

ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA
AMENAZA DE INCENDIOS FORESTALES EN LA VEREDA EL PORVENIR – PUERTO
LÓPEZ (META)



YASSER ABDUL SABBAGH GUTIERREZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2022

ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA
AMENAZA DE INCENDIOS FORESTALES EN LA VEREDA EL PORVENIR – PUERTO
LÓPEZ (META)

YASSER ABDUL SABBAGH GUTIERREZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Ambiental

Director

JORGE ELIECER PARDO MAYORGA

Ingeniero civil y de sistemas

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2022

Autoridades Académicas

P. JOSÉ GABRIEL MESA ANGULO, O. P.

Rector General

P. EDUARDO GONZÁLEZ GIL, O. P.

Vicerrector Académico General

P. JOSE ANTONIO BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Sede Villavicencio

P. RODRIGO GARCIA JARA, O.P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

WILLIAM PEÑARANDA ZARATE

Decano Facultad de Ingeniería Ambiental

Contenido

Resumen.....	7
Introducción	9
1. Planteamiento del problema	10
1.1 Descripción del problema.....	10
1.2 Formulación en torno al problema	11
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo general	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3. Justificación	13
4. Antecedentes	15
5. Marco de referencia	16
5.1 Marco teórico	16
5.2 Marco conceptual	17
5.3 Marco legal.....	18
6. Metodología	19
6.1 Diseño metodológico.....	19
6.1.1 Fase 1. Zonificación de áreas propensas a sufrir incendio forestal.	19
6.1.2 Análisis de impactos ambientales.....	36
6.1.3 Estrategia contra incendios forestales.	39
7. Análisis y discusión de resultados	42
7.1 Zonificación de áreas susceptibles	42
7.2 Determinación de impactos.....	44
7.3 Estrategia de educación ambiental	45
8. Impacto social y humanístico del proyecto	47
9. Conclusiones	48
10. Recomendaciones	49
Bibliografía	50

Lista de tablas

Tabla 1: Datos históricos anuales de temperatura y precipitación. Adaptado de (CLIMATE-DATA.ORG, 2012).....	22
Tabla 3: Eventos de incendio ocurridos en el departamento del Meta. (CORMACARENA, 2018)	22
Tabla 4: Histórico de incendios de los últimos 3 años del municipio de Puerto López	23
Tabla 5: Clasificación de la pendiente según la amenaza. Adaptado de (IDEAM, 2011) por Yasser	24
Tabla 6: Clasificación de la cobertura vegetal según la amenaza. Fuente (IDEAM, 2011)	25
Tabla 7: Tipos de combustibles según la cobertura vegetal. Fuente IDEAM (IDEAM, 2011)....	26
Tabla 8: Duración del combustible según la cobertura vegetal. Fuente IDEAM (IDEAM, 2011)	26
Tabla 9: Nivel de amenaza según la duración del combustible. Fuente (IDEAM, 2011)	27
Tabla 10: Carga total (Biomasa) de combustibles. Fuente (IDEAM, 2011)	27
Tabla 11: Nivel de amenaza según la carga total de combustibles. Fuente (IDEAM, 2011)	28
Tabla 12: Nivel de amenaza según la precipitación media anual (mm). Fuente (IDEAM, 2011)	29
Tabla 13: Nivel de amenaza según la temperatura media anual (°C). Fuente (IDEAM, 2011) ...	29
Tabla 14: Nivel de amenaza según el relieve. Fuente (IDEAM, 2011)	29
Tabla 15: Nivel de amenaza según la distancia a la vía. Fuente (IDEAM, 2011)	30
Tabla 16: Distribución de comunidades indígenas	32
Tabla 17: Tipo de cobertura vegetal y su calificación de vulnerabilidad.	33
Tabla 18: Matriz de impacto ambiental. Fuente propia	37
Tabla 19: Evaluación de los impactos ambientales. Fuente propia.	38

Lista de figuras

Figura 1: Delimitación de la zona de estudio.....	14
Figura 2: Mapa de isoyetas de la vereda El Porvenir.....	19
Figura 3: Diagrama de precipitación media anual de Puerto Lopez. Adaptado de (Cimate-data.org, 2012)	20
Figura 4: Mapa de isotermas de la vereda El Porvenir. Fuente propia	21
Figura 5: Diagrama de temperatura media anual de Puerto López. Adaptado de (Cimate-data.org, 2012)	21
Figura 6: Mapa de pendiente de la vereda El Porvenir.	24
Figura 7: Mapa de cobertura vegetal de la vereda El Porvenir.	25
Figura 8: Mapa de accesibilidad vial de la vereda El Porvenir.....	30
Figura 9: Plan básico de ordenamiento territorial.	31
Figura 10: Mapa de zonas susceptibles a incendios forestales. Fuente propia.	43

Resumen

Este trabajo aporta al diseño de una estrategia para reducir impactos y amenazas generadas por los incendios forestales tales como la erosión del suelo, las pérdidas de cobertura vegetal, perdidas económicas y de biodiversidad, a partir de la realización de una zonificación de las áreas más susceptibles y de la identificación de los impactos ambientales generados por las diferentes actividades desarrolladas en la zona de estudio. Para el desarrollo de la zonificación se implementó la metodología propuesta por el IDEAM llamada “Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal” en la vereda El Porvenir en el municipio de Puerto López y para la identificación de los impactos ambientales se tomaron dos matrices, una de identificación de impactos y amenazas en la zona de estudio y otra basada en el método EPM para cuantificar cada impacto e identificar cual es el más significativo; estas se tomaron del documento llamado “Manual de evaluación de impactos ambientales de proyectos, obras o actividades”. Los resultados indican en primer lugar, que la zona de estudio se encuentra en un nivel Medio de riesgo por incendio debido a las coberturas vegetales presentes que se basan en un mosaico de cultivos, pastos y zonas naturales, a los factores climáticos y a las actividades desarrolladas allí, además se encontró mediante el uso de las matrices, que la actividad que mayor genera impactos a los componentes son las quemas controladas, dejando grandes efectos como la erosión y la pérdida de cobertura vegetal. Por último, se encontró que la estrategia basada en educación ambiental que se diseñó debido a la falta de conocimientos por parte de los actores sociales, resulta eficiente y exacta para este caso, debido a que integra todos los conocimientos tanto de la persona que desarrolla el taller como de los actores sociales para así reducir los impactos y amenazas y adicionalmente disminuir el nivel de riesgo Medio de la zona a un nivel Bajo.

Palabras clave: Zonificación, coberturas vegetales, matrices de impacto ambiental, estrategia ambiental, gestión del riesgo

Abstract

This work is based on the design of a strategy to mitigate impacts and threats generated by forest fires, based on the realization of a zoning of the most susceptible areas and the identification of the environmental impacts generated by the different activities developed in the study zone. For the development of the zoning, the methodology proposed by IDEAM called "Protocol for the realization of maps of zoning of risks to fires of the vegetation cover" was implemented in the village of El Porvenir in the municipality of Puerto López and for the identification of the environmental impacts the matrices of the document called "Manual of evaluation of environmental impacts of projects, works or activities" were taken. The results indicate in the first place that the study area is at a High / Medium level of fire risk due to the vegetation cover present, the climatic factors and the activities carried out there, it was also found by using the matrices, that the activity that generates the greatest impacts on the components is controlled burning, leaving great effects such as erosion and loss of vegetation cover. Finally, it was found that the designed strategy represents an efficient and exact tool for this case, because it integrates the knowledge of both the person who develops the workshop and the social actors in order to generate an action plan to mitigate impacts and threats. and additionally reduce the level of risk in the area.

Introducción

Uno de los fenómenos naturales con mayor poder destructivo a nivel mundial, son los incendios forestales causados por diferentes factores como la acciones antrópicas, el cambio climático entre otros (Keipi, Mora Castro, & Bastidas, 2005). Estos colocan en un gran riesgo a las comunidades cercanas al área afectada, a los animales y a la vegetación, ocasionando pérdidas tanto económicas como de recursos naturales y humanos. En Colombia se encuentran grandes extensiones de diferentes tipos de cobertura vegetal que son susceptibles a sufrir incendios forestales, pero hay unas en específico como lo pastos en las zonas de poca altitud y con condiciones de altas temperaturas que tienen la mayor probabilidad de sufrir incendios forestales, como lo es el departamento del Meta, que en su periodo de sequía sufre temperaturas hasta de 35°C con una precipitación mínima mensual de 35mm (Cimate-data.org, 2012).

El departamento de Puerto López se enfrenta a grandes amenazas y riesgos en el tema de incendios forestales, debido a la escasez de proyectos, planes y personal que ejecute acciones para la su solución o la mitigación de estos fenómenos que perjudican directamente a la población aledaña a las zonas afectadas.

Dada la importancia de esto, es necesario identificar y delimitar las áreas con mayor riesgo de incendio forestal que se encuentran próximas a las zonas pobladas para elaborar planes de prevención, control y mitigación de estos fenómenos y sus impactos en futuras ocasiones, llevados a cabo de la mano con la gestión del riesgo de desastres naturales (Narvaéz, Lavell, & Perez Ortega, 2009).

Es así como esta investigación se centra en una vereda del departamento del Meta ubicada en el municipio de Puerto López llamada vereda el Porvenir. Allí se presentó un incendio que consumió 1000 hectáreas el 14 de Feb del 2019 según la página oficial de RCN radio, además de encontrarse que seguirá en riesgo en el próximo periodo de sequía que experimente el departamento debido al aumento de la temperatura y la reducción de las precipitaciones según el IDEAM. Con lo anterior se realizó un mapa de riesgo y se elaboró una estrategia para reducir el impacto y las amenazas asociadas a los incendios forestales, también teniendo en cuenta datos históricos de esta zona

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema

Un incendio forestal, es un acontecimiento de origen natural o artificial que se extiende sin control por un terreno silvestre, afectando la cobertura vegetal, la flora y fauna del lugar. Cuando se quiere determinar si este fue de origen natural o artificial, se tiene en cuenta si fue por acciones antrópicas o si fue originado por condiciones climáticas u otros factores naturales (Pausas, 2012). En la actualidad, los incendios forestales han tomado gran fuerza debido al aumento de la temperatura global y a los periodos de sequía que se presentan en algunos lugares del mundo. El 04 de enero del 2020 según la UNESCO. Australia sufrió grandes incendios debido a las oleadas de calor que experimenta, donde murieron más de 20 personas, se destruyeron alrededor de 1500 viviendas y se quemaron más de 900000 hectáreas de terrenos. Estos incendios no solo afectan medios físicos como el terreno o las viviendas, sino que también afectan las condiciones climáticas debido a las emisiones que producen que contienen una gran cantidad de material particulado y gases de efecto invernadero.

La cobertura vegetal (Martinez, Montoya, Calderon, & Camacho, 2003), es el primer y mayor afectado durante y después de un incendio, ya que es el medio por el cual se propaga el fuego a través de una zona. Los daños o (Rojas Castillo, 2017)ocasionados a la cobertura vegetal provocan que el suelo quede desnudo y por ende se origine el proceso de erosión en el suelo, reduce la capacidad de retención de agua en el suelo lo que promueve futuras inundaciones en los demás terrenos, también se reduce la calidad de los bienes y servicios, la calidad del paisaje, genera efectos indirectos en la biodiversidad de la zona al destruir el hábitat, reduce la calidad del aire y del recurso hídrico (Jimenez, Urrego, & Toro, 2016).

En Colombia, se han presentado diversos incendios en algunas zonas, en Bogotá, el 18 de febrero se produjo un incendio en el humedal Tibanica de Bosa, siendo el segundo incendio consecutivo en la zona, lo que genera un gran estado de alarma para el lugar. Ahora, hablando de nuestro departamento del Meta, según la revista El Tiempo, se presentaron incendios forestales en Cabuyaro, El Castillo, Puerto Gaitán, Vistahermosa, La Macarena y Puerto López debido a que pasamos por un periodo de extrema sequía y un aumento considerable en la temperatura, llegando

a más de 34°C según los datos que arrojan las estaciones meteorológicas y algunas aplicaciones que reportan datos del clima.

Con base en la problemática planteada anteriormente, se desea orientar este trabajo hacia la evaluación de amenazas de incendio y al diseño de una estrategia para la mitigación de estas, ya que pueden afectar la zona de estudio y generar impactos negativos. El lugar está ubicado en el municipio de Puerto López exactamente en la vereda el Porvenir donde recientemente hubo un incendio que arrasó con más de 1000 hectáreas de cobertura vegetal, pero que pudo ser controlado gracias a la ayuda de los bomberos de los municipios aledaños. Para evaluar esta información se utilizarán imágenes satelitales extraídas de la web procesadas en ArcMap y cartografía base de la zona suministrada por la alcaldía del municipio y el DANE.

1.2 Formulación en torno al problema

¿Cuál es el factor de riesgo directo en la generación de incendios a causa de la presencia de las coberturas (mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales), en la vereda El Porvenir en el municipio de Puerto López (Meta)?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Establecer una estrategia asociado a la gestión del riesgo para la mitigación de impactos y amenazas por incendios forestales desfavorables en las coberturas vegetales en la vereda El Porvenir.

