

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

COHORTE AGOSTO 2018

Tema: Valoración Económica Social y Ambiental de Incendios Forestales

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en
Administración de Empresas Mención Sistemas Integrados de Gestión, Calidad,
Seguridad y Ambiente

Autor: Ingeniero Jaime Renato Cueva Toalombo

Director: Ingeniero Ricardo Vinicio Abril Saltos, PhD.

Ambato – Ecuador

2021

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad Ciencias Administrativas.

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por el Ingeniero Santiago Xavier Peñaherrera Zambrano, MBA., e integrado por los señores: Ingeniero Klever Armando Moreno Gavilanes, PhD., e Ingeniera Jacqueline Del Pilar Hurtado Yugcha, Magíster, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Informe Investigación con el tema: “Valoración Económica Social y Ambiental de Incendios Forestales” elaborado y presentado por el señor Ingeniero Jaime Renato Cueva Toalombo, para optar por el Grado Académico de Magíster en Administración de Empresas Mención en Sistemas Integrados de Gestión, Calidad, Seguridad y Ambiente; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Santiago Xavier Peñaherrera Zambrano, MBA.

Presidente y Miembro del Tribunal

Ing. Klever Armando Moreno Gavilanes, PhD.

Miembro del Tribunal

Ing. Jacqueline Del Pilar Hurtado Yugcha, Mg.

Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en Trabajo de Titulación, presentado con el tema: Valoración Económica Social y Ambiental de Incendios Forestales, le corresponde exclusivamente al *Ingeniero Jaime Renato Cueva Toalombo*, autor bajo la Dirección del *Ingeniero Ricardo Vinicio Abril Saltos, PhD.*, director del trabajo de titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ingeniero Jaime Renato Cueva Toalombo

C.C. 1724944473

AUTOR

Ingeniero Ricardo Vinicio Abril Saltos, PhD

C.C.1803113321

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ingeniero Jaime Renato Cueva Toalombo

C.C.:1724944473

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS.	ii
AUTORÍA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
AGRADECIMIENTO	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
EXECUTIVE SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	3
1. TEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	5
2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO	5
2.1. Área de conocimiento	5
2.2. Líneas de investigación	5
3. INFORMACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	5
3.1. Tiempo de ejecución	5
3.2. Financiamiento.....	5
3.3. Autor	6
4. DESCRIPCIÓN DETALLADA.....	6
4.1. Definición del problema de la investigación.....	6
4.2. Objetivos de la investigación	8
4.3. Justificación de la investigación.....	9
4.4. Marco teórico referencial	11
4.4.1 Antecedentes de la Investigación.....	11
4.4.2 Marco Teórico.....	14
4.5. Metodología	38

5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	62
5.1 CONCLUSIONES.....	93
5.2 RECOMENDACIONES.....	94
6. PROPUESTA	96
7. REFERENCIAS CITADAS	107
8. ANEXOS.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto del Proyecto de Investigación.....	6
Tabla 2. Operacionalización de las Variables	40
Tabla 3. Tipos de Clima en la Provincia de Imbabura.....	45
Tabla 4. Tipos de Ecosistemas	47
Tabla 5. Tabla rodal y existencia	57
Tabla 6. Número de incendios y cobertura vegetal afectada por cantón en el año 2019	63
Tabla 7. Número de incendios mensuales y cobertura vegetal afectada en el año 2019	64
Tabla 8. Características del Encuestado.....	65
Tabla 9. Aspectos socioeconómicos.	67
Tabla 10. Vivienda.....	70
Tabla 11. Material de la vivienda.....	70
Tabla 12. Número de personas que residen en las viviendas afectadas por incendios en los cantones Ibarra y Cotacachi.....	71
Tabla 13. Servicios Básicos	72
Tabla 14. Residuos	73
Tabla 15. Memoria de desastres y eventos.....	76
Tabla 16. Afectación de incendios	77
Tabla 17. Percepción y respuesta ante incendios forestales.....	78
Tabla 18. Responsabilidad en la construcción	81
Tabla 19. Percepción de Riesgo	82
Tabla 20. Preparación ante potenciales eventos adversos.....	84
Tabla 21. Número de árboles por parcela	87
Tabla 22. Promedio de DAP (cm) y Altura (m) de los árboles por parcela.....	87
Tabla 23. Área basal (m ²) y Volumen basal (m ³) por parcela.	88
Tabla 24. Biomasa por parcela.....	88
Tabla 25. Valores de CO ₂ y dólares americanos obtenidos por parcela	89
Tabla 26. Valoración económica por hectárea.....	89
Tabla 27. Valoración económica USD por año en la última década.	90
Tabla 28. Valores de belleza escénica.....	91

Tabla 29. Valores Productos Maderables.....	89
Tabla 30. Mantenimiento rodal	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos de ignición de un incendio forestal y triangulo de comportamiento de fuego.....	15
Figura 2. Situaciones de alineación de fuerzas en el mismo combustible, clima y condiciones topográficas.....	17
Figura 3. Partes de un incendio forestal.	18
Figura 4. Metodología de Valoración Social Económica y Ambiental.	33
Figura 5. Esquema Metodológico de la investigación.	42
Figura 6. Esquema teoría de valor y metodología de valoración socioeconómica ambiental.....	43
Figura 7. Cantones de la provincia de Imbabura.....	44
Figura 8. Riesgos por Cambio Climático.....	46
Figura 9. Mapa de cobertura y uso de tierra de la provincia de Imbabura.....	48
Figura 10. Nivel de Ocurrencia de Eventos en Imbabura.	48
Figura 11. Zonas Incidentes de los Incendios Forestales.....	49
Figura 14. Diseño de muestreo aleatorio simple.....	50
Figura 15. Medición de diámetro de altura de pecho.....	52
Figura 16. Medición de la altura del árbol en la provincia de Imbabura.	53
Figura 17. Formas de área basal.....	53
Figura 18. Factor de forma del fuste.....	55
Figura 12. Registro de número de incendios en la última década.....	62
Figura 13. Evolución de superficies forestales afectadas.....	63
Figura 19. Características de autoidentificación del encuestado en Ibarra y Cotacachi.	66
Figura 20. Porcentaje edad y residencia de encuestados Ibarra y Cotacachi.	68
Figura 21. Porcentajes de actividad económica de encuestados en Ibarra y Cotacachi.....	69
Figura 22. Personas residentes en viviendas afectadas en Ibarra y Cotacachi. Figura 23. Hombres y Mujeres en Ibarra y Cotacachi.	71
Figura 24. Servicios Básicos en Ibarra y Cotacachi.....	73
Figura 25. Residuos en Ibarra y Cotacachi.	74
Figura 26. Memoria de desastres y eventos.	75

Figura 28. Afectación por incendios forestales.....	78
Figura 28. Percepción y respuesta ante incendios forestales.	80
Figura 29. Responsabilidad en la construcción de la vulnerabilidad.	82
Figura 30. Percepción del riesgo.....	83
Figura 31. Preparación ante potenciales eventos adversos..	86

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermana y familiares por el apoyo y confianza brindada siempre.

A mi director, Ing. Ricardo Abril PhD. por la paciencia y la guía durante cada etapa de este proyecto brindándome siempre su apoyo y valioso conocimiento.

DEDICATORIA

Con todo el amor y cariño este trabajo lo dedico a mis padres, pilar fundamental de mi familia y motivo a superarme cada día más.

A mi hermana Jenny y Chris por la confianza y el apoyo incondicional brindado siempre.

A mi tía Amablita, abuelita Rosa y primos Pato, Franklin y Maribel que siempre han estado presentes en cada una de las etapas de mi vida.

Y en especial a mi abuelita Lina, aunque no se encuentre presente físicamente sé que estará muy orgullosa y feliz de verme terminar una etapa más en mi vida académica y profesional.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
COHORTE AGOSTO 2018

**TEMA: VALORACIÓN ECONÓMICA SOCIAL Y AMBIENTAL DE
INCENDIOS FORESTALES**

AUTOR: *Ingeniero Jaime Renato Cueva Toalombo*

DIRECTOR: *Ingeniero Ricardo Vinicio Abril Saltos, PhD.*

FECHA: *04 de marzo 2021*

RESUMEN EJECUTIVO

Los incendios forestales han arrasado millones de hectáreas de bosques y áreas verdes en distintos lugares del mundo, donde las condiciones naturales, sociales y ambientales han promovido un contexto desfavorable de pérdidas económicas durante los últimos años en varios países, incluido Ecuador. En consecuencia, la presente investigación examinó las implicaciones de la actividad de los incendios forestales en términos de la dinámica social económica y ambiental en la provincia de Imbabura, realizando una valoración y tomando en cuenta los cantones más afectados en el año 2019, caracterizando los eventos ocurridos en la última década en esta provincia. A tal efecto, se consideraron los registros proporcionados por el Servicio de Gestión de Riesgos y Emergencias de Imbabura, además de considerar el aspecto social y económico de las personas afectadas entre las actividades de producción (sector público y privado), actividades agrícolas, ganadera, afectación humana e infraestructura, que se desagregaron, en la última década (2010-2019). Se registraron un total de 362 incendios forestales en Imbabura afectando 3 506.84 hectáreas de zonas boscosas en el año 2019. Los datos se recopilaron y analizaron utilizando la metodología proporcionada por el Ministerio de Ambiente, además de utilizar métodos matemáticos y algorítmicos para la obtención de los valores de biomasa en el bosque de *Eucalyptus globulosus* y posteriormente valores económicos en dólares. Los resultados de la

valoración social, económica y ambiental muestran una pérdida significativa de grandes extensiones de flora y fauna, provocando cierres parciales de vías de acceso, cortes temporales de servicios básicos (luz, agua, teléfono), en el año 2019 no existió pérdidas humanas sin embargo varias personas sufrieron heridas y quemaduras leves. Ibarra y Cotacachi fueron los cantones más afectados en el año 2019, dejando un total de \$ 832 997.45 por pérdidas en almacenamiento de carbono en los bosques afectados, la producción de biomasa en estos bosques nativos es de 29,45 (toneladas/hectárea). Cabe mencionar que las comunidades y poblaciones aledañas no se encuentran preparadas y desconocen cómo actuar en caso de incendio forestal, las viviendas están ubicadas en zonas de alto riesgo, una planificación, concientización y preparación en las comunidades ayudaría a disminuir en gran medida la incidencia de los incendios forestales y su propagación evitando pérdidas económicas, ambientales y humanas.

DESCRIPTORES: *BIOMASA, BOSQUE, CARBONO, EUCALYPUS GLOBULOS, INCENDIO FORESTAL, PRECAUCIÓN, PREVENCIÓN, VALORACIÓN AMBIENTAL, VALORACIÓN ECONÓMICA, VALORACIÓN SOCIAL.*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
COHORTE AGOSTO 2018

THEME: ECONOMIC SOCIAL AND ENVIRONMENTAL VALUATION OF
FOREST FIRES

AUTHOR: *Ingeniero Jaime Renato Cueva Toalombo*

DIRECTED BY: *Ingeniero Ricardo Vinicio Abril Saltos, Ph.D.*

DATE: *04 de marzo 2021*

EXECUTIVE SUMMARY

Forest fires have devastated millions of hectares of forests and green areas in different parts of the world, where natural, social and environmental conditions have promoted an unfavorable context of economic losses in recent years in several countries, including Ecuador. Consequently, this research examined the implications of forest fire activity in terms of the social, economic and environmental dynamics in the province of Imbabura, making an assessment and taking into account the most affected cantons in 2019, characterizing the events occurred in the last decade in this province. For this purpose, the records provided by the Imbabura Risk and Emergency Management Service were considered, in addition to considering the social and economic aspect of the affected people among production activities (public and private sector), agricultural activities, livestock, human impact and infrastructure, which were disaggregated, in the last decade (2010-2019). A total of 362 forest fires were registered in Imbabura affecting 3 506.84 hectares of forested areas in 2019. The data was collected and analyzed using the methodology provided by the Ministry of the Environment, in addition to using mathematical and algorithmic methods to obtain the values. of biomass in the *Eucalyptus globulosus* forest and later economic values in dollars. The results of the social, economic and environmental valuation show a significant loss of large extensions of flora and fauna, causing partial closures of access

roads, temporary cuts of basic services (electricity, water, telephone), in 2019 there were no losses. However, several people suffered minor injuries and burns. Ibarra and Cotacachi were the most affected cantons in 2019, leaving a total of \$ 832 997. 45 due to losses in carbon storage in the affected forests, the biomass production in these native forests is 29.45 (tons / hectare). It is worth mentioning that the surrounding communities and populations are not prepared and do not know how to act in the event of a forest fire, the houses are located in high-risk areas, planning, awareness and preparation in the communities would help to greatly reduce the incidence of forest fires and their spread avoiding economic, environmental and human losses.

KEYWORDS: *BIOMASS, CARBON, ECONOMIC ASSESSMENT, ENVIRONMENTAL ASSESSMENT, EUCALYPTUS GLOBULUS, FOREST, FOREST FIRE, PRECAUTION, PREVENTION, SOCIAL ASSESSMENT.*

INTRODUCCIÓN

Los daños causados por los incendios forestales han aumentado en las últimas décadas en todo el mundo. En estos marcos, la comunidad científica puede y debe aportar contribuciones, concretamente a través de nuevos enfoques y conocimientos que permitan prevenir las consecuencias negativas de los incendios forestales y permitan comprender los diversos impactos después de su ocurrencia. Las metodologías actuales para valoración de los efectos de los incendios forestales presentan una modelización matemática y computacional, aporta nuevos enfoques para la evaluación de incendios forestales ya que permite vincular varias dimensiones relacionadas con estas realidades multidisciplinarias, tomando en cuenta el máximo potencial generado por las áreas verdes. (Pausas, 2020a, p. 45)

Las evaluaciones de los impactos de los incendios forestales son contribuciones importantes al diseño de políticas agroforestales ajustadas, específicamente con el fin de dirigir el apoyo a las actividades más afectadas negativamente. Los instrumentos de política y la legislación relacionada son herramientas determinantes para reducir los impactos negativos de los incendios forestales. De hecho, las tierras agroforestales dentro y fuera de Ecuador continúan ardiendo, en algunos casos con mayor severidad y frecuencia, principalmente debido al cambio climático y al calentamiento global. (Espinoza & Alexander, 2019)

Por otro lado Albornoz Bejarano & Guerrero Duarte (2019) menciona que los gobiernos y las instituciones relacionadas crean (y divulgan) más regulaciones que en el pasado. Quizás, se necesiten nuevos enfoques, donde las nuevas tecnologías puedan jugar un papel determinante. Los enfoques multidisciplinarios podrían aportar contribuciones interesantes, por ejemplo, el análisis económico podría transmitir conocimientos valiosos. Los incendios forestales siempre han tenido implicaciones negativas; sin embargo, los impactos de los incendios forestales no siempre son iguales en los distintos sectores económicos. Estas realidades exigen más aspectos destacados sobre las consecuencias reales de los incendios forestales en las diferentes actividades económicas.

En este contexto, el objetivo principal de este proyecto de investigación es realizar una valoración social económica y ambiental en la provincia de Imbabura, utilizando la metodología proporcionada por el Ministerio de Ambiente, y apoyándose en ecuaciones matemáticas para el cálculo de biomasa y captura de carbono de bosques en la última década (2010-2019) sobre la dinámica socioeconómica de las actividades agrícolas (agricultura, ganadería, caza y servicios relacionados), forestal (silvicultura y exploración forestal) y sectores económicos. (MAE, 2020)

Los hallazgos presentados en esta investigación serán un aporte para futuros estudios, y permitirá conocer las pérdidas económicas generadas por los incendios forestales en esta región, cabe mencionar que los resultados permitirán disponer de herramientas para la prevención de riesgos en las comunidades. La necesidad de investigaciones socioeconómicas ambientales relacionada con los incendios forestales en el país hoy en día son de gran importancia, ya que no se cuenta con una amplia gama de estudios previos, es por esta razón que el presente proyecto ayudará a contribuir estos vacíos bibliográficos.

Considerando los objetivos y metodologías adoptados para la investigación, este estudio se estructurará, después de esta introducción, en seis títulos, comprendidos entre: una revisión de la literatura, desarrollo de la metodología, descripción y toma de datos, resultados obtenidos, conclusiones, recomendaciones, y finalmente se planteará una propuesta que ayudará a las comunidades a estar más preparadas en caso de incendios forestales.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Biomasa: es la energía almacenada en cualquier materia orgánica (plantas y animales), es una fuente de energía renovable. Al quemarse puede producir calor y electricidad.

Bosque: área determinada por un conjunto de árboles de distintas especies con al menos 5 metros de altura.

Clima: estado de la atmósfera durante largos períodos de tiempo, como años, décadas, siglos o más. En general, el clima que impacta la superficie de la Tierra y los que viven en la superficie tiene lugar en la troposfera. La temperatura atmosférica se mide con un termómetro.

Comunidad: un grupo de personas que viven en la misma área definida que comparten los mismos valores básicos, organización e intereses. Una entidad social organizada informalmente que se caracteriza por un sentido de identidad.

Desastre: un desastre es un suceso que altera las condiciones normales de existencia y causa un nivel de sufrimiento que excede la capacidad de adaptación de la comunidad afectada.

Dióxido de Carbono: es un compuesto químico que se encuentra presente en la atmósfera terrestre el cual es un gas de efecto invernadero. El hielo seco es el estado sólido de este gas.

Evento (Adverso): acontecimiento inesperado que puede causar daños en la infraestructura, ecosistema y afectar a la salud de las personas.

***Eucalyptus globulus*:** comúnmente llamado goma azul de Tasmania, es un árbol de hoja perenne nativo del sureste de Australia. Se cultiva principalmente en la Península Ibérica para la producción de pulpa de papel, gestionada como monte bajo de corta

rotación. Es apreciado por su adaptación y aptitud de rápido crecimiento, además requerida su madera para leña.

Incendio Forestal: es el resultado de la propagación incontrolada de incendios en un área boscosa, definiendo como incendio al fuego de grandes proporciones que arden de forma fortuita o provocada. Causan la combustión de la vegetación (árboles, matorrales, pastizales y tierras de cultivo) y pueden originarse por causas naturales o humanas

Mitigación: mitigación y prevención se utilizan como sinónimos. Algunos prefieren eliminar el término mitigación y usar solo prevención. El término mitigación puede estar comprendido en el término prevención. mitigación significa reducir la gravedad del daño humano y material causado por el desastre.

Prevención: consiste en garantizar que la acción humana o los fenómenos naturales no provoquen un desastre o una emergencia. La prevención primaria es reducir y evitar el riesgo de que ocurra el evento, eliminando el peligro o la vulnerabilidad

Riesgo: es la probabilidad de que ocurra un desastre. La gestión de riesgo previene los riesgos.

Rodal: conjunto de árboles o bosques de una misma especie cuyas características son uniformes.

Vulnerabilidad: es el riesgo que tiene una persona, comunidad, poblaciones, infraestructura, etc., el cual puede sufrir un peligro inminente. La vulnerabilidad puede ser; naturales, económica, sociales, culturales, entre otras.

1. TEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Valoración económica social y ambiental de incendios forestales

2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO

2.1. Área de conocimiento

Administración de Empresas

2.2. Líneas de investigación

Desarrollo Territorial y Empresarial

3. INFORMACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

3.1. Tiempo de ejecución

Fecha de inicio: 18/07/2020

Fecha de fin: 01/03/2021

3.2. Financiamiento

El financiamiento para que el presente trabajo de investigación finalice en el tiempo determinado por la Institución de Educación Superior (Universidad Técnica de Ambato), es necesario contar con los recursos humanos, tecnológicos, técnicos, físicos e institucionales los cuales son indispensables para el desarrollo y finalización con éxito de este proyecto. Los costos en cuanto a cada recurso serán realizados por cuenta del estudiante investigador, el total de los gastos se detallan gastos en la tabla 1.

Tabla 1.

Presupuesto del Proyecto de Investigación

Ítem	Recursos	USD
1	Material Bibliográfico	200,00
2	Asesoría	1000,00
3	Derechos de Inscripción y de grado	100,00
4	Recursos administrativos (computador, material de impresión, internet, teléfono)	400,00
5	Transporte	300,00
	Total, presupuesto	2000,00

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Autor

Nombre: Cueva Toalombo Jaime Renato

Grado académico: Tercer Nivel (Ingeniero Mecánico)

Teléfono: 022 320 620 / 0987417840

Correo electrónico: jaimercuevat@hotmail.com

4. DESCRIPCIÓN DETALLADA

4.1. Definición del problema de la investigación

Los incendios forestales acabaron con cientos de miles de millones de hectáreas boscosas en el mundo, cifras actualizadas muestran una pequeña disminución en la cantidad de superficies perdidas anualmente a causa de los incendios forestales, sin embargo, en el año 2019 estas cifras aumentaron. Según las estadísticas presentadas

por la asociación internacional de incendios y servicios de rescate *CTIF* (2019), desde 1993 al 2017 más de 92,7 millones de hectáreas de bosque tropical fueron arrasados por incendios tropicales en el mundo. (*AtresMedia*, 2020)

Los impactos ambientales, económicos y sociales de los incendios forestales a nivel mundial han aumentado constantemente durante la última década, culminando con varios incendios de gran magnitud y de impacto económico entre los años 2000, 2001 y 2002. Estos incendios no solo consumieron bosques y vegetación de pastizales, sino que también afectaron negativamente el hábitat de la vida silvestre, recreación y turismo, calidad y suministro de agua, y valores de propiedad, todo lo cual depende de un paisaje boscoso.

Aunque varias entidades competentes como el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, bomberos, Ministerio de Ambiente, entre otros mantienen registros del total de hectáreas quemadas, estructuras destruidas y costos de supresión de incendios, los datos sobre los impactos indirectos y continuos de los incendios forestales son raramente calculados. Sin embargo, estos impactos, como los costos de restauración, la alteración del hábitat de la vida silvestre, la pérdida de ingresos por turismo o los efectos sobre la salud humana, son componentes importantes de la evaluación de riesgos y el manejo de incendios forestales.

El conocimiento de los impactos a corto y largo plazo de los incendios forestales es esencial para realizar una evaluación de riesgos efectiva, formulación de políticas y gestión de incendios forestales. Se ha encontrado que los datos se resumen a nivel nacional y local para solo unas pocas categorías (número de incendios, superficies afectadas, estructuras quemadas y costo de supresión), lo que proporciona a los responsables una imagen incompleta de los impactos totales de los incendios forestales.

Estos impactos indirectos y continuos de incendios forestales pueden ser sustanciales, particularmente para incendios forestales grandes en la interfaz forestal / urbana. Por lo tanto, sugerimos que una recopilación de datos más exhaustiva sobre el espectro más amplio de los impactos de los incendios forestales, resumida a nivel estatal y

nacional, proporcionaría a los responsables de la formulación de políticas una comprensión más completa de los impactos de los incendios forestales y, en última instancia, servirá para mejorar los métodos actuales de evaluación de riesgos nacionales y la gestión de incendios forestales.

Finalmente se conoce que los incendios forestales están asociados con la sequía a escala regional y con patrones los cuales influyen de manera directa a la economía de las comunidades o poblaciones cercanas ya que muchas de ellas dependen del comercio, turismo o explotación de superficies afectadas. Con respecto a la situación ambiental los incendios aportan un porcentaje menor en la de producción de dióxido de carbono en comparación a las grandes industrias, provocando quemaduras en áreas extensas, pérdidas de vegetación y fauna local, impactando significativamente la atmósfera, componentes que sirven como formadores del ecosistema y muestran un fuerte forzamiento al cambio climático. (Calkin et al. al. 2005; Balshi et al.2009; Abatzoglou y Kolden 2011)

4.2. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Realizar una valoración económica, social y ambiental de los incendios forestales en la provincia de Imbabura.

Objetivo(s) específico(s)

1. Caracterizar el número de eventos de incendios y superficie afectada que se han generado en la última década.
2. Realizar una valoración de riesgo social, ambiental y económica de los eventos generados en la provincia de Imbabura.

3. Establecer una propuesta para elaborar una guía comunitaria de protección, preparación y respuesta contra incendios forestales, para la provincia de Imbabura.

4.3. Justificación de la investigación

La riqueza ambiental es el pedestal fundamental para el desarrollo económico y social de una comunidad, población, ciudad o país. Los recursos naturales y del medio ambiente brindan un flujo de bienes y servicios a una sociedad, la cual no depende únicamente de estos, sino de la calidad del medio ambiente. Aunque se conoce intuitivamente que los recursos naturales son de gran importancia para la estabilidad económica y social de un estado políticamente desarrollado su uso racional no está controlado.

El desconocimiento del valor económico implícito en los bienes y servicios ambientales debido al carecimiento de un mercado donde exista el intercambio de productos y servicios, ha llevado a que varios investigadores a realizar una valoración socio económico ambiental para informar a las comunidades involucradas a llevar una explotación y uso adecuado de los recursos ambientales manteniendo así un bienestar social. Es por esta razón, es necesario utilizar métodos de valoración económica ambiental que permitan obtener un valor aproximado del impacto ambiental en las diferentes actividades productivas y de servicio afectadas por los incendios forestales.

La implementación y conocimiento de la valoración económica ambiental en eventos naturales o inducidos como es el caso de los incendios forestales permitirá aprovechar potencialmente los recursos naturales desde una base sustentable, es decir una adecuada gestión ambiental permitirá a una sociedad generar recursos financieros necesarios para ser económicamente sostenibles.

La importancia de la valoración económica social y ambiental es determinar y dar a conocer que los daños ambientales tienen un costo a la nación, afectando directamente al Producto Interno Bruto (PIB), ya que un incendio forestal afecta directamente a la producción agrícola y silvícola (ganadera) de las poblaciones de un área determinada

debido a la erosión del suelo provocada por la combustión y pérdida de la superficie vegetal, la contaminación del aire afecta a la salud humana y fauna cercana.

Los recursos económicos de un estado se ven desviados a la utilización de los mismos en planes de mitigación y reparación de los eventos desastrosos como incendios forestales los cuales dejan efectos como la contaminación ambiental, que ayudará posteriormente al efecto invernadero provocando un cambio climático. Por otro lado, muchos de los daños ambientales no pueden ser medidos económicamente, pero afectan directamente al bienestar social de una comunidad o población.

Es de gran relevancia conocer la gravedad no solo económica de un incendio forestal ya que pueden incluir la caracterización del consumo de combustible (lo que se quema), la mortalidad de la vegetación y medidas tales como el carbón de la corteza y el quemado del follaje. Estos últimos son indicadores de cómo se comportó el fuego y a menudo están relacionados con la mortalidad y puede complementarse con información de otras características físicas importantes del fuego (por ejemplo, tiempo de residencia, velocidad de propagación, profundidad y duración del calentamiento del suelo), todo lo cual puede ayudar a explicar la gravedad y efectos secundarios del fuego en el ecosistema.

Los incendios forestales en Ecuador, especialmente en la provincia de Imbabura han sido de gran preocupación en la última década, captando la atención de los gestores de recursos ambientales, de científicos dedicados a los incendios, y del público en general. Sintetizar la valoración económica social y ambiental, el conocimiento de los efectos potenciales del cambio climático en la provincia de Imbabura, será información de gran importancia que aportará a futuras investigaciones en el país. Debido a los conocimientos previos adquiridos, a la revisión bibliográfica y a la adquisición de los instrumentos, datos reales y resultados de estudios, existe la factibilidad para el desarrollo de la investigación.

4.4. Marco teórico referencial

4.4.1 Antecedentes de la Investigación

Después de realizar una revisión de varias fuentes bibliográficas referentes al tema a analizar se encontró que el estado actual de la valoración socio económica ambiental, con énfasis en referencias a artículos de revistas más recientes, literatura científica históricamente importante y documentos de síntesis para este fin, está disponible una gran cantidad de literatura científica sobre el tema relacionada a incendios forestales. A continuación, se presentan varios artículos de gran relevancia con respecto al tema de estudio.

Según los registros de los efectos de los incendios forestales a nivel mundial, en el año 2018 fue uno de los cinco años más cálidos desde que se inició un seguimiento de los registros en 1880. De los 10 años más cálidos desde 1880, 9 ocurrieron desde 2005, en el 2018, las temperaturas en gran parte del mundo fueron más cálidas. Se midieron temperaturas cálidas récord en gran parte de Europa, Oriente Medio, Nueva Zelanda y partes de Asia. Una ola de calor de intensidad y duración sin precedentes azotó Europa. Francia, Alemania y Suiza tuvieron su año más cálido desde que comenzaron los registros nacionales. (Pérez-Cabello et al., 2017)

Los Países Bajos tuvieron su segundo año más cálido registrado (siendo 2014 el año récord). La desviación del nivel de temperatura global promedio fue de 0.97 ° C por encima del promedio de 1880–1900, ligeramente por debajo de los de los años 2015–2017. (Pérez-Cabello et al., 2017)

Por otro lado, según estudios del Instituto Global de Silvicultura Sostenible de Australia se ha encontrado que los datos proporcionados a nivel mundial solo muestran pocos indicadores (número de incendios, hectáreas quemadas, estructuras afectadas y costo de supresión), lo que proporciona a los responsables políticos una imagen incompleta de los impactos totales de los incendios forestales. Para grandes incendios forestales individuales, una investigación realizada por el mismo instituto ha

demostrado que existe información disponible para una amplia gama de impactos ambientales, sociales y económicos. (Portela Peñalver et al., 2019)

Barba (2016) menciona en su artículo *“Valor Ecológico Ambiental y Conservación de Razas Ovinas”* que las características de los incendios forestales están intrínsecamente vinculadas a la interacción multifacética entre los factores socioeconómicos y las condiciones territoriales típicas de los sistemas socio ecológicos complejos bajo el cambio global. Debido a las intensas transformaciones del paisaje, la expansión de las interfaces urbano-forestales y el abandono de la tierra en distritos marginales los incendios forestales se están convirtiendo en un grave problema económico ambiental en Europa dejando millones de pérdidas económicas debido a estos sucesos, no solo en los países mediterráneos tradicionalmente propensos, sino también en países donde en este momento los incendios forestales no son un evento común. (Capote et al., 2016)

La revista Bloomberg Green (2019) en su publicación *“Medición del impacto socio económico en los incendios forestales mundiales del año pasado”* menciona que los enormes incendios forestales del 2018 en el Amazonas, Indonesia y el Círculo Polar Ártico desencadenaron un debate global sobre las consecuencias ambientales y económicas del cambio climático, además de dejar aproximadamente ocho mil millones de dólares en pérdidas debido a la agricultura, turismo, infraestructura entre otras.

De acuerdo a la Evaluación de los recursos forestales mundiales (2020), las hectáreas totales de superficie boscosa en el mundo se aproximan a los 3.870 millones, de las cuales anualmente se consumen entre 10 a 15 millones de hectáreas de bosque boreal (bajas temperaturas y poca agua) y entre 20 a 40 millones de bosque tropical. Con respecto a América Latina el mayor porcentaje de hectáreas de bosques potencialmente productivos se encuentran en América del Sur con un 92% de superficie boscosa, mientras que en Centro América y el Caribe poseen un 7,3% y 0,7% de hectáreas de bosque respectivamente).

Brasil es el país con un mayor porcentaje de superficie de bosque (53%), seguido de Perú y Colombia en América del Sur, siendo Uruguay y Ecuador los países con un menor porcentaje de bosques en su territorio. Desde 1990 por los incendios forestales han causado la pérdida del 1% en su área boscosa en cada país según los datos publicados por la revista Evaluación de los recursos forestales mundiales (2020), dando un total de 4'301 763 hectáreas afectadas por incendios, sin embargo cabe mencionar que cada país que conforma el continente americano posee características sociales, culturales, climáticas, geomorfológicas y de comportamiento distinto la cual hace diferenciarse al momento de evaluar el impacto que genera un incendio forestal. (Pausas, 2020a)

Los impactos ambientales, sociales y económicos de los incendios forestales no se resumen a nivel global, según el artículo *“El Impacto Socioeconómico de los Incendios Forestales: Procedimientos para su Determinación e Implementación Cartográfica”* realizado por el Congreso forestal de Latinoamérica ha elegido 10 incendios forestales de gran magnitud entre los años 2015 y 2017 para investigar la disponibilidad de información de incendios forestales individuales y caracterizar la naturaleza de estos impactos cuando ocurren. Cada uno de los incendios en este evaluados se produjeron en la interfaz forestal / urbana y, por lo tanto, tenía el potencial de tener impactos significativos. (Rodriguez et al., 2019)

La información de dicha investigación muestra que en el año 2015 el costo de supresión fue de \$1.3 billones de dólares dejando 8'422 237 hectáreas consumidas y 861 estructuras devastadas. Con respecto al año 2016 los costos bajaron a \$0.5 billones de dólares con 3'570 911 de hectáreas afectadas y 731 estructuras quemadas. Finalmente, este artículo menciona que para el año 2017 estas cifras aumentaron con \$1.6 billones de dólares, 6'937 584 hectáreas consumidas y 815 estructuras perdidas. Hay que tomar en cuenta que estos datos hacen referencia únicamente a los 10 incendios más grandes en relación a magnitud de área afectada. (Rodriguez et al., 2019)

Por otro lado, la NASA (2018) determina que la selva amazónica, que se extiende a varios países sudamericanos, incluidos Brasil, Bolivia y Perú, experimenta incendios

forestales estacionales, que a veces están relacionados con actividades agrícolas. Aunque vio más incendios el año pasado que en 2018, sus emisiones en 2019 fueron aún menos de la mitad de los niveles de 2004, 2005, 2007 y 2010. A pesar de que las personas y los gobiernos de todo el mundo se están dando cuenta de la inmediatez del cambio climático, las emisiones de gases de efecto invernadero de las actividades humanas como el transporte y la industria están en niveles históricos. El 8 de enero, de acuerdo al programa de observación de cambios del medio ambiente en la Tierra elaborado por la NASA conocido como Copérnico se declaró que el año 2019 era el segundo año más caluroso registrado, detrás del 2016.

