

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO GENERADO POR UN INCENDIO FORESTAL EN EL CARIBE SECO COLOMBIANO



AUTORES:

ÁNGELICA PATRICIA VANEGAS PADILLA

PEDRO JOSÉ FRAGOSO CASTILLA

EBERTO RAFAEL ORTEGA SINNING

INSTITUCIÓN FINANCIADORA: UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR


Eidéc
EDITORIAL

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO GENERADO POR UN INCENDIO FORESTAL EN EL CARIBE SECO COLOMBIANO

COLECCIÓN RESULTADO DE INVESTIGACIÓN

Primera Edición 2021 Vol. 1

Editorial EIDEC

Sello Editorial EIDEC (978-958-53018)

NIT 900583173-1

ISBN: 978-958-53770-1-1

Formato: Digital PDF (Portable Document Format)

DOI: <https://doi.org/10.34893/wdm0-mq93>

Publicación: Colombia

Fecha Publicación: 19/11/2021

Coordinación Editorial

Escuela Internacional de Negocios y Desarrollo Empresarial de Colombia – EIDEC

Centro de Investigación Científica, Empresarial y Tecnológica de Colombia – CEINCET

Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES

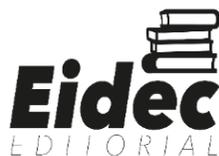
Revisión y pares evaluadores

Centro de Investigación Científica, Empresarial y Tecnológica de Colombia – CEINCET

Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES

Entidad Financiadora

Universidad Popular del Cesar



Coordinadores editoriales

Roxana Pinilla Duarte

Editorial EIDEC

Dr. Cesar Augusto Silva Giraldo

Centro de Investigación Científica, Empresarial y Tecnológica de Colombia – CEINCET – Colombia.

Dr. David Andrés Suarez Suarez

Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES – Colombia.

El libro **ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO GENERADO POR UN INCENDIO FORESTAL EN EL CARIBE SECO COLOMBIANO**, está publicado bajo la licencia de Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>). Esta licencia permite copiar, adaptar, redistribuir y reproducir el material en cualquier medio o formato, con fines no comerciales, dando crédito al autor y fuente original, proporcionando un enlace de la licencia de Creative Commons e indicando si se han realizado cambios.

Licencia: CC BY-NC 4.0.

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y los contenidos publicados en el libro **ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO GENERADO POR UN INCENDIO FORESTAL EN EL CARIBE SECO COLOMBIANO**, son de responsabilidad exclusiva de los autores; así mismo, éstos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado por parte de la **Editorial EIDEC** y la entidad financiadora de la publicación **Universidad Popular del Cesar**.

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO GENERADO POR UN INCENDIO FORESTAL EN EL CARIBE SECO COLOMBIANO

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC IMPACT GENERATED BY A FOREST FIRE IN THE DRY COLOMBIAN CARIBBEAN

AUTORES

Angélica Patricia Vanegas Padilla¹

Pedro José Fragozo Castilla²

Eberto Rafael Ortega Sinning³

¹ Ingeniera Ambiental y Sanitaria, Universidad Popular del Cesar, Especialista Gestión Ambiental, Fundación Universitaria del Área Andina, Magíster Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales, Docente, Universidad Popular del Cesar, angelicavanegasp@unicesar.edu.co, Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales E.S.A, Universidad Popular del Cesar.

² Bacteriólogo y laboratorista clínico, Universidad del Santander, Magister en ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad del Zulia, Doctor en Medicina Tropical, Red de Universidades estatales del Caribe Colombiano, pedrofragozo@unicesar.edu.co, Grupo de Investigación Parasitología Agroecología Milenio, Universidad Popular del Cesar.

³ Ingeniero Civil, Universidad de Cartagena, Especialista en Vías y Transporte, Universidad del Norte, Magíster Geotecnia, Universidad Industrial de Santander, Magíster Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales, Especialista Análisis y Diseño de Estructuras, Universidad del Norte, Docente, Universidad Popular del Cesar, correo electrónico: ebortoortega@unicesar.edu.co, Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales E.S.A, Universidad Popular del Cesar.

Contenido

INTRODUCCIÓN	16
MATERIAL Y MÉTODOS	21
ETAPA METODOLÓGICA No 1	24
1.1. Actividad inspección preliminar del área de estudio	24
1.2. Actividad diseño y aplicación de entrevista/encuesta preliminar	24
1.3. Actividad inventario de individuos forestales	26
ETAPA METODOLÓGICA No 2	33
2.1. Actividad estimación del valor de bienestar ambiental	33
ETAPA METODOLÓGICA No 3	33
3.1. Actividad comunicación de Resultados.....	33
RESULTADOS	33
Clima	33
Geoformas y Suelos	34
Hidrología.....	35
Vegetación.....	36
Fauna	39
SISTEMA REDES Y ESTRUCTURAS	39
Viviendas.....	39
Vías.....	39
Estructuras de servicios públicos	40
Estructuras de apoyo a producción económica	40
SISTEMA ECONÓMICO	40
Uso Actual y ocupación	40
Actividades económicas.....	40

SISTEMA SOCIAL	40
Servicio de recreación	40
Características del Incendio.....	40
Incapacidades laborales.....	41
Definición de daños por servicio ambiental	41
Daño Potencial.....	41
PÉRDIDAS PRIMARIAS	42
Daño tangible	42
Daño Intangible	47
PÉRDIDAS SECUNDARIAS	49
Daño tangible	49
Daño Intangible	50
Definición de costos de acuerdo a los daños	53
Costo mitigación del incendio	53
Costo de pérdidas en madera.....	53
Pérdidas materiales de infraestructura en el santuario	54
Costo por pérdida de fauna.....	55
Costos por daños al balance hídrico	55
Daño por incremento de la erosión.....	56
Pérdida por la disminución de visitantes.....	56
Total, Costo de daños causados por el evento de incendio forestal	57
CONCLUSIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

Índice de tablas

Tabla 1. Muestra Poblacional atribuida	23
Tabla 2. Fases o etapas metodológicas	23
Tabla 3. Inventario forestal especies afectadas “Ecoparque Los Besotes”	27
Tabla 4. Estimación de variables intrínsecas de vegetación potencialmente afectadas por el evento de incendio forestal.....	38
Tabla 5. Estimación de variables intrínsecas de vegetación potencialmente afectadas por el evento de incendio forestal extrapolada a 1 ha.....	38
Tabla 6. Número de especies de aves bajo categoría de amenaza según UICN al interior del santuario de vida silvestre Los Besotes	39
Tabla 7. Daños en la madera y densidad de individuos por hectárea	42
Tabla 8. Propiedades químicas evaluadas y métodos para su determinación.....	44
Tabla 9. Comparación de parámetros físico-químicos efectuados en suelos afectados y no afectados después de un incendio en la Reserva Natural Eco parque los Besotes, agosto del 2016.....	45
Tabla 10. Comparación de parámetros físico-químicos efectuados en tres puntos de muestreos en Ecoparque los Besotes, agosto del 2016.....	46
Tabla 11. Balance hídrico previo al evento de incendio forestal.....	49
Tabla 12. Balance hídrico posterior al evento de incendio forestal.....	50
Tabla 13. Valores climáticos descritos en literatura	51
Tabla 14. Costos de mitigación del incendio	53
Tabla 15. Costos de pérdidas en madera y Carbono secuestrado	54
Tabla 16. Costos de pérdidas en estructuras físicas.....	54
Tabla 17. Costos por pérdidas en la fauna.....	55
Tabla 18. Costos por daño al ciclo hídrico del santuario.....	55
Tabla 19. Costos por incremento de la erosión en los próximos 7 años.....	56
Tabla 20. Costos por pérdida de la belleza paisajística del santuario extendido a los próximos 2 años.....	57

Tabla 21. Total, estimación de los costos ambientales generados por la degradación de santuario de vida silvestre Los Besotes luego de un evento de incendio forestal de grandes magnitudes 58

Índice de figuras

Figura 1. Niveles de profundidad de los tipos de estudio.....	21
Figura 2. Lugar de permanencia temporal de especies faunísticas en el Ecoparque.....	24
Figura 3. Identificación de árboles afectados por el incendio forestal	25
Figura 4. Reconocimiento y Georreferenciación de especies forestales incineradas en el santuario de vida Los Besotes	26
Figura 5. Representación KMZ recorrido de campo	26
Figura 6. Mapa del Santuario escala 1:45 000	34
Figura 7. Secuencia Fotográfica de quema controlada.....	41
Figura 8. Mapa de Puntos Toma de Muestras de Agua.....	43
Figura 9. muerte de fauna a causa del incendio en el Santuario de Vida Silvestre Los Besotes.....	48

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO GENERADO POR UN INCENDIO FORESTAL EN EL CARIBE SECO COLOMBIANO

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC IMPACT GENERATED BY A FOREST FIRE IN THE DRY COLOMBIAN CARIBBEAN

Angélica Patricia Vanegas Padilla⁴

Pedro José Fragozo Castilla⁵

Eberto Rafael Ortega Sinning⁶

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.⁷

⁴ Ingeniera Ambiental y Sanitaria, Universidad Popular del Cesar, Especialista Gestión Ambiental, Fundación Universitaria del Área Andina, Magíster Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales, Docente, Universidad Popular del Cesar, angelicavanegas@unicesar.edu.co, Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales E.S.A, Universidad Popular del Cesar.

⁵ Bacteriólogo y laboratorista clínico, Universidad del Santander, Magister en ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad del Zulia, Doctor en Medicina Tropical, Red de Universidades estatales del Caribe Colombiano, pedrofragozo@unicesar.edu.co, Grupo de Investigación Parasitología Agroecología Milenio, Universidad Popular del Cesar.

⁶ Ingeniero Civil, Universidad de Cartagena, Especialista en Vías y Transporte, Universidad del Norte, Magíster Geotecnia, Universidad Industrial de Santander, Magíster Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales, Especialista Análisis y Diseño de Estructuras, Universidad del Norte, Docente, Universidad Popular del Cesar, correo electrónico: ebertoortega@unicesar.edu.co, Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales E.S.A, Universidad Popular del Cesar.

⁷ Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES. www.rediees.org

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO GENERADO POR UN INCENDIO FORESTAL EN EL CARIBE SECO COLOMBIANO

Angélica Patricia Vanegas Padilla, Pedro José Fragoso Castilla, Eberto Rafael Ortega
Sinning.

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza ambiental y económicamente lo sucedido en El santuario de vida silvestre Los Besotes, ubicado entre las veredas Los Corazones y Río Seco, jurisdicción del municipio de Valledupar, áreas límites de la Sierra Nevada de Santa Marta en el departamento del Cesar. Posee una extensión de 1000 ha, del cual el 95% tiene fines de conservación. El diseño metodológico utilizado permitió estimar un costo económico de los daños provocados por el incendio forestal que degradó la composición biofísica del santuario, es un ejercicio realizado principalmente con información primaria y secundaria, es por ello que se considera una aproximación al valor real de las pérdidas generadas por el evento destructivo. La cifra final de la valoración económica, dimensiona la importancia que tienen los bienes y servicios de los bosques. Dos mil novecientos catorce millones setecientos nueve mil setecientos treinta y cinco pesos colombianos (\$ 2.914.709.735), por la degradación de 1000 ha de coberturas vegetales, genera reflexión acerca de la importancia de disponer recursos para la formulación y ejecución de proyecto que reduzcan el riesgo de degradación en el ecosistema del departamento para el incremento e interés de las directivas de la Fundación Ecológica los Besotes por gestionar recursos para tales fines. Fueron muy pocas las variaciones en los parámetros físico-químicos del suelo, se evidenció algunas modificaciones del pH, la conductividad y la materia orgánica que a futuro pueden modificar la fertilidad al disminuir la acidez. Finalmente, la calidad de las aguas analizadas no se encuentra afectada por el incendio forestal.

ABSTRACT

In this paper, what happened in the Los Besotes wildlife sanctuary located between the Los Corazones and Río Seco villages, jurisdiction of the Valledupar municipality, border areas of the Sierra Nevada de Santa Marta in the Cesar department, is analyzed environmentally and economically. It has an area of 1000 ha of which 95% is for conservation purposes. The methodological design used allowed estimating an economic cost of the damages caused by the forest fire that degraded the biophysical composition of the sanctuary, it is an exercise carried out mainly with primary and secondary information, which is why it is considered an approximation to the real value of the losses generated by the destructive event. The final figure of the economic valuation measures the importance of forest goods and services. Two thousand nine hundred fourteen million seven hundred nine thousand seven hundred thirty-five Colombian pesos (\$ 2,914,709,735), due to the degradation of 1000 ha of plant cover, generates reflection about the importance of having resources for the formulation and execution of projects that reduce the risk of degradation in the ecosystem of the department for the increase and interest of the directives of the Fundación Ecológica los Besotes in managing resources for such purposes. There were very few variations in the physical-chemical parameters of the soil, some modifications of the pH, conductivity and organic matter were evidenced that in the future can modify fertility by reducing acidity. Finally, the quality of the analyzed waters is not affected by the forest fire.