2.2 Objetivos específicos

- Zonificar las áreas de susceptibilidad a incendios por coberturas vegetales en el lugar de estudio mediante el uso de imágenes satelitales y los SIG.
- Determinar las causas de los impactos ambientales generados por incendios a partir de las actividades socioeconómicas del sector.
- Generar una estrategia que contribuya con la mitigación de las amenazas por incendio presentes en la zona, desde la gestión del riesgo.

3. Justificación

Este trabajo es de importancia debido a que determinara las causas directas que ocasionan la propagación sin control de los incendios en la zona de estudio, evaluando las actividades antrópicas y socioeconómicas del sector. Para este caso, las quemas controladas realizadas por los habitantes de la vereda, representan la actividad generadora de estos fuegos sin control que se convierten en grandes incendios.

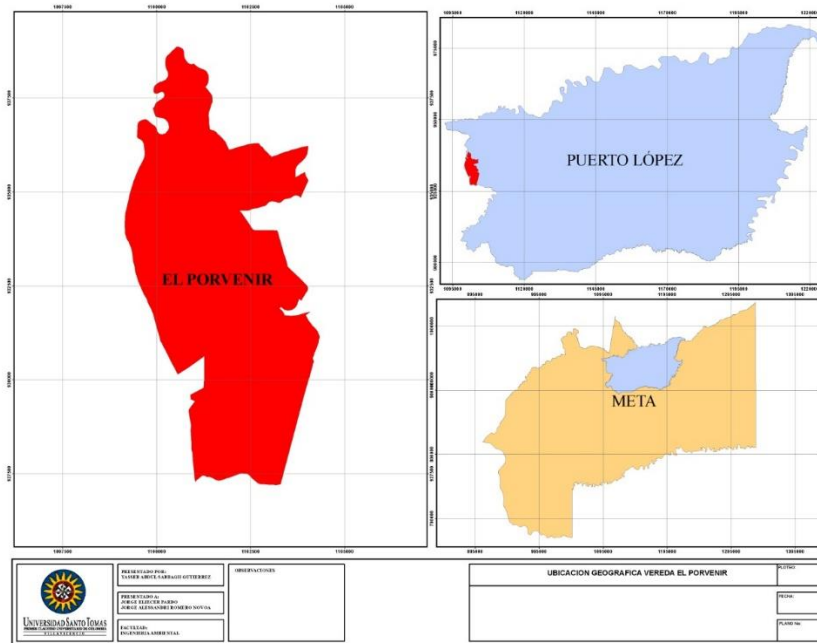
A partir de lo anterior es necesario realizar una caracterización y zonificación de las coberturas vegetales en el área de estudio, para conocer como están conformadas y donde se ubican y así determinar el grado de susceptibilidad y de probabilidad a que se presente un incendio basándose en lo estipulado por la metodología del IDEAM que relaciona el tipo de cobertura con factores como el relieve, clima, accesibilidad y aspectos socioeconómicos.

Esto permitirá establecer una estrategia que involucre a los actores principales asociados al fenómeno a través de charlas participativas de educación ambiental, que refuercen los conocimientos básicos que tienen los habitantes en cuanto a gestión del riesgo, sobre la situación actual de la zona y las causas del nivel de riesgo en el que se encuentran.

4. Alcance del proyecto

El desarrollo de este proyecto se llevará a cabo en la vereda el Porvenir ubicada en el municipio de Puerto López. Meta. Se desarrollará durante los periodos académicos 2021-1 y 2021-2, teniendo en cuenta desde el planteamiento del anteproyecto hasta el desarrollo de la tesis. En la zona de estudio se desarrollan diferentes actividades económicas tales como: un mono cultivo de palma ubicado en el centro de la vereda, algunas fincas dedicadas a la ganadería semi-intensiva y por ultimo algunos cultivos rotativos basados en soya, arroz entre otros. este proyecto permitirá establecer el grado de susceptibilidad a la generación de incendios causados por las coberturas vegetales del sector, este estudio se podrá utilizar como un referente a nivel municipal, en la creación de instrumentos o estrategias asociadas a la gestión del riesgo, donde la entidad territorial gestionará metodologías de educación ambiental.

Figura 1: Delimitación de la zona de estudio.



5. Antecedentes

En el trabajo realizado por M y Valdés (1999) (Manuel Valdes, 1999) se lleva a cabo una recopilación y un análisis de la presencia histórica de los incendios forestales en el centro y este peninsular. En este trabajo, en primer lugar, se lleva a cabo una recopilación de datos históricos de diferentes fuentes confiables para la creación de tablas y gráficos que puedan ser interpretados estadísticamente para lograr demostrar que los incendios forestales han sido un fenómeno antiguo que ha tenido diferentes orígenes. De este trabajo se utilizará la metodología para la recopilación de datos históricos sobre los incendios forestales posteriores a este proyecto que han tenido lugar en la zona de estudio, para luego ser organizados en tablas que puedan ser interpretadas y demuestren la relevancia de estos sucesos.

El texto realizado por Arias (2016) (Arias Murcia, 2016) se llevó a cabo la elaboración de una zonificación de amenazas por incendios forestales en el sector rural del municipio de Tota, Boyacá con el empleo de un SIG, en el cual se plantean una variedad de metodologías que fueron tomadas a escala 1:100.000 y adaptadas a una escala 1:25.000, donde se usan diferentes componentes como antecedentes de incendios, radiación solar, vientos y otros componentes importantes. Como resultado se obtuvo un documento detallado de la situación de la zona, el cual representa una gran herramienta para el control de esos fenómenos naturales al proporcionar datos específicos de las zonas más susceptibles, los factores más influyentes y los periodos en los que se pueden originar estos fenómenos.

El documento llamado Estrategias para prevenir incendios forestales y técnicas para revertir procesos de degradación en áreas quemadas (Dinis, Prats, Oliveira, & Coelho, 2015), lleva a cabo la implementación de varias estrategias para verificar su impacto ante las consecuencias generadas por estos sucesos catastróficos, el autor aplica diferentes estrategias antes y justo después de un incendio para comprobar la eficacia de dichas estrategias y también las desventajas, finalmente descubre que tienen buenos beneficios para prevenir futuros incendios y para evitar la erosión pero que se encuentran limitadas por dos factores que son la magnitud del terreno afectado por el incendio y la velocidad a la que ocurren los procesos de degradación del suelo, sin embargo el autor menciona que actuando rápidamente después del incendio y seleccionando puntos críticos de la zona afectada, se puede contrarrestar el efecto negativo generado por estos dos factores. Además, se descubrió que la mejor estrategia es la prevención de la erosión.

6. Marco de referencia

6.1 Marco teórico

El tema que aborda este proyecto hace referencia a la mitigación de la amenaza de incendio forestal en la zona de estudio, debido a que es estos son un fenómeno histórico de gran importancia. Los incendios forestales son fenómenos que pueden ocurrir naturalmente o que pueden ser provocados por el ser humano debido a sus actividades en los diferentes ecosistemas (Pausas, 2012), frente a esto, la gestión del riesgo se encarga de generar estrategias para la mitigación, prevención y control de estos incidentes y también para reducir la probabilidad de su ocurrencia.

La zona de estudio presenta periodos de sequía de hasta 4 meses que pueden llegar a ser muy intensos debido al clima que presenta y también al efecto del fenómeno del niño que suele azotar nuestro país (Montealegre Bocanegra, 2007). Estos acontecimientos afectan el balance hídrico de la zona lo que genera una alteración que puede intensificar la amenaza de incendio forestal debido a que la cobertura vegetal pierde humedad y esto provoca que sea más fácil su combustión.

Para este documento, la gestión del riesgo nos facilitara la generación de una estrategia que permita la mitigación de los impactos generados por los incendios forestales en la zona de estudio, basándose en la situación actual que nos muestra el mapa de riesgo y la información secundaria obtenida.

La metodología propuesta por el IDEAM aplicada en este trabajo se basa en la recolección de información meteorológica, cartográfica, topográfica y espacial para el análisis y la determinación de la susceptibilidad de la zona de estudio a los incendios forestales, este documento integra todos los factores en mapas que son clasificados por tablas para determinar el nivel de amenaza que produce cada factor en la zona de estudio, para finalmente realizar un mapa que integra todos los datos donde se muestran las zonas mas susceptibles a los incendios.

Los mapas de riesgo (Gómez Delgado, 2006), son una de las herramientas que se han facilitado a los seres humanos, la toma de decisiones ante estos fenómenos, por ejemplo, estos mapas permiten la identificación de las zonas más propensas a sufrir un incendio, lo que representa una gran ventaja ante ellos ya que se pueden tomar medidas para reducir el riesgo de que se originen en una zona determinada, para mitigar los impactos que generan y para poder controlarlos y extinguirlos.

6.2 Marco conceptual

Los Incendios forestales son fuegos que se propagan sin restricción y que tienen un efecto no deseado sobre la cobertura vegetal, además de no tener ningún control humano (Pausas, 2012). Para el caso de este trabajo representa el principal objetivo de estudio, ya que este fenómeno es el principal actor y sus impactos son los que se desean mitigar. Para identificar las zonas que podrían ser afectadas por los incendios se realiza un Mapa de riesgo, este es una herramienta creada por distintos sistemas de información ,que tiene como propósito la identificación de las actividades o de los procesos que están ligados a un riesgo, medir su capacidad de ocurrencia y el daño que pueden ocasionar (Gómez Delgado, 2006). Estos mapas se realizan a través de un SIG que es un software que permite la relación de cualquier dato con una ubicación geográfica. Puede realizar mapas que muestren recursos, poblaciones, edificios, entre otros datos de un país, ciudad o municipio. Esta herramienta toma los datos, los almacena, los manipula y analiza para luego ser mostrados gráficamente (Gómez Delgado, 2006).

La Gestión del riesgo se refiere a la acción de identificar, analizar y medir la probabilidad de que exista una pérdida y de los efectos secundarios que se originan por los desastres. Además de las acciones que se pueden realizar para prevenir, corregir y reducir estos mismos (Narvaéz, Lavell, & Perez Ortega, 2009). En este proyecto se hace uso de esta para visualizar posibles alternativas para atender la situación de la zona y para medir los efectos generados por los incendios forestales sobre las Cobertura Vegetales que representan la capa de vegetación natural, que se encuentra cubriendo la superficie de la tierra, que tiene una gran variación de características fisonómicas y ambientales en su biomasa. En la zona de estudio las coberturas van desde los pastos hasta los bosques naturales (Martinez, Montoya, Calderon, & Camacho, 2003).

Otro punto que abarca la gestión del riesgo es el factor de Amenaza que hace referencia a un factor externo de riesgo que puede ocasionar un daño social, ambiental y económico en una población durante un lapso de tiempo determinado (Keipi, Mora Castro, & Bastidas, 2005). La principal amenaza que se trata en este proyecto son los incendios forestales ocurridos en la zona.

El balance hídrico se refiere a la relación entre la ganancia y pérdida de agua debido a la precipitación, evapotranspiración y la escorrentía en una zona determinada (Cervantes Martínez, 2007). El balance hídrico es un factor importante para este proyecto debido a que si hay un desequilibrio de este, significaría una mayor vulnerabilidad de la zona a los incendios forestales.

Este factor se ve afectado por el Fenómeno del niño debido a que este aumenta la temperatura del agua y la salinidad, provocando cambios en los ecosistemas y en el clima (Instituto del Mar del Perú, 1985), este fenómeno provoca inundaciones y tormentas. Pero si se presenta el Fenómeno de la niña el cual produce un enfriamiento de la superficie del océano, traerá bajas temperaturas y sequía afectando así el balance hídrico de forma negativa.

ArcGIS: es un sistema de información que se especializa en el manejo y el análisis de información geográfica. Este cuenta con diferentes características como la superposición de información, proximidad, selección geográfica entre otros (Santiago, 2005). Este representa el principal programa utilizado durante el desarrollo de este proyecto, en cuanto a la generación de mapas de riesgo.

6.3 Marco legal

Tabla 1. Marco legal

Normatividad	Descripción	Pertinencia
Ley 1523 de 2012	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Esta norma es pertinente para el proyecto a la hora de realizar las estrategias para la reducción del riesgo por incendio.	Esta norma es pertinente para el proyecto debido a que se utilizará la gestión del riesgo para diseñar la estrategia de mitigación de impactos y amenazas.
Decreto ley 2811 de 1974	Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Este decreto se basa en la reglamentación que se debe expedir para prevenir y controlar incendios forestales, así como también la recuperación de los bosques afectados.	Este decreto aporta en el proyecto a la hora de diseñar la estrategia basada en la prevención y control de incendios forestales.
Ley 1551 de 2012	Por el cual se dictan normas para la modernización, organización y el funcionamiento de los municipios. También promueve la conservación de la biodiversidad y vela por el manejo de estos recursos naturales.	Esta ley es pertinente para el proyecto ya que justifica que se debe promover la conservación de la biodiversidad y velar por el manejo de los recursos naturales que en este caso son afectados por los incendios forestales.
El Código Penal (Ley 599 de 2000)	Considera los incendios como delito de peligro común, que pueden ocasionar graves daños para la población, específicamente en el artículo 350.	En este código se resalta la magnitud de los efectos negativos de los incendios forestales.
CONPES 2834 de 1996	Resalta la necesidad de formular y poner en acción el programa nacional para la prevención, control y extinción de incendios forestales, así como la restauración de las áreas afectadas.	Este contribuye a evidenciar la necesidad de accionar el programa de prevención, Control y extinción de incendios forestales.