Actualmente en Ecuador los estudios referentes al impacto de los incendios forestales no cuentan con una cifra exacta de reportes asociados a la valoración socioeconómica. Sin embargo, 9 063 incendios forestales fueron registrados por el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias entre el año 2015 y 2019, con 16 341,81 hectáreas de bosques afectados en todo el país, siendo 1 472,71 hectáreas las afectadas en la provincia de Imbabura de un total de 198 eventos. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020)

4.4.2 Marco Teórico

4.4.2.1 Incendios Forestales

Los incendios forestales son el resultado de la propagación incontrolada de incendios en un área boscosa, definiendo como incendio al fuego de grandes proporciones que arden de forma fortuita o provocada. Causan la combustión de la vegetación (árboles, matorrales, pastizales y tierras de cultivo) y pueden originarse por causas naturales o humanas. Si bien es común usar indistintamente los términos "incendio" e "incendio forestal" para referirse a un incendio forestal, es importante denotar que "incendio" es la causa del evento, mientras que "incendio forestal" es su expresión, al igual que una avalancha es causada por la nieve y una inundación por el agua. Es importante tener en cuenta que un incendio se produce por el fuego (fuente de calor) el cual es una reacción química rápida de oxidante con combustible acompañado por la liberación de energía, indicada por incandescencia o llama. (Pausas, 2020a)

4.4.2.1.1 Elementos de un incendio forestal

Para iniciar un incendio forestal, mostrado en la figura 1 se debe tener presente tres elementos: una fuente de calor, combustible y oxígeno. Si uno de los tres elementos no está presente (más), la reacción de combustión no puede comenzar (o termina inmediatamente). Una vez que se enciende el fuego, su propagación está influenciada por tres factores: el tipo de combustible, el clima y la topografía (Figura 1 derecha). Dependiendo de la combinación de estos factores, el comportamiento del fuego será más o menos severo. Por ejemplo, las pendientes pronunciadas (topografía), las altas temperaturas y la fuerte velocidad del viento (clima) y la alta carga de combustible (vegetación) generan tasas de fuego de alta intensidad (Díaz-Hormazábal & González, 2016).

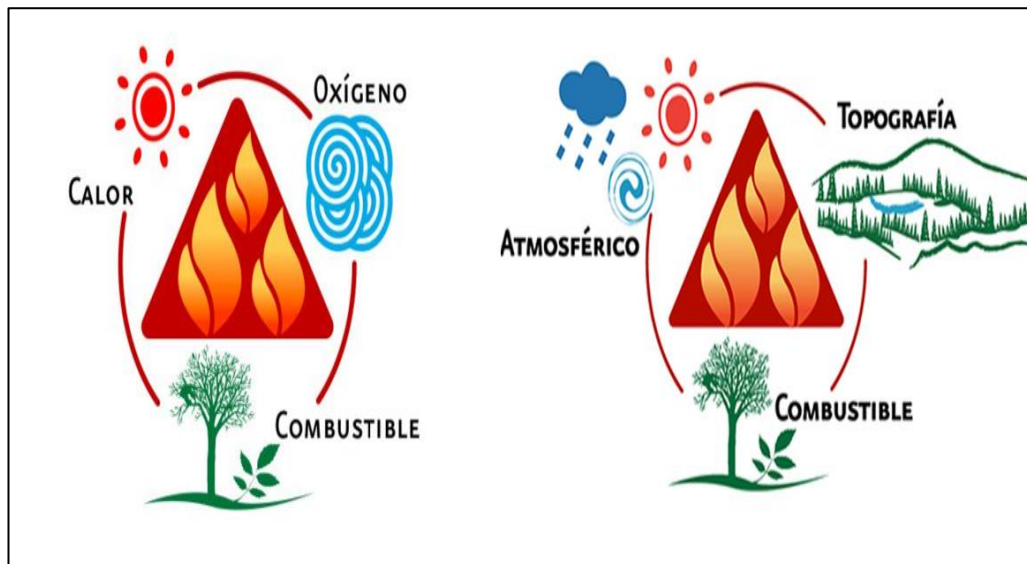


Figura 1. Elementos de ignición de un incendio forestal y triangulo de comportamiento de fuego. Tomado de: Greenpeace, (2019).

4.4.2.1.2 Combustible

Se refiere a la cantidad y tipo de vegetación disponible para la combustión. La forma en que un fuego se enciende y se propaga depende de la cantidad de biomasa presente en los tres estratos principales de vegetación (herbáceas, matorrales y árboles), así como de su humedad. La humedad del combustible está influenciada por la humedad (contenido de agua), la inflamabilidad (facilidad de ignición) y la combustibilidad

(facilidad de combustión) de la biomasa, que varían según las especies involucradas. (Salom Callejas & Salom Callejas, 2018)

Los incendios forestales más virulentos o violentos tienen lugar durante la estación seca, en un bosque denso con alta continuidad de estratos que promueve el fuego de la copa (cuando un fuego arde libremente en la copa de los árboles y arbustos). En las mismas condiciones forestales, durante la estación húmeda, los incendios queman principalmente el sotobosque y se extienden más lentamente. (Pausas, 2020a)

4.4.2.1.3 Clima

El clima juega un papel crucial en la determinación del grado de riesgo de incendio. A medida que la temperatura y la velocidad del viento aumentan y la humedad disminuye, la capacidad de propagación del fuego aumenta y da como resultado largas llamas y una alta velocidad de propagación del fuego. En el lenguaje técnico se refiere a los "tres treinta" para indicar las condiciones favorables para el desarrollo de grandes incendios forestales o incendios de alta intensidad: temperaturas superiores a 30 ° C, velocidad del viento superior a 30 km / h y humedad relativa inferior al 30%. (Carracedo Martín et al., 2017)

Cuanto más se acerquen las condiciones climáticas a estos valores, mayor será el riesgo de incendio. Cuando ocurren las peores condiciones climáticas, un incendio forestal puede desarrollarse y crear su propio entorno de incendio, un conjunto de circunstancias que existen solo dentro del área que está sujeta al fuego. El entorno del incendio se caracteriza por temperaturas particulares y velocidad del viento que existen independientemente del entorno circundante (Vélez & Stephan, 2019).

4.4.2.1.4 Topografía

Con respecto a la topografía, la presencia de relieves montañosos crea cortavientos, acelera el viento en los barrancos y aumenta el impacto de los vientos térmicos topográficos. En el lado soleado de la pendiente, el combustible es más seco que en los lados sombreados de las colinas. Las pendientes más pronunciadas facilitan la

transmisión de calor al combustible superior, acelerando la pérdida de humedad del combustible. En consecuencia, el combustible está más sujeto a la combustión. La combinación de dos factores topográficos (pendiente y orientación) junto con la dirección del viento representan las fuerzas de alineación del fuego como se observa en la figura 2, que determinan la intensidad del fuego en un territorio específico. (Pazmiño et al., 2019)

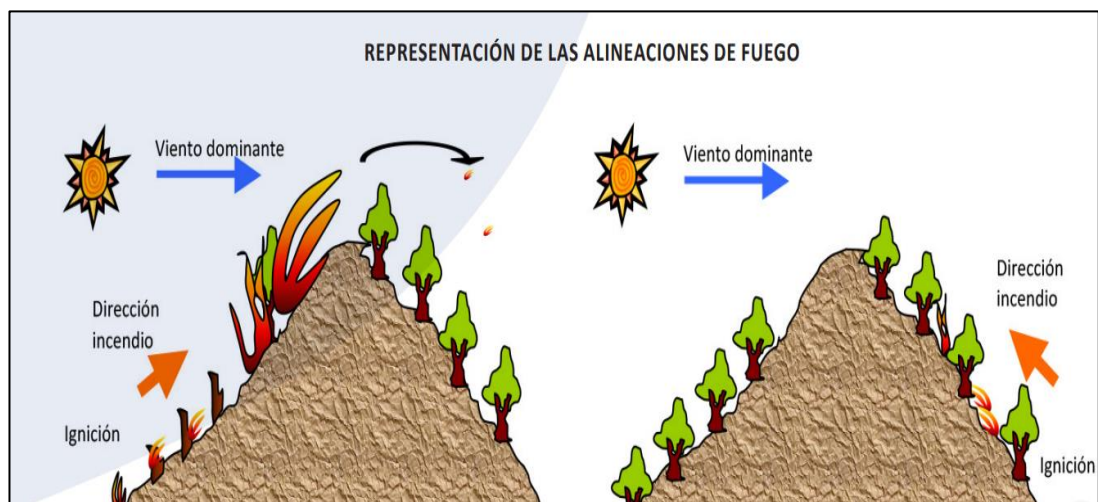


Figura 2. Situaciones de alineación de fuerzas en el mismo combustible, clima y condiciones topográficas. Tomado de: Pausas, (2020).

La peor condición ocurre cuando estos tres elementos favorecen la propagación del fuego, es decir, cuando el fuego se extiende cuesta arriba, en el lado soleado de la colina y en la misma dirección en que fluye el viento. En este caso hablamos de una situación de alineación completa (3 factores alineados de 3). En cambio, se producen mejores condiciones cuando uno, dos o incluso los tres factores son desfavorables para la propagación del fuego. Esta situación genera un menor nivel de alineación (2 factores alineados de 3, 1 factor alineado de 3 y 0 factores alineados de 3 respectivamente). (Vélez & Stephan, 2019)

Por ejemplo, la condición más favorable ocurre cuando el fuego se extiende cuesta abajo, en el lado oscuro de la colina y en la dirección opuesta del viento. Los incendios que se desarrollan en condiciones de alineación total presentan mayor intensidad que los incendios que se encienden en una situación caracterizada por niveles más bajos

de alineación. Los segundos tipos de incendios también son más seguros y fáciles de controlar y extinguir. (Salom Callejas & Salom Callejas, 2018)

4.4.2.1.5 Partes y fases del ciclo de vida de un incendio forestal.

Independientemente de la intensidad del fuego, todos los incendios tienen una anatomía y fases de vida comunes (Figura 3). En cada incendio se puede distinguir la cabeza o el frente del fuego (la parte más activa del fuego), la parte posterior (área opuesta a la cabeza caracterizada por una menor actividad de combustión) y los flancos (parte del cuerpo central del fuego, varían en tamaño y ubicación, dependiendo de factores como la dirección del viento en el desarrollo de un incendio que se está extinguiendo. (Pausas, 2020)

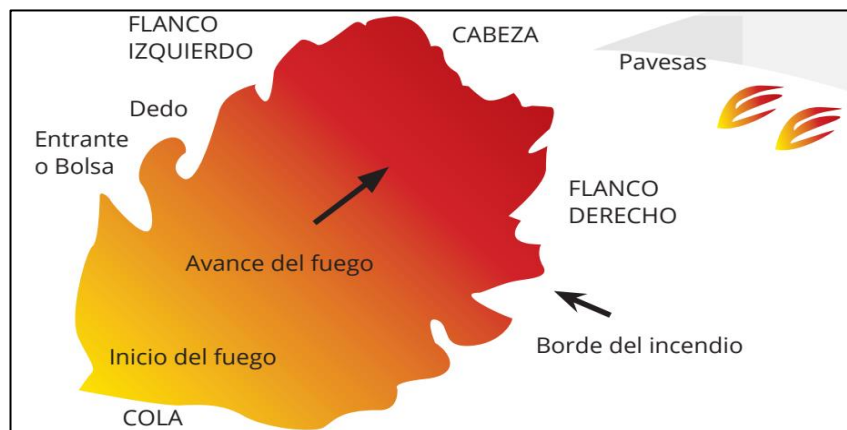


Figura 3. Partes de un incendio forestal. Tomado de: Pausas, (2020).

En un incendio forestal se puede identificar diferentes fases: 1) La fase activa, durante la cual el fuego sigue creciendo. 2) La fase de estabilización, en la cual el fuego se propaga, pero no excede la capacidad de extinción. 3) La fase de control, durante la cual el fuego está bajo control gracias a los esfuerzos de extinción y no puede extenderse más, pero dentro del área quemada aún hay puntos calientes y humeantes. 4) La fase de extinción, en la cual los esfuerzos de extinción lograron obtener el resultado de que el fuego no puede reiniciarse. (Pazmiño et al., 2019)

4.4.2.1.6 Intensidad de fuego y su clasificación

Se puede diferenciar cuatro tipologías de fuego observando la intensidad de la llama. De menor a mayor intensidad y de acuerdo con los estratos de combustible principales que apoyan la propagación y progresión del fuego, se puede identificar:

Fuego subterráneo: en condiciones específicas como las que caracterizan los ecosistemas de turberas, el fuego se propaga a través de la materia orgánica subterránea y las raíces. Aunque las llamas no son visibles, el fuego puede permanecer activo durante largos períodos. Fuego de superficie: el fuego se propaga a través de los estratos de combustible de la superficie (estratos herbáceos, tela y arbustos). (Pausas, 2020)

Fuego incendiado: el fuego se propaga desde los estratos superficiales hacia la copa de un solo árbol o una pequeña parcela de árboles. Corona de fuego: el fuego se propaga a través de las copas de los árboles. Son posibles dos formas de propagación: 1) el calor del fuego superficial enciende y quema las coronas (fuego pasivo de la corona) y 2) el fuego corona es independiente del fuego superficial (fuego activo de la corona). (Pausas, 2020)

El último tipo de fuego, de corona se caracteriza por la mayor severidad. Cuando se caracterizan por su alta intensidad, los incendios forestales pueden generar chispas que tienen efectos a cientos de metros del frente del fuego. Estas chispas son transportadas por flujos de aire térmico y viento al suelo y pueden encender incendios secundarios. Este modo particular de propagación de incendios desactiva muchas infraestructuras de prevención de incendios como cortafuegos. (Pausas, 2020)

Los frenos de incendio son áreas en el paisaje donde hay una discontinuidad de combustible que reduce la tasa probable de propagación del fuego. Esta es la razón por la cual es muy importante mantener un paisaje de mosaico caracterizado por estructuras forestales abiertas con baja continuidad de combustible horizontal y vertical que no sean propensas a soportar incendios de corona de alta intensidad. (Plana Bach et al., 2016)

4.4.2.1.7 Estrategias de extinción de un incendio forestal

Según la intensidad de un incendio y, en particular, la longitud de las llamas, la estrategia para extinguirlo puede variar entre ataque directo, ataque indirecto y ataque paralelo. El ataque directo consiste en extinguir el fuego que actúa directamente sobre la llama por medio de herramientas manuales (cualquier pieza de equipo manual operado manualmente o con asistencia eléctrica utilizada para excavar, rastrillar, raspar, picar, cortar o eliminar combustible) y suministros de agua tales como tanques de agua o aviones de bombardeo de agua. (Pausas, 2020)

Este tipo de estrategia se puede utilizar cuando la longitud de la llama es inferior a 2,5 metros. El ataque indirecto se usa cuando la longitud de la llama está entre 2.5 y 3.5 m. Dicha estrategia se basa en métodos de supresión implementados fuera del borde del incendio, como la creación de una línea de control (una barrera construida o natural utilizada para controlar un incendio). (Sardiñas et al., 2019)

El ataque paralelo se utiliza cuando la longitud de la llama supera los 3,5 m. Involucra la construcción de una línea de control aproximadamente paralela al borde del fuego y ubicarla a cierta distancia del fuego, que es apoyada por un fuego posterior (un fuego intencionalmente a lo largo del borde interno de una línea de control para consumir el combustible que está en el camino de un incendio forestal para crear una discontinuidad de combustible y, en consecuencia, minimizar y la propagación del incendio forestal). (Sardiñas et al., 2019)

4.4.2.1.8 Desarrollo de los incendios forestales

Los factores que determinan el desarrollo de incendios forestales grandes e intensos que exceden la capacidad de extinción de los humanos son: 1) alta disponibilidad de carga de combustible distribuida a lo largo del territorio; 2) condiciones climáticas específicas, que en la región mediterránea ocurren especialmente durante la estación seca. La disponibilidad de combustible se ve agravada por los cambios en el uso del suelo, como el abandono de las actividades rurales, representadas, por ejemplo, por la explotación de los recursos forestales para obtener leña y aserraderos y por las

actividades de pastoreo. Las actividades rurales tradicionales desempeñaron un papel importante en el mantenimiento de una estructura de mosaico en el paisaje. (Pazmiño et al., 2019)

Es importante reconocer el papel que desempeñan el manejo forestal y las actividades agrícolas no solo en el contexto económico y social, sino también en el contexto de la prevención y mitigación del riesgo de incendios. Por ejemplo, cuando el manejo forestal y el pastoreo ya no se realizan, es probable que se produzca una reforestación natural de antiguas tierras de cultivo o pastos, con un aumento de la cubierta forestal y la densidad y la pérdida del mosaico del paisaje. La prevención del riesgo de incendio puede ser un argumento adicional para impulsar las actividades rurales que manejan y preservan un tipo de paisaje que es menos propenso a los incendios. (Pausas, 2020)

Las condiciones climáticas se ven afectadas por el cambio climático y sus efectos, que pueden aumentar el riesgo de incendio en términos de grado y duración de la sequía. Esto puede provocar una sequía que se extiende más allá de la temporada de verano y en áreas históricamente no afectadas por incendios forestales. La creciente disponibilidad de carga de combustible y las peores condiciones climáticas provocan incendios forestales caracterizados por condiciones inusuales como alta intensidad y comportamiento extremo. También traen una extensión de los períodos de riesgo de incendio y un aumento de áreas potencialmente afectadas por incendios. Estas condiciones hacen que la tarea de extinción sea muy difícil y ponen en peligro la seguridad de los bomberos. (Vélez & Stephan, 2019)

4.4.2.1.9 Predicción de los incendios forestales

Analizar incendios ocurridos en el pasado en una región determinada puede ser útil para predecir incendios futuros y su desarrollo, a pesar de que la tarea de predicción es extremadamente exigente. A diferencia de las inundaciones, los incendios no afectan un área definida, como una cuenca o una cuenca hidrográfica. Además, no ocurren en períodos recurrentes como los determinados por los regímenes de tormentas. Los incendios se propagan libremente sobre la tierra donde hay combustible disponible. Además, su ignición, propagación y extinción están influenciados por

factores antropogénicos. Esto dificulta la estimación de la probabilidad de un incendio en un lugar específico. (Pausas, 2020)

La predicción se basa en un estudio combinado de la topografía local y las condiciones climáticas. Un incendio dado en un lugar determinado evoluciona siguiendo patrones de propagación similares a los eventos históricos de incendios que ocurrieron en un lugar con la misma topografía y condiciones climáticas. La intensidad del fuego varía según la humedad del combustible. (Saranya et al., 2016)

La única declaración segura que se puede hacer sobre un incendio es que un alto riesgo de incendio (generalmente debido a causas humanas) y una amplia capacidad de propagación del fuego (en función de la carga de combustible, la distribución y la humedad) aumentan las posibilidades de que ocurran incendios grandes. Identificar el "tipo de incendio" al que pertenece un evento de incendio específico permite predecir el desarrollo del incendio específico, con el objetivo de diseñar estrategias eficaces de prevención y extinción adaptadas a las características del incendio. (Vélez & Stephan, 2019)

4.4.2.1.10 Tipos de incendios forestales

Se pueden definir tres "tipos de incendio" de acuerdo con los impulsores de propagación del fuego, a saber, el factor que tiene más influencia en el desarrollo y propagación del incendio: Incendios topográficos: los impulsores de propagación son los relieves y los vientos locales (brisa de montaña o valle). Fuegos impulsados por el viento: la dirección del viento domina la dirección de propagación. Incendios por convección: la carga de combustible pesado es responsable de la propagación del fuego. (Pazmiño et al., 2019)

4.4.2.1.11 Puntos de Gestión Estratégica

Cuando se conocemos la ubicación específica y el "tipo de incendio", se puede identificar los "Puntos de Gestión Estratégica", áreas donde se necesitan tratamientos de combustible para garantizar la seguridad y la eficiencia de los esfuerzos de

extinción. En estas áreas, los tratamientos de combustible están previstos como una oportunidad para promover un comportamiento de fuego más bajo (llevar fuego a la capacidad de supresión) y garantizar operaciones de combate más seguras. (Pausas, 2020)

4.4.2.1.12 Impactos ambientales beneficiosos de los incendios forestales

Sorprendentemente, los incendios forestales tienen algunos efectos beneficiosos sobre el medio ambiente y el desarrollo de los ecosistemas forestales. Debe enfatizarse que estos son solo beneficios menores, existen solo desde un cierto punto de vista y no se pueden comparar con las graves consecuencias negativas. Entre los pocos beneficios se puede mencionar, que el ciclo de vida de algunas especies de plantas necesita incendios forestales repetitivos. (Pazmiño et al., 2019)

Los conos de algunos pinos de América del Norte y Europa solo se abren en el calor extremo causado por el fuego y esparcen sus semillas solo en ese caso. Estas especies de pinos tienen cortezas fuertes y gruesas que resisten eficazmente el fuego, por lo que los incendios forestales son parte integral de su proceso de reproducción. (Pausas, 2020)

Otro hecho interesante es que los incendios forestales frecuentes son parte del proceso de reproducción de algunos animales e insectos también. Las larviformes de algunos insectos debajo de las cortezas de los árboles solo pueden nacer en caso de incendio; de lo contrario, esperan en forma de pupación durante años. (Pazmiño et al., 2019)

Después de un incendio forestal, existe la posibilidad de rechazar especies de plantas no deseadas utilizando métodos conscientes de silvicultura. Otra consecuencia beneficiosa de los incendios forestales es que los restos quemados de vegetación permanecen en el sitio. Los materiales orgánicos parcialmente degradados ingresan a la cadena alimentaria para su posterior utilización como ingredientes de vegetación rejuvenecida. (Pausas, 2020)

4.4.2.1.13 Impactos negativos de los incendios forestales

Los incendios forestales tienen importantes impactos ambientales, económicos y sociales. Los impactos ambientales están relacionados principalmente con la pérdida temporal de la cubierta forestal. El suelo desnudo es más vulnerable a la erosión y esta condición persiste hasta que aparece nueva vegetación. Las respuestas de los ecosistemas a la perturbación del incendio pueden variar según la gravedad del incendio. En áreas sometidas a incendios de alta intensidad, toda la vegetación se ve afectada y la regeneración de los estratos de los árboles tomará más tiempo, comenzando desde las raíces o brotes del tronco o desde semillas. (Pazmiño et al., 2019)

Los episodios de sequía, el pastoreo excesivo o un evento de incendio adicional pueden influir y afectar la capacidad de regeneración y restauración natural del ecosistema. Los incendios de baja intensidad (generalmente incendios superficiales) pueden tener efectos beneficiosos en el bosque, por ejemplo, actuando como regulador de la competencia de los árboles, acelerando la incorporación de nutrientes en el suelo y generando una discontinuidad vertical del combustible que disminuye la vulnerabilidad del bosque a eventuales incendios futuros grandes. (Pausas, 2020)

Las llamas también pueden afectar la vida silvestre del bosque y promover el asentamiento de nuevas especies adaptadas a espacios abiertos. Este proceso puede resultar en una mayor biodiversidad local. Un incendio forestal natural o inducido por el hombre; puede perturbar y cambiar fuertemente las estructuras y los procesos funcionales de los ecosistemas forestales. (Pausas, 2020)

Las consecuencias de los incendios son difíciles de describir en general, porque son funciones de sus características. Algunos de estos son: frecuencia de su repetición en el tiempo, volumen de incendios, su intensidad (fuego en las hojas caídas muertas, en los arbustos o en las copas de los árboles) y duración, en qué estación ocurrieron, circunstancias climáticas durante los incendios y precipitación intensidad antes y después de los incendios. (Vélez & Stephan, 2019)

Los incendios forestales pueden tener impactos económicos y ambientales muy graves. Hay diferentes maneras de medir el impacto económico; sin embargo, medir el impacto ambiental es muy difícil. El impacto ambiental de los incendios forestales se puede clasificar de muchas maneras. La clasificación es importante, porque ciertos daños podrían prevenirse juntos en el futuro con el uso de un método común mediante el reconocimiento de similitudes. La base de la clasificación puede ser su duración, el tamaño del territorio amenazado, sus efectos nocivos sobre la vegetación, el reino animal, el suelo, el aire, el agua u otras categorías distinguidas. (J. R. Molina et al., 2019)

Vegetación

Una de las razones para aumentar la frecuencia y la gravedad de los incendios forestales es el proceso de desecación (formación de grietas en el suelo) que emana del "cambio climático global". Como consecuencia de este proceso de desecación, la cantidad de precipitación anual en la región disminuyó en aproximadamente 100 milímetros en los últimos 4 a 5 años. La humedad de las plantas también ha disminuido, y esto resultó en un punto de inflamación más bajo de la vegetación. (Lierop & Moore, 2019)

La resistencia de las especies es diferente; Algunas plantas se regeneran más rápido después de un incendio forestal y, por lo tanto, se extenderán en territorios más grandes que antes. Las especies de vegetación que no pueden regenerarse a sí mismas deben replantarse para restablecer el equilibrio ecológico en el bosque. (Lierop & Moore, 2019)

Animales

Los incendios pueden cambiar las características ecológicas del biotopo, volviéndose inadecuados para las especies que vivían en ese lugar. El alcance del efecto de destrucción directa para diferentes especies depende de su posición en la zootaxia. En general, los mamíferos y aves más grandes y de rápido movimiento pueden escapar con éxito a terrenos más seguros. Por lo tanto, su tasa de destrucción es baja, solo los

más jóvenes y débiles mueren, pero las crías de aves que anidan en el suelo se ven muy afectadas. (Sardiñas et al., 2019)

La mortalidad es mucho mayor en animales más pequeños o de movimiento lento, como ranas, lagartijas, caracoles y arañas. Los incendios forestales pueden causar una destrucción dramática entre sus poblaciones. El suelo sorprendentemente tiene un buen efecto de aislamiento térmico, por lo que animales e insectos que crecen en el suelo generalmente sobreviven a los incendios forestales. (Sardiñas et al., 2019)

Los efectos indirectos de los incendios, la eliminación o el daño de los biotopos de animales causan cambios permanentes más obvios en la fauna forestal. La razón es que la mayoría de las especies animales tienen mayores demandas específicas con respecto a sus biotopos de lo que podemos estimar en base a nuestra primera investigación de un entorno forestal. (Villegas et al., 2017)

La resistencia de las especies de fauna solo está limitada por sus capacidades de escape y esto depende de la velocidad de propagación del fuego. En el caso de un fuego de alta velocidad aún más rápido, los animales más grandes no pueden escapar. En general, los nidos y escondites de animales se destruyen totalmente en las zonas quemadas. Esto lleva a la fauna local a la migración. Debido a la vegetación destruida y la fauna reemplazada, el equilibrio del microambiente se altera y el entorno natural local cambia. (Buján, 2016)

Suelo

La erosión del suelo se acelera después de un incendio forestal debido a la vegetación parcial o totalmente destruida, la capa superior del suelo fértil puede desaparecer. Después de un incendio forestal, el suelo puede ser lavado fácil y rápidamente por las lluvias de las laderas. En las llanuras, las capas de cenizas generadas por el fuego se pueden lavar desde la superficie hacia el suelo profundo, haciendo que el suelo sea alcalino, lo que conduce a la extinción de plantas que no pueden tolerar la alcalinidad. Otro problema es que el calor generado por el fuego mata los microorganismos útiles

para las plantas, por lo que el reemplazo de la vegetación se vuelve más lento. (Salazar et al., 2016)

Debido a la quema y el chamuscado de las semillas, el rejuvenecimiento de la flora solo es posible con las semillas recién llegadas al suelo. Las plantas que no pueden tolerar el suelo alcalino morirán en poco tiempo. Este daño será uno de los obstáculos contra la restauración del ecosistema original. El origen de las especies arbóreas es indiferente en la formación de la diversidad de la fauna del suelo. La capa de las hojas caídas muertas por encima de las poblaciones y los parámetros físico-químicos del suelo son más importantes. En general, las poblaciones de algunas especies naturales de fauna nativa del suelo son más ricas en número (en número de individuos y también en número de especies) que la fauna de suelos regenerados después de incendios forestales. (P. G. Molina, 2019)

Una consecuencia adicional de los incendios forestales es que la erosión del suelo puede acelerarse debido a la destrucción parcial o total de la flora, de esta manera la capa superior del suelo puede ser muy degradada o totalmente eliminada. Después de quemar las partes de las plantas sobre el suelo, el fuego no se detiene, destruye lentamente en forma de marca incluso las raíces, las partes subterráneas. De esta manera, la fuerza de cohesión del suelo de las raíces desaparece y el suelo se vuelve fácilmente lavable. Este problema generalmente existe en las zonas de montaña. (Buján, 2016)

Agua

Los incendios forestales tienen efectos de contaminación directa e indirecta en el agua, debido a los químicos nocivos formados por los incendios que primero van a la atmósfera y luego al agua por precipitación o sedimentación. Las cenizas, las escamas y los pequeños trozos de plantas pueden causar contaminación directa de la superficie en aguas cercanas. Indirectamente, la contaminación puede extenderse distancias más largas por el viento que contamina aguas distantes. (Lierop & Moore, 2019)

El agua utilizada para la lucha contra incendios puede lavar otros productos químicos de extinción de incendios en las aguas superficiales vecinas, contaminando ríos y lagos cercanos. Esos químicos que son neutros en el suelo y solo cambian la relación de composición química pero que de otra manera están inactivos, pueden activarse en el agua por una serie de reacciones químicas, causando una contaminación peligrosa en territorios mucho más grandes. (Lierop & Moore, 2019)

Estos contaminantes pueden poner en peligro o incluso exterminar los ecosistemas acuáticos debido a la propagación repentina, grandes cantidades de agua utilizadas en la lucha contra incendios (especialmente del aire), el equilibrio hídrico del territorio se derrumba, el equilibrio biológico de la superficie natural y las aguas subterráneas se derrumba, los animales y la vegetación se enrarecen debido a la rápida modificación de las condiciones de vida, en el peor de los casos, la vida perece del área. (Lierop & Moore, 2019)

Atmósfera

Una gran cantidad de micropartículas orgánicas en la atmósfera que emanan de la combustión incompleta pueden contaminar el aire. Durante los incendios forestales, grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) entran a la atmósfera, lo que agrava las tendencias crecientes del efecto invernadero que acelera el calentamiento global. Debido a los incendios forestales, los territorios de bosques y una cantidad de árboles reducen su rendimiento fotosintético y la producción de oxígeno, empeorando la situación. Debido a la combustión incompleta, el monóxido de carbono (CO) también entra a la atmósfera, causando serios riesgos para la salud de los animales y humanos. (Sardiñas et al., 2019)

Con la quema de vegetación, se forman productos tóxicos adicionales de combustión y entran en la atmósfera en gran cantidad. Dichos químicos son los diferentes aceites volátiles, el benceno y sus derivados que salen durante la combustión y descomposición de los materiales de madera. Como la combustión es incompleta, muchas micropartículas orgánicas restantes en el aire también contaminan la atmósfera. (Villegas et al., 2017 b)

Estas micro partículas se forman durante la descomposición parcial de los materiales orgánicos. Estos contaminantes del aire son peligrosos y nocivos no solo en el lugar del incendio forestal y sus alrededores, sino que pueden transportarse con los movimientos de aire generados por el fuego a distancias más largas y altitudes más altas. Al alcanzar algunos kilómetros de altitud, estos productos químicos pueden transmitirse de 50 a 100 kilómetros y propagar la contaminación a territorios distantes. (Buján, 2016)

4.4.2.2 Efecto invernadero

El efecto invernadero es el aumento de la temperatura que experimenta la Tierra debido a ciertos gases en la atmósfera (vapor de agua, dióxido de carbono, óxido nítrico, ozono, metano) los cuales atrapan la energía que proviene del sol. Estos gases generalmente se denominan gases de efecto invernadero, ya que se comportan de manera muy similar a los cristales de un invernadero. (Acosta et al., 2017)

Los paneles de vidrio del invernadero dejan entrar la luz, pero evitan que el calor se escape y esto es similar al efecto que estos gases tienen en la tierra. La luz del sol entra en la atmósfera de la Tierra, pasando a través de los gases de efecto invernadero. A medida que llega a la superficie de la Tierra, la tierra, el agua y la biosfera absorben la energía de la luz solar. Una vez absorbida, esta energía se envía de vuelta a la atmósfera. (Saynes Santillán et al., 2016)