PALABRAS CLAVE: Valoración, Conflagración, Costos, Impacto Ambiental, Inventario Forestal, Fauna, Flora, Mitigación.

Keywords: Valuation, Conflagration, Costs, Environmental Impact, Forest Inventory, Fauna, Flora, Mitigation.

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son la principal causa de la disminución de los bosques y pérdida de suelos fértiles a nivel mundial. Los incendios son fuente de emisión de carbono y otras partículas, lo que contribuye considerablemente al calentamiento global; el humo reduce la actividad de fotosíntesis de la vegetación y perjudica la salud de las personas y de los animales, los impactos del ecosistema forestal tienen una relación directa con la dinámica del incendio, por lo que las modificaciones físicas, químicas y biológicas del aire, el suelo y el agua van a depender del tipo de incendio y de las condiciones medioambientales.

Los incendios forestales no solo producen impactos ambientales por la destrucción de la cubierta vegetal, la muerte o huida de miles de animales, la pérdida del suelo fértil y el avance de la erosión, desaparición de ecosistemas, alteración del ciclo hídrico, aumento de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera y desertificación, también trae consigo todos los daños, la pérdida de vidas humanas y daños a los cultivos, a las exportaciones y viviendas. Además, significa pérdidas económicas por las importantes inversiones que son necesarias para paliar los efectos de estos eventos. En este sentido, organismos Internacionales como FAO y ONU están llamando la atención frente a la incidencia de los incendios forestales a nivel global, dado los impactos y la contribución al cambio climático del planeta. Según la FAO (2016), el área total de bosques en el mundo al año 2015, asciende a algo más de 4000 mil millones de hectáreas, que corresponden al 31% total de la tierra y la mayoría de las pérdidas se tienen en países tropicales y subtropicales.

Los incendios eliminan los bosques, el hábitat de mucha fauna silvestre, contaminan el aire, contribuyen al cambio climático global, propician la erosión del suelo, afectan la belleza escénica y alteran el régimen hidrológico, entre muchos otros lamentables impactos ecológicos, económicos, sociales, políticos, y operativos; tanto inmediatos como en los plazos corto, mediano y largo; impactos directos o indirectos; tangibles o intangibles; y sobre diversos sectores sociales, ante los cuales, tales impactos pueden manifestarse de diferentes formas.

El efecto que producen los incendios en el suelo es la erosión post- fuego. Esto se produce cuando las temperaturas de la superficie alcanzaron niveles entre 176 y 204°C. Lo que provoca es que se produzca una capa hidrofobia que produce que el suelo pierda la capacidad de retener el agua, lo que se traduce en que el agua de las lluvias fluya y no se absorba, además provoca daños en los cursos de agua y se lleva consigo una capa del suelo. Los efectos que produce el fuego sobre la flora son: daño a sus órganos, muerte de tejidos vegetales acompañados de deformaciones en el crecimiento del árbol y además cambios fisiológicos y detrimento de propiedades físicas de la madera (Spurr et al., 1982).

No cabe duda que después de un incendio se produce la pérdida de importantes recursos naturales directos e indirectos. Para estimar estas pérdidas económicas, se valoran las pérdidas en productos primarios como productos derivados de la madera (leñas, corchos, ricinas) como también frutos, pastos, caza y pesca.

Desde el punto de vista económico, el sector forestal tiene una participación del 3.1% del PIB Nacional. La protección contra los incendios forestales en los últimos 30 años, ha permitido reconocer daños que bordean los 100 millones de dólares en pérdidas directas. Además, en este mismo período el gasto en combate de incendios Forestales es del orden de los 660 millones de dólares, como gasto normal de los Sistemas de protección públicos y privados.

El costo social de los incendios forestales es 15 veces aproximadamente superior al costo privado, el que corresponde a un 5,9% del valor total de los costos, lo que considera, leña y productos forestales no madereros. La reforestación post-incendio representa el 10,6% del costo total de la reposición, puesto que, por los altos niveles de inversión requeridos en términos de costos para la reposición o restauración de los ecosistemas, posterior al siniestro, se debe enfocar a aquellas áreas que tengan una relevancia, y no en toda la zona afectada por el incendio, esta trata de devolver al ecosistema perturbado a un estado lo más similar a su condición natural, recuperando no solo especies, sino también, la interacción y procesos ecológicos en los que estas especies están vinculadas entre sí y el medio ambiente, es decir, reconstruyendo las estructuras y funciones perdidas en un incendio forestal.

Por otro lado, otro costo asociado a los incendios forestales es lo relacionado con la fuerza de trabajo. Se considera que el bosque colabora en la manutención de la fuerza de trabajo local. Los turistas también se ven afectados con las quemas descontroladas. Muchas personas viajan desde diferentes partes del país y de otros países para conocer los paisajes colombianos.

A nivel mundial los incendios tienen principalmente causas antrópicas, que se magnifican con el cambio climático. Los fenómenos climatológicos como el fenómeno de EL NIÑO, favorece la ocurrencia de los incendios, el cual se manifiesta como un calentamiento anómalo de la superficie del mar.

En Colombia los incendios ocurridos a causa del fenómeno del NIÑO, se presentaron en los años 1972, 1973, 1991-1992, 1997; 1998, 2007, 2009- 2010 y 2015 (El tiempo, 2015) y han sido una constante todos los años. Según El Departamento Nacional de Planeación (DNP), son cerca de 120.000 hectáreas afectadas por los incendios, entre las cuales 23.000 corresponden a bosques. Se señala además que las pérdidas que dejaron los incendios durante el fenómeno de El Niño en el 2015 equivalen a 476.000 millones de pesos por la prestación de servicios ecosistémicos.

Según el IDEAM en la región Caribe, el departamento del Cesar es quien aporta la mayor cantidad de incendios forestales. En este contexto, aproximadamente a 10 km de distancia al norte de la ciudad de Valledupar, entre las veredas Los Corazones y Río Seco, áreas límites de la Sierra Nevada de Santa Marta en el departamento del Cesar, se ubican el santuario de vida silvestre Los Besotes. Es una reserva natural de la sociedad civil, propiedad de la Fundación Ecológica los Besotes, la cual ofrece protección a la fauna y flora del norte del Cesar desde 1992, declarada en 2002 como la primera Área Importante para Conservación de Aves (AICA) del país. Ya son más de 20 años de protección que ejerce la fundación para 1000 ha de la reserva en cabeza de su presidente Tomás Darío Gutiérrez Hinojosa, más 400 ha propiedad de la familia Mendoza Hinojosa. Debido a su valor biológico la reserva es catalogada por la Corporación Autónoma Regional del Cesar como el parque regional más importante de la ciudad de Valledupar, según el diario el Pílon. En santuario

se ofrecen servicios de educación ambiental para particulares y centro educativos, así como disposición para desarrollar estudios científicos sobre la oferta ambiental de la reserva.

En el mes de marzo, la reserva sufrió un fuerte retroceso ecológico causado por un extenso incendio que consumió gran parte del área de protección. Según información suministrada por Gutiérrez Hinojosa a la emisora Cacica estéreo, el incendio inició el jueves 28 de marzo de 2016 cerca de las 12 del mediodía en el cerro Murillo, límite entre el santuario o y un resguardo Arahuaco. Según informa, los indígenas realizaban una acostumbrada práctica de quema para adecuar tierras para uso agrícola, situación que con frecuencia afecta las coberturas del santuario. Por acción de los vientos el fuego pasó en horas de las madrugadas del viernes 29 al cerro Los Cóndores cuya cota máxima supera los 1600 msnm. Debido a que las coberturas presentes en dicha zona son pastos arbolados y pastos con arbustos dispersos, la conflagración intensificó sus efectos por no encontrar barreas naturales y terminó por afectar las coberturas boscosas que, a razón del fenómeno del Niño más prolongado de las últimas décadas, presentaban estrés hídrico y una gran susceptibilidad de presentar incendio. Con ayuda del cuerpo de bomberos de Valledupar, se inició en día siguiente del evento los primeros intentos por sofocar el incendio el cual aún no descendía por el cerro, pero al encontrar imposibilitado el acceso hasta la zona, piden apoyo a las autoridades nacionales de gestión del riesgo. En respuesta se envía un helicóptero Bell 212 de la Fuerza Aérea con sistema Bambi Bucket el cual por problemas técnicos es relevado por un Black Hawk. Por la oportuna acción de las descargas aéreas, se logró detener el avance del frente de incendio y disminuir su intensidad, para luego de aproximadamente 15 días terminar la conflagración por completo.

Por la importancia de los bosques en la vida, que proveen bienes y servicios de incalculable valor se constituyen en elementos fundamentales para la sostenibilidad del planeta, los eventos de incendios forestales afectan cada año los mismos lugares con mayor severidad y en tal sentido se hace necesario trabajar las causas que los afectan.

La Sostenibilidad Ambiental establece en la gestión ambiental integrada y compartida, la necesidad de aplicar medidas encaminadas a prevenir al aumento de la huella

ecológica y ordena como estrategia de gestión del riesgo de pérdida de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, formular y desarrollar la estrategia de corresponsabilidad en la lucha contra los Incendios forestales.

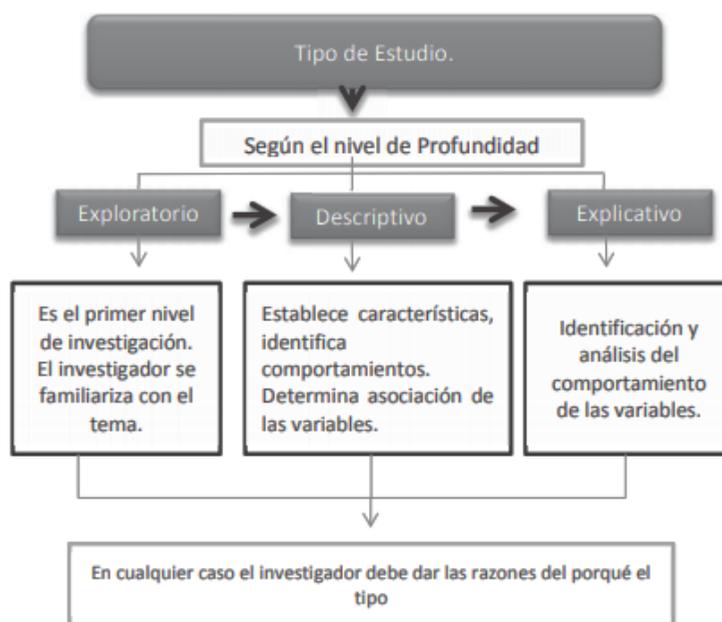
El objetivo principal de este estudio es estimar preliminarmente con la ayuda de sistemas de información geográfica, revisión bibliográfica de estudios realizados en el santuario y aproximaciones teóricas en la temática de incendios forestales, las pérdidas de cada uno de los sistemas que componen el ambiente en esta área natural a través de una valoración ambiental y económica de los daños según su índole. Para lo anterior se aplicará una combinación de herramientas descritas en las metodologías de valoración económica de Araya (2004), Bustamante & Ochoa (2014), González (1998), Martín & Montes (2011) y Rincón et al (2014).

Al emplear las herramientas de descripción y valoración económica, se obtiene como resultado una estimación aproximada de los daños causados por el incendio forestal medidos en términos monetarios. Dichos valores que pueden servir de referencia para diseñar los planes de recuperación de las zonas afectadas, así como un estimativo de los costos de la infraestructura de prevención, creación de protocolos y demás acciones necesarias para prevenir eventos de conflagraciones, por parte de las autoridades de la reserva y regionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

De acuerdo a Hurtado (2006) y los tipos de investigación en la dimensión histórica de la espiral holística, propia de la autora; esta investigación se considera Descriptiva, ya que se identificaron características del evento de estudio. También se consideró Explicativa, porque buscó comprender las relaciones entre los eventos de estudio, interesado en el “porque” y el “cómo” de esos eventos. En cuanto al nivel de la investigación, Duarte y González (2015) representan la profundidad del estudio en tres fases, las cuales son considerables para la presente investigación.

Figura 1. Niveles de profundidad de los tipos de estudio



La población de estudio corresponde a los relictos de Bosque Seco Tropical (Bs-T) del Ecoparque, Los Besotes. El tamaño de la muestra puede no ser representativos para las 1000 ha para del santuario, pero es un gran aporte la estimación *in situ* de las variables de interés en la presente investigación, aún más por ser uno de los pocos muestreos de vegetación que se han realizado en la reserva. Por factores limitantes de tiempo y recursos monetarios no es posible hacer una toma de datos primarios óptima, y se adoptan los valores obtenidos de este muestreo como parcialmente representativos del área total del santuario de

vida silvestre Los Besotes. Dicho lo anterior, los valores las variables calculadas extrapolados a 1 ha.

$$B = \exp [-2.187 + 0.916 * \ln (P_i (DAP)^2 H)]$$

Ecuación alométrica de Chave *et al* (2005) para la estimación de la biomasa en bosques secos tropicales.

