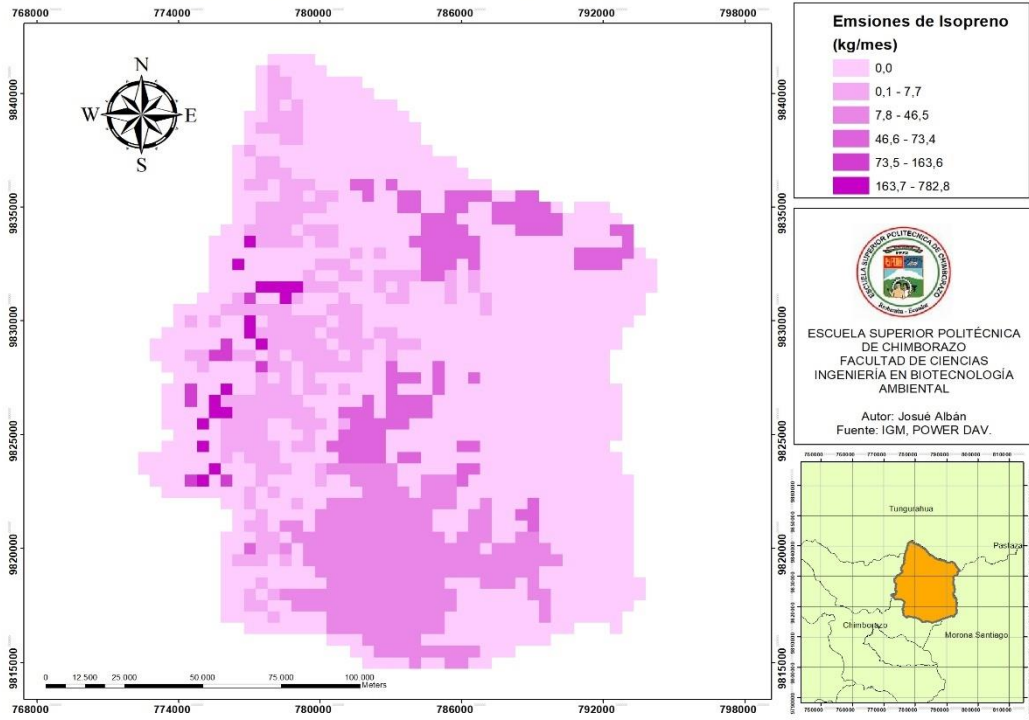
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE DICIEMBRE DE 1998



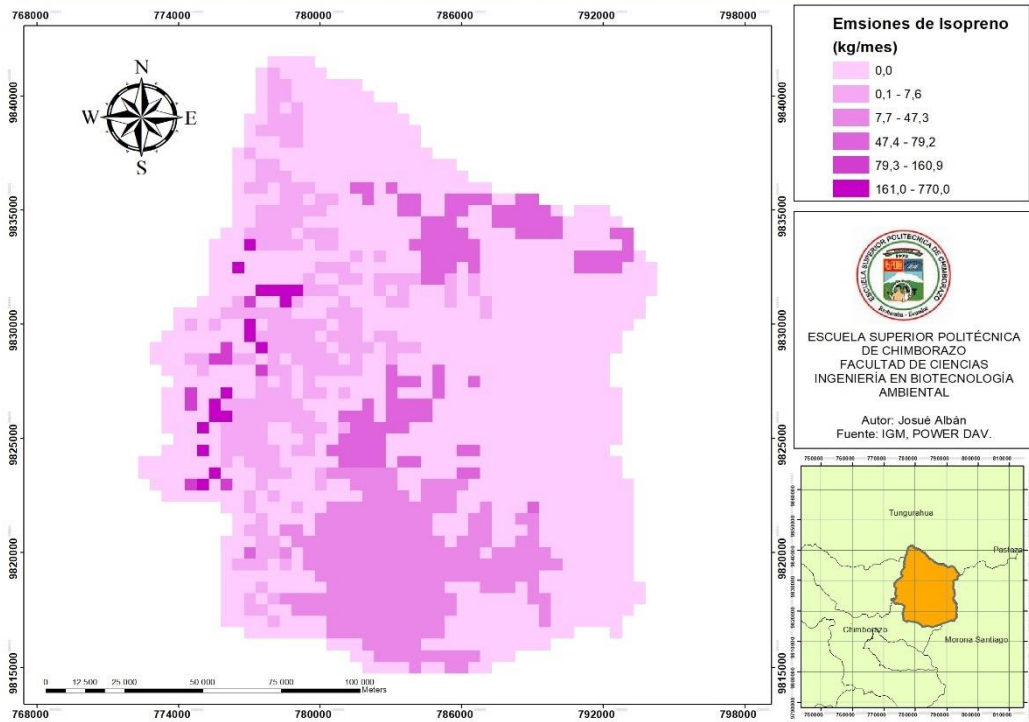
ANEXO E: MAPAS DE ISOPRENOS, MONOTERPENOS Y OTROS (COVBS) DEL AÑO 2016.



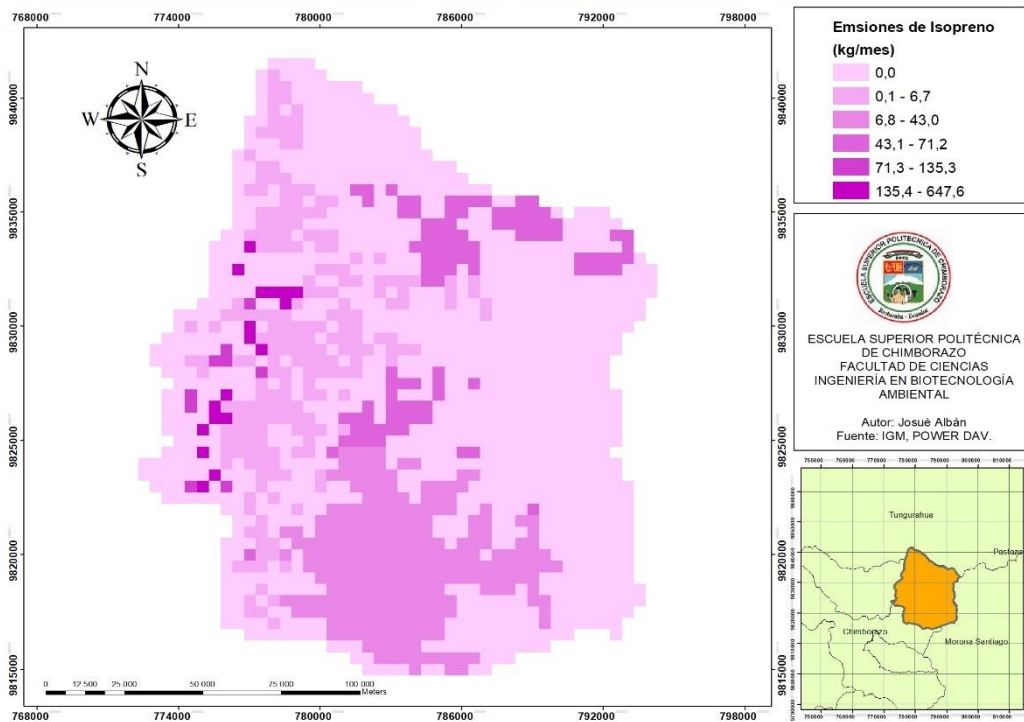
MAPA DE EMISIONES DE ISOPRENO DE MARZO DE 2016



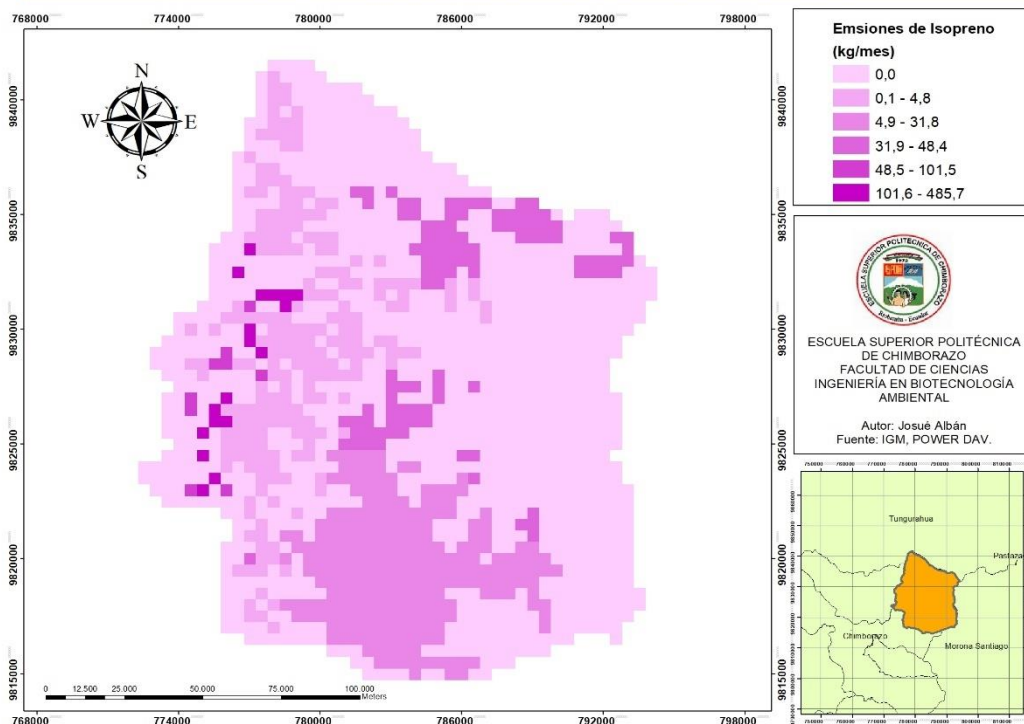
MAPA DE EMISIONES DE ISOPRENO DE ABRIL DE 2016