Parte de la energía vuelve al espacio, pero gran parte queda atrapada en la atmósfera por los gases de efecto invernadero. Este es el proceso completamente natural y sin estos gases todo el calor escaparía de regreso al espacio y la temperatura promedio de la Tierra sería aproximadamente 30 grados Celsius (54 grados Fahrenheit) más fría. (Rodríguez, 2018)

El efecto invernadero es un proceso muy importante, porque sin el efecto invernadero, la Tierra no estaría lo suficientemente cálida para que los humanos pudieran vivir. Pero si el efecto invernadero se vuelve más fuerte, podría hacer que la Tierra sea más cálida

de lo habitual. Incluso un poco de calentamiento adicional puede causar problemas a humanos, plantas y animales. (Acosta et al., 2017)

4.4.2.3 Gases de efecto invernadero generados por incendios forestales

Según Santillán et al., (2016) muchos gases de efecto invernadero se producen naturalmente en el medio ambiente, como el vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y ozono. Otros, como los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆) se crean y emiten únicamente a través de actividades humanas. Las actividades humanas también aumentan significativamente el nivel de gases de efecto invernadero que ocurren naturalmente. Los principales gases de efecto invernadero que ingresan a la atmósfera debido a las actividades humanas son:

Dióxido de carbono (CO₂): el dióxido de carbono ingresa a la atmósfera a través de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), desechos sólidos, árboles y productos de madera, y también como resultado de otras reacciones químicas (por ejemplo, la fabricación de cemento). El dióxido de carbono también se elimina de la atmósfera (o "secuestrado") cuando es absorbido por las plantas como parte del ciclo biológico del carbono. (Saynes Santillán et al., 2016)

Óxido nitroso (N₂O): el óxido nitroso se emite durante diversas actividades agrícolas e industriales, así como durante la combustión de combustibles fósiles y desechos sólidos. Metano (CH₄): el metano se emite durante la producción y el transporte de carbón, gas natural y petróleo. El metano también se emite cuando los desechos orgánicos se descomponen, ya sea en vertederos o en conexión con la ganadería. (Acosta et al., 2017)

Gases fluorados: los hidrofluorocarbonos, los perfluorocarbonos y el hexafluoruro de azufre son gases de efecto invernadero sintéticos y potentes que se emiten desde una variedad de procesos industriales. Los gases fluorados a veces se usan como sustitutos de las sustancias que agotan el ozono (es decir, CFC, HCFC y halones). Estos gases se emiten típicamente en cantidades más pequeñas, pero debido a que son gases de efecto

invernadero potentes, a veces se los denomina gases con alto potencial de calentamiento global. (Romaniuk et al., 2018)

Los gases de efecto invernadero varían en su capacidad de absorber y retener el calor en la atmósfera. Los HFC y los PFC son los más absorbentes de calor, pero también existen grandes diferencias entre los gases naturales. Por ejemplo, el óxido nitroso absorbe 270 veces más calor por molécula que el dióxido de carbono, y el metano absorbe 21 veces más calor por molécula que el dióxido de carbono. Sin embargo, el dióxido de carbono es el que más contribuye, ya que su nivel en la atmósfera es el más alto. Las estimaciones de emisiones y absorciones futuras dependen en parte de los supuestos sobre los cambios en las actividades humanas subyacentes. (Murillo et al., 2018)

4.4.2.4 Calentamiento global y Cambio Climático

El calentamiento global y el cambio climático se refieren al aumento de las temperaturas globales promedio debido al aumento del efecto invernadero por el aumento de los gases de efecto invernadero. Eventos naturales como incendios forestales, erupciones volcánicas, liberación de metano por descongelación del permafrost en el fondo del océano y liberación de gas metano del ganado, tierras húmedas y fuentes antropogénicas de gases de escape de todo tipo de combustión, producción industrial de gases de efecto invernadero, alojamiento en aguas agrícolas. actividades como el cultivo de arroz, humedales artificiales y deforestación. (Acosta et al., 2017)

El calentamiento de la tierra provoca cambios rápidos en el patrón climático preexistente. Según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, hay varios indicadores de esos cambios con el calentamiento del mundo. Los factores que aumentan con el calentamiento global son: temperatura de la Tierra, temperatura de la superficie del mar, temperatura de la tropósfera, temperatura sobre los océanos, contenido de calor del océano, el nivel del mar y humedad; mientras que, los factores disminuyen con el calentamiento global son los glaciares y la capa de nieve en los nevados. (Acosta et al., 2017)

4.4.2.5 Economía Ambiental

La economía ambiental es el subconjunto de la economía que se ocupa de la asignación eficiente de los recursos ambientales. El medio ambiente proporciona tanto un valor directo como una materia prima destinada a la actividad económica, lo que hace que el medio ambiente y la economía sean interdependientes. Por esa razón, la forma en que se gestiona la economía tiene un impacto en el medio ambiente que, a su vez, afecta tanto al bienestar como al desempeño de la economía. (Acosta et al., 2017)

La economía ambiental toma en consideración temas como la conservación y valoración de los recursos naturales, el control de la contaminación, el manejo y reciclaje de desechos y la creación eficiente de estándares de emisión. La economía es una herramienta importante para la toma de decisiones sobre el uso, la conservación y la protección de los recursos naturales porque proporciona información sobre las decisiones que toman las personas, los costos y beneficios de las diversas medidas propuestas y el resultado probable de las políticas ambientales y de otro tipo. (P. G. Molina, 2019)

Dado que los recursos, ya sean humanos, naturales o monetarios, no son infinitos, estas políticas públicas son más efectivas cuando logran el máximo beneficio posible de la manera más eficiente. Por lo tanto, una de las tareas de los encargados de formular políticas es comprender cómo se pueden utilizar los recursos de la manera más eficiente para lograr los objetivos deseados sopesando los costos de varias alternativas a sus beneficios potenciales. (Acosta et al., 2017)

4.4.2.6 Valoración Económica ambiental

Actualmente existen varias metodologías para realizar una valoración socio-económica y ambiental de los incendios forestales en una región determinada: métodos matemáticos y algorítmicos son los más utilizados hoy en día debido a la facilidad y rapidez que generan el uso de los mismos. Cabe mencionar que los métodos a utilizarse pueden variar dependiendo de la región o país, sin embargo, los resultados van a ser aproximados. (Metodologías de Valoración Económica Ambiental, 2020)

A continuación, en la figura 4 se presenta la clasificación de la metodología de valoración en la cual se identifica dos grandes grupos; el primero basado en preferencias relevadas (relacionado indirectamente con servicios ecosistémicos) y el segundo relacionado a las preferencias declaradas (interacción directa para obtener el valor económico de los servicios ecosistémicos). (Metodologías de Valoración Económica Ambiental, 2020)

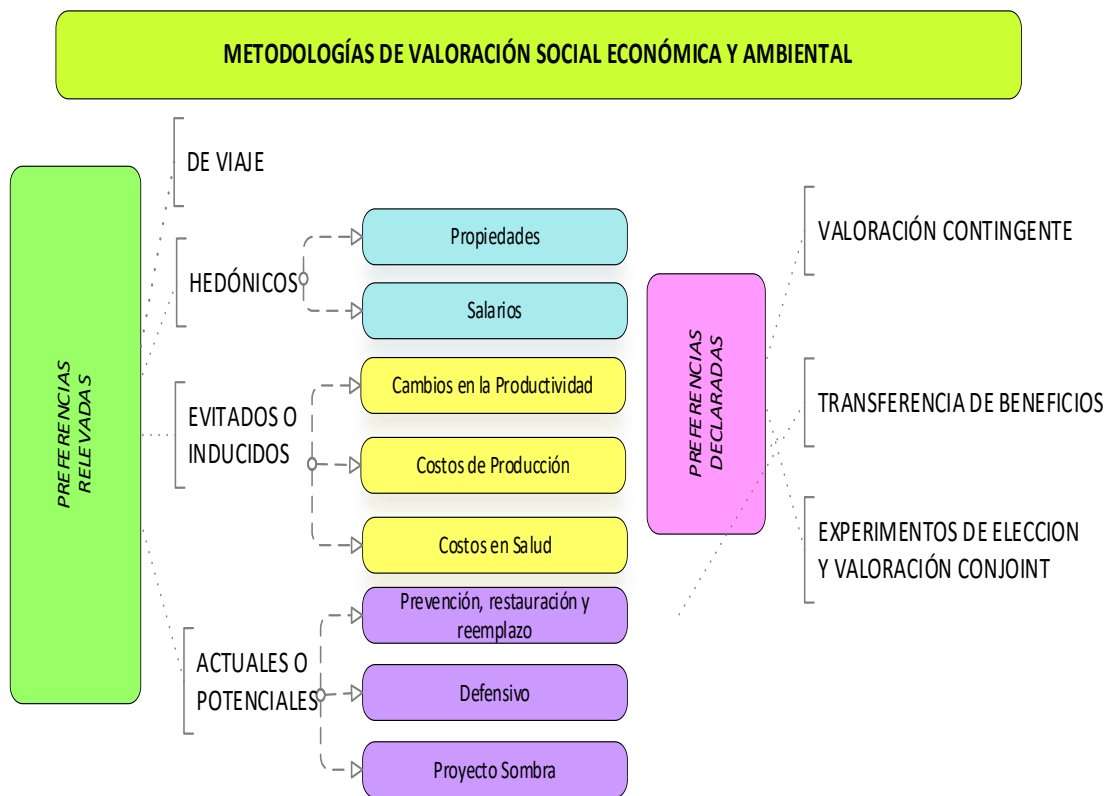


Figura 4. Metodología de Valoración Social Económica y Ambiental. Elaboración propia.

4.4.2.6.1 Costo de Viaje

Este tipo de metodología es utilizado para determinar los valores relacionados a los distintos ecosistemas o tipos de recreación como el turismo o libre esparcimiento. El valor que implica esta metodología se refiere a los gastos de un individuo o familia que se genera al disfrutar de un espacio determinado, alojamiento, alimentación, es decir los gastos directos que generan el turismo, cabe mencionar que no se toma en cuenta los costos de transporte. (MAE, 2020)

Para conocer los valores implícitos en esta metodología es necesario realizar una aproximación zonal, recopilando información mediante entrevistas o encuestas a los turistas de manera individual. Esta metodología es utilizada únicamente para conocer los valores económicos que generan cambios en los espacios recreacionales ya sea por fenómenos naturales o inducidos, eliminación de los mismos o cambio en su calidad. (MAE, 2020)

4.4.2.6.2 Precios Hedónicos

Infraestructura (Bienes inmuebles)

Este tipo de metodología se aplica directamente a los servicios ecosistémicos que están relacionados con propiedades o infraestructuras mercadeables, mide los valores económicos de los bienes inmuebles de una individuo o familia que depende básicamente de la infraestructura de los mismos, es decir tipo de material, tamaño, accesibilidad, transporte, avalúo del municipio, acabados, ubicación geográfica, entre otros. (Metodologías de Valoración Económica Ambiental, 2020)

Salarios

En esta metodología determina los valores económicos (salarios) que están relacionados directamente con las condiciones a las que se debe desempeñar un trabajador el cual debe contar con distintas cualidades y aptitudes que le permitan desarrollar su trabajo a la perfección. Una entrevista o encuesta a la población de manera individual son los instrumentos más utilizados para conocer los valores económicos, hay que tomar en cuenta que la educación, experiencia, seguridad, ubicación geográfica y tipo de trabajo son algunas variables que intervienen en esta metodología. (Metodologías de Valoración Económica Ambiental, 2020)

4.4.2.6.3 Costos Evitados o Inducidos

Cambios en la Productividad

Esta metodología mide el valor de los recursos naturales los cuales pueden ser monetizados debido a la productividad o producción que pueden generar los mismos. Hay que tomar en cuenta que no solo se debe medir la materia prima, mano de obra, herramientas e insumos ambientales, sino también las variables que se encuentra implícitas como la calidad de la tierra, nutrientes del suelo, agua, entre otros. El valor de este bien es determinado de acuerdo a su ubicación y mercado de la zona, es utilizado únicamente cuando se obtiene a base de diferentes insumos un producto final que es mercadeable. (MAE, 2020)

Costos de producción

Con esta metodología se pretende estimar los valores económicos que generan los cambios en la productividad debido a los efectos del cambio en la calidad del ambiente. Estos valores no tienen precio en el mercado y son estimados por la población dependiendo del parámetro o variable ambiental afectado. Esta metodología está ligada a los cambios de productividad. (MAE, 2020)

Costos de Salud

Los sistemas ambientales juegan un papel importante en la determinación de la salud de las personas, cambios ambientales pueden generar enfermedades, desarrollo de los mismos e inclusive la muerte en individuos vulnerables. También puede ayudar a disminuir el riesgo de contraer una enfermedad o que esta pueda transmitirse o expandirse. (MAE, 2020)

Existe actualmente una amplia gama de metodologías para cálculos de costos en la salud, ninguna de estas metodologías integra todas las variaciones de enfermedades, sin embargo, la más utilizada es la de valoración de morbilidad. (MAE, 2020)

La variación de morbilidad permite estimar los costos que genera una enfermedad, es decir; gastos de medicina, tratamientos, citas médicas, etc. Para estimar este valor es necesario utilizar algoritmos matemáticamente que permitan conocer los ingresos que

posee un individuo y compararlo con la afectación que produce esta al ambiente. (MAE, 2020)

4.4.2.6.4 Gastos Actuales o Potenciales

A diferencia de las metodologías de valoración de costos evitados o inducidos que relacionan a la comunidad, población o individuo esta metodología basada en gastos actuales o potenciales hace referencia a los valores económicos destinados a la prevención, restauración y mitigación, es decir, para conocer estos gastos no es necesario que se produzca una causa para determinar el efecto. A continuación, se describe cada uno de estos gastos. (MAE, 2020)

Prevención, Restauración y Mitigación

Los métodos de gastos para prevenir, restaurar o mitigar son los valores que se generan para reponer un daño producido al ambiente debido a condiciones naturales, inducidas o accidentales. Cabe mencionar que los gastos que se generen son valores aproximados ya que no se puede conocer con certeza los valores reales, para determinar este valor se puede recurrir al mercado de los bienes y servicios dirigidos a estas actividades en la zona o localidad. (MAE, 2020)

Gastos defensivos

Al igual que los métodos de prevención y restauración, los gastos defensivos son los valores estimados para mitigar el daño ocasionado y que no se podrá restaurar en su totalidad el bienestar ambiental o social. Para determinar este valor se puede recurrir al mercado de los bienes y servicios dirigidos a estas actividades en la zona o localidad. (MAE, 2020)

Proyecto Sombra

Al igual que las metodologías mencionadas anteriormente (prevención, restauración, mitigación y defensivos) se busca estimar los valores relacionados a estas actividades,

con la diferencia que se lo realizará a través de un proyecto guiado por expertos el cual puede ser real o hipotético determinando los valores aproximados de implementación de planes de prevención, restauración y mitigación a las zonas afectadas. (MAE, 2020)

4.4.2.6.5 Valor Contingente

La valoración contingente determina los valores que incide al realizar un cambio que beneficia o perjudica a las personas y el medio ambiente. Este cambio será recompensado mediante un valor económico el cual será determinado por encuestas realizadas a los moradores del sector, es necesario realizar inspecciones previas y realizar un estudio completo de los cambios que se vayan a realizar. (MAE, 2020)

4.4.2.6.6 Experimentos de Elección y Valoración Conjoint

Este tipo de metodología es similar a la contingente, pretende involucrar a las personas que se encuentran ligadas directamente a una zona, pretende que los individuos realicen una comparación entre diferentes escenarios y puedan escoger la disponibilidad de aceptar un cambio mediante la metodología de preferencia, esta valoración se la realiza mediante encuestas y ponderaciones realizadas por expertos e impartidas a los miembros de una comunidad o población. (MAE, 2020)

4.4.2.6.7 Transferencia de Beneficios

De acuerdo al MAE (2020) la transferencia de beneficios no es una técnica de estimación como tal; sin embargo, se puede utilizar los resultados de esta valoración en el campo socio económico ambiental debido a que es similar a la metodología contingente. Los pasos para aplicar esta técnica son:

- Evaluar el sitio, infraestructura o zona.
- Realizar estudios potenciales para el caso
- Evaluar la aplicabilidad utilizando las variables del estudio potencial de caso.

4.5. Metodología

4.5.1 Enfoque

La presente investigación se desarrolló dentro de un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), se utilizó revisiones bibliográficas, encuestas y entrevistas para recopilar la información sobre los impactos socioeconómicos ambientales que producen los incendios forestales, las diferentes problemáticas y soluciones las cuales se desarrollaron dentro de un conjunto de procesos los cuales recolectan datos categóricos; y con respecto al enfoque cuantitativo se recopiló información de las áreas afectadas por incendios, los resultados se analizaron a través de métodos estadísticos apoyados en herramientas informáticas. (Romaniuk et al., 2018)

4.5.2 Modalidad de investigación

La Modalidad de investigación se clasifica en: documental bibliográfico, de campo y experimental. (Guelmes et al., 2015). A continuación, se detallan los tipos de modalidades de investigación, definiendo las que se utilizaron en la presente investigación.

4.5.2.1 Documental bibliográfica

La investigación tiene la modalidad documental bibliográfico, se tomó como fuente de información documentos impresos, audiovisuales o electrónicos ya sean libros, artículos académicos, revistas técnicas, publicaciones, estudios realizados con anterioridad por investigadores, lo cual ayudó al desarrollo y aporte de nuevos conocimientos. (Crosetti, 2016; Guelmes et al., 2015)

La presente investigación se desarrolló utilizando esta modalidad ya que se recopiló y caracterizó la información, datos y registros de incendios producidos en la provincia de Imbabura en la última década, así como también el impacto social, económico y ambiental en los cantones más afectados en el año 2019.

4.5.2.2 De campo

La presente investigación también se apoyó en la investigación de campo manteniendo un contacto directo con la realidad, se aplicaron entrevistas y consultas para obtener mayor información de los incendios forestales registrados en la zona. Se levantó datos de los registros de incendios en la última década proporcionado por la Coordinación Zonal 1 del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias de la provincia de Imbabura, finalmente se realizó visitas de campo a una muestra de los sitios donde se desarrollaron los eventos más significativos en el último año (2019), esta actividad permitió conocer el tipo de vegetación, comercio y turismo en la zona, además se indagó el valor socioeconómico de los mismos.

4.5.3 Nivel o tipo de investigación

4.5.3.1 Descriptivo

Los datos y registros de los incendios forestales fueron la información que permitieron realizar una valoración socio económica ambiental de los incendios forestales definiendo como nivel o tipo de investigación para este proyecto como descriptivo, estos resultados permitieron realizar y describir el entorno social y ambiental que dejó los incendios forestales.

4.5.3.2 Explicativo

La presente investigación tiene también un nivel o tipo de investigación explicativa ya que se desarrolló una explicación clara con respecto a la valoración económica, social y ambiental de los incendios forestales de la provincia de Imbabura, fundamentando con datos y registros obtenidos de fuentes involucradas en esta investigación. Así como también se caracterizó los sectores más afectados por estos eventos en el último año.

4.5.4 Operacionalización de las variables

En la tabla 2 se muestra la operacionalización de las variables dependiente (valoración económica, social y ambiental) e independiente (incendios forestales), citando las técnicas e instrumentos que se utilizará en la metodología posteriormente. Se enlistan los indicadores y categorías dimensionales para cada categoría dentro de este proyecto de investigación.

Tabla 2.

Operacionalización de las Variables

Variables	Concepto	Categoría Dimensiones	Indicadores	Técnicas E Instrumentos
Valoración económica social y ambiental (Dependiente)	Expresa el valor económico de las ganancias de bienestar social que se generan por la protección del medio ambiente o las pérdidas generadas por su deterioro producida por la interacción entre el sujeto (individuo/sociedad) y el objeto (bien/servicio ambiental).	Económico	Cantidad de dinero (ganancia o pérdida).	Cálculo de Biomasa, captura de Carbono y precio de tonelada de carbono
		Social	Conocimiento e implicación ante eventos de incendios.	
		Ambiental	Número de hectáreas afectadas.	Encuesta
Incendios Forestales (Independiente)	Los incendios forestales son el resultado de la propagación incontrolada de incendios en un área boscosa, definiendo como incendio al fuego de grandes	Ubicación Geográfica	Número de eventos por cantón	Informes Estadísticos
		Accesibilidad Cultural	Percepción de la población	Registros de incendios
		Natural		

proporciones que arden de forma natural o inducida.	Inducidos	Número de hectáreas afectadas.
---	-----------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5 Procedimiento y Esquema Metodológico

Los datos, registros e información que se requirió para la presente investigación fueron proporcionados por la Coordinación Zonal 1 del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias considerando los eventos de incendios ocurridos en la última década en la provincia de Imbabura. La información secundaria se recopiló del Ministerio del Ambiente, INAMHI, Prefectura de Imbabura y Municipio, Google Académico (Metodología e información de valoración socio económica ambiental), libros y registros de bomberos.

Actualmente existen varios modelos metodológicos con respecto a la valoración económica ambiental, para este caso de estudio se fundamentó en modelos matemáticos para el cálculo de biomasa, captura de carbono, ecuaciones que facilitaran estimar el valor económico de dióxido de carbono capturado en toneladas propuesta por el Ministerio de Ambiente. Se aplicó una encuesta a la población que reportó algún evento significativo en relación a incendios forestales en el 2019, donde se pudo estimar la percepción, reflexión, valor social y ambiental ante los incendios forestales.

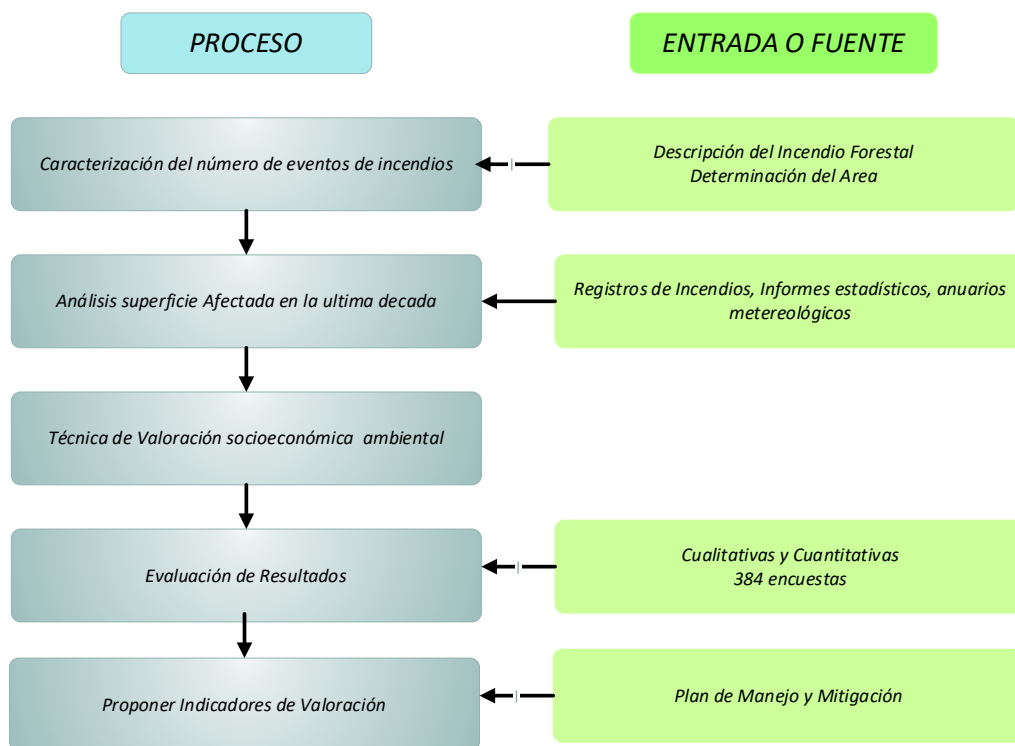


Figura 5. Esquema Metodológico de la investigación. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la investigación “Valoración Económica Social y Ambiental de los Incendios Forestales de la Provincia de Imbabura”, servirán para determinar el impacto económico y ambiental que provocaron los incendios forestales en la última década. A continuación, en la figura 5 se muestran los esquemas metodológicos de la presente investigación.

En la figura 6 se muestra en detalle la metodología recomendada por el Ministerio de Ambiente para realizar valoraciones económicas ambientales para zonas cubiertas de bosques y plantaciones, cabe mencionar que se pueden omitir aspectos dependiendo de la zona de estudio y las actividades económicas que se realizan en sus alrededores.



Figura 6. Esquema teoría de valor y metodología de valoración socioeconómica ambiental. Adaptado de: Ministerio de Ambiente, (2020).

4.5.6 Descripción del área de Estudio

4.5.6.1 Generalidades

La provincia de Imbabura mostrada en la figura 7 se encuentra ubicada al norte de Ecuador, según el MAGAP (2015) la provincia de Imbabura tiene una superficie total de 4619 Km², cuenta con 398244 habitantes, 48, 63% (193.664) son hombres y el 51,37% (204.580) representa a la población de mujeres. De acuerdo a los datos proporcionados por la Coordinación Zonal 1 del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias se establecieron los 6 cantones que constituyen la provincia de Imbabura como unidades de muestreo; Antonio Ante (81 Km²), Cotacachi (1726 Km²), Ibarra (1093 Km²), Otavalo (500 Km²), Pimampiro (437 Km²), y San Miguel

de Urququí (779 Km²). A continuación, se detallan las generalidades como: clima, ecosistema y uso de suelo de la zona de estudio.

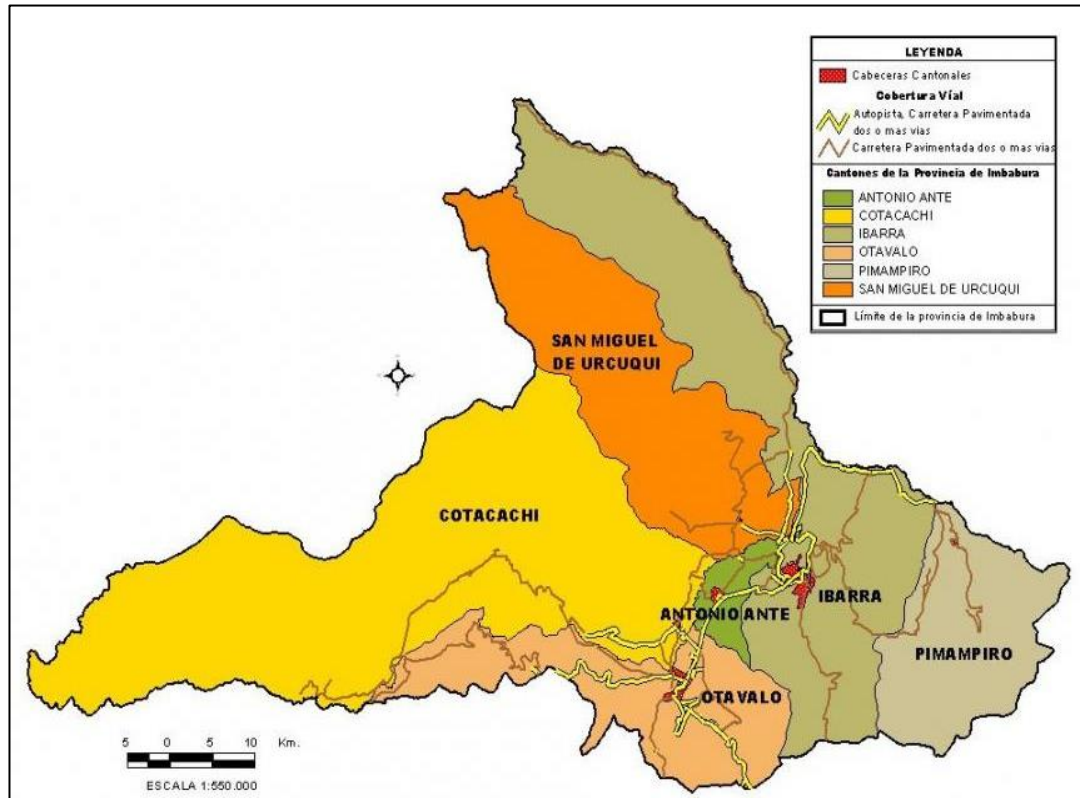


Figura 7. Cantones de la provincia de Imbabura. Tomado de: Prefectura de Imbabura, (2020).

4.5.6.2 Clima

Imbabura posee una temperatura promedio de 10 °C y una precipitación de 1100 mm anuales. Debido a su ubicación geográfica, temperatura y precipitación la provincia de Imbabura posee 4 diferentes climas mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 3.

Tipos de Clima en la Provincia de Imbabura

Tipos de Clima en la provincia de Imbabura				
Tipo de Clima	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Altura (msnm)	Ubicación
Ecuatorial de alta montaña	0-8	1000-2000	Mayor a 3000	Cerro Imbabura, volcán Cotacachi, Piñan, sector de Puruhanta, Nueva América
Ecuatorial Meso térmico seco	18-24	500	1600-2000	Valle del Chota, Ambuqui, Charguayacu, Salinas
Ecuatorial Mesotérmico Semi Húmedo	10-20	1000-2000	1600-3000	Ibarra, Atuntaqui, Cotacachi, Atuntaqui, Pimampiro, Urcuqui
Tropical Mega térmico Húmedo	15-24	2000-4000	400-1600	Lita, Cuellaje, García Moreno, Chontal.

Fuente: Tomado de MAGAP-IEE,2002.

La figura 8 muestra las amenazas generadas por el clima (aumento de temperatura y precipitación), el color rojo representa la mayor amenaza, mientras que el verde representa un bajo porcentaje de amenaza. Se conoce que el aumento de precipitaciones en esta zona ha aumentado de 6% al 15% de lluvias moderadas en los últimos 30 años. Con respecto a los días secos estos presentan una disminución de un día cada 5 años según estudios realizados por el ministerio de Ambiente junto con el proyecto Acción Provincia frente al Cambio Climático. (MAE, 2020)

Se puede apreciar que el cantón Pimampiro y parte del sector sur de Ibarra son los más afectados por las lluvias, mientras que las zonas más secas por la baja precipitación y aumento de temperatura se encuentra en el sector noroeste de la provincia específicamente en Otavalo y Antonio Ante. Los cantones que reportan un bajo riesgo ante cambios climáticos son Cotacachi y Urcuquí. (MAE, 2020)

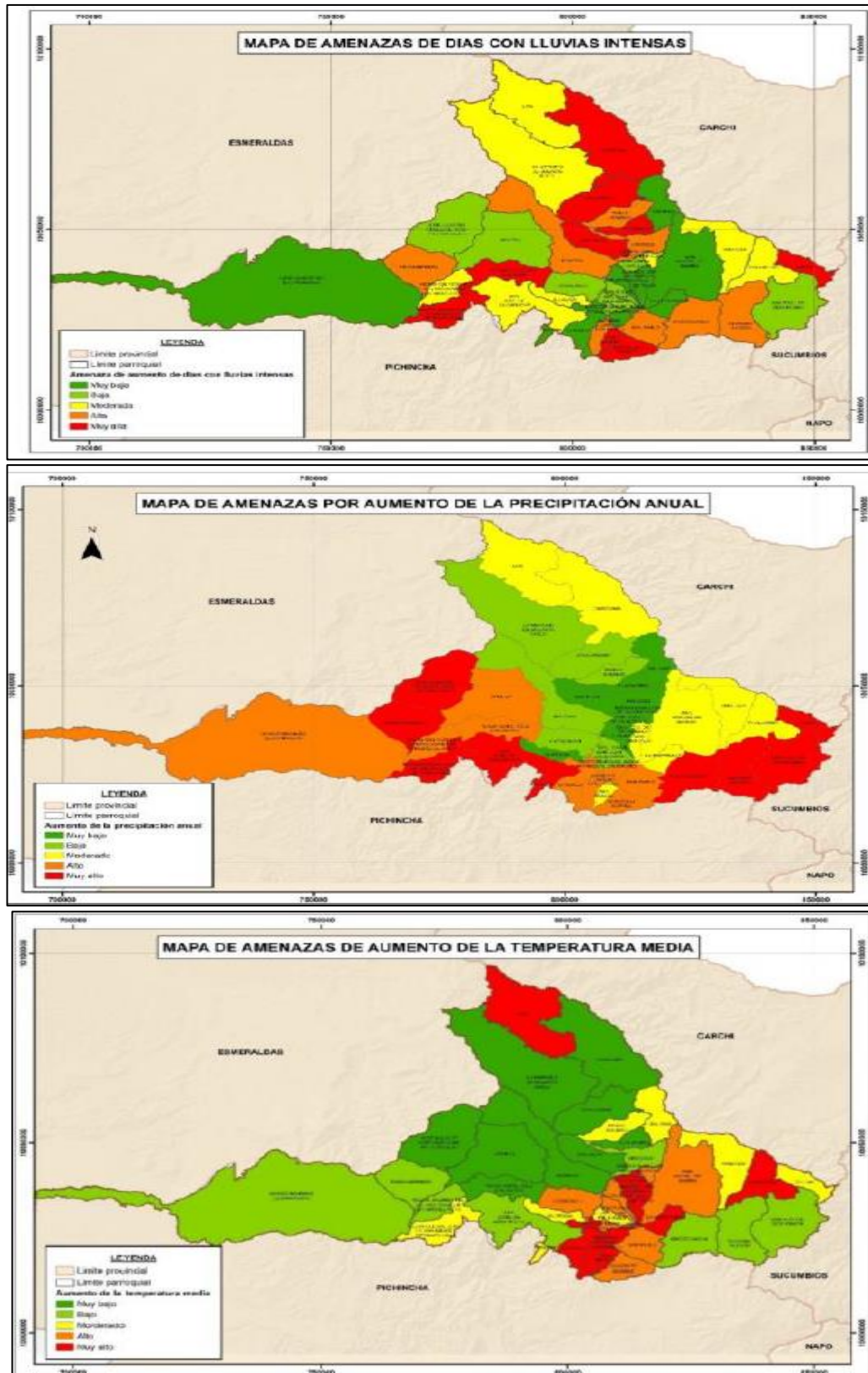


Figura 8. Riesgos por Cambio Climático. Tomado de: Prefectura de Imbabura, (2020).