Donde:

B = Biomasa (Kg)

P_i = Peso específico (g/cm³)

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1,30 m)

H = Altura total (m)

La muestra poblacional según Álvarez Mejía (2019), hace la selección de un área poblacional aproximada de 16 hectáreas de la cual seleccionó quince (15) parcelamientos con dimensiones de 50 por 3 metros para un total muestral de 500 metros cuadrados, siendo una proporción de 0,56% del área total de estudio. Por cada parcela de estudio se obtuvieron densidades forestales muestrales de 0,22 individuos / m², 0,11 individuos / m², 0,08 individuos / m², 0,1 individuos / m², 0,12 individuos / m² y 0,12 individuos / m² (en promedio 0,12 individuos / m²), siendo 231 árboles por 500 metros cuadrados de estudio, encontrándose así 1250 individuos forestales por hectárea.

Con base a estos resultados y teniendo en cuenta el número de individuos y la proporción o segmentos de áreas de conteo respecto al área total se aplicará la fórmula estadística de muestreo de poblaciones conocidas (Aguilar-Barojas, 2005).

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Dónde

n : Tamaño muestral

N : Tamaño poblacional

p : Proporción de éxito asignado (50%)

q : Proporción de éxito asignado (1 - p)

- Z : Valor Z (al 95% de confianza, Z asume 1,96)
 E : Error experimental muestral (al 95% de confianza, E asume $\leq 0,05$)

Tabla 1. Muestra Poblacional atribuida

Variable Considerada	Muestra Poblacional
$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 116}{231 * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} \cong 89$	
Siendo 89 individuos significativamente estadísticos para 16 hectáreas de estudio, entonces, para la superficie del presente estudio será de 780 individuos forestales (correlación lineal).	
Número de individuos Estadísticamente significativos a considerar en el estudio.	780 Árboles

El presente análisis se dividió en tres fases o etapas metodológicas las cuales mantuvieron relación completa con los objetivos trazados.

Tabla 2. Fases o etapas metodológicas

Fases o Etapas Metodológicas	Objetivos
FASE o ETAPA 1	Realizar caracterización de las condiciones socio-ambientales asociadas e intrínsecas del Bosque Seco Tropical (BST) en el Ecoparque – Los Besotes.
FASE o ETAPA 2	Determinar el Valor de Bienestar Ambiental y Disposición de Pago para la preservación del Bosque Seco Tropical (BST) en el Ecoparque – Los Besotes.
FASE o ETAPA 3	Formular un Esquema de Pago por Servicio Ambiental (PSA) de Captura, Fijación o Secuestro de CO ₂ por el Bosque Seco Tropical (BST) en el Ecoparque Los Besotes.

Fuente: Elaboración de los Autores, 2016

En esta sección, por cada fase o etapa metodológica se realizó la descripción de las actividades con los métodos y técnicas a utilizar.

ETAPA METODOLÓGICA No 1

1.1. Actividad inspección preliminar del área de estudio

Descripción: Con el ánimo de identificar las características y parámetros a considerar en el presente estudio, se realizó una visita preliminar para obtener registro visual y fotográfico de las condiciones presentes tanto en el relicto de Bosque Seco Tropical (BST) seleccionado en los bienes y servicios ambientales que posee, así como la relación socio – ambiental en referencia a como sinérgicamente interactúan con este ecosistema estratégico.

Figura 2. Lugar de permanencia temporal de especies faunísticas en el Ecoparque



1.2. Actividad diseño y aplicación de entrevista/encuesta preliminar

Descripción: Se realizó el diseño y aplicación de un modelo de recolección de datos tipo entrevista/encuesta preliminar, que bajo los lineamientos de la Guía de Valoración Económica Ambiental del MINAMBIENTE es requerida como ajuste de la segunda

encuesta. Esta encuesta contará con un componente asociado al valor de bienestar que les atribuye a los visitantes a este ecosistema estratégico objeto de estudio. Los resultados serán tabulados y sometidos a análisis estadísticos. Siendo que la población adyacente a este Ecoparque se desconoce, el tamaño muestral estará determinado por la fórmula estadística para poblaciones desconocidas (Aguilar-Barojas, 2005).

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

Dónde

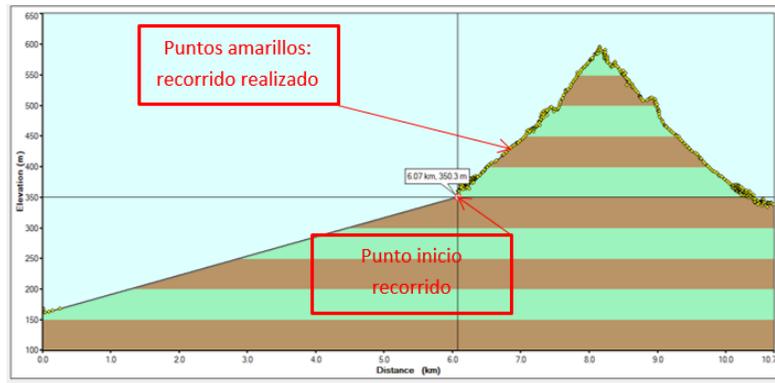
- n : Tamaño muestral para poblaciones desconocidas.
- p : Proporción de éxito asignado (50%)
- q : Proporción de éxito asignado (1 – p)
- Z : Valor Z (al 95% de confianza, Z asume 1,96)
- E : Error experimental muestral (al 95% de confianza, E asume $\leq 0,05$)

Figura 3. Identificación de árboles afectados por el incendio forestal



Reconocimiento y Georreferenciación de especies forestales incineradas en el santuario de vida Los Besotes

Figura 4. Reconocimiento y Georreferenciación de especies forestales incineradas en el santuario de vida Los Besotes



1.3. Actividad inventario de individuos forestales

Descripción: Con base a los lineamientos de la Guía de determinación de Biomasa Forestal y Contenido de Carbono de la CAR – Cundinamarca, IDEAM e IPCC, se realizó la mensuración forestal (con base a las variables descritas en la teoría del presente documento) mediante inventariado para el número total de especies significativas obtenidas en el marco muestral del presente proyecto. Los resultados fueron tabulados y sometidos a análisis estadísticos.

Figura 5. Representación KMZ recorrido de campo

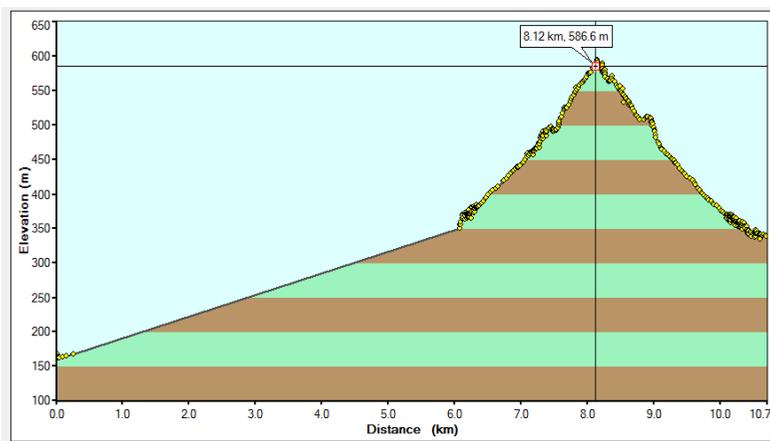


Tabla 3. Inventario forestal especies afectadas “Ecoparque Los Besotes”

UBICACIÓN	PUNTO GPS	ALTURA APROXIMADA	GEORREFERENCIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTADO Y/O OBSERVACIONES
ZONA INTERMEDIA INCENDIO FORESTAL ECOPARQUE LOS BESOTES	694	167 m	N10 31.774 W73 13.317	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
				CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	
	695	162 m	N10 31.792 W73 13.348	BRASIL	CAESALPINA ECHINATA	SECO
	696	167 m	N10 31.875 W73 13.377	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	697	351 m	N10 34.188 W73 15.537	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	{-698	357 m	N10 34.182 W73 15.544	GUAYABO	PSIDIUM GUAJAVA	SECO
	699	369 m	N10 34.189 W73 15.557	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	700	369 m	N10 34.190 W73 15.574	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	701	364 m	N10 34.191 W73 15.592	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	702	370 m	N10 34.194 W73 15.594	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	703	371 m	N10 34.196 W73 15.598	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	704	371 m	N10 34.193 W73 15.600	RESBALAMON O	BURSERIA SIMARUBA	RECUPERACIÓN
	705	370 m	N10 34.190 W73 15.597	CAÑAHUATE	TABEBUIA CHRYSANTHA	RECUPERACIÓN
	706	380 m	N10 34.190 W73 15.620	CARACOLÍ	ANACARDIUM EXCELSUM	RECUPERACIÓN
	707	376 m	N10 34.191 W73 15.626	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	SECO
	708	377 m	N10 34.190 W73 15.636	CAÑAHUATE	TABEBUIA CHRYSANTHA	RECUPERACIÓN
	709	374 m	N10 34.190 W73 15.637	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	710	378 m	N10 34.191 W73 15.645	MAMONCILLO	MELICOCCLUS BIJUGATUS	SECO
	711	381 m	N10 34.198 W73 15.652	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
YAYA				MUERTO		
712	380 m	N10 34.197 W73 15.658	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN	

ZONA INTERMEDIA INCENDIO FORESTAL ECOPARQUE LOS BESOTES

713	390 m	N10 34.218 W73 15.703	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
714	394 m	N10 34.226 W73 15.721	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
715	401 m	N10 34.239 W73 15.745	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
716	405 m	N10 34.241 W73 15.767	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
717	408 m	N10 34.244 W73 15.801	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
718	418 m	N10 34.274 W73 15.850	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
719	419 m	N10 34.272 W73 15.846	MAMONCILLO	MELIOCCUS BIJUGATUS	RECUPERACIÓN
720	419 m	N10 34.273 W73 15.844	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
721	426 m	N10 34.280 W73 15.872	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
722	431 m	N10 34.295 W73 15.894	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
723	436 m	N10 34.299 W73 15.920	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	RECUPERACIÓN
724	443 m	N10 34.322 W73 15.956	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
725	448 m	N10 34.340 W73 15.974	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
726	454 m	N10 34.356 W73 15.988	GUAYABO	PSIDIUM GUAJAVA	RECUPERACIÓN
727	460 m	N10 34.361 W73 15.997	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	MUERTO
728	463 m	N10 34.371 W73 16.013	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
729	462 m	N10 34.376 W73 16.019	RESBALAMON O	BURSERIA SIMARUBA	SECO
730	462 m	N10 34.377 W73 16.022	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	SECO
731	463 m	N10 34.386 W73 16.027	GUAYABO	PSIDIUM GUAJAVA	SECO
732	472 m	N10 34.384 W73 16.049	CARACOLÍ	ANACARDIUM EXCELSUM	RECUPERACIÓN
733	475 m	N10 34.386 W73 16.061	CEIBA	CEIBA PETANDRA	RECUPERACIÓN
734	468 m	N10 34.386 W73 16.061	GUAIMARO	BROSIMUM ALICISTRUM	RECUPERACIÓN
735	473 m	N10 34.387 W73 16.062	MAMONCILLO	MELIOCCUS BIJUGATUS	SECO
736	476 m	N10 34.382 W73 16.069	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	
737	479 m	N10 34.383 W73 16.070	CARACOLÍ	ANACARDIUM EXCELSUM	RECUPERACIÓN