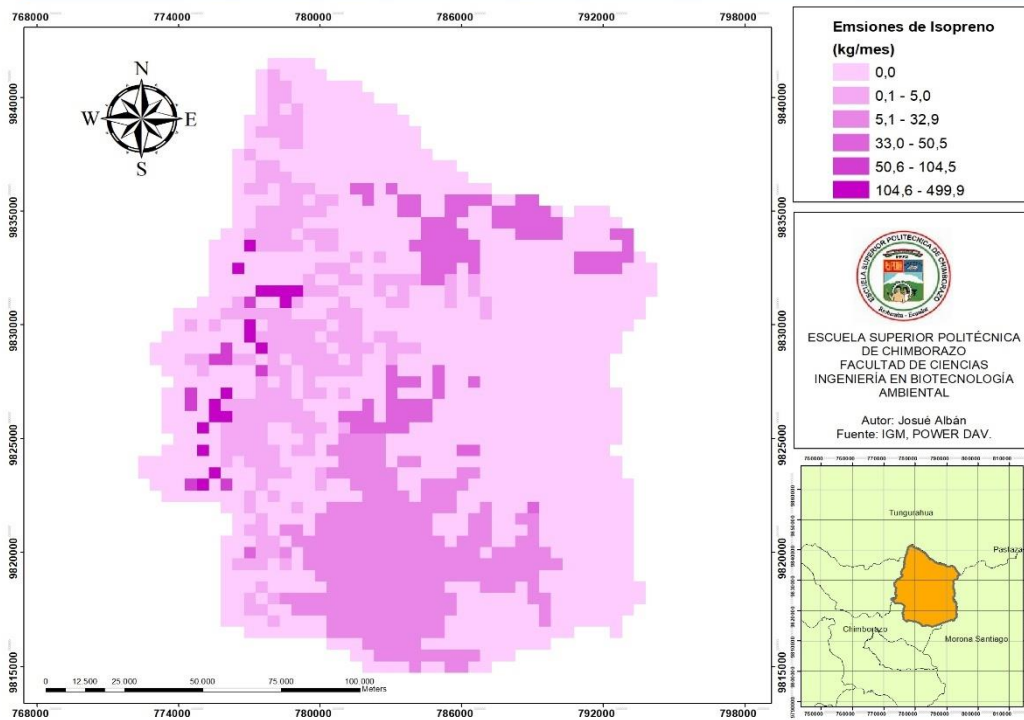
MAPA DE EMISIONES DE ISOPRENO DE MAYO DE 2016



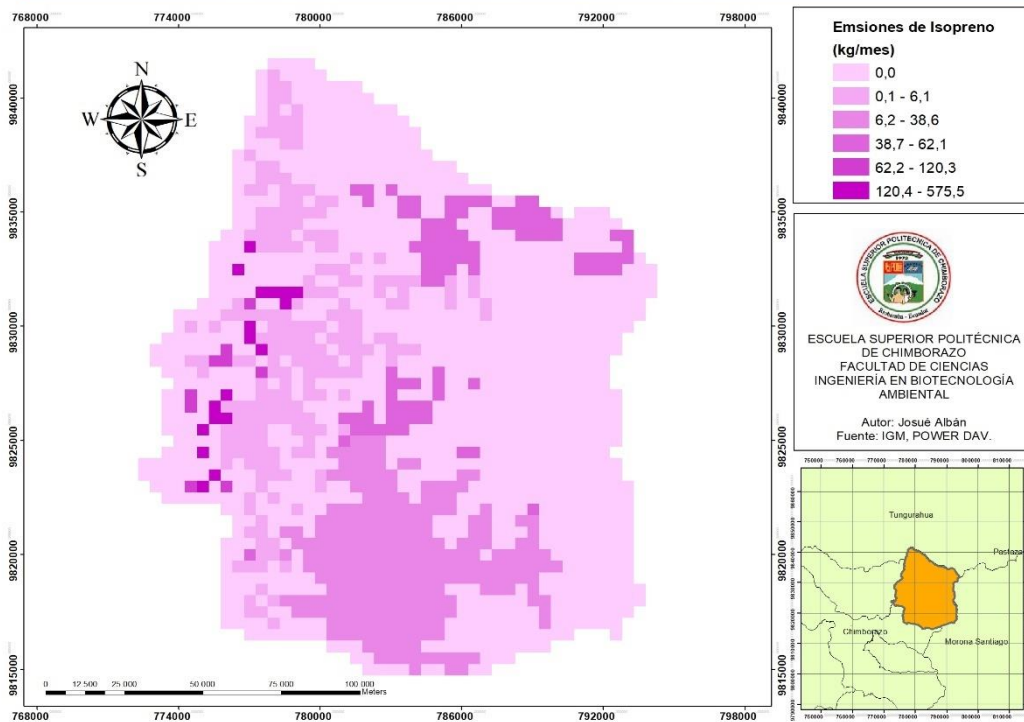
MAPA DE EMISIONES DE ISOPRENO DE JUNIO DE 2016



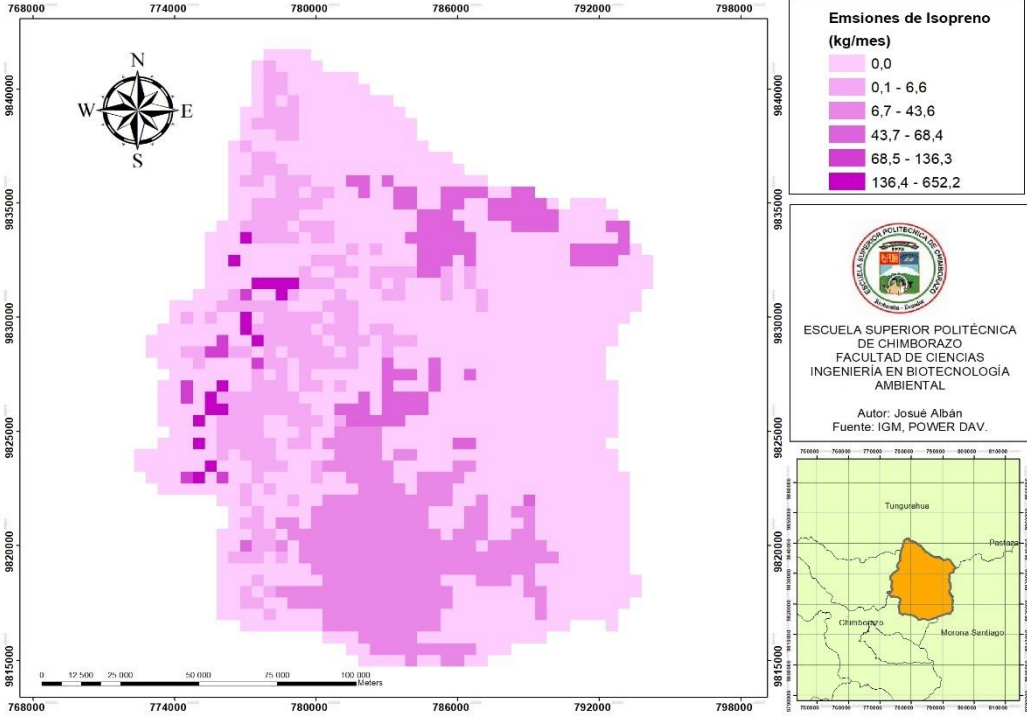
MAPA DE EMISIONES DE ISOPRENO DE JULIO DE 2016



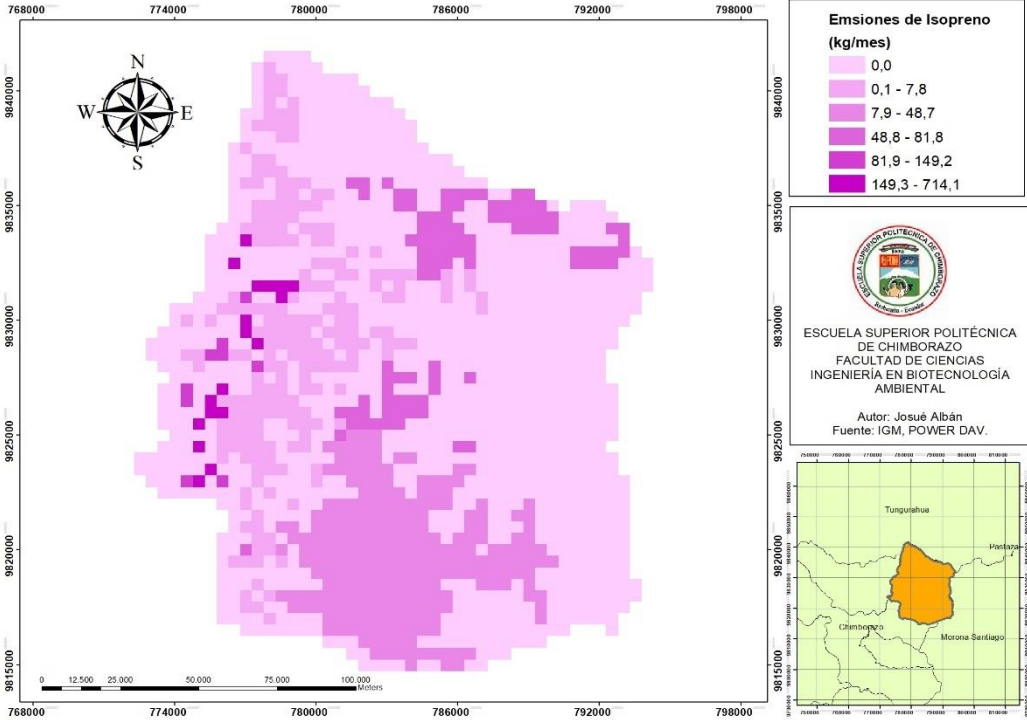
MAPA DE EMISIONES DE ISOPRENO DE AGOSTO DE 2016