4.5.6.3 Ecosistema

Imbabura alberga una gran de riqueza biológica vegetal debido a su gran variedad de ecosistemas (bosque natural, páramo y humedales) y climas, a sus características topografía, geográficas y climáticas únicas en el país. Por otro lado, el ecosistema ha sido afectado por la deforestación, tala indiscriminada de bosques, incendios forestales (naturales o inducidos), construcción de infraestructura crecimiento de recursos para las poblaciones (agua y forestales), entre otras. Los tipos de ecosistemas presentes en Imbabura se detallan en la tabla 4.

Tabla 4.

Tipos de Ecosistemas

Ecosistema		Amenazas	Extensión (Km ²)
Páramo arbustal)	(Herbazal y	Incendios, sobrepastoreo, reforestación con especies no propias de la zona, erosión	604,06
Bosque siempre arbustal piemontano de la cordillera)	Natural (bosque verde montano bajo montano)	Incendios, petrolera, deforestación, cambio de suelo, agricultura intensiva y ganadería	1521,91
Lagos y lagunas		Pesca intensiva, aumento demográfico, turismo no controlado	23,5
Páramo Intervenido intervenidos)	y Bosque (Ecosistemas	Desarrollo industrial y económico	2160,18

Fuente: Tomado del Ministerio del Ambiente,2012.

4.5.6.4 Uso del Suelo

Como se muestra en la figura 9 “Mapa de cobertura y uso de tierra de la provincia de Imbabura” (2015) se identifica el área en (km²) y porcentaje que ocupa el tipo de uso de suelo repartidos en las siguientes zonas: área sin cobertura vegetal (3,51 Km² – 0,08%), bosque nativo (1444,69 Km² – 31,28%), cuerpos de agua (26,14 Km² –

Entre los principales eventos ocurridos en la provincia de Imbabura que se registra en la última década se produjeron 105 inundaciones, 316 deslizamientos y 2427 incendios forestales, con una intensidad baja y frecuencia e importancia alta. Cabe mencionar que Ibarra y Cotacachi fueron los cantones más afectados por estos eventos. A continuación, en la figura 10 se presenta el nivel de ocurrencia de estos eventos en la provincia de Imbabura. (MAE, 2019)

4.5.6.6 Incidencia de los incendios forestales

Los incendios forestales han sido la mayor causa de eventos adversos en la provincia de Imbabura muchos de ellos repetitivos en un lapso no mayor a 5 años, a continuación, en la figura 11 se muestra las zonas incidentes de incendios forestales en la última década, observando que Ibarra y Cotacachi son los cantones más afectados por estos eventos debido a sus grandes áreas de bosque natural, mosaico agropecuario, páramo, vegetación arbustiva y plantaciones forestales. (MAE, 2019)

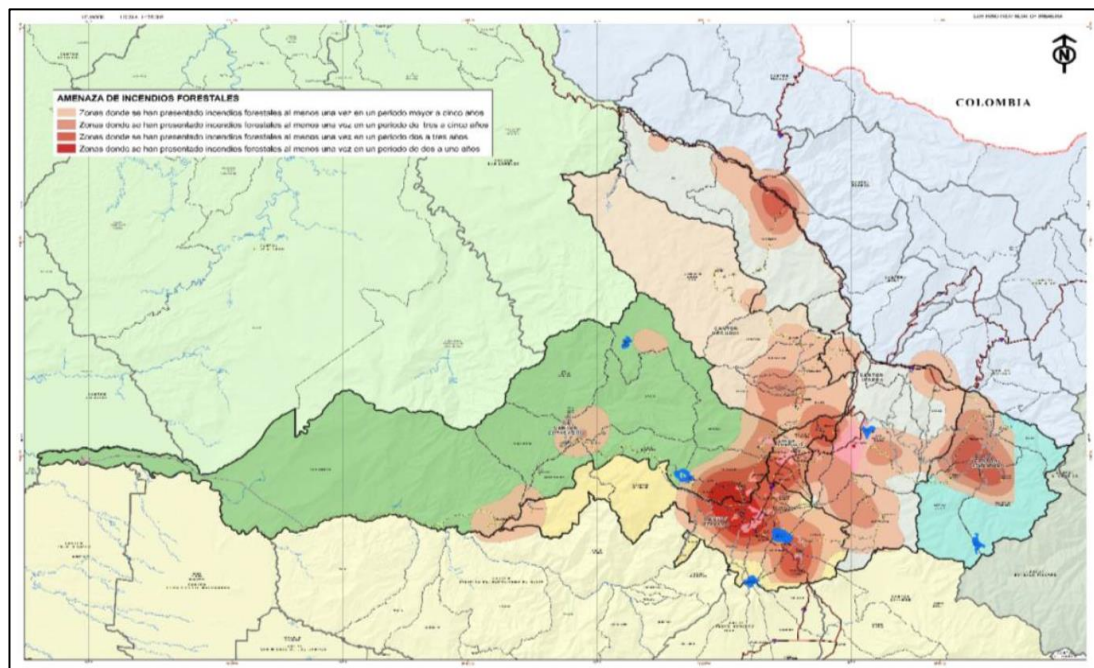


Figura 11. Zonas Incidentes de los Incendios Forestales. Tomado de: Prefectura de Imbabura, (2020).

4.5.7 Determinación del valor Económico ambiental de los servicios y bienes

Para determinar el valor económico ambiental generado por los incendios forestales se cuantificó la producción de biomasa de los bosques y plantaciones nativas en las zonas de estudio, a continuación, se especifican las ecuaciones necesarias para calcular la biomasa y carbono almacenado pudiendo así determinar el precio de tonelada de carbono en el mercado (UDS) y finalmente conocer el valor económico por hectárea. Se tomó como referencia los valores de dióxido de carbono (CO_2) en el mercado brindado por SEDECO₂ empresa dedicada a la negociación de derechos de emisión de CO_2 . (McRoberts & Tomppo, 2018)

Cabe mencionar que se ha diseñado una metodología de valoración económica ambiental basado en el conjunto de elementos de una muestra (marco de muestreo), número de elementos que conforman la población (Diseño), forma y tamaño de la parcela (Configuración), a continuación, se detalla la metodología y cálculos que se realizaron para la obtención de datos de esta investigación. (McRoberts & Tomppo, 2018)

Diseño de Muestreo Simple

Según McRoberts & Tomppo (2018), un muestro simple mostrado en la figura 14 ubica a las parcelas dentro de un espacio determinado, surgiendo posibles dificultades como la variabilidad de unidades de la muestra que puede encontrarse dentro espacio escogido, por otro lado puede encontrar zonas con terrenos vacíos las cuales también deben ser tomados como válidos.

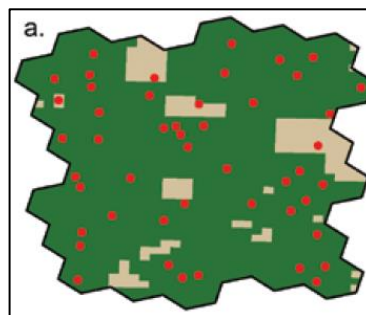


Figura 12. Diseño de muestreo aleatorio simple. Tomado de: McRoberts & Tomppo, (2018).

Para la obtención de coordenadas geográficas de cada parcela de muestra aleatoria se utilizó un generador de números aleatorios con una base de coordenadas previamente cargadas, cabe mencionar que el tipo de diseño de muestreo simple tiene los mismos valores de probabilidad con menos costos de operación, también se consideró la homogeneidad del área en cuanto a la cobertura y características topográficas para la elección de parcelas.

4.5.7.1 Selección y Dimensión de parcelas

Se conformaron 5 parcelas de 30 x30 metros debido a la extensión de superficie afectada y a la diversidad de flora y fauna debido a los pisos altitudinales en la provincia de Imbabura, teniendo 900 m² cubiertos por parcela y dando un total de 4500 m² de área para la caracterización y valoración obteniendo así un punto de equilibrio para evaluar la dinámica de las especies en el bosque. (Hergoualc'h et al., 2017)

4.5.7.2 Mensuración Forestal

La implementación de la mensuración forestal de un área específica se seleccionó la metodología no destructiva, estimando el valor de la biomasa y apoyándose en cálculos y mediciones conociendo la densidad poblacional de los árboles que existen en la parcela de muestreo. Los datos necesarios para el cálculo de mensuración forestal fueron los promedios de: diámetros, altura, área basal, volumen, biomasa y captura de carbono, utilizando equipos y herramientas que permitan la toma de mediciones. (Russo, 2015)

Diámetro de altura de pecho (DAP)

Según Cayo Araya et al., (2019) se debe medir la circunferencia del tronco a la altura de pecho trazando una perpendicular de 1.3 m de altura con respecto a la superficie como se puede observar en la figura 15, posteriormente se utilizó la ecuación 1 para calcular el valor del diámetro, siendo un indicador de gran importancia ya que es la medida del grosor del tronco del árbol.

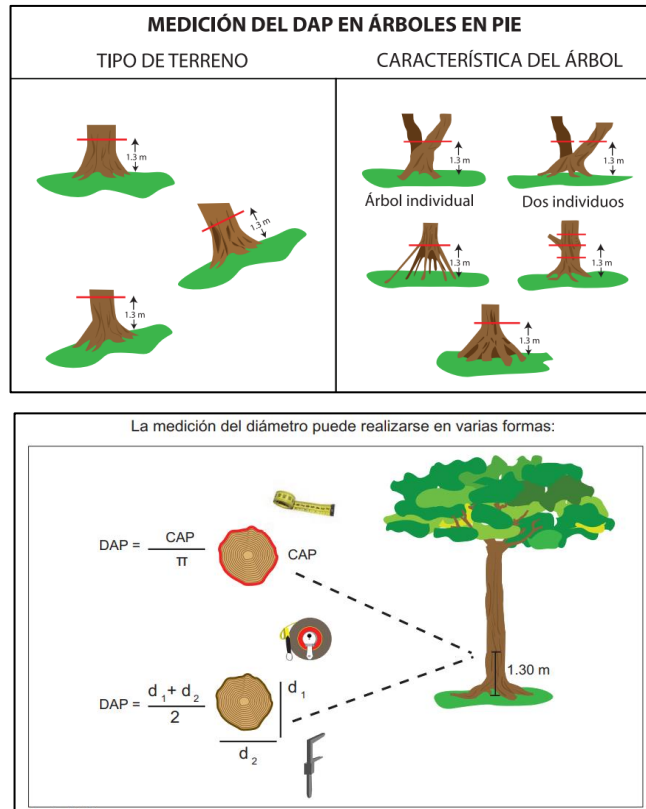


Figura 13. Medición de diámetro de altura de pecho. Tomado de: Cayo Araya et al., (2019).

$$Dap = \frac{Cap}{\pi} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

Dap: diámetro de altura de pecho (m)

Cap: medida circunferencia a la altura de pecho (m)

π : constante (3.1416)

Altura total del árbol

Para obtener la altura total del árbol es necesario utilizar el hipsómetro conocido como Forestry Pro, el cual es un equipo de fácil manejo con varias ventajas en su utilización, entre estas realizar mediciones con ángulos de copa a distancias comprendidas entre 10 y 500 metros como máximo. En la figura 16 se muestra el esquema de la toma de altura de un árbol.

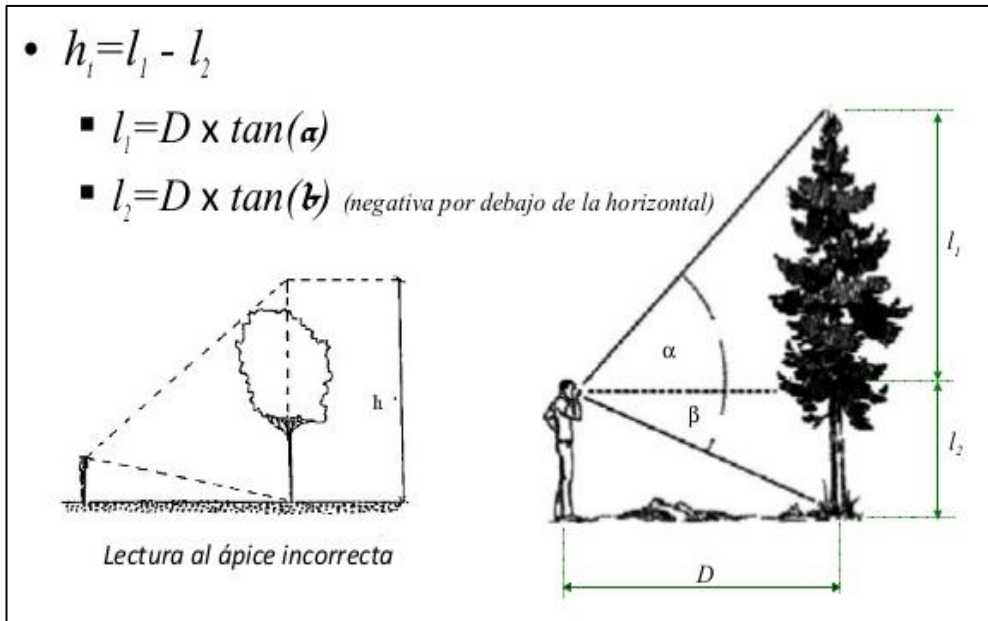


Figura 14. Medición de la altura del árbol en la provincia de Imbabura.

4.5.8 Valoración cuantitativa de los especímenes muestreados

4.5.8.1 Área Basal (Ab)

Se refiere al área comprendida en la sección transversal del corte de un tronco mostrada en la figura 17, ya que al tener una forma irregular esta debe considerarse como superficie circular, el área basal se calculó con la siguiente fórmula.

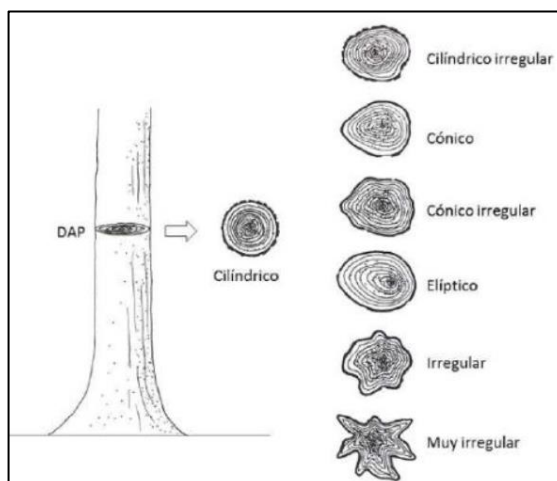


Figura 15. Formas de área basal. Tomado de: Cayo Araya et al., (2019).

$$Ab = \frac{\pi * Dap^2}{4} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

Ab: área basal (m²)

Dap: diámetro de la altura de pecho (m)

π : constante (3.1415)

4.5.8.2 Volumen de árbol en pie (*Vi*)

Se conoce como volumen de árbol en pie al espacio que ocupa la madera del tronco definiendo una cantidad aproximada en metros cúbicos (m³) desde el tocón (base) al ápice del árbol (extremo superior) dentro de un ecosistema. (López, 2017). Según McRoberts & Tomppo, (2018), la fórmula para el cálculo del volumen de árbol es :

$$Vi = \frac{\pi * Dap^2}{4} * (ht) * f \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

Dap: diámetro a la altura de pecho (m)

ht: altura total (m)

π : constante (3.1415)

f: factor de forma

Para determinar el valor de factor de forma de la especie es necesario comparar el tipo de dendrométrico de fuste mostrada en la figura 13, para este caso se tomará un valor de 0.7, valor que fue obtenido del estudio “*Determinación del factor de forma de la especie Eucalyptus globulos (Eucalipto) en una plantación comercial de la provincia de Imbabura*” (Hurtado & Edison, 2018).

TIPO DENDROMÉTRICO DEL FUSTE	FACTOR DE FORMA
Cilíndrico 	$f \geq 0,75$
Paraboloide 	$0,74 \geq f \geq 0,4$
Cono 	$0,39 \geq f \geq 0,27$
Neiloide 	$f < 0,38$

Figura 16. Factor de forma del fuste. Tomado de Hurtado & Edison (2018).

4.5.9 Biomasa

Según un artículo publicado por las Plantas de Biomasa (2020) menciona que se conoce a la biomasa como un componente orgánico (vegetal o animal) utilizada como fuente de energía y captación de carbono, un tema relacionado al cambio climático. La biomasa esta cuantificada en unidades de masa por superficie (kilogramos/ árbol o toneladas / hectárea).

El valor de la biomasa se lo realizó mediante un cálculo en función de la densidad de la madera con el volumen del árbol en pie obtenido en las ecuaciones anteriores, se consideró el factor de forma mostrado en la figura 18. La ficha técnica del *Eucalyptus globulus* proporciona por Promadera Sustentable en Imbabura se utilizó para obtener la densidad de la madera.

4.5.10 Cantidad de dióxido de carbono capturado

Para calcular la cantidad de dióxido de carbono es necesario conocer los valores de carbono aéreo total y radicular, los factores utilizados son 0,5 (biomasa seca) y 0,24 (biomasa bajo suelo) respectivamente, los valores de estas constantes se encuentran establecidas en la publicación de Torres-Torres et al., (2017) “*Carbono almacenado en tres bosques de Jardín Botánico del Pacífico*”, a continuación se encuentran las ecuaciones definidas para el cálculo del carbono total.

$$CAT = Bs * 0,5 \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

CAT: carbono aéreo total (Tonelada métrica/hectárea)

BS: Biomasa seca (tonelada)

$$CR = CAT * 0,24 \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

CR: carbono radicular (Tonelada métrica /hectárea)

CAT: carbono aéreo total (Tonelada métrica /hectárea)

$$CT = CAT + CR \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

CT: carbono total (Tonelada métrica /hectárea)

CR: carbono radicular (Tonelada métrica /hectárea)

CAT: carbono aéreo total (Tonelada métrica /hectárea)

De acuerdo a Cabudivo (2016), una vez obtenido el valor del carbono total, el dióxido de carbono capturado se obtiene de la siguiente ecuación .

$$CO_2 = CT * 3,663 \quad \text{Ec. (7)}$$

Donde:

CO₂: carbono capturado $\left(\frac{\text{tonelada métrica de } CO_2}{\text{hectárea}}\right)$

CT: carbono total $\left(\frac{\text{tonelada métrica de Carbono}}{\text{hectárea}}\right)$

3,6663: factor de conversión de carbono a dióxido de carbono

$\left(\frac{\text{peso emisiones } CO_2}{\text{peso atómico}}\right) \rightarrow \left(\frac{43,999915}{12,001115}\right)$

4.5.11 Cálculo del carbono equivalente y potencial captura en años

Para obtener el carbono equivalente y potencial de captura en años, se utilizó el método de Sturges (1926), el cual permitió conocer la distribución general de la muestra efectuada por clase, obteniendo un indicador cualitativo de las mismas. Para la aplicación de este método se realizaron tablas de rodal y existencia, las mismas que mostraron el número de árboles por clase de diámetro de altura de pecho (Dap) en una cierta área superficial incluyendo su altura y volumen, para la clasificación de clase del Dap los valores del intervalo deben ser contantes, finalmente la información se representó de manera ordenada para su posterior procesamiento. (Cancino & O, 2015)

Tabla 5.

Tabla rodal y existencia

Clase Dap (m)	Árboles (#/ha)	Área basal (m ² /ha)	Altura (m)	Volumen (m ³ /ha)
10	N ₁	G ₁	H ₁	V _{p1}
12	N ₂	G ₂	H ₂	V _{p2}
.....
I	N _i	G _i	H _i	V _{pi}
....
Total	N	G		V _t

Nota. Tomado de Cancino & O, 2015

4.5.12 Número de árboles, área basal y volumen (por hectárea)

Según Espinoza & Alexander (2019), para el obtener el valor por hectárea del número de árboles, área basal y volumen es necesario realizar la sumatoria de los mismos multiplicado por el factor de proporcionalidad, a continuación se detallan las fórmulas utilizadas.

$$N = \sum_{i=1}^c Ni \quad \text{Ec. (8)}$$

$$Ni = F * ni \quad \text{Ec. (9)}$$

$$F = \frac{10000}{a} \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde:

N : # de árboles en una hectárea

N_i : # de árboles por clase (Dap en parcela)

F : factor de proporcionalidad

a : superficie de la parcela (m²)

$$G = \left(\sum_{i=1}^m gi \right) F \quad \text{Ec. (17)}$$

$$gi = \frac{\pi * Dap_i^2}{40000} \quad \text{Ec. (18)}$$

Donde:

G : área basal (m²/ha)

gi : # i-ésima clase de área basal (Dap en parcela)

m : # de clase

F : factor de proporcionalidad

Dap : diámetro altura de pecho (m)

$$V = \left(\sum_{i=1}^m Vi \right) F \quad \text{Ec. (19)}$$

Donde:

V : volumen por hectárea (m³/ha)

Vi : Volumen de árbol (m³)

F : factor de proporcionalidad

4.5.13 Valor Económico de dióxido de carbono capturado

Según información brindada por Sendeco2 (2020), el precio medio anual por toneladas de dióxido de carbono capturado en el año 2020 es de \$22,61, por lo tanto para estimar

el monto económico es necesario multiplicar el precio en el mercado por la cantidad total de dióxido de carbono. A continuación, se presenta la fórmula para calcular este valor en dólares americanos.

$$Ve = Cantidad\ de\ CO_2 * Precio\ del\ mercado \quad Ec. (20)$$

Donde:

Ve: valoración económica (\$)

CO₂: Dióxido de carbono (toneladas)

4.5.14 Belleza escénica

Para determinar el valor económico de la belleza escénica se tomó como referencia las principales reservas ecológicas de la zona ubicadas en el Cantón Ibarra y Cotacachi, ya que de acuerdo a datos del Ministerio del Ambiente en el año 2018 ingresaron alrededor de 10 000 turistas, con un 65% de afluencia en turistas nacionales. Para determinar el costo de este indicador es necesario aplicar la siguiente ecuación.

$$Y = PeQe + PnQn \quad Ec. (21)$$

Donde:

Y: costo por belleza escénica en turismo (\$/año)

Pe: costo a extranjeros para disfrute de belleza escénica (\$/persona/año)

Qe: número turistas extranjeros (persona/año)

Pn: costo a nacionales para disfrute de belleza escénica (\$/persona/año)

Qn: número turistas nacionales (persona/año)

4.5.15 Productos Maderables

Para la valoración de los productos maderables en la región se determinó en primero lugar que, si existe una oferta y demanda de este tipo de insumos para el aprovechamiento en el potencial de la producción de, madera de las plantaciones forestales, en este caso *Eucalyptus globulus* especie representativa de la región. A

continuación, se presenta la ecuación que determinara el valor económico de este indicador. Cabe mencionar que los valores de los productos maderables en este sector fueron tomados de Edimca y Teca como negocio (2021) donde se establece un precio aproximado de \$ 70 por metro cúbico en el mercado de madera de Eucalipto.

$$Ym = \sum_{i=1}^n Pi * Qi \quad \text{Ec. (22)}$$

Donde:

Ym : costo aprovechamiento recurso madera (\$/año)

P : costo del bien (\$/m³)

Qi : volumen o espacio del bien (m³/año)

4.5.16 Población y muestra

Para conocer el ámbito socio económico y ambiental en la provincia de Imbabura se aplicó una encuesta, determinado con un cálculo de muestra el número de encuestas a aplicarse. Tomando en cuenta que la población para esta investigación son el número de personas que han reportado los eventos de incendios forestales categorizados como significativos en el reporte otorgado por el Servicio de Gestión de Riesgos y Emergencias y el ECU 911 ocurridos en el año 2019, se tomó la base de datos de los reportes registrados por la población de las zonas afectadas en las parroquias de Ibarra y Cotacachi, teniendo un total de 22 llamadas de emergencia por incendio forestal. A continuación, se presenta la fórmula y los parámetros para el cálculo de muestra para una población finita.

$$n = \frac{NZ^2 - pq}{(N - 1) e + Z^2pq} \quad \text{Ec. (23)}$$

Donde:

n : tamaño de la muestra

N : tamaño del universo (22).

Z : nivel de confianza de la estimación, considerando el 99 % de confianza.

(2.58)

p: probabilidad de aceptación (0,5)

q: probabilidad de rechazo (0,5)

e: margen de error (5%)

En base a los datos reemplazados en la ecuación 25, se observa una población de 22 personas, el nivel de confiabilidad y error utilizados son de 99% y 5% respectivamente, dando un resultando de 21, valor de la muestra para esta investigación y representa la cantidad de personas a las cuales se debe aplicar la encuesta.

4.5.17 Encuesta de Estimación

La encuesta se diseñó para determinar el grado de percepción y concienciación de la población frente a la problemática de los incendios forestales. Las encuestas se desarrollaron in-situ (física) en los sectores más afectados, sin dejar a un lado las zonas poco afectadas por los incendios forestales, de modo que la información sea de mayor contraste y presente un equilibrio en su resultado.

Cabe mencionar que la encuestas tiene contenido separados diferentes bloques, colocados estratégicamente para obtener la percepción de la población encuestada, además de obtener la reflexión de los mismos. Las encuestas realizadas serán impresas en hojas de papel bond de tamaño A4 a doble cara (ANEXO 1).

4.5.18 Técnica para proceso de información

Toda la información y datos recopilados fueron cargados y procesados en el software SPSS v. 23, el cual permitió ordenar y mantener una base de datos y registros de acuerdo a las necesidades que se requería, permitiendo así realizar diferentes pruebas de frecuencias y descriptivos, lo que permitió obtener resultados numéricos y gráficos fáciles de interpretar.

5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez recopilada, organizada y procesada toda la información mencionada en la metodología se procedió a realizar los cálculos respectivos dando como resultado la obtención de:

5.1 Área afectada por incendios forestales

En la figura 12 se representa el número de incendios forestales registrados en la provincia de Imbabura generados en la última década (2010-2019), así como también el área afectada en zonas arboladas y no arboladas mostrado en la figura 13. Se puede evidenciar que en el año 2015 se registró el mayor número de incendios forestales con 841 eventos, mientras que en el año 2012 el área afectada fue mayor en comparación a los últimos años. Cabe mencionar que la mayor incidencia de los registros obtenidos se encuentra en el cantón de Cotacachi, así como también el número de incendios no es directamente proporcional a la superficie afectada.

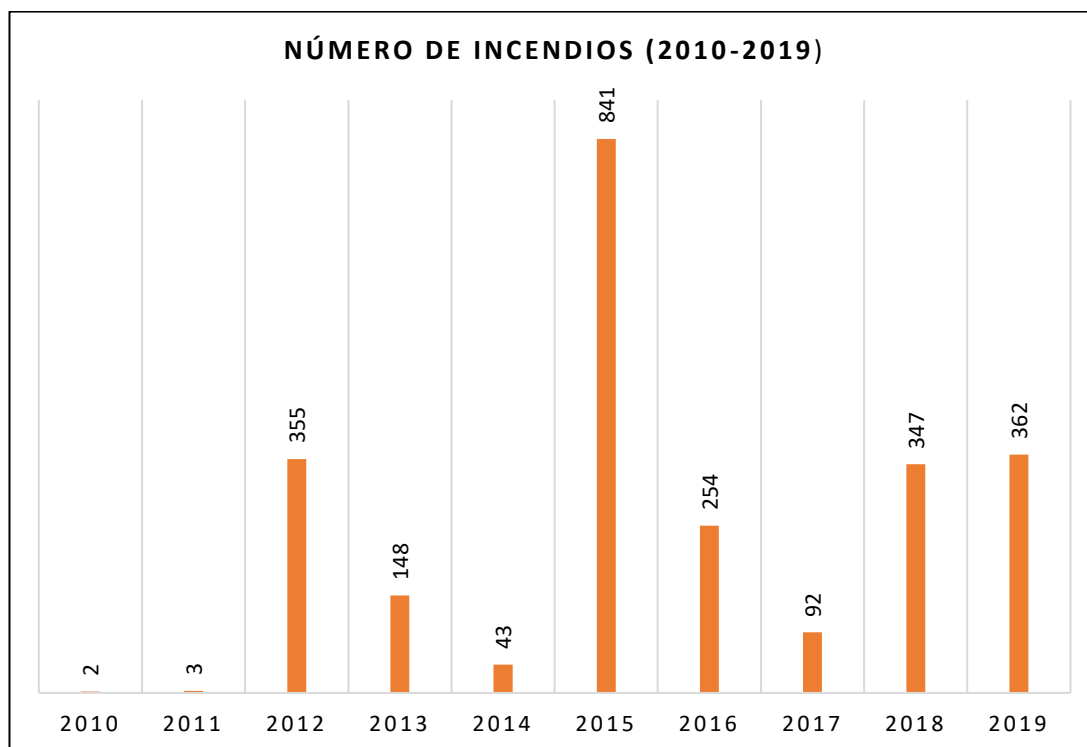


Figura 17. Registro de número de incendios en la última década. Basado en información del SNGR (2020). Elaboración propia.

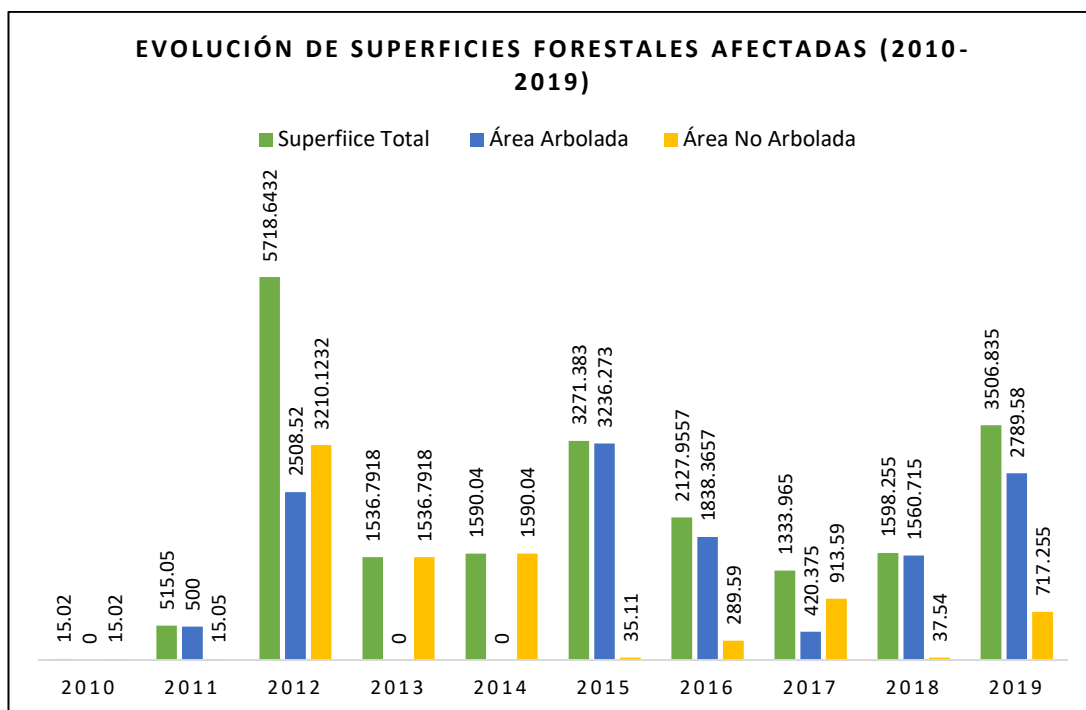


Figura 18. Evolución de superficies forestales afectadas. Basado en información del SNGR (2020). Elaboración propia.

Para el año 2019 se registraron 362 eventos de incendios forestales en Imbabura, todos de naturaleza antrópica, 35 fueron altamente peligrosos por su magnitud e impacto debido a la ubicación geográfica de los mismos. A continuación, en las tablas 6 y 7 se detalla los eventos generados en el año 2019 por cantón, así como también el número de hectáreas de cobertura vegetal afectada en cada mes.

Tabla 6.

Número de incendios y cobertura vegetal afectada por cantón en el año 2019

Cantón	Núm. Incendios Forestales	Ha de cobertura vegetal quemada
Antonio Ante	42	58.75
Cotacachi	74	1814.88
Ibarra	113	534.22
Otavalo	73	500.575
Pimampiro	24	82.08
San Miguel De Urcuquí	36	516.33
Total	362	3506.835

Fuente: Elaboración propia, basado en información del SNGR (2020)

Tabla 7.

