



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales
Renovables**

**Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del
Medio Ambiente**

**IMPACTO AMBIENTAL EN LA PARTE ALTA DEL BARRIO
YAHUARCUNA POR EFECTO DE LOS INCENDIOS
FORESTALES**

**Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero en
Manejo y Conservación del Medio
Ambiente**

AUTOR:

Bryan David Ochoa Carrión

DIRECTORA:

Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

Educamos para **Transformar**

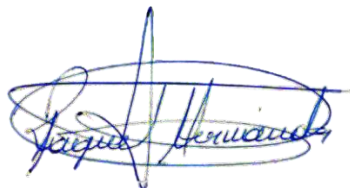
Certificación

Loja, 22 de septiembre de 2022

Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo Mg. Sc.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **IMPACTO AMBIENTAL EN LA PARTE ALTA DEL BARRIO YAHUARCUNA POR EFECTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**, de la autoría del estudiante **Bryan David Ochoa Carrión**, con **cédula de identidad Nro. 1106247297**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo Mg. Sc.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Bryan David Ochoa Carrión**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de identidad: 1106247297

Fecha: treinta de enero del 2024

Correo electrónico: bryan.ochoa@unl.edu.ec

Teléfono: 0990067130

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

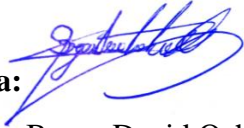
Yo, **Bryan David Ochoa Carrión**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **IMPACTO AMBIENTAL EN LA PARTE ALTA DEL BARRIO YAHUARCUNA POR EFECTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los treinta días del mes de enero de dos mil veinticuatro.

Firma:



Autor: Bryan David Ochoa Carrión

Cédula de identidad: 1106247297

Dirección: Loja, Barrio Mediterráneo

Correo electrónico: bryna.ochoa@unl.edu.ec

Teléfono: 0990067130

DATOS COMPLEMENTARIOS

Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado todas las personas que me acompañaron a lo largo de mi formación como profesional, en especial a mi madre quien me apoyo en todas las decisiones que tome y lo sigue haciendo. “Te quiero jefita”

Bryan David Ochoa Carrión

Agradecimiento

Quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en todo momento. Estas palabras son para ustedes. A mis padres por todo su amor, comprensión y ayuda que supieron brindarme, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido.

Agradezco a mi directora de trabajo de titulación Ing. Raquel Hernández Ocampo quien, con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación.

Bryan David Ochoa Carrión

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tabla.....	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	5
4.1. Incendio forestal	5
4.2. Triángulo de fuego.	5
4.3. Oxígeno o comburente	6
4.4. Calor	6
4.5. Combustible.....	6
4.6. Tipos de incendios forestales.....	7
4.6.1. Incendio superficial	7
4.6.2. Incendio subterráneo	7
4.6.3. Incendios de copas o aéreos	8
4.7. Causas de los incendios forestales.....	8
4.8. Factores que influyen en el comportamiento de los incendios forestales	9
4.8.1. Propagación del fuego en superficie.....	9
4.8.2. Efecto del viento.....	9
4.8.3. Efecto de la pendiente.	9
4.9. Impacto de los incendios forestales	9
4.9.1. Impacto en el Suelo.	10
4.9.2. Impacto de los incendios forestales en el agua.....	11
4.9.3. Impacto de los incendios forestales en la Vegetación	12
4.9.4. Impacto de los incendios forestales en la fauna.	12
4.9.5. Impacto socioeconómico	13
4.10. Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)	13
4.11. Evaluación de impacto ambiental.....	14
4.11.1. Metodologías más usuales.....	14
4.11.2. Matriz de importancia.....	14
4.12. Marco legal.....	15
4.12.1. Constitución de la república del Ecuador	15
4.12.2. Código orgánico del ambiente.....	15
5. Metodología	16
5.1. Área de estudio	16
5.1.1. Componente abiótico.....	17
5.1.1.1. Caracterización climática.	18

5.1.1.2.	Caracterización del suelo.....	18
5.1.1.3.	Determinación de pendientes	19
5.1.1.4.	Hidrología.....	19
5.1.2.	Componente biótico.....	20
5.1.2.1.	Caracterización de la flora.....	20
5.1.3.	Caracterización de la fauna	21
5.1.3.1.	Mamíferos.....	21
5.1.3.2.	Aves.	22
5.1.4.	Socio económico y cultural	23
5.2.	Determinar las características del área boscosa afectada por el incendio forestal en el barrio Yahucuna.....	23
5.2.1.	Componente abiótico.....	23
5.2.2.	Componente biótico.....	24
5.2.3.	Componente sociocultural	24
5.3.	Valoración de impactos ocasionados por incendios forestales.....	24
5.4.	Diseñar un plan de manejo ambiental	26
6.	Resultados	26
6.1.	Caracterización del área de estudio	26
6.1.1.	Caracterización climática	26
6.1.2.	Suelo	32
6.1.3.	Pendiente	34
6.1.4.	Hidrología.....	35
6.1.5.	Medio biótico.....	36
6.1.6.	Sociocultural.....	40
6.1.7.	Determinación de los efectos generados por los incendios forestales.....	47
6.2.	Identificación y valoración de los impactos ambientales	51
6.2.1.	Valorización de impactos componente biótico.....	52
6.2.2.	Valorización de impactos componente abiótico.....	53
6.2.3.	Valorización de impactos componente sociocultural	55
6.3.	Diseño del plan de manejo ambiental.....	57
6.3.1.	Objetivos.....	57
6.3.2.	Programa de prevención y mitigación de impactos.....	58
6.3.3.	Programa de Señalética	58
6.3.4.	Programa de Capacitación.....	61
6.3.5.	Programa de Contingencia	62
6.3.6.	Programa de Monitoreo	63
7.	Discusión	64
8.	Conclusiones	72
9.	Recomendaciones	73
10.	Referencias	74
11.	Anexos	82

Índice de tabla

Tabla 1. <i>Factores que depende el combustible vegetal (MAP, 2015)</i>	6
Tabla 2. <i>Principales causas de incendios forestales (CNFM, 2010).</i>	8
Tabla 3. <i>Impacto de los incendios forestales sobre las personas</i>	13
Tabla 4. <i>Coordenadas del área de estudio</i>	17
Tabla 5. <i>Propiedades analizadas del suelo</i>	19
Tabla 6. <i>Ecuaciones para determinar parámetros estructurales de la vegetación</i>	20
Tabla 7. <i>Escala de abundancia y dominancia de Braun-Blanquet (Ariza, 2013)</i>	21
Tabla 8. <i>Cebos utilizados para pequeños mamíferos terrestre (MINAM, 2015)</i>	22
Tabla 9. <i>Modelo de Importancia de Impacto (Vicente & Fernandez, 2010).</i>	25
Tabla 10. <i>Cuadro resumen de las propiedades físicas y químicas del suelo</i>	32
Tabla 11. <i>Cuadro resumen de la media de las propiedades químicas del suelo</i>	33
Tabla 12. <i>Índice de valor de importancia (IVI) estrato arbóreo</i>	37
Tabla 13. <i>Índice de valor de importancia (IVI) estrato arbustivo</i>	37
Tabla 14. <i>Escala de abundancia y dominancia estrato arbustivo</i>	38
Tabla 15. <i>Escala de abundancia y dominancia estrato herbáceo</i>	38
Tabla 16. <i>Mamíferos observados por los moradores del barrio Yahuaruncuna</i>	39
Tabla 17. <i>Aves presentes en la parte alta del Barrio Yahuaruncuna</i>	40
Tabla 18. <i>Matriz de importancia post incendios forestales</i>	51
Tabla 19. <i>Subdivisión del Clima Ecuatorial (Barros & Troncoso, 2010)</i>	82
Tabla 20. <i>Escala Beaufort (Bonilla, 2001)</i>	83
Tabla 21. <i>Flora identificada en el área boscosa Barrio Yahuaruncuna</i>	84
Tabla 22. <i>Coordenadas puntos de observación aves parte alta barrio Yahuaruncuna</i>	88

Índice de figuras

Figura 1.	<i>Triangulo del fuego</i> Moscovich et al., (2012).....	5
Figura 2.	<i>Incendio superficial</i> (CNFM, 2010).....	7
Figura 3.	<i>Incendio subterráneo</i> (CNFM, 2010).....	8
Figura 4.	<i>Incendio de copa o aéreo</i> (CNFM, 2010).	8
Figura 5.	<i>Mapa de ubicación de área de estudio</i>	17
Figura 6.	<i>Diseño y distribución de subparcelas para el muestreo de arbustos, hierbas</i>	20
Figura 7.	<i>Censos desde puntos de radio fijo</i> (Botero et al, 2005).	22
Figura 8.	<i>Promedio anual velocidad de viento ciudad en la Loja</i> (2008-2018).....	27
Figura 9.	<i>Promedio de Temperatura media anual ciudad de Loja periodo</i> (2008 - 2018)....	28
Figura 10.	<i>Mapa de isoterma ciudad de Loja periodo</i> (2000 – 2013)	29
Figura 11.	<i>Promedio de precipitación media anual ciudad de Loja periodo</i> (2008 - 2018) ...	30
Figura 12.	<i>Mapa de isoyeta de la ciudad de Loja periodo</i> (2000 – 2013)	31
Figura 13.	<i>Promedio de humedad relativa media ciudad de Loja periodo</i> (2008 - 2018).....	32
Figura 14.	<i>Mapa tipo de pendiente área boscosa barrio Yahuaracuna</i>	35
Figura 15.	<i>Mapa de la Subcuenca Zamora</i>	36
Figura 16.	<i>Impacto de los incendios forestales sobre la flora</i>	48
Figura 17.	<i>Impacto de los incendios forestales sobre la flora</i>	49
Figura 18.	<i>Daños en troncos y raíces de Pinus pátula</i>	50
Figura 19.	<i>Señales de color rojo: Describen prohibiciones o restricciones</i>	59
Figura 20.	<i>Señales de color amarillo: Señales asociados con precaución.</i>	60
Figura 21.	<i>Señalética de educación ambiental y prevención</i>	60
Figura 22.	<i>Mapa de puntos de muestreo para la caracterización de suelo</i>	87
Figura 23.	<i>Mapa de ubicación de trampas Sherman y Tomahawk</i>	88
Figura 24.	<i>Instalación temporal trampas Sherman y tomahawk</i>	89
Figura 25.	<i>Aplicación de encuestas a los moradores del barrio Yahuracuna</i>	93
Figura 26.	<i>Impactos flora</i>	97
Figura 27.	<i>Muerte de casi todos los individuos jóvenes de la especie Pinus patula</i>	97
Figura 28.	<i>Toma de muestras de suelo área boscosa barrio Yahuaracuna</i>	98

Índice de anexos

Anexo 1.	Subdivisión del Clima Ecuatorial	82
Anexo 2.	Escala Beaufort.....	83
Anexo 3.	Identificación tipo de flora.....	84
Anexo 4.	Puntos de muestreo para la caracterización del suelo	87
Anexo 5.	Mapa de ubicación trampas Sherman y Tomahawk	88
Anexo 6.	Puntos de observación de aves	88
Anexo 7.	Colocación trampas Sherman y Tomahawk	89
Anexo 8.	Encuesta aplicada a los moradores del barrio Yahuarquina	89
Anexo 9.	Aplicación de encuestas y entrevistas.....	93
Anexo 10.	Tabulación encuestas aplicadas en el barrio de Yahuarquina.....	93
Anexo 11.	Fotografía del impacto generado por los incendios forestales.....	97
Anexo 12.	Toma de muestras de suelo.....	98
Anexo 13.	Certificado de traducción del resumen (abstract)	99

1. Título

**IMPACTO AMBIENTAL EN LA PARTE ALTA DEL BARRIO YAHUARCUNA
POR EFECTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES**

2. Resumen

La presente investigación consistió en realizar un estudio de impacto ambiental productos de los efectos producidos por los incendios forestales en el barrio Yahuarcoma, para ello se realizó el levantamiento de información que consistió en la caracterización del medio abiótico (clima, suelo, pendiente e hidrología) medio biótico flora, fauna y el componente sociocultural a través de encuestas, se determinó los efectos generados por los incendios. Se utilizó la matriz de importancia para evaluar los impactos generados por los incendios forestales y se diseñó un plan de manejo ambiental. Los resultados muestran que, la zona tiene pendientes muy pronunciadas, con abundancia de flora no nativa y fauna donde la mayoría de especies son generalistas. La flora ha presentado destrucción y deterioro de varias especies siendo el *Pinus patula* la más afectada, mientras que, la fauna se ha visto afectada por la muerte y desplazamiento de especies. El suelo presenta un aumento en el contenido de materia orgánica (MO) y una disminución en el contenido de nitrógeno (N) y fósforo (P) mientras que el pH no se ha modificado en gran medida. Los componentes más afectados son la flora y fauna, por ello se los ha determinado como impactos severos, mientras que los componentes aire, agua y suelo han sufrido impactos moderados, Por último, el plan de manejo ambiental consta de cinco programas que permitirá mitigar, controlar y reducir los impactos generados por los incendios forestales, el programa de prevención y mitigación permitirá recuperar las áreas afectadas por medio de la reforestación.

Palabras clave: Incendio forestal, impactos ambientales, suelo, flora, fauna, matriz de importancia

Abstract

The present investigation consisted of carrying out an environmental impact study resulting from the effects produced by the forest fires in the Yahuarcoma neighborhood. For this purpose, information was collected that consisted of the characterization of the abiotic environment (climate, soil, slope and hydrology) biotic environment flora, fauna and the sociocultural component through surveys, the effects generated by the fires were determined. The importance matrix was used to evaluate the impacts generated by forest fires and an environmental management plan was designed. The results show that the area has very steep slopes, with an abundance of non-native flora and fauna where the majority of species are generalists. The flora has showed destruction and deterioration of several species, with *Pinus patula* being the most affected, while the fauna has been affected by the death and displacement of species. The soil presents an increase in the content of organic matter (OM) and a decrease in the content of nitrogen (N) and phosphorus (P) while the pH has not changed to a large extent. The most affected components are the flora and fauna, which is why they have been determined to have severe impacts, while the air, water and soil components have suffered moderate impacts. Finally, the environmental management plan consists of five programs that will mitigate, control and reduce the impacts generated by forest fires, the prevention and mitigation program will allow the affected areas to be recovered through reforestation

Keywords: Forest fire, environmental impacts, soil, flora, fauna, matrix of importance

3. Introducción

Los incendios forestales se consideran como los desastres naturales de mayor escala en el mundo (Manríquez Zapata, 2019), debido a la fácil propagación del fuego que afectan grandes áreas de terreno. Se estima que el 75 % de los incendios forestales que se producen en el mundo son causados por el ser humano (Fund, 2020). En Latinoamérica los niveles actuales de incidencia de incendios en la región son altos, con más de 40 millones de hectáreas quemadas cada año, lo cual representa el 7-14 % del área quemada a nivel mundial. (Bilbao et al., 2020)

En el Ecuador los incendios forestales han provocado una serie de daños y perjuicios tanto económicos, ambientales y sociales, según datos del Ministerio del Ambiente y Transición Ecológica (2016), se calcula que producto de los incendios forestales cada año se pierden entre 15.000 hasta 21.000 hectáreas

Según datos de la Secretaria de Gestión de Riesgos la provincia de Loja en el año 2017 fue la cuarta provincia con mayor número de incendios donde 160,5 Ha fueron afectadas por estos siniestros, los mismos que dependiendo del tipo de ecosistema pueden traer consigo consecuencias positivas o negativas (SGR, 2017).

En la ciudad de Loja el 2020 se produjo un incendio forestal en la parte alta del barrio Yahuaracuna, esta zona cuenta con flora y fauna propia de un ecosistema tipo bosque, además que se llevan a cabo actividades como senderismo y camping, entre otras, estas acciones no generan impactos significativos para el medio ambiente, no obstante, según datos del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE, 2020).

Los incendios forestales en esta zona provocan afectaciones sobre los recursos naturales: aire, agua, suelo, flora y fauna. Por este motivo se realizó un estudio de impacto ambiental con el propósito de realizar un levantamiento de información (línea base), seguido de la valorización de los impactos utilizando la matriz de importancia y el diseño de un plan de manejo ambiental que permita mitigar los impactos producidos por los incendios forestales. Por lo tanto, se plantearon los siguientes objetivos

- Determinar las características del área boscosa afectada por el incendio forestal en el barrio Yahuaracuna
- Valorar el impacto ambiental en el área boscosa afectada por el incendio forestal en el barrio Yahuaracuna

- Diseñar un plan de manejo ambiental para la recuperación del área boscosa del barrio Yahuarcoma

4. Marco teórico

4.1. Incendio forestal

El término incendio forestal se refiere a los incendios de origen natural o antrópico que ocurren en los ecosistemas terrestres y que se propagan por la vegetación, en otras palabras, los incendios forestales ocurren cuando el fuego entra en contacto con material combustible y se extiende de manera descontrolada y afecta los bosques, las selvas, o la vegetación, por lo general en zonas áridas y semiáridas. (CNFM, 2010)

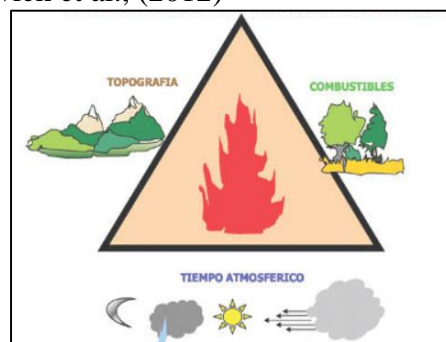
Cabe mencionar que no todos los incendios forestales causan efectos negativos en el ambiente ya que los incendios forestales pueden ser benéficos, puesto que, muchos ecosistemas dependen del fuego para su regeneración. Los incendios ayudan a la apertura de conos de los pinos serótinos para liberar la semilla, también favorecen la penetración de luz en el bosque, aumentando la fotosíntesis, y propician la inmediata disponibilidad de algunos nutrientes contenidos en las cenizas de los residuos orgánicos. (Capulín et al., 2010).

4.2. Triángulo de fuego.

Para que un incendio se extienda es necesario que existan tres componentes, el oxígeno, calor y combustible lo que es denominado como triángulo de fuego el componente que más influencia tiene sobre el incendio es el combustible, dado que, a mayor cantidad de combustible aumentará la duración del incendio y su intensidad de del fuego (CNFM, 2010)

Figura 1

Triangulo del fuego Moscovich et al., (2012)



4.3. Oxígeno o comburente

El comburente es una sustancia que en presencia del combustible puede arder, siendo el comburente más común el oxígeno existente en el aire (Gallegos, 2019). Desde el punto de vista del incendio el oxígeno del aire es el comburente principal, pues en casi todos los incendios, el aire es el agente que alimenta el fuego (Aguirre Briones, 2013).

4.4. Calor

Se sabe que todos los elementos y materiales están compuestos de moléculas que se mueven constantemente, cuando el calor es aplicado a un combustible, las moléculas que componen el combustible comienza moverse cada vez más rápido. Cuando el combustible alcanza una determinada temperatura, este empieza a liberar moléculas en forma de gases, primero vapor de agua y luego otros, que son inflamables. (Aguirre Briones, 2013). El calor producido por las llamas es el responsable del sustento y propagación del propio incendio, la propagación de este calor se realiza a través de tres mecanismos convección, radiación y conducción (Gallegos, 2019).

4.5. Combustible

El combustible es una sustancia que puede ser oxidada, llamada agente reductor debido a que cede electrones en una reacción de oxidación reduciendo por consiguiente al comburente (Gallegos, 2019). El combustible vegetal es toda materia de origen vegetal que puede arder, es evidente que la materia vegetal es siempre combustible, sin embargo, su inflamabilidad varía con el contenido de humedad, además las características de los combustibles dependen de los factores que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1
Factores que depende el combustible vegetal (MAP, 2015)

Factores	Efecto sobre el combustible vegetal
Exposición	Los combustibles que se encuentran en exposición de sombra tendrán un mayor grado de humedad que los situados en las áreas descubiertas.
La altitud sobre el nivel del mar	La altitud es un factor determinante en el desarrollo de la vegetación. Generalizando podemos señalar que la cantidad de combustible disminuye al aumentar la altitud
La latitud	Determina fundamentalmente el clima y por tanto el tipo de vegetación (combustible) que se desarrolla en el área.

El clima	Regula las condiciones ambientales, como son el régimen hídrico y la temperatura, y por tanto la cantidad de materia vegetal que puede existir.
El suelo	Sobre él crecerán distintas especies, según las características edáficas que lo identifiquen.
La edad de la vegetación	Determinan en las características del combustible
Actividad y manejo anterior	Es decir, el aprovechamiento que se haya efectuado sobre la masa determinará la cantidad de combustible existente

4.6. Tipos de incendios forestales

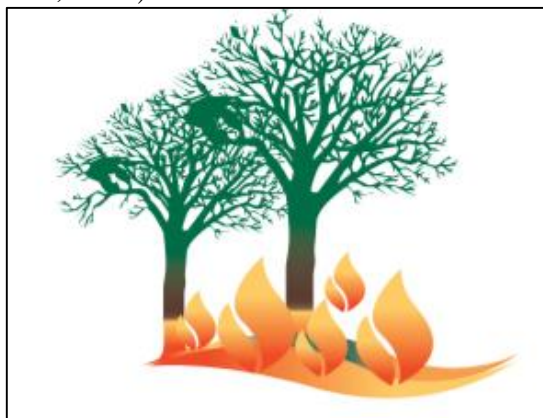
Los incendios forestales dependiendo de la intensidad de llamas, de menor a mayor intensidad, podemos distinguir tres tipos principales de incendios según el estrato de vegetación afectado.

4.6.1. *Incendio superficial*

Se puede definir a los incendios superficiales como la propagación en forma horizontal del fuego sobre la superficie del suelo, Los incendios superficiales afectan combustibles vivos y muertos como pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o pequeños árboles de regeneración natural o plantación, troncos, humus, entre otros. (CNFM, 2010)

Figura 2

Incendio superficial (CNFM, 2010)

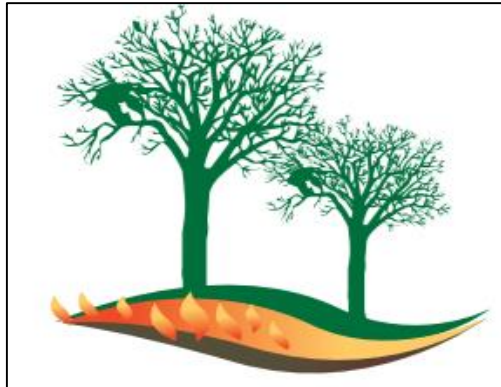


4.6.2. *Incendio subterráneo*

Cuando un incendio superficial se propaga bajo el suelo, se convierte en un incendio subterráneo. En este tipo de incendios generalmente no se producen llamas y se emite un poco de humo, los incendios subterráneos pueden llegar a quemar la materia orgánica acumulada y las raíces, e incluso puede alcanzar los afloramientos rocosos (CNFM, 2010).

Figura 3

Incendio subterráneo (CNFM, 2010).



4.6.3. Incendios de copas o aéreos

Los incendios de copas o aéreos son los más destructivos, peligrosos y difíciles de controlar debido a que el fuego consume toda la vegetación, estos incendios comienzan en forma superficial, pero en este caso, las llamas avanzan primero sobre el nivel del suelo y se propagan por continuidad vertical, es decir, escalan vegetación dispuesta hacia arriba que sirve de combustible en escalera hacia las copas de los árboles (CNFM, 2010).

Figura 4

Incendio de copa o aéreo (CNFM, 2010).



4.7. Causas de los incendios forestales

Los incendios forestales se pueden producir por diversas acciones en la Tabla 2. Se resumen las principales causas de los incendios forestales.

Tabla 2

Principales causas de incendios forestales (CNFM, 2010).

Causas de incendios forestales	
Accidentales	Rupturas de líneas eléctricas, accidentes automovilísticos, ferroviarios y aéreos.

Negligencias	Quemas agropecuarias no controladas, fogatas de excursionistas, fumadores, quema de basura, limpieza de vías en carreteras y uso del fuego en otras actividades productivas dentro de áreas forestales.
Intencionales	Quemas por conflictos entre personas o comunidades, tala ilegal o litigios.
Naturales	Caída de rayos o erupciones volcánicas.

4.8. Factores que influyen en el comportamiento de los incendios forestales

Según (Aguirre Briones, 2013) los incendios forestales son el desarrollo del fuego en el medio ambiente, dependiendo de las características del medio ambiente y del tiempo atmosférico que tengamos, el incendio tendrá un comportamiento u otro, los incendios forestales están condicionados a una diversidad de factores entre las más influyentes están:

4.8.1. Propagación del fuego en superficie.

Un fuego que se inicie en condiciones estables, es decir, sin viento en terreno llano y con combustibles uniformes y continuos; tendrá una propagación en forma circular, ya que el calor se transmite a todos los puntos equidistantes por igual debido a la radiación. Una llama genérica trasmite calor por radiación en forma de “v”, dependiendo de la diferencia de temperaturas y de la composición del material combustible. (Aguirre Briones, 2013)

4.8.2. Efecto del viento.

El viento produce una inclinación de la llama que provoca una mayor radiación en la dirección de avance del viento y, por lo tanto, los combustibles más próximos a ella entran antes en ignición. El viento provoca que los incendios se propaguen con mayor velocidad, afectando mayores extensiones de terreno y a su vez aumenta la intensidad de las llamas esto provoca que las acciones de apagar el fuego sean más difíciles y riesgosas (ISBN, 2010)

4.8.3. Efecto de la pendiente.

La pendiente, también provoca una inclinación de la llama, produciendo un efecto similar al causado por el viento. De forma que en la zona a favor de pendiente el calor es transmitido por radiación y convección, en mayor medida que en el lado opuesto. Esto es debido a que existe más superficie de contacto y esta se encuentra más próxima La acción doble de viento y pendiente acentúa aún más la mayor transmisión de calor en el frente del incendio, provocando que los combustibles que estén por encima del fuego alcancen más rápido la temperatura de ignición. (Aguirre Briones, 2013)

4.9. Impacto de los incendios forestales

Los incendios forestales dependiendo del tipo de incendio, intensidad y duración del

mismo pueden causar varios impactos sobre el ambiente. El fuego puede alterar las propiedades físico químicas del suelo, pueden causar contaminación del agua, así como cambios en el régimen hídrico, las llamas consumen la flora del medio provocando la pérdida de hábitad, además, pueden causar pérdidas económicas, alteración a la salud, y en casos extremos la muerte de personas (Bilbao et al., 2020)

4.9.1. Impacto en el Suelo.

El suelo es la capa superficial de la tierra, constituye un componente esencial para los ecosistemas, este se entiende como una cubierta fina compuesta por la mezcla de minerales, aire, agua y microorganismos vegetales y animales. (INIA, 2015). Los incendios forestales degradan el suelo principalmente después del siniestro, la degradación está condicionada a diversos factores, además, el impacto del incendio en el suelo afecta tanto a las propiedades físico-químicas, biológicas y productividad del suelo (González, 2017).