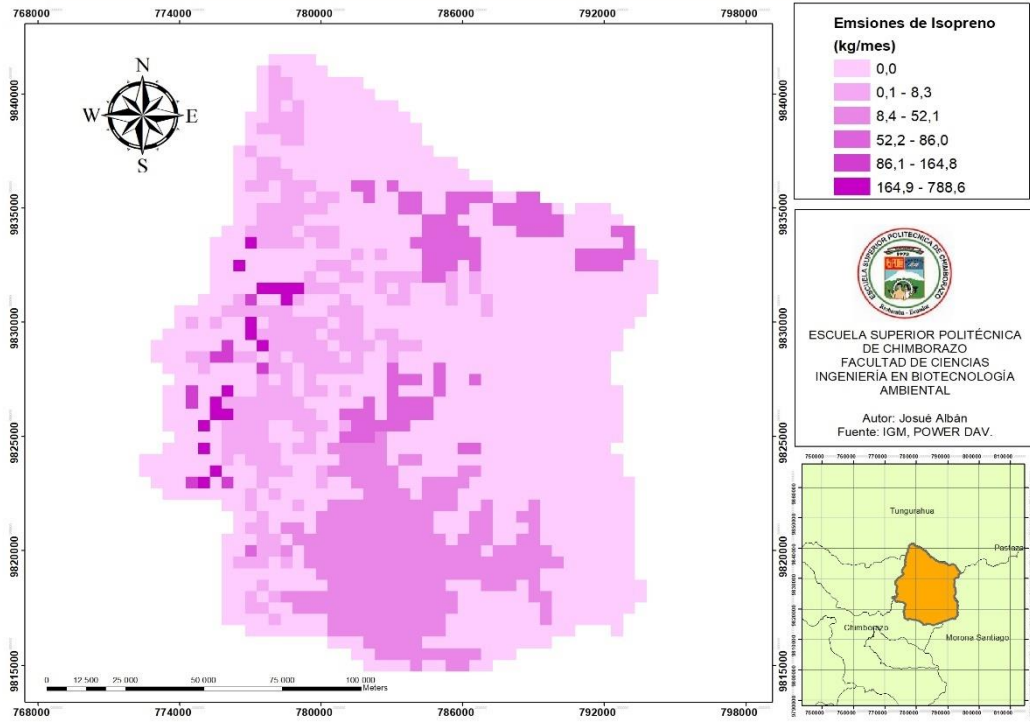
MAPA DE EMISIONES DE ISOPRENO DE SEPTIEMBRE DE 2016



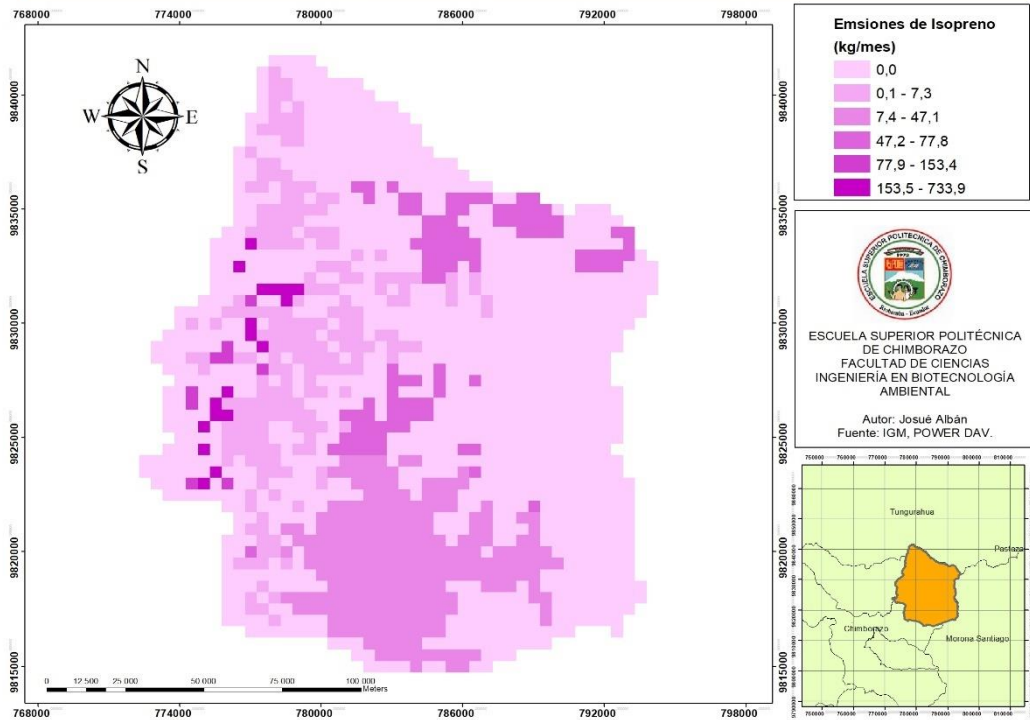
MAPA DE EMISIONES DE ISOPRENO DE OCTUBRE DE 2016



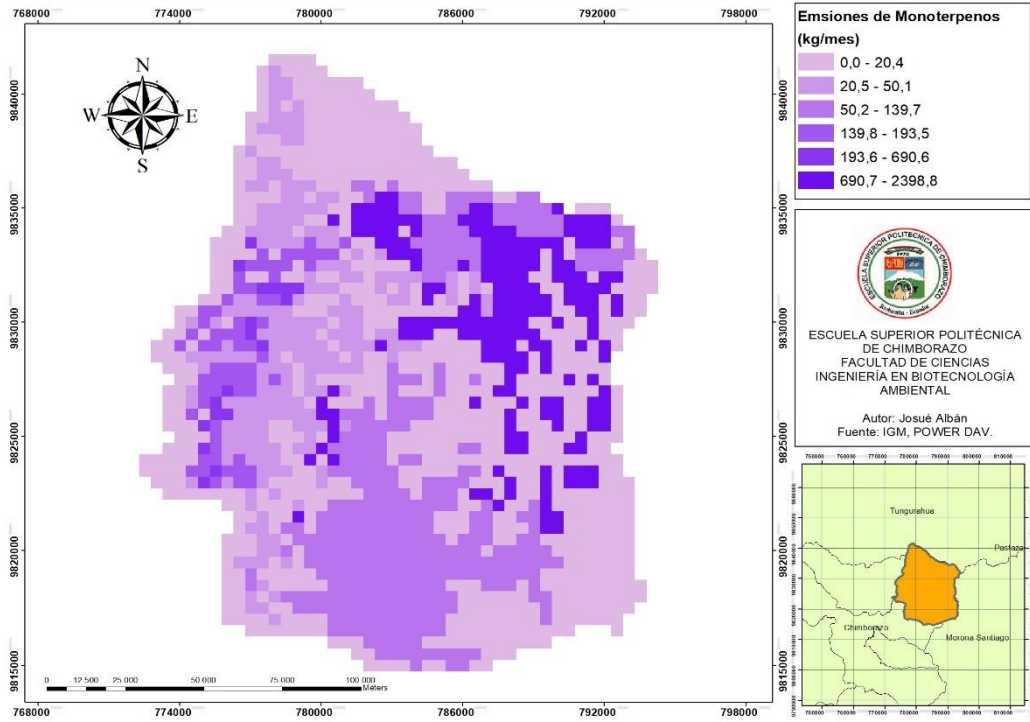
MAPA DE EMISIONES DE ISOPRENO DE NOVIEMBRE DE 2016



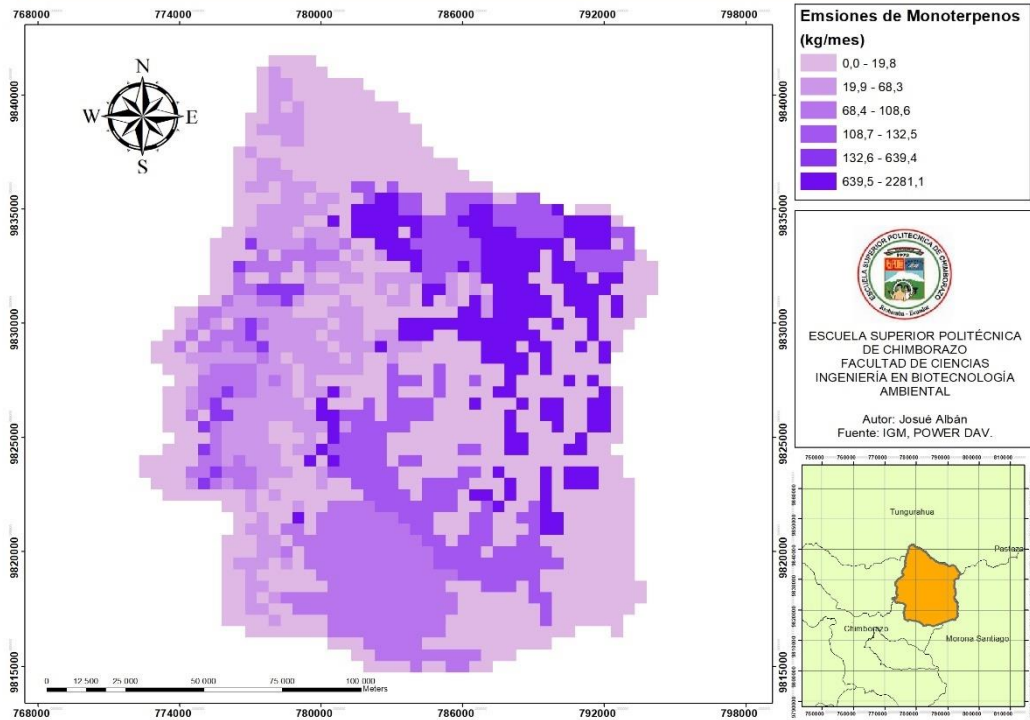
MAPA DE EMISIONES DE ISOPRENO DE DICIEMBRE DE 2016