Número de incendios mensuales y cobertura vegetal afectada en el año 2019

Mes Evento	Núm. Incendios Forestales	Ha de Cobertura Vegetal Quemada
1	10	24.88
2	8	20.04
3	5	7.04
4	2	5
5	1	0.7
6	7	11.94
7	46	67.81
8	165	916.76
9	109	2255.72
10	5	16.60
11	3	172.35
12	1	8
Total	362	3506.835

Fuente: Elaboración propia, basado en información del SNGR (2020)

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de las encuestas de estimación, agrupadas por secciones como se mencionó en la metodología: Valoración socioeconómica, valoración de concienciación, preparación y percepción. Además del valor económico en dólares de las pérdidas ocasionadas por los incendios forestales.

5.2 Identificación

Como se puede observar en la tabla 8, los encuestados se autoidentificaron en su mayoría como personas mestizas (52.4%), siendo en su mayoría del sexo femenino (66.7%). Con respecto a su instrucción el mayor porcentaje de encuestados son bachilleres (33.3), con un bajo porcentaje de universitarios o profesionales (14.3%).

Si se realiza una comparación entre las dos parroquias afectadas como se muestra en la figura 19, se puede diferenciar que hay un mayor porcentaje de personas autoidentificadas indígenas entre los encuestados en Cotacachi, mientras que en el nivel de educación y sexo los resultados son similares.

Tabla 8.

Características del Encuestado

Parroquia			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Ibarra	13	61.9	61.9
Cotacachi	8	38.1	100
Tipo de zona			
Rural	15	71.4	71.4
Urbana	6	28.6	100
Edad (años)			
18 - 25	5	23.8	23.8
26 - 35	6	28.6	52.4
36 - 50	9	42.9	95.2
Más de 51	1	4.8	100
Sexo			
Femenino	14	66.7	66.7
Masculino	7	33.3	100
Auto identificación étnica			
Mestizo	11	52.4	52.4
Otavalo	1	4.8	57.1
Indígena	9	42.9	100
Total	21	100	

Fuente: Elaboración propia.

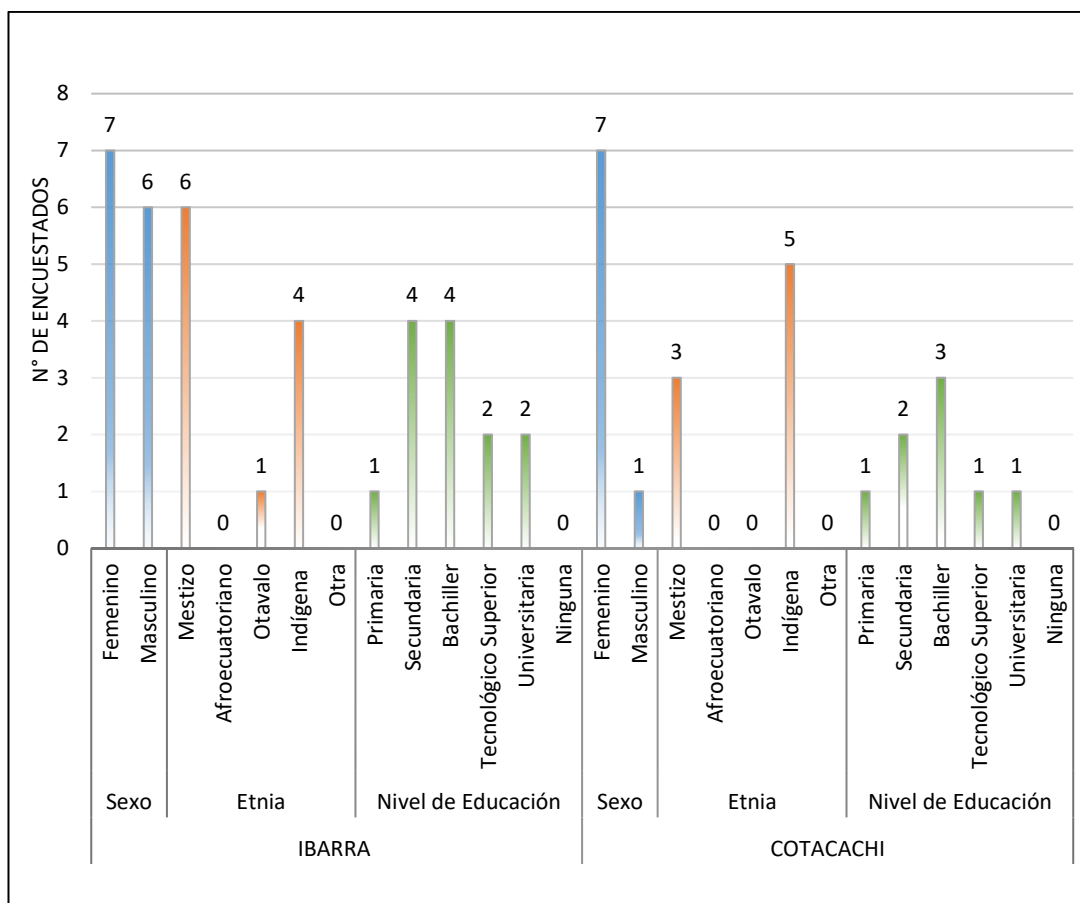


Figura 19. Características de autoidentificación del encuestado en Ibarra y Cotacachi. Elaboración propia,

5.3 Aspectos Socioeconómicos

En la tabla 9 se observa que la mayoría de las personas encuestadas han residido en el sector con más de 5 años (66.7%), porcentaje que aporta en la visión sobre el conocimiento de los incendios forestales en la última década, se puede decir que la mayoría de personas encuestadas son damas de casa (23.8%), empleados privados (19%), agricultores y ganaderos (19). Resultados que reflejan que existe una mayor confiabilidad en los resultados ya que la mayoría de encuestados residen un tiempo mayor a 5 años en el sector.

Tabla 9.

Aspectos socioeconómicos.

Tiempo de residencia en el sector			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
De 1 a 3 años	4	19	19
De 4 a 5 años	3	14.3	33.3
Más de 5 años	14	66.7	100
Nivel de Instrucción			
Primaria	2	9.5	9.5
Secundaria	6	28.6	38.1
Bachiller	7	33.3	71.4
Tecnológica Superior	3	14.3	85.7
Universitaria	3	14.3	100
Tipo de actividad que desarrolla			
Servidor público	1	4.8	4.8
Empleado privado	4	19	23.8
Estudiante	3	14.3	38.1
Ama de casa	5	23.8	61.9
Comercio	3	14.3	76.2
Agricultura/Ganadería	4	19	95.2
Producción Textil	1	4.8	100
Total	21	100	

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados comparativos entre las parroquias de Ibarra y Cotacachi mostrados en la figura 20, se observa que los encuestados tienen un mayor tiempo de residencia en Ibarra, las cuales tienen una edad comprendida entre 36 y 50 años en su gran mayoría. Con respecto a Cotacachi, los resultados muestran una distribución más uniforme entre los encuestados con respecto a la edad y tiempo de residencia.

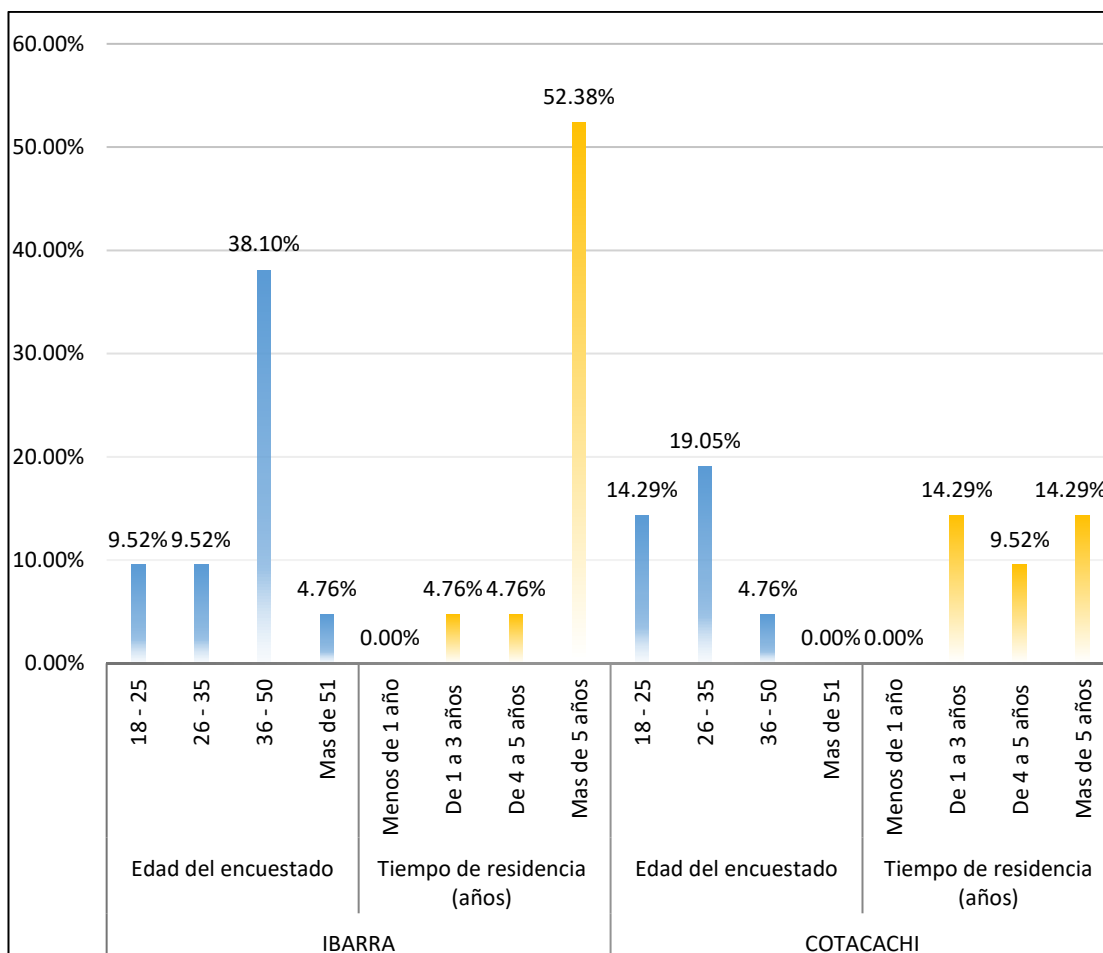


Figura 20. Porcentaje edad y residencia de encuestados Ibarra y Cotacachi.

Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 21, entre las parroquias de Ibarra y Cotacachi existe una similitud en las actividades realizadas por los encuestados. En Ibarra las actividades mayormente respondidas son: amas de casa, agricultura y empleados privados, mientras que en Cotacachi existen actividades de comercio y estudiantes universitarios.

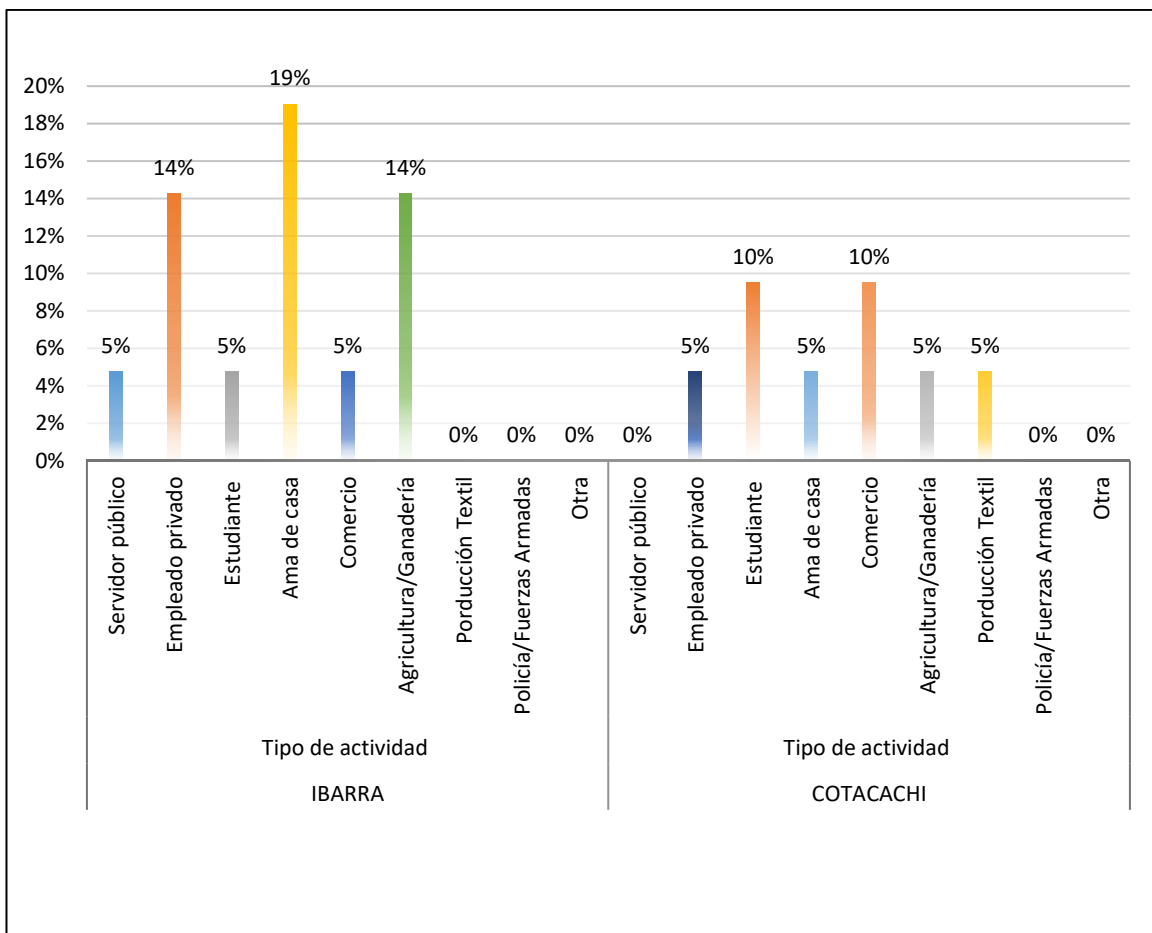


Figura 21. Actividad económica de los encuestados en Ibarra y Cotacachi.

Elaboración propia.

5.4 Vivienda

5.4.1 Tipo de Vivienda

Como se puede observar en la tabla 10 y 11 el mayor porcentaje de encuestados viven en casas familiares (57.1%), en su gran mayoría de una sola planta (52.4%) con materiales en sus paredes de bloque (85.7%) y techo de hormigón (66.7%), un bajo porcentaje viven arrendando (14.3%) o tienen casas con dos pisos o más (9.5%).

Tabla 10.

Vivienda

Tenencia de vivienda			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Propia	6	28.6	28.6
Arriendo	3	14.3	42.9
Familiar	12	57.1	100
Tipo de Vivienda			
Casa	11	52.4	52.4
Mediagua	4	19	71.4
Departamento	6	28.6	100
Número de pisos			
1 Planta	11	52.4	52.4
2 Plantas	8	38.1	90.5
3 o más Plantas	2	9.5	100
Total	21	100	

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2 Material de construcción

Tabla 11.

Material de la vivienda

Material de Construcción de las paredes			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Bloque	18	85.7	85.7
Ladrillo	3	14.3	100
Material de Construcción del techo			
Hormigón	14	66.7	66.7
Teja	3	14.3	81
Zinc	3	14.3	95.2
Estructura Metálica	1	4.8	100
Total	21	100	

Fuente: Elaboración propia.

Si se realiza una comparación entre las dos parroquias encuestadas como se muestra en las tablas 10 y 11 se puede observar que los resultados son similares, la tendencia

al mayor porcentaje en: la tenencia de vivienda es propia, tipo de vivienda es casa, y en el material de paredes y techo son bloque y hormigón respectivamente.

5.4.3 Personas que residen en la vivienda

Como se muestra en la tabla 12 el promedio de personas que residen en una vivienda afectada por incendio en los cantones de Ibarra y Cotacachi son 6, no existen personas con discapacidad en el hogar promedio y en la comparación entre las dos parroquias Ibarra y Cotacachi mostradas en las figuras 22 y 23 el mayor porcentaje de residentes en una vivienda son mujeres adultas tanto en Ibarra como Cotacachi.

Tabla 12.

Promedio de personas que residen en las viviendas afectadas por incendios en los cantones Ibarra y Cotacachi.

Número de personas que residen en las viviendas afectadas por incendios en Ibarra y Cotacachi							
Niños	Adultos	Adolescentes	Adultos Mayores (Tercera Edad)	Hombres	Mujeres	Personas Con Discapacidad	Total
2	3	1	1	3	4	0	7

Nota. Elaboración propia.

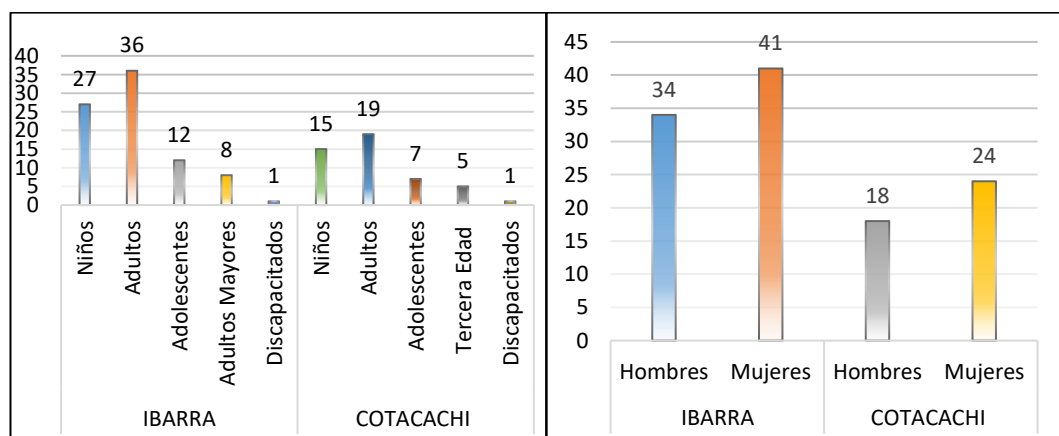


Figura 22. Personas residentes en viviendas afectadas en Ibarra y Cotacachi. Figura

23. Hombres y Mujeres en Ibarra y Cotacachi. Elaboración propia.

5.5 Servicios Básicos

Con respecto a los servicios básicos en la tabla 13 se muestra que, el 100% de la población dispone de servicio de agua por tubería y luz eléctrica, el teléfono celular es el más utilizado entre los encuestados (76.2 %), mientras que las vías de acceso en su gran mayoría son de adoquín (42,9%), además de ser asfaltadas (23.8%) y empedradas (19%).

Tabla 13.

Servicios Básicos

Agua			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Tubería	21	100	100
Teléfono			
Teléfono convencional	2	9.5	9.5
Teléfono celular	16	76.2	85.7
Celular y convencional	3	14.3	100
Vías de Acceso			
Pavimento	2	9.5	9.5
Asfalto	5	23.8	33.3
Empedrado	4	19	52.4
Sendero	1	4.8	57.1
Adoquín	9	42.9	100
Total	21	100	

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar una comparación entre las dos parroquias encuestadas como se muestra en la figura 24 se puede observar que los resultados son similares, la tendencia al mayor porcentaje los servicios de agua por tubería, luz, teléfono móvil y vías de acceso son similares. Por otro lado, muestra que, el 100% de la población dispone de servicio de agua por tubería y luz eléctrica, con respecto a servicios básicos, el teléfono celular es el más utilizado entre los encuestados en los dos cantones, mientras que las vías de

acceso en su gran mayoría son de adoquín, obteniendo un bajo porcentaje en las vías empedradas con un porcentaje inferior al 20%.

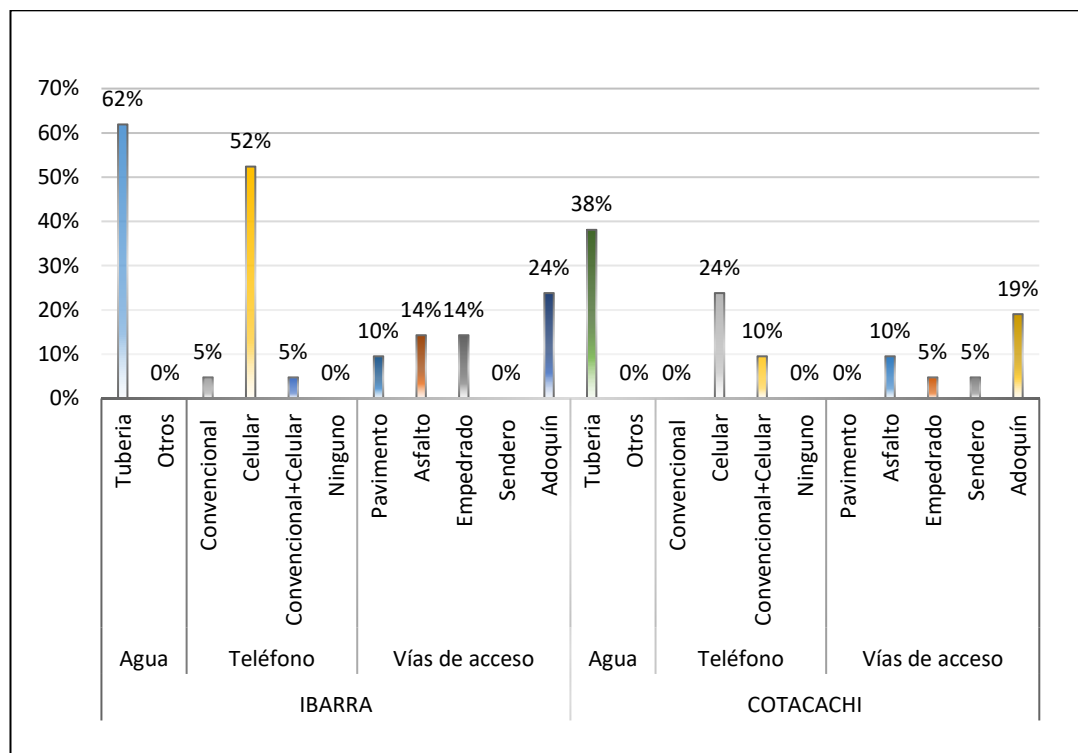


Figura 24. Servicios Básicos en Ibarra y Cotacachi. Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 14, la recopilación de información con respecto a los residuos donde: el 95.2% de los encuestados respondieron que, si disponen de recolección de residuos, la frecuencia de recolección es de tres veces por semana (619%). Existe el 42.9% de encuestados que realiza quema de residuos, mientras que el 57.1% no realiza compostaje o abono. El 90.5% de los encuestados dispone de servicio higiénico con disposición de aguas servidas al alcantarillado (81%).

Tabla 14.

Residuos

Recolección De Residuos			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Sí	20	95.2	95.2
No	1	4.8	100
Frecuencia Recolección de Residuos			
Semanal	8	38.1	38.1

Tres Veces por Semana	13	61.9	100
Quema de Residuos			
Sí	9	42.9	42.9
No	12	57.1	100
Compostaje o Abono			
Sí	9	42.9	42.9
No	12	57.1	100
Servicio Sanitario			
Servicio Higiénico	19	90.5	90.5
Letrina	1	4.8	95.2
Pozo Séptico	1	4.8	100
Aguas Servidas			
Alcantarillado	17	81	81
Río	1	4.8	85.7
Pozo Séptico	2	9.5	95.2
Terreno	1	4.8	100
Total	21	100	

Fuente: Elaboración propia.

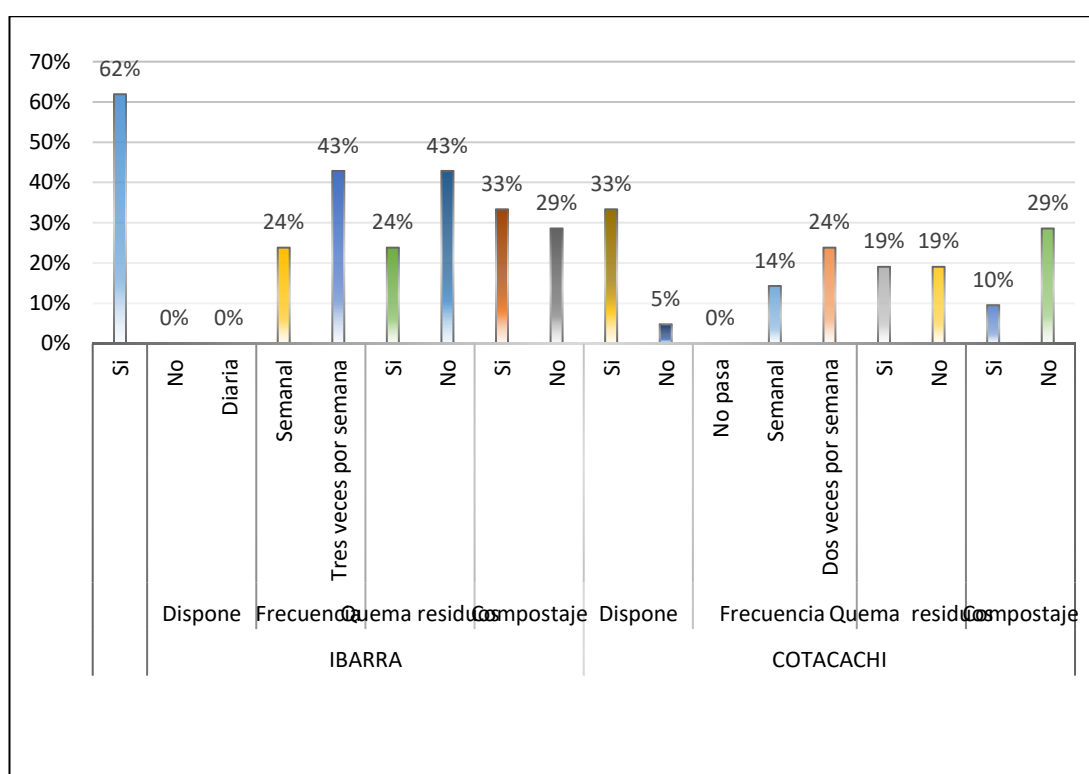


Figura 25. Residuos en Ibarra y Cotacachi. Elaboración propia.

Al realizar una comparación entre las dos parroquias encuestadas como se muestra en la figura 25, se puede observar que los resultados son similares, todos disponen de

recolección de residuos con una frecuencia de tres veces por semana, existe una pequeña variación en el compostaje ya que en Cotacachi un porcentaje mayor no realiza compostaje.

5.6 Memoria de Desastres y/o Eventos Adversos

5.6.1 Conocimiento de eventos

Como se observa en la figura 26 y tabla 15, el 85.7% de los encuestados tienen conocimiento de algún tipo de evento en relación a incendios forestales ocurridos en la zona, con respecto al tiempo de incidencia de ocurrido el incendio forestal la gran mayoría respondió que se produjo de 6 meses a 1 año atrás (42.9%), mencionando que el tiempo de recuperación de la zona afectada fue de 6 meses a 1 año (47.6%). Se observa además que los encuestados mencionan que la causa de los incendios forestales son negligencias o accidentales (61.9%), además de ser inducidos (33.3%) y el vandalismo (42.9%) es la actividad humana causante de los mismos.

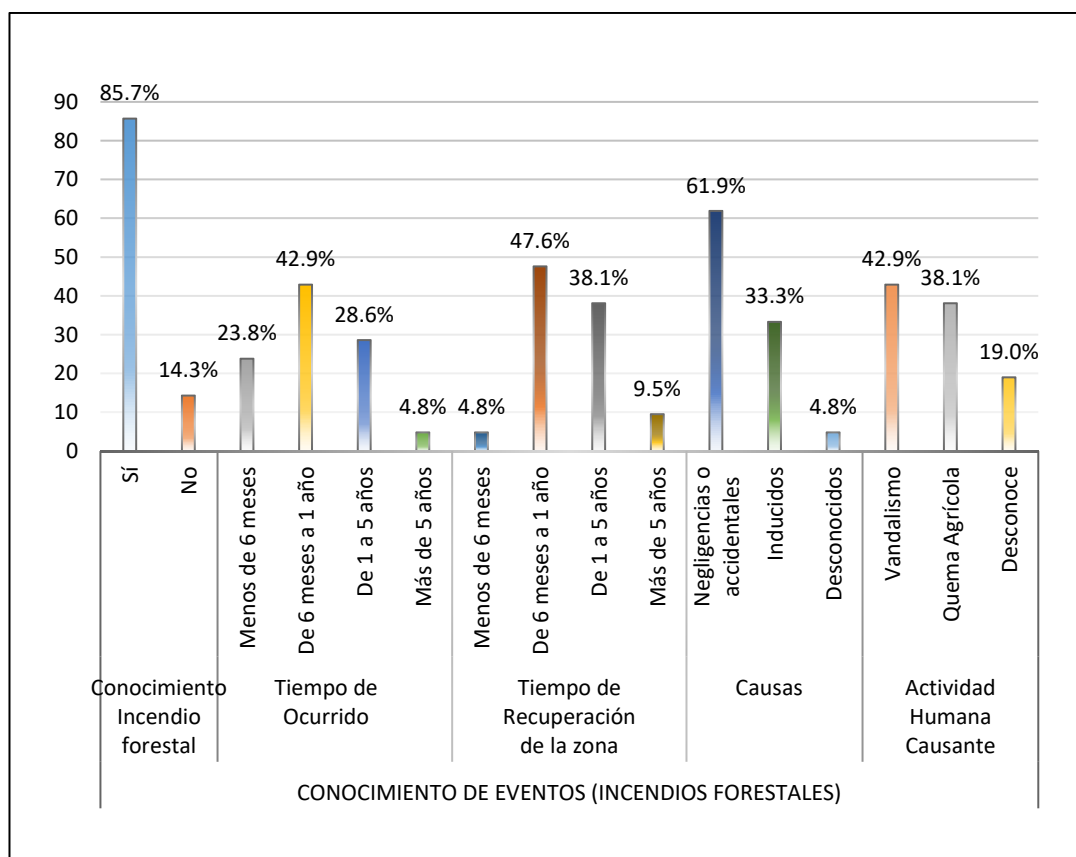


Figura 26. Memoria de desastres y eventos. Elaboración propia

Tabla 15.

Memoria de desastres y eventos

Conocimiento Evento de Incendio Forestal en la Zona			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Sí	18	85.7	85.7
No	3	14.3	100
Tiempo de ocurrido el Incendio Forestal			
Menos de 6 meses	5	23.8	23.8
De 6 meses a 1 año	9	42.9	66.7
De 1 a 5 años	6	28.6	95.2
Más de 5 años	1	4.8	100
Tiempo de Recuperación de la zona			
Menos de 6 meses	1	4.8	4.8
De 6 meses a 1 año	10	47.6	52.4
De 1 a 5 años	8	38.1	90.5
Más de 5 años	2	9.5	100
Causa de los Incendios Forestales			
Negligencias o accidentales	7	61.9	61.9
Inducidos	13	33.3	33.3
Desconocidos	1	4.8	100
Actividad Humana Causante de los Incendios			
Vandalismo	9	42.9	42.9
Quema Agrícola	8	38.1	81
Desconoce	4	19	100
Total	21	100	

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2 Afectación por incidencia

Como se observa en la tabla 16 y figura 23, las actividades económicas mayormente afectadas por los incendios forestales fueron la agrícola y turismo con el 71.4% y 28.6% respectivamente, en la infraestructura se menciona que no existió pérdidas materiales (61.9%), al igual que las pérdidas humanas (71.4%). Se observa también que las vías de acceso fueron interrumpidas a causa de los incendios forestales (52.4%) y que los valores sobrepasan los 5001 dólares (42.9%) según los resultados obtenidos.

Tabla 16.

Afectación de incendios

Actividad Económica			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Agrícola	15	71.4	71.4
Turismo	6	28.6	100
Infraestructura			
Afectación Grave a Viviendas Aledañas	3	14.3	14.3
Afectación Leve a Viviendas Aledañas	5	23.8	38.1
No existió perdidas en Infraestructura	13	61.9	100
Afectación a la salud			
Quemaduras Graves	2	9.5	9.5
Quemaduras Leves	4	19	28.6
Ninguna Afectación Humana	15	71.4	100
Servicios Básicos			
Corte de Agua	2	9.5	9.5
Corte de Luz	8	38.1	47.6
Vías de Acceso Cerradas	11	52.4	100
Valor Económico			
De 0 A 100	1	4.8	4.8
De 101 A 500	1	4.8	9.5
De 501 A 1000	3	14.3	23.8
De 1000 A 5000	7	33.3	57.1
Mas De 5001	9	42.9	100
Total	21	100	

Fuente: Elaboración propia.