El suelo post-incendio forestal queda vulnerable a la erosión, puesto que esta desprovisto de cubierta vegetal quedando expuesto a la erosión hídrica y eólica, en general lo que produce la erosión es: pérdida del material, problemas con la infiltración del agua, aumento del flujo superficial del agua, (González, 2017).

Del mismo modo (Rosero & Osorio, 2013) plantean que el fuego no sólo altera la cantidad de la materia orgánica, además su calidad, el fuego actúa como un agente que incrementa la mineralización del carbono orgánico La materia orgánica carbonizada que se produce en grandes cantidades y se acumula en el suelo, puede contribuir en un 30-40% al carbono del suelo, es decir, altera de manera notoria al ciclo global del carbono.

La temperatura del suelo durante el incendio varía dependiendo de ciertos factores, así (Rosero & Osorio, 2013) afirma que durante un fuego intenso se pueden alcanzar temperaturas de 1200 a 1400 °C dentro de la masa en ignición; en la superficie del suelo puede llegar a 1000 °C en incendios de bosques de coníferas, a 500-700 °C en incendios de matorrales y a 200 °C en incendios de pastizales. De cualquier forma, se trata de temperaturas adecuadamente altas como para alterar las propiedades del suelo.

En el estudio de (Rosero & Osorio, 2013) revela que las propiedades físicas del suelo se ven afectadas por el fuego, ya que este destruye la materia orgánica y elimina temporalmente la vegetación, esta situación expone el suelo debilitando sus agregados y volviéndolo susceptible a daños por las gotas de lluvia.

El pH del suelo es una de las propiedades químicas que se ven afectadas tras el paso

del fuego, el valor del pH se incrementa debido a las cenizas procedentes del incendio, las cuales contienen gran cantidad de carbonato potásico (CO_3K_2) al proceder de un ácido débil y una base fuerte presenta una reacción básica cuando se hidroliza y por consiguiente se incrementa el pH. (Solera & Guerrero, 2014)

Los componentes de la textura del suelo (arena, limo y arcilla) pueden soportar altos niveles de temperatura y por lo general no se ven afectados por el fuego, a menos que se sometan a altas temperaturas en la superficie del suelo (horizonte A). Para lograr afectaciones en la arena o el limo se requerirían temperaturas superiores a los $1.414\text{ }^\circ\text{C}$. (Rosero & Osorio, 2013)

La actividad biológica del suelo también es afectada por los incendios forestales, generando una alteración en el ciclo de nutrientes. Esta alteración es producida por la disminución de los microorganismos que ayudan los procesos de descomposición de compuestos orgánicos y fitodisponibilidad de nutrientes (González, 2017).

4.9.2. *Impacto de los incendios forestales en el agua.*

Los incendios forestales generan impactos sobre los recursos hídricos. Estos impactos pueden ser a corto y largo plazo. A corto plazo, la erosión y escorrentía post-incendio transportan sedimentos, residuos y químicos a arroyos, lagos y reservorios, todo este material afecta la calidad de agua. A largo plazo, los incendios pueden alterar las características de las cuencas hidrográficas y modelos de flujo torrencial. (Mehta et al., 2021)

Los incendios forestales pueden producir cambios en el ciclo hidrológico dentro de la cuenca hidrográfica. Por ejemplo (González, 2017), señala que la pérdida de vegetación, disminución de la materia orgánica y los cambios en las propiedades del suelo podrían ocasionar una disminución en las tasas de infiltración, disponibilidad de agua y aumento de escurrimiento.

El agua se ve afectada por la vegetación post incendio, puesto que, existe un incremento en el consumo de agua producto del aumento de las tasas de evapotranspiración. Esta tasa de evapotranspiración varía de acuerdo a la edad de los árboles. La mayor evapotranspiración ocurre en árboles jóvenes (1 a 5 años de edad) causando la disminución en la disponibilidad de agua. En cambio, los árboles viejos presentan una tasa de evapotranspiración baja, debido al lento crecimiento que presentan (González, 2017).

Todas las comunidades que obtienen agua de cuencas hidrográficas boscosas provisionalmente tendrán que tratar con agua deteriorada por los efectos de incendios.

Después de los incendios en Australia, fue tan mala la calidad del agua que Canberra se vio obligado a construir otra planta de tratamiento de agua.,(Mehta et al., 2021)

4.9.3. *Impacto de los incendios forestales en la Vegetación*

La relación de la vegetación y los incendios forestales se centra en la modificación en su estructura, composición y servicios ecosistémicos. Asimismo, las distintas especies vegetales presentes en los distintos ecosistemas responden de forma diferencial al fuego, dependiendo de sus habilidades para tolerarlo y de los mecanismos de regeneración que posean. (González, 2017).

En el estudio realizado por (Hidalgo et al., 2009), manifiesta que la mortalidad del arbolado tras incendios forestales es causada por diferentes niveles de daño a las copas (hojas y yemas), al cambium o tejidos de las raíces, ya sean de manera independiente, o mediante una combinación de daños. El tamaño del arbolado tiene gran importancia, ya que aumenta la probabilidad de supervivencia de los individuos a los incendios. Los árboles de gran tamaño en diámetro y altura por lo general tienen una mayor probabilidad de sobrevivir a estas perturbaciones.

El estudio (Capulín et al., 2010) afirma, que las especies leñosas pueden soportar un incendio y recuperarse, sin embargo, las especies herbáceas después ven dificultades en el crecimiento, debido a la competencia por la humedad y luz con especies leñosas. En la investigación de (González, 2017) describe que el proceso que conlleva a la recuperación natural tras la ocurrencia de una perturbación (incendio) se denomina sucesión ecológica, dependiendo de la intensidad y severidad del incendio se puede producir el progresivo reemplazo de una comunidad vegetal por otra.

4.9.4. *Impacto de los incendios forestales en la fauna.*

En la investigación de (Castillo et al., 2003) afirma, que los incendios forestales causan la muerte de individuos, pérdida de hábitad, territorios, refugio y alimentación, de igual forma, la pérdida de fauna por incendios forestales va a depender de varios factores. Según lo expuesto por (González, 2017) la disminución de la fauna puede generar desequilibrios en los ecosistemas tales como destrucción de formaciones vegetacionales o alteraciones en la composición de las especies, migraciones de animales mayores, aves, insectos y microorganismos y desequilibrios ecológicos o rupturas en la cadena biológica.

Después de ocurrido un incendio forestal, las poblaciones de mamíferos tienden a

disminuir, puesto que se dificulta encontrar nichos luego de la quema o incendios., la disminución de estas poblaciones puede alterar así toda la cadena trófica de los ecosistemas, no obstante, en ciertos ecosistemas post incendio forestal se favorece el desarrollo de pastos de calidad, lo que crea un buen hábitat para los herbívoros y aumenta el potencial de caza. (González, 2017).

4.9.5. *Impacto socioeconómico*

Entre los efectos que producen los incendios forestales sobre la economía están: la pérdida de productos forestales que disminuye el potencial comercial, además la evaluación de daños incluye las pérdidas materiales en productos y en servicios, es decir, los valores monetarios y no monetarios que proporcionan los bosques: madera afectada, costos de reforestación, costos de rehabilitación, y los costos del combate de incendios. (CNFM, 2010)

Tabla 3

Impacto de los incendios forestales sobre las personas y desarrollo comunitario. (CNFM, 2010)

Personas.	Desarrollo comunitario.
Contaminación de suelos, agua y aire. Deterioro del paisaje o belleza escénica. Limitaciones para la recreación, esparcimiento y prácticas deportivas. Accidentes de vehículos. El humo que genera el fuego puede ocasionar accidentes de tránsito, debido a que la visibilidad para la conducción se reduce considerablemente.	Daños a la propiedad. Deterioro o detención de procesos productivos. Reducción de fuentes de trabajo. Limitaciones al desarrollo rural y al comercio local. Deterioro del turismo y, por lo tanto, de los ingresos que genera. Pérdida de valores culturales e históricos. Perjuicios a obras públicas e infraestructura de comunicaciones. Empobrecimiento de una población que habita paisajes muy destruidos.

Los incendios forestales pueden llegar a afectar la economía, un ejemplo es Chile, en este país cerca de 50 mil hectáreas se queman cada año en alrededor de 5.900 incendios forestales. En Chile la protección contra los incendios forestales en los últimos años ha permitido reconocer las pérdidas económicas que generan estos siniestros, se estima que 100 millones de dólares se pierden por los incendios forestales, sumado a esto otros 660 millones de dólares se gastan en el combate de los incendios forestales. (Urzúa & Cáceres, 2011)

4.10. **Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)**

Es el estudio técnico, de carácter interdisciplinar, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las

consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno, en otras palabras, el (EsIA), consiste en realizar un análisis para identificar, predecir, valorar y/o prevenir el impacto ambiental. (Conesa, 1993)

4.11. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es el efecto producido en el ambiente y los procesos naturales por acciones humana en un espacio y un tiempo determinados, es decir, que el impacto ambiental (IA) implica los efectos desfavorables sobre los ecosistemas, el clima y la sociedad debido a las actividades, como la extracción excesiva de recursos naturales, la disposición inadecuada de residuos, la emisión de contaminantes y el cambio de uso del suelo, entre otros. (Assia, 2019).

4.11.1. Metodologías más usuales

Según (Conesa, 1993) existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación de impactos sobre el medio ambiente o sobre alguno de sus factores, algunos generales y otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos, otros operando con amplias bases de datos e instrumentos de cálculo sofisticados, de carácter estático unos, dinámico otros, etc.

La clasificación de los métodos más usuales son los siguientes; sistemas de red y gráficos donde se encuentran la matriz causa-efecto (leopold), listas de chequeo, CNYRPAB, bereano, sonrensen, guías metodológicas del M.O.P.U. Los sistemas cartograficos más usados son: superposición de transparentes, Mc Harg, Tricart, Falque, GIS (Sistema de información geográficos).

4.11.2. Matriz de importancia

La matriz de importancia permite obtener una valoración cualitativa entre los factores ambientales considerados. Así se seleccionan los que resultan más representativos de alteraciones y que puedan ser traducidos en magnitudes mensurables. Los impactos identificados se evalúan según la variación de la calidad ambiental (AC) en positivos (+) o negativo (-), la intensidad o grado de destrucción (IN), la extensión (EX), el momento en que se manifiesta (MO), su persistencia en el tiempo (PE), su capacidad de recuperación (MC) y por su reversibilidad por medios naturales (RV), interrelación de acciones y/o efectos, por la relación causa-efecto (EF) y por su periodicidad (PR). (Peña Merladet, 2016)

4.12. Marco legal

Desde el 2008 dentro de la Constitución se establece los derechos a la naturaleza y como parte de ella a los bosques, varios de los artículos han reconocido la protección de estos.

4.12.1. Constitución de la república del Ecuador

Los artículos de la Constitución de la República asociado a la conservación de los ecosistemas son los siguientes:

Art. 3. “Se indica, son deberes primordiales del Estado, defender el patrimonio natural y cultural del país y proteger el medio ambiente”.

Art. 14. “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”

Art. 71 al 74. “*La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene* derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos “El estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema”

Art. 83. Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos “defender la integridad territorial del Ecuador y sus recursos naturales” “respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible”

Art. 261. “El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre las áreas protegidas y los recursos naturales”

4.12.2. Código orgánico del ambiente

Art. 9. Principios ambientales. “En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades,

pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente”.

Art. 26. Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales en materia ambiental. “En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales las siguientes facultades, que ejercerán en las áreas rurales de su respectiva circunscripción territorial, en concordancia con las políticas y normas emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional”: norma 4 Elaborar planes, programas y proyectos para prevenir incendios forestales y riesgos que afectan a bosques y vegetación natural o bosques plantados

Art. 179. De los estudios de impacto ambiental. “Los estudios de impacto ambiental deberán ser elaborados en aquellos proyectos, obras y actividades que causan mediano y alto impacto o riesgo ambiental para una adecuada y fundamentada evaluación, predicción, identificación e interpretación de dichos riesgos e impactos”.

Art. 98.-Atribuciones. “Con relación a la gestión de las plantaciones forestales de producción con fines comerciales, le corresponde a la Autoridad Nacional de Agricultura, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional las siguientes atribuciones”: 7. Dictar la normativa técnica para la prevención y el control de incendios forestales en plantaciones forestales y sistemas agroforestales de producción, de conformidad con la Estrategia Nacional de Incendios Forestales

5. Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos primero se llevó a cabo el levantamiento de la línea base ambiental, donde se identificaron los componentes afectados por los incendios forestales. Con los resultados se procedió a valorarlos los impactos generados post incendio y por último se diseño un plan de manejo ambiental para prevenir, minimizar y remediar los impactos generados

5.1. Área de estudio

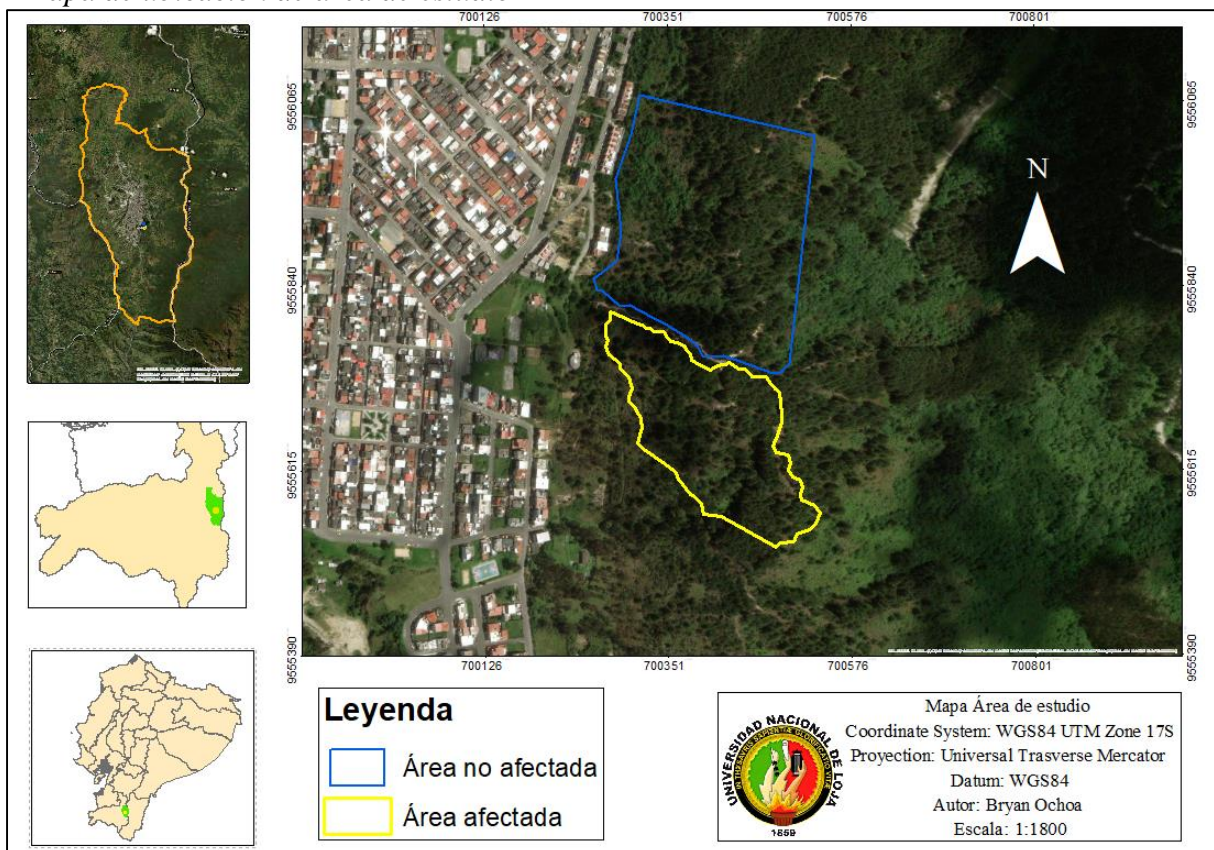
La presente investigación se llevó a cabo durante el periodo de octubre del 2021 al 14 de mayo del 2022 en el área boscosa del barrio Yahuarcoma que se encuentra en la ciudad de Loja, cantón y provincia de Loja al sur del Ecuador. Según el cuerpo de bomberos de la ciudad de Loja los incendios forestales suscitados en el mes de agosto del 2020 consumieron

alrededor de 10 a 15 Ha, entre las zonas afectadas se encuentra el área boscosa de los Reservas Caballería de Sangre No.7 y el área boscosa del barrio Yahuarcoma, el área de estudio comprende una dimensión aproximada de 3.62 Ha, se encuentra entre 2187-2284 msnm en las coordenadas siguientes.

Tabla 4
Coordenadas del área de estudio

Coordenadas	
Latitud Sur	Longitud Oeste
4°01'00.19"	79°11'45.73"
4°01'05.53"	79°11'44.53"
4°01'09.51"	79°11'39.12"
4°01'02.85"	79°11'39.35"

Figura 5
Mapa de ubicación de área de estudio



Elaboración: Autor.

5.1.1. Componente abiótico

En el componente abiótico se analizó: el clima de la zona, las características físico-químicas del suelo, tipo de pendiente e hidrología

5.1.1.1. *Caracterización climática*

Se realizó una compilación de datos meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) correspondientes al periodo 2008-2018 de la estación meteorológica La Argelia. Para el análisis estadístico e interpretación de los datos se utilizó el programa de Microsoft Excel, además, se usó la clasificación climática del Ecuador (Barros & Troncoso, 2010) donde se tomó en cuenta los aspectos de la Tabla 19.

Con los datos del INAMHI y a través del análisis estadístico se obtuvo la velocidad del viento y dependiendo de la velocidad, se clasificó basándose en la escala Beaufort (Bonilla, 2001) que es una medida empírica para la intensidad del viento, describe el tipo de viento y el impacto que este puede tener sobre el medio.

Para la determinación del tipo de humedad relativa se tomó como referencia la clasificación del estudio de (Cueva & Jaramillo, 2013). Clasificando la humedad relativa en: baja (60 % – 75%), moderada (75 % - 80 %), alta (80 % - 90 %) y elevada (> 90%).

Para determinar la precipitación y temperatura se utilizó el programa Qgis para efectos de realizar los mapas de isotermas e isoyetas respectivamente, para ello a más de los datos del INAMHI de la estación meteorológica “La Argelia” se utilizó los shapes del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2013) del periodo 2000 – 2013 para elaborar los respectivos mapas.

5.1.1.2. *Caracterización del suelo*

Para la determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo se recolectaron cuatro muestras compuestas dos del área afectada y dos del área no afectada. Para constituir cada muestra compuesta se usó el barreno y se tomaron 10 muestras simples (submuestras) a 15 cm de profundidad de forma aleatoria (MINAM, 2014).

Obtenidas las muestras simples se las depositó en un recipiente y se mezcló las muestras hasta obtener una muestra compuesta homogénea, se utilizó el método de cuarteo en cada muestra compuesta hasta tener una muestra con un peso de 1 kg. Se etiquetó cada muestra para luego transportarlas al laboratorio de suelos donde se realizaron los siguientes análisis:

Tabla 5
Propiedades analizadas del suelo

Propiedades	Unidad	Método de determinación	Autor
Color	Escala de valor de croma	Sistema de notación y color de Munsell	(María et al., 2012)
Textura	%	Hidrómetro de Bouyoucos	(Casas Terrones, 2019)
pH	cm ³	Potenciómetro	
Materia orgánica	%	Método de Walkley y Black	(Walkley & Black, 1934)
Nitrógeno	%	Método Kjeldahl	(Bremner & Keeney, 1965)
Fosforo	Ppm	Método de Olsen Modificado pH 8,5	(Hunter, 1977)

a) Análisis descriptivo

Una vez obtenidos los datos de las propiedades físicas y químicas del suelo, se realizó un análisis descriptivo de las propiedades químicas del suelo pH, MO, N y P. Se comparó el promedio de cada variable (pH, MO, N y P) entre el área afectada y no afectada, describiendo el valor del pH (muy ácido, ácido, neutro), y las concentraciones (alto medio y bajo) de las variables MO N y P.

5.1.1.3. Determinación de pendientes

Para este parámetro se utilizó shapes del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2013), imágenes satelitales (EarthData, 2020) y aplicando el programa de Qgis versión 3.4.0 se elaboró el mapa de pendientes del área de estudio. Según el tipo de pendiente se clasificó de acuerdo a las Guía de conservación de suelos forestales (Gayoso & Alarcón, 1999) que determinan lo siguiente: pendientes suaves (<30 %), moderadas (30 % a 45 %), abruptas (45 % a 60 %) muy abruptas (> 60 %).

5.1.1.4. Hidrología

En la zona alta del Barrio Yahuarcoma, sector donde se localizó el área de estudio, se realizó un análisis del sistema hídrico con enfoque de subcuenca, microcuencas y canales que se encontraron en el área de estudio, esto se desarrolló a través de datos del Geoportal y utilizando el programa Qgis. Se elaboró mapa de las principales quebradas, canales que componen el área de estudio. En los resultados se podrá ver claramente el sistema hídrico para la subcuenca y microcuenca.

5.1.2. Componente biótico

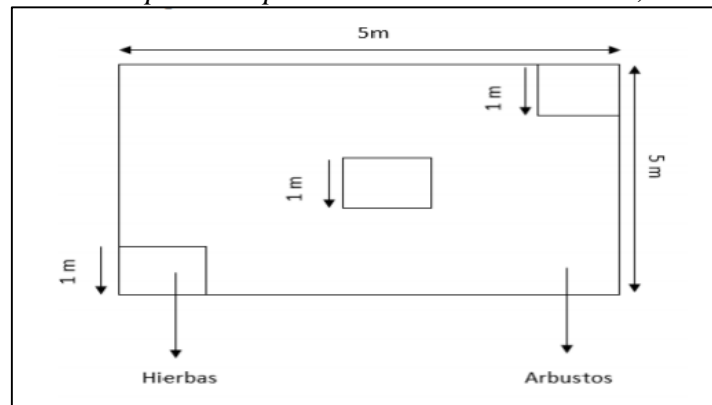
Para el componente biótico se analizó e idéntico la flora y fauna que existe en el área de estudio utilizando la siguiente metodología.

5.1.2.1. Caracterización de la flora

Para la caracterización de la flora (árboles) se instalaron cuatro parcelas temporales de 400 m² (20 x 20 m), para delimitarlas se utilizó piola, dentro de la parcela de (20 x 20 m), para el estrato arbustivo se delimitó con estacas y piola cuatro subparcelas de 25 m² (5 x 5 m) y para el estrato herbáceo cuatro subparcelas de 1 m² (1 x 1 m). Cada parcela de 20 x 20 m. estuvo separada por una distancia de 50 m. (Aguirre, 2013)

Figura 6

Diseño y distribución de subparcelas para el muestreo de arbustos, hierbas



a) Parámetro dasométricos

Utilizando cinta métrica se obtuvo el DAP (diámetro altura de pecho) de las especies arbóreas cuya altura fue superior a 6 metros y su DAP > 15 cm. Los parámetros estructurales de la vegetación (densidad, abundancia, dominancia) se determinaron basados en la “Guía de Métodos para medir la Biodiversidad” de (Aguirre, 2013).

Tabla 6

Ecuaciones para determinar parámetros estructurales de la vegetación (Aguirre, 2013)

Parámetros	Modelo	Interpretación
Densidad Absoluta (D)	$D = \frac{\text{Nº total de individuos por especie}}{\text{Area total}} \text{ ind/m}^2 \quad \{\text{Ec: 1}\}$	Número de individuos de una especie o de todas las especies, dividida por la superficie total
Densidad Relativa (DR%)	$DR = \frac{\text{Nº de individuos} * \text{especie}}{\text{Nº total de individuos}} * 100 = \%v \quad \{\text{Ec: 2}\}$	Permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, y considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población

Dominancia
Relativa
(DmR)

$$Dmr = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} * 100 = \% \{Ec: 3\}$$

Porcentaje de biomasa que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada

Índice de Valor
de Importancia
(IVI)

$$IVI = \frac{Dr + Pr + DmR}{3} * 3 = \% \{Ec: 4\}$$

Índice de valor de importancia que indica la importancia de una especie dentro de una comunidad vegetal

b) Cobertura vegetal

Se determinó el porcentaje de cobertura vegetal tanto del estrato arbustivo como el herbáceo utilizando la escala de abundancia y dominancia de Braun-Blanquet.

Tabla 7
Escala de abundancia y dominancia de Braun-Blanquet (Ariza, 2013)

Índice	Significado	Características
R	Un solo individuo, cobertura despreciable	Cobertura despreciable
(+)	Más de un individuo, cobertura muy baja	Los individuos de la especie crecen solitarias, aislados.
1	Cobertura menor del 5 %	Individuos de la especie en pequeños grupos de pocos individuos o en pequeños céspedes.
2	Cobertura de 5 % - 25 %	Individuos de la especie crecen en pequeñas manchas, cojines o grandes céspedes.
3	Cobertura de 25 % - 50 %	Individuos creciendo en manchas extensas, alfombras o matas.
4	Cobertura de 50 % - 75 %	Individuos creciendo en grandes poblaciones o matas extendidas cubriendo completamente la parcela de estudio, la mayoría en poblaciones puras.
5	Cobertura igual o superior al 75 %	

5.1.3. Caracterización de la fauna

Para la caracterización de la fauna se la realizó a través de métodos cualitativos y cuantitativos como: la observación directa, colocación de trampas y entrevistas informales.