SENDERO DE LOS CARRETOS	738	484 m	N10 34.383 W73 16.081	MAMÓN	MELICOCCLUS BIJUGATUS	RECUPERACIÓN
	739	488 m	N10 34.386 W73 16.088	GUASIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	SECO
	740	491 m	N10 34.386 W73 16.116	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	SECO
	741	495 m	N10 34.383 W73 16.128	CEIBA	CEIBA PETANDRA	SECO
	742	497 m	N10 34.400 W73 16.137	CARACOLÍ	ANACARDIUM EXCELSUM	RECUPERACIÓN
	743	494 m	N10 34.417 W73 16.144	UVITO CRIOLLO	CAVENDISHIA NUDA LUTEYN	RECUPERACIÓN
	744	493 m	N10 34.419 W73 16.141	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	RECUPERACIÓN
	745	493 m	N10 34.424 W73 16.127	ALGARROBILLO	PROSOPIS AFFINIS	MUERTO
	746	495 m	N10 34.427 W73 16.112	ALGARROBILLO	PROSOPIS AFFINIS	MUERTO
	747	502 m	N10 34.435 W73 16.115	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	748	505 m	N10 34.438 W73 16.115	UVITO	CAVENDISHIA NUDA LUTEYN	RECUPERACIÓN
	749	505 m	N10 34.438 W73 16.115	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	750	506 m	N10 34.438 W73 16.115	UVITO	CAVENDISHIA NUDA LUTEYN	RECUPERACIÓN
	751	506 m	N10 34.438 W73 16.115	CARACOLÍ	ANACARDIUM EXCELSUM	SECO
	SENDERO DE LOS CARRETOS	752	507 m	N10 34.440 W73 16.116	CEIBA ROJA	BOMBACOPSIS QUITANA
753		520 m	N10 34.455 W73 16.146	GUAIMARO	BROSIMUM ALICASTRUM	MUERTO
754		522 m	N10 34.456 W73 16.153	JOBO	SPONDIAS MOMBIN	MUERTO
755		526 m	N10 34.456 W73 16.154	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	RECUPERACIÓN
756		542 m	N10 34.448 W73 16.221	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	RECUPERACIÓN
757		550 m	N10 34.447 W73 16.244	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	SECO
758		551 m	N10 34.447 W73 16.251	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	SECO
759		556 m	N10 34.448 W73 16.270	CAÑAHUATE	TABEBUIA CHRYSANTHA	RECUPERACIÓN
760		560 m	N10 34.450 W73 16.281	CEIBA ROJA	BOMBACOPSIS QUITANA	RECUPERACIÓN
761		564 m	N10 34.445 W73 16.301	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	SECO
762		567 m	N10 34.441 W73 16.313	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	SECO
763		571 m	N10 34.446 W73 16.324	JOBO	SPONDIAS MOMBIN	RECUPERACIÓN
764		574 m	N10 34.453 W73 16.334	JOBO	SPONDIAS MOMBIN	RECUPERACIÓN
765		574 m	N10 34.453 W73 16.334	GUIAMARO	BROSIMUM ALICASTRUM	RECUPERACIÓN
766	575 m	N10 34.453 W73 16.334	GUAIMARO	BROSIMUM ALICASTRUM	RECUPERACIÓN	
767	575 m	N10 34.452 W73 16.334	RESBALAMON O	BURSERIA SIMARUBA	RECUPERACIÓN	
768	575 m	N10 34.452 W73 16.334	CAÑAHUATE	TABEBUIA CHRYSANTHA	EN ESTE PUNTO SE ENCONTRÓ UNA TORTUGA QUEMADA.	
769	575 m	N10 34.452 W73 16.334	CAÑAHUATE	TABEBUIA CHRYSANTHA	RECUPERACIÓN	

CAMINO DE LOS GUAIMAROS	CAMINO DE LOS GUAIMAROS					
	770	575 m	N10 34.452 W73 16.334	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	RECUPERACIÓN
771	575 m	N10 34.451 W73 16.335	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	RECUPERACIÓN	
772	575 m	N10 34.452 W73 16.335	GUACAMAYO	ARARAUNA	SECO	
773	575 m	N10 34.451 W73 16.335	MAMONCILLO	MELIOCCUS BIJUGATUS	SECO	
774	575 m	N10 34.450 W73 16.334	GUAIMARO	BROSIMUM ALICASTRUM	SECO	
775	575 m	N10 34.450 W73 16.334	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	RECUPERACIÓN	
			CAÑANDONGA			
776	575 m	N10 34.450 W73 16.338	GUAIMARO	BROSIMUM ALICASTRUM	SECO	
777	575 m	N10 34.449 W73 16.336	GUAIMARO	BROSIMUM ALICASTRUM	SECO	
778	575 m	N10 34.449 W73 16.335	GUAIMARO	BROSIMUM ALICASTRUM	SECO	
779	575 m	N10 34.449 W73 16.335	CEIBA	CEIBA PETANDRA	SECO	
780	575 m	N10 34.449 W73 16.335	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	SECO	
781	575 m	N10 34.449 W73 16.335	CEIBA	CEIBA PETANDRA	MUERTO	
782	576 m	N10 34.449 W73 16.334	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN	
783	577 m	N10 34.449 W73 16.334	JOBO	BROSIMUM ALICASTRUM	SECO	
			JOBO		RECUPERACIÓN	
784	577 m	N10 34.449 W73 16.334	MAMÓN	MELIOCCUS BIJUGATUS	ESTADO FITOSANITARIO DEFICIENTE.	
785	577 m	N10 34.449 W73 16.334	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN	
786	578 m	N10 34.449 W73 16.334	GUAYABO	PSIDIUM GUAJAVA	SECO	
787	583 m	N10 34.458 W73 16.349	AGUACATILLO		SECO	
788	593 m	N10 34.477 W73 16.363	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	SECO	
789	594 m	N10 34.478 W73 16.363	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN	
790	594 m	N10 34.481 W73 16.366	MAMÓN	MELIOCCUS BIJUGATUS	RECUPERACIÓN – ESTADO FITOSANITARIO	

CAMINO DE LOS GUAIMAROS

791	591 m	N10 34.477 W73 16.365	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	SECO
792	588 m	N10 34.470 W73 16.353	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	SECO
793	587 m	N10 34.464 W73 16.344	GUAYABO	PSIDIUM GUAJAVA	SECO
794	588 m	N10 34.454 W73 16.347	CEIBA BLANCA		RECUPERACIÓN
795	585 m	N10 34.454 W73 16.349	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
796	584 m	N10 34.454 W73 16.349	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
797	584 m	N10 34.455 W73 16.349	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
798	579 m	N10 34.448 W73 16.351	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	SECO
799	580 m	N10 34.440 W73 16.349	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
800	581 m	N10 34.440 W73 16.348	AGUACATILLO		RECUPERACIÓN
801	574 m	N10 34.438 W73 16.343	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	SECO
802	570 m	N10 34.431 W73 16.347	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	SECO
803	569 m	N10 34.404 W73 16.347	JOBO	BROSIMUM ALICASTRUM	SECO
804	571 m	N10 34.404 W73 16.337	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	SECO
805	562 m	N10 34.401 W73 16.315	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	SECO
806	552 m	N10 34.398 W73 16.281	ESPINO BLANCO		SECO
807	551 m	N10 34.396 W73 16.272	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	RECUPERACIÓN
808	547 m	N10 34.393 W73 16.261	2 CACTUS	CACTACEAE	SECOS
			1 CACTUS		RECUPERACIÓN
809	533 m	N10 34.387 W73 16.203	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	RECUPERACIÓN
810	525 m	N10 34.384 W73 16.175	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	RECUPERACIÓN
811	518 m	N10 34.392 W73 16.153	CEIBA ROJA	BOMBACOPSIS QUITANA	RECUPERACIÓN
812	506 m	N10 34.379 W73 16.114	JOBO	BROSIMUM ALICASTRUM	RECUPERACIÓN
813	502 m	N10 34.345 W73 16.029	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN

ZONA BAJA AFECTACIÓN INCENDIO FORESTAL ECOPARQUE LOS BESOTES.	814	495 m	N10 34.346 W73 16.020	GUACAMAYO	ARARAUNA	MUERTO
				GUACAMAYO		MUERTO
				GUACAMAYO		MUERTO
	815	488 m	N10 34.354 W73 16.021	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	MUERTO
	816	466 m	N10 34.341 W73 15.976	MAMONCILLO	MELICOCCUS BIJUGATUS	MUERTO
	817	459 m	N10 34.314 W73 15.952	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	MUERTO
	818	420 m	N10 34.240 W73 15.763	CAÑAHUATE	TABEBUIA CHRYSANTHA	CONSUMIDO COMPLETAMENTE
	819	414 m	N10 34.237 W73 15.739	CORAZÓN FINO		RECUPERACIÓN
	820	405 m	N10 34.218 W73 15.709	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	MUERTO
	821	399 m	N10 34.207 W73 15.679	CAÑAHAUTE	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	MUERTO
				CARRETO	ARARAUNA	CONSUMIDO EN SU TOTALIDAD
				GUACAMAYO		CONSUMIDO EN SU TOTALIDAD
	822	395 m	N10 34.200 W73 15.665	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	MUERTO
	823	392 m	N10 34.188 W73 15.641	BRASIL	CAESALPINA ECHINATA	SECO
	824	386 m	N10 34.187 W73 15.606	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	RECUPERACIÓN
				GUÁSIMO		RECUPERACIÓN
	825	381 m	N10 34.190 W73 15.569	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	MUERTO
	826	376 m	N10 34.182 W73 15.543	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	RECUPERACIÓN
	827	371 m	N10 34.184 W73 15.516	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	828	367 m	N10 34.173 W73 15.494	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	CONSUMIDO COMPLETAMENTE
	829	364 m	N10 34.163 W73 15.486	CEIBA	CEIBA PETANDRA	MUERTA
	830	364 m	N10 34.158 W73 15.480	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	RECUPERACIÓN
	831	363 m	N10 34.153 W73 15.476	MAMONCILLO	MELICOCCUS BIJUGATUS	SECO
	832	362 m	N10 34.153 W73 15.476	CEIBA ROJA	BOMBACOPSIS QUITANA	RECUPERACIÓN
	833	361 m	N10 34.151 W73 15.474	OREJERO	ENTEROLOBIUM CYCLOCARPUM	RECUPERACIÓN
	834	360 m	N10 34.148 W73 15.471	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	835	359 m	N10 34.147 W73 15.473	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN
	836	361 m	N10 34.133 W73 15.465	GUÁSIMO	GUAZUMA ULMIFOLIA	RECUPERACIÓN
	837	361 m	N10 34.128 W73 15.463	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	RECUPERACIÓN
	838	354 m	N10 34.124 W73 15.464	CORAZÓN FINO	PLATYMISCIUM HEBESTACHYUM	RECUPERACIÓN
	839	349 m	N10 34.104 W73 15.429	ALGARROBILL O	PROSOPIS AFFINIS	RECUPERACIÓN
840	341 m	N10 34.090 W73 15.394	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN	
841	341 m	N10 34.079 W73 15.396	CEIBA	CEIBA PETANDRA	RECUPERACIÓN	
842	343 m	N10 34.085 W73 15.410	CAMPANO	SAMANEA SAMAN	RECUPERACIÓN	
843	339 m	N10 34.085 W73 15.415	CARRETO	ASPIDOSPERMA PYRIFOLIUM	RECUPERACIÓN	
844	339 m	N10 34.084 W73 15.393	COTOPRIX	MELICOCCUS BIJUGATUS	RECUPERACIÓN	

ETAPA METODOLÓGICA No 2

2.1. Actividad estimación del valor de bienestar ambiental

Descripción: Cabe mencionar que se obtuvo un resultado basado en los valores de Certificados por Emisiones Reguladas (CER) por el servicio de captura, fijación y secuestro de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) de mercados de carbono como el del Banco Mundial. Este resultado se alimentó por la información obtenida mediante el inventario forestal, la obtención de su contenido de biomasa forestal y los valores fijados por el IPCC.

ETAPA METODOLÓGICA No 3

3.1. Actividad comunicación de Resultados

Descripción: Se realizó evento de comunicación de los resultados del valor del bienestar ambiental y disponibilidad de pago por la preservación del relicto de BST a los funcionarios de CORPOCESAR y autoridades del orden departamental, con el objeto que desde una medida tangible puedan comprender cuan valioso es este ecosistema estratégico. Además, se expresa los Bienes y Servicios Ambientales identificados y las interrelaciones ecosistémicas con el componente social para la inyección de un recurso en aras de la recuperación de los transectos afectados por la conflagración.

RESULTADOS

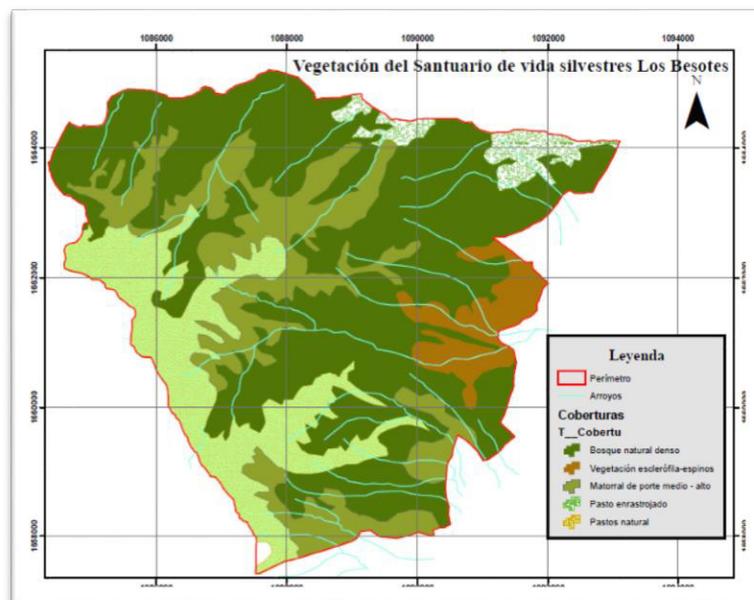
Los resultados obtenidos en el análisis ambiental y económico del Ecoparque Los Besotes posterior a la conflagración anteriormente señalada, se orientan de la siguiente manera:

Clima

El régimen de precipitación en la zona es bimodal tetraestacional, con periodos secos de diciembre a marzo y el mes junio, siendo enero el mes más seco (7,5 mm); los periodos con más precipitación son de abril a junio y agosto a noviembre, siendo octubre el mes más

húmedo (238,9 mm); el valor medio anual es de 1150,5 mm (Berdugo & Rangel, 2015), (Sandino & Castillo, 2014). La humedad relativa media mensual es de 67%, el valor mínimo medio es de 50% en marzo y máximo de 83% en octubre, lo que refleja una directa relación con las precipitaciones mínimo y máximo; la temperatura presenta valores medios 29.0 °C, máximo y mínimos absolutos de 31.8 °C y 22.8 °C; en cuanto al brillo solar, el área tiene valor promedio mensual de 223 h/mes; la velocidad media del viento es de 4,12 km/h (Unión temporal POT, 2014).

