



Formulación plan de restauración ecológica de 2 hectáreas afectadas por incendio forestal en la vereda Rincón Santo en el municipio de Cogua, Cundinamarca.

Nathalia Suárez Gamba

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, 10 de mayo del 2018

Formulación plan de restauración ecológica de 2 hectáreas afectadas por incendio forestal en la vereda Rincón Santo en el municipio de Cogua, Cundinamarca.

Nathalia Suárez Gamba

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director (a):
Guillermo Rizo Pinzón

Línea de Investigación: Ingeniería para la Sostenibilidad de Sistemas Naturales

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia
2018

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

(Dedicatoria)

*A mi familia cuyo amor y apoyo incondicional me hizo la
persona que soy.*

Agradecimientos

Agradezco a mi director de proyecto de grado el profesor Guillermo Rizo Pinzón por su apoyo y asesoría.

Contenido

1. Introducción.....	14
2. Planteamiento del problema.....	15
3. Justificación	16
4. Pregunta de investigación.....	17
5. Objetivos	17
5.1 Objetivo general	17
5.2 Objetivos específicos.....	17
6. Marco de referencia	17
6.1 Estado del arte	17
6.2 Marco teórico	20
6.3 Marco conceptual	22
6.4 Marco normativo	23
6.5 Marco geográfico	25
7. Metodología para la restauración ecológica de ecosistema disturbado.....	29
8. Aspectos Éticos	33
9. Plan de trabajo	34
10. Resultados	35
10.1 Evaluación del estado actual del ecosistema y definición de la escala del disturbio	35
10.2 Establecimiento ecosistema de referencia	38
10.3 Definición de las escalas o niveles de organización.....	39
10.4 Factores tensionantes y limitantes	40
10.5 Evaluación del potencial de regeneración	41
10.6 Selección de especies adecuadas para la restauración.....	42
10.7 Acciones de restauración ecológica.....	45
10.8 Consolidación participación ciudadana	51
11. Discusión	54
12. Conclusiones	56
13. Recomendaciones	57
14. Referencias Bibliográficas	58
15. Glosario	63
16. Anexos	65

Listado de Tablas

Tabla 1. Marco normativo referente a restauración ecológica de áreas degradadas por incendios forestales	23
Tabla 2. Características geológicas principales del municipio de Cogua	26
Tabla 3. Reglamentación uso del suelo zona de recarga de acuíferos vereda Rincón Santo.....	28
Tabla 4. Cobertura vegetal del Municipio de Cogua, Cundinamarca.	28
Tabla 5. Técnicas e instrumentos utilizados en los pasos metodológicos	33
Tabla 6. Plan de trabajo	34
Tabla 7. Predios privados afectados por el incendio forestal.....	38
Tabla 8. Especies vegetativas identificadas en visita de campo al área afectada por incendio forestal	38
Tabla 9. Especies seleccionadas para revegetalización del área disturbada por incendio forestal. ...	43
Tabla 10. Presupuesto medida 1	45
Tabla 11. Presupuesto Medida 2	46
Tabla 12. Presupuesto medida 3	47
Tabla 13. Presupuesto medida 4	48
Tabla 14. Viveros de especies forestales cercanas al municipio de Cogua, Cundinamarca.	49
Tabla 15. Presupuesto medida 5	50
Tabla 16. Presupuesto medida 6	51
Tabla 17. Presupuesto programa de educación ambiental	52
Tabla 18. Criterios, indicadores, cuantificadores de toma directa en campo.....	53
Tabla 19. Presupuesto total Plan de restauración ecológica	54
Tabla 20. Coordenadas incendio forestal.....	66
Tabla 21. Planes de restauración ecológica radicados a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-	67

Listado de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación del área afectada por incendio forestal.	25
Ilustración 2. Clasificación del suelo en el área afectada por incendio forestal.	27
Ilustración 3. Trece (13) pasos para la restauración ecológica	29
Ilustración 4. Pasos para la restauración de ecosistema terrestre boscoso disturbado por incendio forestal.....	32
Ilustración 5. Área disturbada por incendio forestal, vereda Rincón Santo Cogua, Cundinamarca.	36
Ilustración 6. Cobertura y uso del área afectada por incendio forestal	36
Ilustración 7. Área afectada por incendio forestal	37
Ilustración 8. Área afectada por incendio forestal	37

Ilustración 9. Área afectada por incendio forestal	37
Ilustración 10. Área afectada por incendio forestal	37
Ilustración 11. Identificación predios afectados por incendio forestal en la vereda Rincón Santo. ...	38
Ilustración 12. Relicto retamo espinoso adyacente al área disturbada por incendio forestal.....	40
Ilustración 13. Especificaciones construcción de trincho para control de erosión de suelo.	46
Ilustración 14. Longitud cercada.....	47
Ilustración 15. Diseño de plantación en módulos circulares a un metro de distancia.....	50
Ilustración 16. Zonificación uso del suelo Municipio de Cogua, Cundinamarca	69
Ilustración 17. Usos del suelo vereda Rincón Santo	70

Resumen

En la Vereda Rincón Santo en el Municipio de Cogua, Cundinamarca 2 hectáreas de bosque secundario altoandino ubicado en zona de recarga de acuíferos fueron afectadas por un incendio forestal el 31 de enero de 2018. Los ecosistemas del bosque altoandino son vulnerables a disturbios naturales o antrópicos como los son los incendios forestales, afectando las características estructurales y funcionales de los ecosistemas inhibiendo o disminuyendo los servicios ambientales que estos prestan. Para mitigar esta problemática se formuló el plan de restauración ecológica, el cual se formuló con base en la metodología planteada por la Universidad Nacional de Colombia para la restauración ecológica de ecosistemas colombianos, la cual se modificó a las necesidades del presente proyecto. Como resultado se formuló el plan de restauración siguiendo los pasos planteados por la metodología lo que permitió concebir las acciones de restauración específicas para el área disturbada, el programa de educación ambiental y el programa de monitoreo. Como conclusión la metodología utilizada fue una guía detallada para llevar a cabo el plan, esta permitió su adaptación acorde a las condiciones de la zona siendo el principal aporte las acciones propuestas a llevar a cabo la restauración ecológica.

Palabras clave: Incendio forestal, disturbio, restauración ecológica, bosque secundario altoandino, Vereda Rincón Santo.

Summary

At the village called Rincon Santo located in Cogua, Cundinamarca, two hectares of the High Andean Secondary Forest situated on the Groundwater recharge areas were affected by a wildfire on January 31st, 2018. The High Andean forest's ecosystems are vulnerable to natural and anthropological disturbances such as wildfires, affecting the structural and functional characteristics of the ecosystems inhibiting or decreasing the environmental services these provide. In order to mitigate this problematic, the ecological restoration plan was designed, it was created based on the methodology for the restoration of the Colombian ecosystems, which was modified for the necessities of this project. As a conclusion, the plan for ecological restoration was formulated with the actions to recover the affected area by the wildfire, prioritizing the mitigation of the environmental pressures and constraints. Simultaneously, an environmental education program was created for the process of socialization with the stakeholders and the inclusion of them in the restoration process, the monitoring program and the evaluation of the actions established in the restoration plan for short and long-term outcomes.

Key words: Forest fire, disturbance, ecological restoration, high Andean secondary forest, Rincon Santo Village.

1. Introducción

La mayor parte de los ecosistemas del planeta tierra están bajo el yugo del ser humano lo que ha conllevado a la degradación paulatina de estos por las presiones que ejerce el hombre, en donde la pérdida y transformación de ecosistemas generan cambios en los usos de la tierra que se da debido a los disturbios generados por sistemas productivos, deforestación, minería, expansión urbana, incendios forestales y disturbios de origen natural (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente], 2015).

Los incendios forestales son un disturbio recurrente en la región andina colombiana por la vulnerabilidad de la región a causa de los prolongados y fuertes periodos de sequía (Fernández et al., 2016), viéndose afectados drásticamente los componentes y condiciones del ecosistema, perturbando su estructura (MinAmbiente, 2015). Por esto se requiere implementar procesos que permitan recuperar las condiciones iniciales o similares pre disturbio el valor ecosistémico de estos a la región.

Es así como la restauración ecológica de ecosistemas presume ser un componente primordial en los programas de conservación y la sostenibilidad de los territorios a largo plazo (Rovere, 2016), en donde el objetivo principal de la restauración ecológica no solo es recuperar la cobertura boscosa sino también las características del ecosistema en todo su conjunto. Específicamente en el caso de incendios, está, en la recuperación de las especies vegetativas para potenciar la oferta biótica de la zona y la interrelación de sus componentes (Fernández et al., 2016).

La zona de recarga de acuíferos de la Vereda Rincón Santo del Municipio de Cogua, Cundinamarca corresponde a un área importante para la conservación debido a su potencial de regulación hídrica para la región. En enero de 2018 se presentó un incendio forestal en la zona que tuvo una duración de 4 días, dejando 2 hectáreas de bosque altoandino secundario afectado (CAR, 2018).

En este contexto se plantea formular el plan de restauración ecológica para dos hectáreas afectadas por incendio forestal en la Vereda Rincón Santo en el Municipio de Cogua, Departamento de Cundinamarca, donde se plantea realizar un diagnóstico del área afectada haciendo un reconocimiento de sus límites y una evaluación de los daños; diseñar la propuesta de las acciones del plan de restauración ecológica dentro del área afectada.; y proponer el programa de seguimiento al plan de restauración ecológica y las actividades de socialización a la comunidad adyacente al área afectada.

2. Planteamiento del problema.

Los incendios forestales afectan en promedio 42.000 hectáreas de bosques en Colombia al año y representan al sector público gastos económicos para su control y mitigación; en el año 2010 el gasto para los primeros tres meses correspondió a \$24.475.073.672 y lo que a su vez supone pérdidas materiales en infraestructura, así como cambios en la composición química, física y biológica del suelo como la disminución de la retención de humedad, aumento del pH, la disminución de Ca, Mg, Na y K, el aumento de Fosforo, entre otros. Lo que afecta la seguridad alimentaria de la población y por otra parte se afecta la población microbiana del suelo (Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible MinAmbiente], 2011).

Los incendios forestales pueden afectar zonas de importancia ecológica como las mencionadas en el artículo primero de la Ley 99 de 1993 donde “las zonas de paramo, subpáramo, nacimientos de agua y las zonas de recarga acuífera son objeto de protección especial”. Siendo así, por Acuerdo N° 22 del año 2000 el Municipio de Cogua, Cundinamarca adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipal [PBOT], en donde se definen los usos del suelo para los sectores rurales y urbanos del municipio. Dentro del acuerdo en el artículo 27 se establecieron los suelos de protección y conservación de los recursos naturales los que a nivel rural hacen parte las zonas de recarga de acuíferos y restauración ecológica, cuyo papel principal es la oferta de bienes y servicios ambientales, principalmente la regulación hídrica de la región.