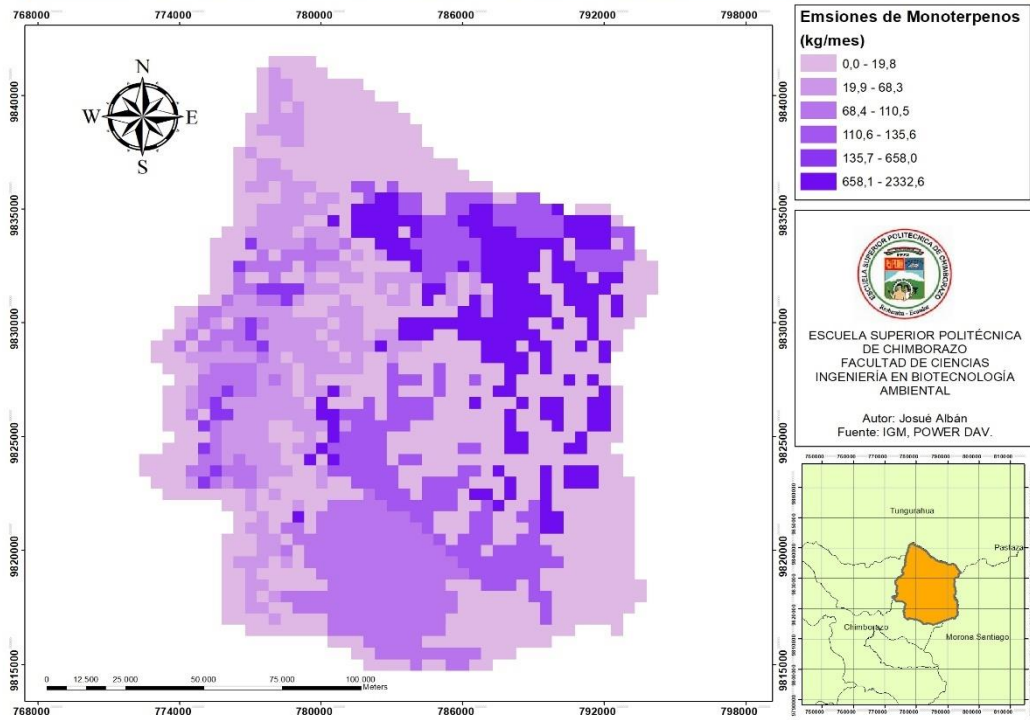
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE ENERO DE 2016



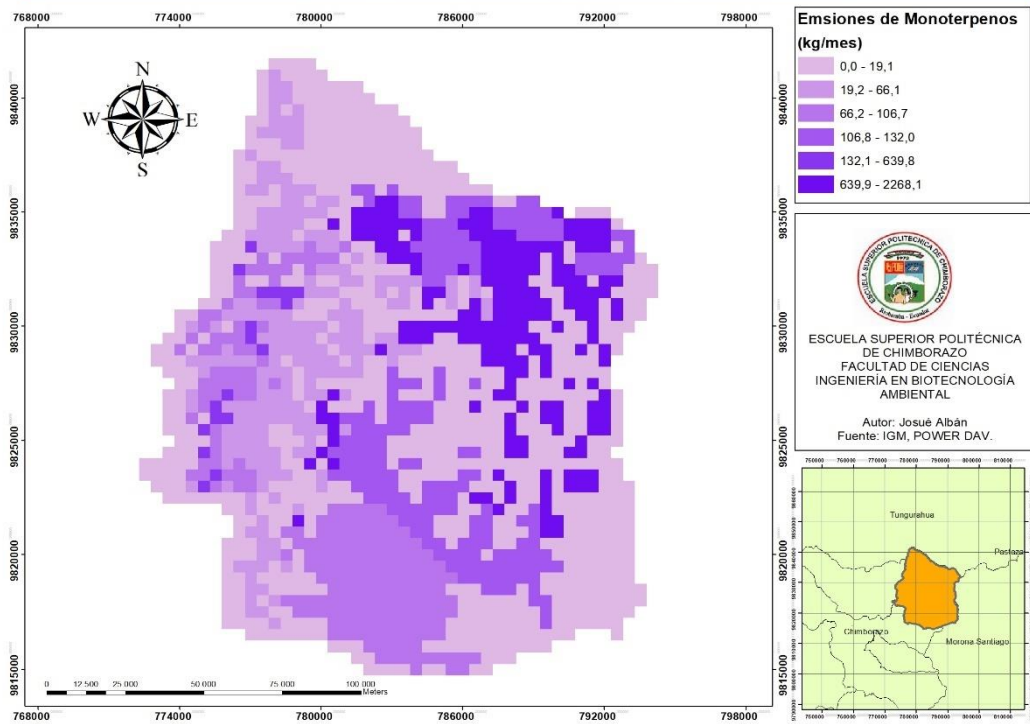
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE FEBRERO DE 2016



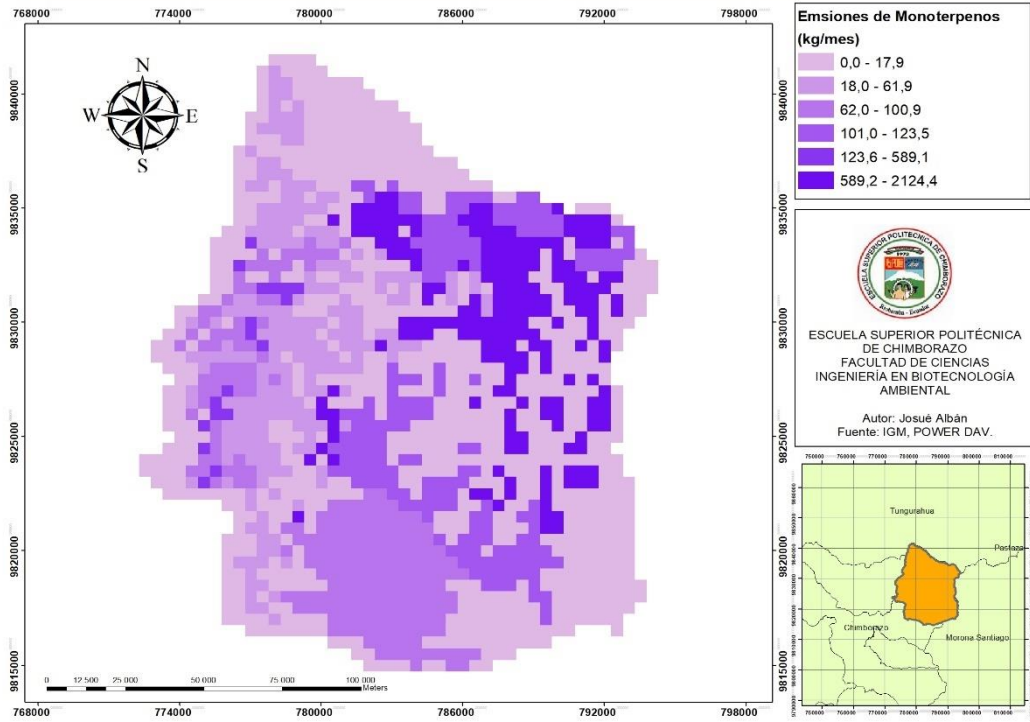
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE MARZO DE 2016



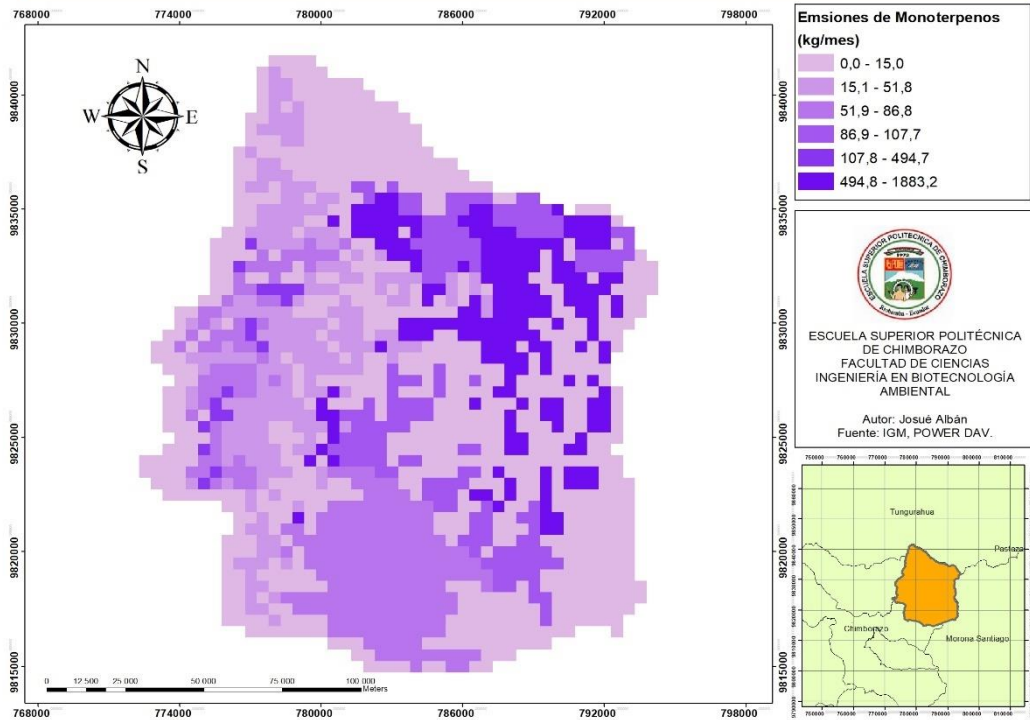
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE ABRIL DE 2016