7. Metodología

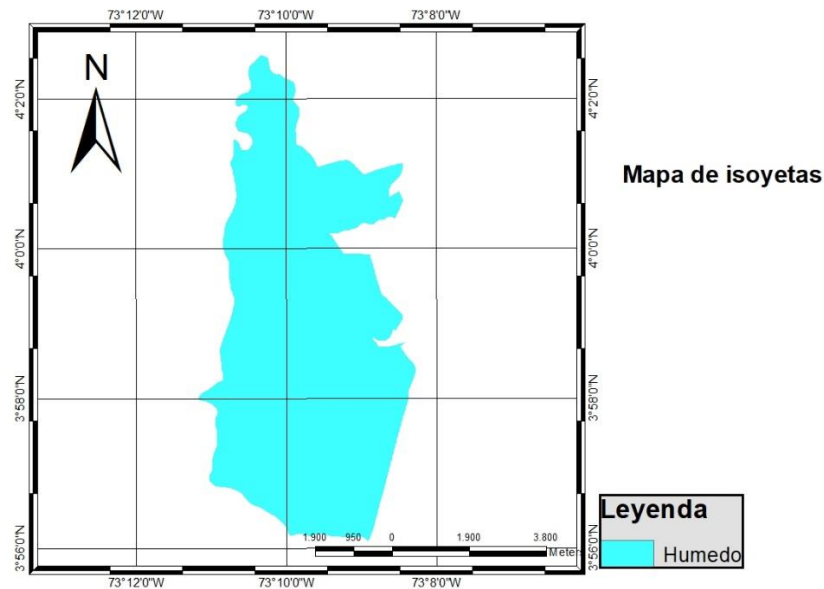
7.1 Diseño metodológico

7.1.1 Fase 1. Zonificación de áreas propensas a sufrir incendio forestal.

Información hidrológica

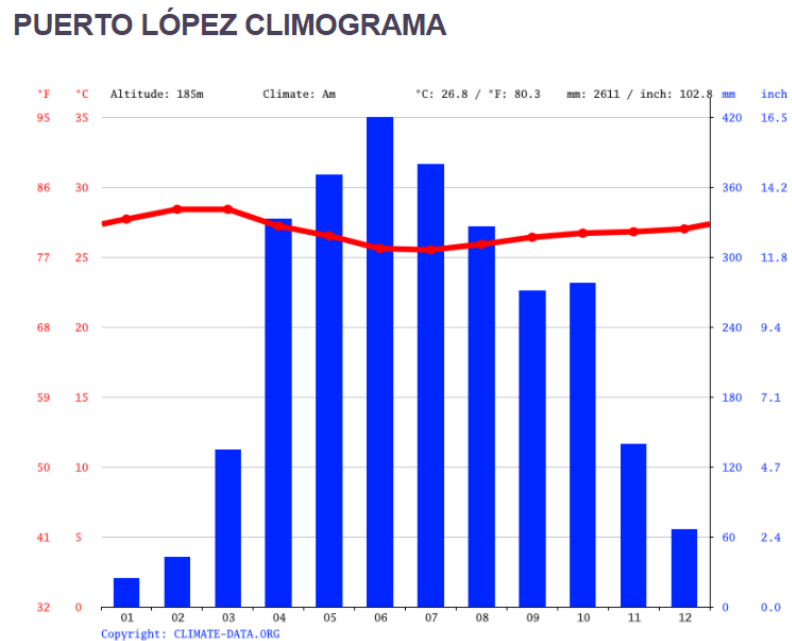
Se consultó en una página de internet llamada <https://es.climate-data.org/info/sources/> que tiene la función de recopilar datos de precipitación de diferentes lugares en el mundo para hacer diagramas y estadísticas sobre la precipitación en el lugar deseado, que puedan ayudar a facilitar el trabajo del ingeniero. Todos los datos climáticos provienen de un modelo climático. El modelo tiene más de 220 millones de puntos de datos y una resolución de 30 segundos de arco, además toma información de estaciones meteorológicas en todo el mundo.

Figura 2: Mapa de isoyetas de la vereda El Porvenir.



Este mapa de isoyetas se utiliza para mostrar el comportamiento de estas en la zona, para este caso las líneas son uniformes en toda la vereda por lo tanto se muestra de un solo color y da como resultado un clima Húmedo.

Figura 3: Diagrama de precipitación media anual de Puerto Lopez.



La precipitación es la más baja en enero, con un promedio de 23 mm. 394 mm, mientras que la caída media en junio. El mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año.

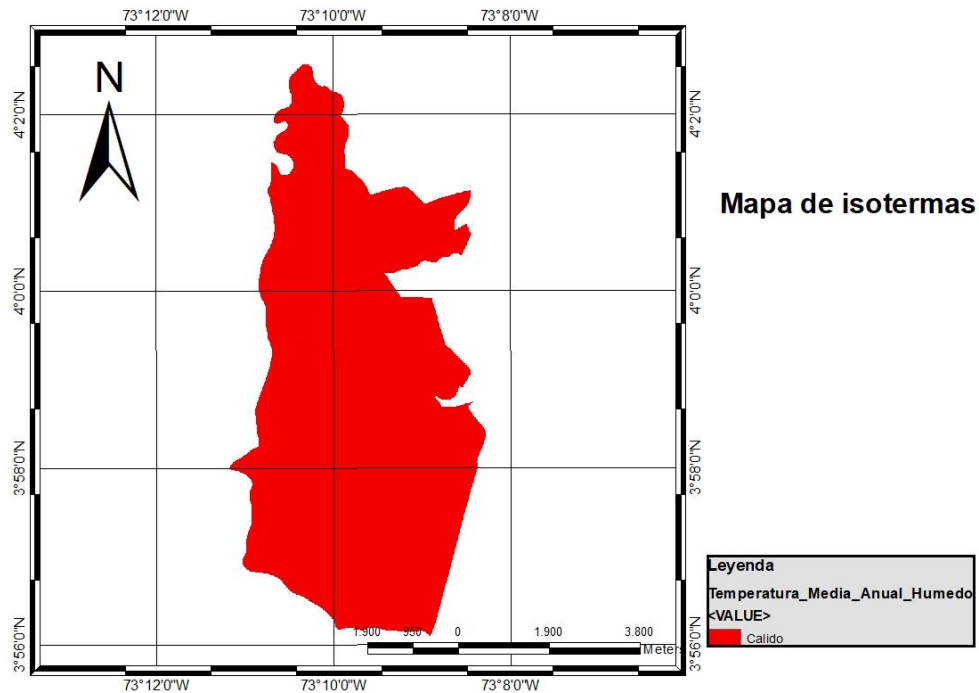
Nota. Adaptado de (Climate-data.org, 2012)

Este grafico muestra el comportamiento de las precipitaciones medias de cada mes del año y sirve para calcular las precipitaciones medias anuales.

Información de temperatura

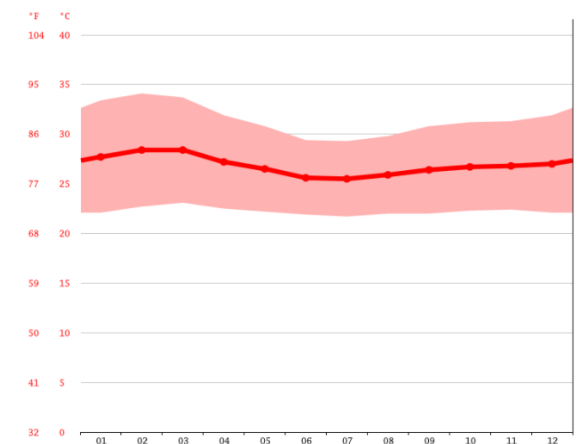
La consulta de estos datos se realizó en la página de internet <https://es.climate-data.org/info/sources/> donde se muestran diagramas y datos estadísticos acerca de la temperatura de cualquier lugar, para este caso se indago sobre Puerto López, Meta. Obteniendo datos de temperatura del presente año y también la temperatura media.

Figura 4: Mapa de isotermas de la vereda El Porvenir.



Este mapa de isotermas nos muestra que la temperatura de la vereda es uniforme y esto se ve evidenciado al tener un color rojo en toda su área, como resultado se identificó que se clasifica como Cálido.

Figura 5: Diagrama de temperatura media anual de Puerto López.



A una temperatura media de 28.4 °C, febrero es el mes más caluroso del año. El mes más frío del año es de 25.5 °C en el medio de julio.

Nota. Adaptado de (Cimate-data.org, 2012)

Este gráfico muestra la temperatura media que presenta cada mes del año en el municipio de Puerto Lopez, además de mostrar los puntos extremos superior e inferior de temperatura media.

Tabla 2: Datos históricos anuales de temperatura y precipitación.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	27.7	28.4	28.4	27.2	26.5	25.8	25.5	25.9	26.4	26.7	26.8	27
Temperatura mín. (°C)	22.1	22.7	23.1	22.5	22.2	21.9	21.7	22	22	22.3	22.4	22.1
Temperatura máx. (°C)	33.4	34.1	33.7	31.9	30.8	29.4	29.3	29.8	30.8	31.2	31.3	31.9
Temperatura media (°F)	81.9	83.1	83.1	81.0	79.7	78.1	77.9	78.6	79.5	80.1	80.2	80.6
Temperatura mín. (°F)	71.8	72.9	73.6	72.5	72.0	71.4	71.1	71.6	71.6	72.1	72.3	71.8
Temperatura máx. (°F)	92.1	93.4	92.7	89.4	87.4	84.9	84.7	85.6	87.4	88.2	88.3	89.4
Precipitación (mm)	23	40	126	312	347	394	358	308	254	260	131	62

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 371 mm. Las temperaturas medias varían durante el año en un 2.9 °C.

Nota. Adaptado de (Cimate-data.org, 2012)

Esta tabla muestra los datos de temperatura media, máxima y mínima de cada mes del año, usándose finalmente para hallar la temperatura media anual.

Información secundaria

Se consultó en el IDEAM en el año 2019 información sobre el historial de incendios ocurridos y las hectáreas afectadas entre los años 2002-2014 en el departamento del Meta.

Tabla 3: Eventos de incendio ocurridos en el departamento del Meta.

AÑO	ÁREA AFECTADA (ha)	No. Eventos
2002	42282,245	996
2003	23817,586	869
2004	40968,910	1164
2005	22693,907	1223
2006	13011,599	556
2007	187066,781	2096
2008	4338,146	113
2009	32426,644	1237
2010	91301,783	2320
2011	44394,614	796
2012	61450,141	1690
2013	44178,915	1889
2014	51129,960	

Nota. Adaptado de (Cormacarena, 2018)

Esta tabla nos muestra la cantidad de incendios ocurridos a través del tiempo entre los años 2002 y 2014 también evidenciar que estos fenómenos han sucedido entre 113 y 1889 veces en un solo año. También sirve para respaldar que estos fenómenos han sucedido desde hace varios años en nuestro departamento y en grandes cantidades.

Tabla 4: Histórico de incendios de los últimos 3 años del municipio de Puerto López

AÑO 2018

MES	CANTIDAD DE INCENDIOS	CANTIDAD AFECTADA. HECTAREAS	CAUSA
ENERO	11	308	QUEMAS CONTROLADAS
FEBRERO	21	18113	QUEMAS CONTROLADAS
MARZO	8	842	QUEMAS CONTROLADAS
ABRIL	1	100	QUEMAS CONTROLADAS
DICIEMBRE	13	745	QUEMAS CONTROLADAS
TOTAL	54	20108	

AÑO 2019

MES	CANTIDAD DE INCENDIOS	CANTIDAD AFECTADA. HECTAREAS	CAUSA
ENERO	17	2097. HECTAREAS	QUEMAS CONTROLADAS
FEBRERO	38	11880. HECTAREAS	QUEMAS CONTROLADAS
MARZO	12	1079. HECTAREAS	QUEMAS CONTROLADAS
ABRIL	1	6. HECTAREAS	QUEMAS CONTROLADAS
DICIEMBRE			QUEMAS CONTROLADAS
TOTAL	68	15057.H	

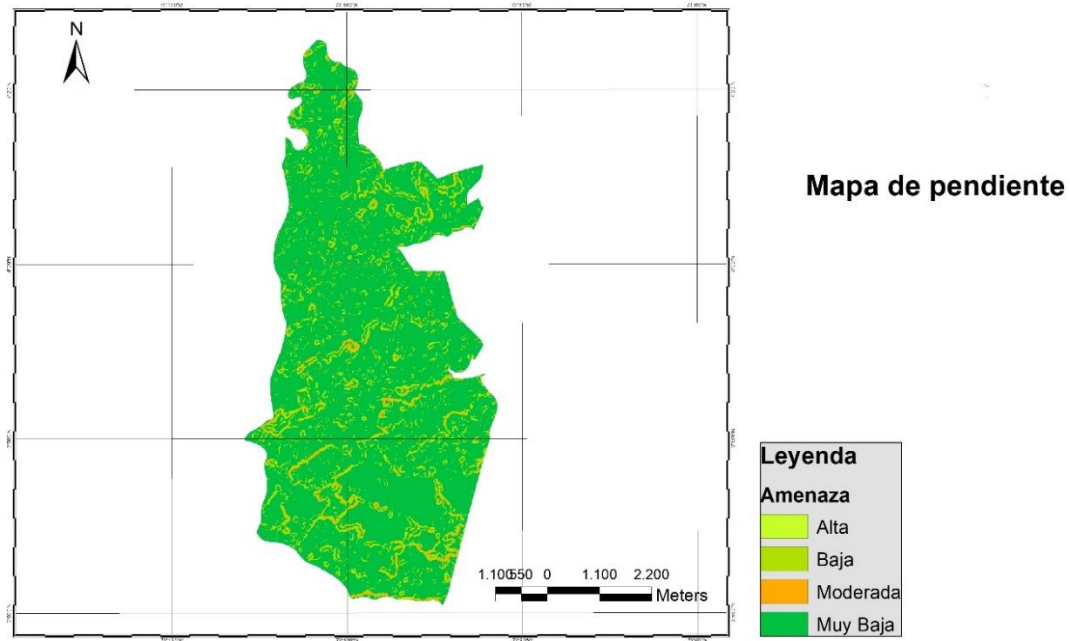
AÑO 2020

FORESTALES AÑO 2020			
MES	CANTIDAD DE INCENDIOS	CANTIDAD AFECTADA. HECTAREAS	CAUSA
ENERO	9	661	QUEMAS CONTROLADAS
FEBRERO	19	8654 H +50m2	QUEMAS CONTROLADAS
MARZO	11	624	QUEMAS CONTROLADAS
TOTAL	39	9939 H + 50 M	

Esta tabla nos muestra la cantidad de incendios que han ocurrido en el municipio de Puerto López entre los años 2018-2020 por motivos de quemas controladas y la cantidad de hectáreas que han sido afectadas.