En la Vereda Rincón Santo en el Municipio de Cogua, Cundinamarca dentro de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Dirección Regional Sabana Centro, el 31 de enero del 2018 se presentó un incendio forestal, el cual procede a atender la Unidad Administrativa Especial para la Gestión del Riesgo de Desastres de Cundinamarca. El área afectada corresponde a 2 hectáreas de bosque secundario alto andino perteneciente a la zona de recarga de acuíferos de la vereda, donde fueron 5 los predios afectados. Estas zonas según el Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipal [PBOT] son “áreas para la protección y conservación de los recursos naturales”. Debido a sus condiciones biofísicas especiales estos conforman ecosistemas estratégicos para el mantenimiento de la biodiversidad y la producción de agua, y por su aptitud deben ser recuperados, conservados y protegidos para el beneficio actual y futuro (Acuerdo 22, 2000, art. 27).

Por ende, la zona afectada por el incendio forestal constituye una zona de importancia ecológica y económica en el territorio por ser una zona de recarga de acuíferos y un relicto de bosque secundario natural de bosque altoandino lo que la convierte en objeto de restauración ecológica.

3. Justificación

El principal impulso en la pérdida y transformación de ecosistemas viene de la actividad antrópica que propende a los cambios en el uso del suelo del territorio, donde los incendios ocasionados por el hombre suelen generar áreas disturbadas y la desaparición de la cobertura vegetal nativa y la alteración de los ecosistemas (MinAmbiente, 2015). Por tal motivo es indispensable propender a la restauración de los valores ecosistémicos de las zonas afectadas como estrategia correctiva y preventiva.

Dentro de las funciones de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca se encuentra la de realizar actividades de seguimiento, prevención y control de desastres ejerciendo la máxima autoridad ambiental, es así como deberá asesorar a los departamentos, distritos y municipios de su jurisdicción en la definición de los planes de desarrollo ambiental, programas y proyectos en materia de protección ambiental (Ley 99, 1993, art. 31). De tal manera, mediante informe técnico de afectaciones ambientales causadas por incendios forestales, planteara los lineamientos por los cuales la administración municipal y el concejo municipal de gestión del riesgo de desastres implementaran las medidas de recuperación ambiental en la zona afectada mediante la formulación de una Plan de Restauración Ambiental.

Por ende, los procesos de degradación desencadenados por un incendio forestal en zona de recarga de acuíferos en la Vereda Rincón Santo en el Municipio de Cogua, requiere la implementación de procesos de restauración ecológica, en donde se propende restablecer el ecosistema degradado a unas características similares al pre disturbio (MinAmbiente, 2015). La restauración ecológica del área podrá reafirmar o replantear la planificación del territorio que promueva un uso encaminado a una adecuada administración, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales haciendo énfasis en la prevención y gestión del riesgo. Con la restauración se promoverá la activación de procesos de regeneración natural, tratamientos de restauración ecológica y prácticas de reforestación que restablecerán la oferta de bienes y servicios ambientales (Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 2002).

Siendo así el Municipio de Cogua dentro de su Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 hace énfasis en la necesidad del municipio en armonizar el desarrollo con la sostenibilidad ambiental, a través de la protección de los recursos naturales y las zonas de interés hídrico, así como el manejo de situaciones de riesgo. Planteando un presupuesto para llevar a cabo acciones de restauración y recuperación de áreas disturbadas para el año 2016, donde se presenta una cifra de \$940.000.000 millones de pesos de financiamiento para estas acciones (Acuerdo 02, 2016, art. 19).

La restauración ecológica de la zona afectada por el incendio en la Vereda Rincón Santo propenderá a la regeneración de servicios ambientales prestados por la zona donde el principal constituye la recarga de acuíferos por medio de la infiltración del agua a través del suelo. A su vez la restauración de la vegetación permitirá el asentamiento de fauna favoreciendo su supervivencia y el potencial de estos de regenerar el bosque.

4. Pregunta de investigación

¿Cuáles acciones son necesarias para hacer la restauración ecológica de dos hectáreas afectadas por incendio forestal en la Vereda Rincón Santo del Municipio de Cogua, Departamento de Cundinamarca?

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Formular el plan de restauración ecológica para dos hectáreas afectadas por incendio forestal en la Vereda Rincón Santo en el Municipio de Cogua, Departamento de Cundinamarca.

5.2 Objetivos específicos

1. Realizar un diagnóstico del área afectada haciendo un reconocimiento de sus límites y una evaluación de los daños.
2. Diseñar la propuesta de las acciones del plan de restauración ecológica dentro del área afectada.
3. Proponer el programa de seguimiento al plan de restauración ecológica y las actividades de socialización a la comunidad adyacente al área afectada.

6. Marco de referencia

6.1 Estado del arte

La restauración ecológica es un término que ha tomado fuerza en los últimos años y su abordaje conlleva al planteamiento e investigación científica del área la cual busca la recuperación de los ecosistemas a un estado similar al original. Las investigaciones son extensas si se habla de restauración ecológica a raíz de la deforestación de áreas, pero cuando se aborda la restauración ecológica en el ámbito post incendio de un área afectada por incendios forestales la información se reduce.

A continuación, se estructura el estado del arte en dos apartados, el primero dedicado a investigaciones y casos de estudio a nivel mundial y el segundo enfocado en investigaciones y casos en Colombia.

Estudios a nivel global

A nivel global se considera que la restauración de áreas afectadas por incendios forestales constituye una medida preventiva la cual modifica los patrones forestales y disminuye el riesgo de futuros incendios (World Wildlife Fund [WWF], 2014).

En España los incendios forestales son una problemática recurrente en época de verano, tendiendo a un crecimiento en número y superficie afectada. Para revertir la tendencia la (WWF, 2014) propone propender por una adecuada gestión territorial ambiental y social, enfatizando en la restauración de los ecosistemas afectados siendo esto un determinante en la prevención de posibles impactos a futuro. Se pone de manifiesto que una de las estrategias de restauración post incendio es promover la recuperación de bosques autóctonos mixtos e irregulares permitiendo la diversificación del paisaje y potencialidad de servicios ambientales.

La restauración ecológica alude a la recuperación de ecosistemas a nivel funcional propendiendo a su productividad donde se busca desarrollar modelos forestales que incorporen estrategias adaptativas al cambio climático. Por lo que la (WWF, 2014) enfatiza la actuación de la administración pública donde estos deben llevar a proyectos de restauración que promuevan la recuperación de la función protectora del lugar, principalmente donde una especie única haya sido potenciada. A su vez se debe priorizar la conservación del suelo, la regulación hídrica y propender por bosques nativos. Todo esto enmarcado con una relación y coherencia en el ordenamiento territorial que involucre la conservación y la gestión y prevención del riesgo, convirtiendo la restauración post incendio una oportunidad de mejora en la planificación del territorio de una región minimizando su impacto negativo a futuro.

Dentro de los procesos de restauración post incendio se presenta a continuación algunos casos aplicados:

El primero es la “Aplicación de las técnicas de restauración hidrológico forestal en la recuperación de áreas degradadas por incendios forestales”. Este estudio presenta la metodología propuesta para restaurar áreas incendiadas la cual se fundamenta en incorporar criterios de técnicas de restauración hidrológica forestal tradicional en la planificación y toma de decisiones donde principalmente se busca dar respuesta a la susceptibilidad de erosión de los suelos formulando propuesta de conservación y aprovechamiento del suelo y el agua (López, 2004).

El artículo “Técnicas blandas para la restauración de zonas quemadas en ambientes mediterráneos” nos proporciona unos acercamientos clave para medidas adaptativas del entorno post incendio referentes a la relación del mismo con la madera quemada. Principalmente se aborda que la madera quemada es un legado biológico que puede contribuir la restauración forestal después del incendio, a su vez aporta nutrientes y disminuye el estrés hídrico y la afectación de animales a las plantas implementadas, lo cual aumenta la supervivencia y desarrollo de las plantas. La madera quemada también aumenta la biodiversidad del área lo que contribuye la proliferación de semillas dispersadas por aves y es fuente de alimento para diversos organismos tales como hongos, insectos y artrópodos. Por último, se reduce la erosión de los suelos en especial si se encuentran distribuidos puesto que aumenta la cobertura del suelo (Castro, Leverkus & Guzmán, 2015).

El estudio de caso denominado “Regeneración natural y restauración ecológica post incendio de un bosque mixto en el Parque Ecológico Chipinque, México” desarrolló un programa de restauración ecológica con una muestra control para su regeneración natural y otra con restauración activa donde se realizaron prácticas silvícolas para favorecer la sucesión natural (Alanís-Rodríguez et al., 2018).

Dentro del programa se construyeron barreras de contención siguiendo las curvas de nivel a partir de los troncos incinerados donde estas dieron un resultado positivo en la retención del suelo y son recomendadas para evitar la pérdida de suelo por arrastre en zonas afectadas por incendios forestales como lo fue el caso de estudio la Sierra Madre Oriental, México. Un resultado significativo corresponde a que las áreas de estudio están mayormente asociadas a aspectos fisiográficos naturales que, por los tratamientos manipulativos de restauración ecológica, lo que lleva al investigador a recomendar la generación de investigaciones científicas encaminadas a aumentar la eficacia de los métodos de restauración (Alanís, 2012). En el área de estudio se concluye que las áreas control y las restauradas no muestran diferencias estadísticas significativas en la diversidad, abundancia y dominancia (Alanís-Rodríguez et al., 2018).

El libro “Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales” busca promover acciones de restauración en la República de Chile en donde se presenta la manera de elaboración de un plan de restauración y donde se recomienda la selección de sitios para restauración ecológica que se encuentren alejados de caminos y centros poblados, con la finalidad de minimizar la posibilidad de fracaso del proyecto y donde hace énfasis en la integración de la educación ambiental y la difusión del proyecto en el territorio. Para la elaboración del Plan de Restauración este debe definir claramente sus metas y la metodología adecuada para alcanzarlas, formulando las acciones que se realizaran para desarrollar las cuatro etapas propuestas: Planificación, Preparación, Implementación, y Monitoreo y Evaluación (Fernández et al., 2010).

Este libro también nos proporciona una visión de la dinámica de sucesiones en la Región del Matorral y Bosque Esclerófilo, donde la sucesión vegetal dependerá de la intensidad del incendio y las condiciones de vida de las especies vegetales. Donde sí la intensidad del fuego es baja, puede ocurrir regeneración sexual de semillas sobrevivientes, regeneración vegetativa a partir de rebrote en ramas sobrevivientes o a partir de estructuras subterráneas (Fernández et al., 2010).

La formulación del “Plan de restauración ecológica del Parque Nacional Torres del Paine afectado por incendio 2011-2012” de la República de Chile es una aproximación al contenido general de los planes de restauración donde se proponen medidas de restauración pasivas y activas teniendo en cuenta los diversos ecosistemas. Donde a partir de cartografía se definieron áreas prioritarias y los ecosistemas de referencia. En el estudio hacen referencia al proceso de regeneración natural conocido como nucleación, donde se establece un primer grupo de vegetación conformando islas con probabilidad de expansión en el futuro, con costos económicos inferiores y que proporcionan ventajas ecológicas como ser hábitats potenciales y generadores de microclimas (Ministerio de Medio Ambiente, 2012).