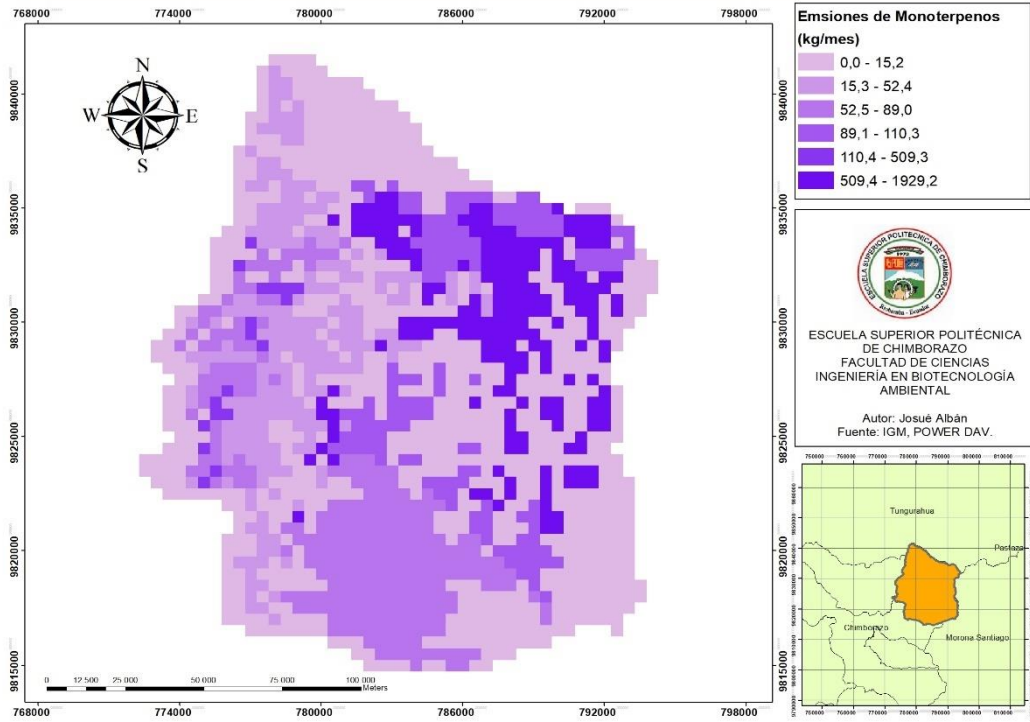
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE MAYO DE 2016



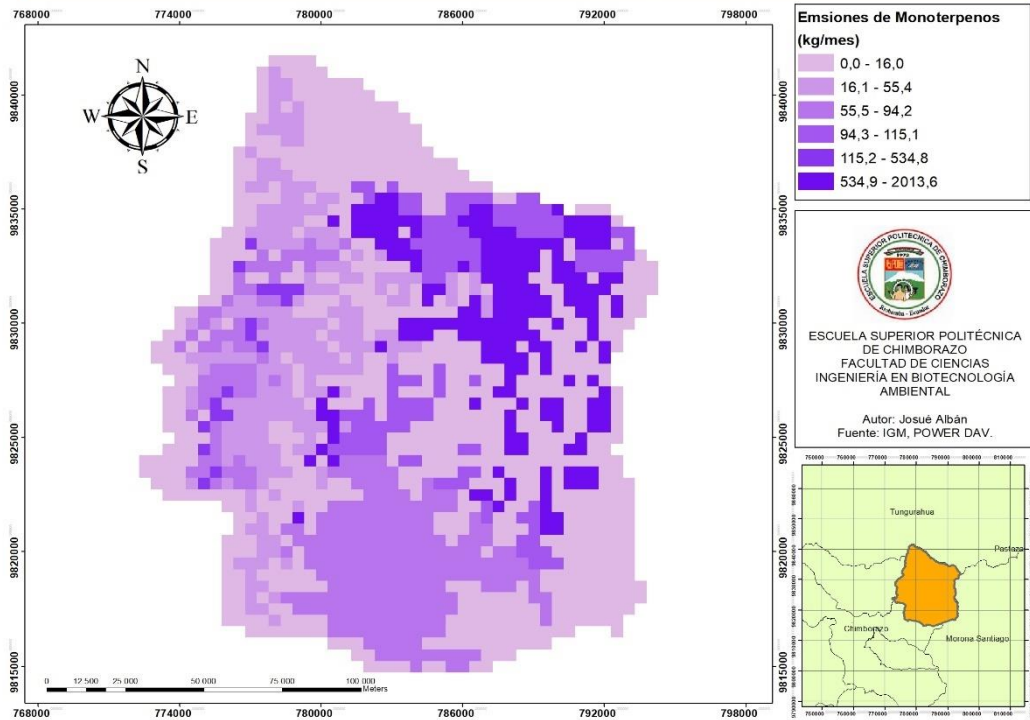
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE JUNIO DE 2016



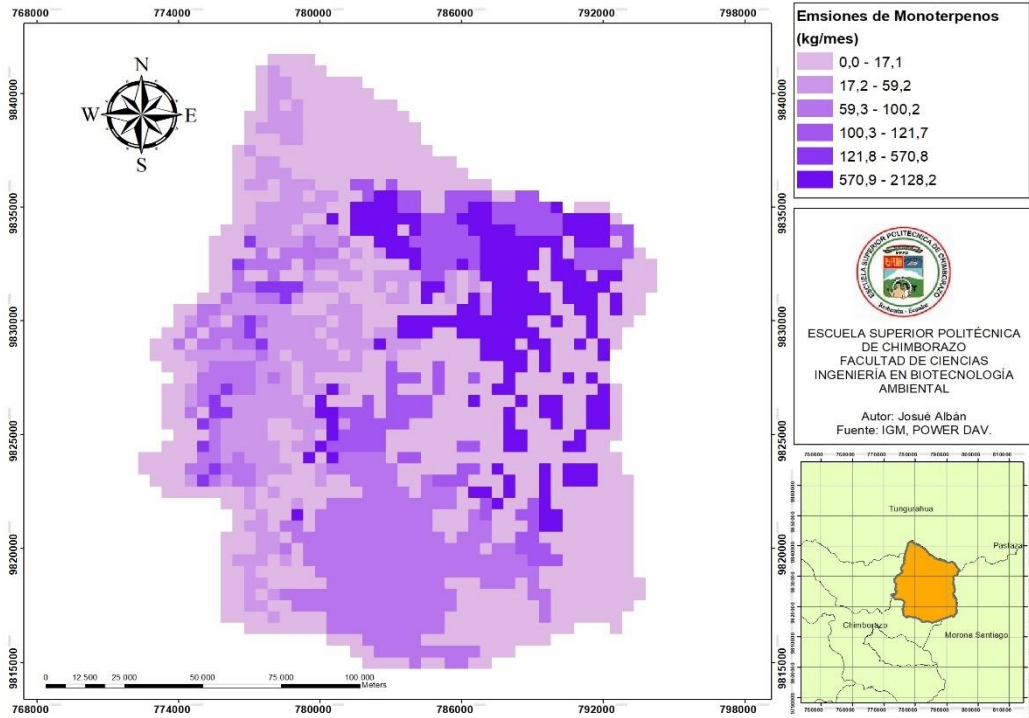
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE JULIO DE 2016



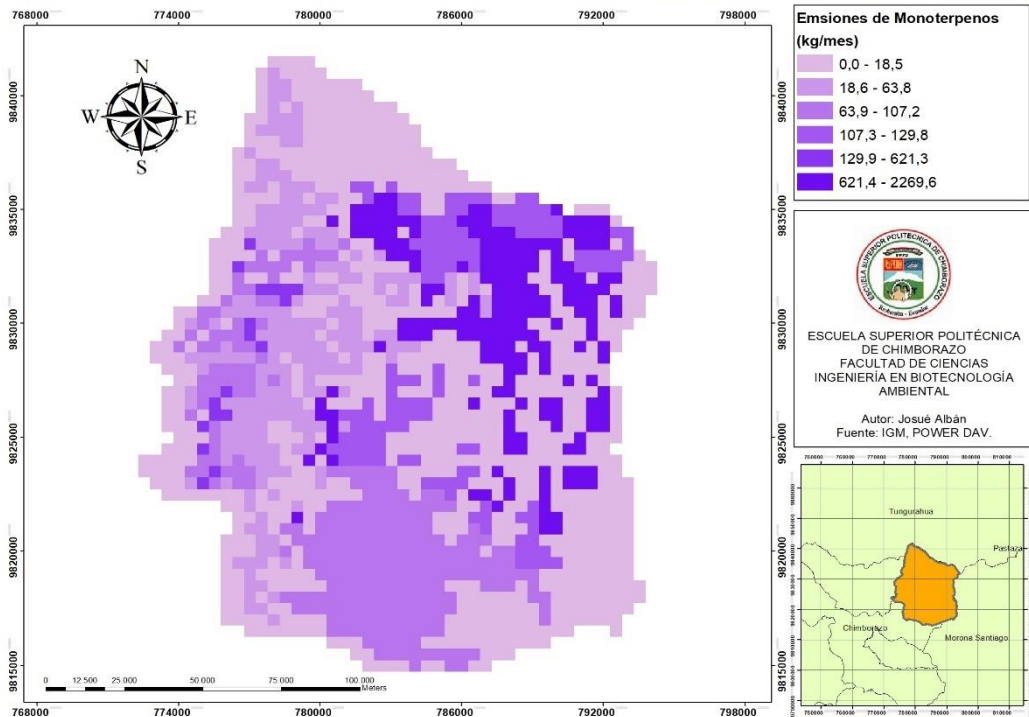
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE AGOSTO DE 2016