Mapa de pendiente

Figura 6: Mapa de pendiente de la vereda El Porvenir.



Este mapa nos muestra que la pendiente de la zona de estudio es muy baja siendo inferior a un 7%, es decir que el terreno es llano.

Tabla 5: Clasificación de la pendiente según la amenaza.

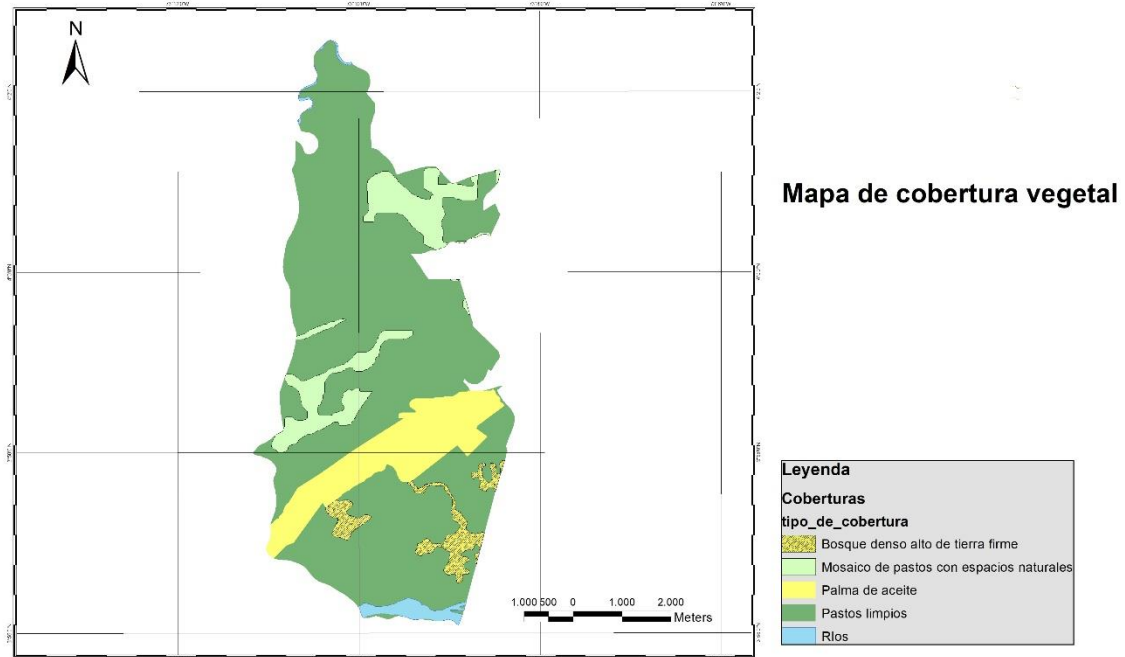
PENDIENTE MEDIA (%)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
0 – 7 %	MUY BAJA	1
7 – 12 %	BAJA	1
12 – 25 %	MODERADA	2
25 – 75 %	ALTA	3
> 75 %	MUY ALTA	4

Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

En esta tabla se muestra el color que representa la pendiente, el valor en porcentaje y su calificación en cuanto al nivel de amenaza que genera, para este caso el nivel es uno y su calificación es muy baja, ya que en los terrenos llanos se propaga con mas dificultad un incendio.

Mapa de cobertura vegetal

Figura 7: Mapa de cobertura vegetal de la vereda El Porvenir.



Este mapa nos muestra las diferentes coberturas vegetales que presenta la zona, en su mayoría cuenta con pastos limpios representados en color verde oscuro y mosaico de pastos con espacios naturales representados en verde claro, además de presentar un mono cultivo de palma en color amarillo.

Tabla 6: Clasificación de la cobertura vegetal según la amenaza.

TIPO DE COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Árboles	BAJA	2
Árboles y arbustos	MODERADA	3
Arbustos	ALTA	4
Hierbas	ALTA	4
Pastos / hierbas	MUY ALTA	5
Pastos	MUY ALTA	5
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas	MUY BAJA	1

Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

Esta tabla nos muestra que el nivel de amenaza generado por la cobertura predominante en la zona que en este caso son los pastos y hierbas, tiene un valor de 5 siendo un nivel de amenaza alto, ya que estas coberturas arden con mayor facilidad.

Evaluación de la amenaza según el tipo de cobertura

Según lo planteado en la metodología del IDEAM y lo que muestra la tabla anterior, se encontró que el tipo de cobertura vegetal predominante en el área de estudio corresponde a Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales lo que corresponde a que el combustible predominante está determinado por pastos/hierbas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7: Tipos de combustibles según la cobertura vegetal.

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	TIPO DE COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	Árbustos
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles
3.1.4. Bosque de galería y ripario	Árboles
3.1.1. Bosque denso	Árboles
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles
3.2.2. Arbustal	Árbustos
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos/hierbas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Pastos/hierbas
2.4.1. Mosaico de cultivos	Hierbas
2.3.3. Pastos enmalezados	Pastos
2.3.1. Pastos limpios	Pastos
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas
3.2.1. Herbazal	Hierbas
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

Nota. Adaptado de Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

La anterior tabla se utiliza para identificar cual es el tipo de combustible predominante, para este caso se identificó que son los Pastos/Hierbas, es decir, esta cobertura será la que el fuego utilice para continuar ardiendo ya que se quema fácilmente.

Tabla 8: Duración del combustible según la cobertura vegetal.

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	10 horas
3.1.3. Bosque fragmentado	100 horas
3.1.4. Bosque de galería y ripario	100 horas
3.1.1. Bosque denso	100 horas
3.1.3. Bosque fragmentado	100 horas
3.2.2. Arbustal	100 horas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1 hora
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1 hora
2.4.1. Mosaico de cultivos	10 horas
2.3.3. Pastos enmalezados	1 hora
2.3.1. Pastos limpios	1 hora
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
3.2.1. Herbazal	10 horas
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

Nota. Adaptado de Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

Esta tabla nos muestra la duración del combustible predominante que para este caso fueron los pastos/hierbas, basados en la siguiente tabla. Se encontró que la cobertura que corresponde a la zona tiene una duración de combustión de 1 hora.

Tabla 9: Nivel de amenaza según la duración del combustible.

DURACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas	MUY BAJA	1
100 horas (Predominio de árboles)	BAJA	2
10 horas (Predominio de arbustos y hierbas)	MODERADA	3
1 hora (Predominio de pastos)	ALTA	4

Nota. Adaptado de Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

La anterior tabla nos muestra la categoría de amenaza según la duración del combustible, para este caso es de 1 hora lo que corresponde a un nivel de amenaza Alto, ya que el fuego tiene mayor probabilidad de propagarse al durar tanto tiempo encendida la cobertura.

Tabla 10: Carga total (Biomasa) de combustibles

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	CARGA TOTAL (BIOMASA) DE COMBUSTIBLES
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	Moderada (50-100 ton/ha)
3.1.3. Bosque fragmentado	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.4. Bosque de galería y ripario	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.1. Bosque denso	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.3. Bosque fragmentado	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.2.2. Arbustal	Muy alta (más de 100 ton/ha)
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.1. Mosaico de cultivos	Baja (1-50 ton/ha)
2.3.3. Pastos enmalezados	Baja (1-50 ton/ha)
2.3.1. Pastos limpios	Baja (1-50 ton/ha)
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
3.2.1. Herbazal	Baja (1-50 ton/ha)
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

Nota. Adaptado de Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

Esta tabla nos muestra la carga de biomasa de los combustibles, primero se idéntico la carga total (biomasa) de combustibles según la cobertura vegetal presente, para este caso fue moderada (50-100 Ton/ha) como se muestra en el número 2.4.3.

Tabla 11: Nivel de amenaza según la carga total de combustibles.

CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas (menos de 1 Ton/Ha)	MUY BAJA	1
Baja (1-50 Ton/Ha)	BAJA	2
Moderada (50 a 100 Ton/Ha)	MODERADA	3
Muy Alta (más de 100 Ton/Ha)	ALTA	4

Nota. Adaptado de Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

Esta tabla nos muestra el nivel de amenaza según la carga total de combustibles, para este caso se encuentra en el nivel de amenaza moderado.

Según lo estipulado en la metodología del IDEAM, se debe aplicar la siguiente ecuación para hablar la susceptibilidad bruta de la vegetación como se muestra a continuación.

$$\text{SUSC: Cal(tc) + Cal(dc) + Cal(ct)}$$

Donde:

SUSC: Susceptibilidad de la vegetación

Cal(tc): Calificación por tipo de combustible

Cal(dc): Calificación de la duración de los combustibles

Cal(ct): Calificación de la carga total de combustibles

$$\text{SUSC: } 3+4+5 = 12$$

Este resultado muestra que la cobertura vegetal presenta un nivel de susceptibilidad Alto, debido a que allí predominan los Pastos/Hierbas, siendo las coberturas que auspician en mayor medida la generación de un incendio.

Evaluación de amenaza según factores climáticos

En primer lugar se procedió a identificar la categoría de amenaza correspondiente a la zona según las precipitaciones media anuales (mm), para la zona que cuenta con unas precipitaciones de 2611mm según (Cimate-data.org, 2012) esto nos indica que se clasifica como Húmeda con categoría de amenaza moderada como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12: Nivel de amenaza según la precipitación media anual (mm).

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Árido (0-500)	MUY BAJA	1
Pluvial (>7000)	MUY BAJA	1
Muy húmedo (3000-7000)	MODERADA	2
Húmedo (2000-3000)	MODERADA	3
Seco (1000-2000)	ALTA	4
Muy seco (500-1000)	MUY ALTA	5

Nota. Adaptado de Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

Se procedió a identificar la categoría de amenaza correspondiente a la zona según la temperatura media anual (°C), la zona cuenta con una temperatura de 26.8°C según (Cimate-data.org, 2012), esto nos indica que la zona se encuentra en la categoría de Cálido con un nivel de amenaza Alto, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13: Nivel de amenaza según la temperatura media anual (°C).

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Nival (<1.5)	MUY BAJA	1
Extremadamente frío (1.5 - 6)	MUY BAJA	1
Muy frío (6 - 12)	MODERADA	2
Frío (12 - 18)	MODERADA	3
Templado (18 - 24)	ALTA	4
Cálido (>24)	MUY ALTA	5

Nota. Adaptado de Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

Evaluación de amenaza según el relieve

Tabla 14: Nivel de amenaza según el relieve.