5.1.3.1. Mamíferos

Para la identificación de los mamíferos se utilizó la “Guía de campo Mamíferos del Ecuador (D. Tirira, 2007), se realizaron doce recorridos en la zona afectada y se registró las especies que se encontraron en esos instantes. Se colocó trampas con cebo, ya que son la herramienta básica más eficaz para la captura y registro de la diversidad de los mamíferos

pequeños terrestres luego de la identificación se procedió a la liberación de las especies capturadas. (MINAM, 2015)

Las trampas se mantuvieron Cabe destacar que el cebo se cambió a diario durante los cinco días que la trampa se mantuvo instalada, además, se llevó a cabo entrevistas informales para coleccionar información sobre las especies de mamíferos no vistas con otras técnicas de muestreo. Se usó la Guía de Campo de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2007) que muestra varias fotografías de mamíferos que permiten una verificación objetiva de las especies.

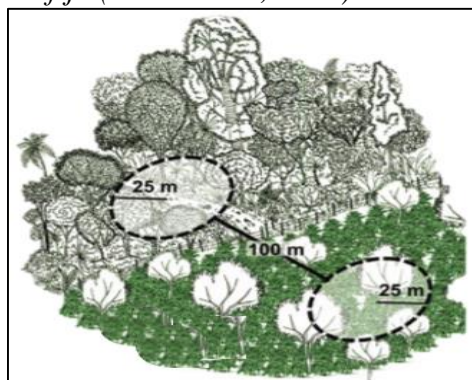
Tabla 8
Cebos utilizados para pequeños mamíferos terrestre (MINAM, 2015)

Mamíferos	Tipo de cebo
Roedores: Ardillas	Nueces, semillas, mantequilla de maní, pan
Ratas y ratones	Mantequilla de maní, avena, alpiste, pan, cereales, yuca cocida, miel, frutas propias de la zona.
Marsupiales: Marsupiales pequeños	Mantequilla de maní, sardina enlatada, carne fresca o enlatada, frutas propias de la zona.

5.1.3.2. *Aves*

Para la identificación de aves se empleó el método de censos desde puntos de radio fijo, donde el observador se sitúa en el centro de un círculo imaginario de 25 metros de radio y realiza el conteo durante 10 minutos, (Botero et al., 2005). El monitoreo se realizó en cuatro puntos idóneos durante cinco días en diferentes periodos de tiempo, en la mañana de 7:30 a 9:30 y en la tarde de 16:00 a 18:00. Para el monitoreo se requirió el uso de binoculares, cámara fotográfica y hoja de registro para la identificación de las especies, además, se utilizó el libro de Aves del Ecuador volumen uno de Ridgely & Greenfield, (2007)

Figura 7
Censos desde puntos de radio fijo (Botero et al, 2005).



5.1.4. *Socio económico y cultural*

Para la descripción socioeconómica del área de estudio se realizó mediante encuestas, las que fueron aplicadas a la población del barrio Yahuaracuna con el fin de identificar cómo afectan los incendios forestales a los habitantes del barrio. Para el muestreo que se aplicó a los habitantes del barrio Yahuaracuna se consideró el total de viviendas (600 viviendas), se le aplicó la (Ec:5) la fórmula de poblaciones finitas. Con el fin de optimizar tiempo y recursos la encuesta se realizó a una persona por vivienda.

La encuesta aplicada se dirigió a obtener información sobre los efectos que han tenido los incendios forestales sobre su población y ecosistema se utilizó la fórmula de población finita se trabajó con un nivel de significancia del 95 %.

$$n = \frac{z^2 * q * p * N}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q} \quad \{Ec: 5\}$$

Donde

n = Muestra

z = Nivel de confianza (95% este valor equivale a 1.96)

p = Probabilidad a favor (0,5)

q = Probabilidad en contra a (p + q = 1)

e = error (0.05)

N = Total de la población (600)

5.2. **Determinar las características del área boscosa afectada por el incendio forestal en el barrio Yahuaracuna.**

Una vez levantada la línea base ambiental se procedió a identificar el efecto post incendio sobre los componentes abiótico (suelo), bióticos (flora y fauna), y sociocultural.

5.2.1. *Componente abiótico*

Para evaluar el impacto de los incendios en el suelo, se llevó a cabo un estudio de campo enfocado en los primeros centímetros de la superficie terrestre. Este análisis implicó la observación y medición directa de la capa superficial del suelo, utilizando una evaluación cualitativa. Se categorizó la afectación en dos niveles: baja afectación, que se determinaba cuando se observaba un cambio en la coloración del suelo y una presencia escasa de raíces, tallos o residuos vegetales en el primer centímetro del suelo afectado; y afectación profunda, identificada por un cambio en la coloración del suelo y la ausencia total de raíces hasta una profundidad de tres centímetros en el suelo afectado. (Chamba Muñoz, 2017)

En base a los resultados obtenidos en la caracterización del suelo se analizó el efecto que han tenido los incendios forestales las propiedades químicas (pH, MO, N y P) del suelo a 15 cm de profundidad, se comparó el promedio de las concentraciones de las variables (pH, MO, N y P) entre el área afectada y no afectada. Se describió cuáles son las posibles razones del aumento o disminución de las concentraciones de las variables (pH, MO, N y P) del área afectada.

5.2.2. Componente biótico

Para la afectación de la flora se lo realizo basando en la metodología de (Chamba Muñoz, 2017) donde en cada parcela se evaluó utilizando una escala cualitativa basada en el estado de afectación de la cobertura vegetal, para lo cual se clasifico de la siguiente forma de 0 a 25 % vegetación que presentó afectación ligera (presencia de cambios de coloración solo en hojas o en la base de forma superficial). de 25 a 50 % vegetación con afectación moderada (hojas, ramas y bases de la planta con cambios de coloración debido al incendio) y, de 50 a 75 % afectación crítica (cambio de color de partes aéreas y mortalidad de ramas, hojas y base de la planta que afectaron los procesos fundamentales de la planta).

Para evaluar el impacto en la flora, se siguió la metodología descrita por (Chamba Muñoz, 2017). En cada parcela, se llevó a cabo una evaluación cualitativa basada en el estado de la cobertura vegetal. Esta evaluación se clasificó en tres categorías:

Afectación Ligera (0% a 25% de vegetación afectada): cuando solo se detectaron cambios de coloración en las hojas o en la base de las plantas de manera superficial.

Afectación Moderada (25% a 50% de vegetación afectada): cuando se observaron cambios de coloración en hojas, ramas y bases de las plantas debido al incendio.

Afectación Crítica (50% a 75% de vegetación afectada): cuando hubo un cambio de color en las partes aéreas de las plantas y una mortalidad significativa de ramas, hojas y la base de las plantas, lo que afectó los procesos fundamentales de estas.

5.2.3. Componente sociocultural

Para este aspecto se tomó como referencia los comentarios dados por los encuetados como percibieron los efectos (salud, seguridad, pérdidas económicas) post incendio forestal

5.3. Valoración de impactos ocasionados por incendios forestales.

Para calificar y valorar los impactos producidos por el incendio forestal en los distintos componentes ambientales se utilizó la matriz de importancia ambiental, un método

analítico, por el cual, se le puede asignar la importancia (I) a cada impacto ambiental posible (Vicente & Fernandez, 2010). Se asignó un valor de importancia a cada impacto y se valoró según el criterio de calificación detallado en la Tabla 9, la matriz toma valores comprendidos entre 13 a 100 puntos según su valoración.

Tabla 9

Modelo de Importancia de Impacto (Vicente & Fernández, 2010).

ELEMENTOS DE CALIFICACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA			
Naturaleza		Intensidad (i)	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Medial	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX) (Área de influencia)		Momento (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	8
Critica	12		
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)		Reversibilidad (RV)	
		Corto plazo	1
Fugaz	1	Medio plazo	2
Temporal	2	Irreversible	4
Permanente	4		
Sinergia (SI) (Potenciación de la manifestación)		Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF) (Relación causa-efecto)		Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \{Ec: 6\}$	
Recup. Inmediato	1		
Recuperable	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Una vez identificados los impactos se asignó una valoración de la siguiente manera: valoración menor a 25 puntos son considerados impactos leves (la afectación del mismo es irrelevante), de 25-50 son impactos moderados (No precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas), de 50-75 son impactos severos (requiere de medidas correctoras o protectoras) y aquellos que son superiores a 75 son considerados impactos críticos (perdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales). (Vicente & Fernandez, 2010)

5.4. Diseñar un plan de manejo ambiental

Una vez que se realice la caracterización de los componentes, la identificación y valoración de impactos ambientales producto del incendio forestal, se procedió a diseñar un plan de manejo para el área afectada. El plan de manejo ambiental constara de los siguientes programas: programa de prevención y mitigación, programa de señalización prevención de incendios, programa de capacitación, programa de contingencia, programa de monitoreo.

6. Resultados

El análisis de los resultados se los realizó en función de los objetivos planteados, donde se obtuvo la siguiente información.

6.1. Caracterización del área de estudio

Se caracterizó los componentes bióticos, abióticos y socioculturales que forman parte del área de estudio, donde se obtuvo que, la humedad relativa junto con la pendiente y la abundancia de especies leñosas del sector son los principales factores que influyen en los efectos generados por los incendios forestales

6.1.1. Caracterización climática

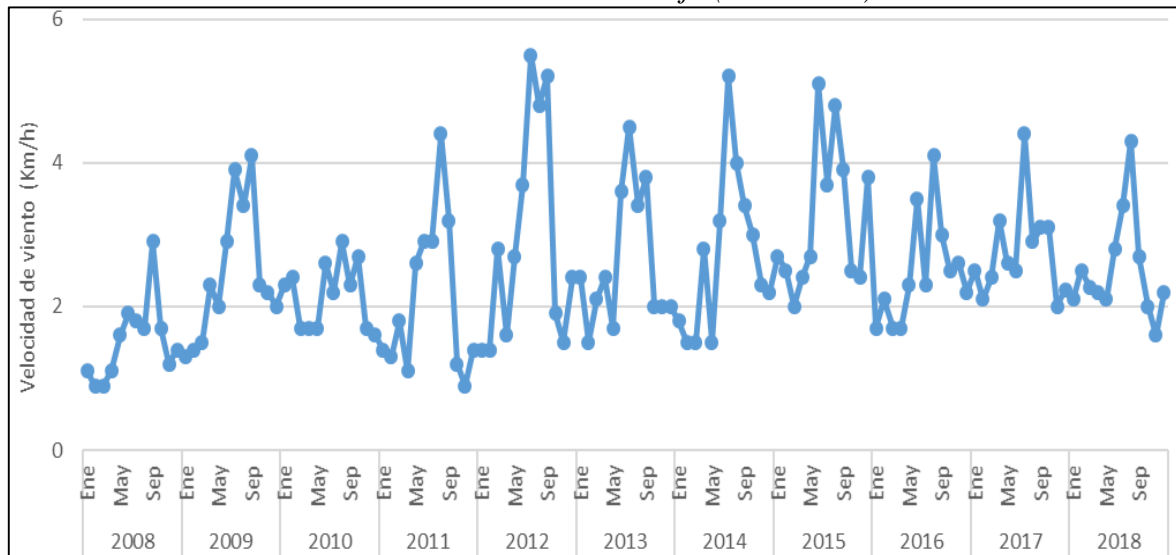
Los datos para la caracterización de los parámetros meteorológicos temperatura, velocidad de viento, precipitación media, humedad relativa, fueron obtenidos de la estación meteorológica La Argelia, los resultados se indican a continuación.

a) Velocidad de viento

La velocidad promedio del viento del periodo 2008 – 2018 es de 2,47 km/h, esto según la Escala Beaufort tendría una denominación de tipo ventolina, es decir, la dirección se puede apreciar por la dirección del humo, pero no por medio de veletas. (Bonilla, 2001)

Figura 8

Promedio anual velocidad de viento ciudad en la Loja (2008-2018)



Los meses de junio a septiembre son los meses de mayor intensidad de viento, siendo agosto el mes de mayor velocidad de viento teniendo un promedio de 3,70 km/h. Las velocidades de viento que se pueden producir en el mes van desde 1,70 km/h hasta 4,80 km/h, no obstante, la velocidad de viento sigue estando dentro de la denominación ventolina.

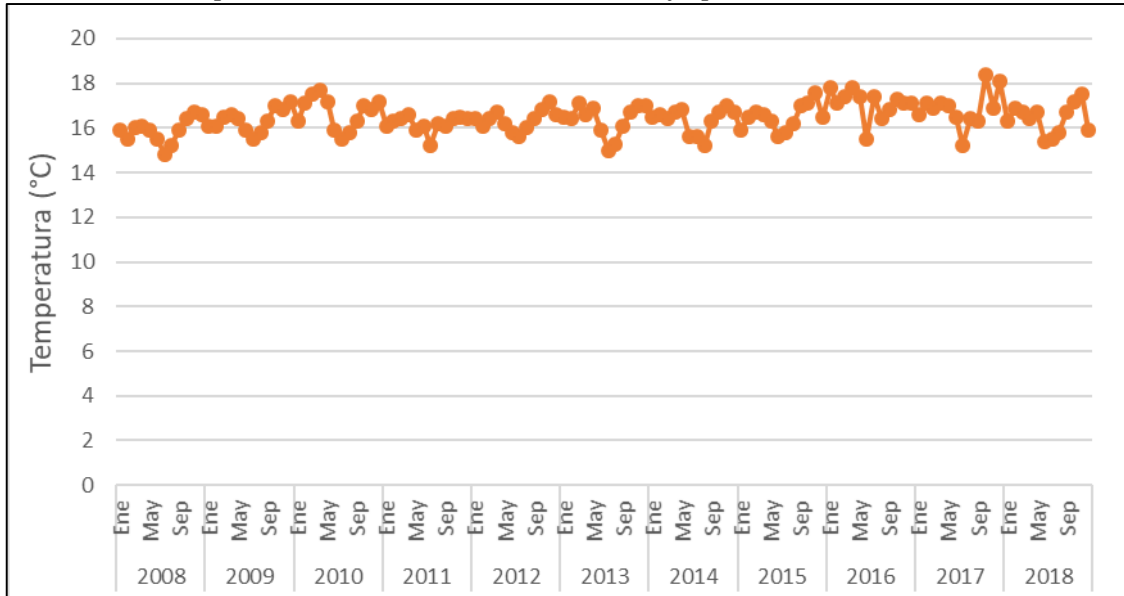
El viento tiende a aumentar la velocidad de propagación de los incendios forestales, los últimos incendios forestales ocurridos en la ciudad de Loja han sucedido en el mes de agosto (MAATE, 2016), por ende, el factor viento ha influido en la propagación y quema de varas hectáreas, además, el viento sumado al terreno escarpado dificulta que el cuerpo de bomberos controle o apague los incendios forestales.

b) Temperatura

Al realizar el análisis de la caracterización climática de la zona de estudio se llegó a obtener que el promedio de temperatura entre el periodo 2008 – 2018 es de 16,4 °C.

Figura 9

Promedio de Temperatura media anual ciudad de Loja periodo (2008 - 2018)

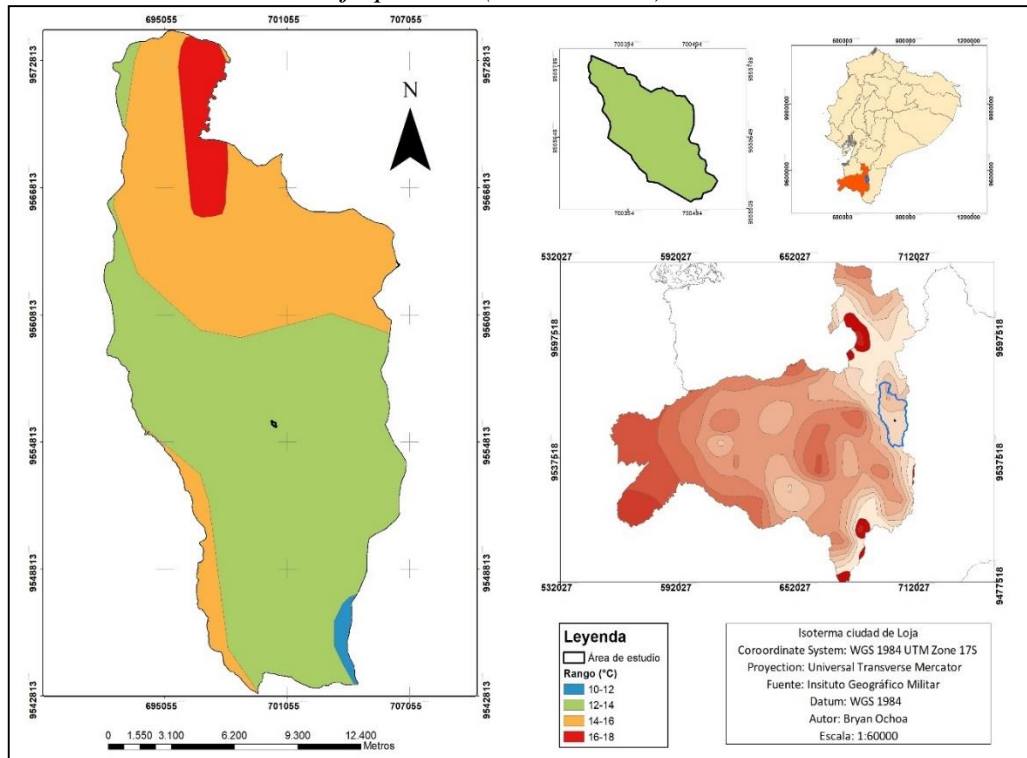


El promedio anual de temperatura del periodo (2008 – 2018) es de 16,41 °C, el año 2016 fue el año con mayor temperatura con un promedio de 17,09 °C, y el año de menor temperatura es 2008 con un promedio de 15,8 °C. Los meses de menor temperatura son junio, julio y agosto, alcanzando un promedio de 15,8 15,63 y 15,84 °C respectivamente. Los meses de mayor temperatura son: marzo, octubre, noviembre, teniendo un promedio de 16,73 17 y 16,94 °C respectivamente.

A mayor temperatura ambiente incrementan las posibilidades de que ocurran incendios forestales, las temperaturas que predominan en la ciudad de Loja son relativamente bajas como para que se generen incendios forestales de forma natural, los siniestros ocurridos en Yahuarcoma son producto de negligencia, es poca la influencia de la temperatura ambiental en la generación y comportamiento de los incendios forestales en esta zona.

Figura 10

Mapa de isoterma ciudad de Loja periodo (2000 – 2013)



Nota. Fuente: Instituto Geográfico Militar (2013); Elaboración: Autor.

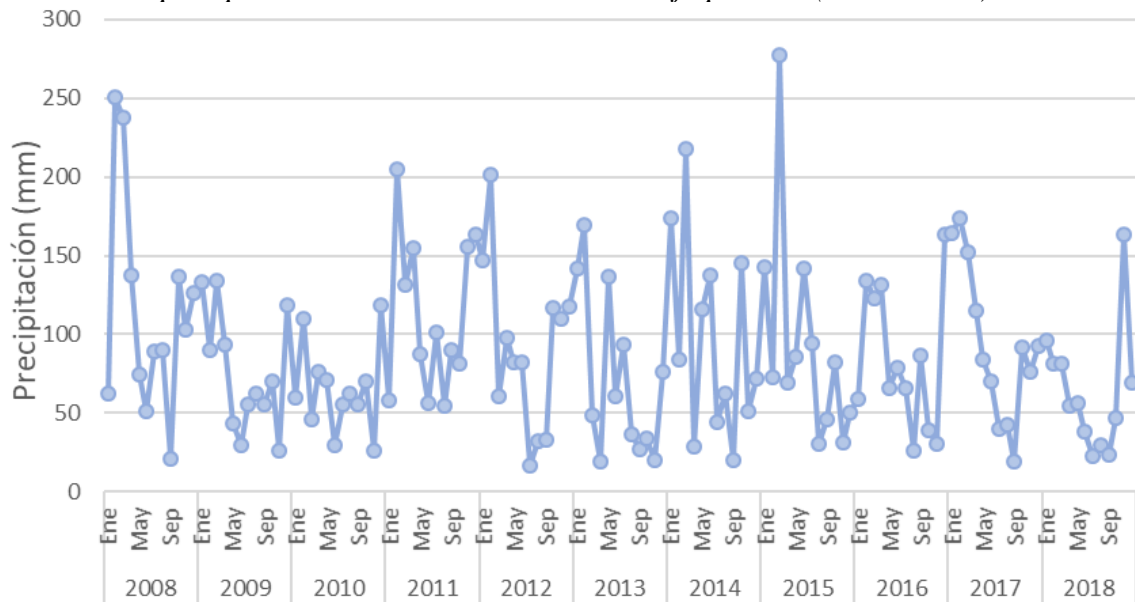
El mapa de isotermas, muestra que existe una evidente amplitud térmica en el cantón Loja, donde las mayores temperaturas se presentan al sur del cantón Loja, cuyos valores máximos están entre 16 y 18 °C. En la ciudad de Loja y en la zona de estudio se registran valores de temperatura de 12 a 14 °C, estas temperaturas no son adecuadas para la generación y propagación de los incendios forestales.

c) Precipitación.

La precipitación media anual del periodo (2008 – 2018) es de 87,13 mm siendo los años 2010 y 2018 los más secos teniendo una precipitación media de 62,70 y 63,53 mm, en comparación a los años 2013 y 2014 cuya precipitación fue de 115,03 y 111,55 mm. Los meses de mayor precipitación corresponde a los meses de diciembre y enero, teniendo un promedio de 164,99 y 254,39 mm respectivamente.

Figura 11

Promedio de precipitación media anual ciudad de Loja periodo (2008 - 2018)

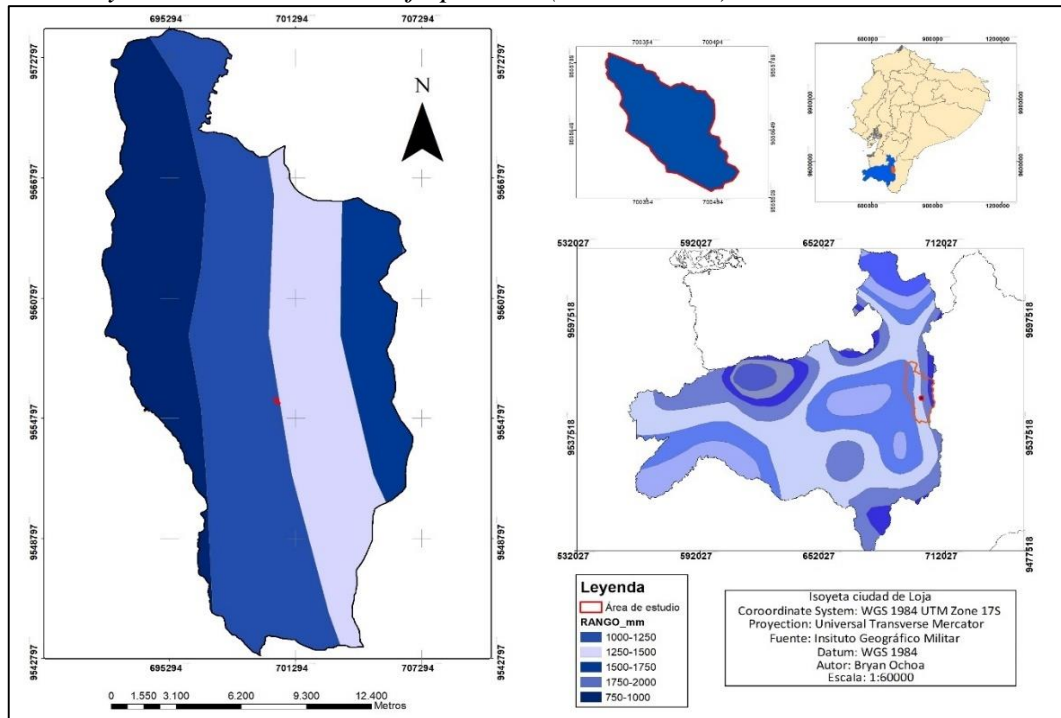


Los datos muestran que en el periodo (2008-2018) los meses de menor precipitación corresponden a julio, agosto y septiembre, teniendo un promedio de precipitación media mensual de 59,42; 46,45; 43,75 mm siendo septiembre el de menor precipitaciones.

Los incendios forestales que han ocurrido en los últimos años en la ciudad de Loja han tenido lugar en los meses de menor precipitación en específico en agosto, la precipitación es una variable que ha influido en la ocurrencia de incendios forestales y en su severidad, dado que, la precipitación ayuda a aumentar la humedad del suelo y la vegetación. Cuando el suelo y la vegetación tienen mayor humedad, es menos probable que se enciendan y que los incendios se propaguen.

Figura 12

Mapa de isoyeta de la ciudad de Loja periodo (2000 – 2013)



Nota. Fuente: Instituto Geográfico Militar (2013); Elaboración: Autor.

El área de estudio se encuentra a más de 2100 msnm, tiene una precipitación media anual de 87,13 mm y una temperatura media anual de 16,41 °C, con estos datos y según Barros & Troncoso, (2010) se puede afirmar que el clima del área de estudio corresponde a un tipo de clima templado. Cabe aclarar que los mapas de isotermas e isoyetas corresponde a un período distinto, puesto que, no fue posible obtener los datos necesarios para elaborarlos.

d) Humedad relativa

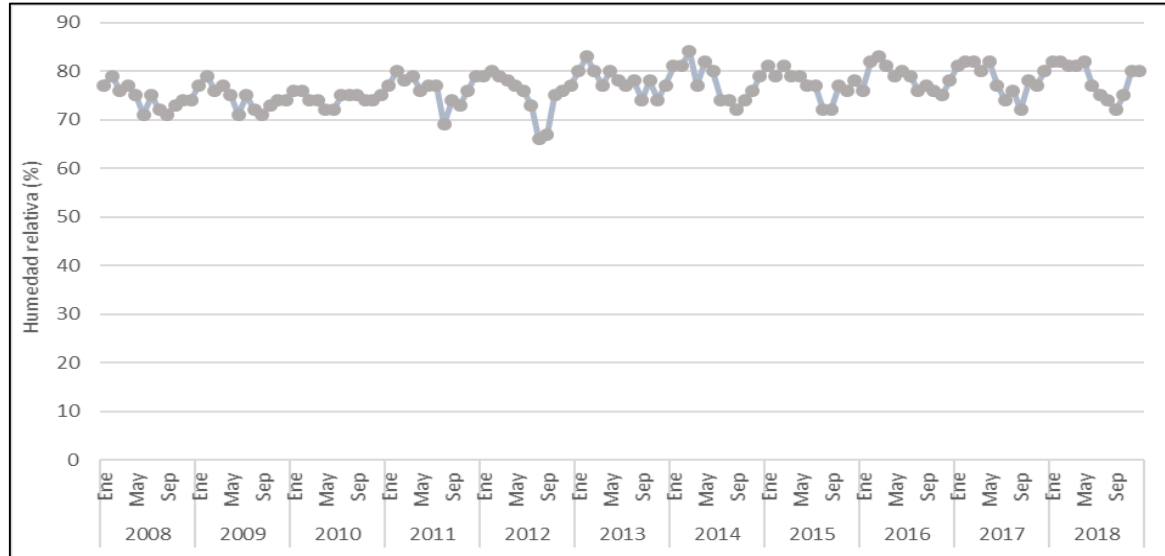
El promedio de humedad relativa media de los años 2008 a 2018 es de 76 %, este valor según Gabriela & Jaramillo, (2013) corresponde a una humedad relativa moderada. Los años de 2008 y 2009 son los de menor humedad relativa, con un promedio anual de 74 %, sin embargo, desde el 2016 la humedad relativa es constante con un promedio anual del 78 %, los meses de agosto y septiembre son los meses de menor humedad relativa teniendo un promedio de 70 y 72 %.