Figura 6. Mapa del Santuario escala 1:45 000



Geoformas y Suelos

Según el estudio diagnóstico del POT (2015), el área del santuario pertenece a la categoría Montañas denudativas de clima seco, constituidas por rocas ígneas (cuarzomonzonitas y cuarzodioritas), rocas sedimentarias clásticas consolidadas (grauvacas). Tienen relieve quebrado y escarpado, formas redondeadas agudas en los domos y pendientes largas e irregulares. Entre los 300 y 800 msnm existen pendientes de 12 % y mayores del 50 %, de forma larga y rectilíneas; se han desarrollado a partir de rocas sedimentarias clásticas consolidadas tipo arcillolitas, limolitas y grauvacas. En este paisaje se encuentran suelos Entisoles rocosos, muy superficiales, excesivamente drenados, ácidos, bajos en fósforo y de bajos a normales en potasio, carbón orgánico, también fertilidad baja. Entre los 800 y 2000

msnm, en relieve fuertemente ondulado a escarpado, con domos redondeados, pendientes de 12% y mayores del 50%; en las cimas y laderas de mayor pendiente se forman suelos Inceptisoles líticos superficiales, bien drenados, muy ácidos, unos niveles normales en carbono orgánico, bajos en potasio y muy bajos en fósforo y fertilidad baja. La acción de la quema y tala de la vegetación natural ha originado procesos de escorrentía superficial (erosión laminar) en estos suelos. La clase agrológica reportada por la cartografía del POT, muestra que el área del santuario es clase VII y VI, es decir con vocación forestal y restricción para ganado.

Hidrología

Pertenece a la cuenca de Río Cesar, el patrón de la red de drenaje es subparalelo (Villota, 2005), donde se destacan los arroyos Agua Blanca y El Manantial. La evapotranspiración en la reserva estimada con la ecuación propuesta por TURC (DMHP, 1992) es de 1066,9 mm anuales (ver **ecuación 1**). La escorrentía en el santuario se estima con la ecuación universal de Balance hídrico de una cuenca (ver **ecuación 2**), su valor en el área es de 86,3 mm.

$$ETr = \frac{P}{\sqrt{0,9 + P^2/L^2}}$$

Ecuación 1. Ecuación empírica de para la estimación de la evapotranspiración anual

Donde:

ETr = Evapotranspiración anual (mm)

P = Precipitación media anual (mm)

L = $300 + 25T + 0,05T^3$

T = Temperatura media anual

$$Q = P - ETr$$

Ecuación 2. Ecuación empírica de para la estimación de la escorrentía anual

Donde:

Q = Escorrentía anual (mm)

ETr = Evapotranspiración anual (mm)

P = Precipitación media anual (mm)

1 mm de precipitación es 1 litro en un m², por tanto:

1150,5 L/m² = 11505000 L/ha = 11505 m³/ha

El área del Santuario es de 1000 ha.

Entonces en el santuario anualmente cae 11505000 m³ de los cuales, se evapotranspiración 10669455,2 m³ y se escurre 835544,8 m³.

Vegetación

El Santuario debido a sus características climáticas de precipitación, temperatura, altitud y evapotranspiración, clasifica según Holdridge (1965), como bosque seco tropical (bsT). Los estudios de vegetación desarrollados por Berdugo & Rangel (2015), describen que la formación vegetal mayor en el Santuario es *Machaerium bilovulatum* y *Eugenia procera*, esta incluye otras formaciones de bosque seco, la primera *Bursera simaruba* y *Pterocarpus acapulcensis*, entre 570 y 900 msnm, cuyo dosel está entre 12 y 25 m; la formación de *Spondias mombin*. y *Calliandra magdalenae*, entre 770 y 790 msnm, cuyo dosel está entre 10 y 12 m; la formación de *Cochlospermum vitifolium* y *Astronium graveolens*, entre 570 y 690 msnm. Cuyo dosel está entre 10 y 12 m; la formación *Myrcianthes aff. fragrans* y *Brosimum alicastrum*, entre 630 y 1046 msnm, cuyo dosel está entre los 15 y 25 msnm; la formación *Simira cordifolia* y *Sapindus saponaria*, entre 630 y 760 msnm, cuyo dosel está entre los 13 y 16 m; la formación *Clavija sanctae-martae* y *Ocotea macrophylla* entre 900 y 1050 msnm, cuyo dosel está entre los 15 y 20 m y por último está el bosque espinoso de *Pereskia guamacho* y *Piptadenia flava*, entre 240 m y 260 msnm cuyo dosel está entre los 7 y 10 m. Identificaron un total de 65 especies con estas características.

Estimación volumétrica de Madera

Gracias a la colaboración de Sandino & Castillo (2014), quien facilitó datos florísticos de su muestreo en el santuario, es posible hacer una estimación más acertada del cálculo volumétrico de madera, biomasa aérea, el carbono secuestrado en esta, el área basal, densidad de individuos y estado sucesionales. Muestra consta de 15 unidades muestrales de forma rectangular con un área de 0,05 ha. Los resultados de la estimación de volúmenes, biomasa aérea y carbono secuestrado en la biomasa se presentan en la **tabla 4**.

La estimación de la biomasa aérea fue posible gracias a la aplicación una ecuación alométrica como método indirecto propuesta por Chave *et al* (2005), para bosques secos tropicales (Ver **ecuación 3**). Los resultados son expresados en Kg, sin embargo, en la literatura establece que tanto biomasa y Carbono secuestrado deben expresarse en megagramos (Mg), es decir 0,001 Mg por cada Kg. La estimación del carbono secuestrado en la biomasa aérea según Picard (2012), debe estimarse con el empleo de métodos destructivos para obtener valores adecuados, sin embargo, Penman *et al* (2003), describen que en ausencia este tipo de procedimientos se debe usar el factor de conversión 0,5, pues según sus estimaciones esta es la relación entra la biomasa y el carbono que esta almacena los bosques tropicales. El método descrito fue usado para estimar las variables.

Dicho lo anterior, los valores de las variables calculadas extrapolados a 1 ha, están en la **tabla 5**.

$$B = \exp [-2.187 + 0.916 * \ln (P_i (DAP)^2 H)]$$

Ecuación 3. Ecuación alométrica de Chave *et al* (2005) para la estimación de la biomasa en bosques secos tropicales.

Donde:

B = Biomasa (Kg)

P_i = Peso específico (g/cm³)

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1,30 m)

H = Altura total (m)

Tabla 4. Estimación de variables intrínsecas de vegetación potencialmente afectadas por el evento de incendio forestal

Parcela de 500m2	Individuos	Área basal m2	Volumen madera inmadura m3	Volumen madera madura m3	Biomasa Mg	Carbono Mg
1	23	0,46	0,55	0,00	1,56	0,78
2	42	0,37	0,45	0,00	3,66	1,83
3	34	0,25	0,09	0,00	1,41	0,70
4	28	0,19	0,14	0,00	1,30	0,65
5	38	0,31	0,14	0,00	1,45	0,73
6	41	0,31	0,63	0,00	4,06	2,03
7	30	0,24	0,52	0,00	2,36	1,18
8	27	0,20	0,46	0,00	2,05	1,02
9	43	0,22	0,36	0,00	1,57	0,79
10	52	1,44	1,38	3,62	20,16	10,08
11	41	1,18	0,53	1,44	11,67	5,83
12	55	2,32	0,87	5,17	26,05	13,03
13	63	8,08	16,89	3,74	9,56	4,78
14	36	3,52	2,06	15,91	60,15	30,07
15	32	5,22	0,91	37,79	100,10	50,05
Totales	585,00	24,31	25,97	67,68	247,12	123,56

Tabla 5. Estimación de variables intrínsecas de vegetación potencialmente afectadas por el evento de incendio forestal extrapolada a 1 ha.

Individuos	Área basal m ²	Volumen madera inmadura m ³	Volumen madera madura m ³	Biomasa Mg	Carbono Mg
780,00	32,42	34,63	90,24	329,49	164,74

Fauna

El santuario posee una gran cantidad de vida silvestres, entre los cuales se encuentran 220 especies de aves, 14 de anfibios entre ellas una nueva especie para la ciencia, 44 especies de reptiles, 64 especies de mamíferos, 200 especies de mariposas y 200 de coleópteros, valores biológicos que hacen del santuario un verdadero oasis de la diversidad para uno de los ecosistemas más amenazados del país, el bosque seco tropical, del cual solo persiste el 5% de lo que originalmente existió en Colombia (Pizano & García). La pérdida áreas tan bien conservadas de este ecosistema, pone en absoluta vulnerabilidad de la fauna allí existente. En cuanto a aves, el principal objeto de conservación de la reserva, existen algunas especies que se encuentran en peligro crítico, vulnerable, casi amenazado, pero su gran mayoría tienen la categoría de preocupación menor, ver **tabla 6**.

Tabla 6. Número de especies de aves bajo categoría de amenaza según UICN al interior del santuario de vida silvestre Los Besotes

Categoría de amenaza	Símbolo	Número de especies
Peligro crítico	CR	1
Vulnerable	VU	4
Casi amenazado	NT	1
Preocupación menor	LC	158

SISTEMA REDES Y ESTRUCTURAS

Viviendas

No existen viviendas de tipo familiar al interior de la reserva, existe un sitio para alojamiento temporal de visitantes al santuario de vida silvestre.

Vías

Existen 12 km lineales de sendero al interior del santuario, están delimitados por rocas y su superficie es un afirmado.

Estructuras de servicios públicos

El santuario cuenta con luz eléctrica, el agua es obtenida a través de una red mangueras que transportan el agua desde los numerosos arroyos hasta las partes bajas.

Estructuras de apoyo a producción económica

El santuario cuenta con 9 casetas de observación, la mayoría de ellas en las partes altas de la reserva.

SISTEMA ECONÓMICO

Uso Actual y ocupación

El 95% de la superficie del santuario tiene uso actual de conservación de acuerdo a su vocación por ser en su mayoría clase agrologica VII y VI.

Actividades económicas

La Fundación Ecológica los Besotes es una entidad sin ánimo de lucro.

SISTEMA SOCIAL

Servicio de recreación

Los servicios prestados por La Fundación Ecológica Los Besotes en el santuario son: la recreación pasiva para el público general, la investigación científica para instituciones de educación superior, así como educación ambiental para entidades de educación, empresas, y demás organizaciones sociales. Quizá uno de los servicios sociales que tiene el santuario por se, es la belleza estética de su paisaje, factor que atrae a los visitantes. Dispone para esto como se mencionó con senderos y casetas de observación.

Características del Incendio

El evento de incendio inició el día 28 de marzo y finalizó según artículos de prensa local 15 días después; el vocero y representante Fundación Ecológica Los Besotes, Tomás Darío Gutiérrez Hinojosa, afirmó ante los medios tener gran preocupación pues luego de hacer un sobrevuelo en el helicóptero enviado por la FAC para sofocar el incendio, estimó que un 70% de la reserva se vio afectada por el incendio forestal. La estimación óptima del área quemada debe hacerse con la ayuda de sensores remotos, sin embargo, la última imagen

satelital de uso gratuito de la plataforma Google Earth para el área, tiene la misma fecha del día de inicio del incendio forestal casualmente, sin embargo, no es posible ver ningún cono de conflagración en la vegetación, por lo que se asume fue capturada en una fecha anterior. De manera que la estimación del área quemada será dando credibilidad a los testimonios descritos en prensa, del comandante del cuerpo de bomberos de Valledupar, el representante de la fundación y relacionar es tipo de vegetación y su susceptibilidad a la conflagración.

Figura 7. Secuencia Fotográfica de quema controlada



Incapacidades laborales

No hubo incapacidades laborales por causa del incendio forestal, tanto en funcionarios como en personal del cuerpo de bomberos.