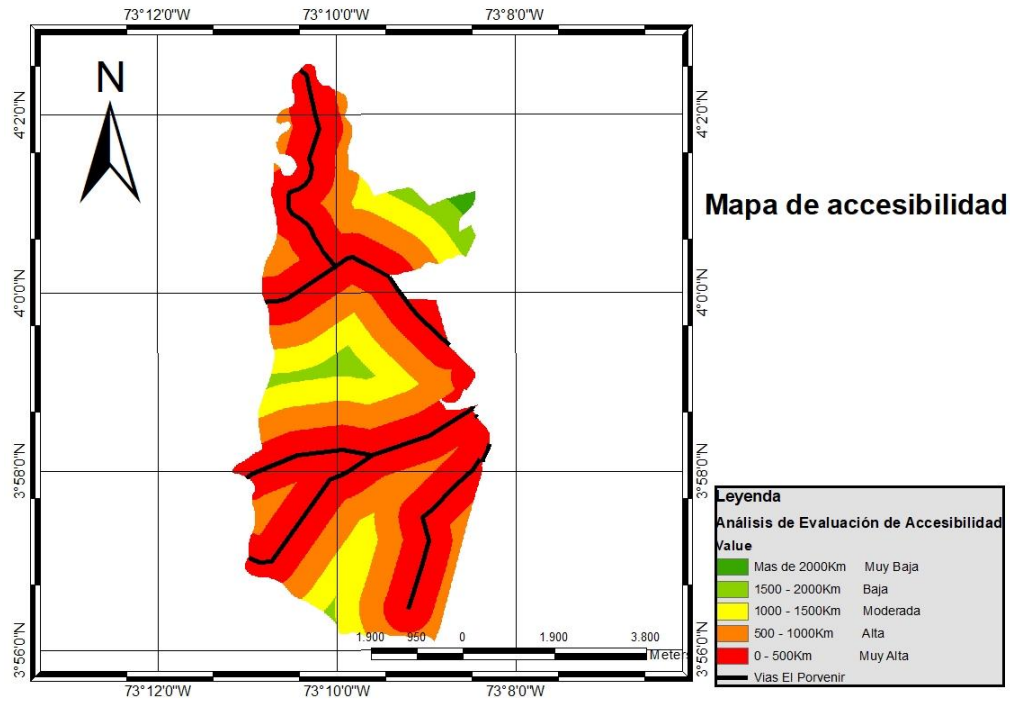
PENDIENTE MEDIA (%)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
0 - 7 %	MUY BAJA	1
7 - 12 %	BAJA	1
12 - 25 %	MODERADA	2
25 - 75 %	ALTA	3
> 75 %	MUY ALTA	4

Nota. Adaptado de Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

Esta tabla nos muestra las categorías de amenaza según la pendiente de la zona, para este caso como se muestra en el Mapa 4, la zona tiene una pendiente inferior a 7% lo que nos genera un nivel de amenaza muy bajo.

Evaluación de amenaza según la accesibilidad vial

Figura 8: Mapa de accesibilidad vial de la vereda El Porvenir.



Para este paso se tomó el mapa vial de la vereda El Porvenir y se analizó la cercanía del terreno a las vías principales para identificar el nivel de amenaza, para el caso de la zona se presenta un nivel de amenaza Alto debido a que hay cercanía entre las vías y las coberturas susceptibles a incendios además de que existe un cultivo de palma cercano a la vía.

Tabla 15: Nivel de amenaza según la distancia a la vía. Fuente (Ideam, 2011)

DISTANCIA A LA VÍA (GROSOR DEL BUFFER en m)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
0 – 500	MUY ALTA	5
500 – 1000	ALTA	4
1000 – 1500	MODERADA	3
1500 – 2000	BAJA	2
Más de 2000	MUY BAJA	1

Nota. Adaptado de Nota. Adaptado de (Ideam, 2011)

Esta tabla muestra la categoría de amenaza según la cercanía que hay entre las vías y las coberturas o estructuras presentes en la zona. Para este caso el nivel de amenaza es Alto

Por ultimo como se estipula en la metodología del IDEAM, se debe aplicar la siguiente ecuación para hallar la amenaza total de incendio forestal.

Amenaza = susceptibilidad de la vegetación X (0,17) + precipitación X (0,25) + temperatura X (0,25) + pendientes X (0,03) + accesibilidad x (0,03)

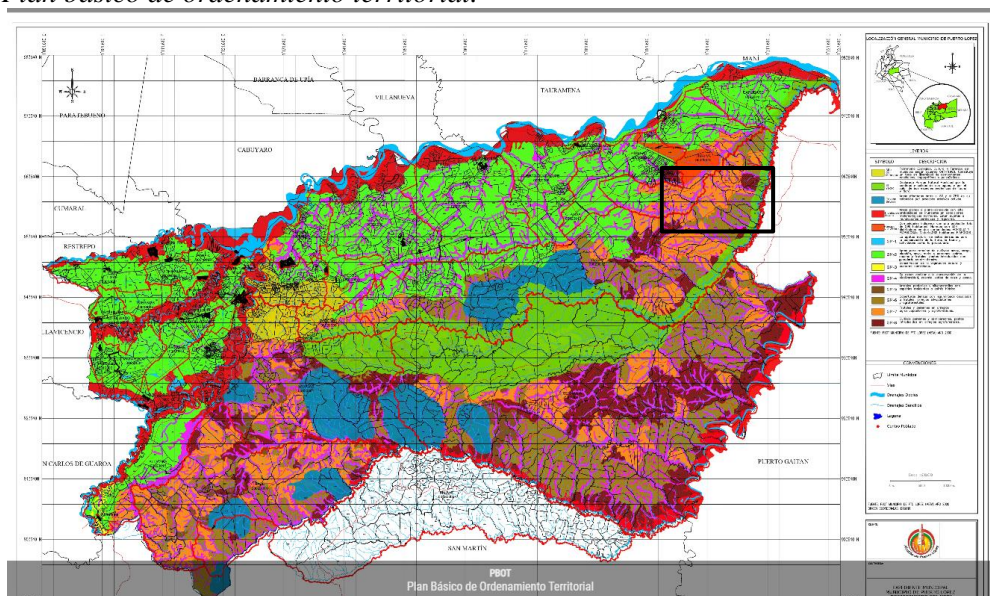
Amenaza= (12*0.17) +(3*0.25)+(5*0.25)+(1*0.03)+(4*0.03)

Amenaza= 4.2

Este resultado nos muestra que el nivel de amenaza generado por la vegetación, precipitaciones, temperatura, pendiente y accesibilidad es Medio.

Mapa de vulnerabilidad poblacional

Figura 9: Plan básico de ordenamiento territorial.



Este mapa nos muestra en color naranja encerrado en un rectangulo la ubicación de las comunidades indígenas, cerca de la zona de estudio no se encuentran ubicadas comunidades indígenas, por lo tanto, el valor de amenaza es de 1 correspondiente a Bajo.

Tabla 16: Distribución de comunidades indígenas

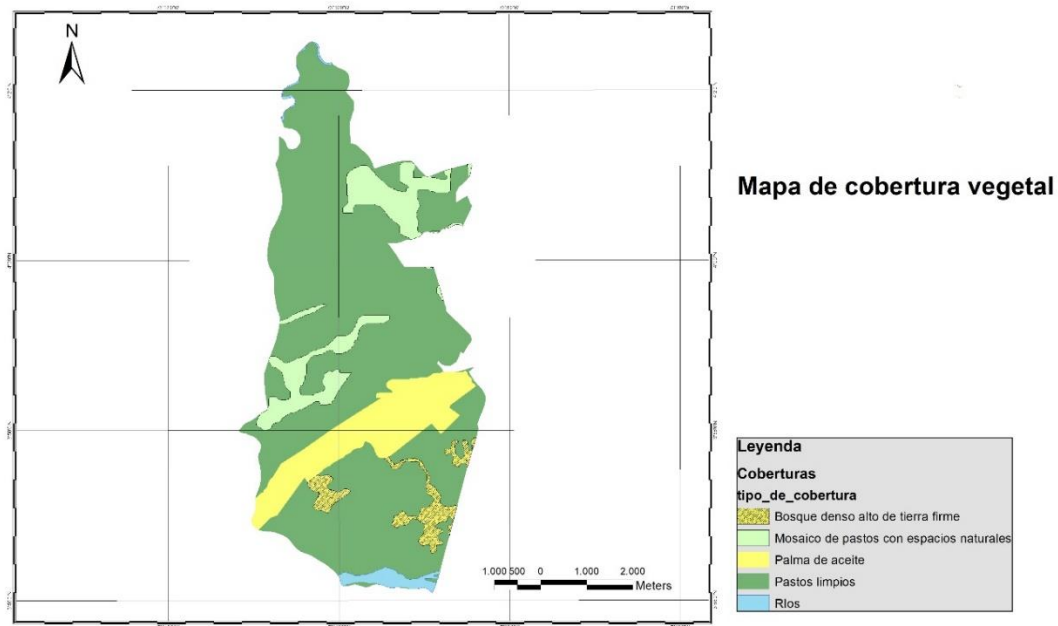
Sector	Población según censo 2005
Humapo	596
La victoria	262

Esta tabla nos muestra la cantidad de habitantes que tienen las dos comunidades indígenas presentes en el municipio de Puerto Lopez.

Densidad poblacional: 5 hab/Km²

Generación de mapa de vulnerabilidad territorial

Figura 10. Mapa de cobertura vegetal de la zona de estudio



Vulnerabilidad ecológica

Tabla 17: Tipo de cobertura vegetal y su calificación de vulnerabilidad.

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CATEGORÍA)	VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CALIFICACIÓN)
2.3.1. Pastos limpios	MODERADA	3
2.3.3. Pastos enmalezados	MUY ALTA	5
2.4.1. Mosaico de cultivos	MODERADA	3
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	MODERADA	3
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	ALTA	4
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	ALTA	4
3.1.1. Bosque denso	MUY ALTA	5
3.1.3. Bosque fragmentado	MUY ALTA	5
3.1.4. Bosque de galería y ripario	MUY ALTA	5
3.2.1. Herbazal	MUY ALTA	5
3.2.2. Arbustal	MUY ALTA	5
3.3.2. Afloramientos rocosos	MUY BAJA	1
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	MUY BAJA	1
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	MUY BAJA	1
2.3.1. Pastos limpios	MODERADA	3
2.3.3. Pastos enmalezados	MUY ALTA	5
2.4.1. Mosaico de cultivos	MODERADA	3

El mapa y la tabla mostrados anteriormente se utilizan para valorar la vulnerabilidad ecológica y territorial de la zona, para este caso al presentar un mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, se genera una calificación de 4 que representa una vulnerabilidad Alta.

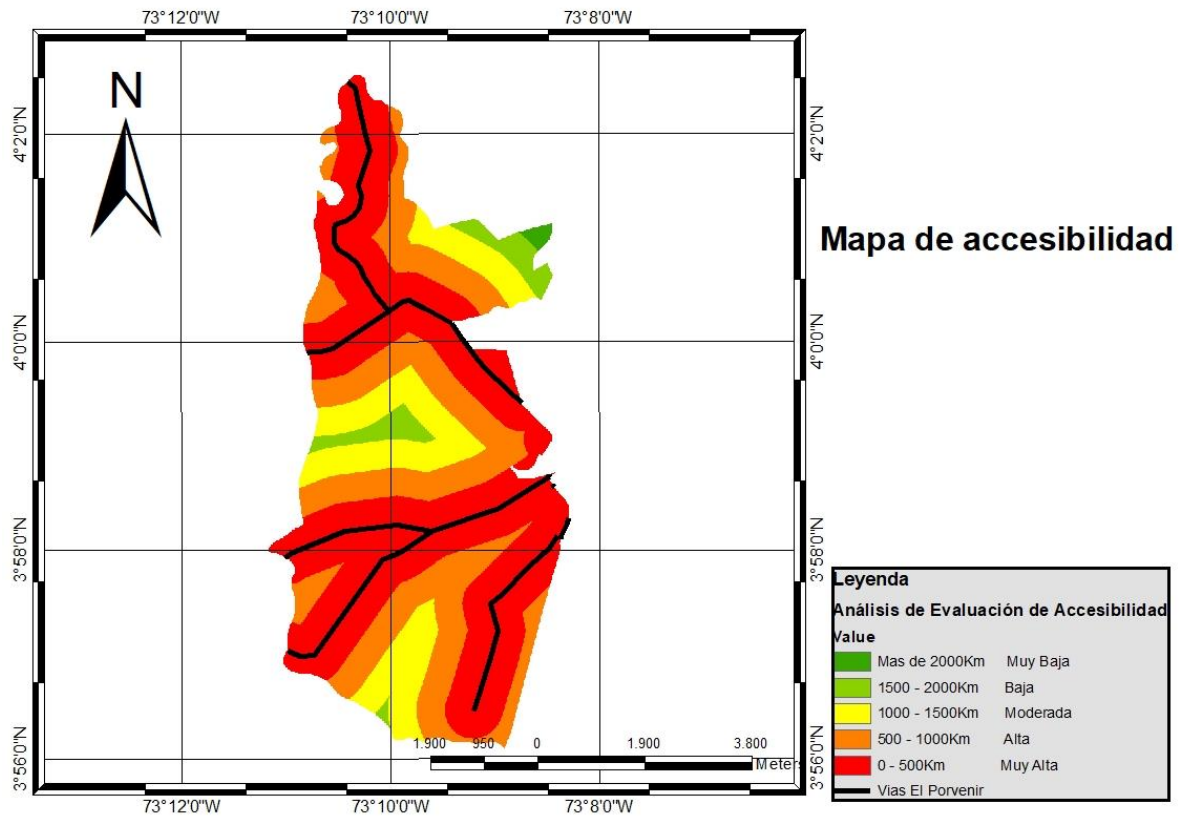
Vulnerabilidad física

Según el PBOT del municipio de Puerto López, la zona de estudio se clasifica como apta para los cultivos rotativos y la ganadería semi-intensiva por lo tanto se clasifica la zona como tierras en conflicto por sobreutilización ligera, debido a que en la zona se encuentran ubicadas algunas fincas que llevan a cabo sus cultivos de palma y que tienen ganado, pero no en grandes cantidades. Esto nos da una puntuación moderada de 3.

Al sumar los dos factores tenemos una vulnerabilidad de 7.