La humedad relativa es una variable que ha influido en la propagación y comportamiento de los incendios forestales, puesto que, los siniestros han ocurrido en el mes de agosto el mes con menor humedad relativa de todo el año. Mientras menor sea la

humedad relativa el material vegetal en los bosques tiende a secarse más rápidamente, favoreciendo la ignición, propagación, e intensidad de los incendios forestales,

Figura 13

Promedio de humedad relativa media ciudad de Loja periodo (2008 - 2018)



Nota. Fuente: Instituto Geográfico Militar (2013); Elaboración: Autor.

En el Ecuador la mayoría de incendios forestales son antrópicos y ocurren en la región Sierra, aunque son múltiples las variables meteorológicas que influyen en los incendios forestales, en el estudio de Pazmiño, (2019) donde se empleó el Índice de Peligro de Incendios Forestales (FFDI) se demostró que en la región Sierra la temperatura y la humedad relativa son los parámetros que más influyen en los incendios forestales, es decir, a mayor temperatura mayor riesgo de incendios forestales y mientras menos humedad relativa exista en el ambiente, el riesgo de incendios forestales aumenta.

6.1.2. Suelo

Una vez realizados los análisis respectivos, se determinó que las propiedades del suelo del área boscosa (afectada/no afectada) tienen las siguientes características.

Tabla 10

Cuadro resumen de las propiedades físicas y químicas del suelo

Muestras	Estado	Color en seco	Textura			pH	M.O (%)	N (%)	P (ppm)
			Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)				
I	No afectado	10YR5/3	40	40	20	4	3,4	0,27	24,2
III		10YR8/3	39	35	26	4,3	1,7	0,13	9,5
II	Afectado	10YR6/3	35	38	27	4,1	2,36	0,12	5,4
IV		10YR5/2	40	41	19	4,4	4,79	0,09	8,7

Fuente: el Autor

a) Color

El color del suelo en seco de las cuatro muestras varió entre marrón, marrón pálido, marrón muy pálido y marón grisáceo. Mientras que el color del suelo en húmedo se encuentra entre marrón, marrón amarillento claro y gris muy oscuro. El color marrón está muy asociado a estados iniciales a intermedios de modificación del suelo; se relaciona con condiciones de niveles medios a bajos de materia orgánica y un rango muy variable de fertilidad, en general se asocia con la ocurrencia de materia orgánica ácida parcialmente descompuesta y combinaciones de óxidos de Fe más materiales orgánicos. (Viani Ovalles, 2003)

b) Textura

Todas las muestras de suelo analizadas presentaron una base franca, según los resultados de la Tabla 10 la muestra II que corresponde al área afectada en comparación a las muestras I y III (áreas no afectada) fue la que presentaron un descenso en el porcentaje de arena y un aumento en el porcentaje de arcilla, este aumento en la arcilla provoca que el suelo retenga mayor humedad, según (Rosero & Osorio, 2013) la textura del suelo soporta altos niveles de temperatura y por lo general no se ven afectados por el fuego, a menos que se sometan a altas temperaturas en la superficie del suelo.

Tabla 11

Cuadro resumen de la media de las propiedades químicas del suelo

Área de muestreo	Variable	n	Media	Interpretación
Afectada	pH	2	4,25	Muy acido
	Materia Orgánica (%)	2	3,58	Medio
	Nitrógeno (%)	2	0,10	Bajo
	Fosforo (ppm)	2	7,05	Bajo
No Afectada	pH	2	4,15	Muy acido
	Materia Orgánica (%)	2	2,55	Bajo
	Nitrógeno (%)	2	0,20	Medio
	Fosforo (ppm)	2	16,85	Medio

c) Potencial Hidroxilo pH

El pH de todas las muestras se encuentra en la categoría muy ácido. Sin embargo, se observa que el promedio del pH en las muestras afectadas es ligeramente menos ácido en comparación con las muestras no afectadas. Las muestras II y IV que corresponden al área afectada tienen un pH de 4,1 y 4,4 la muestra IV es ligeramente menos acida que las muestras

I y III con un pH de 4 y 4,3 respectivamente.

d) Materia Orgánica (MO)

El promedio del contenido de materia orgánica en las muestras afectadas es del 3,56% lo que indica un contenido medio de materia orgánica. En contraste, en las muestras no afectadas el promedio es del 2,55%, señalando un contenido bajo de materia orgánica. Destaca la muestra IV de la zona afectada con el valor más alto de materia orgánica alcanzando un 4,79%. Este aumento en materia orgánica en esta zona podría deberse a la baja intensidad del incendio y a la contribución de materia vegetal volatilizada.

e) Nitrógeno (N)

El promedio del contenido de nitrógeno en el suelo del área no afectada es del 0,20%, lo que indica un contenido medio de nitrógeno, mientras que el promedio en el área afectada es del 0,10%, reflejando un contenido bajo de nitrógeno. Al analizar cada una de las muestras, se observa que las muestras del área afectada (II y IV) presentan concentraciones de nitrógeno significativamente más bajas en comparación con la muestra I, que registra un valor del 0,27%, caracterizado por su contenido medio de nitrógeno.

f) Fósforo (P)

El promedio de fosforo de las muestras de suelo del área afectada es de 7,05 ppm lo que indica que el contenido de fosforo en estos suelos es bajo, mientras que el promedio del área no afectada es de 16,85 ppm presentando un contenido medio de fosforo, al analizar cada una de las muestras II y IV (área afectada) tienen un contenido bajo de fosforo con valores de 5,4 y 8,7 ppm respectivamente, estas muestras son diferentes en comparación a la muestra I (área no afectada) la cual presenta un contenido alto de fosforo con un valor de 24,2 ppm.

6.1.3. Pendiente

Una vez realizado el mapa de pendientes se puede verificar que en la zona de estudio se encuentran tres tipos de pendientes en las que tenemos:

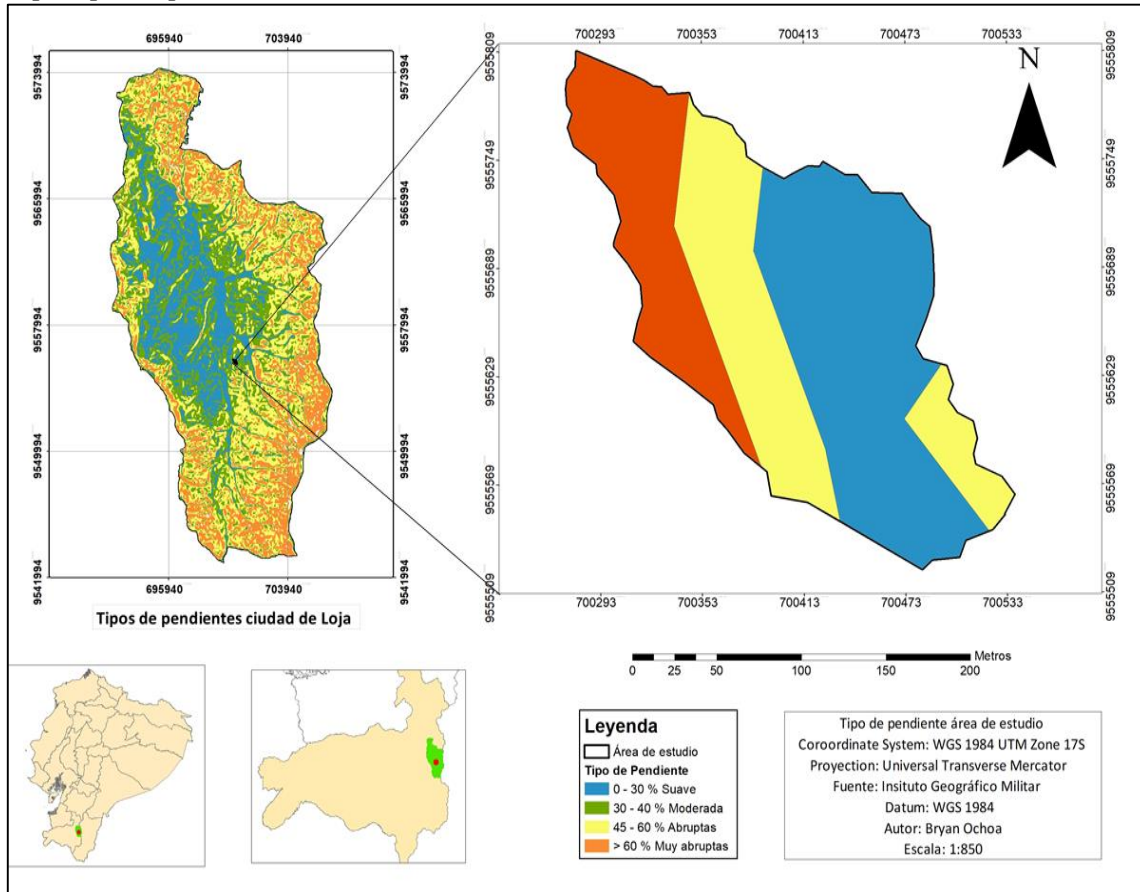
Pendientes de 0 – 30 % Suaves: presentan un bajo riesgo a los deslizamientos, remoción de suelo, erosión superficial y compactación.

Pendiente de 45 – 60 % Abruptas: el maderero y la construcción de caminos causan excesivo desplazamiento de suelo, fallas en taludes o erosión superficial, además, son sitios susceptibles a la degradación tienen uno o más niveles de alto riesgo

Pendientes > 60 % Muy abruptas: tienen muy alta o grave susceptibilidad a la degradación, presentan un grave riesgo a la erosión superficial o al desplazamiento, remoción y amasado del suelo

Figura 14

Mapa tipo de pendiente área boscosa barrio Yahuaruncuna



Nota. Fuente: Instituto Geográfico Militar (2013); Elaboración: Autor.

6.1.4. Hidrología

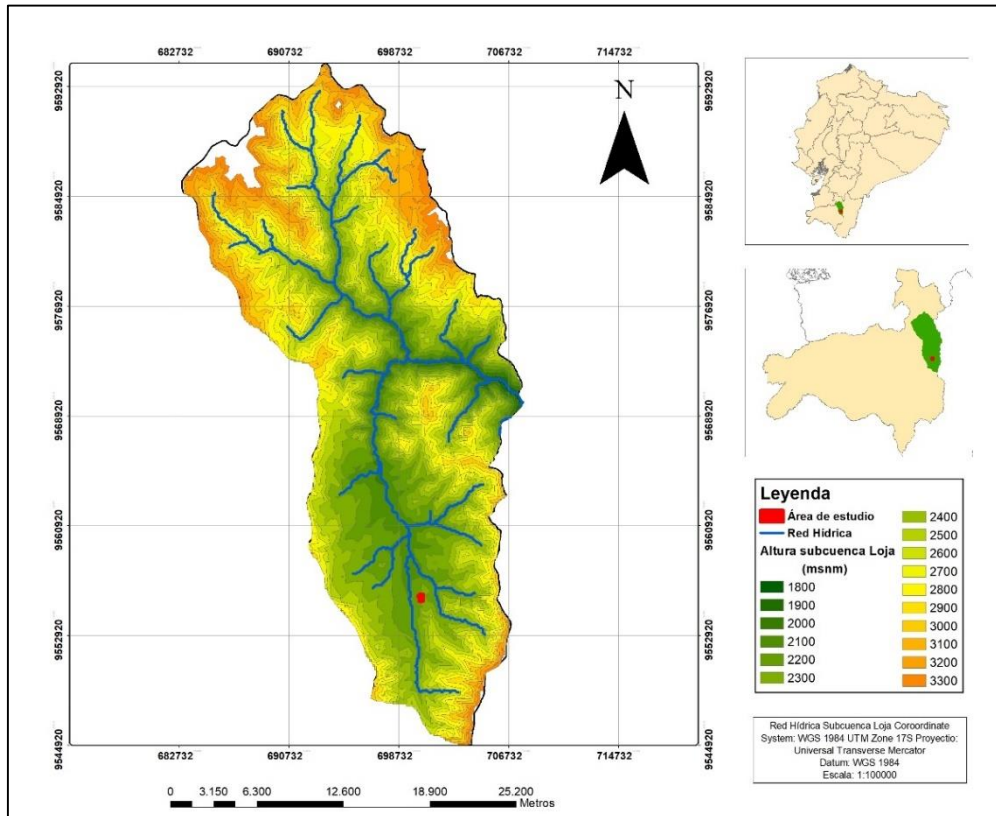
El área boscosa del barrio Yahuaruncuna pese a contar con una pendiente muy abrupta, no cuenta con flujos de agua constantes, es decir, que el flujo del agua ocurre siempre que haya precipitaciones constantes esto sucede por lo general en los meses de enero a marzo que según los datos del INAMHI son los meses con mayor precipitación.

Se determinó que la zona de estudio pertenece a la Subcuenca Zamora, esta subcuenca nace desde el nudo de Cajanuma a través de dos ríos pequeños: el Malacatos y el Zamora Huayco. Estos ríos se unen al norte de la ciudad de Loja, dando origen al río Zamora y engrosan su caudal recibiendo varios afluentes o quebradas. En la cuenca, existen 1823 concesiones con un caudal que suma 1723,64 m³/s una media de 0,94 m³/s. Los usos

principales son uso doméstico (44%), riego (33%) y abrevadero (22%). (PDOT provincia de Loja, 2014)

Figura 15

Mapa de la Subcuenca Zamora



Nota. Fuente: Instituto Geográfico Militar (2013); Elaboración: Autor.

6.1.5. Medio biótico

El medio biótico consta de especies de flora y fauna de ambientes antropizados, es decir, la zona afectada corresponde a una zona intervenida donde predominan especies de flora no nativas, de igual forma la fauna en su mayoría corresponde a especies generalistas.

a) Flora

Se determinó que la especie más relevante es el *Pinus pátula* (Schltdl. & Cham) con un IVI (Índice de valor de importancia) del 100%, el resultado del IVI sugiere que esta es la única especie arbórea que se encuentra en esta zona, no obstante, existen otras especies como *Alnus acuminata* (Kunth) y *Acacia macracantha* (Willd), sin embargo, el DAP de estos individuos fue menor a 15 cm.

Además, existen pequeñas áreas donde existe la presencia de eucaliptos, no obstante, estos individuos se encuentran en terrenos muy escarpados, por ello fue imposible considerar estas áreas en la zona de muestreo. Cabe mencionar que la especie *Pinus patula*

es una especie introducida, y según Oliva et al., (2016) esta especie absorbe una gran cantidad de agua, de igual forma, se ha demostrado que los sistemas con plantación de *Pinus patula* se da una acidificación significativa del horizonte superficial (0-15 cm) del suelo, siendo el valor promedio de pH 4,5 en suelos de plantaciones de *Pinus patula*., esto tiene implicaciones para la vegetación nativa, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Tabla 12
Índice de valor de importancia (IVI) estrato arbóreo

Familia	Nombre científico	N° de Individuos	DR%	FR%	DmR%	IVI
Pinaceae	<i>Pinus patula</i> (Schltdl. & Cham.)	66	100	100	100	100

Densidad relativa (DR). Frecuencia relativa (FR). Índice de valor de importancia (IVI). Fuente: el Autor

En cuanto al estrato arbustivo, la especie *Tibouchina laxa* (Desr.) Cogn. perteneciente a la familia Melastomataceae tiene un IVI de 89,49%, fue la especie que se presentó en la mayoría de parcelas a excepción de la parcela uno, la especie *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) de la familia Asteraceae tiene un IVI de 6,05%, la especie *Rubus niveus* Thunb tuvo un IVI de 4,71% continuando con la *Smilax aspera* L con un IVI de 3,68%, finalmente *Cestrum nocturnum* L. perteneciente a la familia Solanaceas fue la especie con menor IVI con 3,31%. Cabe mencionar que la mayor parte de especies arbustivas son especies generalistas, como es el caso de las especies *Tibouchina laxa* comúnmente conocida como Garra de diablo y *Baccharis latifolia*

Tabla 13
Índice de valor de importancia (IVI) estrato arbustivo

Familia	Nombre científico	Individuos	DR%	FR%	DmR%	IVI
Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn	21	80,75	97,74	73,38	82,25
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.).	2	7,7	0,9	9,55	6,05
Solanaceas	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	1	3,85	0,45	5,62	3,31
Smilacaceae	<i>Smilax aspera</i> L	1	3,85	0,45	6,74	3,68
Rosaceae	<i>Rubus niveus</i> Thunb	1	3,85	0,45	4,71	4,71
Total		26	100	100	100	100

Densidad relativa (DR). Frecuencia relativa (FR). Índice de valor de importancia (IVI). Fuente: el Autor

Con respecto a la abundancia y distribución, según la escala Braun-Blanquet (Ariza, 2013) la especie *Tibouchina laxa* (Desr.) Cogn. tiene un indicador de 2, ello implica que esta especie crece en pequeños grupos de pocos individuos o en pequeños céspedes. El resto de las especies arbustivas tienen un indicador R, es decir, que la cantidad de estos individuos es muy poca, por lo tanto, su cobertura es depreciable.

Tabla 14*Escala de abundancia y dominancia estrato arbustivo*

Familia	Nombre científico	Nombre común	Escala de abundancia
Rosaceae	<i>Rubus niveus</i> Thunb	Mora	R
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	R
Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn	Garra de diablo	2
Smilax	<i>Smilax aspera</i> L	Zarzaparrilla	R
Solanaceas	<i>Cesturm nocturnum</i> L.	Dama de noche	R

En el estrato herbáceo se encontraron diez especies pertenecientes a ocho familias, la especie que tiene mayor abundancia fue la *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon conocida comúnmente como Llashipa, tiene un indicador de 5, es decir, los individuos crecen en grandes poblaciones o matas extendidas, cabe destacar que esta especie es común en zonas intervenidas.

La especie *Alchemilla* sp tiene un indicador de 3 ello implica que los individuos de esta especie crecen en pequeñas manchas, cojines o grandes céspedes. Las especies de *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov, *Anthurium rigidifolium* Engl, *Melinis minutiflora* P.Beauv, tienen un indicador de 2, los individuos de estas especies crecen en pequeños grupos, a excepción de la especie *Paspalum* spp de la familia Poacea la cual tiene un indicador de 1, es decir, que esta especie crece de forma aislada. Los individuos pertenecientes a las familias Commelinaceae, Aizoácea, Fabaceae tienen un indicador de 1 y por último la especie *Puya eryngioides* André tiene un indicador R, es decir, la cobertura es depreciable.

Tabla 15*Escala de abundancia y dominancia estrato herbáceo*

Familia	Nombre científico	Nombre común	Escala de abundancia
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Llashiapa	5
Rosaceae	<i>Alchemilla</i> sp		3
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Kikuyo	2
Comelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Canutillo	1
Araceae	<i>Anthurium rigidifolium</i> Engl.		2
Aizoáceas			1
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.		2
Bromeliaceae	<i>Puya eryngioides</i> André	Puya	R
Poaceae	<i>Paspalum</i> sp	Yerba	1
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC.		1

b) Fauna

Debido a lo cerca que se encuentra la zona urbana del área boscosa, se encontró que la gran mayoría de fauna del sector corresponden a especies generalistas, es decir, adaptadas a un nicho ecológico amplio.

Mamíferos

El trampeo se realizó desde el 2 hasta el 6 de marzo del 2022, durante este periodo únicamente se pudo capturar a un individuo de la especie *Didelphis pernigra* (Allen, 1900), cabe destacar que la especie se la capturo fuera del afectada, sin embargo, según la entrevista realizada a los moradores del barrio Yahuarcoma afirman que han observado diferentes especies de mamíferos en el área boscosa del barrio.

Según los entrevistados las especies de *Didelphis pernigra*, *Didelphis marsupialis*, *Mus musculus* y *Rattus norvegicus* suelen ser observadas en los alrededores del área boscosa, en especial en aquellas zonas donde existe presencia de basura, además, los entrevistados afirmaron que las especies *Conepatus semistriatus*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Coendou rufescens* y la especie de la familia Sciuridae han sido observadas en los alrededores del sendero de la parte alta, en el áreas donde la pendiente no es muy pronunciada .

Tabla 16

Mamíferos observados por los moradores del barrio Yahuarcoma

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i> (Allen, 1900)	Guanchaca
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i> (Linnaeus, 1758)	Guanchaca
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus spp.</i>	Ardilla
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou rufescens</i> (Gray, 1865)	Puerco espín de cola corta
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus 1758)	Conejo
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i> (Boddaert, 1784)	Zorrillo Rayado
Rodentia	Cricetidae	<i>Mus musculus</i> (Linnaeus, 1758)	Ratón común
Rodentia	Cricetidae	<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	Rata domestica

c) Aves

La mayor parte de aves observadas son comunes de la hoya de Loja, es decir, son especies que se han adaptado a zonas donde existe población humana o áreas que han sido intervenidas, en este caso el tipo de ecosistema que se han adaptado es a un bosque de *Pinus pátula*. Cabe destacar que la mayor parte de las aves observadas fue en el punto uno, este punto corresponde a la entrada al sendero de la cruz de Yahuarcoma, en el punto dos solo se pudo observar a la especie *Zenaida auriculata*, y en los puntos tres y cuatro se pudo observar a las especies *Atlapetes latinuchus*, *Tyto alba* y *Patagioenas fasciata*. La mayor parte de las especies observadas, son especies generalistas ello implica que se pueden adaptar rápidamente a cambios en los ecosistemas.

Tabla 17
Aves presentes en la parte alta del Barrio Yahuarcoma

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i> (Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Mirlo
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i> (Swainson, 1837)	Shucaca
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	Paloma común
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i> (Say, 1823)	Paloma Collareja
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiotheretes fumigatus</i> (Boissonneau, 1840)	Atrapamoscas
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	Lechuza Campanaria
Passeriformes	Emberizidae	<i>Atlapetes latinuchus</i> (Du Bus, 1855)	Matorralero
Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus cinnamomeus</i> (Lesson, 1844)	Hornero Patipálido/Chilalo
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	Golondrina
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1783)	Gallinazo Negro
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i> (Müller, 1776)	Chingolo

6.1.6. Sociocultural

La encuesta se aplicó a 234 personas una por vivienda del barrio Yahuarcoma. La encuesta se la realizó entre los meses de diciembre de 2021 y enero de 2022, con ello se presenta el análisis de los resultados de cada una de las preguntas.

Con respecto a la pregunta 1, que hace referencia a que, si tiene usted alguna vinculación con el medio forestal, la mayoría de encuestados, es decir, el 70,51 % mencionaron que no tienen ninguna vinculación con el medio forestal, el 29,49 % del total de encuestados afirmo tener alguna vinculación con el medio forestal.

En la pregunta 2, se menciona si la respuesta anterior fue afirmativa indique como

esta vinculo al medio forestal. Del 29.49 % de los encuestados que afirmaron tener vinculación con el medio forestal el 15.81 % indicaron que estaban vinculados al medio forestal en su mayoría expresaron que tienen fincas, otros encuestados afirmaron criarse en zonas rurales donde aprendieron la utilidad de las plantas para el desarrollo de su comunidad y familia.

El 11,11 % afirmaron que trabajan o trabajaron en el sector forestal/ganadero, es decir, saben la importancia que tienen los árboles para que el ganado se desarrolle de forma más eficiente, además manifestaron que la sombra que producen los árboles es de gran ayuda para el ganado, ya que disminuye el estrés que sufren los bovinos por efecto del calor. Cuatro entrevistados que corresponden al 1,71 % afirmaron trabajar en el sector forestal turísticos (ecoturismo). Por último, dos encuestados que corresponde al 0,86 % afirmaron que uno es empresario del sector forestal y el otro encuestado afirmo ser empresario ganadero.

La pregunta 3, hace referencia, si considera que los incendios forestales son un problema en la ciudad de Loja, solo el 4,27 % de los encuestados afirmaron que no consideran que los incendios forestales sean un problema para la ciudad de Loja, mientras que el 95,73 % de los encuestados indicaron que, si es un problema para la ciudad de Loja, manifestaron que los incendios forestales afectan tanto al ambiente como a la salud de las personas.

Continuando con la pregunta 4 la cual manifestó que, si en los últimos años ha ocurrido algún incendio forestal en la zona donde reside, solo el 2,56 % indicaron que en la zona donde residen no ha ocurrido algún incendio forestal, y un 97,44 % de afirmaron que han ocurrido incendios forestales en los últimos años.

En la pregunta 5, se hace mención a qué meses considera que se producen los incendios cerca de su barrio o comunidad. Los encuestados expresaron que los incendios forestales generalmente se dan en época de verano, es decir, cuando las precipitaciones son bajas y con una temperatura un tanto elevada en comparación a otros meses.

De los 234 encuestados, el 64,96 % expresaron que el mes de agosto generalmente se producen estos incendios, seguido del 34,19 % de los encuestados manifestó que septiembre es el mes donde se generan estos siniestros, el 32,91 % indicaron que julio es el mes de los incendios, el 16,24 % afirman que en el mes de junio es el mes donde se producen

los incendios y el 10,20 % menciona que en octubre ocurren los incendios forestales.

La pregunta 6 se mencionó cada cuantos años ocurren los incendios forestales cerca de su barrio. El 76,45 % de los encuestados manifestaron que los incendios forestales se suelen producir una o dos veces por año, mientras que el 6,95 % afirmaron que se producían más de tres veces por año. El 10,04 % menciona que los incendios forestales ocurren cada cinco años e incluso mucho más tiempo. Solo el 6,56 % expreso que estos incendios suelen ocurrir cada tres años.