Definición de daños por servicio ambiental

Para establecer los daños se emplearon las herramientas descritas en las definiciones, tomadas de una revisión exhaustiva a las metodologías de Araya (2004), Bustamante & Ochoa (2014), González (1998), Martín & Montes (2011) y Rincón *et al* (2014).

Daño Potencial

Según la definición de daño potencial descrita, es posible luego de la caracterización de los sistemas, conocer cuál de los factores, propiedades o elemento de cada sistema pudieron verse afectado por el incendio forestal, teniendo en consideración su ubicación,

frecuencia, oportunidad y tamaño. Los daños o pérdidas son estimados según sea su categoría, tal como se muestra a continuación.

PÉRDIDAS PRIMARIAS

Daño tangible

Vegetación: Para estimar los daños de la vegetación fue necesario hacer una visita al área afectada por el incendio, en donde se evaluó el estado de los individuos vistos un recorrido de 6,4 km. Los resultados son los siguientes: De 148 individuos evaluados, 62 están irreversiblemente afectados y 86 presentan signos de recuperación, pero todos los individuos evaluados tienen afectación por el incendio forestal. Es posible establecer por esta visita que el 100% de los individuos en el área que se estima fue perturbada por el incendio forestal, se vieron afectados por el evento, de los cuales 42% posiblemente son pérdida total y el 58% tiene afectación parcial, pero le permite recuperarse. No así la calidad comercial de su madera. De acuerdo a estos porcentajes se estiman los daños de la madera en el santuario (Ver **tabla 7**).

Tabla 7. Daños en la madera y densidad de individuos por hectárea

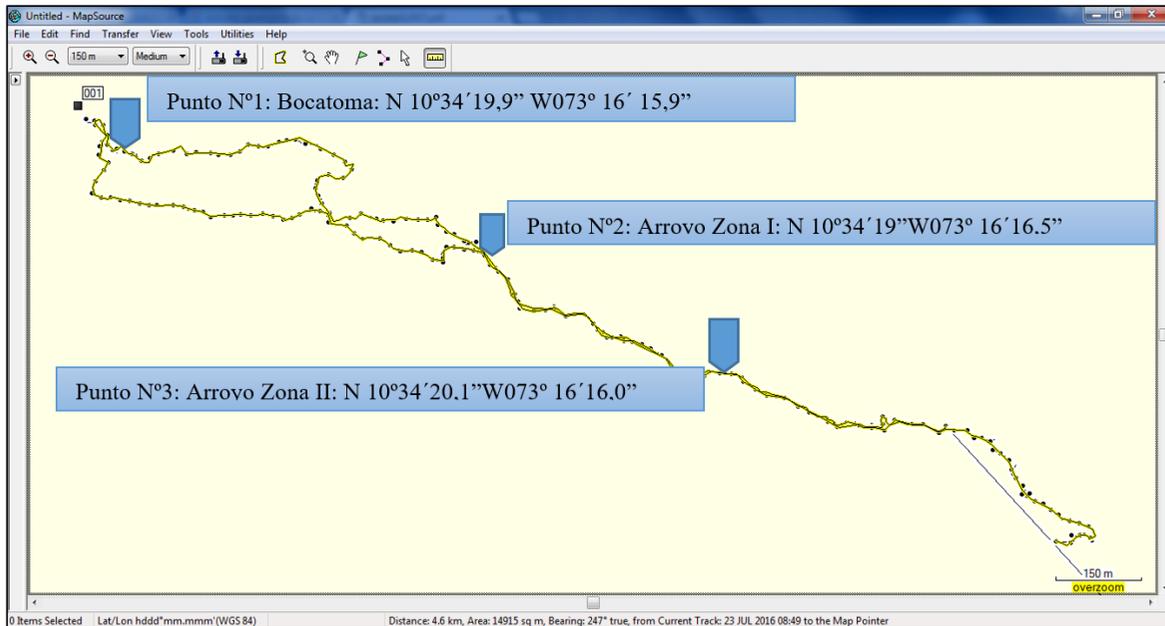
	Individuos/ha	Área basal m ² /ha	Volumen madera inmadura m ³ /ha	Volumen madera madura m ³ /ha	Biomasa Mg/ha	Carbono Mg/ha
Previo evento	780,00	32,42	34,63	90,24	329,49	164,74
Posterior al evento	327,60	13,62	14,54	37,90	138,39	69,19
Daño	452,40	18,80	20,09	52,34	191,10	95,55

El día 23 de julio del año 2016, se realizó un recorrido al santuario de vida silvestre los Besotes, donde se inspeccionaron los individuos que sufrieron una afectación directa producto de la conflagración, se detectó que algunos individuos forestales se encuentran en Recuperación, otros por el contrario Secos y Muertos, todos debidamente georreferenciados.

Agua y Suelo: El santuario de vida silvestre Los Besotes se Ubica entre los corregimientos Los Corazones y Río Seco, jurisdicción del municipio de Valledupar, áreas

límites de la Sierra Nevada de Santa Marta en el departamento del Cesar. Según Barbosa *et al* (2008), los límites altitudinales van de 1680 msnm en el cerro de Los Cóndores hasta 190 msnm al sur de la reserva. Posee una extensión de 1000 ha del cual el 95% tiene fines de conservación (Franco *et al*, 2009).

Figura 8. Mapa de Puntos Toma de Muestras de Agua



Muestreo y análisis para determinar la Calidad del Suelo.

Para la evaluación de las propiedades físico-químicas del suelo, las muestras se recogieron en cada una de las zonas seleccionadas bajo la siguiente georreferenciación:

P1: Suelo disturbado: N 10°34'22,8" W073° 16'15,9"

P2: Suelo no disturbado: N 10°34'20,2" W073° 16'15,9"

En el punto P1 se recogieron varias sub - muestras, a una profundidad entre 0-25 cm de manera que para cada zona se obtuvo una muestra de suelo que es el resultado de mezclar y homogeneizar las correspondientes sub - muestras. En el punto P2 área no afectadas por el incendio, las muestras de suelo se recogieron de igual modo, pero eliminando la capa superficial.

Los parámetros y metodología analítica fueron los siguientes:

Tabla 8. Propiedades químicas evaluadas y métodos para su determinación

Parámetros	Métodos
PH	Potenciométrico
Conductividad eléctrica	Conductímetro suelo: agua 1:5
Materia orgánica (MO)	Walker & Black
Fósforo disponible (P) Bray II	Bray II
Azufre disponible (S)	Fosfato monobásico de calcio
Acidez intercambiable (Al+H)	KCl
Aluminio intercambiable (Al)	KCl
Calcio intercambiable (Ca)	Acetato de amonio 1N Ph 7,0
Magnesio intercambiable (Mg)	Acetato de amonio 1N Ph 7,0
Potasio intercambiable (K)	Acetato de amonio 1N Ph 7,0
Sodio intercambiable (NA)	Acetato de amonio 1N Ph 7,0
Capacidad de intercambio Catiónico (CICE)	Suma de cationes
Hierro disponible (Fe) oisen	Oisen modificado
Magnesio disponible (Mg) oisen	Oisen modificado
Zinc disponible (Zn) oisen	Oisen modificado
Cobre Disponible (Co) oisen	Oisen modificado
Boro disponible (B) oisen	Fosfato monobásico de calcio

Fuente: El autor

Muestreo y análisis para determinar la calidad físico-química de las aguas superficiales.

Se seleccionaron tres (3) puntos de muestreo para establecer la calidad fisicoquímica de las aguas superficiales:

Punto N°1: Bocatoma: N 10°34'19,9" W073° 16' 15,9"

Punto N°2: Arroyo Zona I: N 10°34'19" W073° 16'16,5"

Punto N°3: Arroyo Zona II: N 10°34'20,1" W073° 16'16,0"

Los análisis se realizaron acorde a lo estipulado en estándar método para análisis de aguas. Edición 22. Los parámetros analizados fueron los siguientes: Alcalinidad Total, Cloruros, Conductividad, pH (25,6 °C), Temperatura, Color 525 nm (pH 7,0/26,5°C),

Turbiedad, Sulfatos, Fósforo Total, Dureza Total, Nitrógeno Total, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Sólidos Disueltos Totales y Sólidos Totales.

Tabla 9. Comparación de parámetros físico-químicos efectuados en suelos afectados y no afectados después de un incendio en la Reserva Natural Eco parque los Besotes, agosto del 2016

Parámetros	Unidades	Zona I (Afectada por el incendio)	Zona II (No afectada por el incendio)
PH	(25,6 °C) U de pH	5,83	5,22
Conductividad eléctrica	Ds/m	0,86	0,77
Materia orgánica (MO)	%	3,22	2,94
Fósforo disponible (P) Bray II	Mg/kg	6,77	6,91
Azufre disponible (S)	Mg/kg	11,2	10,07
Acidez intercambiable (Al+H)	Cmol (+)/kg	0,29	0,25
Aluminio intercambiable (Al)	Cmol (+) /kg	0,00	0,00
Calcio intercambiable (Ca)	Cmol (+) /kg	13,7	14,0
Magnesio intercambiable (Mg)	Cmol (+)/kg	9,78	9,81
Potasio intercambiable (K)	Cmol (+) /kg	0,42	0,44
Sodio intercambiable (NA)	Cmol (+) /kg	0,72	0,68
Capacidad de intercambio Catiónico (CICE)	Cmol (+) /kg	22,7	23,1
Hierro disponible (Fe) oisen	mg/kg	88,8	90,1
Magnesio disponible (Mg) oisen	mg/kg	13,2	13,0
Zinc disponible (Zn) oisen	mg/kg	2,88	2,90
Cobre Disponible (Co) oisen	mg/kg	1,90	1,90
Boro disponible (B) oisen	mg/kg	0,33	0,35

Las variables químicas analizadas no presentaron cambios significativos, pero se deja en evidencia ligeros cambios como en el caso del pH de la zona afectada se encuentra 5,83 unidades de H, mientras que en la zona no afectada registra un valor de 5,22. El pH del suelo es una de las propiedades químicas que se ven afectadas tras el paso del incendio. Su valor se incrementa debido a las cenizas procedentes del incendio, las cuales contienen gran cantidad de carbonato potásico (CO_3K_2), que por proceder de un ácido débil y una base fuerte presenta reacción básica cuando se hidroliza, y por consiguiente se incrementa el pH (Cuesta, 2013).

En relación con la materia orgánica y la conductividad del suelo, se reportan mayores valores de estos en el suelo afectado, esto podría estar asociado a fuegos poco intensos en los

cuales se puede tener un efecto de la acumulación del combustible forestal en forma de cenizas (Mils, 2006).

Al analizar los elementos Al, Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Zn, B, no se observa variación significativa en los dos suelos estudiados y a la profundidad indicada. Tabla 9.

Tabla 10. Comparación de parámetros físico-químicos efectuados en tres puntos de muestreos en Ecoparque los Besotes, agosto del 2016

Parámetros	Unidades	Bocatoma	Arroyo Zona I	Arroyo Zona II
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	62,1	58,9	64,2
Cloruros	mg Cl/L	14,2	7,31	7,75
Conductividad	Us/cm	147,3	143,4	153,8
pH (25,6 °C)	(25,6 °C) U de pH	6,74	7,4	6,88
Temperatura	°C	25,7	25,6	25,4
Color 525 nm (pH 7,0/26,5)	Hz	10	10	15
Turbiedad	NTU	1,05	1,26	2,18
Sulfatos	mg/L	<10,0	<10,0	<10,0
Fósforo Total	mg/L	<0,075	0,094	0,166
Dureza Total	mg/L	44,8	36,6	42,3
Nitrógeno Total	mg/L	3,21	3,7	3,88
Nitratos	mg/L	1,12	1,6	1,88
Nitritos	mg/L	0,028	0,03	0,036
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,26	0,27	0,29
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	73,65	71,7	76,9
Sólidos Totales	mg/L	98	107	110

Para los tres puntos analizados se registraron valores de temperatura cercanos a los 26 °C, pH entre 6.7 a 7,4, Color entre 10 y 15 Hz, Turbiedad no superior a 2,18 NTU y sólidos totales entre 98 y 110 mg/L; es de resaltar la poca variabilidad en estos parámetros en las áreas evaluadas. En cuanto a la concentración de alcalinidad, dureza total, sulfato y fósforo presentaron poca variación, razón por la cual se asocian estos cambios al aporte de materia orgánica de origen autóctono y a las condiciones locales predominantes.

En relación con las diferentes formas disponibles de nitrógeno en el sistema, se determinó un valor máximo de Nitrógeno total de 3,88 mg/L N en el arroyo de la zona II este resultado puede estar influenciado por actividades pecuarias, con zonas de mayor pendiente,

lo que posibilita la escorrentía de nutrientes en la época de lluvias. Los registros de nitritos y amonio reportaron valores entre 0,036 mg/l y 0.29 mg/l respectivamente probablemente este aumento se relaciona con contaminantes de origen animal.