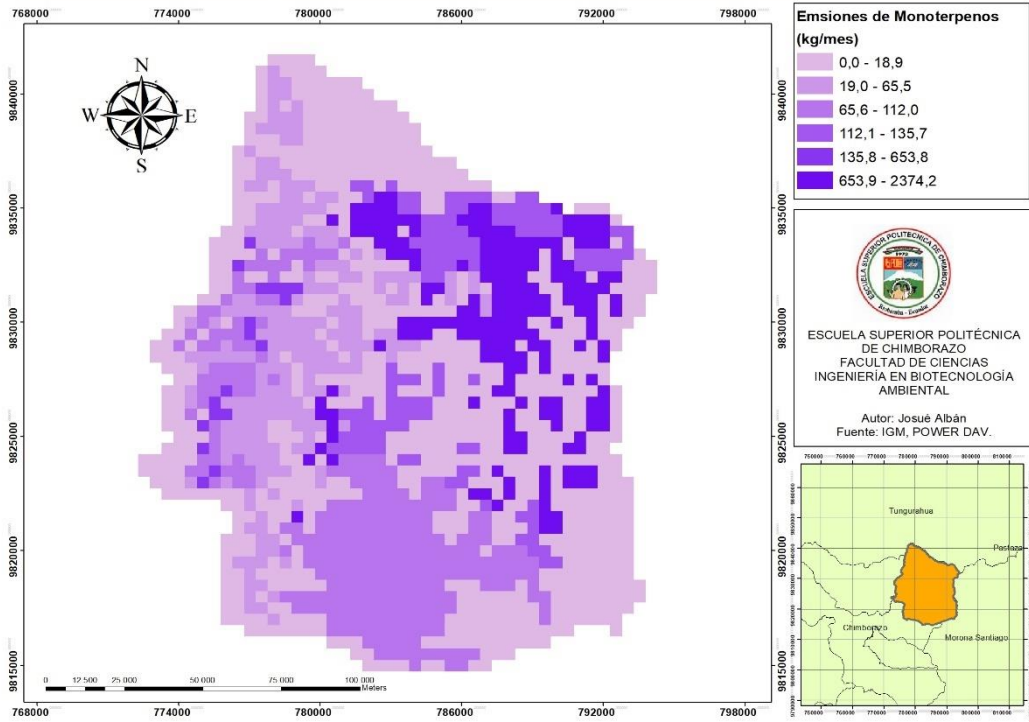
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE SEPTIEMBRE DE 2016



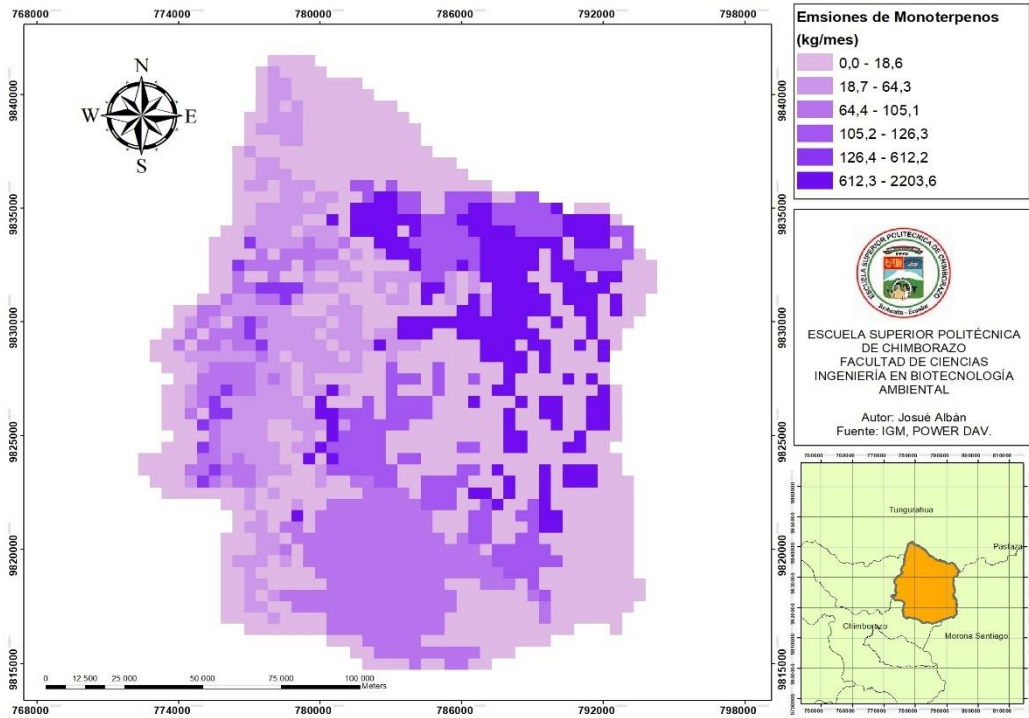
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE OCTUBRE DE 2016



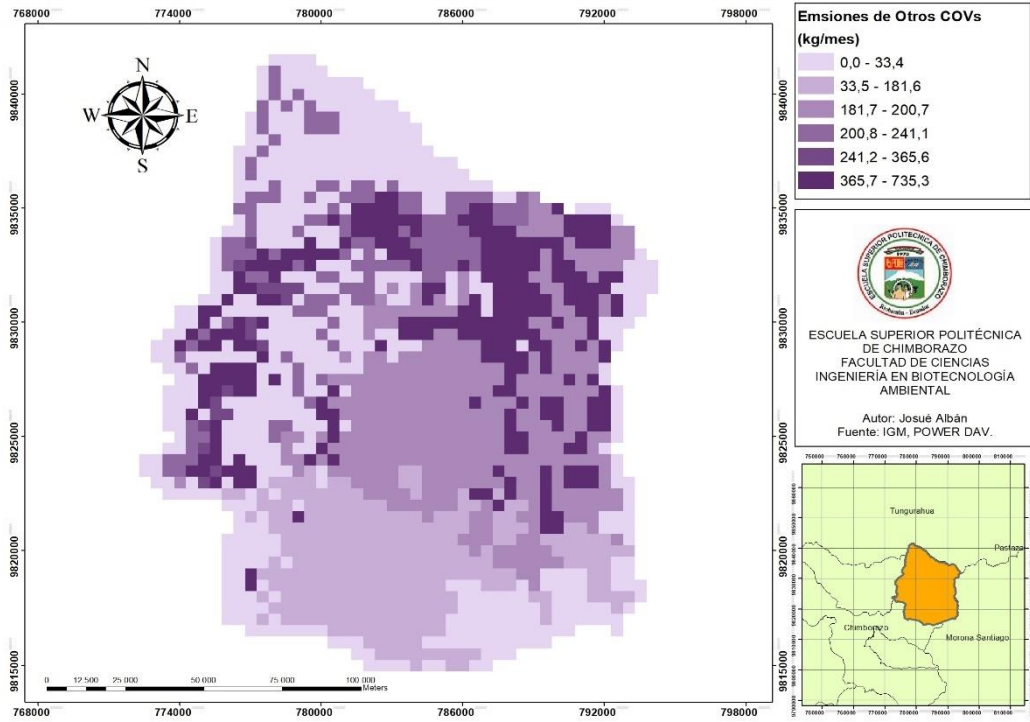
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE NOVIEMBRE DE 2016