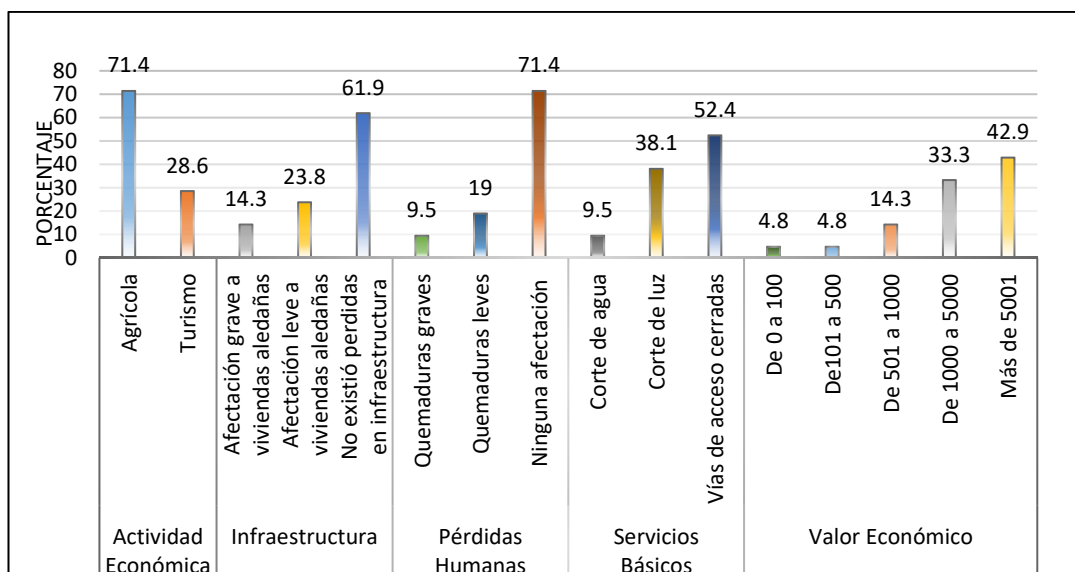


Figura 27. Afectación por incendios forestales. Elaboración propia.

5.7 Percepción y Respuesta ante Incendios Forestales

En la tabla 17 se muestra la eficiencia de la percepción y respuesta de los diferentes actores de la comunidad durante los primeros instantes de ocurrido el incendio forestal, entre los cuales se tiende: el mayor porcentaje de encuestados mencionan que su acción de percepción y respuesta es regular (57.1%), la acción por parte de sus familiares es buena (42.9%), la comunidad regular (42.9%), la acción por parte de los bomberos es buena (47.6%), la defensa civil, policía, alcaldía y gobernación tienen una acción de percepción y respuesta regular con 57.1%, 42.9%, 61.9% y 61.9% respectivamente.

Tabla 17.

Percepción y respuesta ante incendios forestales

	Encuestado		
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Deficiente	4	19	19
Regular	12	57.1	57.1
Buena	5	23.8	23.8
		Familiares	
Deficiente	5	23.8	23.8
Regular	7	33.3	33.3
Buena	9	42.9	42.9
		Comunidad	

Deficiente	6		28.6	28.6
Regular	9		42.9	42.9
Buena	6		28.6	28.6
		Bomberos		
Deficiente	2		9.5	9.5
Regular	2		9.5	9.5
Buena	10		47.6	47.6
Excelente	7		33.3	33.3
		Defensa Civil		
Deficiente	1		4.8	4.8
Regular	12		57.1	57.1
Buena	7		33.3	33.3
Excelente	1		4.8	4.8
		Policía		
Deficiente	2		9.5	9.5
Regular	9		42.9	42.9
Buena	5		23.8	23.8
Excelente	5		23.8	23.8
		Alcaldía		
Deficiente	4		19	19
Regular	13		61.9	61.9
Buena	4		19	19
		Gobernación		
Deficiente	5		23.8	23.8
Regular	13		61.9	61.9
Buena	3		14.3	14.3
Total	21		100	100

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 28 se muestra los resultados referentes a la percepción y respuesta del encuestado, familiares, comunidad, entidades municipales y gubernamentales durante los primeros instantes de ocurrido el incendio forestal, entre los cuales se tiende: el mayor porcentaje de encuestados mencionan que su acción de percepción y respuesta es regular (57.1%), la acción por parte de sus familiares es buena (42.9%), la comunidad regular (42.9%), la acción por parte de los bomberos es buena (47.6%), la defensa civil, policía, alcaldía y gobernación tienen una acción de percepción y respuesta regular con 57.1%, 42.9%, 61.9% y 61.9% respectivamente.

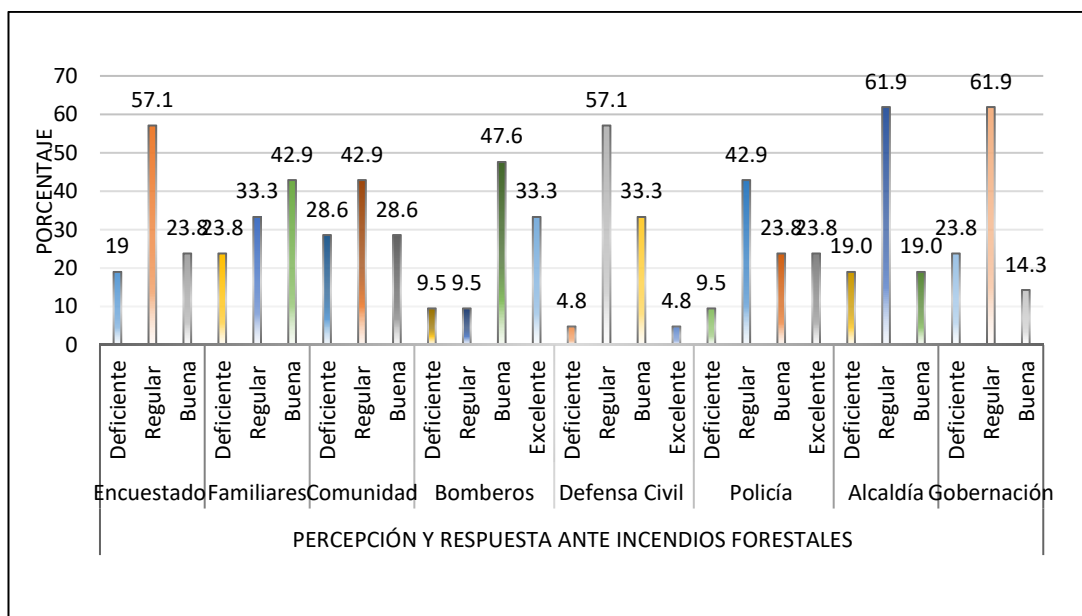


Figura 28. Percepción y respuesta ante incendios forestales. Elaboración propia.

5.8 Responsabilidad en la Construcción de la Vulnerabilidad

En la tabla 18 y figura 25 se observa los resultados del porcentaje en las actividades responsables en la construcción de la vulnerabilidad con respecto a los incendios forestales, siendo: la falta de preparación en caso de emergencia (61.9%), falta de planificación urbana o políticas públicas (66.7%), asentamiento en la comunidad (100%), falta de acción por parte de las autoridades (85.7), desconocimiento del impacto socio económico ambiental de los incendios forestales (85.7%), construcción de viviendas en zonas de alto riesgo frente áreas de riesgo (90.5%), deforestación (71.4%), quema de desechos agrícolas y/o forestales (100%) y contaminación y desechos (botellas de vidrio) (76.2%), se tomó a los envases de vidrio como causante de incendios forestales debido al efecto lupa que provoca el reflejo de los rayos solares en contacto con los vidrios, generando así el fuego que posteriormente puede ocasionar un incendio.

Tabla 18.

Responsabilidad en la construcción

Falta de preparación en caso de Emergencia			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Si	13	61.9	61.9
No	8	38.1	100
Falta de planificación urbana o políticas públicas			
Si	14	66.7	66.7
No	7	33.3	100
Asentamiento de la comunidad			
Si	21	100	100
Falta de acción por parte de las autoridades			
Si	18	85.7	85.7
No	3	14.3	100
Desconocimiento impacto socioeconómico ambiental			
Si	18	85.7	85.7
No	3	14.3	100
Construcción en zonas de alto riesgo			
Si	19	90.5	90.5
No	2	9.5	100
Deforestación			
Si	15	71.4	71.4
No	6	28.6	100
Quema de desechos agrícolas y forestales			
Si	21	100	100
Contaminación y desechos			
Si	16	76.2	76.2
No	5	23.8	100
Total	21	100	

Fuente: Elaboración propia.

Se observa además en la figura 30 que tanto el asentamiento de la comunidad y quema agrícola son las actividades con mayor porcentaje, las cuales generan una mayor responsabilidad de daños y susceptibilidad a riesgos en la comunidad según los encuestados. Con un menor porcentaje se atribuye también responsabilidad a la construcción en zonas de alto riesgo y a la contaminación y desechos.

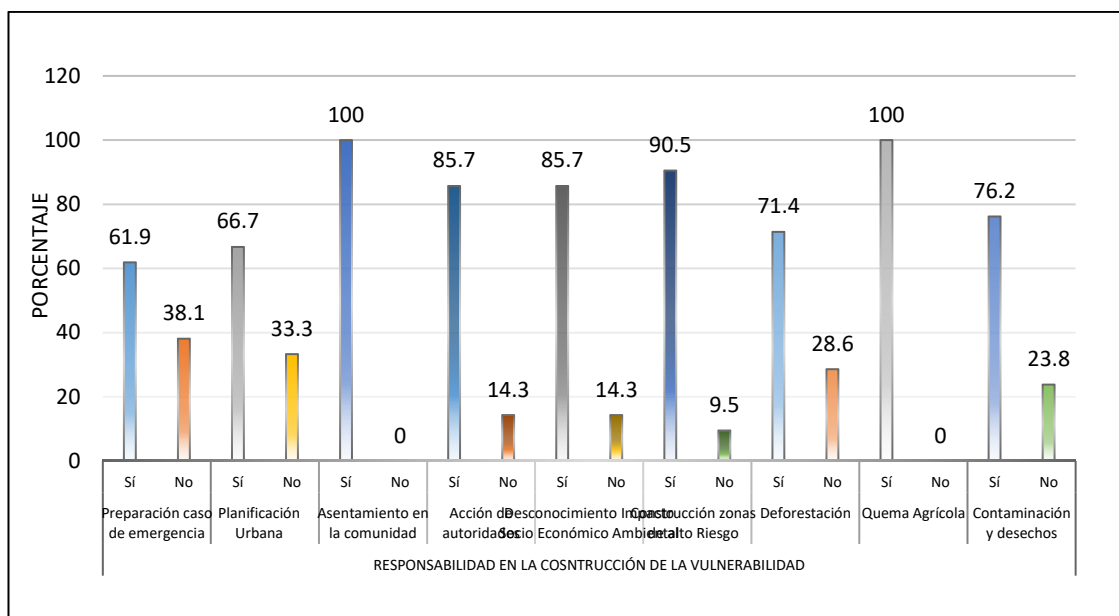


Figura 29. Responsabilidad en la construcción de la vulnerabilidad. Elaboración propia.

5.9 Percepción del Riesgo

Como se observa en la tabla 19 y figura 30 los resultados muestran que el 66.7% tiene conocimiento del significado e impacto de un incendio forestal, la ubicación de su vivienda se encuentra en una zona segura 66.7% y que existe la posibilidad de que ocurra un incendio forestal según los encuestados (66.7%). El 47.6% de la muestra seleccionada menciona que su comunidad no está preparada para afrontar un incendio forestal, mientras que el 9.5% respondieron que si están preparados.

Tabla 19.

Percepción de Riesgo

Significado E Impacto De Incendio Forestal				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Sí	14	66.7	66.7	66.7
No	7	33.3	33.3	100
Ubicación Vivienda En Zona Segura				
Si	14	66.7	66.7	66.7
No	7	33.3	33.3	100
Posibilidad De Incendio Forestal				

Si	14	66.7	66.7	66.7
No	7	33.3	33.3	100
Preparación De La Comunidad				
Preparado	2	9.5	9.5	9.5
Poco Preparado	9	42.9	42.9	52.4
No Está Preparado	10	47.6	47.6	100
Consecuencia De Los Incendios Forestales				
Perdidas Socio Económicas Y Ambientales	4	19	19	19
Perdida De Flora Y Fauna	17	81	81	100
Total	21	100	100	

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las consecuencias de los incendios forestales mostradas en la figura 30, existe un gran porcentaje de los encuestados que mencionan que existe pérdida de flora y fauna (81%) y con un bajo porcentaje (19%) señalan que existen pérdida socio económicas generadas por los incendios forestales.

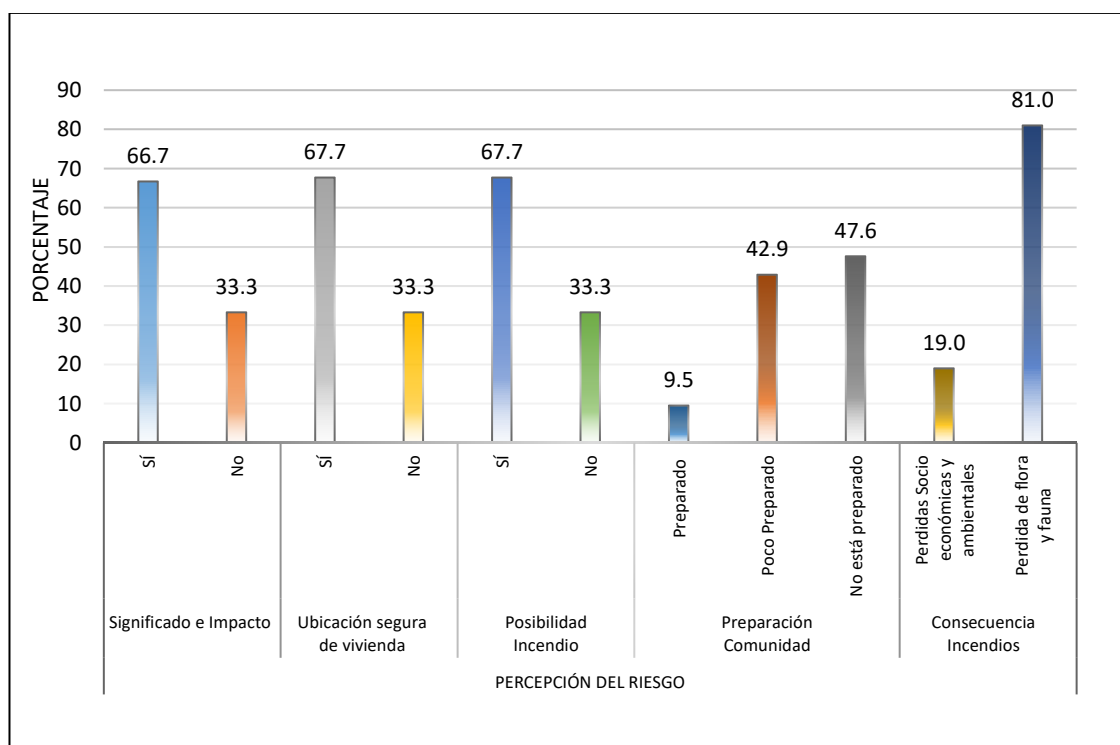


Figura 30. Percepción del riesgo. Elaboración propia.

5.9 Preparación ante Potenciales Eventos Adversos

En la tabla 20 se observa los porcentajes de capacitación ante potenciales casos de emergencia recibidos por la población encuestada, donde: los primeros auxilios son las actividades con mayor preparación por los encuestados con un 52.4%, mientras que la gran mayoría afirman no haber recibido ningún tipo de capacitación o información en temas relacionados a la autoprotección (66.7%), evacuación (61.9%), simulacros (52.4%), rescate y salvamiento (81%) y organización comunitaria (85.7%).

Tabla 20.

Preparación ante potenciales eventos adversos

Primeros Auxilios			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Sí	11	52.4	52.4
No	10	47.6	100
Autoprotección			
Sí	7	33.3	33.3
No	14	66.7	100
Evacuación			
Sí	8	38.1	38.1
No	13	61.9	100
Simulacros			
Sí	10	47.6	47.6
No	11	52.4	100
Rescate y Salvamiento			
Sí	4	19	19
No	17	81	100
Organización Comunitaria			
Sí	3	14.3	14.3
No	18	85.7	100
Mensajes de Prevención o Respuesta			
Televisión	9	42.9	42.9
Actividades Públicas	4	19	61.9
Radio	6	28.6	90.5
No Ha Recibido Ningún Tipo De Mensaje	2	9.5	100
Medida De Reducción			

Legislación (Penas Más Duras Para Los Incendiaros)	6	28.6	28.6
Educación Ambiental	6	28.6	57.1
Campañas Publicitarias (Tv, Radio, Carteles, Trípticos, Etc.)	2	9.5	66.7
Prevención	7	33.3	100
Instrumento O Equipo En Caso De Incendio			
Primeros Auxilios	4	19	19
Linterna	1	4.8	23.8
Mochila De Emergencia	1	4.8	28.6
Botiquín	2	9.5	38.1
Extintor	2	9.5	47.6
Ninguna De Las Anteriores	11	52.4	100
Total	21	100	

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 31 se observa que la televisión (42.9%) es el medio de comunicación por donde se ha recibido diferentes mensajes con respecto a la prevención y o respuesta de incendios forestales, con un menor porcentaje la radio (28.6%). Los resultados muestran también que la prevención con el 33.3% es la medida más eficaz para reducir los incendios forestales según los encuestados, finalmente el 52.4% de la población encuestada menciona no tener ningún instrumento o equipo en caso de incendio.

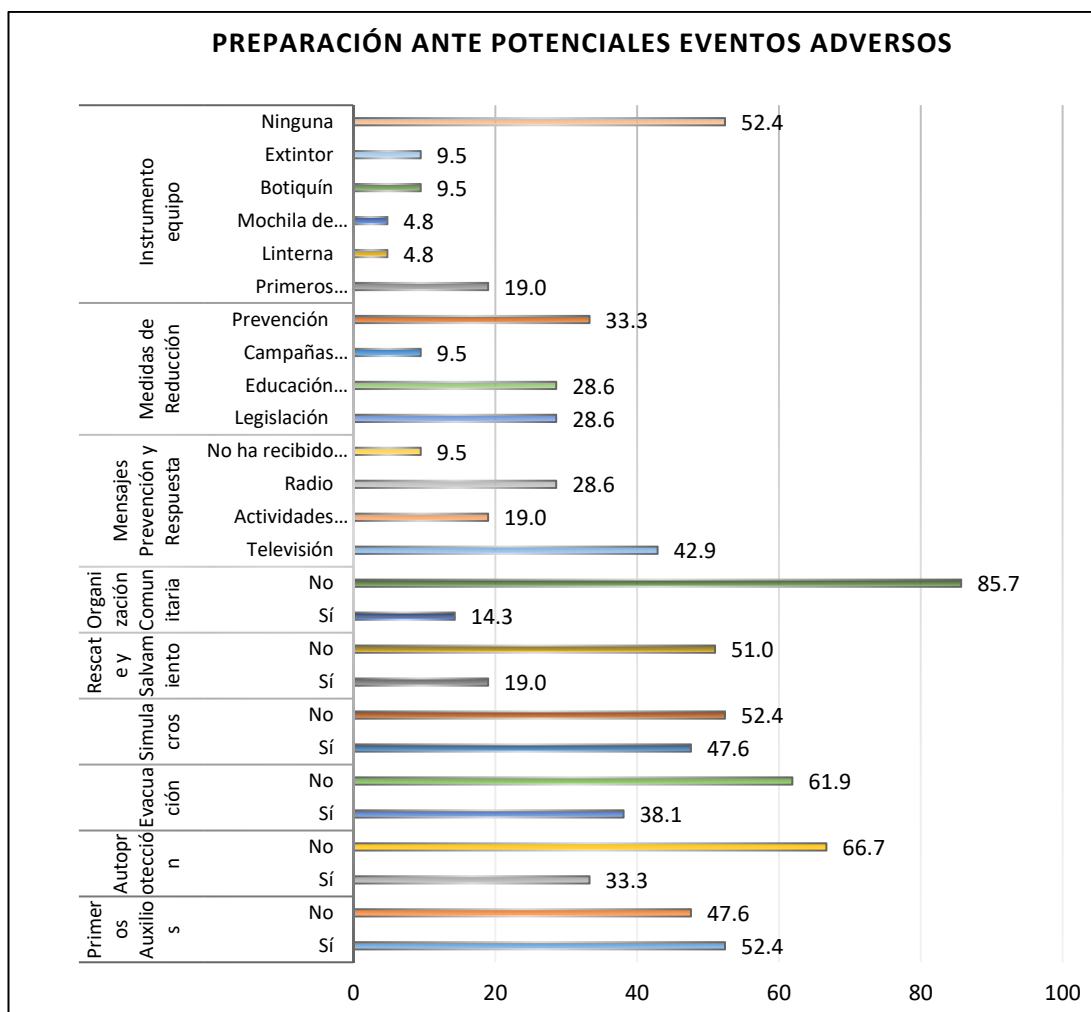


Figura 31. Preparación ante potenciales eventos adversos. Elaboración propia.

5.10 Estimación de Costos de los incendios forestales

Para la estimación de costos de los incendios forestales se realizó las mediciones y cálculos de acuerdo a la metodología planteada para esta investigación, a continuación, en la tabla 21 se muestra el número de árboles medidos por parcela, tomando en cuenta que la dimensión de cada parcela fue de 900 metros cuadrados de un total de 5, tal y como se mencionó en la metodología, donde la especie dominante es el *Eucalyptus Globulosus*.

Tabla 21.

Número de árboles por parcela

Parcela	N árboles	Dimensión de parcela (m ²)
1	58	900
2	57	900
3	62	900
4	55	900
5	52	900
Promedio	56.8	900

Fuente: Elaboración propia.

Los diámetros de altura del pecho (DAP) y la altura (Ht) de cada uno de los árboles fueron medidos tomando en cuenta cada una de las indicaciones mencionadas en la metodología, cada uno de estos valores se encuentran en el Anexo 2. A continuación, en la tabla 22 se muestra los valores promedio de cada parcela.

Tabla 22.

Promedio de DAP (cm) y Altura (m) de los árboles por parcela

Parcela	DAP (cm)	Ht (m)
1	13.29	11.086
2	12.39	11.714
3	13.07	10.089
4	13.11	12.325
5	12.03	11.898
Promedio	12.78	101.422

Fuente: Elaboración propia.

Con los valores promedio de DAP y Ht de cada parcela se obtuvo el área y volumen basal en metros cuadrados y cúbicos respectivamente, hay que tomar en cuenta que los valores del DAP en centímetros se transformaron a metros. El valor para cada árbol de área y volumen basal se encuentra detallado en el Anexo 2. A continuación en la tabla 23 se presenta el promedio por parcela de área y volumen basal.

Tabla 23.

Área basal (m²) y Volumen basal (m³) por parcela.

Parcela	Área Basal (m ²)	Volumen Total (m ³)
1	0.0139	6.69
2	0.0121	6.04
3	0.0134	6.80
4	0.0135	6.87
5	0.0114	5.02
Promedio	0.0128	6.28

Fuente: Elaboración propia.

Los valores obtenidos de área y volumen basal fueron reemplazados en las ecuaciones de biomasa obteniendo así el valor total de biomasa generada por parcela y un promedio de muestra. A continuación, en la tabla 24 se detalla los valores obtenidos de biomasa por parcela. Cabe mencionar que en el anexo 2 se encuentra especificado los valores de biomasa para cada árbol.

Tabla 24.

Biomasa por parcela

Parcela	Biomasa total (tonelada/hectárea)
1	29.71
2	29.82
3	31.84
4	28.44
5	27.44
Promedio	29.45

Los valores de biomasa por parcela fueron transformados a la cantidad de CO₂ capturado, posteriormente estos valores son expresados en un valor económico de acuerdo al precio de tonelada de carbono capturado en el mercado. A continuación, se detallan en la tabla 25 los valores obtenidos de CO₂ capturado, y el valor económico por hectárea y parcela total.

Tabla 25.

Valores de CO₂ y dólares americanos obtenidos por parcela

Parcela	CO ₂ capturado	Valor económico hectárea (\$)	Valor económico total (\$)
1	14.86	335.89	685487.53
2	14.91	337.17	688099.27
3	15.92	359.90	734479.65
4	14.22	321.49	656102.65
5	13.72	310.17	632989.26
Promedio	14.72	332.92	679431.67

Estos valores pueden ir variando dependiendo del costo del CO₂ en el mercado, a continuación, en la tabla 26 se detallan los valores económicos representados por años en la última década. Para obtener los resultados por año se tomó como referencia los precios establecidos en la página SENDECO₂ (2021).

En la tabla 26 se muestra los valores de biomasa, dióxido de carbono capturado, precio de tonelada de carbono en el mercado (USD) y el valor económico por hectárea calculado luego de haber realizado la toma de datos en las parcelas determinadas en las zonas afectadas, cabe mencionar que la especie predominante en este sector es el *Eucalyptus globulus*, en el Anexo 2 se detallan la delimitación de las parcelas y los cálculos realizados según la metodología proporcionada anteriormente.

Tabla 26.

Valoración económica por hectárea

Tipo de cobertura	Biomasa (ton/ha)	CO ₂ capturado	Precio de tonelada de Carbono en el mercado (USD) diciembre 2020	USD/hectárea	USD total
<i>Eucalyptus globulus</i>	29,45	14,72	30.92	411.11	838997.45

Fuente: Elaboración propia.

Los valores económicos de captura de toneladas de CO₂ por hectárea para cada año en la última década se muestra en la tabla 27, estos resultados fueron obtenidos a partir del mismo procedimiento descrito en la metodología y representada en los resultados del año 2019.

Tabla 27.

Valoración económica USD por año en la última década.

Año	2010	2011	2012	2013	2014
Valor mayor por año	15.32	16.35	8.39	5.21	6.97
Valor menor por año	12.87	7.34	6.85	3.51	4.97
Valor económico hectárea (\$) al mayor precio	225.51	240.67	123.50	76.69	102.60
Valor económico hectárea (\$) al menor precio	189.4464	108.0448	100.832	51.6672	73.1584
Hectáreas afectadas por año	0	500	2508.52	0	0
Valor económico total (\$ al mayor precio)	0	120336	309804.22 7	0	0
Valor económico total (\$ al menor precio)	0	54022.4	252939.08 9	0	0
Años	2015	2016	2017	2018	2019
Valor mayor por año	8.57	6.82	7.59	22.57	27.92
Valor menor por año	6.8	4.31	4.7	8.34	20.99
Valor económico hectárea (\$) al mayor precio	126.15	100.39	111.72	332.23	410.98

Valor económico						
hectárea (\$) al menor precio	100.096	63.4432	69.184	122.7648	308.9728	
Hectáreas afectadas por año	3236.273	1838.36	420.37	1560.72	2040.81	
Valor económico total (\$)	408257.13	184553.69	46965.754	518518.63	838736.99	
al mayor precio	3	57	2		2	
Valor económico total (\$)	323937.98	116631.44	29082.878	191601.47	630554.78	
al menor precio	2	12	1	9		

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener los resultados del costo de belleza escénica se tomó como referencia lugares turísticos cerca de las zonas afectadas, la laguna de Yahuarcocha y Cuicocha específicamente, según la Compañía de Economía Mixta de Yahuarcocha y Cuicocha en el año 2019 se registraron 1359 autos con un promedio de 3 personas por vehículo. De los cuales se registraron tanto turistas extranjeros como nacionales, la disposición para pagar el disfrute de un área determinada dentro de Ibarra y Cotacachi para turistas nacionales es de \$2 y para extranjeros \$3, el valor total fue calculado mediante la ecuación planteada en la metodología donde interviene la cantidad de turistas y el valor que están dispuestos a pagar. A continuación, en la tabla 28 se muestran los valores correspondientes a la belleza escénica.

Tabla 28.

Valores de belleza escénica

Lugar Escénico	Número de turistas totales	Número de turistas nacionales	Número de turistas extranjeros	Valor monetario pagado por turista nacional (\$)	Valor monetario pagado por turista extranjero (\$)	Valor monetario total (\$)
Ibarra y Cotacachi	4077	2650	1427	2	3	9 580.95
Imbabura	15000	9750	5250	2	3	35 250.00

Fuente: Elaboración propia, basado en información de la Compañía de Economía Mixta de Yahuarcocha y Cuicocha (2029)

Con respecto a los productos maderables en el sector existe un gran aprovechamiento de este recurso, al ser el *Eucalyptus globulus* la especie que predomina en esta zona es utilizada como vigas, duelas, parquet, postes eléctricos, carbón, aceites y carpintería en general. Para determinar el valor económico de los productos maderables se utilizó la ecuación (22) obteniendo un valor de \$2199.4 con respecto al volumen de madera afectado por los incendios, cabe mencionar que este valor se obtuvo utilizando valores referenciales en el mercado descritos en la metodología (\$70/m³), los resultados se encuentran en la tabla 29. A continuación, se menciona también los costos de producción y mantenimiento de rodales de *Eucalyptus globulus* en el sector, se detallan los valores obtenidos en la tabla 30.

Tabla 29.

Valores productos maderables

Parcela	Volumen Total (m ³)	USD
1	6.69	468.3
2	6.04	422.8
3	6.8	476
4	6.87	480.9
5	5.02	351.4
Total	31.42	2199.4

Fuente: Elaboración propia, basado en información de Edimca y Teca como negocio (2021)

Tabla 30.

Mantenimiento del rodal

Plantación	Costo total por hectárea (\$)
Preparación del terreno (Limpieza)	145
Plantación	435
Mantenimiento (Limpieza, deshierbado, curado)	380
Total	950

Fuente: Elaboración propia, basado en información de Edimca y Teca como negocio (2021)

5.11 CONCLUSIONES

La caracterización de los incendios forestales en la provincia de Imbabura mostró que el mayor número de eventos se registró en el año 2015 (841 incendios forestales), en la última década (2010-2019) se registró un total 2447 incendios forestales reportados según el servicio de gestión de riesgos y emergencias.

Un gran porcentaje de la población es consciente que las actividades humanas como el vandalismo y las negligencias son las causas principales por las que se producen los incendios forestales, las zonas afectadas por incendios forestales aún no han sido recuperadas en su totalidad. La quema agrícola y de residuos son la segunda actividad humana causante de los incendios forestales, ya que pueden pasar a ser actividades que no se las pueda contralar.

La agricultura es una de las actividades económicas más afectadas por la incidencia de los incendios forestales en esta zona, mientras que, no existe un registro de pérdidas de infraestructura y vidas humanas. Los servicios básicos afectados por los incendios forestales fueron cierre de vías de acceso y cortes temporales de luz.

La quema de desechos agrícolas y forestales, el asentamiento de la comunidad, la construcción en zonas de alto riesgo, la falta de preparación en caso de emergencia, la contaminación y la falta de planificación y acción por parte de las autoridades son las causas principales por las que los incendios forestales ocurren y se propagan con gran rapidez dejando graves pérdidas económicas y ambientales.

Las comunidades y poblaciones cercanas no están preparadas y desconocen los protocolos en caso de incendio forestal y la mayoría de sus viviendas están ubicadas en zonas de alto riesgo, mencionan que una buena planificación, concientización y preparación en las comunidades ayudaría a disminuir en gran medida la incidencia de los incendios forestales y su propagación evitando pérdidas económicas, ambientales y humanas.

Ibarra y Cotacachi son los cantones más afectados dentro de la provincia, el valor económico ambiental es de \$ 838997.45 obtenido por captura de dióxido de carbono en el año 2019, debido a bosques y plantaciones de *Eucalyptus globulus* (especie de mayor abundancia en el sector) las cuales han sido afectadas por los incendios forestales.

Los resultados en la producción de biomasa para plantaciones y bosques de *Eucalyptus globulus* de la presente investigación utilizando la metodología recomendada por el Ministerio de Ambiente son de 29,45 (toneladas/hectárea), resultados que fueron comparados con registros de estudios anteriormente realizados, presentando una similitud en sus valores obtenidos.

Los servicios de paisaje y belleza escénica dependen fundamentalmente de los turistas nacionales a pesar de que los turistas extranjeros tienen disponibilidad a pagar más por el disfrute de los recursos. El 28% (\$ 9580) de los ingresos por turismo corresponde a los cantones de Ibarra y Cotacachi. Al ser el eucalipto la especie de mayor abundancia en la zona es aprovechado para varios productos por los moradores, aproximadamente \$2200 es el valor para productos maderables en la zona afectados por incendios, hay que tomar en cuenta que el costo de mantenimiento por hectárea es de \$950 se invierten para cultivo, mantenimiento y producción de madera de eucalipto.

5.12 RECOMENDACIONES

Es importante mencionar que, al aumentar el número de parcelas en la muestra, se obtendrá una mayor precisión y confiabilidad en resultados de biomasa y captura de carbono, así como también los valores económicos generados por los mismos.

Para obtener datos reales con respecto al carbono capturado y biomasa en las plantaciones y bosques afectados por los incendios forestales es necesario monitorear estas variables en las parcelas permanentes.

Es necesario incluir otros cantones y provincias del Ecuador donde se encuentren otras de plantaciones y bosques, ya que no existen investigaciones que reflejen valores

exactos con respecto a la valoración socio económica ambiental en el país en zonas con diversa flora y fauna.

Continuar con esta investigación para determinar el incremento de biomasa y captura de dióxido de carbono anualmente, determinando así la eficiencia en la implementación de los planes de reforestación, mitigación y prevención ante incendios forestales.