Estudios centrados en Colombia

Hoy en día Colombia es uno de los países con mayor compromiso con la restauración ecológica y uno de los pocos que formuló un Plan Nacional de Restauración y a su vez referente a eventos de incendios forestales posee el Plan Nacional de Prevención Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas, este último, se caracteriza por ser un plan preventivo de carácter Nacional donde la prevención, control y restauración de áreas afectadas por incendios forestales serán actividades abordadas integralmente entre la comunidad, los órganos estatales y el sector privado.

Entre los objetivos específicos del Plan está la definición de programas para la prevención, control y restauración de áreas afectadas por incendios forestales (MAVDT, 2002).

El Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas explica las fases por la cual se debe llevar a cabo la restauración ecológica de un área disturbada la cual consta de tres fases primordiales con una duración de 20 años y la meta de restaurar un millón de hectáreas al término del tiempo en el territorio colombiano. También se plasmas las etapas de un proyecto de restauración las cuales son: planificación, ejecución, mantenimiento, monitoreo y divulgación (MinAmbiente, 2015).

El proyecto “Proceso de restauración ecológica del área afectada por el incendio de Julio de 2006, cuenca alta del Río Otún, en PNN Los Nevados” establece acciones que conjugan restauración activa y pasiva, educación ambiental, control y vigilancia del área afectada con lo cual se busca incentivar el éxito de las acciones. Se diseñó un Plan de Restauración Ecológica donde teniendo en cuenta la ubicación y características de ecosistema de paramo, se implementaron estrategias encaminadas a la obtención constante de material vegetal. Las actividades de restauración activa son encaminadas al desarrollo de núcleos de vegetación que incentivan el asentamiento y desarrollo vegetal, posterior al incendio se construyeron barreras anti escorrentía que favorecen la retención del suelo en áreas con pendiente altas, a su vez se siembran plántulas de rápido crecimiento y gran volumen que contribuyen a la retención del suelo y regeneración vegetativa. Se destaca en el proyecto el trabajo social a nivel local el cual fue enlazado con los objetivos de protección y restauración del área (Loteró et al., 2018).

En el artículo de investigación denominado “Recuperación ecológica de áreas afectadas por un incendio forestal en la microcuenca Tíntales (Boyacá, Colombia)”. Se caracterizó la vegetación establecida naturalmente post incendio y si existen diferencias entre la vegetación original y las afloradas luego del incendio, con el fin de aportar información básica que sirve para proponer procesos de restauración y rehabilitación ecológica del área (Fernández et al., 2016).

Dentro de los resultados obtenidos Fernández et al. (2016) obtuvo que, en afloramientos rocosos fue donde hubo mayor regeneración vegetativa a partir de rebrotes siendo esta acción una regeneración natural del medio. Esto se considera posible por la sombra proporcionada por los árboles muertos en pie que influye en la regeneración natural en donde predominan especies herbáceas perennes y de arbustos con raíces bien desarrolladas que les proporcionan resistencia a las condiciones del entorno. Concluyendo que la vegetación desarrollada post incendio en el área estudiada corresponde a especies colonizadoras y pioneras adaptadas a las condiciones de uso del suelo de los Andes afectada por la incidencia antrópica que conlleva a una alta tasa de incendios. Se fomenta la restauración pasiva en modelos de restauración que sean sinérgicas con los procesos de restauración natural.

6.2 Marco teórico

Restauración Ecológica

Vargas (2011) en su artículo “Restauración ecológica: biodiversidad y conservación” hace énfasis en la importancia de la restauración ecológica, donde la concibe como una manera de manejar los ecosistemas que tiene como objetivo revertir los procesos degradativos de zonas disturbadas por incendios forestales y la pérdida de biodiversidad, para garantizar la sustentabilidad de sistemas naturales y a su vez garantizar la disponibilidad de servicios ambientales regionales. En donde Colombia por ser un país megadiverso tiene la responsabilidad de conservar y restaurar su biodiversidad.

La restauración ecológica también es concebida como un intento por superar de manera artificial los factores que pueden llegar a inhibir el desarrollo del ecosistema (MAVDT, 2006). Mediante la eliminación de aquellos factores que limitan o detienen por completo la sucesión natural del ecosistema, entendiendo la sucesión como un proceso por el cual se desarrolla un ecosistema en sus componentes estructurales y funcionales, mediante el cual se da un reemplazamiento progresivo de poblaciones vegetales a través del tiempo. Los factores objeto de interés son tensionantes cuando provienen del medio externo objeto de restauración, y factores limitantes los cuales corresponden a barreras internas del medio objeto de restauración (DAMA, 2000).

En términos fisicoquímicos, la restauración ecológica se basa en la primera ley de la energía, en donde se evidencia una transformación de la energía y donde se esperan dos casos. El primero donde si la energía ingresada al ecosistema objeto de restauración es igual a la que sale, el ecosistema se mantiene, esto quiero decir que no hay cambios sustanciales. Mientras que, si las entradas al ecosistema superan las salidas, el ecosistema acumula, lo cual resulta en un proceso de crecimiento y reproducción del ecosistema (DAMA, 2000).

Dentro de los procesos de restauración se engloba diversos medios para llegar al fin de la restauración ecológica, cada una brinda opciones que resultan tangibles y funcionales para el éxito de la restauración. Autores como GREUNAL (2012), y UNAL (2007) plantean 13 pasos para llevar a cabo un plan, proyecto o programa de restauración ecológica donde adoptan las recomendaciones de otros autores completándolas y conjugándolas para desarrollar un método de 13 pasos fundamentales pero adaptables a las características del ecosistema terrestre o acuático objeto de restauración.

En el planteamiento de estos planes o proyectos de restauración es importante la participación de diversos actores y tomadores de decisiones, puesto que como nos comenta (Gómez & Linding, 2017) al momento de formular las metas de los proyectos, es necesario plantear objetivos tangibles que tengan fundamentos ecológicos, sean viables económicamente y socialmente recibidos.

Restauración Ecológica en Colombia

En Colombia al finalizar el siglo XX, el 45% de los ecosistemas terrestres de Colombia estaban transformados (Murcia & Guariguata, 2014). Siendo la restauración ecológica se convierte en una herramienta de subsanación de la degradación ambiental.

A partir de experiencias iniciales de restauración ecológica en el territorio colombiano a mediados del siglo XX se empieza a formalizar la disciplina a nivel nacional mediante documentos políticos que permitieran su aplicación, Aguilar-Garavito y Ramírez (2016) en el capítulo denominado “La restauración ecológica desde el ordenamiento jurídico Colombiano” en el libro “Más allá de la ecología de la restauración” contemplan que en Colombia la restauración ecológica de áreas degradadas se debe tomar como un principio y como un objetivo de orden constitucional y de la normatividad ambiental. Colombia fortalece un esquema de protección ambiental que va más allá de la prevención sino también en formular medidas correctivas y de restauración frente a los impactos negativos generados licita o ilícitamente (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2016).

Es así como instancias jurídicas están facultadas para coordinar las acciones públicas relacionadas con la restauración de los ecosistemas degradados a partir de los descubrimientos científicos sobre el estado de la biodiversidad, la ecología de la restauración y la restauración ecológica. En donde se han establecido políticas públicas como el Plan Nacional de Restauración y el Plan Nacional de

Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas los cuales se convertirán en planes, programas y proyectos de restauración ecológica concretos y su aplicación será responsabilidad del gobierno, los causantes del daño y la ciudadanía en general (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2016).

6.3 Marco conceptual

A continuación, se definen los conceptos necesarios para entrar en contexto referentes al tema desarrollado, convirtiéndose en una herramienta que permite una mejor comprensión y análisis del presente documento.

Incendio forestal

Constituye cualquier fuego producido en tierras forestales superior a 0,5 hectáreas, cuya finalidad no es la protección y ordenación del bosque según lo autorizado por un plan, estos fuegos se propagan sin control y límites establecidos, afectando material vegetal que cumple una función ambiental (MAVDT, 2006).

La afectación de un incendio forestal depende del potencial de ignición de material vegetal, de la fuente de combustible y cantidad del mismo existen, a su vez, existen diversos tipos de incendios como los cuales corresponden a: Incendios superficiales, subterráneos y de copa o aéreos (MAVDT, 2006).

Sucesión ecológica

La sucesión corresponde a un proceso de desarrollo estructural y funcional del ecosistema, mediante el cual se da un reemplazamiento de poblaciones y comunidades a través del tiempo, en donde la sucesión vegetativa es la más predominante (DAMA, 2000).

La sucesión se desarrolla en diversas etapas que como se menciona anteriormente van cambiando con el tiempo. Existen dos tipos de sucesión, la sucesión primaria que tiene lugar en zonas donde nunca existió vegetación, como lo son dunas de arena, áreas cubiertas por vulcanismo, entre otras. La sucesión secundaria hace referencia a la sucesión que toma lugar en una zona donde previamente existió vegetación pero que fue objeto de alteración y distribución, lo que le permite un desarrollo más rápido por la presencia de suelo ya formado y un banco de semillas en esta sucesión se encuentran eventos naturales como lo son los incendios forestales (DAMA, 2000).

Las etapas de la sucesión están ligadas con especies vegetativas características de la etapa, al inicio de la sucesión ecológica se encuentran especies pioneras que corresponden a especies herbáceas y arbustivas de baja altura, pero con una cobertura horizontal amplia, su ciclo de vida es corto, pero favorecen los procesos de regeneración del suelo. Luego se encuentran las especies tardías que reemplazan las especies pioneras estas preceden el clímax de la sucesión en esta etapa se empieza el desarrollo de especies vegetales más fuertes y resistentes como árboles o arbolitos, estos tienen una longevidad mayor. La etapa final de la sucesión vegetal corresponde al clímax de la sucesión en donde ya se consolidó el bosque maduro con las especies arbóreas características del ecosistema (Cantillo. Lozada. & Pinzón, 2009)

Restauración ecológica

La Sociedad para la Restauración Ecológica (2004), define la restauración ecológica como el proceso por el cual se asiste la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido, lo que regenera los servicios ambientales que provee dicho ecosistema y disminuye los riesgos de daños futuros. A nivel global la degradación de los ecosistemas ha dado pie al establecimiento de planes de restauración que sirvan de herramienta para la ordenanza de territorio, el manejo ambiental de zonas de importancia ecológica y una apuesta al establecimiento de la sociedad civil en procesos de restauración.

Es así como la restauración se concibe como una estrategia que busca restablecer los procesos ecológicos con el fin de mantener la composición, estructura y función del ecosistema, a través de la inducción de transformaciones que direccionen a las tendencias generales de la sucesión (DAMA, 2000). La restauración ecológica puede ser abordada en cualquier ecosistema ya sea terrestre o acuático en donde las características del disturbio guiaran el proceso de restauración (UNAL, 2007).

La restauración ecológica de áreas disturbadas por incendios forestales es de especial importancia debido a que en dichas áreas se prevé episodios de erosión, escorrentía, disminución del potencial de regeneración natural, entre otros aspectos.; en donde se debe dar prioridad al suelo, la regulación del agua y propender por el restablecimiento de bosques nativos (MAVDT, 2006).