De otra parte, la caracterización físico-química de las aguas superficiales analizadas refleja un comportamiento típico de sistemas montañosos, con bajos niveles de conductividad asociados posiblemente al proceso de disolución de las rocas y limitado aporte de sólidos. Tabla 2.

Vías: Los daños en los 12 km lineales de senderos de existir, son de baja impacto puesto son básicos en su estructura.

Estructuras de Servicios Públicos: La red de mangueras que colectaban agua desde las quebradas a los destinos de uso, quedaron inutilizables.

Estructuras de apoyo a producción económica: Las 9 casetas de observación quedaron destruidas por las llamas, cada una con área construida de aproximadamente 20 m²

Daño Intangible

Fauna: Aunque en el recorrido se encontraron animales muertos, no es posible estimar el número de animales muertos sin un muestreo adecuado, sin embargo, se puede inferir que los grupos de animales con mayos muertes son aquellos de limitado desplazamiento, tal como reptiles, mamíferos terrestres pequeños, mamíferos arborícolas, anfibios e insectos. Las aves, mariposas y los mamíferos de mayor tamaño con toda seguridad se desplazaron fuera de la reserva en busca de refugio.

Actualmente mucha de la fauna aún no regresa al santuario pues sus condiciones no lo permiten, y en consecuencia la caza ilegal de dichos animales ha incrementado visiblemente, y posiblemente el comercio ilegal de animales como mascota.

Figura 9. muerte de fauna a causa del incendio en el Santuario de Vida Silvestre Los Besotes



Las especies de la **figura 9**, en especial la que tiene categoría de peligro crítico (CR), paujil colombiano, posterior al evento ha aumentado considerablemente la supervivencia de sus poblaciones, ya que el santuario es una de sus últimas áreas de distribución actualmente.

Lo anterior es un daño de grandes magnitudes y posiblemente irreversible si los individuos de una población tan pequeña no sobrevivieron, fueron cazados y no haya un nuevo hábitat.

PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Daño tangible

Hidrología: Las variables hidrológicas calculadas para el santuario en un periodo previo al evento de incendio forestal son:

Tabla 11. Balance hídrico previo al evento de incendio forestal

Variable	Unidades (SI)	Valor	Valor (m ³ /área total)
Precipitación media anual	mm	1150,50	11505000,00
Evapotranspiración real	mm	1066,95	10669455,23
Escorrentía anual	mm	83,55	835544,77

Excepto la precipitación la cual no tendrá cambios significativos, las variables del balance hídrico en el área protegida se verán drásticamente afectado por lo menos hasta que la vegetación que sobrevivió supere el estrés y reactive sus ciclos biológicos con normalidad y los individuos reclutados desarrollen la suficiente biomasa para restablecer la evapotranspiración (**7 años como mínimo**). La alteración del balance hídrico se estima de la siguiente manera:

Según lo descrito por Echeverría *et al* (2007), en un estudio de comparación de variables del balance hídrico entre coberturas boscosas que pasan a ser pasturas, existe una gran diferencia entre la evapotranspiración de un área con vegetación de porte alto y los pastos, esta puede ser de superior a 75% (para efecto del cálculo se establece el valor de 70%). Es decir que, si en el santuario el incendio forestal degrado la vegetación de porte alto, viene a tener las mismas características de un pastizal previo a su recuperación total. Si la reserva capta 11505000,00 m³/año (100%) de los cuales 10669455,23 m³ (92,74%) se evapotranspiran y 835544,77 m³ (7,83%) escurren; luego del evento 30% del área (3000 ha sin afectación) tendrá en mismo nivel de evapotranspiración es decir 3200836,57 m³,

mientras que el 70% del área (7000 ha) que se vio afectada por el incendio tendrá una evapotranspiración de 5441422,17 m³. Lo que dejó de evapotranspirarse pasa ser escurrimiento que alimentará las quebradas en la zona. De manera que es posible estimar el cambio del balance hídrico del santuario en los valores de la **tabla 11**.

Tabla 12. Balance hídrico posterior al evento de incendio forestal

Variable	Unidades (SI)	Valor	Valor (m ³ /área total)
Precipitación media anual	mm	1150,50	11505000,00
Evapotranspiración real	mm	544,14	5441422,17
Escorrentía anual	mm	606,36	6063577,83

La restitución del agua será mucho mayor con la degradación, pues la escorrentía supera la evapotranspiración, pero no tendrá la misma regularidad que existía con el bosque, es decir la regulación del recurso hídrico por la vegetación arbórea y arbustiva disminuye en la misma proporción.

En resumen, hay un impacto positivo en el aporte de agua del santuario a los arroyos, pues aumento un 625,7 %. Es importante decir que en periodos secos como el que provocó en incendio forestal, el volumen de agua que captan las quebradas será aproximadamente la mitad de cuando existía una cobertura arbórea y arbustiva sana. Otro factor que viene a tomar relevancia es el aumento de la erosión por causa de mayor arrastre.

Daño Intangible

Suelos: Los suelos del santuario de orden Entisol (entre 300 y 800 msnm.) e Inceptisoles (1000 a 1680 msnm), tienen como característica ser liviano y poseer una gran cantidad de rocas, lo que es confiere una capacidad de infiltración muy alta, lo que podría indicar a priori que el escurrimiento superficial directo causante de la erosión, tendría valores muy bajos. Sin embargo, las pendientes van de 12 a 50%, las cuales según 02965 de 1995 del IGAC son de fuertemente inclinados a escarpado. Según Suarez (2001), al irse inclinando

el terreno, suelos sueltos y ligeros son más propensos a la separación o desplazamiento del lugar que ocupan por efecto del golpeteo y posteriormente de la gravedad.

López *et al* (1998), estima que bajo las coberturas boscosas la pérdida de suelo por erosión en un bosque de dosel cerrado es de 7 t/ha/año, para pastizales 17 t/ha/año y bosques de dosel abierto 26 t/ha/año; según Hincapié & Ramírez (2010), en Colombia menos de 10 t/ha/año clasifica como pérdida ligera, de 10 a 25 t/ha/año es baja y de 26 a 50 t/ha/año es moderado.

La pérdida de suelo en el santuario por causa de la erosión mínimamente tenía antes del incendio forestal un valor de 10 t/ha/año, por las características ya mencionadas; una vez ocurre la degradación de las coberturas arbórea y arbustiva que protege el suelo, la pérdida con facilidad puede alcanzar el valor propuesto para bosque de dosel abierto (26 t/ha/año).

En resumen, las pérdidas del suelo para los próximos 7 años aumentan un 160%, con respecto a las pérdidas previas al evento de conflagración.

Clima: Antes del evento de incendio forestal las variables climáticas tenían los siguientes valores.

Tabla 13. Valores climáticos descritos en literatura

Variable climática	Unidades (SI)	Valor
Temperatura media anual	°C	29
Precipitación media anual	mm	1150,5
Brillo solar medio anual	horas/mes	223
Humedad relativa	%	67
Velocidad del viento media anual	Km/hora	4,7

Las variables climáticas pueden verse ligeramente afectadas por el incendio forestal en periodo corto, pero debido a que no hubo cambio de uso del suelo se estima que en un

periodo inferior a 3 años se normalicen. Sin embargo, es posible asegurar que sufrieron daños (cortos en el tiempo), por los principios ecológicos.

La temperatura tuvo alteraciones en la reserva, debido al detrimento en la estructura física de los individuos vegetales. Las temperaturas al interior de la reserva serán de igual magnitud al exterior de esta, es decir, mientras que los individuos vegetales sobrevivientes al incendio forestal no recuperen sus estructuras perdidas y la densidad de estos por ha se asemeje a la previa el evento, no existirá la característica de microclima (temperaturas máximas más bajas y mínimas más altas). Este factor se asocia de igual manera a otras variables como **precipitación** (ausencia de interceptación de lluvia por follaje), **brillo solar** (bajo los árboles habrá la misma cantidad de horas luz día que en áreas sin vegetación). **La humedad relativa y velocidad del viento** tendrán cambios mucho más pronunciados que las demás variables debido a que si el suelo de la reserva recibe directamente los rayos del sol, su temperatura puede aumentar hasta un 35% en su capa superficial (Echevarría *et al*, 2007), lo que incrementa en igual proporción la presión atmosférica in situ y en consecuencia la velocidad del viento en proporciones similares (Ayllón, 2003).

La humedad del suelo se pierde rápidamente lo mantiene la humedad relativa en niveles normales, pero a medida que el tiempo pasa los niveles de evapotranspiración del suelo disminuye hasta un 70% (Echevarría *et al*, 2007) y con ella la humedad del aire in situ.

En resumen, la temperatura puede alterar el hábitat y la conducta de muchas especies mientras retorna a sus valores normales. La precipitación será directa y tendrá consecuencia en el aumento de la erosión laminar. El brillo solar beneficiará a las especies heliófitas que colonicen las áreas son cobertura por causa del incendio, y al crecer estas especies facilitará la normalización climática in situ. La humedad relativa baja puede provocar la alteración del comportamiento biológico de muchas especies de líquenes, musgos, hongos, e incluso animales, que pueden trasladarse en busca de una humedad óptima. El aumento de la velocidad del viento incrementa la erosión eólica del suelo, así como la llegada y salida de lluvias de semillas.

La valoración económica de estos daños y beneficios no pueden medirse comercialmente per se, sin embargo, todos ellos pueden ser relacionados con la presencia de visitantes al santuario (descrita en las pérdidas por ingreso).

Servicio de Recreación: La belleza estética de la cual gozaba el santuario tan solo queda el 30%, y aún es contraste de las zonas incineradas y las que no, no produce el mismo servicio ambiental de paisajismo. Es por ello se estima que las visitas por parte de habitantes locales que vayan con la intención de hacer actividades de recreación pasiva como lo es la contemplación, se verán seriamente disminuidas al menos los 2 primeros años.

Definición de costos de acuerdo a los daños

Costo mitigación del incendio

Los costos son valores estimados para 5 días de labores.

Tabla 14. Costos de mitigación del incendio

Mitigación del incendio		
Recurso	Cantidad	Costo (COP)
Camionetas	2	\$ 1.600.000
Bomberos	8	\$ 6.000.000
Helicópteros	2	\$ 24.300.000
Descargas BambiBucket	20	\$ 62.561
Herramientas	20	\$ 2.000.000
Sub Total		\$ 33.962.561

Costo de pérdidas en madera

El precio de la madera madura será el valor promedio del m³ de madera en pie en Colombia (200000 COP). El precio de la madera inmadura será el precio del carbón para uso doméstico en Valledupar (10000 COP bulto), cada bulto puede tener 0,5 m³. El precio de la

tonelada de carbono secuestrado en la biomasa aérea será el valor que cotiza en la bolsa para el carbono colombiano (46,64 US = 137000 COP).

Tabla 15. Costos de pérdidas en madera y Carbono secuestrado

Pérdidas madera y Carbono			
Recurso	Cantidad	Precio	Costo (COP)
Madera madura (m3)	52,34	200000	\$ 10.468.000
Madera inmadura (m3)	20,09	20000	\$ 401.800
Carbono (t)	95,55	137000	\$ 13.090.350
Productividad (4 m3/año) 700 ha	2800	110000	\$ 308.000.000
Sub Total			\$ 331.960.150

Pérdidas materiales de infraestructura en el santuario

Los costos descritos para este tipo de pérdida obedecen a costos de remplazo tal como describen los autores mencionados. Los costos por daños al sendero obedecen a reparación.

Tabla 16. Costos de pérdidas en estructuras físicas

Pérdidas de elementos y estructuras físicas			
Recurso	Cantidad	Precio	Costo (COP)
Casetas de observación	9	8500000	\$ 76.500.000
Mangueras agua (90m)	28	90000	\$ 2.500.000
Sendero (km)	10	500000	\$ 5.000.000
Sub Total			\$ 84.000.000

Costo por pérdida de fauna

Siguiendo las recomendaciones de los autores de las metodologías revisadas, la estimación de los costos de pérdida de fauna se hará de acuerdo a los costos asociados a su conservación los últimos 5 años y los 3 próximos.

Tabla 17. Costos por pérdidas en la fauna

Pérdidas daños en Fauna			
Recurso	Cantidad	Precio	Costo (COP)
Investigación por (8 años)	6	1000000	\$ 60.000.000
Diseño y formulación de proyectos	8	3000000	\$ 24.000.000
adecuaciones físicas	15	1000000	\$ 15.000.000
Personal	30	850000	\$ 25.500.000
Sub Total			\$ 124.500.000

Costos por daños al balance hídrico.

Para estimar los costos que genera la alteración del balance hídrico del santuario se usa como base el precio del metro cúbico de agua potable en Valledupar (2361 COP/m³). La diferencia entre la escorrentía previa y posterior al incendio (5228033,06 m³), se multiplica 7 años de alteración estimada por la centésima parte del precio le m³ del agua potable (23,61 COP).