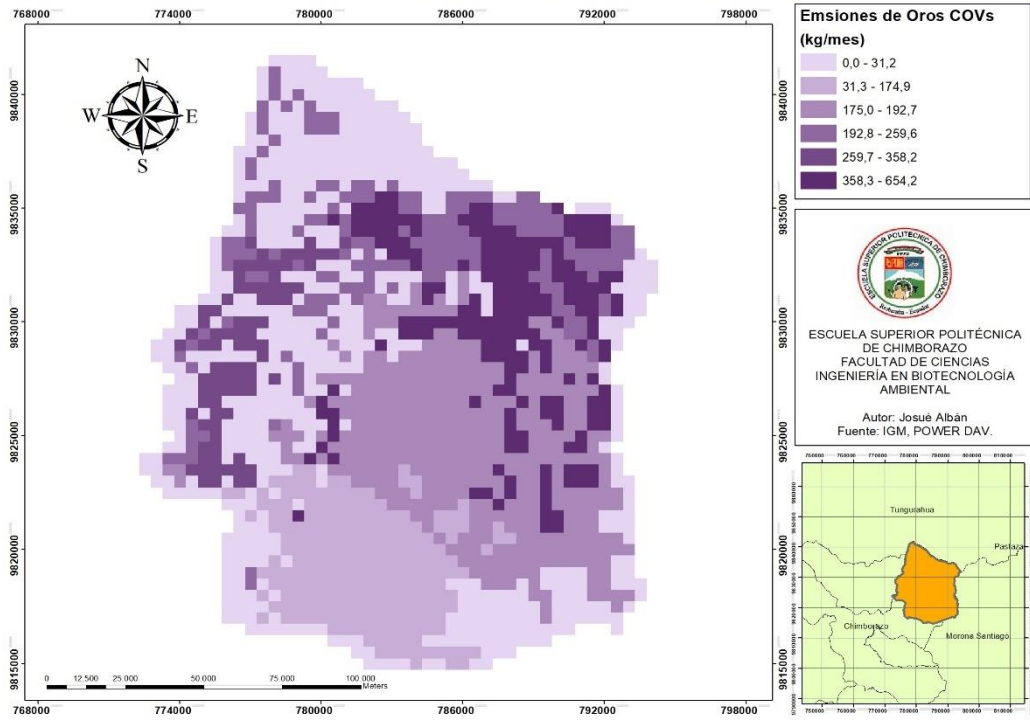
MAPA DE EMISIONES DE MONOTERPENOS DE DICIEMBRE DE 2016



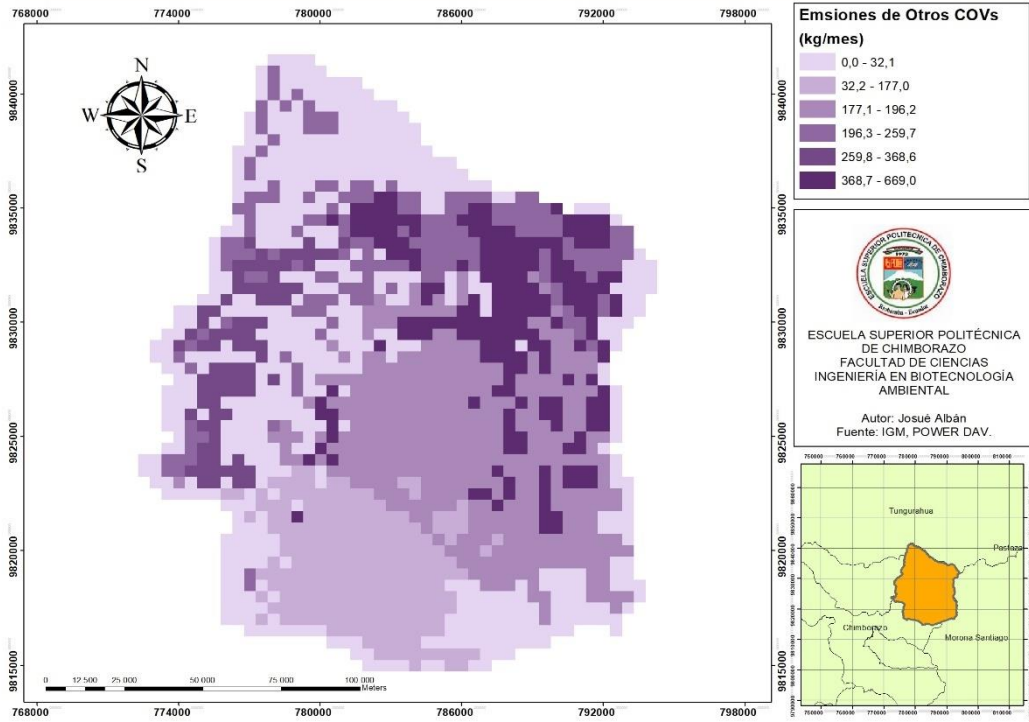
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE ENERO DE 2016



MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE FEBRERO DE 2016



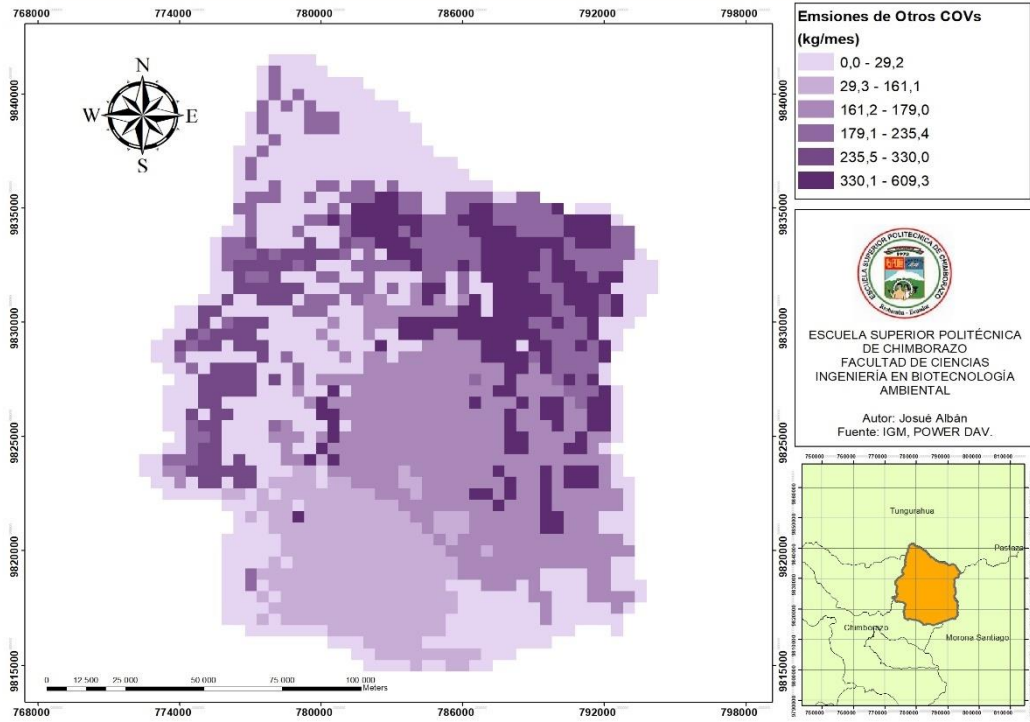
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE MARZO DE 2016



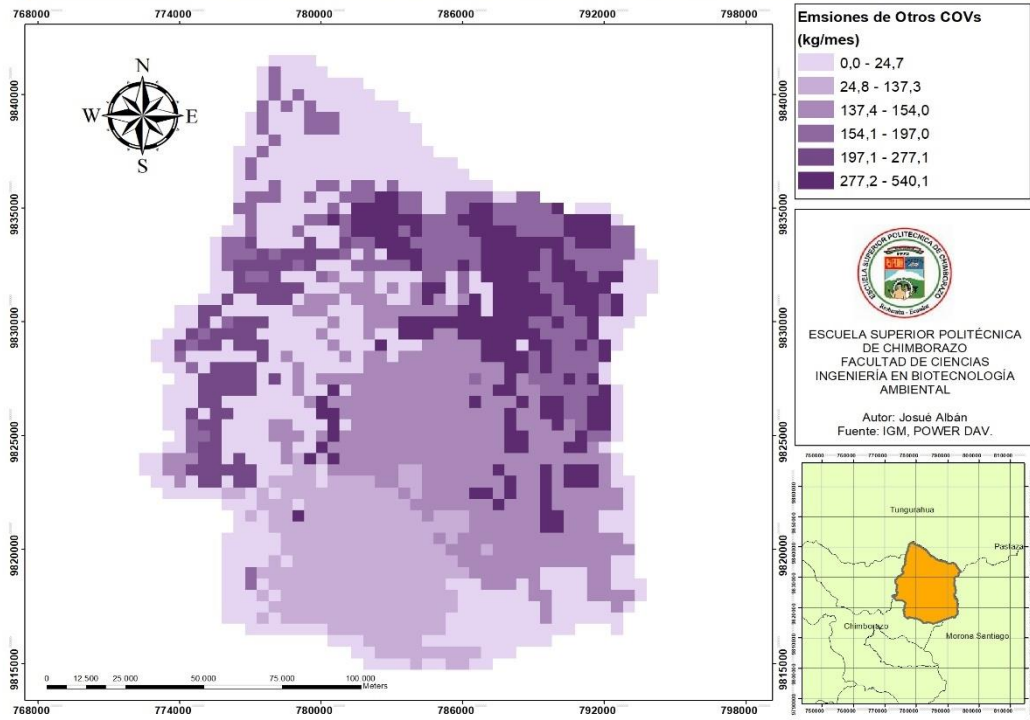
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE ABRIL DE 2016



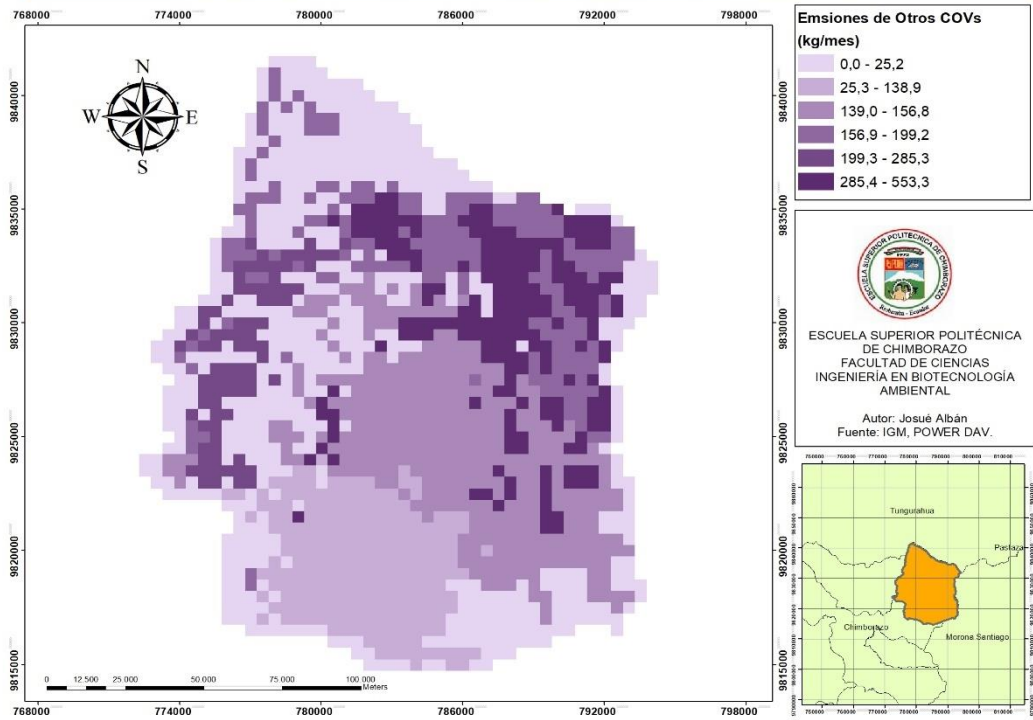
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVS DE MAYO DE 2016