6.4 Marco normativo

A continuación, en la Tabla 1, se presenta la normatividad que enmarca un plan de restauración ecológica en un ecosistema afectado por incendio forestal.

Tabla 1. Marco normativo referente a restauración ecológica de áreas degradadas por incendios forestales

Norma	Autor	Descripción
Constitución política de Colombia de 1993	Asamblea Nacional Constituyente	Art. 8 Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación Art. 79 Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo Art. 80 El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Ley 99 de 1993	Congreso de la Republica	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental, SINA. Donde otorgo funcione especiales a las Corporaciones Autónomas en materia de atención y prevención de desastres

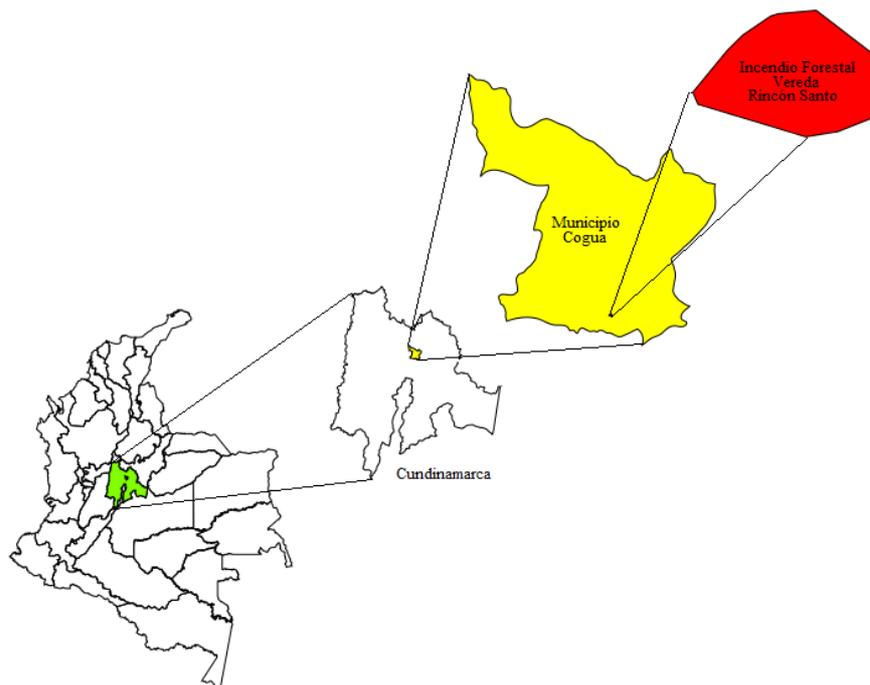
CONPES 3125	Departamento Nacional de Planeación	Las CAR definirán y zonificarán las diferentes categorías de uso y manejo forestal en sus áreas de jurisdicción e identificarán las áreas degradadas que requieren medidas especiales para su recuperación y restauración.
Ley 388 de 1997	Congreso de la Republica	Ley de Desarrollo territorial (municipios)
Decreto 2340 de 1997	Presidente de la Republica de Colombia	Medidas para la organización en materia de prevención y mitigación de incendios forestales.
Ley 1523 de 2012	Congreso de la Republica	Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
Plan Nacional de Desarrollo 2014- 2018	Departamento Nacional de Planeación	Fomenta: 1- la implementación del Plan Nacional de Restauración Ecológica; 2- la ejecución de programas y proyectos regionales y locales de restauración;
Plan Nacional de Restauración 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Instrumento de implementación de la Política Pública Ambiental, en especial de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) y de la Política Forestal (Plan Nacional de Desarrollo Forestal), busca orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas de Colombia en un marco amplio de conservación de la biodiversidad y la adaptación a los cambios globales.
Plan nacional de prevención, control de incendios forestales y restauración de áreas afectadas del 2002	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resultado de la Política de Bosques (CONPES 2834/96) y el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (CONPES 3126/01) el cual establece los lineamientos de orden nacional para la prevención, control y restauración de las áreas afectadas por los incendios forestales, mitigando su impacto y fortaleciendo la organización nacional, regional y local.
Acuerdo 009 de 2010	Consejo directivo de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR–	Por medio del cual se establecen los requisitos y el procedimiento para desarrollar planes de restauración ecológica en áreas protegidas localizadas en jurisdicción de la CAR.

Fuente: Autor

6.5 Marco geográfico

El área afectada por el incendio forestal se encuentra ubicada en la Vereda Rincón Santo en el Municipio de Cogua, Cundinamarca (Ilustración 1), pertenece a la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional CAR, dirección Sabana Centro. El municipio de Cogua limita con los municipios de Tausa al norte, Nemocón al oriente, Zipaquirá y Pacho al oeste y Zipaquirá al Sur; la Vereda Rincón Santo se encuentra ubicada al sur occidente del Municipio en los límites con el Municipio de Zipaquirá.

Ilustración 1. Ubicación del área afectada por incendio forestal.



Fuente: Autor a partir de Grass Gis 7.2.1

Temperatura

La temperatura del municipio de Cogua tiene oscilaciones debido a las diversas altitudes. La temperatura oscila entre 9 a 15 °C predominando 12 °C y 15°C siendo el promedio de temperatura de 14°C para el municipio de Cogua en general (Arias, 2016). Durante los meses más secos (diciembre-enero; julio-agosto) las temperaturas bajan hasta menos de 0°C ocasionando heladas (Manrique & Sánchez, 2016).

Precipitación

La precipitación media mensual multianual es de 81,31 mm y una precipitación total multianual de 975,83 mm/año. Posee un régimen bimodal de lluvias el primero de abril a mayo, el segundo octubre a diciembre. La época seca del municipio se encuentra de diciembre a febrero y de julio a agosto (TABLEGRES LTDA, 2018).

Evaporación

Los valores de evaporación total multianual oscilan entre 921,65 mm/año a 935,51 mm/año, con un valor promedio de 928,54 mm/año y un promedio mensual de 77,97 mm (TABLEGRES LTDA, 2018).

Humedad relativa

El porcentaje varía entre 75,17% y 75,38%, con un promedio de 75,28%. El porcentaje más bajo se da en el mes de enero y los más altos en mayo y junio, coincidiendo con los meses de menor y mayor precipitación y evaporación (TABLEGRES LTDA, 2018).

Brillo solar

Los valores de brillo solar oscilan entre 1489,79 y 1498,31 horas con un promedio de 1494,06 horas anuales. El promedio mensual de horas de brillo solar es de 124,5 horas, se presentan los valores máximos en los meses de diciembre a febrero y los menores entre abril y julio (TABLEGRES LTDA, 2018).

Dirección y velocidad del viento

La velocidad del viento oscila entre 2,173 y 2,177 m/seg con un promedio multianual de 2,176 m/seg. Los valores más altos se presentan en los meses de junio a agosto y los más bajos en el mes de octubre, la dirección predominante del viento es S-N a lo largo del año (TABLEGRES LTDA, 2018).

Hidrología

El municipio hace parte de la cuenca alta del Río Bogotá y por su parte de las cuencas del Río Neusa, Susaguá, Barandillas, Río Negro y Río Frio. Tienen 35 drenajes naturales con caudales transitorios entre los que se destacan la Quebrada Honda, El Chuscal, la Clavellina, Vargas o Potrero grande, El Chorilo, El Pedregal, Carpintero, Padre Otero y El Amolade (Manrique & Sánchez, 2016). Dentro de la zona de estudio no hay presencia de drenajes naturales adyacentes.

Geología

Cogua presenta pliegues tipo sinclinal y fallas de cabalgamiento. En la Tabla 2 se presentan las características geológicas principales del Municipio de Cogua (Manrique & Sánchez, 2016).

Tabla 2. Características geológicas principales del municipio de Cogua

Formación	Edad	Litología	Potencial económico	Potencial hidrogeológico
Guadalupe Superior	Cretácico superior	Areniscas cuarzosas	Material para recebos	Zona de recarga de acuíferos
Guadalupe Inferior		Plaener y recebos		
Guaduas		Arcillolita y lutitas	Mantos de carbón, arcillas para ladrillos	Acuitardos de baja permeabilidad
Areniscas del cacho	Terciario paleoceno	Areniscas cuarzosas	Material para recebo y arenas	Zona de recarga de acuíferos
Bogotá	Terciario eoceno	Lodolitas y arcillolitas limosas	Arcillas para ladrillos y alta cerámica	No permeables

Aluvi3n y Coluvi3n	Cuaternario holoceno	Arcillas limosas lacustres y fluviales	Gravillas y arenas	Acuitardos de buena permeabilidad
--------------------	----------------------	--	--------------------	-----------------------------------

Fuente: (Manrique & S3nchez, 2016)

Suelos

El Municipio de Cogua se caracteriza por poseer suelos de monta1a desarrollados por plegamiento de rocas sedimentarias como areniscas y arcillolitas (Ilustraci3n 2) son caracter3sticos por presentar relieves que pasan de ligeramente ondulados a escarpados, con laderas regulares e irregulares, con pendientes de 3 – 75 % (Malag3n, 2002).

Ilustraci3n 2. Clasificaci3n del suelo en el 3rea afectada por incendio forestal.



Fuente: Geoambiental.gov.co

Los suelos de la zona afectada por incendio forestal corresponden a la subclase IV pc-1 de pendientes fuertemente inclinadas, propias de relieves de cuestras y lomas del clima frio seco. Los suelos se derivan de cenizas volc3nicas de moderada a alta evoluci3n, de texturas medias y finas, son suelos bien drenados, fuertemente 3cidos con contenidos bajos de calcio, magnesio y fosforo; los niveles de potaci3n son altos en el primer horizonte. En la actualidad estas zonas se dedican a cultivos de subsistencia y ganader3a extensiva con pastos naturales y/o introducidos, a su vez hay lugares con bosque natural (3vila, 2000).

La unidad del suelo a la cual corresponden a la fase MMCd correspondiente a la Asociaci3n Humic Dystrudepts – Typic Hapludalfs, geomorfol3gicamente se localizan en lomas de ligera a fuertemente quebrado con pendientes entre 7 y 50%. Los suelos se desarrollaron a partir de rocas cl3sticas arenosas y limo arcillosas (3revalo, 2000).

Aptitud del suelo

Seg3n el POT del municipio del a1o 2000 el territorio del Municipio de Cogua el suelo se clasifica como urbano, expansi3n urbana, suburbano, rural y de protecci3n (Anexo 4). Y donde los principales usos est3n destinados a 3reas de protecci3n-producci3n, zona agropecuaria intensiva y semi extensiva. Seguido de 3reas de reserva forestal protectora, zona minera, 3reas de preservaci3n, etc. (Manrique

& Sánchez, 2016). Y en una dimensión menor en el territorio el municipio se encuentra zonas de recarga de acuíferos.

En la Vereda Rincón Santo se presentan (Anexo 5): zona agropecuaria semi intensiva, zona agropecuaria intensiva, zona de manejo especial, zona minera para extracción de materiales y área de recarga de acuíferos. La zona donde se presentó el incendio forestal corresponde a un área de recarga de acuíferos según reglamentación del Departamento de Planeación del Municipio de Cogua como lo muestra la Tabla 3:

Tabla 3. Reglamentación uso del suelo zona de recarga de acuíferos vereda Rincón Santo.