Realizar un estudio previo en el desarrollo de ecuaciones alométricas para el cálculo de biomasa por especie, ya que las utilizadas en la presente investigación solo se utilizarán para el *Eucalyptus globulus* (Eucalipto).

6. PROPUESTA

6.1 Tema

Elaboración de una guía comunitaria de protección, preparación y respuesta contra incendios forestales, para la provincia de Imbabura.

6.2 Beneficiarios

- Población y comunidades de la provincia de Imbabura.
- Población y Comunidades expuestas a incendios forestales.

6.4 Ubicación

Imbabura, Ecuador.

6.5 Antecedentes de la propuesta

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación: Valoración Socio Económica ambiental de los incendios forestales, el mayor porcentaje de las personas residentes en zonas de alto riesgo ante un incendio forestal no poseen algún grado de conocimiento con respecto a la prevención y respuesta ante incendios forestales.

Las condiciones de sequía, el cambio climático, la acumulación de desechos inflamables, combustibles peligrosos y más hogares ubicados en sitios propensos a incendios están cambiando la forma en que se experimenta los incendios forestales. A pesar de las continuas campañas de prevención y plan de manejo ambiental brindadas por las autoridades referentes a los incendios forestales una prioridad nacional hoy en día, los problemas relacionados con el deterioro de la salud de los bosques y la necesidad de una mayor protección comunitaria contra los incendios forestales siguen siendo prominentes.

De hecho, dado que los costos de extinción de incendios han superado algunos millones de dólares en temporadas de incendios recientes, las comunidades, los grupos de interés y las agencias de administración de tierras continúan expresando sus preocupaciones con respecto a los crecientes riesgos para la vida, la propiedad y el medio ambiente. Los incendios pueden ser más costosos de suprimir en la interfaz urbano-forestal, las áreas donde los hogares se entremezclan con bosques y tierras silvestres.

6.6 Justificación

Más hogares están en riesgo de incendios forestales a medida que el desarrollo residencial continúa invadiendo áreas forestales y silvestres. En la mayoría de zonas boscosas y sectores urbanos con áreas verdes, la quema de escombros es la causa humana más frecuente de incendios forestales. Estos incendios provocados por el hombre se pueden prevenir y se puede reducir el costo excesivo de la extinción de incendios. El primer paso en la educación para la prevención de incendios forestales es crear conciencia sobre las responsabilidades de vivir en un entorno propenso a los incendios.

La acción individual y comunitaria puede garantizar que los hogares y los vecindarios estén preparados para una adecuada acción y respuesta ante incendios forestales. Una de las herramientas más exitosas para abordar estos desafíos es una guía comunitaria de protección, prevención y respuesta contra incendios forestales. A través de esta guía, varias comunidades de todo el país podrán desarrollar estrategias de colaboración para reducir el riesgo de incendios forestales y restaurar condiciones más saludables y resistentes en los bosques circundantes.

Este guía comunitario de protección, preparación y respuesta contra incendios forestales está destinado a ayudar a los actores comunitarios a proporcionar estrategias innovadoras, estudios de casos y recursos adicionales para desarrollar, implementar y monitorear la incidencia de posibles incendios forestales.

6.7 Objetivos

Brindar una guía de protección, preparación y respuesta a las comunidades y sectores vulnerables ante los incendios forestales.

6.7.1 Objetivos Específicos

- Mejorar la organización, preparación y respuesta de las diferentes poblaciones, comunidades y personas, para enfrentar eventos adversos como incendios forestales.
- Brindar información a las personas para resguardar y proteger los bienes materiales, naturales y humanos frente a incendios forestales.
- Prevenir y reducir los casos de incendios forestales inducidos provocados

6.8 Metodología

Una vez realizado un análisis de las necesidades de la población afectada y vulnerable a los incendios forestales, se ha tomado la decisión de presentar una guía informativa de prevención, reducción y respuesta para las comunidades y poblaciones en la provincia de Imbabura, la cual radica en la preparación en caso de incendio forestal. A continuación, se presenta la guía propuesta.

GUÍA COMUNITARIA DE PROTECCIÓN, PREPARACIÓN Y RESPUESTA CONTRA INCENDIOS FORESTALES

1. CÓMO PREPARARSE PARA UN INCENDIO (FUNDAMENTOS)

1.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE UN INCENDIO

Los incendios forestales pueden producirse en cualquier zona o sector que disponga de algún tipo de combustible natural como árboles, hierbas y arbustos secos, pueden destruir viviendas, negocios, infraestructura, recursos naturales y actividades económicas como la agricultura. La presente guía comunitaria de protección, preparación y respuesta contra incendios forestales, explica cómo protegerse a sí mismo y proteger su propiedad, detalla los pasos a seguir para que pueda actuar rápidamente cuando usted, su vivienda o su negocio estén en peligro.

1.1.1. ¿QUÉ?

Un incendio forestal es un evento adverso no planificado y no deseado que se produce en un sector o zona natural, como un bosque, cultivos, plantaciones, un prado o una pradera. A medida que el desarrollo de edificios se expande en estas áreas, las viviendas y los negocios pueden ubicarse en o cerca de áreas susceptibles a incendios forestales. A esto se le llama interfaz urbana salvaje. Los incendios forestales pueden dañar los recursos naturales, destruir hogares y amenazar la seguridad del público y los bomberos que protegen los bosques y las comunidades.

1.1.2. ¿CUÁNDO?

Los incendios forestales ocurren en cualquier instante del año, pero la mayor amenaza es siempre en la época de verano, durante los períodos con poca o ninguna lluvia, lo que hace que los cultivos, maleza, la hierba y los bosques se sequen y se quemem más fácilmente. Los fuertes vientos en esta época del año también pueden contribuir a la propagación del fuego.

1.1.3. ¿DÓNDE?

Naturales o accidentales son las causas que provocan o inician un incendio forestal, fogatas, quemas agrícolas, cigarrillos encendidos, rayos, pero la mayor parte de los incendios son provocados o inducidos por el vandalismo, los cuales ocurren en áreas verdes, e incluso en el jardín de las viviendas.

1.1.4. IMPACTO

Varios millones de dólares son invertidos en la extinción de incendios forestales en el país cada año. La destrucción de la naturaleza e infraestructura depende de la magnitud del incendio forestal, cantidad de combustible y el viento. A continuación, se describe los principales impactos de los incendios forestales.

- Afectación humana (lesiones, quemaduras, enfermedades pulmonares debido al humo e inclusive la muerte).
- La Infraestructura privada y pública pueden dañarse o destruirse, inclusive a edificaciones y viviendas alejadas a más de 1,5 kilómetros de distancia debido a las brasas impulsadas por el viento.
- Afectación al ecosistema debido a la combustión de áreas naturales, incluyendo la tierra provocando cambios en las propiedades del suelo, aumentando el riesgo de inundaciones y deslaves.

2. OBJETIVO DE PROTECCIÓN

2.1. PROTECCIÓN PERSONAL (EVACUAR)

Cuando se propaga un incendio forestal y amenaza su vivienda o zonas aledañas, la mejor acción para protegerse y proteger a su familia es evacuar lo más pronto posible para evitar quedar atrapado. Si hay humo, corra y diríjase hacia una zona segura, si se moviliza en automóvil, conduzca con cuidado porque la visibilidad puede verse reducida. Manténgase atento y observe a sus alrededores, algún tipo de obstáculos puede interferir el paso como personas, autos y animales huyendo.

2.2. PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

Se debe tener en cuenta que las viviendas deben construirse con materiales aislantes al fuego, además de eliminar de sus alrededores materiales y escombros inflamables. Si

existe infraestructura de madera a sus alrededores, tratar en lo posible de realizar un cerco para que las flamas de un incendio no se acerquen a este material.

3. NOTIFICACIONES DE EMERGENCIA

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) emite notificaciones cuando las condiciones climáticas cambian y aumentan la posibilidad de incendios forestales. Actualmente existe una aplicación móvil, el cual permite verificar en tiempo real las condiciones climáticas y emite alertas y advertencias en caso de incendio forestal. Descargar desde App Store en IOS y Google Play en Android.

3.1.DESALOJO

De acuerdo a la magnitud de los incendios forestales, las autoridades pertinentes podrán emitir un aviso de evacuación y alertar a los moradores que existe un posible riesgo y que deben abandonar el área. Cuando estos avisos son emitidos por la autoridad, la evacuación debe ser inmediata y se debe desalojar de manera obligatoria.

4. ¡TOMAR MEDIDAS AHORA!

4.1.PROTEJERSE ANTES DE UN INCENDIO

Hoy en día protegerse significa tener varias fuentes de comunicación, preparar su lugar de trabajo, vivienda o negocio, desarrollar un plan de emergencia y saber cómo actuar cuando se acerca un produce un incendio forestal. Actuar hoy puede salvar vidas y proteger su vivienda.

4.2. ES IMPORTANTE CONOCER

Estar seguro puede depender de mantenerse informado de las condiciones climáticas y de los eventos adversos que se producen en los alrededores, es por esta razón que se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para mantenerse informado continuamente.

- Monitorear los informes meteorológicos proporcionados por las estaciones de radio, televisión e internet de noticias locales, difundirlas a su comunidad en caso de emergencia.
- Muchas comunidades tienen sistemas de alerta de incendio como sirenas, alarmas comunitarias y mensajes de texto vía celular, debe informarse como activar dichas alarmas.
- Tener una radio a batería y cargador de teléfono móvil a manivela, le permitirán mantenerse informado en el caso de que exista cortes de energía eléctrica.
- Conocer las rutas de evacuación comunitaria le permitirá evacuar rápidamente, salvar su vida y las de sus familiares, debe tomar en cuenta varias opciones ya que en algunos casos podrían cerrarse las carreteras, si va evacuar en automóvil deberá mantenerlo en constantes chequeos mecánico para su buen desempeño.
- Conocer los planes de evacuación para personas discapacitadas, niños, personas adultas y mujeres embarazadas.
- Mantener a su disposición instrumentos de emergencia e implementos básicos de primeros auxilios.
- Conocer los puntos de refugio más cercanos a su comunidad o zona, para ello descargar la aplicación de refugios de la Cruz Roja o acercarse al cuerpo de bomberos o policía más cercano.

4.3.PRACTICA

Practique los medios de comunicación que usted realizará en caso de un incendio forestal y que los miembros de su familia se dispersen o pierdan entre la multitud, recuerden los números de contacto y llevarlos consigo siempre, los mensajes de texto son una buena opción al momento de comunicarse ya que son más rápidos que el uso de internet o llamadas telefónicas. Fijen un punto seguro de reunión.

Practique el uso y mantenimiento de extintores tipo ABC, si nadie de su familia conoce el manejo de los mismo utilice los diferentes medios para aprender como internet, acercarse al cuerpo de bomberos más cercano, policía o defensa civil.

4.4.PREVENCIÓN

Deseche las colillas de cigarrillo, carbón y cenizas de manera adecuada, nunca deje ningún tipo de fuego al aire libre y asegúrese de que esté completamente apagados antes de abandonar el área. No genere ningún tipo de chispa (soldadoras, pirotecnia, encendido de fogatas o cigarrillos) o estaciones su vehículo cerca de áreas verdes en días de verano o con mucho viento. Guarde los materiales combustibles o inflamables en contenedores de seguridad lejos de su vivienda y con una cerca de identificación.

Aprenda usted y su familia el manejo de los equipos e instrumentos de prevención de un incendio forestal, ponga en práctica y comunique a su comunidad las habilidades adquiridas en capacitaciones de primeros auxilios, evacuación, prevención y repuesta, si no tiene conocimiento infórmese a través de los diferentes medios de preparación (radio, televisión, internet, cruz roja, cuerpo de bomberos, policía, defensa civil) en su zona, tome en cuenta que el Sistema de Gestión de Riesgos y Emergencias de su zona y la Cruz Roja dictan capacitaciones gratuitas de prevención y respuesta ante diferentes eventos adversos entre ellos los incendios forestales.

Mantenga al alcance una mochila de primeros auxilios y otra con suministros y víveres que usted crea necesario (comida no perecible), en caso de evacuación le permitirá salir con anticipación y salvará su vida y la de sus familiares, recuerde incluir artículos necesarios (medicina) para niños, personas discapacitadas y de la tercera edad. Si existe la posibilidad tome en cuenta llevar consigo documentación importante, artículos invaluable, y artículos de necesidad personal como ropa.

4.5.COMPARTIR

Comparta sus experiencias con sus amigos, familiares y comunidad, además de sus conocimientos en planes de prevención y repuesta ante incendios forestales. Informar y hablar de los posibles eventos adversos ayudará a estar más preparados y más seguros todos. Forme parte de las brigadas de protección de la comunidad, si no existe la brigada, forme una en su comunidad.

5. PROTECCIÓN DURANTE UN INCENDIO FORESTAL

Si existe un incendio forestal comuníquese de manera inmediata al 911. NO suponga que alguien más ya reportó el incendio. Dependiendo de la magnitud del incendio las autoridades podrán emitir desalojos los cuales pueden ser obligatorios o voluntarios.

5.1.DESALOJAR

Si las autoridades competentes dan la orden de desalojo hágalo de manera inmediata, recuerde las pautas: GENTE, MEDICINA, ARTÍCULOS PERSONALES IMPORTANTES E INVALUABLES. Si existe la posibilidad de contar con tiempo antes de desalojar su vivienda, realice las siguientes recomendaciones las cuales ayudarán a posibles acciones de respuesta a las entidades encargadas como bomberos, cruz roja o policía nacional.

- Cierre las válvulas de gas, y si es posible ubique los tanques de combustible, propano o de sustancias inflamables en lugares aislados.
- Ubicar los muebles y objetos inflamables en el centro de su vivienda ya que en caso de producirse un incendio estas empezarán por los extremos a consumirse, retirar las cortinas de las ventanas.
- Conecte las mangueras de agua, para que sirvan de suministro de eliminación de incendio. Si existe la posibilidad, debe tener cubetas y tinas con agua en los interiores y alrededores de su vivienda.
- Guarde la calma y siga con las medidas de evacuación dictadas por las autoridades y su comunidad.
- Evite utilizar el automóvil si existe humo espeso en los alrededores, esto evitará posibles accidentes en la vía ya que pueden encontrarse peatones, animales y otros vehículos en la misma.

5.2. ATRAPADO

Si usted, un amigo o familiar no evacuó de manera inmediata y quedó atrapado en su vivienda, auto o zona de incendio, realice las siguientes recomendaciones.

- Llame de inmediato al 911 o algún familiar dando especificaciones como ubicación exacta.
- Encender todas las luces de su vivienda para que exista visibilidad en todas las habitaciones.
- Llene recipientes con agua y si dispone de un extintor manténgalo a su lado.
- Mantenga alejado a los materiales inflamables de las paredes y ventanas exteriores, ubíquelos en un lugar central o aislado de su vivienda.
- Salga de su vehículo y diríjase hacia las zonas seguras dispuesta por su comunidad. Recuerde utilizar algún tipo de mascarilla improvisada que le permita cubrir su rostro.

6. PROTECCIÓN DESPUES DE UN INCENDIO

Una vez que haya pasado el peligro en su zona o comunidad las autoridades reportaran el regreso a sus viviendas. Tome en cuenta las siguientes recomendaciones antes de ingresar y trasladarse a su domicilio.

Si observa postes de luz eléctrica afectadas por los incendios forestales aléjese de ellos y reporte de manera inmediata a la compañía de luz eléctrica de su sector. De igual manera reporte la infraestructura afectada.

Tenga cuidado con agujeros en las vías o bosques los cuales son formados por las cenizas de las raíces de los árboles, informe a sus vecinos y familiares de la ubicación de los mismos.

Si su vivienda ha sido afectada informe a un profesional para que evalúe la afectación y estructura del mismo, certificando que es seguro entrar. Caso contrario no ingrese ya que puede existir zonas calientes o sensibles el cual produzca un derrumbe de techos o paredes.

Comunique a sus familiares que se encuentra seguro y que no ha sido afectado físicamente. Utilice mensajes de texto, redes sociales o telefonía móvil, muchas de las veces las redes de la telefonía fija son afectadas por los incendios.

Si usted o algún familiar ha sido afectado físicamente acuda de manera inmediata a un centro médico el cual pueda tratar su condición. Sigas las indicaciones de los médicos especialistas, muchas de las veces se recomienda vacunas contra el tétano ya que las bacterias pueden encontrarse en el suelo afectado.

7. REFERENCIAS CITADAS

- Acosta, M. J. C., L, R. M., C, M. A. M., & M, M. F. F. (2017). Cuantificación de gases de efecto invernadero en la Sede de Occidente de la Universidad de Costa Rica. Posgrado y Sociedad. Revista Electrónica del Sistema de Estudios de Posgrado, 15(1), 69–77. <https://doi.org/10.22458/rpys.v15i1.1827>
- Albornoz Bejarano, Y. A., & Guerrero Duarte, C. B. (2019). Inventario de emisiones atmosféricas de CO2 provenientes de fuentes móviles en el municipio de Mosquera por medio del modelo IVE [Thesis]. <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/1665>
- Buján, A. I. B. (2016). Impacto de diferentes agentes de extinción y prácticas de restauración post-incendio sobre la microbiota edáfica (p. 1) [Http://purl.org/dc/dc/mitype/Text, Universidade de Santiago de Compostela]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=123181>
- Cancino, C., & O, J. (2015). Dendrometría básica. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/407>
- Capote, C. B., Fernández, L. A., Jiménez, A., Guzmán, G., & Garcia, A. (2016). Valor ecológico ambiental y conservación de razas ovinas. Archivos de zootecnia, 65(251), 445–448.
- Carracedo Martín, V., Cunill Artigas, R., García Codrón, J. C., Pèlachs Mañosa, A., Pérez Obiol, R., & Soriano López, J. M. (2017). Fuentes para la geografía histórica de los incendios forestales. Algunas consideraciones metodológicas. Cuadernos Geográficos 56(3), 66-89. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/12955>
- Cayo Araya, T., Aragonés-Beltrán, P., & Aznar Bellver, J. (2019). Valoración económica del daño ambiental producido por el incendio forestal del sur de Chile en 2017 mediante Amuvam. <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/2319>
- Ciencia de la NASA | Ciencia. (2020). Recuperado el 15 de julio de 2020, de <https://ciencia.nasa.gov/>

- Crosetti, B. de B., & Ibáñez, J. M. S. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.6018/riite2016/260631>
- Díaz-Hormazábal, I., & González, M. E. (2016). Análisis espacio-temporal de incendios forestales en la región del Maule, Chile. *Bosque (Valdivia)*, 37(1), 147–158. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000100014>
- Espinoza, M., & Alexander, J. (2019). Evaluación del método de muestreo angular para el inventario de plantaciones forestales de Teca en la región Costa del Ecuador. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12545>
- Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. (2020). FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8753es>
- Greenpeace. (2018). Cada vez más incendios devastadores, ¿Qué está pasando? Greenpeace España. Recuperado el 22 de mayo de 2020, de <https://es.greenpeace.org/es/noticias/cada-vez-mas-incendios-devastadores-que-esta-pasando/>
- Guelmes Valdés, E. L., & Nieto Almeida, L. E. (2015). Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano. *Revista Universidad y Sociedad*, 7(1), 23–29.
- Hergoualc'h, K., Gutierrez-Velez, V. H., Menton, M., & Verchot, L. V. (2017, noviembre 20). Caracterización de la degradación de los pantanos de palmeras turbosos desde el espacio y sobre el terreno: Un estudio exploratorio en la Amazonia peruana. CIFOR; Center for International Forestry Research (CIFOR). <https://doi.org/10.17528/cifor/006652>
- Bloomberg. (2020) <https://www.bloomberg.com/graphics/bgreen-data-dashboard/embed.html?display=fluid>. (s/f). Bloomberg.com. Recuperado el 22 de mayo de 2020, de <https://www.bloomberg.com/graphics/bgreen-data-dashboard/embed.html?display=fluid>
- Hurtado, A., & Edison, F. (2018). Determinación del factor de forma de la especie *Eucalyptus saligna* (Eucalipto) en una plantación forestal comercial del sector Tambillo Bajo, cantón Colta, provincia de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10372>
- La teca como negocio, (2019, septiembre 27). Neoforest. <https://www.neoforests.ec/la-teca-como-negocio/>

- Lierop, P. van, & Moore, P. F. (2019). Relaciones internacionales para reducir los impactos de los incendios forestales – algo de Historia y algunas reflexiones. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-261, (Español). Albany, CA: Departamento de Agricultura de Los EE.UU., Servicio Forestal, Estación de Investigación Del Pacífico Suroeste: 1-16., 261-ESP. <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/57743>
- Lopez, A. (2017). GUIA PRÁCTICA PARA LA CUBICACION DE MADERAS. Recuperado el 18 de julio de 2020, de https://www.academia.edu/32234313/GUIA_PR%C3%81CTICA_PARA_LA_CUBICACION_DE_MADERAS
- McRoberts, R. E., & Tomppo, E. O. (2018). Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales. 21.
- Metodologías de Valoración Económica Ambiental. (2020, julio 28). [encolombia.com. https://encolombia.com/economia/info-economica/valoracion-economica/metodologias-valoracion/](https://encolombia.com/economia/info-economica/valoracion-economica/metodologias-valoracion/)
- Ministerio del Ambiente y Agua – El Ministerio del Ambiente y Agua, velará por un ambiente sano y el respeto de los derechos de la naturaleza o pacha mama. (2020). Recuperado el 18 de febrero de 2021, de <https://www.ambiente.gob.ec/>
- Molina, J. R., Silva, F. R. y, & Ruiz, L. (2019). La integración de herramientas económicas y teledetección en la evaluación del impacto de los incendios forestales. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-261, (Español). Albany, CA: Departamento de Agricultura de Los EE.UU., Servicio Forestal, Estación de Investigación Del Pacífico Suroeste: 146-159., 261-ESP, 146–159.
- Molina, P. G. (2019). Impacto ambiental en las actividades humanas. UF0735. Tutor Formación.
- Murillo, J. H., Marín, J. F. R., & Leitón, D. A. (2018). Emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes criterio derivados de diferentes medidas de mitigación en la gestión de residuos sólidos urbanos del cantón de San José, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(1), 94–109.
- Pausas, J. G. (2020a). Incendios forestales. Los Libros De La Catarata.
- Pausas, J. G. (2020b). Incendios forestales. Los Libros De La Catarata.
- Pazmiño, D., Pezza, A. B., & Karoly, D. (2019). Desarrollo y evaluación preliminar de un índice climático simple para detección estacional de incendios forestales

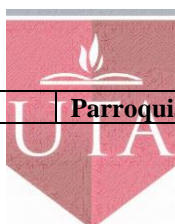
- para Victoria, Australia. FIGEMPA: Investigación y Desarrollo, 1(2), 39–51.
<https://doi.org/10.29166/revfig.v1i2.1418>
- Pérez-Cabello, F., Echeverría, M. T., Riva, J. de la, & Ibarra, P. (2011). Apuntes sobre los efectos de los incendios forestales y restauración ambiental de área quemadas. Estado de la cuestión y principios generales. *Geographicalia*, 59–60, 295–308. https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.201159-60839
- Plana Bach, E., Font, M., & Serra Davos, M. (2016). Los incendios forestales: Guía para comunicadores y periodistas. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña.
- Portela Peñalver, L., Rivero Galván, A., Portela Peñalver, L., Portela Peñalver, L., Rivero Galván, A., & Portela Peñalver, L. (2019). VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN MONTAÑAS DE GUAMUHAYA, CIENFUEGOS, CUBA. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(3), 47–55.
- Precios CO2—Sendeco2. (2021). Recuperado el 21 de julio de 2020, de <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>
- ¿Qué es la biomasa? - Plantas de Biomasa. (s/f). Recuperado el 19 de julio de 2020, de <http://www.plantasdebiomasa.net/que-es-la-biomasa.html>
- Rodríguez, A. S. (2016). Cambio climático en España y sus consecuencias (segunda parte). 10.
- Rodríguez, Silva, F., Molina-Martínez, J. R., Herrera, M. A., & Zamora, R. (2019). El Impacto Socioeconómico de los Incendios Forestales: Procedimiento para su determinación e implementación cartográfica. Congreso Forestal Español. http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/17031
- Romaniuk, R. I., Cosentino, V. R. N., Costantini, A. O., & Lupi, A. M. (2018). Emisiones de gases de efecto invernadero desde el sector forestal. En *Ciencia e Investigación* 68 (5): 55-61. (2018) [Info:ar-repo/semantics/artículo]. Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias. <http://repositorio.inta.gob.ar:80/handle/20.500.12123/4388>
- Salazar, L. V., Henao, L. F., Arismendy, J. C., Idarraga, L. A., Hoyos, D. G., & Uribe, C. A. R. (2016). Estrategias educativas para la concienciación sobre la prevención de incendios forestales en La Vereda La Héliada, El Peñol,

- Antioquia. Tecné, Episteme y Didaxis: TED. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4714>
- Salom Callejas, A. J., & Salom Callejas, A. J. (2018). Incendios forestales e instrumentos de prevención en la Comunidad de Madrid [Info:eu-repo/semantics/doctoralThesis, Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/49871/>
- Saranya, K., C., S. R., & prasada rao, P. (2016). Estimating carbon emissions from forest fires over a decade in Similipal Biosphere Reserve, India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 4, 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2016.06.001>
- Sardiñas, S. B., Leandro, M. F., & González, E. Y. V. (2019). Los focos de calor y los incendios forestales en la provincia Cienfuegos, Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, 25(0), Article 0. <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/474>
- Saynes Santillán, V., Etchevers Barra, J. D., Paz Pellat, F., & Alvarado Cárdenas, L. O. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 83–96.
- Secuestro de CO₂ y producción de oxígeno en árboles urbanos de la Av. Abelardo Quiñones—Distrito San Juan Bautista, Loreto—Perú, 2016. (s/f). Recuperado el 20 de julio de 2020, de <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/UNAP/4694>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias – Institución del Estado ecuatoriano encargada de liderar el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos para garantizar la protección de personas y colectividades frente a los efectos negativos de emergencias y desastres de origen natural o antrópicos. (2020). Recuperado el 21 de mayo de 2020, de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/>
- Todos los incendios que arrasan el planeta y no son la Amazonia. (2019, agosto 24). *LaSexta*. https://www.lasexta.com/noticias/sociedad/todos-incendios-que-arrasan-planeta-son-amazonia_201908245d61199f0cf2de5c30d500e8.html
- Torres-Torres, J., Mena-Mosquera, V., & Alvarez Davila, E. (2017). Carbono aéreo almacenado en tres bosques del Jardín Botánico del Pacífico, Chocó,

- Colombia. ENTRAMADO, 13, 200–209.
<https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25110>
- Vélez, R., & Stephan, M. (2019). Plan Local de Prevención de Incendios Forestales del Término Municipal de Vilamarxant (Valencia).
<https://riunet.upv.es/handle/10251/127517>
- Villegas, J. M. Á., Rodríguez, E. G., Orjuela, R. D. M., & Echeverry, N. V. (s/f-a). Por los bosques por la gente. 44.
- Villegas, J. M. Á., Rodríguez, E. G., Orjuela, R. D. M., & Echeverry, N. V. (s/f-b). Por los bosques por la gente. 44.
- World Fire Statistics Issue no 24—2019 | CTIF - International Association of Fire Services for Safer Citizens through Skilled Firefighters. (s/f). Recuperado el 19 de mayo de 2020, de <https://www.ctif.org/news/world-fire-statistics-issue-no-24-2019>

8. ANEXOS

ANEXO 1



No de Encuesta		Fecha		Parroquia		Sector	
Nombre del Encuestado				Edad		Tipo de zona	
Auto identificación étnica				Sexo		Rural Urbana	
Mestizo		Afroecuatoriano		Otavalo		Indígena Otra	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
VALORACIÓN SOCIOECONÓMICA AMBIENTAL FRENTE A INCENDIOS FORESTALES EN
POBLACIONES LOCALIZADAS EN LA PROVINCIA DE IMBABURA.**

1. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Tiempo de residencia en el sector (años)							
Nivel de instrucción	Primaria			Secundaria		Bachiller	
	Tecnológica Superior			Universitaria		Ninguna	
Cuantos años aprobó							
Tipo de actividad que desarrolla	Servidor público		Fuerzas Armadas		Turismo		Agricultura/ Ganadería
	Empleado privado		Policía		Jubilado		Producción textil
	Estudiante		Ama de casa		Comercio		Otra

2. DATOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA

VIVIENDA					
Tenencia de vivienda		Material De Construcción Paredes/Techo		Personas que residen en la vivienda	
Propia		Paredes			
Arriendo		Bloque			
Casa de algún familiar		Ladrillo		Niños	
Tipo De Vivienda		Madera		Adultos	
Casa		Otro		Adolescentes	
Mediagua		Techo		Tercera Edad	
Departamento		Hormigón		Hombres	
Cabaña		Teja,		Mujeres	
Edificio		Zinc		Nº personas con discapacidad	
Otro		Estructura Metálica			
No de pisos		Otros			

3. SERVICIOS BÁSICOS

Agua:		Vías de acceso	Servicio de recolección de residuos		Servicio sanitario	
Tubería		Pavimento	Dispone	Si	Servicio Higiénico	
Camión		Asfalto		No	Letrina	
Agua lluvia		Lastre	Frecuencia de recolección	Diaria	Pozo séptico	
Pozo		Empedrado		Semanal	Campo libre	
Extraído del río, lago o afluentes		Sendero		3 veces por semana	Otro	
Ojo de agua		Adoquín	Otros lugares o formas de disposición		Disposición final de aguas servidas	Alcantarillado
Teléfono				Si		Río
						Estero

Convencional		Ninguno de los anteriores	Quema de residuos	No			Pozo séptico	
			Compostaje/ abono residuos orgánicos	Si			Terreno	
Celular				No			Biodigestor	
Ninguno							Otro	

4.- MEMORIA DE DESASTRES Y/O EVENTOS ADVERSOS ANTE INCENDIOS FORESTALES

¿Ha escuchado o tiene conocimiento de algún evento con respecto a incendios forestales ocurrido en la zona?				SI		NO	
¿Hace cuánto tiempo ocurrió el evento con respecto a Incendios Forestales?							
Menos de 6 meses				De 6 meses a 1 año			
De 1 a 5 años				Más de 5 años			
¿En qué tiempo se recuperó tanto la zona como la infraestructura afectada después de ocurrido el incendio?							
Menos de 6 meses				De 6 meses a 1 año			
De 1 a 5 años				Más de 5 años			
¿Conoce cuál es la mayor causa de los incendios forestales?							
Causas Naturales		Negligencias o accidentales		Inducidos		Reproducciones de incendios anteriores	Desconocidos
¿Qué actividad humana cree que es la causante de los incendios forestales?							
Vandalismo		Venganza		Quema Agrícola		Regeneración de pastos	Desconoce
¿De qué manera ha sido afectado por la incidencia de incendios forestales?							
Actividad Económica		Infraestructura		Pérdidas humanas		Servicios	
Producción pecuaria		Pérdida de vivienda		Fallecimiento		Corte servicio Agua	
Agrícola		Afectación grave a viviendas aledañas		Quemaduras graves		Corte servicio Luz	
Turismo		Afectación leve a viviendas aledañas		Quemaduras leves		Corte servicio telefónico	
Artesanías		Número de viviendas afectadas		Ninguna afectación humana		Vías de acceso Cerradas	
¿Cuánto cree que fue el valor en dólares que ascendió las pérdidas ocasionados por los incendios forestales?							
De 0 a 100		De 101 a 500		Mas de \$5001			
De 501 a 1000		De 1000 a 5000					

5. PERCEPCIÓN Y RESPUESTA ANTE INCENDIOS FORESTALES

¿Cómo evalúa la eficiencia de la respuesta de los siguientes actores durante los primeros momentos de ocurrido el incendio forestal?								
Actores	Usted	Familiares	Su Comunidad	Bomberos	Defensa Civil	Cuerpo Policial	Alcaldía	Gobernación
Deficiente								
Regular								
Buena								
Excelente								
No ha experimentado								

8.- RESPONSABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD

¿Qué puede generar un incendio?			Mencione las actividades que incrementan el riesgo de incendio en su comunidad			
Qué	SI	NO	Actividad	SI	NO	
Falta de preparación para casos de emergencia			Construcción de viviendas en zonas de alto riesgo frente áreas de riesgo			
Falta de planificación Urbana o políticas públicas						
Asentamiento de la comunidad			Deforestación			
Falta de acción por parte de las autoridades			Quema de desechos agrícolas y/o forestales			
Desconocimiento del impacto socio económico ambiental de los incendios forestales			Contaminación y desechos (botellas de vidrio)			

9. PERCEPCIÓN DEL RIESGO

Sabe Ud. ¿El significado de incendio forestal y el impacto que provoca?	Si	No	Considera Ud. ¿Qué su vivienda está ubicada en un sitio seguro ante posible incendio forestal?	Si	No
En su comunidad ¿cree que existen posibilidades de que ocurra un incendio forestal?			Si	No	
¿Qué tan preparado cree usted que esta su comunidad para afrontar un incendio forestal?					
Muy Preparado		Preparado			
Proco Preparado		No está preparado			
¿Cuáles cree Usted que son las consecuencias de los incendios forestales?					
Erosión del suelo		Perdidas Socioeconómicas y ambientales			
Pérdida de flora y fauna		No tiene consecuencias			