Tabla 18. Costos por daño al ciclo hídrico del santuario

Pérdidas por daños en ciclo hídrico			
Recurso	Cantidad	Precio	Costo (COP)
Escorrentía anormal (m ³ / 7 año)	36596231,42	23,61	\$ 864.037.024
Sub Total			\$ 864.037.024

Daño por incremento de la erosión

Para estimar el costo del incremento de la erosión se hará empleando el precio estimado como pérdida por tonelada de suelo erosionada en Colombia (\$ 125.000). Dicho valor se multiplicó por erosión estimada como incremento (16 t/ha año) y este a su vez por el número de hectáreas afectadas por el incendio (700 ha).

Tabla 19. Costos por incremento de la erosión en los próximos 7 años

Pérdidas por incremento de la erosión			
Recurso	Cantidad	Precio	Costo (COP)
Erosión normal a causa del incendio (16 t/ha año)	11200	\$ 125.000,00	\$ 1.400.000.000
Sub Total			\$ 1.400.000.000

Pérdida por la disminución de visitantes

Para estimar la pérdida de la belleza paisajística, la alteración del microclima, y la alteración de la presencia y muerte de animales durante y posterior al incendio forestal, se utilizó uno de los métodos descritos por los autores citados al principio del informe llamado costos de viaje, el cual consiste en la estimación de los costos en que incurre un visitante para recrearse un sitio natural determinado y esto multiplicado por el número de visitantes año. Tal como describe el informe el tiempo establecido para normalizar las visitas se estima en 2 años. Las variables son: costo de transporte (dos trayectos), costo recorrido guiado, costo alimentación, costo hidratación, número de visitantes año (de acuerdo a la capacidad).

Tabla 20. Costos por pérdida de la belleza paisajística del santuario extendido a los próximos 2 años

Pérdidas por daños en belleza paisajística, Fauna, Clima y demás servicios sin mercado.			
Recurso	Cantidad	Precio	Costo (COP)
Transporte hasta el santuario (valor promedio persona)	2	\$ 20.000,00	\$ 40.000
Recorrido guiado persona	1	\$ 8.000,00	\$ 8.000
Costo alimentación (Valor promedio persona)	1	\$ 10.000,00	\$ 10.000
Costo de hidratación persona	3	\$ 1.000,00	\$ 3.000
Sub Total			\$ 61.000
Capacidad de carga	25 personas	50 días de atención(año)	\$ 76.250.000
Sub Total			

\$ 76.250.000 es el valor monetario que genera la visita de 25 personas durante los días sábados y domingos al santuario al año. Es decir, el costo estimado para dos años de irregularidad en las visitas por pérdida de belleza paisajística, sería este valor multiplicado por dos (\$ 152.500.000).

Total, Costo de daños causados por el evento de incendio forestal

Los siguientes valores son costos estimados para las pérdidas directas, indirectas, tangibles e intangibles incluyendo los rendimientos o proyecciones para un periodo máximo de 7 años (tiempo estimado para la normalización de las variables descritas y evaluadas, excepto el estado sucesionales de la vegetación).

Tabla 21. Total, estimación de los costos ambientales generados por la degradación de santuario de vida silvestre Los Besotes luego de un evento de incendio forestal de grandes magnitudes

Total valoración económica	
Tipo de costo	Costo
Mitigación del incendio	\$ 33.962.561,49
Pérdidas madera y Carbono	\$ 331.960.150,00
Pérdidas de elementos y estructuras físicas	\$ 84.000.000,00
Pérdidas daños en Fauna	\$ 124.500.000,00
Pérdidas por daños en ciclo hídrico	\$ 864.037.023,83
Pérdidas por incremento de la erosión	\$ 1.400.000.000,00
Pérdidas daños en Fauna	\$ 76.250.000,00
Total	\$ 2.914.709.735,32

CONCLUSIONES

El Análisis Ambiental y Económico realizado a los daños generados por el incendio forestal que degradó las características biofísicas del santuario de vida silvestre y la estimación de Los Besotes, es un ejercicio realizado principalmente con información primaria y secundaria, es por ello que se considera una aproximación al valor real de las pérdidas generadas por el evento destructivo. Sin embargo, al observar la cifra final de la valoración económica, es posible dimensionar la importancia que tienen los bienes y servicios de los bosques, más aún de aquellos que tienen poca representación en el territorio nacional y sirven de refugio a especies amenazadas.

Dos mil novecientos catorce millones setecientos nueve mil setecientos treinta y cinco pesos colombianos (\$ 2.914.709.735), por la degradación de 1000 ha de coberturas vegetales, es un valor que permite iniciar una reflexión acerca de la importancia de disponer recursos para la formulación y ejecución de proyectos de prevención del riesgo de degradación en los ecosistemas del departamento del Cesar – Colombia.

No se observan variaciones significativas en los parámetros físico-químicos del suelo, pero se dejan en evidencia ligeras modificaciones del pH, la conductividad y la materia orgánica que a futuro pueden modificar la fertilidad al disminuir la acidez. A estas situaciones se suma el clima tropical seco del Ecoparque los Besotes que favorece la escorrentía superficial e incrementa la probabilidad de procesos erosivos y movimientos en masa una vez comienza la temporada de lluvias, lo cual contribuye al deterioro progresivo del suelo.

Los resultados reflejan que la calidad de las aguas analizadas no se encuentra afectada por el incendio forestal, los cambios presentados se asocian al aporte de materia orgánica de origen autóctono y condiciones locales típico de sistemas montañosos, con bajos niveles de conductividad asociados posiblemente al proceso de disolución de las rocas y limitado aporte de sólidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araya, M. S. E. E. V. (2004). Evaluación Económica del daño ambiental causado por los incendios forestales en Costa Rica. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio del Ambiente y Energía. Costa Rica.

Ayllón-Torres, T. (2003). Elementos de meteorología y climatología (No. QC861. 2. A94 2003). 210 pág.

Berdugo-Lattke, M.L. & Rangel-Ch, J.O. (2015). Composición florística del bosque tropical seco del santuario “Los Besotes” y fenología de especies arbóreas dominantes (Valledupar, Cesar, Colombia). Colombia Forestal, 18(1), 87-103.

Barbosa-Castillo, C., Ruíz-Delgado, A., García-Quiñones, H., & Gutiérrez, T. D. (2008). Guía ilustrada de plantas destacadas del santuario de vida silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. En J. V. Rodríguez-Mahecha & Márquez W. (eds.). Guía ilustrada de plantas destacadas del santuario de vida silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia (1-273). Bogotá: Conservación internacional.

Bustamente, M. & Ochoa, E. (2014). Guía práctica Valoración de los bienes y servicios ecosistémicos en Madre de Dios. WWF Perú. 63 pág.

Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M.A. Cairns, J.Q. Chambers, D. Eamus, H. Folster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riera & T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145: 87-99.

Córdoba, S.; Zea, J. & Murillo, W. (2006). Estimación de la precipitación media, evaluación de la red pluviométrica y cuantificación del balance hídrico en la cuenca del río Quito en el departamento del Chocó, Colombia. *Meteorol. Colomb.* 10: 100-110. Bogotá, D. C. -Colombia.

Echeverría, C., Huberc, A. & Taberletd, F. (2007). Estudio comparativo de los componentes del balance hídrico en un bosque nativo y una pradera en el sur de Chile. *Rev. BOSQUE* 28(3): 271-280

Franco, A. M., Devenish, C., Barrero, M. C. & Tomero, M. H. (2009). Colombia. Pág. 135 –148 en C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson & I. Yépez Zabala Eds. *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation*. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16).

Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC (Departamento Nacional de Estadística).

González-Cabán, A. (1998). Aspectos económicos de la evaluación del daño de incendios. *Rev. Serie Geográfica* (7): 87-95.

Hincapié, E. & Ramires, F. (2010). Riesgo a la erosión en suelos de ladera en la zona cafetera. Fondo Nacional del Café. *Avances técnicos Cenicafé*. 8 pág.

Holdridge, L. R. & Liang, W. H. (1964). *Life zone ecology*. Centro Científico Tropical, San José (Costa Rica). 149 págs.

López, T. D. M., Aide, T. M., & Scatena, F. N. (1998). The effect of land use on soil erosion in the Guadiana watershed in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, 34(3-4), 298-307.

Martín-López, B., & Montes, C. (2011). Los sistemas socio-ecológicos: entendiendo las relaciones entre la biodiversidad y el bienestar humano. *Biodiversidad y servicios ecosistémicos ante el cambio global*.

Medina, J. (2009). Valoración económica parcial de los incendios forestales y actividades de protección en la E.A.P, Zamorano; Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 44 p

Picard, N., Saint-André, L., & Henry, M. (2012). Manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de los árboles: del trabajo de campo a la predicción.

Pizano, C. & García, H. (2014). El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 250 pág. Bogotá.

Rangel-Ch, J.O., Carvajal, J.E., Cortés, J. & Rivera, O. (2009). Amenazas a la biota (vegetación, fauna, flora y ecosistemas) de la serranía del Perijá. En J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia diversidad biótica VIII. Media y baja montaña de la serranía de Perijá (pp. 661-676). Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia

Rincón-Ruiz, A., Echeverry-Duque, M., Piñeros, A. M., Tapia, C. H., David, A., Arias-Arévalo, P. y Zuluaga, P. A. (2014). Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C. Colombia, 151 pp.

Sandino, M. T. & Castillo, D. M. (2014). Caracterización florística y estructural de las etapas sucesionales de la vegetación de bosque seco tropical con fines de restauración ecológica en la reserva natural Los Besotes, Valledupar, Cesar. (Trabajo de pregrado, Ingeniería Forestal). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 193 p.

Suarez-Díaz, J. S. (2001). Control de erosión en zonas tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Bucaramanga – Colombia 556 pág.

Unión Temporal POT (2014). Consultoría para la formulación de la revisión general del plan de ordenamiento territorial del municipio de Valledupar volumen II: Diagnóstico del ordenamiento del Suelo Rural. 208 págs.

Gil, Z, Rodríguez, I., & Soler, X. (2015). Bioindicadores de la calidad del agua en áreas con restauración ecológica de la quebrada la colorada, Villa de Leyva, Boyacá. *Revista I3+*, 2(2).

Mils, G. H. 2006. Impacto de la quema controlada sobre los principales parámetros químicos del suelo. En: Marca Liquida Agropecuaria. Sitios Argentinos de Producción Animal. p. 72 - 76.

SEMBLANZA

ANGÉLICA PATRICIA VANEGAS PADILLA



Correo electrónico Institucional:

angelicavanegasp@unicesar.edu.co

Correo electrónico Personal:

gerenciavyoingenieria@gmail.com

Magíster Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente/Universidad de Manizales – Especialización en Gestión Ambiental/Fundación Universitaria del Área Andina. Ingeniera Ambiental y Sanitaria – Universidad Popular del Cesar. Docente – Universidad Popular del Cesar. Grupo de Investigación ESA – Estudios Sanitarios y Ambientales.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5087-6172>

GOOGLE ACADEMICO:

<https://scholar.google.com/citations?hl=es&authuser=2&user=O15ORbkAAAAJ>

PUBLONS: REGISTRARSE

<https://publons.com/account/login/?next=/dashboard/summary/>

RESEARCHGATE:

<https://www.researchgate.net/profile/Angelica-Patricia-Vanegas-Padilla-2>

EBERTO RAFAEL ORTEGA SINNING



Magíster Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente/Universidad de Manizales/Especialización en Vías y Transporte /Universidad del Norte/Magíster Geotecnia/Universidad Industrial de Santander/Especialista Análisis y Diseño de Estructura/Universidad del Norte. Ingeniero Civil – Universidad de Cartagena. Docente – Universidad Popular del Cesar. Grupo de Investigación ESA – Estudios Sanitarios y Ambientales.

Correo electrónico Institucional:

ebertoortega@unicesar.edu.co

Correo electrónico Personal:

erosinning@gmail.com

**PEDRO JOSÉ FRAGOSO
CASTILLA**



Correo electrónico Institucional:

pedrofragozo@unicesar.edu.co

Correo electrónico Personal:

pedrojosefragozo@gmail.com

Doctor en Medicina Tropical, Red de Universidades Estatales del Caribe Colombiano - Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Zulia, Venezuela - Bacteriólogo y laboratorista clínico Universidad del Santander UDES, Docente de tiempo completo del programa de Microbiología, Líder Grupo de Investigación Parasitología Agroecología Milenio, Universidad Popular del Cesar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3437-8664>

GOOGLE ACADEMICO: 2yqm45kAAAAJ

PUBLONS:

<https://publons.com/account/login/?next=/dashboard/summary/>

RESEARCHGATE:

<https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Fragoso-Castilla>