Municipio de Cogua	
Reglamentación artículo 63 PBOT	
Usos del suelo	
Área rural – Áreas para la conservación y protección de los recursos naturales	
Áreas de recarga de acuíferos	
Uso principal	Forestal protector con especies nativas
Usos condicionales	Infraestructura básica para el establecimiento de los usos principal y compatible, aprovechamiento de especies exóticas sin posibilidad de regeneración.
Usos prohibidos	Plantación de bosques con especies foráneas, aprovechamiento forestal de especies nativas, tala, roza, quema, explotaciones agropecuarias, extracción de materiales y minería de carbón, parcelaciones con fines de construcción de vivienda.

Fuente: (Acuerdo 22, 2000, art. 63)

Cobertura vegetal

En la Tabla 4 se presenta la cobertura vegetal del Municipio de Cogua, la cual corresponde a:

Tabla 4. Cobertura vegetal del Municipio de Cogua, Cundinamarca.

Cobertura vegetal	Área (Has)	% área municipal
Vegetación de páramo	486,55	3,57
Matorrales y rastrojos bajos	728,84	5,36
	703,25	5,17
Bosque alto secundario	339,09	2,49
Fragmentos boscosos	1492,83	10,97
Papa y pastos de rotación	578,09	4,25
Misceláneo con predominio de pastos	8582,02	63,10
Bosque mixto plantado en matorrales nativos	11,46	0,08
Bosques plantados	146,55	1,07
Pastos	75,27	0,55

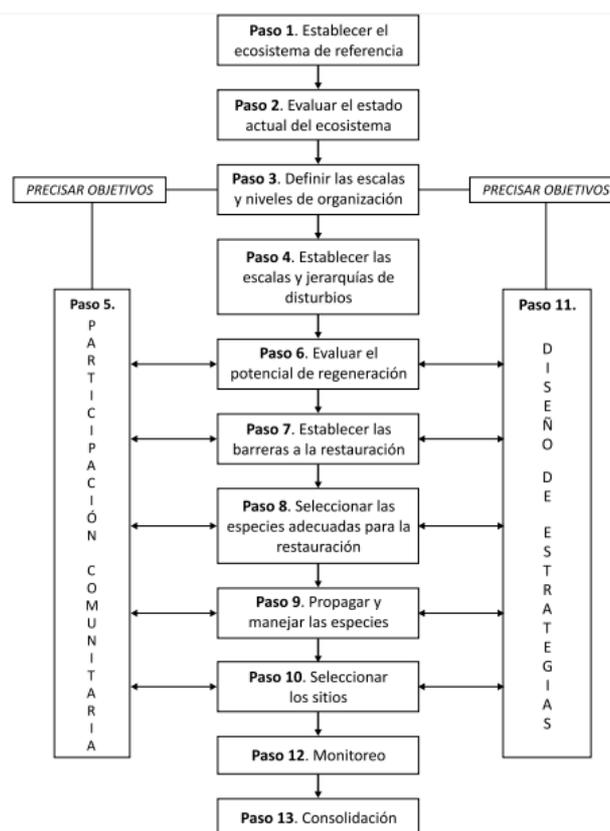
Fuente: (Manrique y Sánchez, 2016)

7. Metodología para la restauración ecológica de ecosistema disturbado

Considerando que los ecosistemas varían dependiendo de las condiciones físicas del lugar, las medidas de restauración de áreas afectadas por incendios forestales también variarían dependiendo de la magnitud e intensidad del mismo. Por esta razón para el presente estudio se analizaron diferentes metodologías desarrolladas y se hicieron adaptaciones a las necesidades y tiempo del presente estudio.

Autores como (Universidad Nacional de Colombia [UNAL], 2007) con su “Guía metodológica para la restauración ecológica del Bosque Altoandino” y (Grupo de Restauración Ecológica [GREUNAL], 2012) con “Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas Colombiano”, proponen 13 pasos que se deben tener en cuenta para llevar a cabo un proyecto de restauración ecológica, correspondiendo a un enfoque cualitativo debido a que los pasos presentados no necesariamente deben seguir el orden establecido, ni deben ser aplicados en su totalidad. En la Ilustración 3, se muestra la secuencia de los 13 pasos y a continuación se describe cada uno de los pasos presentado por los autores nombrados.

Ilustración 3. Trece (13) pasos para la restauración ecológica



Fuente: (Grupo de Restauración Ecológica [GREUNAL], 2012)

Paso 1. Definir el ecosistema de referencia.

La identificación del ecosistema de referencia precisará el modelo a seguir. Para su identificación se debe realizar una revisión de información básica del área donde se podrá conocer las condiciones pre disturbio. Para establecer el ecosistema de referencia se presentan las siguientes recomendaciones.

1. Mediante una revisión de descripciones ecológicas y listas de especies pre disturbio donde se investigará revistas científicas, sistemas de información o bases de datos.
2. Estudio de fotografías históricas o recientes del área ya sean aéreas o terrestres y mapas del área pre disturbio. Con el fin de estudiar la transformación del ecosistema e identificar relictos del ecosistema de referencia.
3. Ubicación de fragmentos del área a restaurar que revelen las condiciones físicas y la bióticas pre disturbio.
4. Revisión de caracterizaciones ecológicas y registro de especies de ecosistemas afines y naturales.

Paso 2. Evaluar el estado actual del ecosistema.

A continuación, se realiza una evaluación de las condiciones actuales del ecosistema. Se comienza a tener evidencia del problema para poder precisar las medidas de restauración.

Paso 3. Definir las escalas y niveles de organización

En planes de restauración ecológica se comprenden diversos niveles de organización, a continuación, se presentan las diferentes escalas y niveles que se pueden abarcar en un proceso de restauración ecológica.

1. Escala local y nivel de especie el cual tiene como fundamento la recuperación de especies particulares.
2. Escala local y nivel de comunidad aborda la preservación de especies o comunidades raras y en peligro de extinción.
3. Escala regional o nivel ecosistémico el cual busca recuperar ciertas funciones del ecosistema, queriendo retornar al estado previo al disturbio.
4. Escala de paisaje busca la unión de ecosistemas fragmentados y paisajes.

Paso 4. Establecer las escalas del disturbio

Hace referencia a la extensión del disturbio, determinando las dimensiones físicas del área disturbada, indicadas en unidades de área o de volumen.

Paso 5. Consolidar la participación comunitaria

Se debe realizar la identificación grupos de interés en donde (Granda & Trujillo, 2011) proponen inicialmente la conveniencia de involucrar a los distintos actores de la zona, desde las altas instancias hasta las menores. Donde se deberá contemplar a partir de una perspectiva transversal la identificación de todos los grupos que puedan incidir o verse afectado por el desarrollo de la actividad. Para la consolidación de la participación en primera instancia se realizará la identificación de los actores y luego se realiza una priorización de los mismo, para así definir concretamente los grupos de interés. A continuación, se presentan las características a tener en cuenta en casa instancia:

Identificación de actores

Ciertos elementos que permiten identificar los grupos de interés son:

- Por cercanía: grupos que interactúan de forma cercana con el área.

- Por influencia: grupos que pueden influir en el desarrollo de actividades.
- Por dependencia: grupos que dependen de la actividad.

Priorización actores

Es preciso priorizar los grupos de interés más relevantes lo que permitirá realizar una asignación de recursos físicos y económicos con el fin de generar el mayor impacto posibles, donde la priorización se realizará con base en los siguientes criterios:

- Nivel o capacidad de influencia o dependencia (actual y futura).
- Tipo de grupo de interés (público, privado, social, corporativo).

Definidos los grupos de interés se formulará un Programa de Educación Ambiental que involucre los actores donde dentro del programa será indispensable incorporar a la comunidad en las labores de restauración para llevarlos a una apropiación de las actividades y así garantizar su continuidad.

Paso 6. Evaluar el potencial de regeneración

Se refiere al conjunto de especies nativa del paisaje, se realiza una investigación referente a las características sucesionales del ecosistema donde se reconocen especies pioneras, tardías y dominantes; así como, aquellas especies con potencial para desarrollar una restauración ecológica.

Paso 7. Establecer los tensionantes para la restauración

Los factores tensionantes son aquellos que afecta la sucesión natural de áreas disturbadas. Se dividen en dos tipos: ecológicos y socioeconómicos, los primeros se relacionan con factores bióticos y abióticos ocasionados natural o antrópica mente. Los de tipo socioeconómico son los factores económicos y sociales que limitan el proceso de regeneración natural, asociados principalmente al uso del suelo.

Paso 8. Seleccionar las especies para la restauración

A partir del potencial de regeneración, se escogen aquellas especies que por sus atributos pueden llegar a ser útiles en la restauración.

Paso 9. Propagar y manejar las especies

Se busca el desarrollo de viveros en la zona de estudio el cual permite el desarrollo de material vegetativo necesario para llevar a cabo el proceso de restauración ecológica.

Paso 10. Seleccionar los sitios

En este paso se evalúa diversos criterios que permiten la identificación de zonas que requieren un proceso de restauración ecológica.

Paso 11. Diseño de acciones para la restauración

Se plantean las acciones necesarias para llevar a cabo la restauración del área disturbada las cuales buscan la disminución o eliminación de los tensionantes y la recuperación de las características del ecosistema pre disturbio.

Paso 12. Monitorear el proceso de restauración

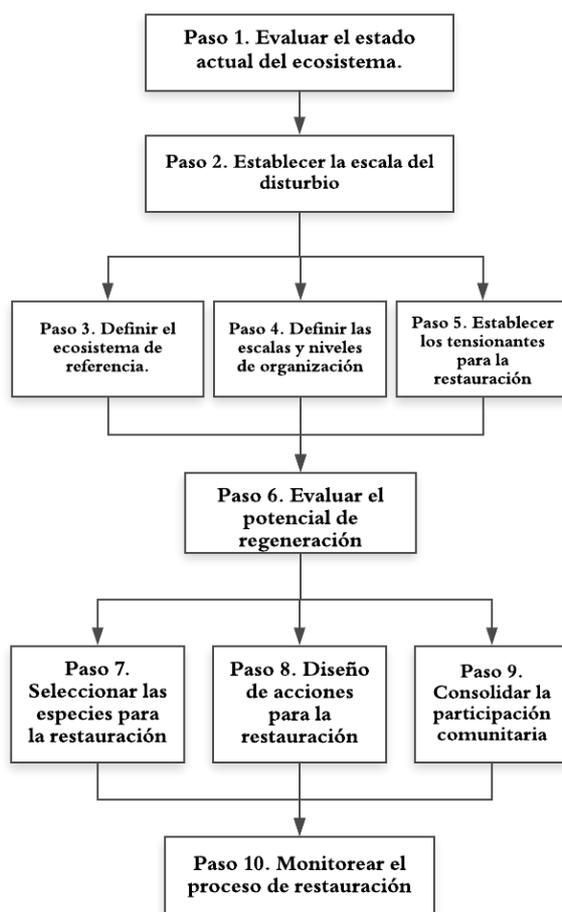
Este plantea el seguimiento y evaluación que se mantenga en el tiempo de los diversos cambios que lleva a cabo el ecosistema, a partir de las acciones de restauración ecológica implementados. El cual tiene como fin determinar el éxito de la restauración permitiendo realizar una retroalimentación de las acciones implementadas.