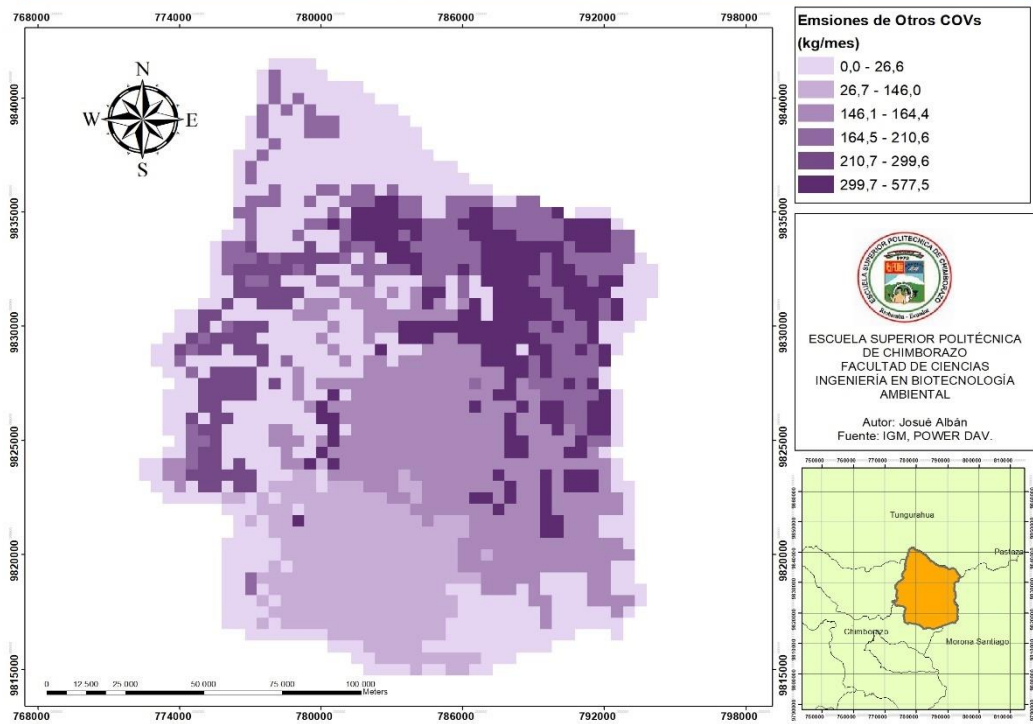
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE JUNIO DE 2016



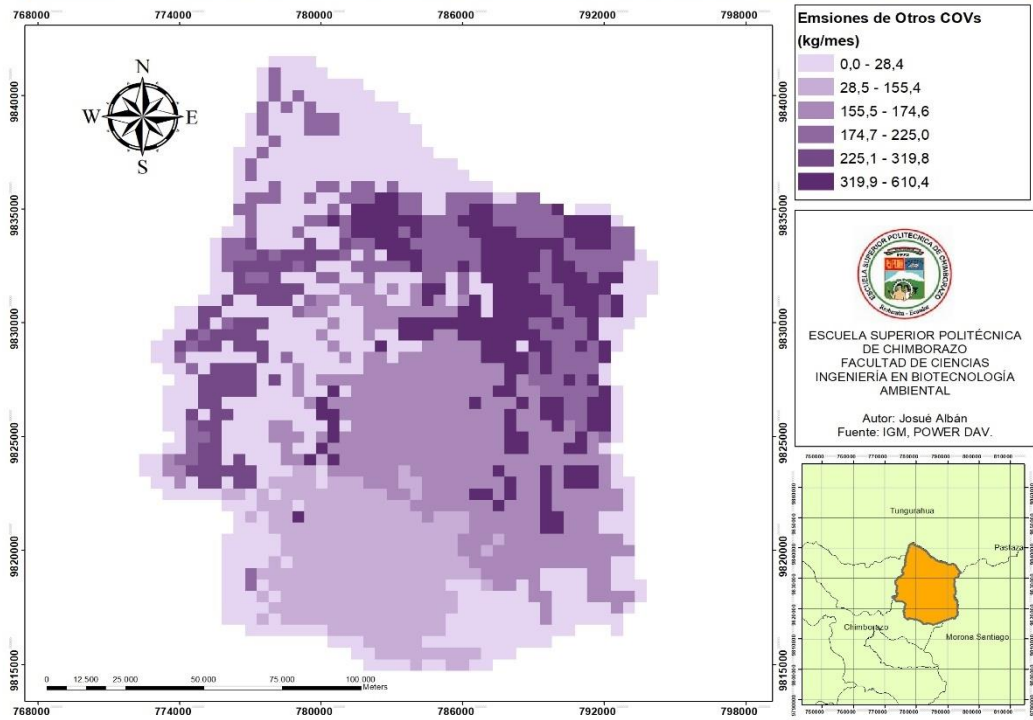
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE JULIO DE 2016



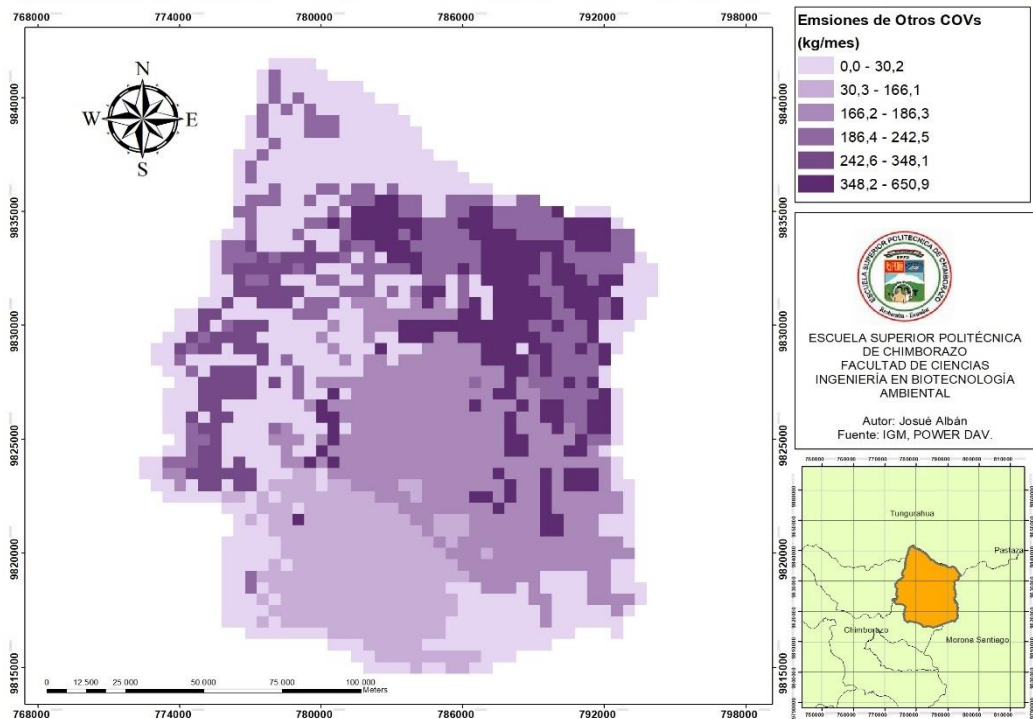
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE AGOSTO DE 2016



MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVS DE SEPTIEMBRE DE 2016



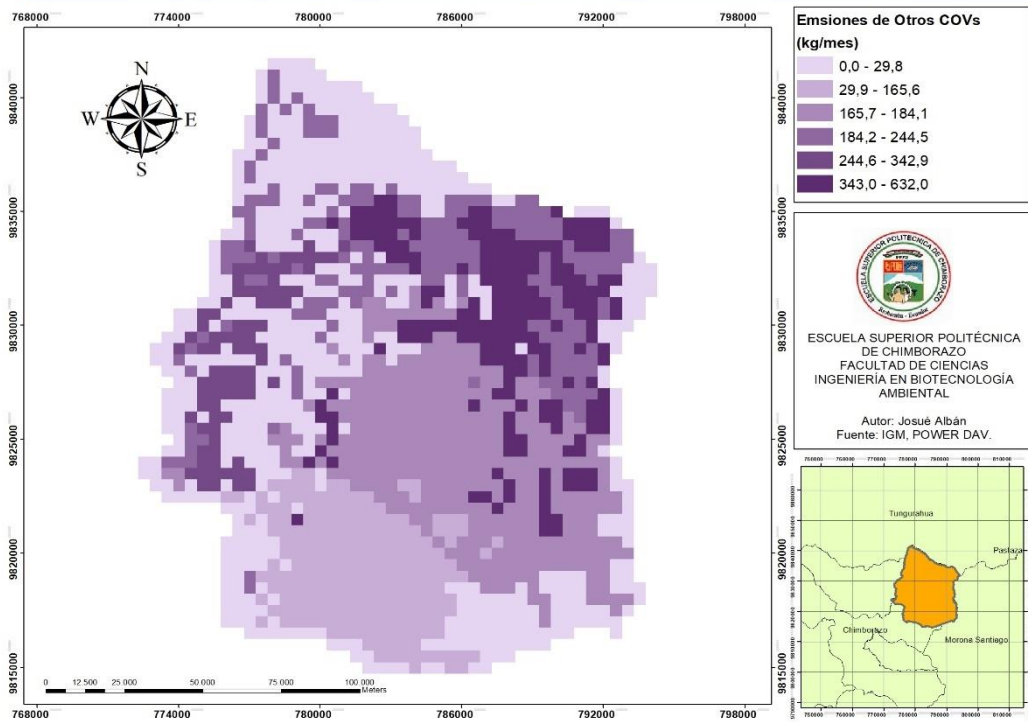
MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE OCTUBRE DE 2016



MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE NOVIEMBRE DE 2016



MAPA DE EMISIONES DE OTROS COVs DE DICIEMBRE DE 2016





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 18 / 04 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Oswaldo Josué Alban Pesantez</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias</i>
Carrera: <i>Ingeniería en Biotecnología Ambiental</i>
Título a optar: <i>Ingeniero en Biotecnología Ambiental</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

LEONARDO
FABIO
MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por
LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN):
c=EC, ou=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION-
COBCE, 1=QUITO,
serialNumber=000821485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA
NUSTE
Fecha: 2022.04.18 12:15:44 -0500'



0707-DBRA-UTP-2022