La pregunta 7, hace referencia a cuáles son las causas más frecuentes de los incendios forestales en la zona donde vive, en este caso el 45,01 % de los encuestados aseveró que los incendios forestales son intencionados, mientras que el 34,04 % de encuestados manifiesta que estos, siniestros es producto de la negligencia. El 11,68 % expresa que los incendios forestales son accidentales y solo el 8,26 % de los encuestados considera que los incendios son producidos de forma natural

La pregunta 8, hace referencia a los incendios intencionados y cuáles son las motivaciones de las personas a provocar los incendios forestales, el 47,37 % de los encuestados afirmó que es producto del vandalismo. El 23,95 % menciona que los incendios forestales intencionados son producto de pirómanos, es decir, aquellas personas que tienen un trastorno del control de los impulsos caracterizado por la compulsión recurrente de provocar incendios. (Heredia Martínez, 2018).

El 11,58 % de encuestados, menciona que es por venganza, mientras que el 14,47 % de encuestados afirmaron que existen otras actividades mencionaron que por lo general existen personas que se dirigen a los bosques para consumir alcohol, drogas y en ese estado de inconsciencia provocan incendios, otros comentaron que producto de la basura como botellas de vidrio que las personas dejan en el trayecto del sendero se suelen provocar estos incendios. Solo el 1,58 % menciona que los incendios son producto de conflictos con la propiedad o la gestión del monte y el 1,05 % afirmó que los incendios son producto de actividades ganaderas.

En la pregunta 9, se manifiesta si ha recibido información sobre los impactos que generan los incendios forestales. El 60,26 % de los encuestados expresan que no poseen de información sobre los impactos que generan los incendios forestales sobre los ecosistemas,

mientras que el 39,74 % afirma tener suficiente información para reconocer los impactos que pueden tener estos siniestros sobre los ecosistemas.

La pregunta 10 hizo referencia a cuáles son las consecuencias que tiene un incendio forestal, donde se pidió al encuestado que señale el grado que considere 1 (leve), 2 (grave) y 3 (crítico/muy grave). El 51,71% de los encuestados afirmó que los siniestros afectan la economía del sector por lo cual lo califican como grave, mientras que el 33,76% menciona que las consecuencias sobre son leves. Solo el 14,53% de los encuestados afirma que las consecuencias sobre la economía del sector son muy graves.

Con respecto a las consecuencias de los incendios forestales sobre la flora el 58,97 % de los encuestados afirma que las consecuencias sobre este medio son graves y el 40,60 % consideran los efectos del fuego sobre la flora como crítico, según lo expresado por los encuestados, Solo el 0,43% afirma que los incendios causan leves consecuencias sobre la flora.

En cuanto al paisaje y recurso maderero el 62,82% de los encuestados consideran que las consecuencias son graves, además, el 34,62 % de encuestados considera críticas las consecuencias de los incendios sobre el paisaje, es decir, aseguran que el paisaje se ha visto gravemente afectado, el 2,56% considera leves a las consecuencias de los incendios forestales sobre el paisaje y recurso maderero.

Con respecto a la fauna el 55,13% de los encuestados expone que son graves las consecuencias, los encuestados afirmaron que los animales pierden su habitat, y muchos animales mueren por efecto de las llamas. El 44,02% de encuestados afirma que son críticas las consecuencias que producen los incendios forestales sobre la fauna. Solo 0,85 % señalan que son leves las consecuencias sobre la fauna

En cuanto a la calidad de aire el 58,55% de los encuestados expresaron que son graves las consecuencias de los incendios sobre el aire, según lo expresado por los encuestados se emiten grandes cantidades de humo a la atmosfera, además, el humo tiende a dificultar la respiración, así como la visión. El 38,03% consideran que son críticas las consecuencias de los incendios forestales sobre el aire, ya que afectan la calidad del aire e interfiere con las actividades cotidianas de los moradores del barrio Yahuarçuna. Solo el 3,42% expresan son leves las consecuencias de los incendios sobre la calidad de aire.

Con respecto a las consecuencias sobre el suelo el 51,28% de los encuestados expresaron que las consecuencias son graves, el 23,50% de los encuestados expresan que las consecuencias sobre el suelo son críticas, mientras que el 25,21% de encuestados consideran que las consecuencias de los incendios forestales sobre el suelo son leves, ya que, según su punto de vista la quema del suelo se la realiza en la agricultura por consiguiente no creen que genere grandes consecuencias hacia este elemento.

En referencia al agua el 52,56% de los encuestados afirman los incendios forestales son graves consecuencias sobre el agua. El 23,50 % considera que son críticas las consecuencias sobre el agua, argumentando que las cenizas contaminan a los ríos, quebradas, lagos, etc. Mientras que el 26,50% de los encuestados consideran que las consecuencias son leves ya que en las cercanías del barrio carece de ríos o quebradas y mencionan que no creen que las cenizas que llegaron tanto al río Malacatos y al río Zamora generen algún efecto negativo.

Con respecto a la salud de las personas el 55,56% de los encuestados expresaron que las consecuencias de los incendios forestales sobre la salud son críticas, ya que durante el incendio les han generado ardor en los ojos, falta de visibilidad, problemas al respirar, etc. El 41,45% afirma que las consecuencias son graves y el 2,99% expresan que las consecuencias son leves, ya que, consideran que los incendios forestales no generan efectos sobre la salud, más que un ligero problema al momento de respirar

La pregunta 11, hace referencia si de alguna manera los encuestados se han visto afectados por los incendios forestales. El 41,45% afirmó que se han visto afectados por los incendios forestales, señalando al humo como factor que más daños o afecciones tiene sobre la salud. Mientras que más de la mitad de los encuestados, es decir, el 58,55% expreso no haberse sentido afectado por los incendios forestales.

Con respecto a la pregunta 12 se menciona cuáles son los problemas que se han presentado producto de los incendios forestales, del 41,45 % que manifestaron haber sido afectados el 28,41 % de estos afirmaron que se sintieron afectados en la salud, ya que, el humo generado por los incendios les dificultaba y causaba molestias al momento de respirar, además, impedía realizar sus actividades con normalidad.

El 7,35 % de encuestados fueron afectados a nivel económico, ya que, producto de

los incendios forestales, las cenizas y el humo dañaron o alteraron varios inmuebles de las viviendas, prendas de vestir, artículos electrónicos, entre otros. Solo el 4,68 % de los encuestados afirmó que algunos de sus vecinos o familiares tuvieron que desalojar las viviendas por riesgo a incendiarse debido a la cercanía de estas viviendas con el bosque, cabe señalar que los moradores del sector especificaron que es la primera vez que se han visto obligados a tomar estas acciones.

La pregunta 13, se menciona si conocen la institución a la cual acudir para denunciar un incendio intencionado, el 45,30% afirmó saber el número de emergencias al cual denunciar los incendios intencionados, sin embargo, fueron muy pocos encuestados que sabían la institución a cargo de manejar estas denuncias, siendo está el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). El 54,70% desconocían el número de emergencia al cual deben llamar para denunciar los incendios intencionados, de igual forma, desconocen la institución a cargo.

En la pregunta 14 se hace referencia si los entrevistados están suficientemente informados sobre los incendios que ocurren en su comunidad y sus consecuencias. El 63,25 % de los encuestados desconocen sobre la ocurrencia de los incendios en su comunidad y las consecuencias que estos generan al ambiente, no obstante, el 36,75% afirmó conocer las consecuencias que tienen los incendios forestales tanto para el ambiente como para su comunidad.

Solo al 36,75 % que afirmaron tener conocimiento de las consecuencias que generan los incendios forestales se les aplicó la pregunta 15 donde se refiere a cuáles son los medios de donde obtiene la información sobre los incendios forestales, el 15,35 % expresó que es a través de redes sociales, blogs, sitios de noticias, entre otros. El 10,16 % manifestó que la información la obtiene por medio de la prensa, el 4,97 % expresa que es la radio obtiene la información, el 7,69 % indica que las informaciones obtenidas provienen de otras fuentes como conversatorios con familiares, amigos, moradores del sector, etc. El 2,38 % restante afirma que las fuentes de información son por medio de administración central, gobierno regional y tácticos,

Finalmente, la pregunta 16, se refiere a cuáles son las medidas que considera más eficaces para reducir los incendios forestales la primera medida consiste en generar sanciones más severas para quienes provocan los incendios, es decir, legislación. El 9,40 %

de los encuestados considera a esta medida muy eficaz, el 39,32% señala como eficaz a esta medida, según su punto de vista si las multas por ocasionar un incendio fuesen altas las personas dejarían de causar incendios.

Por el contrario, el 21,79 % de encuestados manifestó que esta medida es poco eficaz y el 29,49 % afirmaron que esta medida es nada eficaz, según lo expresado por los encuestados la gente que provoca estos incendios no les importa este tipo de consecuencias, además, que son pocas las probabilidades de encontrar al responsable de ocasionar los incendios forestales.

La siguiente medida trata sobre la educación ambiental el 21,79 % de los encuestados consideran que esta muy eficaz. El 56,84% creen que esta medida sería eficaz, los encuestados mencionan que a través de la educación ambiental disminuiría la cantidad de incendios forestales, el 13,68 % consideran que esta medida sería poco eficaz y el 7,69 % señalan a esta medida como nada eficaz

Otra de las medidas es medidas a través de campañas publicitarias (TV, radio, carteles, trípticos, etc.) que aporten información sobre los incendios forestales. El 49,57% considera que sería eficaz y el 3,42 % señalan a esta medida como muy eficaz, mientras que el 33,33 % de los encuestados considera a esta medida poco eficaz y el 13,68 % nada eficaz, los encuestados expresan que estas campañas sería una medida momentánea, ya que, si no se realizan de forma constante las personas perderían el interés en estas campañas.

La siguiente medida es el diálogo y conciliación de intereses, el 39,32% considera a esta medida eficaz, el 2,56 % señalan a esta medida como muy eficaz, mientras que el 36,75% expresan que esta medida sería poco eficaz y un 21,37% manifiestan que esta actividad resulta ser nada eficaz. Un gran porcentaje de los encuestados creen que esta medida tendría varios inconvenientes, el principal problema sería, que rara vez se ponen de acuerdo en algún tema y son muy pocas las personas interesadas en asistir a este tipo de reuniones, conversaciones, diálogos, etc.

Con respecto a las medidas de prevención pasivas/reactivas (implementación cortafuegos y las balsas de agua), el 39,74% de los encuestados expreso que esta sería una medida eficaz, el 7,69 % consideran a esta medida como muy eficaz. Mientras que el 29,49% de encuestados considera a esta medida poco eficaz y el 23,08% de encuestados nada eficaz,

los encuestados mencionaron que es muy poco probable que el municipio de Loja ejecute estas medidas debido a que demandaría un gran presupuesto.

En cuanto a la medida de gestión del monte (creación de cortafuegos y franjas de seguridad, gestión de combustibles, restricciones durante condiciones secas y ventosas) El 41,45% de los encuestados menciona que sería eficaz para reducir los incendios forestales en el barrio Yahuarquina, el 3,85 % señaló que esta medida sería muy eficaz. El 32,91 % de encuestados consideran a esta medida nada eficaz y el 21,79 % mencionan que es poco eficaz a esta medida, ya que, en la actualidad el Municipio de Loja carece del personal suficiente para que realice estas acciones, además, debido al relieve de la zona sería una medida muy difícil de ejecutar

Por último la medida de incrementar los medios y el personal que actúa en extinción de incendios, el 55,56 % de los encuesta consideran a esta medida eficaz, el 34,19% de los encuestados consideran muy eficaz, los encuestados mencionan que si en la ciudad existiera una mayor cantidad de personal capacitado y equipo adecuado para este tipo de eventos se reduciría la cantidad de incendios forestales que ocurren en la ciudad, ya que, se podría controlar y extinguir los incendios antes que estos generen afecciones al ambiente y a la población cercana. Solo el 7,69 % considera a esta medida poco eficaz y el 2,56% de encuestados señala a esta medida como nada eficaz.

6.1.7. Determinación de los efectos generados por los incendios forestales en el área boscosa del barrio Yahuarquina

Los incendios forestales que se producen en el área boscosa del barrio Yahuarquina en su mayoría son de tipo superficial, sin embargo, en sectores con pendientes moderadas los incendios superficiales se han transformado en incendios subterráneos, ya que afectaron a las raíces de los árboles, además, en otras zonas las llamas han alcanzado una gran altura llegando a las copas de los árboles lo que demuestra que en varias existe incendios de tipo aéreos o de copa. A continuación, se presentan los efectos que han generado los incendios forestales sobre los distintos componentes.

a) Componente abiótico

Con respecto al suelo los incendios han causado modificaciones en los primeros centímetros del suelo, ya que no se observaron raíces a esta profundidad solo material carbonizado tal y como se observa en la figura 16, mientras que el suelo es oscuro en los 2 a 3 cm, pasados estos centímetros el suelo vuelve a cambiar de color, estos resultados

muestran que el suelo ha sufrido una afectación profunda.

Figura 16

Impacto de los incendios forestales sobre la flora



El suelo en los primeros cm aún existe presencia de ceniza, y material carbonizado, lo que indica que el pH se ha modificado durante la combustión como consecuencia de generación de gran cantidad de cenizas y se reduce la formación de ácidos orgánicos. Esto indica que el pH de los primeros centímetros del suelo es mucho más ácido que el pH del suelo a 15 cm de profundidad, es decir, los incendios forestales han modificado el pH de los primeros centímetros del suelo, mientras que a 15 cm de profundidad no existe una gran diferencia entre los valores del pH de las muestras afectadas en comparación a las muestras no afectadas.

Con respecto a los efectos de los incendios forestales sobre la materia orgánica, existe diferencia entre las concentraciones de materia orgánica del área afectada y no afectada. El área afectada preséntela niveles medios de MO, mientras que el área no afectada posee concentraciones bajas de MO, el incremento en el contenido de materia orgánica es debido al aporte de material vegetal volatilizado.

Los incendios forestales han provocado una disminución en el contenido de

nitrógeno y fósforo en el suelo a 15 cm de profundidad, puesto que, existe una diferencia en el contenido de estos elementos entre el área afectada y no afectada. La pérdida en la cantidad de nitrógeno del área afectada se puede deber a la susceptible volatilización del nitrógeno.

La pérdida de fósforo se puede dar por el aumento de temperatura del suelo lo que produce la volatilización del fósforo en forma de gases, como óxidos de fósforo, otra razón puede ser causa de la lixiviación la falta de vegetación post incendio provoca que el agua de lluvia arrastre los nutrientes disueltos en el suelo hacia capas más profundas.

b) Componente biótico.

La flora es el componente que siempre se ve afectado cuando ocurren los incendios forestales, del 50 al 75 % de los árboles adultos presentan daños estructurales en la corteza del tronco, ramas y hojas, el daño se extiende desde 0 a 5 m de altura en la mayoría de *Pinus pátula*, sin embargo, en ciertos pinos el deterioro se ha extendido hasta llegar a la copa de los árboles, mientras que la totalidad de los árboles más jóvenes han muerto debido al incendio forestal, los resultados muestran que los efectos sobre el estrato arbóreo son críticos

Figura 17

Impacto de los incendios forestales sobre la flora



En cuanto al estrato herbáceo al igual que los árboles más jóvenes, parecen haber muerto durante el incendio, aunque los arbustos requieren un menor tiempo para

desarrollarse, son pocas las especies arbustivas encontradas en la zona a excepción de la especie *Tibouchina laxa*, los efectos sobre el estrato arbustivo son críticos. Estos resultados muestran que los incendios afectaron el desarrollo de las especies arbustivas, los estragos de los incendios forestales aún son perceptibles pese haber transcurrido más de 18 meses desde el último siniestro.

Figura 18

Daños en troncos y raíces de Pinus pátula



Cabe mencionar que los incendios han afectado las raíces de los varios árboles, lo que ha debilitado la estructura de las raíces provocando el colapso de varios pinos. La gran mayoría de *Pinus pátula* supera los 15 metros de altura, y debido a la cercanía entre individuos, si uno de estos pinos cae puede afectar a otro individuo dificultando el desarrollo normal e incluso facilitando que este individuo colapse.

c) Sociocultural

Los principales efectos que fueron percibidos por los habitantes del barrio Yahuaruna ocurrieron durante los siniestros, con respecto a los efectos post incendio prácticamente la totalidad de los encuestados afirmaron que una vez que se extinguieron los incendios forestales los efectos negativos a la salud, visibilidad, seguridad y calidad del aire

cesaron. Cabe mencionar que según los encuestados la presencia de malos olores se mantuvo por unos cuantos días después del siniestro.

6.2. Identificación y valoración de los impactos ambientales

Basados en los resultados obtenidos en la caracterización de los diferentes componentes se han identificado 27 impactos ambientales negativos que se presenta en la parte alta del barrio Yahuaruna, los impactos ambientales fueron evaluados post incendio.

Tabla 18
Matriz de importancia post incendios forestales

VALORACIÓN CUALITATIVA DE LOS IMPACTOS		Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Flora	Perdida de especies arbustivas y arboles	(-)	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	68
	Modificación de la vegetación	(-)	4	4	4	4	4	2	4	4	4	8	54
	Proliferación de especies pirófitas	(-)	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4	48
Fauna	Alteración de la cadena trófica	(-)	4	8	4	4	4	2	4	4	4	8	62
	Perdida de especies	(-)	4	8	4	4	4	2	4	4	4	8	62
	Afectación de los nichos ecológicos	(-)	4	8	4	4	1	2	4	4	2	4	53
	Desplazamiento de la fauna	(-)	8	8	4	2	4	2	4	4	2	4	66
	Alteración directa de la fauna	(-)	8	8	4	2	4	2	4	4	2	4	66
Aire	Generación de material particulado	(-)	2	2	4	2	2	2	1	4	1	2	28
	Contaminación por CO ₂ y otros gases	(-)	2	2	4	2	2	2	1	4	1	2	28
	Disminución de la visibilidad por humo	(-)	1	1	4	2	1	4	1	4	1	1	23
	Malos olores	(-)	2	1	4	2	1	1	1	1	1	2	21
Suelo	Disminución de la materia orgánica	(-)	2	4	2	1	2	1	1	1	1	2	25
	Elevaciones la temperatura	(-)	8	4	4	1	1	2	1	4	1	1	47
	Alteración del pH	(-)	2	4	2	2	2	1	1	4	2	4	32
	Perdida de la micro y macro fauna	(-)	4	4	4	2	2	1	4	4	2	4	43
	Perdida de nutrientes (N, P)	(-)	4	4	4	2	2	4	1	4	1	4	42
	Erosión	(-)	2	4	4	2	2	2	1	4	1	2	32
Agua	Modificación del régimen hídrico	(-)	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	16
	Perdida de la calidad del agua	(-)	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	30
	Perdida de la cantidad de agua	(-)	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	16
Medio Económico	Perdida recursos forestales	(-)	8	8	4	4	4	2	4	4	2	4	68
	Afectación al turismo	(-)	4	4	2	2	2	1	1	4	1	2	35
Humano	Afectación de la salud	(-)	4	4	2	2	1	1	1	1	2	2	32
	Calidad de vida	(-)	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	23
	Seguridad	(-)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
Paisaje	Deterioro del paisaje	(-)	8	8	4	4	4	4	1	4	2	4	67

6.2.1. Valorización de impactos componente biótico

Los impactos generados post el incendio forestal, alteró la flora del sector, provocado la pérdida de especies árboles, arbustivas y herbarias, considerando con un valor de 4 (extenso) a la extensión del impacto e intensidad de 8 (muy alta), además, que las especies arbóreas les tomara más de cinco años en recuperarse del impacto generado por los incendios forestales, se valoró con 68, el impacto es severo.

Con respecto a la modificación de la vegetación, las secuelas post incendios se ven reflejadas en la proliferación de especies herbáceas en zonas donde existían especies arbustivas y árboles jóvenes. La intensidad se valorizó con 4 (alta), la proliferación de especies herbáceas dificulta el desarrollo de las nuevas especies arbóreas y arbustivas, de acuerdo a la matriz de importancia se valoró con 54 (impacto severo) la importancia de este impacto.

En referencia a la proliferación de especies pirofitas los incendios forestales han provocado que la especie *Pteridium arachnoideum (Kaulf) Maxon*, se extienda casi en la totalidad de la zona afectada la presencia de esta especie es permanente, además, según (Hernández, 2013) el gran tamaño que alcanzan sus hojas y tallo evitan que otras especies arbustivas y herbáceas se desarrollen, con lo antes mencionado y considerando los aspectos de la tabla 24 se valoró con 48 la importancia del impacto.

Con respecto a la fauna los incendios forestales provocan la muerte de las especies que no pueden huir de las llamas. En esta zona se encuentran especies como, *Didelphis marsupialis* que debido a su naturaleza nocturnas pueden haber muerto durante el incendio, todas las especies que habitan en esta zona se ven afectadas, además, la falta de alimento y hazienda provoca la migración de las especies, teniendo este impacto una intensidad alta, extensión total su manifestación fue inmediata, se le asignó un valor de importancia de 62, es decir, el impacto es severo.

Los efectos de los incendios forestales sobre los nichos ecológicos son múltiples, las llamas alteran todos los procesos ecológicos que curren en los nichos, los efectos post incendio forestal han provocado la destrucción del hábitat, disminución de recursos, cambios en la estructura del bosque, entre otros efectos los cuales persisten y debe trascurrir un periodo largo de tiempo para que estos efectos disminuyan o desaparezcan, con un efecto directo, extensión total e intensidad alta se ha valorado con 53 la importancia del impacto.

Las llamas y humo han provocado un desplazamiento de fauna, después del incendio es muy poco probable que las especies desplazadas vuelvan al sitio afectado, a excepción de ciertas especies de aves generalistas, no obstante, en el caso de los mamíferos deben de transcurrir varios años para que vuelvan a los ecosistemas afectados.

Cabe mencionar que durante la caracterización de mamíferos no se pudo capturar ninguna especie cerca de la zona afectada, si bien se capturó a un individuo de la especie *Didelphis marsupialis*, este individuo fue encontrado en una zona alejada del área quemada, aunque los efectos son temporales, la extensión es total y su intensidad es muy alta por estas razones se valoró con 66 la importancia del impacto.

La alteración de la cadena trófica es otro impacto que se ha generado por los incendios forestales, después del incendio al existir pérdida de hábitats, desplazamiento de especies en busca de comida y refugio, se alterara toda la cadena trófica, los efectos son directos la extensión es total e intensidad muy alta por ello el valor de importancia es 62, el impacto es severo.

6.2.2. Valorización de impactos componente abiótico

El aire es uno de los elementos más afectados durante el incendio, dado que se genera humo, ceniza y material particulado, causando varios efectos al ambiente y a la salud humana. Los efectos antes mencionados disminuyen post incendio forestal, aunque los efectos son directos estos son temporales su intensidad es media y la extensión parcial por esta razón el valor de importancia es 28 el impacto es moderado.

Durante los incendios forestales se emiten grandes cantidades de CO₂ y otros gases de efecto invernadero contaminando la atmosfera. Según Marañon Jimenez et al., (2009) después del incendio, las emisiones de CO₂ pueden continuar, pero en general, tienden a disminuir en comparación con las emisiones durante el incendio, con lo antes descrito y considerando que los efectos son temporales con una intensidad media y una extensión parcial se asignó un valor de importancia de 28, el impacto es medio o moderado.

El humo producido durante los incendios forestales afectó la visibilidad y la salud de la comunidad del barrio Yahuarcoma más del 30 % de los encuestados afirmó que la presencia del humo dificultó la visión. El impacto presenta una intensidad baja la extensión es puntual, aunque sus efectos son directos estos son temporales por ello se le asignó un valor importancia de 23 el impacto es bajo la afección del mismo es irrelevante.

La presencia de malos olores durante el incendio es producto de la combustión de la biomasa, el olor de la biomasa quemada causo molestias a la comunidad del barrio Yahuarcoma y La Pradera, después del incendio los malos olores continuaron durante varios días, pero a una extensión puntual, por tanto, se valorizo con 21 la importancia de este impacto

El contenido de MO en el suelo de la zona afectada es de bajo (2,36) a medio (4,79), de igual forma en la zona no afectada el contenido de MO es de bajo (1,7) a medio (3,4) aunque la zona afectada es extensa el contenido de MO no se ha visto afectado en gran medida por el incendio forestal, por ello se ha valorizado con 25 a este impacto, es decir, el impacto es moderado-

El incremento de temperatura causa varios efectos como: la perdida de materia orgánica de los primeros 5 cm, muerte de microorganismos, perdida de nitrógeno debido a la volatilización, entre otros efectos, si bien son varias las hectáreas afectadas por el incremento de temperatura los efectos no son a largo plazo y disminuyen cuando el incendio termine, aunque la intensidad es muy alta, extensa y los efectos son directos, estos no son temporales ni permanentes, consideración lo antes mencionado ha valorizado con 48 a este impacto.

Por lo general los incendios forestales provocan la acidificación del suelo, sin embargo, este no es el caso ya que los análisis de suelo demuestran que si bien existe una ligera diferencia de los valores de pH de la zona afectada y no afectada, siguen estando en la categoría de suelos muy ácidos, aunque su efecto es directo y extenso, la intensidad del impacto es medio, por estas razones se ha valorizado con 27 la importancia de este impacto y aunque no se alteró en gran medida el pH de la zona, el área posee boscosa tiene un $\text{pH} < 4,5$ lo que limita en gran medida la productividad del suelo y de igual formas limita que solo ciertas especies vegetales pueden desarrollarse en esta área.

La pérdida de macro y micro fauna es otro impacto que generan los incendios forestales, el incremento de temperatura elimina a la gran mayoría de organismo, debido a que no soportan temperaturas mayores a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, además, pese haber transcurrido 18 meses del último siniestro los estragos que este ha dejado en la superficie del suelo aún son evidentes, ya que los primeros dos/tres centímetros del suelo están cubiertos por cenizas y material carbonizado, considerando los efectos directos, la intensidad alta, lo extenso y

permanecía del impacto se ha valorizado con 43 la importancia..

En cuanto a la pérdida de nutrientes (N, P) existe una disminución en las concentraciones de ambos elementos, en especial del N debido a la fácil volatilización de este elemento, los análisis de laboratorio mostraron que la concentración de N y P son bajas. Existe diferencia entre los promedios de las concentraciones de N y P del área afectada, en comparación al área no afectada por el incendio, con una intensidad alta, un efecto directo y temporal se ha valorizado con 42 la importancia de este impacto.