Paso 13. Consolidar el proceso de restauración

Se afirma el éxito del plan de restauración cuando se ha logrado superar los tensionantes identificados y el ecosistema restaurado va de acuerdo a los objetivos planteados esto a partir del proceso de monitoreo y restauración.

La restauración ecológica del área disturbada por incendio forestal en la Zona de Recarga de Acuíferos en la vereda Rincón Santo en el Municipio de Cogua, Cundinamarca se realizará a partir de la metodología anteriormente descrita a la cual se le hicieron ajustes pertinentes a la situación que se presentan en el área (Ilustración 4).

Ilustración 4. Pasos para la restauración de ecosistema terrestre boscoso disturbado por incendio forestal



Fuente: Autor a partir de (UNAL, 2007) y (GREUNAL, 2012)

A su vez en la Tabla 5 se plantean las técnicas e instrumentos para llevar a cabo cada uno de los pasos establecidos.

Tabla 5. Técnicas e instrumentos utilizados en los pasos metodológicos

Metodológica	Técnica	Instrumento
Evaluar el estado actual del ecosistema	Observación	Diario de campo, cámara fotográfica
	Entrevistas	Cuestionario
Establecer la escala disturbio	Observación	GPS y Sistema de Información Geográfica – SIG-
Definir el ecosistema de referencia	Revisión bibliográfica	Bases de datos científicas, trabajos de grado, documentos de entidades gubernamentales.
Definir la escala y nivel de organización	Revisión bibliográfica	Bases de datos científicas, trabajos de grado, documentos de entidades gubernamentales.
Establecer los tensionantes para la restauración	Observación	Diario de campo
Evaluar el potencial de regeneración	Revisión bibliográfica	Bases de datos científicas, trabajos de grado, documentos de entidades gubernamentales.
Seleccionar las especies para la restauración	Revisión bibliográfica	Bases de datos científicas, trabajos de grado, documentos de entidades gubernamentales.
	Observación	Diario de campo
Diseño de acciones para la restauración	Revisión bibliográfica	Bases de datos científicas, trabajos de grado, documentos de entidades gubernamentales.
Consolidar la participación comunitaria	Entrevista	Encuesta ¹
	Revisión bibliográfica	Bases de datos científicas, trabajos de grado, documentos de entidades gubernamentales.
Monitorear el proceso de restauración	Revisión bibliográfica	Bases de datos científicas, trabajos de grado, documentos de entidades gubernamentales.
	Observación y medición	Formatos de campo

Fuente: Autor

8. Aspectos Éticos

Para el desarrollo de un Plan de restauración ecológica siempre es importante tener una aproximación a la sociedad civil involucrada o a los diversos grupos de interés que se identifiquen en el área de estudio. Para el presente trabajo inicialmente se hizo la aproximación al área disturbada por incendio forestal en acompañamiento de la Ingeniera Ambiental María Camila Lozano y el Ingeniero Forestal Andrés Fernando Chaparro funcionarios de la CAR y funcionarios del cuerpo de bomberos del Municipio de Cogua, este primer aproximamiento dio como resultado el reconocimiento y

¹ Referirse a Aspectos éticos

diagnóstico inicial del área, a su vez se tuvo contacto con personas afectas directamente por el incendio como lo fue un propietario del predio adyacente afectado y uno de los trabajadores de la propiedad donde inicio el incendio forestal que proporcionaron información referente a las características de la zona. A partir de ese primer aproximamiento a la zona se realizó el presente trabajo. A si mismo dentro de la búsqueda de información secundaria del municipio se hizo una visita a la Alcaldía Municipal de Cogua en donde el Área de Planeación Municipal amablemente proporciono un AUTOCAD con la definición de los usos del suelo del municipio, a su vez de radico una carta a Gerencia de Desarrollo Económico y Ambiental solicitando información que pudo haber contribuido con el presente trabajo.

Es válido aclarar que al momento de consolidar un plan de restauración es fundamental el trabajo conjunto entre los grupos de interés partiendo desde la sociedad civil hasta la alcaldía municipal, para el presente trabajo al ser una propuesta de formulación no se realizó ese acercamiento.

9. Plan de trabajo

A continuación, se presenta el plan de trabajo (Tabla 6) por el cual se desarrollan los objetivos planteados, cada objetivo específico tiene las actividades y los resultados esperados.

Tabla 6. Plan de trabajo

Objetivo general		
Formular el plan de recuperación ecológica para aproximadamente tres hectáreas afectadas por incendio forestal en la vereda Rincón Santo en el municipio de Cogua, departamento de Cundinamarca.		
Objetivos específicos	Actividad	Resultado
Realizar un diagnóstico del área afectada haciendo un reconocimiento de sus límites y una evaluación preliminar de los daños.	Visita técnica al área afectada por el incendio forestal para realizar un levantamiento de información. Búsqueda bibliográfica de ecosistemas de referencia y las características de sucesión natural del mismo.	-Evaluación del estado actual del ecosistema y definición de la escala del disturbio. -Establecimiento del ecosistema de referencia. -Definición de las escalas o niveles de organización. -Definición factores tensionantes y limitantes. -Evaluación del potencial de regeneración. -Selección de las especies adecuadas para la restauración.
Diseñar la propuesta de las acciones del plan	Formulación del documento con las acciones de intervención para el área afectada.	-Acciones de restauración.

de restauración ecológica dentro del área afectada.		
Realizar el programa monitoreo y evaluación del plan de restauración ecológica y un programa de educación ambiental para los grupos de interés identificados.	Selección de los parámetros que se van a monitorear y los indicadores adecuados para evaluar el desempeño. Determinación grupos de interés.	-Definición de parámetros, indicadores y cuantificadores para el monitoreo y seguimiento del Plan. -Planteamiento de las actividades de socialización e inclusión para los grupos de interés donde los capacitados será la comunidad aledaña y los propietarios y trabajadores de los predios afectados y los encargados de la capacitación serán funcionarios de la CAR y/o la Administración Ambiental y de desarrollo del Municipio de Cagua.

Fuente: Autor

10. Resultados

A partir de la metodología planteada se formula el plan de restauración ecológica para dos hectáreas de bosque secundario afectado por incendio forestal en la Vereda Rincón Santo, Municipio de Cagua, Cundinamarca.

Plan de restauración ecología para 2 hectáreas afectadas por incendio forestal en la Vereda Rincón Santo Municipio de Cagua, Cundinamarca

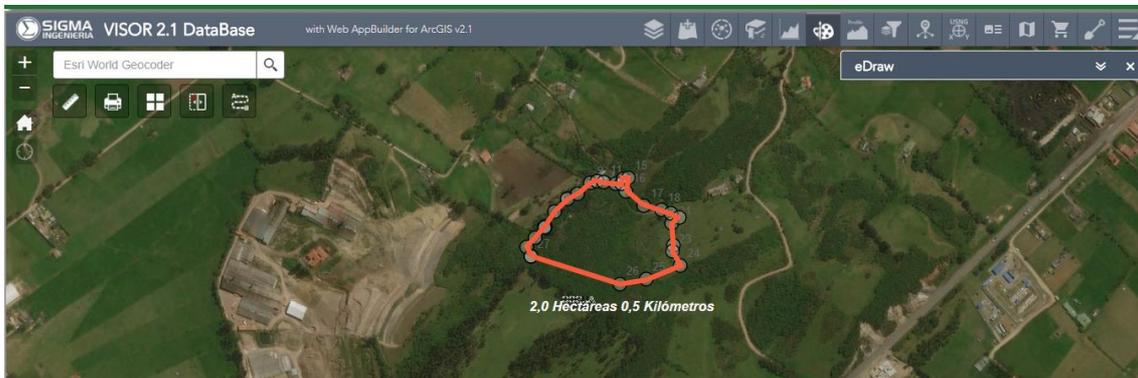
Objetivo 1. Realizar un diagnóstico del área afectada haciendo un reconocimiento de sus límites y una evaluación preliminar de los daños.

10.1 Evaluación del estado actual del ecosistema y definición de la escala del disturbio

A partir de la visita técnica realizada el miércoles 21 de febrero de 2018, se concluye que el incendio forestal cuya duración fue de 4 días, se presentó de forma superficial afectando los primeros 5cm de suelo según lo visualizado, a su vez, se determinó que la zona corresponde a un Bosque Altoandino con vegetación secundaria baja, el cual se ubica a una altura entre los 2642 a 2679 msnm información tomada con GPS. Se evidencia el disturbio en una pendiente alta con afloramientos rocosos visibles, a su vez los tallos de la vegetación afectada por el incendio se encontraron en pie. El área total afectada por el incendio forestal se calculó a partir de la toma de puntos georreferenciados a partir de un GPS

dando como resultado, 2 hectáreas de bosque secundario Altoandino disturbado; en la Ilustración 5 y 6 se presenta la delimitación de la zona en la plataforma Geoambiental y la cobertura vegetal correspondiente para el área afectada la cual corresponde a vegetación arbustiva y arbórea característica de un bosque secundario y una pequeña área de zona agropecuaria.

Ilustración 5. Área disturbada por incendio forestal, vereda Rincón Santo Cogua, Cundinamarca.



Fuente: (Geoambiental CAR, 2018)

Ilustración 6. Cobertura y uso del área afectada por incendio forestal



Fuente: (Geoambiental CAR, 2018)

En las Ilustraciones 7, 8,9 y 10 se presenta evidencia fotográfica del área afectada donde se observa las condiciones de la zona después del incendio forestal, en donde la vegetación sufrió la pérdida total de sus hojas y respectivas copas dejando solo el tallo del árbol en pie. La zona presenta un relieve ligero a fuertemente quebrado, se observó cambio en el color del suelo y por la duración del incendio se infiere que se presentaron cambios en la composición biológica y química del suelo se presenta una zona con afloramientos rocosos. A su vez se puede observar en la Ilustración 10 la zona donde se presume inicio el incendio la cual se encuentra ubicada en una zona agrícola en funcionamiento.