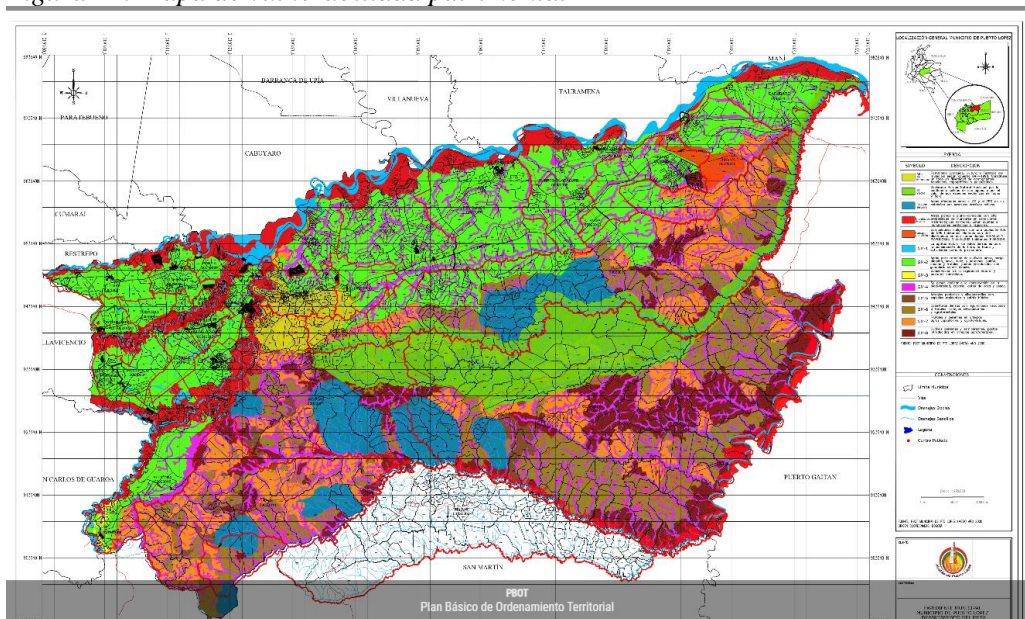
Mapa de vulnerabilidad de infraestructura

Figura 11. Mapa de accesibilidad



Este mapa se repite debido a que muestra la cercanía que hay de las vías de acceso a cualquier tipo de infraestructura como aeropuertos, edificios entre otros, para así valorar las pérdidas que habría en dado caso de suceder un incendio y llegar a estas estructuras. Se obtuvo que la calificación de amenaza es Bajo debido a que no hay cercanía a ninguna infraestructura.

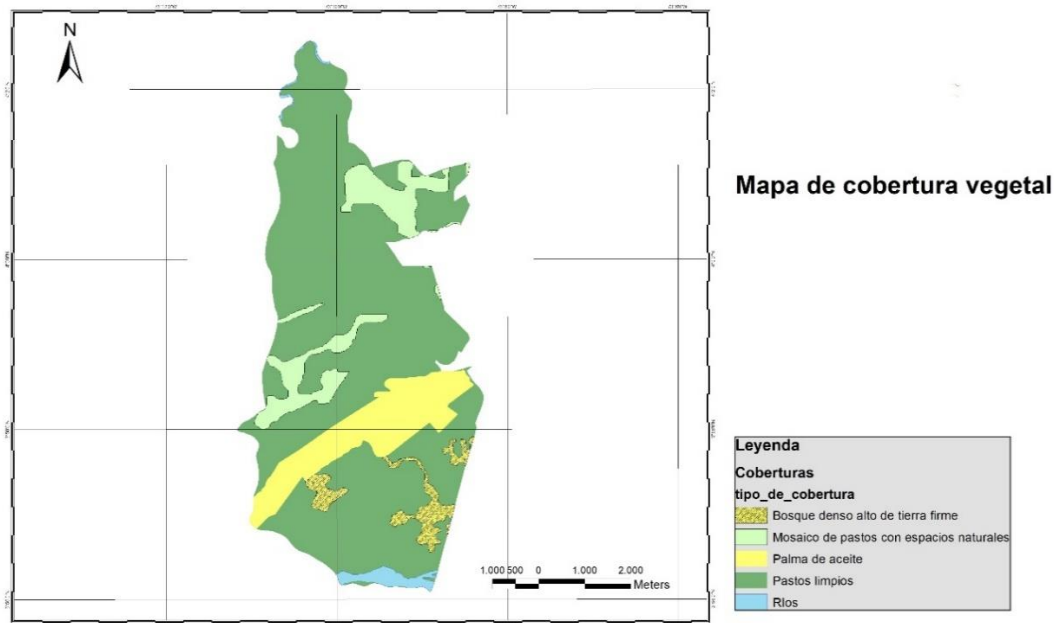
Figura 12. Mapa de vulnerabilidad patrimonial



Nota: Plan básico de ordenamiento territorial.

Este mapa se utiliza para mostrar la cercanía que existe entre la zona de estudio y las zonas correspondientes a patrimonio cultural, conservación natural y de las zonas donde se ubican las comunidades indígenas, se obtuvo que el nivel de vulnerabilidad es Bajo debido que no hay presencia de ninguno de los ítems mencionados anteriormente.

Figura 13. Mapa de vulnerabilidad económica.



Mapa de Cobertura vegetal de la zona de estudio

Este mapa se emplea para mostrar el tipo de cobertura que presenta la zona de estudio en este caso se basa en un mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales como se evidencia en el anterior mapa, esto genera un nivel de vulnerabilidad Alto con un puntaje de 4.

El último paso a seguir estipulado en la metodología del IDEAM, es valor la vulnerabilidad total de la zona de estudio tomando todos los puntajes hallados e integrándolos en una ecuación como se muestra a continuación.

Vulnerabilidad total a incendios forestales

Se aplicó la siguiente ecuación para cada caso

$$\text{Variable normalizada} = (x - \text{Min}) / (\text{Max} - \text{Min})$$

Dónde: X: Valor de la variable

Min: Mínimo valor de la variable dentro del rango contenido en el mapa

Max: Máximo valor de la variable dentro del rango contenido en el mapa

Vulnerabilidad poblacional: 1 = 0

Vulnerabilidad territorial: 7 = 2

Vulnerabilidad de infraestructura: 1 = 0

Vulnerabilidad patrimonial: 1 = 0

Vulnerabilidad económica: 4 = 1

Total= 3 Medio

Finalmente, después de realizar la zonificación mediante el método diseñado por el IDEAM, se identificó que la zona presenta un nivel de riesgo Medio, es decir, es propensa a incendios forestales.

7.1.2 Análisis de impactos ambientales.

A continuación, se realizó la identificación de los impactos ambientales y su cuantificación mediante el uso de las siguientes matrices, la primera integra las actividades realizadas en la zona de estudio por parte de sus habitantes y los diferentes componentes bióticos y abióticos afectados por estas actividades y la segunda mediante el método EPM, le da valor a cada impacto según su

clase, presencia, duración, evolución y magnitud. Todo esto para identificar cuál de estas actividades socioeconómicas es la que tiene un mayor impacto sobre los componentes y cual o cuales son los impactos más nocivos, para finalmente saber desde que punto se va a generar la estrategia.

Matriz de impacto ambiental

Tabla 18: Matriz de impacto ambiental.

IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ZONA DE ESTUDIO				
IMPACTOS GENERADOS	ACCIONES ANTROPICAS			
	GANADERIA	QUEMAS CONTROLADAS	TURISMO	CULTIVOS ROTATIVOS
SOBRE EL AGUA	X	X	X	
CONTAMINACION	X	X	X	
DISMINUCION DE CAUDAL				
BAJA CALIDAD DEL AGUA	X	X	X	
SOBRE EL SUELO	X	X	X	X
EROSION	X	X		X
PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL	X	X		X
ACIDIFICACION		X		
SOBRE EL AIRE		X		
CONTAMINACION		X		
MATERIAL PARTICULADO		X		
BAJA CALIDAD DEL AIRE		X		
SOBRE EL CLIMA		X		
AUMENTO DE TEMPERATURA		X		
DISMINUCION DE TEMPERATURA				
AUMENTO DE PRECIPITACIONES				
SOBRE LA POBLACIÓN		X		
PERDIDA DE RECURSOS		X		
TRASLADO DE POBLACION				
ALTERACIONES CULTURALES				
SOBRE FAUNA Y FLORA		X		
PERDIDA DE BIODIVERSIDAD	X	X		X
EXTINCCION DE ESPECIES				
ALTERACION SOBRE ESPECIES ENDEMICAS		X		

Para elegir la matriz correspondiente con el caso de estudio, en primer lugar se realizó un análisis de cuáles eran los componentes de conformaban la zona de estudio y cuáles eran las actividades que se llevaban a cabo en la zona por parte de los diferentes actores presentes, seguido de esto se investigaron diferentes matrices en el documento “Manual de evaluación de impactos ambientales de proyectos obras o actividades”, de allí de escogió esta matriz debido a que, en primer lugar, involucra en la columna vertical, cada uno de los componentes que conforman la zona y permite

horizontalmente colocar cada una de las actividades que se desarrollan en el lugar, permitiendo cruzar cada actividad con todos los componentes para identificar cual es la actividad que mas genera impactos a los diferentes componentes listados.

Como se puede observar en la matriz anterior, al realizar el cruce de cada una de las actividades antrópicas realizadas en la roza con los componentes involucrados (Agua, aire, tierra), se obtuvo que las quemas controladas realizadas por los habitantes de la zona, representan una mayor amenaza y afectan a cada uno de los componentes, siendo así la actividad más bélica y que mas contribuye con impactos que aumentan la generación de un incendio forestal.

Evaluación de los impactos por método EPM

Una vez identificada la actividad que más impactos genera a los componentes bióticos y abióticos, se procede a tomar cada uno de los impactos generados para ser evaluados mediante la siguiente matriz y así darles un valor cualitativo y cuantitativo.

Tabla 19: Evaluación de los impactos ambientales. Fuente propia.

IMPACTO	C	P	E	D	M	Ca	Impacto ambiental
Contaminacion del agua	N	0,4	0,7	0,19	0,3	0,816	IRRELEVANTE
Baja calidad del agua	N	0,4	0,7	0,19	0,3	0,816	IRRELEVANTE
Erosion	N	1	0,8	0,7	0,7	6,02	RELEVANTE
Perdida de cobertura vegetal	N	1	1	0,5	1	8,5	GRAVE
Contaminacion del aire	N	1	1	0,19	0,5	4,07	MODERADO
Disminucion de calidad del aire	N	1	0,7	0,19	0,5	3,02	MODERADO
Material particulado	N	1	1	0,19	0,69	5,4	RELEVANTE
Aumento de la temperatura	N	1	0,7	0,19	0,2	1,55	IRRELEVANTE
Perdida de recursos economicos	N	0,4	0,7	0,2	0,15	0,534	IRRELEVANTE
Perdida de biodiversidad	N	0,4	1	0,3	1	3,16	MODERADP
Alteracion de especies endemicas	N	0,4	0,7	0,3	0,2	0,752	IRRELEVANTE

Donde:

C: Clase (negativo o positivo)

P: Presencia (Certeza de que se presenta el impacto)

D: Duración

E: Evolución (rapidez con la que se presenta el impacto)

M: Magnitud (tamaño del cambio)

Para el análisis de los diferentes impactos que genera la actividad identificada en la anterior matriz, se siguió el paso a paso que muestra el “Manual de evaluación de impactos ambientales de proyectos obras o actividades”, en el cual se sugiere el uso de la matriz que se muestra aquí, ya que esta recoge cada uno de los impactos identificados en la primera matriz y los evalúa dependiendo de su magnitud, su duración, si es un impacto negativo o positivo, la duración de sus

efectos después de ocurrir y la afectación que le genera al componente que está relacionado, todo eso calificado por unos intervalos de puntaje definidos por la matriz que van de 0-1, para al final dar una calificación ambiental y representar su impacto ambiental cualitativamente como se muestra en la última columna de la matriz.

Como resultado se obtuvo que la erosión y la pérdida de cobertura vegetal, representan los dos impactos más importantes con una calificación de Relevante y Grave respectivamente, debido a que son los primeros efectos visibles después de un incendio forestal además de ser los primeros involucrados en un incendio. Esto se debe a que las coberturas presentes en la zona de estudio en su mayoría son Pastos/Hierbas, siendo estas las que representan el nivel de amenaza mas alto en la escala según la metodología del IDEAM.

7.1.3 Estrategia contra incendios forestales.

En la siguiente tabla se planteará la estructura de la estrategia seleccionada basada en educación ambiental, donde se muestran las metas que se desean conseguir, el público al que va dirigida la estrategia, las acciones que se van a tomar, los objetivos a cumplir, las actividades a desarrollar y los encargados de realizarlas.

Tabla 20: Tabla estructural de la estrategia. Fuente propia

Meta	Publico	Acción estratégica	Objetivos	Actividades	Actores responsables
Mitigar los impactos y amenazas generados por los incendios forestales en la zona de estudio.	Actores sociales y líderes comunitarios presentes en la zona de estudio.	Fortalecimiento de la organización y de las comunidades en temas de incendios forestales.	Instruir a los actores presentes en la zona para mitigar los impactos por incendio forestal.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de líderes comunitarios y organizaciones en la zona de estudio. • Caracterización de los actores • Levantamiento de información primaria para conocer quienes están involucrados directa e indirectamente con los incendios forestales. • Fortalecimiento de los actores en temas de prevención y gestión del riesgo de incendios forestales. 	Alcaldía y organizaciones presentes en la zona.