Por causa de los incendios forestales, el suelo pierde cobertura vegetal, lo que resulta en la erosión eólica e hídrica. Actualmente en la zona afectada es abundante la especie *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.), la misma que protege al suelo de la erosión, aunque el impacto tiene un efecto directo, es extenso, la intensidad del impacto es baja y la persistencia es temporal, por ello, se ha valorizado con 32 la importancia de este impacto.

Los incendios forestales pueden causar modificaciones en el régimen hídrico, la pérdida de la cubierta vegetal supone la desaparición de la masa evapotranspiradora, además, el fuego vaporiza sustancias orgánicas, y parte de estos vapores condensan a una profundidad donde la temperatura es más baja, formando una capa repelente al agua (hidrofóbica), esta capa puede impedir el paso del agua Bodí et al., (2012). Dado que la mayoría de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas no presentan cambios fisiológicos importantes como: senescencia, acartuchamiento de las hojas foliar, entre otros, implica que no existe déficit hídrico. Los efectos son indirectos la intensidad baja y extensión parcial, por estas razones se ha valorado con 16 la importancia de este impacto

Los incendios forestales pueden provocar pérdida de calidad de agua puesto que, después de estos eventos, los poros del suelo son tapados lo que provoca pérdida de retención del agua, además, la escorrentía arrastra todo el material quemado a los cuerpos de agua, sin embargo, debido a que en la zona afectada no existen cuerpos de agua, es decir, no existe una contaminación directa, aunque los efectos son directos, la intensidad es media por ello se a valorizado con 30 la importancia del impacto

6.2.3. Valorización de impactos componente sociocultural

Con respecto al componente económico los incendios forestales han provocado pérdida de recurso forestal (maderable/no maderable), aunque el impacto es mitigable, considerando la extensión total, la intensidad muy alta, el efecto directo e irreversible se ha

valorizado con una importancia de 68, el impacto es severo.

En la parte alta del barrio Yahuarcoma una gran cantidad de personas practican actividades como el senderismo, camping, etc. Sin embargo, debido a las secuelas que dejan los incendios forestales como la presencia de malos olores, disminución de la calidad del aire, deterioro de paisaje, entre otros efectos, el turismo se ve afectado, aunque varios efectos desaparecen en las primeras semanas o meses, muchos otros persisten durante varios años, con una intensidad alta, un efecto directo, se valoró con 35 la importancia, el impacto es moderado.

En cuanto a la salud según lo expresado por los encuestados afirman que durante el incendio la presencia del humo, material particulado y otros gases provocan dificultades al respirar y disminuyen la visión, además, mencionan que para aquellas personas mayores de edad o que sufren problemas respiratorios tuvieron graves complicaciones debido a la presencia de estos elementos. Después del incendio las complicaciones que produce el humo, así como otros elementos disminuye casi en su totalidad, considerando factores como la extensión parcial, el efecto indirecto y temporal, se asignó un valor de importancia de 32, el impacto es medio.

La calidad de vida de los moradores del barrio Yahuarcoma se ve afectada durante los incendios forestales, esto debido a los efectos que producen los mismos como es el deterioro de la calidad del aire, disminución de la visibilidad, problemas respiratorios, etc. Los efectos post-incendio disminuyen gradualmente, pero las secuelas de muchos de estos efectos, aunque estos son directos la extensión es parcial y la intensidad media por estos aspectos se ha designado un valor de importancia de 23, el impacto es irrelevante.

Con respecto a la seguridad durante los incendios forestales existía la incertidumbre de que algunas viviendas fueran alcanzadas por las llamas, esto se corrobora con lo mencionado por el 4,68 % de los encuestados, ya que estos afirmaron que algunos habitantes tuvieron que ser desalojadas de sus viviendas, debido a que existía riesgo de que las viviendas fueran alcanzadas por las llamas, después del incendio el riesgo de que alguna vivienda se incendie es casi nulo, por esta razón el valor de importancia es de 13, el impacto es bajo.

Los incendios forestales han producido el deterioró el paisaje del área boscosa del barrio Yahuarcoma, el paisaje dejado por los incendios es desalentador, se puede observar

los árboles quemados a kilómetros de distancia, incluso después de haber transcurrido más de 18 meses, además, al recorrer la zona aún son visibles los estragos dejados por el incendio forestal se puede observar árboles muertos, colapsados o a punto de colapsar, restos de madera quemada, tomando en cuenta el tamaño del área afectada y los años que tardará en recuperarse del impacto, el valor de importancia de este impacto es 67.

De los 27 impactos identificados pos-incendio forestal nueve se los ha identificado como impactos severos, es decir, requiere de medidas correctoras, los impactos medios identificados son trece, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y cinco impactos bajos, los efectos de estos son irrelevantes.

6.3. Diseño del plan de manejo ambiental para la prevención, mitigación y remediación de los impactos generados por los incendios forestales en el área boscosa del barrio Yahuarçuna.

El plan de manejo ambiental se estructura con el fin de describir las acciones necesarias para controlar, atenuar, minimizar los impactos negativos generados por los incendios forestales en el Barrio Yahuarçuna. El plan consta de cinco programas con sus respectivos objetivos y medidas para prevenir o mitigar los impactos causados por los incendios forestales. Las medidas propuestas en el plan brindarán una guía adaptada con programas, procedimientos, medidas, prácticas y acciones orientados a prevenir, reducir, recuperar, reparar, restaurar y controlar la mayor cantidad de impactos ambientales negativos.

6.3.1. *Objetivos*

- Definir los programas con las medidas necesarias para prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos generados por los incendios forestales en la parte alta del barrio Yahuarçuna.
- Definir un cronograma, presupuesto, indicadores y medios de verificación que permitan ejecutar las medidas de prevención y mitigación de impacto ambientales.

6.3.2. Programa de prevención y mitigación de impactos

Tiene medidas que permitan mitigar, reducir los impactos generados por los incendios forestales a través de la reforestación, se espera que al implementar las actividades del programa los efectos producidos por los siniestros disminuyan.

CODIGO PMA - 001					
MEDIDA: Prevenir y mitigar los efectos generados por los incendios forestales sobre la flora y fauna					
Objetivo de la medida	Aplicar las técnicas adecuadas para la estabilización y restauración de áreas donde existen fuertes problemas de pérdida de vegetación.				
Tipo de la medida	Mitigación/remediación				
Etapas de ejecución	Inicio del proyecto				
Actividades a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> ○ Adquisición de plántulas de la especie <i>Podocarpus oleifolius</i> (Romerillo) ○ Preparación del terreno (Limpieza, desmonte) ○ Siembra de plántulas de <i>Podocarpus oleifolius</i> 				
Impacto a controlar	Deterioro del paisaje, pérdida de la flora y fauna				
Plazo para la implementación	Durante el inicio del proyecto				
Costo de la medida	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
	Especies arbóreas	A	80	2,50	300
	Mano de obra para la preparación del terreno y siembra	U	15	100	1500
	TOTAL, USD.				2800
Responsable de la ejecución	GAD Municipal de Loja Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.				
Responsable del control y monitoreo	Autoridades ambientales de aplicación responsable y cooperante GAD municipal de Loja				
Indicador de verificación y cumplimiento	100% de especies sembradas 100% de especies en crecimiento				
Medios de verificación y cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Facturas de la compra de las plántulas ➤ Verificación u observación directa de la siembra ➤ Archivo Fotográfico 				

6.3.3. Programa de Señalética

Contiene medidas que permitan informar a la comunidad en general, sobre la alta vulnerabilidad del sendero de la cruz de Yahuarcoma y sus cercanías ante posibles incendios forestales.

CODIGO PMA - 003	
MEDIDA: Implementación de señalética NTE INEN 439:1984	
Objetivo de la medida	Implementar señalética reglamentaria, preventiva e informativa a lo largo del sendero de la cruz de Yahuarcoma.
Tipo de la medida	Prevención
Etapas de ejecución	Inicio del proyecto

Actividades a desarrollar

- Implementación de señalética con el tamaño y visibilidad pertinentes, indicando acciones o actividades de riesgo para que puedan ser observados por los pobladores de la zona.

A continuación, se presenta la señalización a implementar

Figura 19

Señales de color rojo: Describen prohibiciones o restricciones



Figura 20

Señales de color amarillo: Señales asociados con precaución, advertencia o cuidado.



Figura 21

Señalética de educación ambiental y prevención



Impacto a controlar	Incendios forestales				
Plazo para la implementación	Durante las etapas del proyecto				
Costo de la medida	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
	Señales de color rojo	u	8	50	400
	Señales de color amarillo	u	8	50	400
	Señal de educación ambiental	u	3	50	150
	Mano de obra	u	4	50	200

	TOTAL, USD.	1150
Responsable de la ejecución	GAD Municipal de Loja Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	
Responsable del control y monitoreo	Profesional del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.	
Indicador de verificación y cumplimiento	100% de señales de color rojo colocados 100% de señales de color amarillo colocadas 100% de señales de educación ambiental colocados	
Medios de verificación y cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Facturas de la compra de señalética ➤ Verificación u observación directa colocación de la señalética ➤ Archivo Fotográfico 	

6.3.4. Programa de Capacitación

El programa de capacitación tiene como propósito concientizar a las comunidades de los barrios Yahuarcoma y La Pradera sobre los impactos y riegos que producen los incendios forestales.

CODIGO PMA - 004					
MEDIDA: Educación ambiental					
Objetivo de la medida	Capacitar a la comunidad de los barrios Yahuarcoma y La Pradera sobre los impactos que generan los incendios forestales. Promover una conducta de mayor cuidado y respeto hacia los ecosistemas forestales, centrándose en la reducción de las causas de incendios forestales.				
Tipo de la medida	Prevención				
Etapas de ejecución	Inicio del proyecto				
Actividades a desarrollar	Los habitantes de los barrios Yahuarcoma y La Pradera recibirán capacitaciones por medio de talleres que se darán los días sábados durante cuatro semanas, los mismos que tendrán una duración de dos a tres horas y deberán ser preparadas por profesionales relacionados con el tema ambiental, en los talleres se trabajarán los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Qué es el fuego?, su relación con la humanidad y con los ecosistemas forestales ○ Fuego Bueno vs Fuego Malo. La gestión forestal como medida de prevención ○ ¿Por qué y cómo se propagan los incendios forestales? ○ Incendios de Interfaz Urbano Forestal. Autoprotección/Seguridad 				
Impacto a controlar	Deterioro del paisaje, alteración a la flora, alteración de la fauna				
Plazo para la implementación	Fin del proyecto				
Costo de la medida	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
	Técnico capacitador	u	1	350	350
	Material didáctico	u	1	300	300
	Refrigerio para los asistentes	u	100-150	1,50	150
	TOTAL, USD.				800
Responsable de la ejecución	GAD Municipal de Loja Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.				

Responsable del control y monitoreo	Autoridades ambientales de aplicación responsable y cooperante GAD municipal de Loja. Líder comunitario de cada barrio
Indicador de verificación y cumplimiento	100% de habitantes del barrio Yahuaruna capacitados sobre los efectos de los incendios forestales 100% de habitantes del barrio La Pradera capacitados sobre los efectos de los incendios forestales
Medios de verificación y cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificación u observación ➤ Archivo Fotográfico

6.3.5. Programa de Contingencia

Contienen medidas que permita inculcar a las comunidades de los barrios Yahuaruna y La Pradera las acciones que deben de tomar si existiese un incendio forestal que amenace sus hogares.

CODIGO PMA - 005					
MEDIDA: Acciones a tomar en caso de incendios forestales					
Objetivo de la medida	Capacitar a las comunidades de los barrios Yahuaruna y La Pradera sobre cómo preparar su hogar, su propiedad y a su familia ante la amenaza de un incendio forestal.				
Tipo de la medida	Prevención				
Etapas de ejecución	Inicio del proyecto				
Actividades a desarrollar	Las familias de los barrios Yahuaruna y La Pradera recibirán una charla “Guía de acción en caso de incendios forestales” donde se abordarán los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Cómo Proteger su Vivienda contra el Fuego ○ Fuego Bueno vs Fuego Malo. La gestión forestal como medida de prevención ○ Un Hogar Preparado ante un Incendio Forestal. ○ Prepare su Hogar. Lista de Control ○ Evacuación a Tiempo. Lista de Control ○ Su Plan de Acción Personal en Caso de Incendio Foresta 				
Impacto a controlar	Incendios forestales que ocurren en la zona,				
Plazo para la implementación	Durante el final del proyecto				
Costo de la medida	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
	Técnico capacitador	u	1	350	350
	Material didáctico	u	1	300	300
	Refrigerio para los oyentes	u	100-150	150	150
	TOTAL, USD.				800
Responsable de la ejecución	GAD Municipal de Loja Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.				
Responsable del control y monitoreo	Autoridades ambientales de aplicación responsable y cooperante GAD municipal de Loja. Líder comunitario de cada barrio				

Indicador de verificación y cumplimiento	Número de personas que asistieron a la charla
Medios de verificación y cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificación u observación ➤ Archivo Fotográfico

6.3.6. Programa de Monitoreo

El plan de monitoreo está encaminado al seguimiento de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, para minimizar los impactos ambientales identificados

CODIGO PMA - 005					
MEDIDA: Monitoreo de reforestación					
Objetivo de la medida	Dar seguimiento a los procesos llevados a cabo durante y después de la reforestación				
Tipo de la medida	Monitoreo				
Etapas de ejecución	Durante y después del proyecto				
Actividades a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> ○ Comprobar que las 80 plántulas de <i>Podocarpus oleifolius</i> se han sembrado durante todo el proyecto ○ Registro del estado (tamaño, estado de las hojas) de las especies sembradas, esto se lo llevara a cabo dos veces al año durante cinco años 				
Impacto a controlar	Incendios forestales que ocurren en la zona,				
Plazo para la implementación	Durante el final del proyecto				
Costo de la medida	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
	Profesional a cargo del monitoreo durante del proyecto	U	1	1200	1200
	Profesional a cargo del monitoreo después del proyecto	U	1	300	1500
	TOTAL, USD.				2700
Responsable de la ejecución	GAD Municipal de Loja Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.				
Responsable del control y monitoreo	Autoridades ambientales de aplicación responsable y cooperante GAD municipal de Loja. Líder comunitario de cada barrio				
Indicador de verificación y cumplimiento	100% de especies nativas sembradas 100% de especies nativas creciendo y desarrollándose con normalidad				
Medios de verificación y cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificación u observación ➤ Archivo Fotográfico 				

CODIGO PMA - 006	
MEDIDA: Monitoreo de las capacitaciones	
Objetivo de la medida	Seguimiento de los procesos llevados a cabo en los planes de concientización y contingencia
Tipo de la medida	Monitoreo
Etapas de ejecución	Inicio y fin del proyecto

Actividades a desarrollar	○ Realzar breves entrevistas a los moradores de los barrios La Pradera y Yahuarquina acerca de los talleres que se están llevando a cabo				
Impacto a controlar	Deterioro del paisaje, alteración de la flora y fauna				
Plazo para la implementación	Durante el inicio y fin del proyecto				
Costo de la medida	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
	Profesional a cargo del monitoreo durante del proyecto	U	1	1200	1200
		U	1	300	1200
	TOTAL, USD.				1200
Responsable de la ejecución	GAD Municipal de Loja Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.				
Responsable del control y monitoreo	Autoridades ambientales de aplicación responsable y cooperante GAD Municipal de Loja				
Indicador de verificación y cumplimiento	100% de los entrevistados aseguran que se llevan a cabo los talleres				
Medios de verificación y cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificación u observación directa ➤ Registro de actividades ya realizadas ➤ Archivo Fotográfico 				

7. Discusión

Un factor muy relevante para que un incendio forestal se produzca es el clima, por lo general los incendios forestales suelen ocurrir cuando las temperaturas son altas y existen bajas precipitaciones. Según los datos obtenidos en el presente estudio los meses con menor precipitación son junio, julio, agosto y septiembre. Son precisamente estos meses donde suelen producirse los incendios forestales, siendo agosto el mes con mayor registro de ocurrencia de incendios forestales en la provincia de Loja, los datos obtenidos tienen similitud con el estudio realizado por Montalvo, (2016) los resultados manifiestan que entre el año 2014 – 2019 en agosto es el mes de mayor ocurrencia de incendios forestales en el cantón Jipijapa provincia de Manabí.

Debido a las grandes pendientes, hay zonas que presentan mayor impacto que otras, áreas donde la pendiente es moderada (15% – 30%) las llamas no alcanzaron grandes alturas, sin embargo, las zonas donde las pendientes son abruptas (45% - 60%) y muy abruptas (> 60%) las llamas alcanzaron grandes alturas, incluso existen zonas donde el fuego alcanzó la copa de los árboles, estos resultados tienen cierta similitud con estudio realizado por Castillo et al., (2020) quienes señalan que la velocidad de propagación lineal del fuego (VPL) al

igual que el poder calorífico incrementan conforme aumenta el porcentaje de pendiente.

Los incendios forestales han provocado efectos sobre los primeros centímetros del suelo, ya que, no se observaron raíces solo la presencia de material carbonizado, además, el suelo es oscuro y cambia de coloración a profundidades > 3 cm, estos resultados comparten cierta similitud con el estudio de Sarango Cobos, (2019) donde se investigó el “Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del PUEAR” donde se encontró que el suelo presenta coloración oscura en el primer centímetro mientras que a mayor profundidad (> 1 cm) se evidencia que el color del suelo cambia y no existe rastro de suelo quemado.

Los análisis de suelo a 15 cm de profundidad muestra que existe un aumento de MO, este incremento podría indicar que los incendios han sido de baja intensidad, esto según lo expresado por Fernández Piñeiro, (1997) menciona que si la intensidad del incendio es alta, el contenido de materia orgánica en el suelo decrece indicando que los horizontes más superficiales son los que mayor afectación han tenido por causa del fuego, sin embargo, el contenido de materia orgánica se incrementa en incendios de baja intensidad.

El suelo del área afectada presenta un ligero aumento del pH, este aumento post incendio se puede deber al aporte de carbonatos, óxidos y cationes básicos, estos resultados son similares al estudio realizado por Hernandez Vital, (2007) donde se encontró que el suelo de un bosque de *Pinus patula*, a 5 y 30 cm de profundidad el pH se incrementó en casi una unidad por la aportación de cenizas y bases cambiables del material orgánico calcinado. Cabe resaltar que el suelo del área quemada y no quemada en ambos estudios es fuertemente ácido.

Los resultados muestran que existe una disminución en el contenido de N y P en el suelo del área afectada. La disminución del contenido de nitrógeno se debe a la volatilización del nitrógeno por aumento de la temperatura, Ubeda, (1999) afirma que se puede llegar a perder hasta un 50 % de contenido de nitrógeno cuando el suelo alcanza temperaturas mayores 150 °C. Los resultados obtenidos comparten similitud con el estudio de Hernandez Vital, (2007), pero diferentes al estudio de Casas Terrones, (2019), donde el suelo quemado y el suelo sin quemar a una profundidad de 0 – 10 cm el nitrógeno total del suelo quemado tiene un incremento del 0.12 %; lo mismo que ocurre en la profundidad de 10 – 20 cm, la cual presenta un incremento del 0.04 % en el mismo suelo.

La pérdida de P es debido a la volatilización del elemento por el aumento de temperatura, otro factor que pudo haber influido en la pérdida de P son las precipitaciones, según Danilo & Céspedes, (2016) las precipitaciones pueden causar el arrastre del P disuelto en el suelo hacia capas más profundas, de igual forma en el estudio de Marcos et al., (1999) evidenciaron que, la pérdida de fósforo post incendio forestal podría estar relacionado con las lluvias que tuvieron lugar tras el mismo y que han producido un lavado hacia el interior del suelo.

Dada la cercanía del incendio forestal a la ciudad, la presencia de humo y material particulado se extendió varios kilómetros desde su punto de origen afectando la calidad del aire de la ciudadanía lojana. El incremento de incendios forestales podrían producir un aumento en las concentraciones de material particulado y aunque son escasos los estudios a nivel nacional sobre el impacto de los incendios forestales y la calidad del aire, en Colombia un estudio realizado por Armenteras et al., (2020) muestra que los impactos de los incendios forestales en la calidad del aire de las ciudades de Bogotá, Medellín y Bucaramanga se evidencian que existe una relación clara entre el número de incendios forestales y las concentraciones de material particulado PM10 y PM2.5.

La flora fue el medio más afectado, siendo la especie *Pinus patula* (Schltdl. & Cham) la que mayores impactos negativos ha sufrido. Los árboles adultos de mayor tamaño si bien sufrieron daños estructurales por el fuego, el daño causado no fue tan grande como para causar la muerte de estos individuos, caso contrario de los árboles jóvenes donde la gran mayoría murieron, estos resultados tienen similitud con la investigación de Vega Hidalgo et al., (2009) donde se demuestran que el tamaño del arbolado tiene gran importancia, ya que aumenta las probabilidades de supervivencia de los individuos a los incendios forestales.

La especie *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) ya se encontraba en el área boscosa antes del siniestro, después de los incendios esta especie se ha visto favorecida cubriendo casi la totalidad de las áreas quemadas, la propagación de esta especie limita el desarrollo de otras especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, además, esta planta no suelen ser una fuente de alimento para la mayoría de la fauna, ya que contienen compuestos tóxicos, Según Baker, (2017) señala, que la proliferación de la especie genera impactos negativos, dado que, a más de ser una especie invasora tiene químicos tóxicos que pueden provocar contaminación del agua, desplazan y limitan el crecimiento de especies pioneras.

Con respecto a la fauna se pudo observar a diez especies de aves, la gran mayoría de estas son generalistas como: *Zenaida auriculata*, *Patagioenas fasciata*, *Campylorhynchus fasciatus*, entre otras, estas especies se han adaptado a las perturbaciones producidas por los incendios forestales, de igual forma Nasi et al., (2010) afirma que las primeras especies de aves que llegan luego de un incendio forestal son las especies colonizadoras y generalistas.

En cuanto a mamíferos, según los datos obtenidos en la zona solo se pudo evidenciar a la especie *Didelphis pernigra*, la misma que fue observada lejos del área afectada y cerca de la entrada del sendero la cruz, aunque según observaciones de los moradores más cercanos a la zona afecta existen otras especies de mamíferos como, *Sylvilagus brasiliensis*, *Mus musculus*, *Didelphis marsupialis* entre otros. Las especies antes mencionadas mencionas también se han encontrados en los estudios de Loja & Biotierra, (2014) y Telmo & Granda, (2014), el avistamiento de estas especies es común en zonas rurales de la ciudad de Loja o en áreas rodeadas de bosque o abundante vegetación.

Aunque en la zona de estudio se han registrado varios incendios forestales en las últimas décadas es la primera vez que algunos de los habitantes de las viviendas más cercanas al área boscosa se han visto obligados a dejar sus hogares por el riesgo a que se quemem, según MIES, (2009) en el art. 329 del Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios “Las personas naturales o jurídicas, instituciones públicas o privadas que sean propietarias, arrendatarias u ocupantes de cualquier tipo de predios boscosos, baldíos (lentos de maleza) o áreas densamente arboladas, están obligados a la adopción de las medidas de prevención”.

La mayoría de las viviendas cercanas al área boscosa no cumple las medidas preventivas necesaria que aseguren que no serán afectadas y destruidas en un incendio forestal, estos resultados tienen similitud con la investigación de Cristóvão, (2019) donde demostró que un gran número de viviendas de la zona de Quillón y Florida (Chile) no cumplen con las normas básicas y procedimientos preventivos que aseguran que no se quemarán durante un incendio forestal.

b) Valorización de los impactos producidos por los incendios forestales en el área boscosa del barrio Yahuaracuana

Con respecto a la valorización de los impactos ambientales utilizando la matriz de

importancia ambiental, se identificó que los componentes más afectados son la flora y fauna, donde la muerte de especies arbustivas y arbóreas es el impacto con un valor de 68, el cual es el valor más alto de toda la matriz de importancia. Con respecto a la fauna los impactos como la pérdida de especies, la alteración directa y desplazamiento de fauna, tienen un valor de 62, 66 y 66 respectivamente, estos resultados de severidad tienen similitud con los resultados de Sarango Cobos, (2019)

Los resultados de la zona afectada muestran que producto de los incendios forestales existe un desplazamiento de fauna siendo los mamíferos los más afectados, debido a la pérdida de hábitad lo que modifica los nichos ecológicos y provoca una alteración en la cadena trófica, estos resultados tienen similitud con el estudio de González, (2017) donde afirma que los incendios forestales causan una disminución de la fauna que puede generar desequilibrios en los ecosistemas como alteraciones en la composición de las especies, migraciones de animales mayores, aves, insectos, microorganismos y desequilibrios ecológicos o rupturas en la cadena biológica, no obstante, las aves de la zona afectada debido a que la gran mayoría son especies generalistas se han podido adaptar a las perturbaciones de los incendios forestales.

El aire es uno de los componentes que más afectado durante los incendios forestales puesto que, se emiten grandes cantidades de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, no obstante se valorizó los impactos post incendio como la generación de material particulado, contaminación por CO₂ y otros gases, disminución de la visibilidad por humo y la generación de malos olores, el valor de importancia de cada impacto es 28, 28, 23 y 21 respectivamente, estos valores son diferentes a los obtenidos por Sarango Cobos, (2019) ya que, en el componente aire solo se valorizan dos impactos uno de ellos es la generación de material particulado con un valor de 18, es decir, el impacto es bajo (irrelevante)

Debido a la cercanía del incendio forestal a la ciudad de Loja, una gran cantidad de habitantes se vieron afectados debido al humo y el material particulado, es decir, existió una contaminación en la calidad del aire, siendo los moradores de los barrios Yahuarquina y la Pradera los más afectados, de igual en el estudio de Prieto, (2017), se analizó si los incendios forestales incrementan las concentraciones de los contaminantes material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} y los gases SO₂, NO₂, CO y O₃ demostrando que, en efecto existe una relación directa entre los incendios forestales y las concentraciones de los contaminantes

atmosféricos como PM10, PM2.5, SO_2 , NO_2 , CO y O_3 en la ciudad de Bogotá.