Ilustración 7. Área afectada por incendio forestal



Fuente: Autor

Ilustración 9. Área afectada por incendio forestal



Fuente: Autor

Ilustración 8. Área afectada por incendio forestal



Fuente: Autor

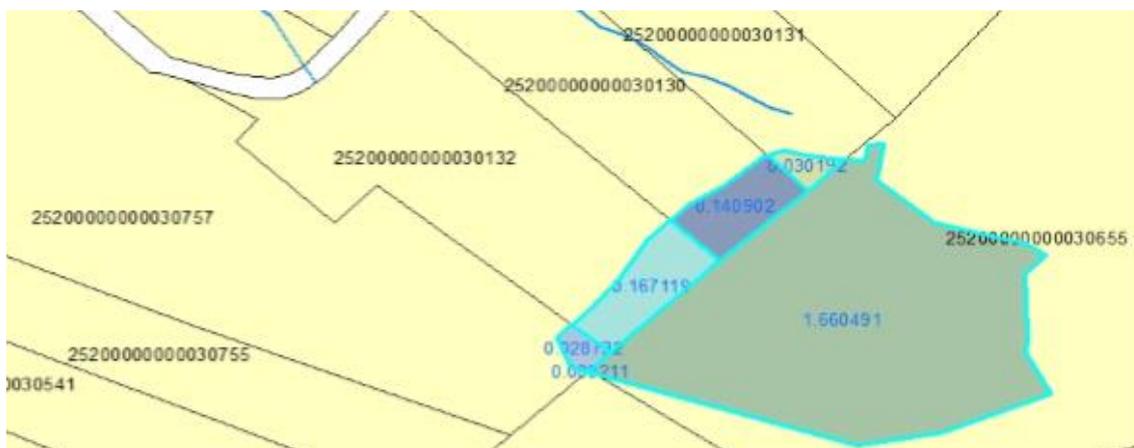
Ilustración 10. Área afectada por incendio forestal



Fuente: Autor

El incendio se presentó en predios privados los cuales fueron identificados a partir de la plataforma digital de Geoambiental CAR como se observa en la Ilustración 11, siendo un total de 5 predios directamente afectados cuya identificación se evidencia en la Tabla 7.

Ilustración 11. Identificación predios afectados por incendio forestal en la vereda Rincón Santo.



Fuente: (Geoambiental CAR, 2018)

Tabla 7. Predios privados afectados por el incendio forestal

Nombre predio	Cedula catastral
Arca	25200000000030757
El Cerrito	25200000000030132
La concepción	25200000000030130
La Hondonada	25200000000030131
Santa COA	25200000000030655

Fuente: (Geoambiental CAR, 2018)

10.2 Establecimiento ecosistema de referencia

A partir de la valoración en campo realizada por los funcionarios de la CAR (Tabla 8), se observó un relicto de bosque secundario/vegetación secundaria adyacente al área afectada por el incendio forestal, cuya valoración dio como resultado la identificación de la composición de especies de la zona, la cual corresponde a:

Tabla 8. Especies vegetativas identificadas en visita de campo al área afectada por incendio forestal

Nombre común	Nombre científico
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
Árboloco	<i>Smilax pyramidalis</i>
Arrayan negro	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>
Bejuco colorado	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>
Cacho de venado	<i>Xylosma spiculifera</i>
Chilco	<i>Baccharis bogotensis</i>
Duraznillo/Chuwaca	<i>Prunus buxifolia</i>
Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa</i>
Gaque	<i>Clusia multiflora</i>
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>
Laurel hojipequeño	<i>Morella parvifolia</i>
Mano de oso	<i>Oreopanax floribundum</i>

Mortiño	<i>Vaccinium meridionale</i>
Oreja de mula	<i>Ocotea calophylla</i>
Raque	<i>Vallea stipularis</i>
Salvio negro	<i>Cordia cylindrostachya</i>
Siete cueros morados	<i>Tibouchina lepidota</i>
Tomatillo	<i>Solanum ovalifolium</i>
Tuno esmeraldo	<i>Miconia squamulosa</i>
Tuno rojo	<i>Axinaea macrophylla</i>
Uva camarona	<i>Macleania rupestris</i>

Fuente: funcionarios CAR

El bosque natural secundario constituye una vegetación de altura baja producto del proceso de sucesión de un área natural disturbada con anterioridad, se caracterizan por poseer cobertura vegetal en un estado sucesional temprano de especies arbóreas y arbustivas; estos se encuentran dentro del Oro bioma Medio de los Andes donde los bosques secundarios representan 33,220 hectáreas en la Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007).

El bosque secundario mixto correspondiente al Bosque Alto Andino de La Reserva Protectora Bosque Oriental, zona Aurora Alta sobre el flanco oriental de Los Cerros Orientales en La Calera, Cundinamarca está conformado por especies arbóreas discontinuas, acompañado de un sotobosque denso en estado sucesional. El estrato más alto de las especies arbóreas es de 12 m donde predominan géneros como *Miconia* (Melastomataceae) y *Winmannia tomentosa* (Cunoiaceae), el sotobosque posee una altura máxima de 7 m en el cual dominan *Clusia*, *Miconia*, *Myrcianthes* (Myrtaceae), *Oreopanax* (Araliaceae). En la zona central de Bogotá en el sector denominado Chicó Alto de la misma Reserva, se evidencia un bosque secundario cuyos arboles superan los 8 m, presenta un sotobosque que presenta una altura de 5m y un arbustivo disperso menor a 3m (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR], 2009).

10.3 Definición de las escalas o niveles de organización

La escala regional o nivel ecosistémico en el área afectada por el incendio forestal propende a la recuperación de ciertas funciones ecosistémicas del área. Al estar dentro de un área de especial protección ambiental por ser una Zona de Recarga de Acuíferos según el POT del año 2000 del municipio, estas permiten la infiltración de agua entre la superficie y el subsuelo, cuyo suelo corresponde a areniscas cuarzosas del complejo acuífero Guadalupe (Manrique & Sánchez, 2016), constituido por rocas sedimentarias marinas del Cretáceo Superior.

Desde la hidrología las características de estos suelos permiten la infiltración del agua, en donde hay un almacenamiento de retención capilar el cual es aprovechado por las plantas y su vez se evapora; y un almacenamiento no capilar donde el agua cae por gravedad por medio de poros y es aprovechada por corrientes freáticas (Valderrama, 1965) conformando acuíferos con gran interés económico y ecológico para el municipio.

Valderrama, (1965) en su “curso sobre manejo de hoyas hidrográficas” nos proporciona un acercamiento a la influencia de los bosques sobre el régimen hidrológico de áreas que favorecen la infiltración como los son las zonas de recarga de acuíferos donde dice que los bosques: aumenta la porosidad, la permeabilidad y simultáneamente la infiltración del agua en el suelo, aumenta la velocidad de percolación, la cantidad de agua freática y la calidad y pureza del agua. A su vez dice

que la cubierta forestal favorece la infiltración de agua al suelo, puesto que las raíces de los árboles construyen canales que facilitan la penetración del agua, el follaje protege la superficie del impacto de las gotas.

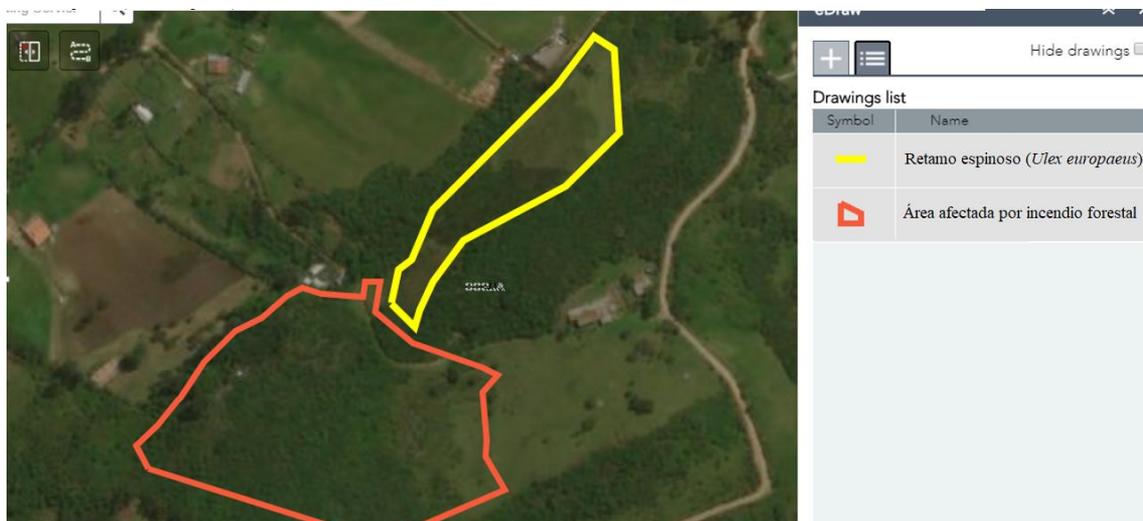
10.4 Factores tensionantes y limitantes

A continuación, se presentan los factores tensionantes y limitantes del área disturbada por el incendio forestal en el municipio de Cogua.

Factores tensionantes

1. Presencia de actividades económicas como la agricultura en áreas adyacentes que potencializan los cambios en el uso del suelo del territorio transformando las áreas de importancia ecológica en terrenos agrícolas, contribuyendo al deterioro y cese de las características del ecosistema.
2. Presencia de relicto de retamo espinoso (*Ulex europaeus*) adyacente al área (Ilustración 12), lo cual constituye un factor que dificulta la sucesión de otras especies nativas. Su fácil adaptabilidad y competencia en ambientes altamente alterados, cuyos suelos han sido perturbados, y su estructura y drenaje son insuficientes acompañado de su facultad oportunista para ocupar áreas afectadas por incendios forestales lo hacen una especie altamente invasora que dificultaría el proceso de restauración (Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente [DAMA], 2000).

Ilustración 12. Relicto retamo espinoso adyacente al área disturbada por incendio forestal.



Fuente: (Geoambiental CAR, 2018)

3. Reincidencia de incendios forestales en áreas adyacentes debido a que el Departamento de Cundinamarca es especialmente susceptible a eventos de incendios forestales. Según el Reporte de Incendios Forestales, enero 01-15 de abril de 2016 DNBC generado por Ministerio del Interior (2016), en Cundinamarca se registraron 502 eventos de 1782 registrados a nivel nacional en época de sequía por lo que se evidencia la vulnerabilidad del municipio ante estos eventos.

Factores limitantes

1. Características geomorfológicas del área disturbada facilitan la erosión del suelo, donde la escorrentía superficial facilita la erosión de los suelos en época de lluvias esto potencializado por la pendiente alta del lugar.
2. Características de los suelos pre y post disturbio.

A raíz de un incendio forestal las propiedades físico químicas y biológicas del suelo cambian dependiendo de la intensidad y la duración del incendio. Una de las propiedades más afectadas es el pH del suelo en donde su valor se incrementa por el aporte de cenizas del incendio, que contienen gran cantidad de Carbonato potásico (CO_3K_2) (Rosero & Osorio, 2013).

Respecto a las propiedades físicas del suelo se afecta la estabilidad estructural de los suelos puesto que se debilitan los agregados, lo cuales son destruidos por el impacto de las gotas de lluvia. Al quebrarse la estructura del suelo disminuye la capacidad de absorción de agua del suelo, llevando a un aumento de la escorrentía superficial y la aparición de procesos erosivos (Rosero & Osorio, 2013).

La porosidad del suelo se puede llegar a destruir por acción del incendio y afectar principalmente los macro poros los cuales permiten la infiltración del agua y su subsiguiente filtración a través de los perfiles del suelo dando como resultado escorrentía superficial lo que lleva a una pérdida de nutrientes. Esta pérdida de nutrientes en elementos como el Nitrógeno se disminuye hasta en un 30%, pero también se presenta un aumento de K, Mg, Ca intercambiable y P disponible en el suelo por el aporte de cenizas al mismo los cuales pueden favorecer el desarrollo vegetativo (Rosero & Osorio, 2013).