Desarrollo de la estrategia

En la primera fase se realizó un recorrido para identificar todos los actores sociales y líderes comunitarios presentes en la zona que realicen actividades relevantes que incidan en la generación de un incendio forestal. En esta fase se debe recorrió cada zona de la vereda en busca de los actores sociales y comunitarios para así realizar un listado y luego ser ubicados en el mapa de la vereda.

En la segunda fase se realizó una caracterización de cada una de las partes identificadas para reconocer los procesos o actividades que son llevadas a cabo por cada uno de los actores y así mismo saber si son relevantes o no en la generación de un incendio forestal. Esta fase debe ser realizada al mismo tiempo que la fase 1, es decir, a medida que se va recorriendo la vereda para identificar los actores, se habló con cada uno para pedir información sobre actividades realizadas, personal de cada organización, horarios de trabajo, manejo de residuos y el campo de acción, para caracterizar los actores en diferentes grupos y clasificar cada una de estas actividades en dos grupos, uno donde se ubican las actividades que generan un impacto directo para la generación de un incendio forestal y otro grupo donde se ubican las que generan un impacto indirecto.

En la última fase, se hizo una reunión con cada uno de los líderes comunitarios y los dirigentes de las organizaciones presentes para plantear una reunión con el personal involucrado, en la cual se llevó a cabo el desarrollo de un taller basado en educación ambiental con énfasis en la gestión del riesgo de incendios forestales y medidas para mitigar los impactos y amenazas generados por estos, además los individuos elaboraron una cartografía social, primeramente definiendo el mapa de la zona que se va a realizar en este caso sería la vereda El Porvenir, seguido de esto se hicieron una serie de preguntas sobre los lugares donde han habido incendios, las causas de estos incendios, las zonas vulnerables y las no vulnerables, las acciones antrópicas que se creen bélicas para la zona entre otras. Seguido de esto se tomó la información y se elaboró el mapa en conjunto con el personal que se está realizando el taller ubicando cada dato proporcionado por ellos para especializar la información y por último se presentó el mapa al público participante para realizar las reflexiones pertinentes y obtener el panorama de la zona que facilitó la creación de una estrategia que mitiga los impactos y amenazas generados por los incendios forestales en la zona de estudio.

La estrategia que surgió se basó en educación ambiental a los actores involucrados en los temas en los que se tiene poco o ningún conocimiento, para que en primer lugar, sepan cómo

prevenir que sucedan debido a las acciones que realiza cada uno, también para que en dado caso que se produzca un incendio sepan cómo actuar para poner a salvo al personal y facilitar la acción de las autoridades encargadas de entenderlo.

A continuación, se presentan los temas que fueron tratados en el taller de educación ambiental dirigido al personal que se encuentra presente en la zona de estudio desarrollando sus actividades económicas. Estos temas fueron escogidos basado en lo planteado en el documento de (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2010) donde se formula una estrategia para la prevención de incendios forestales mediante la educación ambiental, además de que se tuvo en cuenta en cuales temas había mayor desconocimiento por parte de los participantes.

Temas del taller

- **El hombre y su relación con el ambiente:** Aquí se realizó una reflexión sobre la problemática presente en la zona, sus causas y la relación directa que tienen ellos con el problema. Para esto se deben emplear fotografías, recortes de periódico e incluso videos relacionados con la problemática.
- **Conceptos básicos sobre gestión del riesgo:** Para este caso se abordó de manera didáctica los temas sobre el ambiente, gestión del riesgo, amenaza, vulnerabilidad, entre otros. Para esto se deben formar grupos aleatorios los cuales deberán llenar un crucigrama que contenga todos los conceptos usando sus conocimientos básicos, al final la persona encargada deberá reforzar los conceptos basado en lo respondido mediante ayudas audiovisuales.
- **Situación actual de la zona:** Aquí se abordó el tema de los riesgos presentes en la zona en cuanto a incendios forestales. Para esto se debe realizar una charla específica sobre el tema y una discusión entre los participantes sobre los riesgos que ellos reconocen que existen en su localidad, como material de apoyo se debe usar el mapa resultante de la cartografía social.
- **Simulacro:** Para este paso se tomó toda la información reunida anteriormente por los grupos de trabajo para hacer una representación de una situación de la vida real y de las acciones que deberían tomar para prevenir una emergencia causada por un incendio forestal.

8. Análisis y discusión de resultados

En este capítulo se presentan los resultados del análisis de los datos, tablas y mapas obtenidos al llevar a cabo cada uno de los ítems de la metodología y al dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados. Estos ítems de la metodología son la zonificación realizada mediante la utilización del programa ArcGis que va de la mano con un protocolo planteado por el IDEAM para realizar la zonificación y la evaluación de los mapas generados, la aplicación de matrices para evaluar los impactos y las actividades generadoras de estos y por último la estrategia generada para mitigar estos impactos.

8.1 Zonificación de áreas susceptibles

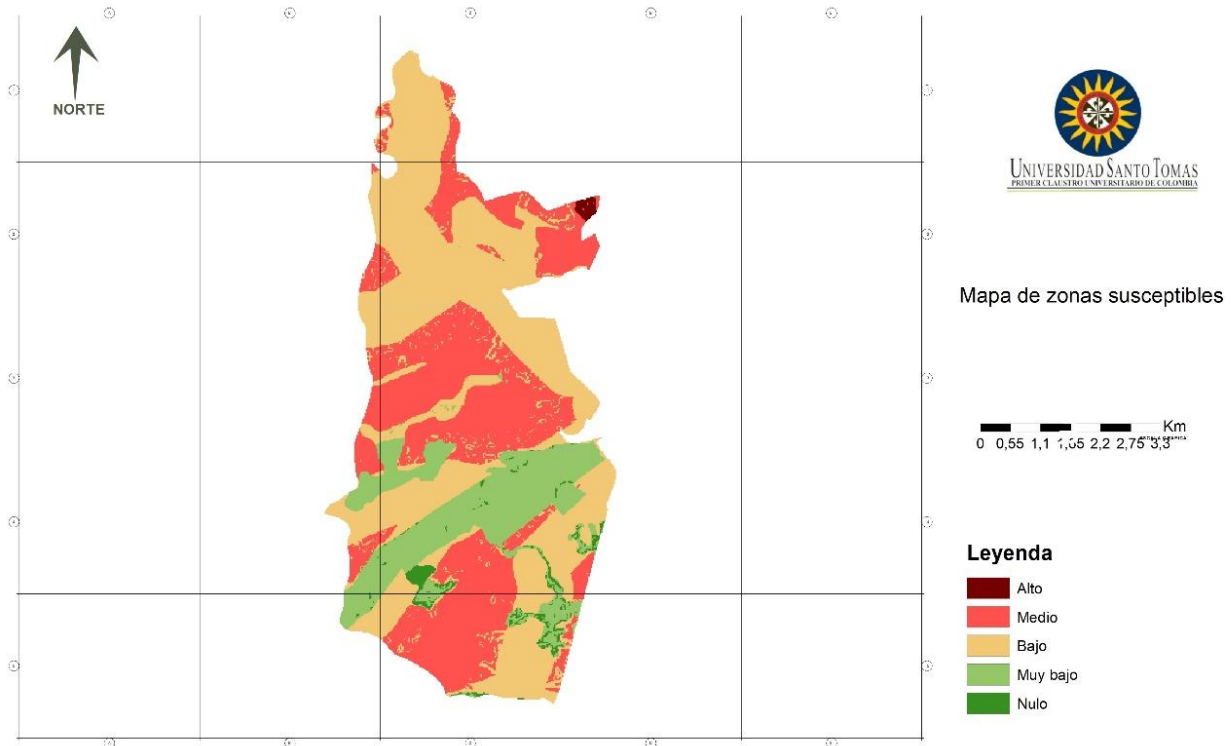
La zonificación realizada mediante la metodología planteada por el IDEAM nos muestra el estado actual de los diferentes componentes contenidos en la zona, en primer lugar nos muestra las coberturas presentes en la vereda las cuales son en su mayoría pastos limpios y zonas naturales los cuales representan un nivel medio de riesgo por incendio debido a que estas coberturas presentan una fácil combustión ya sea por factores climáticos o por actividades antrópicas como lo son las quemadas controladas que se realizan en la zona debido a actividades agrícolas. En cuanto a la temperatura de la zona presenta un clima cálido como se muestra en el mapa de isotermas, con una media anual de 28.5°C y una temperatura máxima hasta de 32°C lo que nos genera un nivel de amenaza alto debido a que estas temperaturas en conjunto con la vegetación presente generan una probabilidad alta de incendio, esto sumado con las precipitaciones medias anuales de la zona estimadas en 2611 mm lo que representa un clima húmedo que a su vez genera un puntaje de amenaza moderado debido a que esto hace que las coberturas tengan un balance hídrico negativo ya que es mayor la evaporación que lo que absorben de las precipitaciones.

En cuanto a la pendiente que presenta la zona, el nivel de amenaza es bajo debido a que cuenta con una pendiente del 7% en todo el terreno, es decir, es una zona llana que desfavorece la propagación de un incendio ya que como se menciona en el documento (Jimenez, Urrego, & Toro, 2016) un incendio se propaga con mayor facilidad en las pendientes altas, es decir, hacia arriba que es hacia donde crece su llama, por eso en este caso no fue relevante este factor. Por último en cuanto a la accesibilidad vial con la que cuenta la zona, existe un nivel alto debido a que las

coberturas vegetales más vulnerables se encuentran entre los 0-1000mts de distancia a las vías principales lo que facilita la generación de un incendio por actividades antrópicas o lúdicas pero que también facilita el desplazamiento de las entidades responsables de atender un incidente de este tipo, por lo tanto este factor juega un papel doble, uno que genera una gran amenaza y otro que genera una ventaja sobre estos incidentes.

Por último al realizar la intersección de las diferentes capas generadas, se encontró que hay dos zonas mostradas en rojo en el mapa de áreas susceptibles en riesgo medio de incendio debido a que los factores mencionados anteriormente (cobertura vegetal, temperatura, pendiente, precipitaciones) se encuentran en estas zonas, se suman y generan unas áreas susceptibles a incendios forestales, las cuales representan un área considerable con respecto a los casi 40 km² del área total de la vereda, es decir, que menos del 50% del área de la zona se encuentra en estado medio de amenaza por incendio forestal, y al evaluar toda la vereda mediante la metodología del IDEAM, se encontró que está en un nivel medio de amenaza por incendio. El siguiente mapa muestra las zonas generadas mediante el software que presentan riesgo medio de incendio forestal.

Figura 14: Mapa de zonas susceptibles a incendios forestales. Fuente propia.



Esta zonificación facilita la toma de decisiones futuras en cuanto a la gestión del riesgo de incendios, ya que muestra espacialmente, cualitativa y cuantitativamente la situación de los diversos componentes involucrados en la generación de un incendio forestal, como lo son la cobertura vegetal, los factores climáticos, los factores de relieve y accesibilidad, proporcionando además un análisis en conjunto que integra todos los elementos para mostrar cómo se relacionan y se comportan entre sí, todo mediante la generación de mapas y datos.

8.2 Determinación de impactos

Las matrices realizadas fueron adoptadas dependiendo de las necesidades del proyecto y de su capacidad para integrar todos los aspectos identificados con la información obtenida. En primer lugar se encontró que en la zona de estudio se llevan a cabo en su mayoría actividades agrícolas y de ganadería las cuales tienen impactos directos e indirectos en cuanto a la generación de los incendios forestales debido a que se realizan actividades complementarias para desarrollar las principales, tales como quemas controladas, corte de árboles para ampliar zonas, construcción de estructuras y fumigación; Aparte de esto se generan residuos sólidos y líquidos los cuales se disponen de diferentes formas que generan impactos negativos o positivos. Al evaluar estas actividades mediante la primera matriz, se encontró que las quemas controladas es la principal actividad generadora de impactos a los componentes suelo, aire, agua, flora y fauna debido a que en ocasiones se salen de control generando incendios mayores en las zonas circundantes a el área donde se realiza la quema controlada específicamente en las zonas verde oscuro mostradas en el mapa de coberturas vegetales, estas acaban con la cobertura vegetal, destruyen los ecosistemas, generan material particulado que contamina el aire y los afluentes, además pueden generar pérdidas económicas y de vidas humanas en los peores casos, todo esto teniendo en cuenta que la capacidad de respuesta del municipio es media debido a que cuentan solo con un cuerpo de bomberos para todo el municipio.

En cuanto a la ganadería y los cultivos rotativos que tienen lugar en la zona, se encontró que no generan un impacto significativo debido a que se realizan en menor medida puesto que los habitantes de la zona son finqueros que realizan estas actividades como pequeños productores a diferencia del cultivo de palma de aceite presente en la zona que se maneja en una mayor proporción y que a su vez genera mayores impactos debido a que la palma es una especie invasiva

y para su cultivo se debe eliminar las demás coberturas vegetales en la zona, además de los cuidados especiales que requiere el cultivo y su fumigación.