Los impactos del componente suelo fueron valorizados como impactos moderados, dado que, el contenido de materia orgánica se ha incrementado, aunque el pH es muy ácido con valores de 4,1 a 4,3, no se ha modificado significativamente en comparación al área no afectada, a diferencia del contenido de N y P que ha disminuido, estos resultados comparten cierta similitud con la investigación de Capulín et al., (2010) donde se investigó “Los cambios en el suelo y vegetación de un bosque de pino afectado por incendio” los resultados muestran que a 30 cm de profundidad el valor del pH es fuertemente ácido, las cantidades de MO, N y P no muestran diferencia entre la zona incendiada y no incendiada, se evidencia que a mayor profundidad son mínimos los cambios que generan los incendios forestales sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo.

Como ya se ha mencionado en el área afectada a 15 cm de profundidad MO es baja/moderada y, la concentración de N y P son bajas, estos valores pueden estar relacionados a los efectos que ha tenido el incendio forestal sobre el *Pinus patula*, ya que, la ausencia de hojarasca durante los varios meses disminuye la cantidad de nutrientes del suelo, estos resultados son un tanto diferentes a los encontrados por Hernandez Vital, (2007) que trata del “Efecto del fuego sobre algunas características nutrimentales en el suelo de un bosque de *Pinus patula*” se evaluó el estado del suelo después del incendio a 5 y 30 cm de profundidad, se encontró que a un año del incendio los valores del pH son fuertemente ácidos, el contenido de MO es de 5,25 (rico en MO), la concentración de N es alta y P es medio, según el autor estos valores son producto de la baja afectación que sufrieron los *Pinus patula*, ya que, al no ser afectados los pinos tiran acículas durante todo el año, forman hojarasca lo cual está directamente relacionado con la cantidad de MO, N y P.

Aunque no se analizó las propiedades físico químicas del suelo en los primeros 5 cm de profundidad, los resultados sugieren que podría existir un incremento en las concentraciones de MO, N y P en los primeros 5 cm del suelo, esto debido a la presencia de material carbonizado en los primeros centímetros del suelo del área afectada, este material supone una elevada fuente de nutrientes para el suelo, de igual forma, en los estudios de Capulín et al., (2010) y Hernandez Vital, (2007) se analizó las propiedades fisicoquímicas del suelo a 5 cm de profundidad y se encontró que las concentraciones de MO, N y P tienen a aumentar después del incendio forestal producto del material carbonizado en la superficie

del suelo, además, se demostró que el P es el elemento que más aumenta en los primeros centímetros del suelo.

Con respecto a los impactos sobre el agua, se evidencia que existe una contaminación del agua, ya que la escorrentía arrastra todo el material carbonizado, no obstante, este material no contamina directamente los cuerpos de aguas, debido a la ausencia de estos en la zona, a diferencia del estudio de Calderón Vásquez, (2019) donde los incendios forestales producidos en la provincia de Jaén (Perú) causaron varios efectos sobre el agua, causando la baja disponibilidad de agua para las quebradas y puntos acuíferos, de igual forma, al desabastecer de foresta los cerros montañosos los periodos de sequía serán más largos, es decir, los patrones regulares de las temporadas ambientales han cambiado para la zona deforestada.

En la investigación de Butenko et al., (2017) se evidencia que la disponibilidad de agua se ve afectado por la vegetación post incendio, ya que cuando la vegetación se comienza a recuperar, se produce un aumento en el consumo de agua debido a las altas tasas de evapotranspiración, esta tasa de evapotranspiración varía de acuerdo a la edad de los árboles, de igual forma, estos efectos podrían ocurrir en las zonas donde se llevará a cabo la reforestación dado que el mismo autor menciona que, la mayor evapotranspiración ocurre en arboles jóvenes (1 a 5 años de edad) causando la disminución en la disponibilidad de agua.

Según Criollo et al., (2021) estiman que el valor de las plantaciones de *Pinus patula* es de 45471,9 USD/ha, y aunque en el presente estudio no se realizó una valoración económica de los daños causados por los incendios forestales, los resultados muestran que existe una disminución del turismo y de igual forma la pérdida de recurso forestal por ende existen pérdidas económicas, estos resultados tienen similitud con el estudio de, Toalombo, (2021) donde se realizó “La valoración económica, social y ambiental de los incendios forestales en la provincia de Imbabura” en la cual se obtuvo que los incendios causaron pérdidas en el sector agrícola y disminuyen el turismo, provocando pérdidas que sobrepasan los cinco mil dólares, de igual forma Criollo et al., (2021) menciona que en la provincia de Imbabura a partir del año 2010 al 2019 se registra un total 2447 incendios forestales siendo Ibarra y Cotacachi los cantones más afectados, se estima que las pérdidas son de \$ 679.431,67 por captura de dióxido de carbono.

c) Diseño del plan de manejo ambiental del área boscosa del barrio Yahuarcoma.

Para reducir prevenir y mitigar los impactos producidos por los incendios forestales se deben de tomar diversas acciones o actividades, por ello se diseñó el plan de manejo ambiental, el cual consta con los programas de mitigación/prevención, señalética, capacitación, contingencia y monitoreo

En el programa de prevención y mitigación para la recuperación de las áreas afectadas por los incendios forestales, consta de medidas como la reforestación, aunque la zona afectada corresponde a una plantación de *Pinus patula* se optó por utilizar especies nativas como la especie *Podocarpus oleifolius* para la reforestación de las áreas afectadas, en el estudio de Romero Mejia, (2005) sostiene que en el momento de restaurar áreas degradadas es necesario realizar la adecuada selección de especies a partir del estudio de rasgos de historia de vida relacionados con características morfológicas, fenológicas, de regeneración, de adaptación a las condiciones microambientales y aspectos sociales relacionados con la importancia de algunas especies nativas para las comunidades.

Como ya se mencionó en el programa de prevención y mitigación se plantea el uso de plantas nativas para la reforestación, al igual que en el estudio Ulloa Vaca, (2019) se reforesto las zonas afectadas por incendios forestales nivel 2 en la comunidad pesillo cantón Cayambe, utilizando plantas nativas de los páramos de Pesillo ya que son las más indicadas porque proporcionan varios beneficios como nutrientes, protección al suelo, retención de agua, entre otro, demostrado que la reforestación con especies nativas es ideal para conservar los ecosistemas afectados por distintas catástrofes.

El plan de señalética del presente estudio tiene como fin prevenir e informar sobre el riesgo y el peligro de los incendios forestales en la zona, está dirigida al público en general, lo antes descrito tiene relación con el estudio de Sarango Cobos, (2019) donde se proponen estrategias para prevenir, mitigar y controlar los efectos provocados por los incendios forestales, una de esas estrategias es la “Implementación de señalética informativa en el PUEAR” la cual va dirigida a los trabajadores del PUEAR, la comunidad universitaria y al público general, esta estrategia, es similar al

Debido a que no existe personal permanente encargado del área boscosa del barrio Yahuarcoma, él programas de capacitación y contingencia están dirigidos a los habitantes del barrio Yahuarcoma y La Pradera, se espera concientizar a la población sobre los efectos

que tiene el fuego en los ecosistemas, el peligro de los incendios forestales para la comunidad y cuáles son las acciones que deben de tomar para estar preparados en caso de que ocurran estos siniestros, del mismo modo en el estudio de Ulloa Vaca, (2019) a través de la ejecución del “Plan de concientización ambiental” ayudo a que los habitantes del sector fueron los actores principales para reconocer una zona de riesgo y a conocer los problemas ambientales derivadas de los incendios forestales, haciendo una relación con el deterioro de la calidad de vida y la degradación de sus páramos. De igual forma CONAF, (2012) señala que a través de la ejecución de estos programas se pretende generar un cambio de hábitos en la población a través de acciones de educación ambiental, de carácter permanente, de manera formal e informal, con un fuerte acento en la generación y protección de los recursos forestales.

Finalmente cabe resaltar que una vez ocurren los incendios forestales en el área boscosa del barrio Yahuarcoma, la lucha contra estos incendios es una tarea muy compleja debido al difícil acceso a la zona, las pendientes abruptas, el material leñoso y hojarasca que sirve como combustible, entre otros; por ellos es de suma importancia el diseñar e implementar cual contempla diversos aspectos, desde la morfología del sector, el personal capacitado, infraestructura y herramientas, así como las acciones a tomar para sofocar los incendios forestales, dependiente del tipo e intensidad de estos, tal y como lo demuestran los estudios de González Briones, (2014) y Mársico, (2018)

8. Conclusiones

- El área boscosa del barrio Yahuarcoma cuenta con pendientes muy abruptas, las especies arbóreas, arbustivas y herbácea. Las especies de mayor importancia/dominancia son el *Pinus patula* (Schltdl. & Cham), *Tibouchina laxa* (Desr.) Cogn y *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon. La mayoría de especies de aves y mamíferos que habitan en esta zona son especies generalistas como *Campylorhynchus fasciatus* (Soterrey ondeado), *Patagioenas fasciata* (Paloma Collareja), *Didelphis pernigra* (Guancha) *Mus musculus* (Ratón) entre otros.
- La flora es el componente más alterado por los incendios forestales, siendo el *Pinus patula* la especie más afectada, debido a la perdida casi total de los individuos más jóvenes y el daño estructural en los individuos adultos. El componente fauna ha sido

afectado puesto que se ha producido la muerte y desplazamiento de la fauna silvestre (mamíferos).

- Los primeros centímetros del suelo aun muestran rastros de efectos producidos por los incendios forestales, mientras que a 15 cm de profundidad exista una disminución en las concentraciones de N y P, por lo contrario, la MO se ha incrementado y el pH ha tenido un ligero aumento.
- Los impactos ambientales generados post incendios forestales en el área boscosa del barrio Yahuarquina en su gran mayoría son moderados, es decir, la afectación de estos impactos no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas, mientras que el impacto producido a los componentes flora y fauna son severos.
- El plan de manejo ambiental cuenta con sus respectivos objetivos, medidas, actividades para mitigar, controlar y minimizar los impactos generados por los incendios forestales y a su vez cuidar y preservar los ecosistemas

9. Recomendaciones

- Se recomienda que la reforestación de cualquier zona afectada por incendios forestales sea a con especies nativas, ya que como se ha demostrado las especies introducidas causan graves efectos sobre los ecosistemas
- Realizar estudios cada 2 años de flora y fauna utilizando métodos para comparar el grado de afectación de la zona de estudio entre los diferentes años venideros.
- En el Ecuador son escasos los estudios sobre impactos que generan los incendios forestales, por lo que. es necesario que se realicen investigaciones en estos ecosistemas, para proponer mejores medidas de mitigación y prevención de incendios forestales
- Se recomienda que se realicen programas de educación ambiental, con la finalidad de concienciar a la población, sobre los impactos que generan los incendios forestales, tratando temas como el cuidado de flora, cuidado de la vida silvestre, gestión de residuos, entre otros.

10. Referencias

- Aguirre Briones, F. (2013). *Manual de formación de incendios forestales para cuadrillas*.
- Aguirre, Z. (2013). Guia de Metodos para medir la Biodiversidad. *Universidad Nacional de Loja*, 74. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicion-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Ariza, F. J. A. (2013). *Fundamentos de la Elásticidad*. <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema10.pdf>
- Armenteras, D., González, T. M., Vargas, J. O., Meza Elizalde, M. C., & Oliveras, I. (2020). Incendios en ecosistemas del norte de Suramérica: avances en la ecología del fuego tropical en Colombia, Ecuador y Perú. *Caldasia*, 42(1), 1–16. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v42n1.77353>
- Assia, Z. A. (2019). *Introduction To Environmental Impact Assessment* (Issue August). http://213.55.90.4/admin/home/Dmu_Academic_Resource/Postgraduate_Studies/Project_planning_and_management/IntroductionToEnvironmentalImpactAssessment.pdf
- Baker, S. (2017). *Investigation de regeneración natural de plantas vasculares en la Reserva Madrigal del Podocarpus*. 1–23. https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection
- Barros, J., & Troncoso, A. (2010). Atlas climatológico del Ecuador. *Atlas Climatológico Del Ecuador*, 153. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1720/1/CD-2755.pdf>
- Bilbao, B., Steil, I., Urbirta, L., Anderson, C., Pinto, M., Gonzales, A., Millan, R., E, F., Morici, V., Ibarregaray, D., Perez-Salicrup, J., Pereira, M., & Moreno, M. (2020). Incendios forestales. En: Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT. In *Cuadernos de geografía* (Issue 23). http://rioccadapt.com/wp-content/uploads/2020/07/12_Cap_12_CambioClimatico.pdf
- Bodí, M. ., Cerda, A., Solera Martaix, J., & Doerr, S. . (2012). *Repelencia al agua en suelos forestales afectados por incendios y en suelos agrícolas bajo distintos manejos y abandon*. 38(2), 53–74. https://www.researchgate.net/publication/232276392_Repelencia_al_agua_en_suelos_forestales_afectados_por_incendios_y_en_suelos_agricolas_bajo_distintos_manejos_y_ab

andono

- Bonilla, R. (2001). *GUIA TECNICA EN PREVENCION Y CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES*. https://www.camafu.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/guia_incendios_Guat.pdf
- Botero, J. E., Arbeláez, D., & Lendijo, G. (2005). Métodos para estudiar las aves. *Biocarta*, 8(8). <http://www.radiocomunicaciones.net/pdf/telemetria/metodo-estudiar-aves-telemetria.pdf>
- Bremner, J., & Keeney, D. (1965). *Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite chambers . The stc : tm required for distillation is generated by heating distilled \ vatr in : L 5-l flask that contains pumice or glass beads (to promote smooth boiling) re. 32(1450), 485–495.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003267000889734?via%3Dihub>
- Butenko, K. O., Gongalsky, K. B., C, C. E., Zaitsev, A. S., & Korobushkin, D. I. (2017). *Machine Translated by Google Biología y Bioquímica del Suelo Machine Translated by Google. 109.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071717301761>
- Calderón Vásquez, W. R. (2019). *EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LA BIODIVERSIDAD DEL SUELO CAUSADO POR UN INCENDIO FORESTAL EN LA PROVINCIA DE JAÉN, 2019.* https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/149/1/Calderón_VWR.pdf
- Capulín, J., Mohedano, L., & Razo, R. (2010). Changes in Soil and Vegetation in a Pinus Forest Affected by Fire. *Terra Latinoamericana*, 28 (1)(Chapingo, México), 79–87.
- Casas Terrones, M. (2019). *Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analyses of Soils*. 3–4. [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3086/INCENDIO HUACRARUCO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3086/INCENDIO_HUACRARUCO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Castillo, M., Garay, R. M., & Ricardo Tapia. (2020). *PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA VIVIENDAS E INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS EN INTERFAZ URBANOFORRESTAL FRENTE A INCENDIOS: EL CASO DE SAN JOSÉ DE MAIPO, CHILE.* 71–84. <https://www.revistareder.com/ojs/index.php/reder/article/view/51/54>

- Castillo, M., Pedernera, P., & Pena, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*, XIX(1), 44–53. <https://doi.org/10.1002/hyp.9647>
- Chamba Muñoz, C. (2017). Cátedra evaluación de Impactos Ambientales por aprovechamiento de Biodiversidad. Texto guía. Carrera de Ingeniería Forestal. *Universidad Nacional De Loja*, 62. http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_WILSON_FERNANDO.pdf
- CNFM. (2010). *Incendios forestales Guía práctica para comunicadores*. 3, 3–53. [file:///D:/Respaldo/Descargas/236Guía práctica para comunicadores - Incendios Forestales.pdf](file:///D:/Respaldo/Descargas/236Guía%20práctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf)
- CONAF. (2012). *Propuesta de Plan de Protección contra Incendios Forestales para la comuna de*. 0–32. https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1510589601PPCIFTraiguen.pdf
- Conesa, V. (1993). “*Guia metodologica para la evaluacion del impacto ambiental*.” 2, 8. <http://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1613/Asignaturas/1818/Archi vo1.5036.pdf>
- Criollo, E. C., Salguero, M., & Toalombo, J. C. (2021). *Valoración social económica ambiental de los incendios forestales Social economic environmental valuation of forest fires*. 609–614. <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/153/389>
- Cristóvão, H. H. (2019). *ONDICIONES DE RIESGO DE INCENDIO DE LAS VIVIENDAS ASOCIADAS A LAS ÁREAS DE INTERFAZ RURAL FORESTAL DE LAS COMUNAS DE QUILLÓN Y FLORIDA (REGIÓN DE ÑUBLE Y DEL BIOBÍO, CHILE)*. http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/1125/1/TESIS_CONDICIONES_DE_RIESGO_DE_INCENDIO_DE_LAS_VIVIENDAS_Image.Marked.pdf
- Cueva, E., & Jaramillo, G. (2013). *Manual hidrológico de las cuencas hidrográficas de las vertientes del Amazonas*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7055/1/CD-5231.pdf>
- Danilo, H., & Céspedes, D. (2016). *ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO PRODUCIDAS POR LA QUEMA CONTROLADA DE VEGETACIÓN EN EL MUNICIPIO DE CUMARIBO, DEPARTAMENTO DEL*

VICHADA.

[https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2974/Heber Danilo_Dominguez Cespedes_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2974/Heber_Danilo_Dominguez_Cespedes_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Fernández Piñeiro, I. (1997). *Influencia de los incendios forestales sobre la materia orgánica edáfica*. <https://digital.csic.es/handle/10261/103090>

Fund, W. W. (2020). *OUR NEWS WWF alerta que los incendios forestales de 2020 podrían ser peores que en 2019 para Sudamérica y el mundo*. 1–5. wwf.org.ec/?uNewsID=364634

Gallegos, R. (2019). *Problemática en los incendios de interfaz urbano forestal*. TFG Rafael Rueda Gallego.pdf

Gayoso, J., & Alarcón, D. (1999). *Guía de conservación de suelos forestales*. 25–26. [file:///D:/Respaldo/Descargas/conservacion de suelos forestales.pdf](file:///D:/Respaldo/Descargas/conservacion%20de%20suelos%20forestales.pdf)

González Briones, E. C. (2014). *PLAN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS FORESTALES COMUNA DE LA SERENA*. https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1484058852Plan_Protección_Contra_Incendios_Forestales_La_Serena.pdf

González, P. (2017). Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna. *Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile*, 1–8. <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUE NTA&prmID=39186>

Hernández, J. C. (2013). *Impacto de la especie invasora Pteridium arachnoideum (Kaulf.) Maxon sobre la composición, la germinación y el establecimiento de plántulas en un bosque montano bajo*. <https://grupoeeco.org/gallery/castro,j.2013-impactoespecieinvasorasobrecomunidadplantulasbosquemontanobajo.pdf>

Hernandez Vital, D. A. (2007). *Efecto del fuego sobre algunas características nutrimentales en el suelo de un bosque de Pinus patula en Zacualtipán, Hidalgo*. 55. [http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/573/Efecto del fuego nutrimentales.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/573/Efecto%20del%20fuego%20nutrimentales.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hunter, A. (1977). *sin embargo* .. 16(1), 115–123. https://www.mag.go.cr/rev_agr/v16n01_115.pdf

- INIA. (2015). Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas INIA Tacuarembó 20 de mayo de 2015. *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria*, 19. <http://inia.uy/Documentos/Públicos/INIA Tacuarembó/2015/El Suelo 20 de mayo.pdf>
- ISBN. (2010). *LOS INCENDIOS FORESTALES Y EL MEDIO FÍSICO. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO*. <https://selvicultura.files.wordpress.com/2010/11/manual-de-incendios-2c2aa-evaulacic3b3n-curso-2015-2016.pdf>
- Loja, V., & Biotierra. (2014). “ *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA OPERACIÓN Y CIERRE DEL PROYECTO HABITACIONAL “LOTE BONITO”* ”. https://www.loja.gob.ec/files/image/banners/esia_y_pma.pdf
- MAATE. (2016). *Sistema Nacional de Control Forestal | Ministerio del Ambiente*. 1. <http://www.ambiente.gob.ec/sistema-nacional-de-control-forestal/>
- Marañón Jimenez, S., Castro, J., Kowalski, A. S., & Sorraño Ortiz, P. (2009). *Efecto de los tratamientos forestales post-incendio sobre los flujos de CO2 de respiración del suelo*. 1–13. http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/17032/16872
- Marcos, E., Tárrega, R., & Calablig, L. (1999). *Alteraciones producidas por un incendio forestal en el suelo de una repoblación de Pinus radiata*. N° 6, 27–35. [file:///D:/Respaldo/Descargas/paginas 27-35.pdf](file:///D:/Respaldo/Descargas/paginas%2027-35.pdf)
- María, J., Soto, D., Delia, A., Gutiérrez, R., Prieto, F., & Acevedo, O. (2012). *Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos * Munsell Notation System and CIELab as a tool for evaluation colors in soils Resumen Introducción Antecedentes*. 3, 141–155. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n1/v3n1a10.pdf>
- Mársico, J. I. (2018). *Plan de Manejo de incendios forestales para el predio “ La Dominga ” (Departamento Gualguaychú , Entre Ríos)*. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/79526/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mehta, A., McCartney, S., Podest, E., & Incendio, D. (2021). *Impactos Post-Incendio : Recursos*

Hídricos y *Desastres* *Post-incendio.*
https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2021-05/Fire_Part5_Spanish_0.pdf

MIES. (2009). Reglamento de Prevención Mitigación y Protección contra incendios. *Acuerdo Ministerial 1257, Registro Oficial Edición Especial 114, 1*(Vigente), 1–62.

MINAM. (2014). *Guía para el muestreo de suelos.*
<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>

MINAM. (2015). Guía de inventario de la fauna silvestre. *Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM*, 84. <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GUÍA-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf>

Montalvo, X. C. (2016). *Análisis espacio-temporal de los incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, en el período 2014 – 2019.* 85(1), 2071–2079.
http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2477/1/Montalvo_Cedeño_Ximena_Carolina.pdf

Moscovich, F. A., Ivadic, F., & Besold, L. (2012). *Manual de Combate de Incendios Forestales y Manejo de Fuego.* [script-tmp-inta-_manual_de_combate_de_incendios_forestales_y_ma.epub](http://www.mscovich.com.ar/script-tmp-inta-_manual_de_combate_de_incendios_forestales_y_ma.epub)

Nasi, R., Dennis, R., Meijaard, E., & Applegate, G. (2010). *Los incendios forestales y la diversidad biológica. Figura 1, 2–3.*

Oliva, M., Collazos, R., & Esparraga, T. (2016). Efecto de las plantaciones de *Pinus patula* sobre las características fisicoquímicas de los suelos en áreas altoandinas de la región Amazonas. *Revista INDES*, 2(1), 19–27. <https://doi.org/10.25127/indes.201401.00>

Pazmiño, D. (2019). *Peligro de incendios forestales asociado a factores climáticos en Ecuador*
Forest fire hazard associated with climatic factors in Ecuador.
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/1800>

PDOT provincia de Loja. (2014). *Plan de desarrollo de Loja.* 547.
<https://www.loja.gob.ec/files/image/LOTAIP/podt2014.pdf>

Peña Merladet, E. (2016). *Evaluación de impacto ambiental en el plano de inundación del río*

- «Yara» en el tramo urbano del municipio «Yara». 59–71. Dialnet-EvaluacionDeImpactoAmbientalenElPlanoDeInundacionD-5608598.pdf
- Prieto, G. (2017). *INCIDENCIA DE LOS INCENDIOS FORESTALES SOBRE LA CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/18220/u754360.pdf?sequ>
- Ridgely, R. S., & Greenfield, P. J. (2007). *Aves del Ecuador Guia de Campor*. toaz.info-aves-del-ecuador-birds-of-ecuador-pr_415224aad1c3f79ce6fc9f52380f596a.pdf
- Romero Mejia, A. (2005). *PROPUESTA METODOLOGICA PARA SELECCIONAR RESERVA BIOLÓGICA CUICHALÚ (ENCINO SAN*. 9(18). <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/3046/4403>
- Rosero, J., & Osorio, I. (2013). Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo: Estado del arte. *Cuaderno Activa*, 5(2), 59–67. <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/130/115>
- Sarango Cobos, J. (2019). *Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador*. 9(2), 101–114.
- SGR. (2017). *Informe de Situación – Incendios Forestales*. https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Informe-de-Situación_INF_07092017_15h00.pdf
- SNGRE. (2020). Informe de Situación - Incendios Forestales (23/06/2016). *Informe de Situación – Incendios Forestales*, 1–6. <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/informes-incendios-forestales-2016/>
- Solera, J. M., & Guerrero, C. (2014). *Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas*. June. https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Mataix-Solera/publication/229187257_Efectos_de_los_incendios_forestales_en_las_propiedades_edaficas/links/0fcfd500835635e07c000000/Efectos-de-los-incendios-forestales-en-las-propiedades-edaficas.pdf
- Telmo, F., & Granda, C. (2014). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX POST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL “ EL PRADO*.