10.- PREPARACIÓN ANTE POTENCIALES EVENTOS ADVERSOS

¿Ha recibido usted o su familia alguna capacitación ante potenciales casos de emergencia?				
Primeros auxilios	Si		No	
Técnicas de autoprotección	Si		No	
Técnicas de evacuación	Si		No	
Simulacros	Si		No	
Rescate y Salvamento	Si		No	

Organización Comunitaria		Si		No	
No ha Recibido					
¿De qué manera ha recibido usted mensajes de prevención y/o respuesta ante posibles incendios forestales?					
Televisión		Afiches, folletos		Diarios o revistas	
Actividades públicas (capacitación y charlas)		Radio		No ha recibido ningún tipo de mensaje	
¿Cuáles es a su juicio la medida más eficaz para reducir los incendios forestales?					
Legislación (Penas más duras para los incendiarios)		Educación ambiental		Potenciar el desarrollo rural	
Campañas publicitarias (TV, radio, carteles, trípticos, etc.)		Prevención		Gestión del monte (reducción carga vegetación, mantenimiento)	
¿Cuenta usted con algún instrumento o equipo en caso de incendio?					
Primeros Auxilios		Linterna		Mochila de emergencia	
				Botiquín	
					Alarma comunitaria
Extintor				Ninguna de las anteriores	

IDENTIFICACIÓN DEL LUGAR

Coordenadas	X	Y	Altura m.s.n.m

DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

PRECIPITACIÓN												
Meses más lluviosos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Meses más secos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS												
Topografía	Pantanosas		Pendiente °	Plano 0 – 1°								
	Llanuras inundables			Ligeramente inclinado 1 – 3°								
	Plano			Inclinado 3 – 7°								
	Ondulado			Moderadamente inclinado 7 – 14°								
	Colinas			Empinado 14 – 29°								
	Montañoso			Muy empinado > 29°								
Tipo de vegetación												
Bosque		Pasto		Cultivo								

Entrevistador: Jaime Renato Cueva Toalombo

No de contacto de entrevistado:

Fecha: _____

ANEXO 2

Parcela 1										
Número de arboles	DAP (cm)	Ht (m)	Área Basal (m ²)	Volumen Basal (m ³)	Biomasa hojas (kg/par)	Biomasa Ramas (kg/par)	Biomasa Fuste (kg/par)	Biomasa árbol (kg/par)	CO ₂ Capturado	Valor Económico (\$)
1	13.20	11.000	0.014	0.113	18.446	26.751	11.363	56.559	28.280	639.401
2	13.60	11.400	0.015	0.124	18.358	26.551	11.123	56.032	28.016	633.437
3	15.20	11.300	0.018	0.154	17.747	25.808	10.642	54.198	27.099	612.703
4	12.90	10.700	0.013	0.105	18.513	26.904	11.548	56.966	28.483	643.996
5	14.20	12.000	0.016	0.143	18.230	26.263	10.776	55.269	27.634	624.816
6	12.60	10.400	0.012	0.097	18.582	27.062	11.738	57.382	28.691	648.700
7	13.60	11.400	0.015	0.124	18.358	26.551	11.123	56.032	28.016	633.437
8	11.80	9.600	0.011	0.079	18.772	27.500	12.270	58.542	29.271	661.821
9	14.60	12.400	0.017	0.156	18.147	26.077	10.554	54.778	27.389	619.271
10	13.60	11.400	0.015	0.124	18.358	26.551	11.123	56.032	28.016	633.437
11	10.80	8.600	0.009	0.059	19.025	28.092	12.994	60.111	30.055	679.555
12	14.90	12.700	0.017	0.166	18.086	25.941	10.392	54.419	27.210	615.212
13	13.60	11.400	0.015	0.124	18.358	26.551	11.123	56.032	28.016	633.437
14	13.70	11.500	0.015	0.127	18.336	26.502	11.064	55.902	27.951	631.974
15	15.10	13.000	0.018	0.175	18.062	25.852	10.263	54.177	27.088	612.471
16	13.20	11.000	0.014	0.113	18.446	26.751	11.363	56.559	28.280	639.401
17	13.10	10.900	0.013	0.110	18.468	26.802	11.424	56.694	28.347	640.921
18	13.00	10.800	0.013	0.108	18.491	26.853	11.486	56.829	28.415	642.452
19	14.30	12.100	0.016	0.146	18.209	26.216	10.720	55.145	27.573	623.415
20	14.80	12.600	0.017	0.163	18.107	25.986	10.446	54.538	27.269	616.556
21	11.90	9.700	0.011	0.081	18.748	27.444	12.201	58.393	29.196	660.132
22	12.80	10.600	0.013	0.102	18.536	26.956	11.611	57.103	28.552	645.551
23	12.30	10.100	0.012	0.090	18.652	27.223	11.933	57.808	28.904	653.518
24	13.60	11.400	0.015	0.124	18.358	26.551	11.123	56.032	28.016	633.437
25	13.80	11.600	0.015	0.130	18.315	26.454	11.005	55.774	27.887	630.521
26	15.30	12.800	0.018	0.177	17.961	25.764	10.249	53.973	26.987	610.169
27	10.70	11.300	0.009	0.076	19.619	28.154	12.239	60.012	30.006	678.435
28	13.10	10.900	0.013	0.110	18.468	26.802	11.424	56.694	28.347	640.921
29	13.20	11.000	0.014	0.113	18.446	26.751	11.363	56.559	28.280	639.401
30	14.20	12.000	0.016	0.143	18.230	26.263	10.776	55.269	27.634	624.816
31	12.80	10.600	0.013	0.102	18.536	26.956	11.611	57.103	28.552	645.551
32	12.90	10.700	0.013	0.105	18.513	26.904	11.548	56.966	28.483	643.996
33	13.60	11.400	0.015	0.124	18.358	26.551	11.123	56.032	28.016	633.437
34	11.50	10.900	0.010	0.085	19.163	27.672	12.016	58.851	29.426	665.312
35	13.50	11.300	0.014	0.121	18.380	26.601	11.182	56.162	28.081	634.911
36	13.80	11.600	0.015	0.130	18.315	26.454	11.005	55.774	27.887	630.521
37	15.40	11.500	0.019	0.161	17.712	25.721	10.532	53.965	26.982	610.072
38	13.50	11.300	0.014	0.121	18.380	26.601	11.182	56.162	28.081	634.911
39	13.20	11.000	0.014	0.113	18.446	26.751	11.363	56.559	28.280	639.401
40	10.90	8.700	0.009	0.061	18.999	28.030	12.918	59.948	29.974	677.708

41	11.00	8.800	0.010	0.063	18.973	27.969	12.844	59.786	29.893	675.878
42	12.60	10.400	0.012	0.097	18.582	27.062	11.738	57.382	28.691	648.700
43	12.80	10.600	0.013	0.102	18.536	26.956	11.611	57.103	28.552	645.551
44	12.50	10.300	0.012	0.095	18.605	27.115	11.802	57.523	28.761	650.293
45	13.50	11.300	0.014	0.121	18.380	26.601	11.182	56.162	28.081	634.911
46	14.00	11.800	0.015	0.136	18.272	26.358	10.890	55.520	27.760	627.648
47	12.80	10.600	0.013	0.102	18.536	26.956	11.611	57.103	28.552	645.551
48	15.60	11.300	0.019	0.162	17.609	25.634	10.524	53.767	26.884	607.839
49	14.50	12.300	0.017	0.152	18.168	26.123	10.609	54.900	27.450	620.643
50	13.60	11.480	0.015	0.125	18.372	26.551	11.102	56.025	28.013	633.364
51	13.90	11.700	0.015	0.133	18.293	26.405	10.947	55.646	27.823	629.080
52	12.50	10.300	0.012	0.095	18.605	27.115	11.802	57.523	28.761	650.293
53	15.00	10.600	0.018	0.140	17.690	25.896	10.889	54.476	27.238	615.853
54	11.70	9.500	0.011	0.077	18.797	27.557	12.339	58.693	29.346	663.524
55	12.90	10.700	0.013	0.105	18.513	26.904	11.548	56.966	28.483	643.996
56	13.70	11.500	0.015	0.127	18.336	26.502	11.064	55.902	27.951	631.974
57	10.60	11.600	0.009	0.077	19.722	28.217	12.205	60.143	30.072	679.919
58	13.80	11.600	0.015	0.130	18.315	26.454	11.005	55.774	27.887	630.521
Total	13.29	11.086	0.014	0.115	18.425	26.706	11.309	56.440	28.220	638.052

Parcela 2

Número de arboles	DAP (cm)	Ht (m)	Área Basal (m ²)	Volumen Basal (m ³)	Biomasa a hojas (kg/par)	Biomasa a Ramas (kg/par)	Biomasa a Fuste (kg/par)	Biomasa a árbol (kg/par)	CO ₂ Capturado	Valor Económico (\$)
1	12.20	11.300	0.012	0.099	18.920	27.277	11.642	57.839	28.920	653.871
2	12.70	12.300	0.013	0.117	18.874	27.009	11.212	57.095	28.548	645.461
3	14.40	11.900	0.016	0.145	18.139	26.169	10.737	55.045	27.523	622.285
4	12.00	11.600	0.011	0.098	19.060	27.388	11.641	58.089	29.044	656.691
5	13.20	12.900	0.014	0.132	18.764	26.751	10.897	56.411	28.206	637.732
6	11.80	11.300	0.011	0.093	19.097	27.500	11.794	58.391	29.196	660.113
7	12.70	12.000	0.013	0.114	18.825	27.009	11.284	57.118	28.559	645.720
8	11.00	9.900	0.010	0.071	19.208	27.969	12.500	59.677	29.838	674.644
9	13.80	13.000	0.015	0.146	18.542	26.454	10.672	55.668	27.834	629.327
10	12.80	11.700	0.013	0.113	18.733	26.956	11.322	57.012	28.506	644.517
11	9.90	9.200	0.008	0.053	19.624	28.673	13.193	61.490	30.745	695.140
12	13.90	13.600	0.015	0.155	18.593	26.405	10.508	55.507	27.753	627.503
13	12.70	12.000	0.013	0.114	18.825	27.009	11.284	57.118	28.559	645.720
14	12.70	11.800	0.013	0.112	18.792	27.009	11.333	57.134	28.567	645.896
15	14.20	13.900	0.016	0.165	18.523	26.263	10.347	55.133	27.566	623.276
16	12.40	11.600	0.012	0.105	18.885	27.169	11.492	57.545	28.773	650.551
17	12.20	11.800	0.012	0.103	19.006	27.277	11.516	57.799	28.899	653.417
18	12.00	11.700	0.011	0.099	19.077	27.388	11.616	58.081	29.040	656.601
19	13.50	13.000	0.014	0.140	18.659	26.601	10.772	56.032	28.016	633.443
20	13.90	13.200	0.015	0.150	18.534	26.405	10.595	55.534	27.767	627.816
21	11.10	10.000	0.010	0.073	19.180	27.909	12.429	59.517	29.759	672.844
22	12.00	11.200	0.011	0.095	18.990	27.388	11.743	58.121	29.061	657.059
23	11.50	11.000	0.010	0.086	19.181	27.672	11.990	58.843	29.421	665.217
24	12.70	12.000	0.013	0.114	18.825	27.009	11.284	57.118	28.559	645.720
25	12.80	11.900	0.013	0.115	18.767	26.956	11.273	56.996	28.498	644.339
26	14.40	13.700	0.016	0.167	18.420	26.169	10.326	54.915	27.457	620.809
27	9.70	11.900	0.007	0.066	20.246	28.810	12.534	61.589	30.795	696.265
28	12.20	11.800	0.012	0.103	19.006	27.277	11.516	57.799	28.899	653.417
29	12.40	11.900	0.012	0.108	18.936	27.169	11.417	57.522	28.761	650.284
30	13.30	12.900	0.014	0.134	18.723	26.700	10.863	56.286	28.143	636.319
31	11.80	11.200	0.011	0.092	19.080	27.500	11.820	58.399	29.200	660.206
32	12.10	11.000	0.011	0.095	18.910	27.332	11.758	58.000	29.000	655.694
33	12.70	12.000	0.013	0.114	18.825	27.009	11.284	57.118	28.559	645.720
34	10.70	11.200	0.009	0.076	19.601	28.154	12.265	60.020	30.010	678.529
35	12.70	11.900	0.013	0.113	18.809	27.009	11.308	57.126	28.563	645.808
36	13.00	11.900	0.013	0.118	18.684	26.853	11.202	56.739	28.370	641.436
37	14.50	12.100	0.017	0.150	18.135	26.123	10.657	54.915	27.458	620.814
38	12.50	11.600	0.012	0.107	18.842	27.115	11.455	57.412	28.706	649.047
39	12.30	11.600	0.012	0.103	18.928	27.223	11.529	57.680	28.840	652.067
40	9.90	9.600	0.008	0.055	19.708	28.673	13.069	61.450	30.725	694.694

41	10.10	9.400	0.008	0.056	19.560	28.540	13.039	61.138	30.569	691.170
42	11.80	10.700	0.011	0.088	18.989	27.500	11.953	58.442	29.221	660.684
43	11.90	11.500	0.011	0.096	19.087	27.444	11.704	58.235	29.118	658.349
44	11.50	10.900	0.010	0.085	19.163	27.672	12.016	58.851	29.426	665.312
45	12.70	12.200	0.013	0.116	18.858	27.009	11.236	57.103	28.551	645.547
46	13.10	12.700	0.013	0.128	18.773	26.802	10.977	56.552	28.276	639.319
47	12.00	11.500	0.011	0.098	19.043	27.388	11.666	58.097	29.048	656.782
48	14.80	11.900	0.017	0.154	17.993	25.986	10.613	54.591	27.296	617.155
49	13.70	12.600	0.015	0.139	18.518	26.502	10.797	55.817	27.909	631.017
50	12.70	12.080	0.013	0.115	18.839	27.009	11.265	57.112	28.556	645.650
51	12.90	12.000	0.013	0.118	18.742	26.904	11.213	56.859	28.430	642.794
52	11.60	10.900	0.011	0.086	19.117	27.614	11.977	58.708	29.354	663.691
53	14.00	11.500	0.015	0.133	18.221	26.358	10.965	55.543	27.772	627.918
54	10.80	10.100	0.009	0.069	19.346	28.092	12.525	59.962	29.981	677.870
55	12.10	11.000	0.011	0.095	18.910	27.332	11.758	58.000	29.000	655.694
56	12.80	12.400	0.013	0.120	18.849	26.956	11.153	56.958	28.479	643.908
57	9.60	12.200	0.007	0.066	20.351	28.879	12.508	61.738	30.869	697.945
Total	12.39	11.714	0.012	0.106	18.908	27.172	11.466	57.546	28.773	650.555

Parcela 3										
Número de arboles	DAP (cm)	Ht (m)	Área Basal (m ²)	Volumen Basal (m ³)	Biomasa hojas (kg/par)	Biomasa Ramas (kg/par)	Biomasa Fuste (kg/par)	Biomasa árbol (kg/par)	CO ₂ Capturado	Valor Económico (\$)
1	13.10	10.900	0.013	0.110	18.468	26.802	11.424	56.694	28.347	640.921
2	13.30	11.600	0.014	0.121	18.511	26.700	11.173	56.385	28.192	637.432
3	15.00	10.600	0.018	0.140	17.690	25.896	10.889	54.476	27.238	615.853
4	12.60	10.900	0.012	0.102	18.676	27.062	11.601	57.338	28.669	648.208
5	13.90	12.700	0.015	0.145	18.457	26.405	10.708	55.570	27.785	628.220
6	12.30	10.100	0.012	0.090	18.652	27.223	11.933	57.808	28.904	653.518
7	13.40	11.200	0.014	0.118	18.402	26.650	11.242	56.293	28.147	636.397
8	11.70	8.500	0.011	0.069	18.575	27.557	12.664	58.796	29.398	664.690
9	14.40	11.700	0.016	0.143	18.105	26.169	10.787	55.061	27.530	622.462
10	13.50	10.300	0.014	0.111	18.195	26.601	11.452	56.248	28.124	635.882
11	10.60	8.400	0.009	0.056	19.078	28.217	13.148	60.442	30.221	683.301
12	14.60	13.400	0.017	0.168	18.302	26.077	10.328	54.707	27.353	618.458
13	13.40	11.200	0.014	0.118	18.402	26.650	11.242	56.293	28.147	636.397
14	13.60	11.400	0.015	0.124	18.358	26.551	11.123	56.032	28.016	633.437
15	14.80	13.200	0.017	0.170	18.199	25.986	10.310	54.495	27.248	616.068
16	13.00	10.300	0.013	0.103	18.396	26.853	11.624	56.873	28.436	642.949
17	12.80	11.100	0.013	0.107	18.628	26.956	11.476	57.060	28.530	645.068
18	12.70	11.500	0.013	0.109	18.740	27.009	11.408	57.158	28.579	646.166
19	14.00	11.800	0.015	0.136	18.272	26.358	10.890	55.520	27.760	627.648
20	14.60	12.900	0.017	0.162	18.226	26.077	10.439	54.742	27.371	618.857
21	11.80	9.100	0.011	0.075	18.666	27.500	12.426	58.592	29.296	662.381
22	12.60	9.900	0.012	0.093	18.484	27.062	11.882	57.427	28.714	649.216
23	12.00	10.300	0.011	0.087	18.823	27.388	11.988	58.199	29.099	657.936
24	13.40	11.700	0.014	0.124	18.489	26.650	11.114	56.253	28.126	635.939
25	13.70	10.500	0.015	0.116	18.155	26.502	11.329	55.986	27.993	632.927
26	15.00	13.000	0.018	0.172	18.097	25.896	10.293	54.287	27.144	613.715
27	10.50	10.600	0.009	0.069	19.592	28.280	12.511	60.384	30.192	682.639
28	12.80	10.600	0.013	0.102	18.536	26.956	11.611	57.103	28.552	645.551
29	12.90	10.700	0.013	0.105	18.513	26.904	11.548	56.966	28.483	643.996
30	13.90	12.200	0.015	0.139	18.377	26.405	10.825	55.607	27.804	628.641
31	12.60	10.900	0.012	0.102	18.676	27.062	11.601	57.338	28.669	648.208
32	12.80	10.100	0.013	0.097	18.440	26.956	11.752	57.148	28.574	646.058
33	13.40	11.700	0.014	0.124	18.489	26.650	11.114	56.253	28.126	635.939
34	11.40	10.300	0.010	0.079	19.096	27.730	12.221	59.048	29.524	667.541
35	13.30	10.600	0.014	0.110	18.332	26.700	11.436	56.468	28.234	638.376
36	13.70	11.000	0.015	0.122	18.248	26.502	11.194	55.943	27.972	632.440
37	15.20	11.800	0.018	0.161	17.833	25.808	10.516	54.157	27.079	612.250
38	13.40	10.200	0.014	0.108	18.215	26.650	11.515	56.380	28.190	637.377
39	13.00	11.300	0.013	0.112	18.581	26.853	11.353	56.787	28.394	641.978
40	10.60	8.900	0.009	0.059	19.193	28.217	12.979	60.389	30.194	682.695

41	10.80	8.100	0.009	0.056	18.906	28.092	13.169	60.167	30.083	680.182
42	12.50	9.800	0.012	0.090	18.506	27.115	11.948	57.569	28.784	650.814
43	12.50	11.300	0.012	0.104	18.790	27.115	11.532	57.437	28.718	649.322
44	12.30	9.600	0.012	0.086	18.551	27.223	12.081	57.855	28.927	654.050
45	13.20	11.500	0.014	0.118	18.534	26.751	11.233	56.518	28.259	638.935
46	13.70	11.500	0.015	0.127	18.336	26.502	11.064	55.902	27.951	631.974
47	12.50	10.300	0.012	0.095	18.605	27.115	11.802	57.523	28.761	650.293
48	15.40	10.600	0.019	0.148	17.550	25.721	10.770	54.040	27.020	610.926
49	14.40	11.700	0.016	0.143	18.105	26.169	10.787	55.061	27.530	622.462
50	13.40	11.780	0.014	0.125	18.502	26.650	11.094	56.247	28.123	635.868
51	13.80	11.100	0.015	0.125	18.227	26.454	11.134	55.815	27.907	630.983
52	12.30	10.600	0.012	0.094	18.749	27.223	11.792	57.763	28.882	653.012
53	14.70	10.800	0.017	0.137	17.835	26.032	10.927	54.793	27.397	619.440
54	11.50	8.800	0.010	0.069	18.736	27.672	12.641	59.050	29.525	667.555
55	12.80	10.100	0.013	0.097	18.440	26.956	11.752	57.148	28.574	646.058
56	13.40	12.200	0.014	0.129	18.572	26.650	10.992	56.214	28.107	635.501
57	10.40	10.900	0.008	0.069	19.699	28.344	12.473	60.516	30.258	684.138
58	13.50	12.300	0.014	0.132	18.549	26.601	10.934	56.083	28.042	634.023
59	14.70	11.200	0.017	0.143	17.908	26.032	10.821	54.760	27.380	619.059
60	12.50	10.300	0.012	0.095	18.605	27.115	11.802	57.523	28.761	650.293
61	11.40	9.200	0.010	0.070	18.871	27.730	12.551	59.153	29.576	668.724
62	13.60	12.900	0.015	0.141	18.604	26.551	10.761	55.917	27.959	632.142
Total	13.07	10.898	0.013	0.110	18.478	26.815	11.433	56.726	28.363	641.292

Parcela 4

Número de arboles	DAP (cm)	Ht (m)	Área Basal (m ²)	Volumen Basal (m ³)	Biomasa hojas (kg/par)	Biomasa Ramas (kg/par)	Biomasa Fuste (kg/par)	Biomasa árbol (kg/par)	CO ₂ Capturado	Valor Económico (\$)
1	13.10	11.600	0.013	0.117	18.592	26.802	11.242	56.636	28.318	640.269
2	13.40	13.100	0.014	0.139	18.714	26.650	10.784	56.148	28.074	634.755
3	14.90	12.600	0.017	0.165	18.071	25.941	10.415	54.427	27.213	615.295
4	12.70	12.400	0.013	0.118	18.891	27.009	11.188	57.088	28.544	645.376
5	14.10	13.600	0.016	0.159	18.517	26.310	10.443	55.270	27.635	624.828
6	12.30	12.200	0.012	0.109	19.029	27.223	11.381	57.633	28.816	651.539
7	13.40	12.600	0.014	0.133	18.636	26.650	10.898	56.184	28.092	635.163
8	11.50	10.400	0.010	0.081	19.069	27.672	12.153	58.895	29.447	665.804
9	14.30	13.700	0.016	0.165	18.457	26.216	10.357	55.030	27.515	622.114
10	13.30	12.200	0.014	0.127	18.612	26.700	11.026	56.338	28.169	636.903
11	10.60	9.800	0.009	0.065	19.385	28.217	12.698	60.300	30.150	681.686
12	14.80	14.300	0.017	0.185	18.359	25.986	10.076	54.421	27.211	615.229
13	13.40	12.600	0.014	0.133	18.636	26.650	10.898	56.184	28.092	635.163
14	13.60	12.100	0.015	0.132	18.477	26.551	10.948	55.976	27.988	632.813
15	14.90	14.700	0.017	0.192	18.378	25.941	9.965	54.284	27.142	613.679
16	12.90	12.300	0.013	0.121	18.791	26.904	11.141	56.836	28.418	642.535
17	12.90	12.600	0.013	0.124	18.839	26.904	11.070	56.814	28.407	642.283
18	12.90	12.400	0.013	0.122	18.807	26.904	11.117	56.829	28.414	642.451
19	14.00	13.900	0.015	0.160	18.599	26.358	10.411	55.368	27.684	625.932
20	14.70	13.700	0.017	0.174	18.310	26.032	10.232	54.573	27.287	616.948
21	11.70	10.400	0.011	0.084	18.977	27.557	12.075	58.609	29.305	662.576
22	12.50	11.900	0.012	0.110	18.893	27.115	11.381	57.389	28.694	648.780
23	12.10	11.800	0.011	0.102	19.050	27.332	11.553	57.935	28.968	654.958
24	13.50	12.500	0.014	0.134	18.581	26.601	10.887	56.068	28.034	633.854
25	13.50	12.400	0.014	0.133	18.565	26.601	10.910	56.076	28.038	633.938
26	15.10	14.500	0.018	0.195	18.280	25.852	9.944	54.076	27.038	611.326
27	10.40	12.600	0.008	0.080	19.988	28.344	12.050	60.382	30.191	682.619
28	12.80	12.700	0.013	0.123	18.896	26.956	11.083	56.936	28.468	643.657
29	12.90	12.800	0.013	0.125	18.871	26.904	11.024	56.799	28.400	642.118
30	14.00	13.700	0.015	0.158	18.570	26.358	10.454	55.381	27.691	626.084
31	12.70	11.700	0.013	0.111	18.775	27.009	11.358	57.142	28.571	645.985
32	12.70	11.400	0.013	0.108	18.723	27.009	11.434	57.166	28.583	646.257
33	13.50	12.500	0.014	0.134	18.581	26.601	10.887	56.068	28.034	633.854
34	11.30	11.600	0.010	0.087	19.381	27.789	11.914	59.084	29.542	667.945
35	13.20	12.600	0.014	0.129	18.717	26.751	10.966	56.433	28.217	637.978
36	13.60	12.300	0.015	0.134	18.509	26.551	10.901	55.961	27.981	632.641
37	15.30	12.600	0.018	0.174	17.929	25.764	10.295	53.988	26.994	610.334
38	13.20	12.100	0.014	0.124	18.636	26.751	11.084	56.471	28.235	638.403
39	13.10	12.100	0.013	0.122	18.676	26.802	11.119	56.597	28.298	639.826
40	10.70	10.400	0.009	0.070	19.454	28.154	12.481	60.089	30.044	679.305
41	10.70	10.100	0.009	0.068	19.395	28.154	12.567	60.116	30.058	679.612
42	12.40	11.100	0.012	0.101	18.797	27.169	11.620	57.586	28.793	651.013
43	12.70	12.200	0.013	0.116	18.858	27.009	11.236	57.103	28.551	645.547
44	12.20	11.600	0.012	0.102	18.972	27.277	11.566	57.815	28.907	653.596

45	13.30	13.000	0.014	0.135	18.739	26.700	10.840	56.279	28.140	636.238
46	13.70	13.600	0.015	0.150	18.671	26.502	10.574	55.747	27.873	630.216
47	12.50	12.400	0.012	0.114	18.975	27.115	11.260	57.351	28.675	648.349
48	15.30	12.600	0.018	0.174	17.929	25.764	10.295	53.988	26.994	610.334
49	14.30	13.000	0.016	0.157	18.352	26.216	10.511	55.079	27.539	622.663
50	13.50	12.580	0.014	0.135	18.594	26.601	10.868	56.063	28.031	633.787
51	13.70	12.400	0.015	0.137	18.486	26.502	10.844	55.832	27.916	631.184
52	12.40	11.400	0.012	0.103	18.850	27.169	11.543	57.562	28.781	650.734
53	14.80	12.300	0.017	0.159	18.058	25.986	10.516	54.561	27.280	616.808
54	11.40	10.800	0.010	0.083	19.191	27.730	12.083	59.004	29.502	667.044
55	12.70	11.400	0.013	0.108	18.723	27.009	11.434	57.166	28.583	646.257
Total	13.11	12.325	0.014	0.125	18.709	26.796	11.061	56.566	28.283	639.477

Parcela 5

Número de arboles	DAP (cm)	Ht (m)	Área Basal (m ²)	Volumen Basal (m ³)	Biomasa hojas (kg/par)	Biomasa a Ramas (kg/par)	Biomasa a Fuste (kg/par)	Biomasa a árbol (kg/par)	CO ₂ Capturado	Valor Económico (\$)
1	12.60	11.900	0.012	0.111	18.851	27.062	11.344	57.257	28.628	647.288
2	11.80	12.300	0.011	0.101	19.266	27.500	11.546	58.313	29.156	659.224
3	13.90	11.900	0.015	0.135	18.327	26.405	10.898	55.630	27.815	628.902
4	11.60	11.600	0.011	0.092	19.241	27.614	11.795	58.650	29.325	663.039
5	12.90	13.100	0.013	0.128	18.917	26.904	10.957	56.778	28.389	641.875
6	11.30	11.100	0.010	0.083	19.293	27.789	12.043	59.125	29.562	668.407
7	12.30	12.200	0.012	0.109	19.029	27.223	11.381	57.633	28.816	651.539
8	10.50	10.100	0.009	0.066	19.496	28.280	12.653	60.429	30.214	683.145
9	13.30	13.000	0.014	0.135	18.739	26.700	10.840	56.279	28.140	636.238
10	12.30	11.900	0.012	0.106	18.979	27.223	11.454	57.656	28.828	651.800
11	9.50	9.400	0.007	0.050	19.886	28.949	13.318	62.153	31.076	702.638
12	13.60	13.800	0.015	0.150	18.739	26.551	10.564	55.855	27.927	631.435
13	12.30	12.200	0.012	0.109	19.029	27.223	11.381	57.633	28.816	651.539
14	12.40	12.400	0.012	0.112	19.018	27.169	11.297	57.484	28.742	649.852
15	13.80	13.900	0.015	0.156	18.675	26.454	10.477	55.606	27.803	628.626
16	11.90	11.600	0.011	0.097	19.105	27.444	11.679	58.227	29.114	658.258
17	11.80	11.800	0.011	0.097	19.184	27.500	11.667	58.351	29.176	659.659
18	11.70	11.900	0.011	0.096	19.246	27.557	11.681	58.484	29.242	661.164
19	13.00	12.800	0.013	0.127	18.829	26.853	10.989	56.672	28.336	640.672
20	13.50	13.600	0.014	0.146	18.749	26.601	10.641	55.990	27.995	632.970
21	10.60	10.400	0.009	0.069	19.504	28.217	12.524	60.244	30.122	681.063
22	11.50	11.200	0.010	0.087	19.217	27.672	11.937	58.826	29.413	665.028
23	11.00	11.000	0.010	0.078	19.418	27.969	12.192	59.579	29.789	673.540
24	12.30	12.400	0.012	0.111	19.061	27.223	11.334	57.618	28.809	651.369
25	12.50	12.100	0.012	0.111	18.926	27.115	11.332	57.373	28.687	648.605
26	14.00	13.700	0.015	0.158	18.570	26.358	10.454	55.381	27.691	626.084
27	9.40	11.900	0.007	0.062	20.413	29.020	12.677	62.109	31.055	702.148
28	11.80	11.600	0.011	0.095	19.150	27.500	11.717	58.367	29.183	659.838
29	11.90	11.700	0.011	0.098	19.122	27.444	11.654	58.219	29.110	658.168
30	12.90	12.900	0.013	0.126	18.886	26.904	11.002	56.792	28.396	642.036
31	11.50	11.600	0.010	0.090	19.287	27.672	11.834	58.793	29.397	664.660
32	11.60	11.400	0.011	0.090	19.206	27.614	11.846	58.666	29.333	663.221
33	12.30	12.400	0.012	0.111	19.061	27.223	11.334	57.618	28.809	651.369
34	10.20	11.600	0.008	0.071	19.927	28.474	12.380	60.780	30.390	687.122
35	12.20	11.900	0.012	0.104	19.023	27.277	11.491	57.791	28.896	653.328
36	12.50	12.300	0.012	0.113	18.959	27.115	11.284	57.358	28.679	648.433
37	14.10	12.500	0.016	0.146	18.349	26.310	10.689	55.348	27.674	625.712
38	12.20	11.800	0.012	0.103	19.006	27.277	11.516	57.799	28.899	653.417
39	11.90	12.000	0.011	0.100	19.172	27.444	11.580	58.196	29.098	657.903
40	9.60	9.600	0.007	0.052	19.873	28.879	13.208	61.960	30.980	700.456
41	9.70	9.400	0.007	0.052	19.775	28.810	13.223	61.808	30.904	698.736
42	11.30	11.100	0.010	0.083	19.293	27.789	12.043	59.125	29.562	668.407

43	11.50	11.700	0.010	0.091	19.304	27.672	11.809	58.786	29.393	664.570
44	11.20	10.900	0.010	0.081	19.304	27.849	12.136	59.289	29.644	670.262
45	12.20	12.200	0.012	0.107	19.072	27.277	11.418	57.768	28.884	653.068
46	12.70	12.500	0.013	0.119	18.907	27.009	11.165	57.080	28.540	645.292
47	11.50	11.300	0.010	0.088	19.235	27.672	11.911	58.818	29.409	664.935
48	14.30	11.900	0.016	0.143	18.176	26.216	10.769	55.161	27.580	623.590
49	13.20	13.000	0.014	0.133	18.779	26.751	10.875	56.404	28.202	637.651
50	12.30	12.480	0.012	0.111	19.074	27.223	11.315	57.612	28.806	651.301
51	12.60	12.400	0.012	0.116	18.933	27.062	11.224	57.219	28.609	646.857
52	11.20	11.300	0.010	0.083	19.376	27.849	12.031	59.256	29.628	669.884
Total	12.03	11.898	0.011	0.101	19.096	27.369	11.555	58.020	29.010	655.916