Seguido de esto se evaluaron los impactos generados por las quemas controladas mediante La matriz EPM en la cual se encontró que los impactos más relevantes generados por las quemas son la pérdida de cobertura vegetal debido a que es el primer elemento que tiene contacto con el fuego, es el medio por el cual se propaga el incendio hacia otros lugares, además de ser muy susceptible y de tener una capacidad de restauración baja. En segundo lugar se encuentra la erosión que resulta de perder la cobertura vegetal y dejar el suelo desnudo, lo que genera daños a largo plazo como la infertilidad del suelo, pérdida de áreas disponibles para cultivos, deslizamientos de tierra. La erosión puede permanecer por años dependiendo de la magnitud y el tiempo del incendio llegando a mantenerse hasta por años.

Esto genera un gran aporte a la comunidad ya que muestra como las actividades que se están realizando en una zona determinada, pueden impactar negativa o positivamente los componentes bióticos y abióticos, para así mismo realizar cambios en la forma que se desarrollan las actividades o en su defecto implementar alternativas que suplan la misma necesidad. Además, estas matrices cuantifican cada uno de los ítems para tener mayor claridad de lo que se puede generar en escala de tiempo o magnitud lo que nos da una ventaja para tomar medidas de restauración adecuadas basados en los datos arrojados.

8.3 Estrategia de educación ambiental

La estrategia utilizada para este proyecto se basó en la educación ambiental y el trabajo con las comunidades y los actores sociales presentes en la zona, estos fueron seleccionados basándonos en el nivel de impacto que generan las actividades realizadas por estos. Se optó por esta modalidad debido a que las actividades identificadas (quemas controladas, ganadería, cultivos rotativos) que generan impactos se deben a la falta de conocimiento en temas ambientales y de gestión del riesgo, además de que los procedimientos se realizan de forma empírica. Esta estrategia es de fácil aplicación ya que se encuentra especificada paso a paso en 4 fases: en la primera se identificaron los actores sociales presentes en la zona, los cuales son algunas fincas ubicadas en el área y un cultivo de palma de aceite. En segundo lugar, se caracterizaron las actividades que realizan estos actores durante el recorrido realizado y los mapas adquiridos y generados, para este caso se

encontró que se practica la ganadería, cultivos rotativos en las zonas verde oscuro del mapa de coberturas vegetales y mono cultivo de palma de aceite en la zona amarilla ubicada en el mapa de coberturas vegetales. En tercer lugar, se identificaron cuáles de estas actividades inciden directa e indirectamente en la generación de las condiciones para el origen de un incendio, en este caso se descubrió que las actividades con un impacto directo fueron la ganadería debido a que esta genera erosión y pérdida de cobertura vegetal lo que aumenta el riesgo de incendio y los cultivos rotativos debido a que se realizan quemas controladas que en muchos de los casos se salen de control y generan incendios mayores o que simplemente generan condiciones que favorecen la generación de un incendio forestal. Por ultimo al tener toda esta información se hizo una reunión con los actores sociales para realizar un taller en donde se realiza una cartografía social basada en los conocimientos de los habitantes para generar un mapa donde se ubica espacialmente la información.

Esta metodología para la generación de estrategias es de gran aporte debido a que se recoge información valiosa que no es posible obtener mediante fuentes secundarias ya que es proporcionada por personas que habitan a diario allí o que llevan toda su vida en la zona, lo que da un panorama mejor y más específico, además de que invita a los actores a que ellos mismos identifiquen la problemática de la zona, a que descubran como sus actividades generan impactos negativos o positivos en su ecosistema y a que tomen conciencia para que busquen alternativas o simplemente realicen sus procesos de una manera más amigable con el medio ambiente.

9. Impacto social y humanístico del proyecto

La realización de este proyecto genera un impacto positivo al entorno a nivel socioambiental debido a que en primer lugar al realizar una zonificación es posible mostrar gráficamente a cualquier tipo de público, la situación actual de la zona en cuanto a los diferentes componentes que la conforman tales como las coberturas vegetales, los factores climáticos, las actividades económicas y antrópicas, la accesibilidad y los antecedentes. También actúa como una herramienta para la toma de decisiones de personas que quieren realizar una actividad económica en la zona, al mostrar que existen unas áreas de riesgo a incendio forestal, también al mostrar las coberturas vegetales que presenta el suelo y las actividades que se desarrollan allí. También funciona como una herramienta para facilitar la toma de decisiones en cuanto a la gestión del riesgo por incendio forestal llevada a cabo por las diferentes entidades presentes en el territorio del municipio ya que les muestra espacialmente las zonas específicas que tienen una mayor susceptibilidad a los incendios forestales.

Las matrices obtenidas sirven como una fuente de información precisa para identificar cuáles de las actividades desarrolladas por los diferentes actores sociales, están generando un impacto negativo y a que componente están afectando directamente. Esto sirve para identificar cuáles son las actividades que deben ser modificadas en cuanto a su desarrollo metodológico o en su defecto, cuales actividades deben ser remplazadas por otras alternativas que generen menos impactos a los componentes y así se disminuya la susceptibilidad a incendio forestal de las zonas señaladas.

La metodología utilizada para la realización de la estrategia, es un gran aporte socioambiental ya que en primer lugar invita a los actores sociales a que reconozcan que sus actividades están generando un impacto negativo o positivo a su entorno por medio de un taller en el cual realizan una cartografía social que consiste en la recopilación de información sobre el estado de la zona, sobre las actividades que ellos consideran que generan impactos, sobre las zonas que no están siendo afectadas y sobre la importancia que tiene el entorno para estos actores. Al integrar toda esta información en un mapa hecho a mano por los mismos actores, se logra ilustrar a los participantes de que sus actividades pueden o no generar impactos negativos que tendrán efectos duraderos y otros irreparables que reducirán las áreas disponibles para futuras actividades económicas, también aumentara sus conocimientos en temas ambientales y de gestión del riesgo que servirán para atender futuros incendios forestales. Todo esto en conjunto, mejorará la situación de la zona y promoverá las buenas prácticas en pro del medio ambiente.

10. Conclusiones

- Al realizar la zonificación, se encontró que la vereda El Porvenir se encuentra en un nivel de riesgo Medio como se muestra en el mapa de zonas susceptibles y en la primera fase de la metodología, debido a que presenta unas coberturas vegetales muy susceptibles basadas en pastos/hierbas, unos factores climáticos tales como la temperatura que va de 28 – 32°C y unas precipitaciones que suelen ser bajas en los periodos de sequía que contribuyen a la generación de un incendio y además, se realizan actividades agrícolas en las cuales se practican las quemas controladas que constantemente generan incendios al salirse de control.
- Mediante las matriz aplicada llamada lista de chequeo de impactos ambientales y su análisis respectivo basado en la identificación de los componentes afectados por cada actividad desarrollada en la zona, se encontró que las quemas controladas, representan un gran impacto en la zona, debido a que afectan casi todos los componentes evaluados en la matriz de forma negativa, además de que los dos mayores impactos generados por estas identificados a través de la matriz EPM, son la erosión y la pérdida de cobertura vegetal, que a su vez representan dos factores claves para la generación de un incendio forestal
- La metodología escogida para la realización de la estrategia basada en la educación ambiental, integra los conocimientos contenidos en los habitantes de la zona de estudio junto con los conocimientos de la persona encargada de la realización del taller, es decir, que el resultado de esta metodología fue una estrategia específica y concisa para mitigar los impactos y amenazas generados por los incendios forestales, además de reducir el nivel de riesgo que presenta la zona. Esto se debe a que se retroalimenta a la comunidad en los temas que desconocen para que así tengan la capacidad de actuar de manera correcta para prevenir los incendios y reducir sus impactos, además de mejorar la forma en la que seguirán desarrollando sus actividades para evitar futuros incidentes.

11. Recomendaciones

En primer lugar se recomienda que para un correcto planteamiento de la estrategia de mitigación de impactos y amenazas, previamente se haga un estudio para identificar el estado y el tipo población presente en la zona de trabajo, ya que a diferencia de este caso, es posible que en futuras zonas de trabajo la población cuente con conocimientos en el tema de gestión del riesgo, por lo tanto sería una pérdida de tiempo hacer capacitaciones en temas que ellos ya manejan.

Para el desarrollo de la matriz 1 llamada lista de chequeo, se recomienda que se identifiquen las actividades económicas y las acciones antrópicas que se llevan a cabo en la zona de estudio, junto con los componentes presentes en la zona (agua, tierra, aire, biodiversidad) que están siendo afectados por las actividades desarrolladas allí, todo esto para poder hacer un cruce de información e identificar la o las actividades que mayor cantidad de impactos están generando.

En cuanto a otras alternativas que se pueden manejar para mitigar impactos y amenazas por incendio, se recomienda la realización de actividades de señalización en las zonas susceptibles para que las personas que no pertenecen a la zona o las que no están enteradas de la problemática de la zona, sepan cuáles son las zonas en las que se debe tener mayor cuidado y en cuales se puede intervenir sin riesgo. Además de esto se puede optar por la elaboración de barreras cortafuegos en las zonas donde se han presentado incendios o donde el riesgo es alto.

Bibliografía

- Arias Murcia, K. Y. (2016). Zonificación de amenazas por incendios forestales en el sector rural del municipio de Tota Boyacá con el empleo de SIG. [*Trabajo de grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*]. Repositorio. Obtenido de <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1882>
- Cervantes Martínez, A. (2007). El balance hídrico en cuerpos de agua cársticos de la Península de Yucatan. *Teoría y Praxis*(3), 143-152. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4561/456145111013.pdf>
- Cimate-data.org. (2012). *Clima del Municipio de Puerto Lóez - Meta*. Recuperado el 4 de 10 de 2020, de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/meta/puerto-lopez-49955/#:~:text=En%20Puerto%20L%C3%B3pez%2C%20la%20temperatura,Precipitaciones%20aqu%C3%AD%20promedios%202611%20mm.>
- Cormacarena. (2018). *Plan departamental de gestión del riesgo a incendios forestales*. Obtenido de http://www.cormacarena.gov.co/documentos/Riesgo/META_PDGRD_IF.pdf
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2010). *Estrategia educativa para la gestión del riesgo con énfasis en prevención de incendios forestales*. Obtenido de <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2020-05/Estrategia%20Corporativa%20de%20EA%20Incendios%20forestales.pdf>
- Dinis, A. J., Prats, F. S., Oliveira, A. C., & Coelho, A. (2015). *Estrategias para prevenir incendios forestales y técnicas para revertir procesos de degradación en áreas quemadas*. Catena. Obtenido de <https://edepot.wur.nl/379363>
- Gómez Delgado, M. (2006). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid: RA-MA. Obtenido de <http://www.sidalc.net/>
- Ideam. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendio de la cobertura vegetal escala 1:100.000*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/13257/14369/PROTOCOLO+INCENDIOS+4Oct.pdf>
- Instituto del Mar del Perú. (1985). *El "Niño" su impacto en la fauna marina*. Obtenido de <http://www.invemar.org.co/documents/10182/14487/JD-21.pdf/5ba07c12-0cbc-4a95-a6d0-165ab6a3507c>

- Jimenez, A. M., Urrego, L., & Toro, L. (2016). Evaluación del comportamiento de incendios de la vegetación en el norte de Antioquia (Colombia): Análisis del paisaje. *Colombia Forestal*, 19(2), 161-180. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392016000200003
- Keipi, K., Mora Castro, S., & Bastidas, P. (2005). *Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo*. Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Sergio-Mora-Castro/publication/254421463_Gestion_de_riesgo_de_amenazas_naturales_en_proyectos_de_desarrollo_Lista_de_preguntas_de_verificacion_Checklist/links/554b7faa0cf29f836c96c10c/Gestion-de-riesgo-de-amenazas-natu
- Manuel Valdes, C. M. (1999). La presencia histórica de los incendios forestales en el centro y este peninsular. Fuentes, metodología y resultados. [*Trabajo de grado, Universidad Internacional de Andalucía*]. Repositorio. Obtenido de <https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2299/63-110ManuelValdes.pdf?sequence=3>
- Martinez, R., Montoya, A., Calderon, M., & Camacho, N. (2003). *La cobertura vegetal en la cuenca del canal de Panamá*. Geoinstitutos. Obtenido de http://www.geoinstitutos.org/art_03.html
- Montealegre Bocanegra, J. E. (2007). *Actualización del componente Meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño Y La Niña en Colombia*. Obtenido de http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17830&shelfbrowse_itemnumber=18816
- Narvaéz, L., Lavell, A., & Perez Ortega, G. (2009). *La gestión del riesgo de desastres*. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11762/19759>
- Pausas, J. (2012). *Incendios forestales*. Madrid: CSIC.
- Rojas Castillo, I. J. (2017). Gestión de riesgo en incendios forestales, localidad Sumapaz, Bogotá D.C. Análisis para la construcción de estrategias de participación - acción. [*Tesis de Maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas*]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11349/13165>

Santiago, I. (2005). *Fundamentos de ArcGis*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.imipens.org/uploads/Fundamentos%20de%20ArcGis%20Otras%20herramientas%20-%20Ivan%20Santiago.pdf>