- <https://maeloja.files.wordpress.com/2014/11/eia-urbanizacic3b3n-el-prado.pdf>
- Tirira, D. (2007). Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. In *Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador*. (Issue December 2007). file:///D:/Respaldo/Descargas/Tirira2007-GuadecampodelosmamferosdelEcuadorIcorto.pdf
- Toalombo, J. R. C. (2021). *Valoración Económica Social y Ambiental de Incendios Forestales*. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32666/1/023_ADE.pdf
- Ubeda, X. (1999). *Influencia de la intensidad de quemado sobre algunas propiedades del suelo después de un incendio forestal*. 8, 41–49. https://www.secs.com.es/data/Revista_edafo/partes_volumen_8-1/paginas_41-49.pdf
- Ulloa Vaca, C. A. (2019). *PLAN DE REFORESTACIÓN DE ZONAS AFECTADAS POR INCENDIOS FORESTALES NIVEL 2 EN LA COMUNIDAD PESILLO - CANTÓN CAYAMBE*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17695/1/UPS-ST004289.pdf>
- Urzúa, N., & Cáceres, F. (2011). Incendios forestales: principales consecuencias económicas y ambientales en Chile Forest fires: major economic and environmental consequences in Chile. *Interamerican Journal of Environment and Tourism*, 7(1), 18–24.
- Vega Hidalgo, J. A., Pérez Suárez, J. R., Jiménez Carmona, E., & Fernández Figueira, C. (2009). *Supervivencia de Pinus pinaster Ait. tras incendios forestales en España*. 1–9. http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/17034/16874
- Viani Ovalles, F. A. (2003). El Color del Suelo: definiciones e interpretación. *CENIAP HOY No. 3, Sezuela.*, 3(Septiembre-diciembre). <https://es.scribd.com/document/318766607/El-Color-del-Suelo-definiciones-e-interpretacion-pdf>
- Vicente, C., & Fernandez, V. (2010). *Guia Metodologica Para La Evaluacion Del Impacto Ambiental*. (p. 177). [conesa-guiametodologicaevaluacionimpactoambiental-160505214641.pdf](https://repositorio.conesa-guiametodologicaevaluacionimpactoambiental-160505214641.pdf)
- Walkley, & Black. (1934). *AN EXAMINATION OF THE DEGTJAREFF METHOD FOR*

DETERMINING SOIL ORGANIC MATTER, AND A PROPOSED MODIFICATION OF THE CHROMIC ACID TITRATION METHOD.

https://journals.lww.com/soilsci/citation/1934/01000/an_examination_of_the_degtjareff_method_for.3.aspx

11. Anexos

Anexo 1. Subdivisión del Clima Ecuatorial

Tabla 19

Subdivisión del Clima Ecuatorial (Barros & Troncoso, 2010)

Clima térmico altitudinal		Clima pluviométrico	
Clase	Variedad	Tipo	
Según la media térmica anual	Según la cantidad de lluvias (mm/año)	Según régimen anual de lluvias	
A. Tropical: 22 – 26 °C	1. Árido	Occidental, dos estaciones anuales, lluviosa de diciembre a abril	
0 – 700 m.s.n.m. (costa)	250 mm		
B. Subtropical: 18 – 21,9 °C	2. Semiárido	Interandino, tres estaciones anuales lluviosa abril y octubre –noviembre seca junio – agosto	
700 – 1800 m.s.n.m. (costa)	250 – 500 mm		
900 – 2000 m.s.n.m. (oriente)			
C. Templado: 12 – 17,9 °C	3. Semihúmedo	Oriental llueve todo el año (+ de 250 días). No hay estación seca.	
1800 – 3000 m.s.n.m.	500 – 1000 mm		
D. Frío: 0 – 11,9 °C	4. Húmedo	Insular cuatro estaciones lluviosas entre febrero – abril y junio – septiembre.	
3000 - 4500 m.s.n.m.	1000 – 2000 mm		
E. Gélido 0 °C	5. Muy húmedo		
+4500 m.s.n.m.	2000 -3000 mm		
	6. Súper húmedo		
	+3000 mm		





Anexo 2. Escala Beaufort**Tabla 20***Escala Beaufort (Bonilla, 2001)*

Número de Beaufort	Velocidad del viento (km/h)	Denominación	Efectos en tierra
0	00 a 01	Calma	Calma, el humo asciende verticalmente
1	02 a 05	Ventolina	El humo indica la dirección del viento
2	06 a 11	Flojito (Brisa muy débil)	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos
3	12 a 19	Flojo (Brisa débil)	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	Bonancible (Brisa moderada)	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	29 a 38	Fresquito (Brisa fresca)	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	39 a 49	Fresco (Brisa fuerte)	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas
7	50 a 61	Frescachón (Viento fuerte)	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento
8	62 a 74	Temporal (Viento duro)	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas dificultosa
9	75 a 88	Temporal fuerte (Muy duro)	Daños en árboles, imposible andar contra el viento
10	89 a 102	Temporal duro (Temporal)	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	103 a 117	Temporal muy duro (Borrasca)	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles
12	118 y más	Temporal huracanado (Huracán)	Destrucción total

Anexo 3. Identificación tipo de flora

Tabla 21

Flora identificada en el área boscosa Barrio Yahuarquina

IMAGEN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Kikuyo	Poaceae
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Chilca	Asteraceae
	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Llashipa	Dennstaedtiaceae
	<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.		Poaceae



Paspalum spp

yerba

Poaceae



Alchemilla sp

Rosaceae



Smilax aspera L

Zarzaparrilla

Smilacaceae



Cesturm nocturnum L.

Dama
noche

de

Solanaceas



*Tibouchina laxa (Desr.)
Cogn*

*Garra de
diablo*

Melastomataceae



Anthurium rigidifolium
Engl.

Araceae



Puya eryngioides André *Puya*

Bromeliaceae



Aizoáceas Sp

Aizoáceas

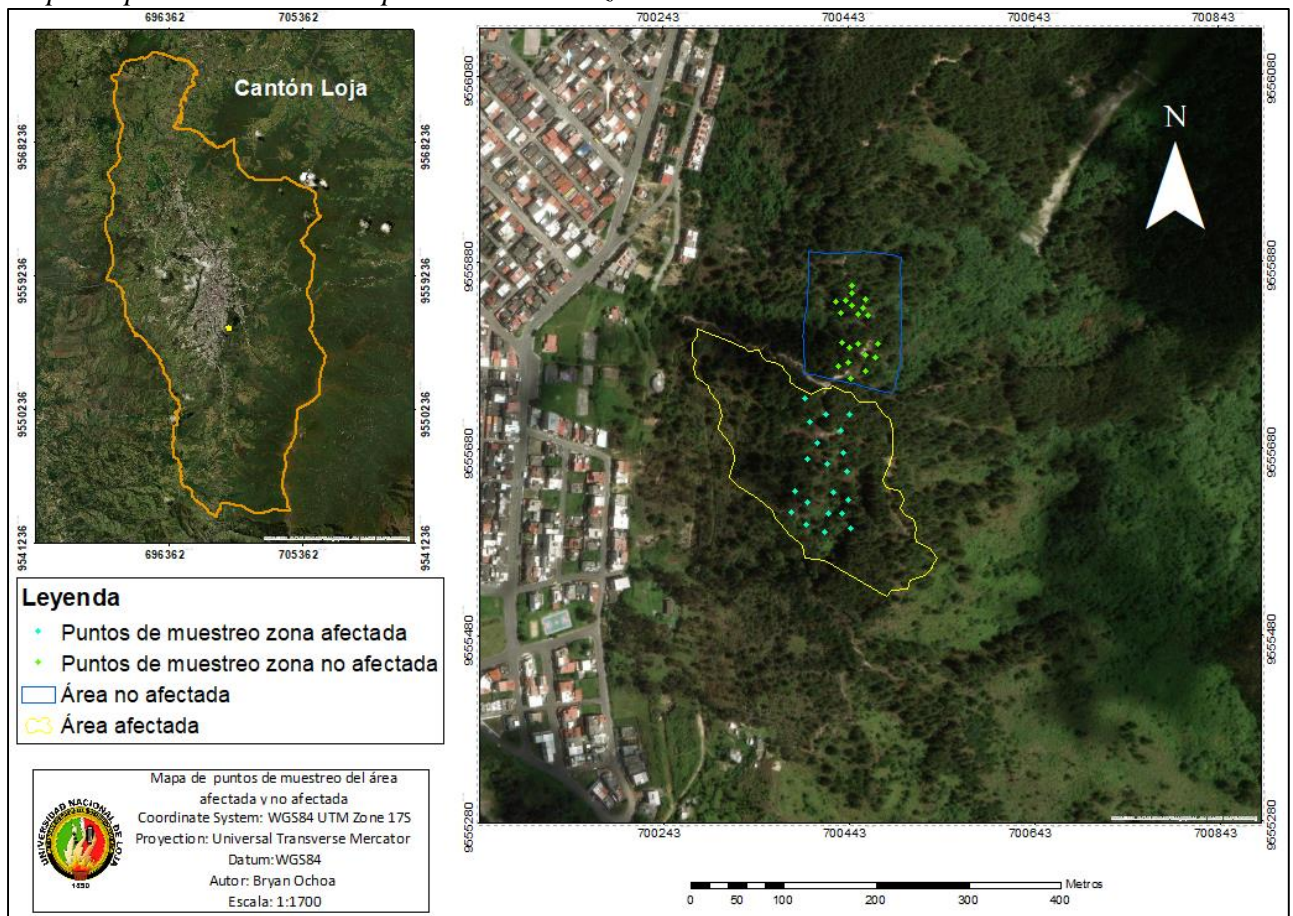


Desmodium incanum
(Sw.) DC.

Fabaceae

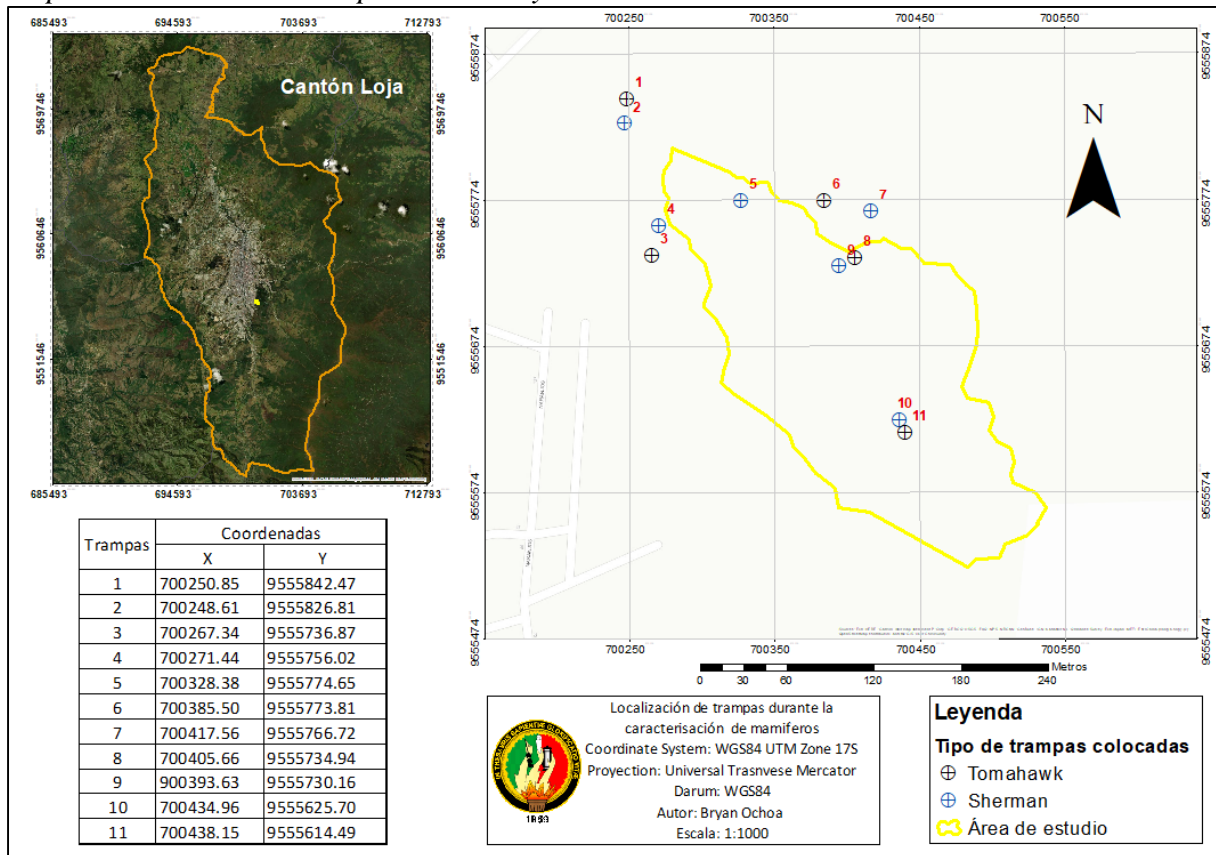
Anexo 4. Puntos de muestreo para la caracterización del suelo
Figura 22

Mapa de puntos de muestreo para la caracterización de suelo



Anexo 5. Mapa de ubicación trampas Sherman y Tomahawk
Figura 23

Mapa de ubicación de trampas Sherman y Tomahawk



Elaboración: Autor.

Anexo 6. Puntos de observación de aves
Tabla 22

Coordenadas puntos de observación aves parte alta barrio Yahuarquina

Puntos	m.s.n.m	Coordenadas	
		Norte	Este
1	2209	9555772	700223
2	2216	9555809	700288
3	2295	9555747	700401
3	2284	9555615	700371

Anexo 7. Colocación trampas Sherman y Tomahawk

Figura 24

Instalación temporal trampas Sherman y tomahawk



Anexo 8. Encuesta aplicada a los moradores del barrio Yahuaruncuna

Formato encuesta

Proyecto de tesis: *Impacto ambiental en la parte alta del barrio Yahuaruncuna por efecto de los incendios forestales*

Encuestador: _____

(La presente encuesta se realiza con la finalidad de obtener información sobre los impactos que generan los incendios forestales sobre la comunidad y el medio ambiente)

Datos generales.

Edad: _____ Sexo: _____ Ocupación: _____

1. ¿Tiene usted alguna vinculación con el medio forestal? Si/No

2. Si la respuesta anterior fue afirmativa indique ¿cuál de las vinculaciones del medio forestal tiene?

Empresario sector forestal	
Empresario ganadero/turístico	
Trabajador del sector forestal /ganadero	
Trabajador del sector forestal turístico	
Socio de una organización conservacionista/ecologista	
Otra (especificar)	

3. ¿Cree que los incendios forestales son un problema en la ciudad de Loja? Si/No
4. ¿En los últimos años ha ocurrido algún incendio forestal en la zona donde reside? Si/No
5. En caso de que su respuesta sea afirmativa ¿En qué meses se producen los incendios cerca de su barrio o comunidad?
-

6. ¿Con que frecuencia se han generado incendios forestales cerca de su barrio?

Una o dos veces al año	
Más de tres veces al año	
Cada tres años	
Cada cinco años	

7. ¿Cuáles son en su opinión las causas más frecuentes de los incendios forestales en la zona donde vive?

Intencionados	
Negligencias (hogueras, colillas, quemas agrícolas...)	
Accidentes (en líneas eléctricas, maquinaria)	
Naturales (Rayos, tormentas)	
Otros	

8. En relación a los incendios intencionados ¿Cuál cree que son las motivaciones de las personas que los originan?

Conflictos con la propiedad o la gestión del monte	
Pirómanos	
Vandalismo	
Actividad ganadera	
Venganzas	
Pérdida del paisaje vivido	
Especulación con la venta de madera	
Intereses laborales	
Intereses económicos (otros)	

Otros (especifique):	
----------------------	--

9. Usted ha recibido información sobre los impactos que generan los incendios forestales (Si/No)

10. ¿Cuáles cree que son las consecuencias más graves de un incendio forestal señale al grado que considere 1º, 2º y 3º?

1 (leve) 2 (Grave) 3 (Muy grave/critico)

Impacto	Grado	Observaciones
Socioeconómico (turismo, comercio)		
Flora (quema de árboles, arbustos, hierbas)		
Pérdida de recursos (madera, paisaje.)		
Fauna (muerte de animales, pérdida de habitad.)		
Aire (aumento de CO ₂ , disminución de la visibilidad)		
Suelo (pérdida de cobertura vegetal, propenso a erosión, pérdida de materia orgánica.)		
Agua (cambios en el ciclo hídrico, contaminación)		
Salud		
Otros...		

11. ¿Usted o alguien de su comunidad se ha visto afectado por los incendios forestales? Si/No

12. En caso de que su respuesta sea positiva señale los problemas que ha presentado producto de los incendios forestales

Salud (problemas respiratorios pro efecto del humo, lesiones o quemaduras, intervención hospitalaria)	
Económico (pérdida de: inmuebles, áreas de cultivo, disminución en el comercio)	
Desalojo o reubicación de residencia por riesgo a incendio	
Otros.	

13. ¿Sabe cuál es la institución a la cual acudir para denunciar un incendio intencionado?

14. ¿Creen que están suficientemente informados sobre los incendios que ocurren en su comunidad y sus consecuencias? Si- No

15. Si la respuesta anterior es afirmativa ¿De dónde obtiene la información sobre los incendios?

Administración Central (Ministerio de Agricultura, y Medio Ambiente)	
Administración Autonómica (Gobierno Regional)	

Técnicos/Agentes Forestales/ cuadrillas	
Asociaciones y Entidades sin ánimo de lucro	
Prensa	
Radio	
Internos (Twitter, Facebook, Instagram...)	
Otros (especificar)	

16. ¿Cuáles son a su juicio las medidas más eficaces para reducir los incendios forestales?

Medidas	Nada eficaz	Poco eficaz	Eficaz	Muy eficaz
Legislación (Penas más duras para los incendiarios)				
Educación ambiental				
Campañas publicitarias (TV, radio, carteles, trípticos, etc.)				
Diálogo y conciliación de intereses				
Prevención pasiva /reactiva (cortafuegos, balsas de agua, ...)				
Gestión del monte (reducción carga vegetación, mantenimiento mosaico paisajístico...)				
Incrementar los medios y el personal que actúa en extinción				

Otros

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 9. Aplicación de encuestas y entrevistas

Figura 25

Aplicación de encuestas a los moradores del barrio Yahuracuna



Anexo 10. Tabulación encuestas aplicadas en el barrio de Yahuracuna

Tabla 23

Resultados Tabulación Encuestas

Pregunta	Opciones	Respuestas	%
1. Tiene usted alguna vinculación con el medio forestal	Si	69	29,49
	No	165	70,51
2. Si la respuesta anterior fue afirmativa indique ¿cuál de las vinculaciones del medio forestal tiene	Empresario sector forestal	1	0,43
	Empresario ganadero/ turístico	1	0,43
	Trabajador del sector forestal /ganadero	26	11,11
	Trabajador del sector forestal /turístico	4	1,71
	Socio de una organización conservacionista/ecologista	0	0,00
	Otra (especificar)	40	15,81
3. ¿Cree que los incendios forestales son un problema en la ciudad de Loja?	Si	224	95,73
	No	10	4,27
	Si	228	97,44

4. ¿En los últimos años ha ocurrido algún incendio forestal en la zona donde reside?	No	6	2,56	
5. En caso de que su respuesta sea afirmativa ¿En qué meses se producen los incendios cerca de su barrio o comunidad?	Enero	0	0,00	
	Febrero	0	0,00	
	Marzo	1	0,25	
	Abril	5	1,27	
	Mayo	11	2,80	
	Junio	38	9,67	
	Julio	77	19,59	
	Agosto	152	38,68	
	Septiembre	80	20,36	
	Octubre	24	6,11	
	Noviembre	5	1,27	
	Diciembre	0	0,00	
6. ¿Con que frecuencia se han generado incendios forestales cerca de su barrio?	Una o dos veces al año	198	76,45	
	Más de tres veces al año	19	6,95	
	Cada tres años	16	6,56	
	Cada cinco años	26	10,04	
7. ¿Cuáles son en su opinión las causas más frecuentes de los incendios forestales en la zona donde vive?	Intencionados	158	45,01	
	Negligencias (hogueras, colillas, quemas agrícolas...)	123	35,04	
	Accidentes (en líneas eléctricas, maquinaria)	41	11,68	
	Naturales (Rayos, tormentas)	29	8,26	
	Otros	0	0	
8. En relación a los incendios intencionados ¿Cuál cree que son las motivaciones de las personas que los originan?	Conflictos con la propiedad o la gestión del monte	6	1,58	
	Pirómanos	91	23,95	
	Vandalismo	180	47,37	
	Actividad ganadera	4	1,05	
	Venganzas	44	11,58	
	Pérdida del paisaje vivido	0	0,00	
	Especulación con la venta de madera	0	0,00	
	Intereses laborales	0	0,00	
	Intereses económicos (otros)	0	0,00	
	Otros (especifique)	55	14,47	
9. Usted ha recibido información sobre los impactos que generan los incendios forestales	Si	93	39,74	
	No	141	60,26	
10. ¿Cuáles cree que son las consecuencias más graves de un	Socioeconómico (turismo, comercio)	Leve	79	33,76
		Grave	121	51,71

incendio forestal señale al grado que considere 1(leve), 2(grave) y 3(critico/muy grave)		Crítico	34	14,53
	Flora (quema de árboles, arbustos, hierbas)	Leve	1	0,43
		Grave	138	58,97
		Crítico	95	40,60
	Pérdida de recursos (madera, paisaje.)	Leve	6	2,56
		Grave	147	62,82
		Crítico	81	34,62
	Fauna (muerte de animales, pérdida de habitat.)	Leve	2	0,85
		Grave	129	55,13
		Crítico	103	44,02
	Aire (aumento de CO2, disminución de la visibilidad)	Leve	8	3,42
		Grave	137	58,55
		Crítico	89	38,03
	Suelo (perdida de cobertura vegetal, propenso a erosión, perdida de materia orgánica.)	Leve	59	25,21
		Grave	120	51,28
		Crítico	55	23,50
	Agua (cambios en el ciclo hídrico, contaminación)	Leve	62	26,50
		Grave	123	52,56
		Crítico	49	20,94
	Salud	Leve	7	2,99
		Grave	97	41,45
		Crítico	130	55,56
	Otros	Leve	0	0,00
		Grave	0	0,00
Crítico		0	0,00	
11.¿Usted o alguien de su comunidad se ha visto afectado por los incendios forestales?	Si		97	41,45
	No		137	58,55
12.En caso de que su respuesta sea positiva señale los problemas que ha presentado producto de los incendios forestales	Salud		85	28,41
	Económico		22	7,35
	Desalojo o reubicación de residencia por riesgo a incendio		14	4,68
	Otros.		4	1
13.¿Sabe cuál es la institución a la cual acudir para denunciar un incendio intencionado?	Si		106	45,30
	No		128	54,70
14. Creen que están suficientemente informados sobre los incendios que ocurren	Si		86	36,75
	No		148	63,25

en su comunidad y sus consecuencias				
15. Si la respuesta anterior es afirmativa ¿De dónde obtiene la información sobre los incendios	Administración Central	2	0,43	
	Administración Autonómica (Gobierno Regional)	3	0,65	
	Técnicos/Agentes Forestales/ cuadrillas	6	1,30	
	Asociaciones y Entidades sin ánimo de lucro	0	0,00	
	Prensa	47	10,16	
	Radio	23	4,97	
	Internos (Twitter, Facebook, Instagram...)	71	15,35	
	Otros (especificar)	18	3,89	
16. ¿Cuáles son a su juicio las medidas más eficaces para reducir los incendios forestales?	Legislación (Penas más duras para los incendiarios)	Nada Eficaz	69	29,49
		Poco eficaz	51	21,79
		Eficaz	92	39,32
		Muy eficaz	22	9,40
	Educación ambiental	Nada Eficaz	18	7,69
		Poco eficaz	32	13,68
		Eficaz	133	56,84
		Muy eficaz	51	21,79
	Campañas publicitarias (TV, radio, carteles, trípticos, etc.)	Nada Eficaz	32	13,68
		Poco eficaz	78	33,33
		Eficaz	116	49,57
		Muy eficaz	8	3,42
	Diálogo y conciliación de intereses	Nada Eficaz	50	21,37
		Poco eficaz	86	36,75
		Eficaz	92	39,32
		Muy eficaz	6	2,56
	Prevención pasiva /reactiva (cortafuegos, balsas de agua, ...)	Nada Eficaz	54	23,08
		Poco eficaz	69	29,49
		Eficaz	93	39,74
		Muy eficaz	18	7,69
	Gestión del monte (reducción carga vegetación, mantenimiento mosaico paisajístico...)	Nada Eficaz	77	32,91
		Poco eficaz	51	21,79
		Eficaz	97	41,45
		Muy eficaz	9	3,85
	Incrementar los medios y el personal que actúa en extinción	Nada Eficaz	6	2,56
		Poco eficaz	18	7,69
		Eficaz	130	55,56
		Muy eficaz	80	34,19

Anexo 11. Fotografía del impacto generado por los incendios forestales

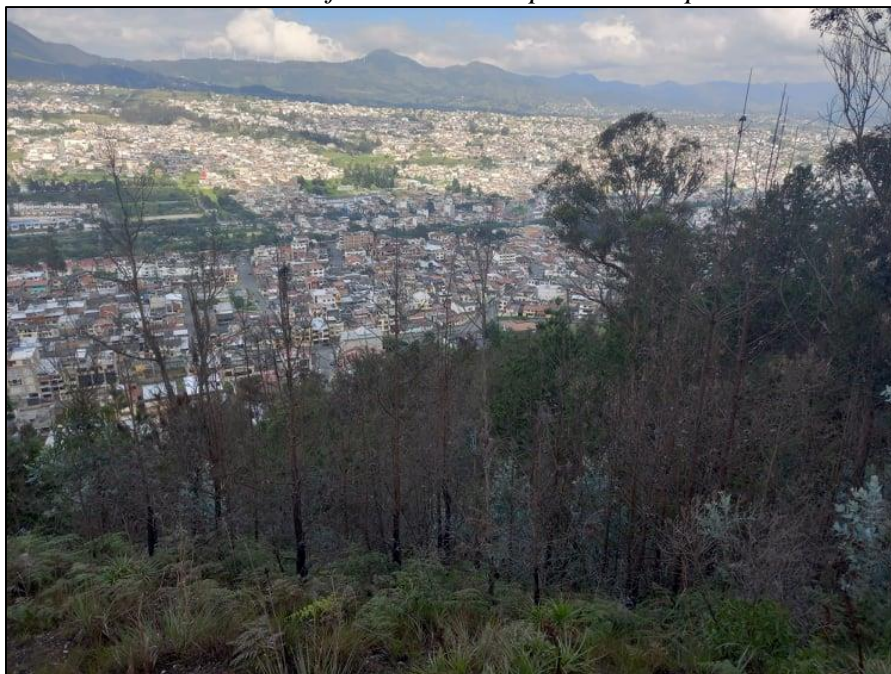
Figura 26

Impactos flora



Figura 27

Muerte de casi todos los individuos jóvenes de la especie Pinus patula





Anexo 12. Toma de muestras de suelo

Figura 28

Toma de muestras de suelo área boscosa barrio Yahuarquina



Anexo 13. Certificado de traducción del resumen (abstract)

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN DEL RESUMEN (ABSTRACT)

Loja, 5 de enero de 2024

Licenciada. Elsa Mirey Vivanco Herrera.

CERTIFICO:

En mi calidad de traductora del idioma Ingles, con el título de Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Idioma Ingles, he revisado el resumen de la investigación de la tesis con el tema "IMPACTO AMBIENTAL EN LA PARTE ALTA DEL BARRIO YAHUARCUNA POR EFECTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES", de autoría del señor Bryan David Ochoa Carrión. El señor egresado Bryan David Ochoa Carrión, ha añadido las respectivas correcciones realizadas en las versiones del manuscrito y está listo para continuar con sus gestiones, razón por la cual autorizo su presentación como requisito dentro de su tesis para los tramites de su respectiva graduación.

Es todo cuanto puedo informar para los trámites pertinentes

Atentamente.



Licenciada. Elsa Mirey Vivanco Herrera.

CI. 1102744032

Telf. 0990276846