10.5 Evaluación del potencial de regeneración

A partir de una revisión bibliografía de la estructura sucesional del bosque alto andino se encontraron estudios que describen la dinámica sucesional de algunas de las especies más representativas del bosque alto andino.

Según la investigación realizada por Restrepo (2016), la estructura y composición de la Reserva Biológica Encenillo localizada en Guasca, Cundinamarca. Donde identifiqué cuatro estados sucesionales tempranas y tardías del bosque altoandino las cuales corresponden a: rastrojo, bosque secundario joven, bosque secundario tardío y bosque primario. El resultado de la composición florística presento 38 especies de 29 familias donde se encontraron en el rastrojo especies de *Alnus acuminata*, *Baccharis latifolia*, *Maclenia rupestris*. El bosque secundario joven presento especies como *Smallantus pyraidalis*, *Alnus acumita*, *Xilomas spiculifera*, *Dodanaea viscosa*. En el bosque secundario tardío la especie *Weinmannia tomentosa* domino, se registraron también *Viburnum triphyllum*. El bosque primario registró nuevamente *Weinmannia tomentosa*, *Vallea stipularis*, entre otras especies.

El estudio de Cantillo, Lozada y Pinzón (2009), formulo el predominio de la especie *Rubus floribundum* (Zarzamora) en las primeras fases etapas sucesionales distribuyéndose de forma gregaria por medio de propágulos y mejor adaptadas a perturbaciones del entorno, esta especie disminuye su presencia en series ecológicas más avanzadas.

En etapas sucesionales intermedias se presentan especies con características biofísicas más exigentes como *Miconia theaezans*, *Myrsine coriacea* (Cucharó) y *Weinmannia pinnata* (Encenillo). *Myrsine coriacea* es una especie característica de estados medios de regeneración, donde también se encuentra en seres iniciales y avanzadas en las que no revisten altos valores de abundancia y frecuencia.

La dominancia fue mayor en *Myrsine coriacea* y *Miconia theaezas*, especies que consiguen las tallas más altas y se encuentran en seres más avanzados como *Ocoteo calophyllae*- *Weinmannietum pinnatae* o *Clusia multiflorae*-*Weinmannietum balbisiana* caracterizadas en el bosque más antiguo. El estudio determina la importancia de *Myrsine coriacea* en procesos de restauración ecológica en el área estudiada (Cantillo, Lozada & Pinzón, 2009).

Montes, (2011) describe a la especie *Weinmannia tomentosa* como una especie dominante debido a su dominancia en los bosques de la región Andina en el pasado. Es uno de los principales inductores preclimáticos de laderas y requiere facilitación de precursores como *Miconia spp.* (Tuno), *Macleanina rupestris* (uva), *Myrsine guianensis* (chucaró) y *Clusia multiflora* (gaques).

Morella parvifolia y *Weinmannia tomentosa* corresponde a especies precursoras de bosques maduros. La importancia de estas y adicionalmente *Miconia biappendiculata*, es alta para procesos de restauración ecológica. Estas tres especies juntas contribuyen a la restauración de bosques. *Morella parvifolia* es fijadora de nitrógeno, resistente a los suelos erosionados y precursora de otras especies como *Weinmannia tomentosa* y *Oreopanax floribundum*. *Weinmannia tomentosa* es una especie con alta durabilidad en el bosque y de fácil propagación. *Miconia biappendiculata* es una planta atractiva para aves por sus frutos, lo cual favorece a la dispersión de sus semillas alrededor de los árboles maduros (Lequerica, Bernal & Stevenson, 2017).

Vallea stipularis corresponde a una especie que necesita condiciones más específicas para establecerse. Esta especie es recomendable para etapas posteriores de estrategias de restauración, en las cuales el objetivo es realizar un enriquecimiento con leñosas típicas de bosque que requieran de condiciones específicas para establecerse (Castellanos & Bonilla, 2011).

10.6 Selección de especies adecuadas para la restauración

Las especies fueron seleccionadas tomando en cuenta lo investigado en el potencial de regeneración, las especies evidenciadas en la visita a campo y las especies recomendadas por las guías técnicas de restauración ecológica. A partir de las especies identificadas en cada instancia se tuvo en cuenta características de las especies que favorezcan la sucesión vegetal del área objeto de revegetación, dando como resultado la Tabla 9, en la cual se seleccionaron especies características de estados sucesionales específicas como el rastrojo, bosque secundario joven y tardío, y bosque maduro.

Tabla 9. Especies seleccionadas para revegetalización del área disturbada por incendio forestal.

Estado sucesional	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Descripción	
Rastrojo	FABACEAE	<i>Lupinus bogotensis</i>	Altramuz	Arbusto	Precursora de comunidades herbáceas de sucesión temprana, melífera, fijadora de Nitrógeno, útil para recuperar suelos de rápido crecimiento y cobertura.	
	ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	Arbusto	Abunda en focos de erosión, favorece la recuperación de suelos desnudos por su capacidad pedogénica y contrala taludes.	
	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno esmeraldo	Arbusto	Se adapta a condiciones donde los suelos son poco fértiles, es resistente a heladas y vientos fuertes.	
	SOLANAMEAE	<i>Solanum oblungitolum</i>	Tomatillo	Arbolito	Posee preferencia por suelos pobres en estructura y drenaje, la cual es típica en suelos perturbados.	
	ROSASEAE		<i>Rubus bogotensis</i>	Zarza blanca	Arbusto	Crece en ambientes degradados por incendios, típica en la transición de herbazal a matorral. Crece en suelos ácidos y mal drenados, es ornitócora y heliófila, y es una barrera eficaz para la invasión de retamo espinoso
			<i>Rubus florindos</i>	Zarza mora	Arbusto	Crece en ambientes degradados por incendios, típica en la transición de herbazal a matorral. Crece en suelos ácidos y mal drenados, es ornitócora y heliófila, y es una barrera eficaz para la invasión de retamo espinoso
	VERBENACEAE	<i>Duranta mutisii</i>	Espino garbanzo	Arbusto o arbolito	Se desarrolla en suelos erosionados con drenaje lento, apta para el control de la erosión favorece su conservación. Es heliófila y melífera.	
	SAPINDACEAE	<i>Dodonea viscosa</i>	Hayuelo	Árbol	Es vegetación típica de áreas erosionadas, inductor de procesos de restauración de bosques secundarios. Tiene una longevidad media, crecimiento rápido, heliófila, soporta climas extremos y es pedogénica.	
	MIRSINACEAE	<i>Myrsine coracea</i>	Chucaro	Árbol	Es representativa del bosque de altoandino secundario, es heliófila, ornitócora, resistente a heladas y es un precursor leñoso.	

Bosque secundario joven y tardío	CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum tinoides</i>	Chucua	Árbol	Vegetación típica de un sotobosque del bosque andino, es efectiva en la restauración de zonas de recarga de acuíferos, es heliófila.
		<i>Vibornum triphyllum</i>	Juco	Árbol	Se comporta como especie subordinada de otras, favorece la restauración de zonas de recarga de acuíferos. Resiste bajas temperaturas y vientos fuertes, es melífera y ornitócora
	FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma spiculifera</i>	Cacho de venado	Árbol	Su crecimiento se da en suelos poco fértiles.
	CLUSIACEAE	<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	Árbol	Es favorecida por la facilitación del matorral a rastrojo bajo, es de buena regeneración natural, ayuda a prevenir incendios forestales, resistente a heladas y vientos fuertes.
	ELAEOCAPACEAE	<i>Vallea stipularis</i>	Raque	Árbol	Típica del bosque Altoandino es una planta melífera, heliófila de larga vida.
	MYRICACEAE	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	Árbol	Presente en zonas erosionadas con pendientes fuertes e inestables, es melífera, fijadora de Nitrógeno, altamente tolerables a sequías y tiene la capacidad de rebrotar en disturbios.
Bosque maduro	LAURACEAE	<i>Ocotea heterophylla</i>	Aguacatillo	Árbol	Especie dominante del bosque Altoandino.
	ARALIACEAE	<i>Oreopanax floribundum</i>	Mano de oso	Árbol	Se establece dentro de matorrales y rastrojos bajos, es cortafuegos.
	BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Árbol	Especie fijadora de Nitrógeno.

Fuente: Autor.

Objetivo 2. Diseñar la propuesta de las acciones del plan de restauración ecológica dentro del área afectada.

10.7 Acciones de restauración ecológica

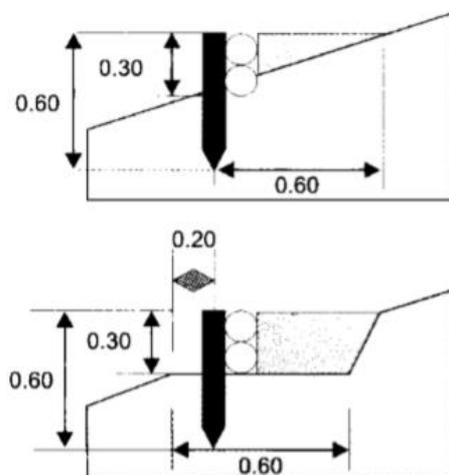
Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación del ecosistema disturbado por el incendio forestal en la Zona de Recarga de Acuíferos de la vereda Rincón Santo en el Municipio de Cogua, Cundinamarca, se formulan las acciones pertinentes que integran el Plan de restauración ecológica del ecosistema disturbado.

Ficha 1.

Mitigación de tensionantes/limitantes o barreras a la restauración ecológica				
Justificación				
La mitigación de los impactos generados por los factores permite garantizar una apropiada recuperación del ecosistema sin alteraciones que intervengan en el proceso, sirviendo de asistencia al restablecimiento del área favoreciendo la restauración pasiva del área.				
Objetivo				
Realizar las obras necesarias para mitigar y/o controlar los tensionantes o barreras identificadas en el área disturbada por incendio forestal.				
Medida 1. Control de expansión de especies invasoras (<i>Ulex europaeus</i>)				
El control de expansión de especies invasoras constituye la fragmentación de las áreas con especies nativas con las especies invasoras como estrategia de no propagación y consiguiente invasión del retamo espinoso (<i>Ulex europaeus</i>) y el al área objeto de restauración.				
Las franjas se realizarán mediante la eliminación manual de matorrales de la especie invasora por medio de machetes. Se recomienda realizar la eliminación al final de la época de sequía, puesto que las especies son más vulnerables por el déficit de agua (Vargas, 2007). Una vez erradicado se deberá efectuar la quema del material erradicado de manera controlada para lo cual se deberá realizar hoyos de incineración en un área plana, el transporte del material erradicado al hoyo debe ser controlado para evitar la dispersión de semillas de la especie (Barrera et al., 2010).				
<i>Tabla 10. Presupuesto medida 1</i>				
Presupuesto				
Concepto	Unidad	Valor Unit	Cantidad	Total
Medida 3				
Mano de obra	Jornal	35,000.00 ²	5	175,000.00
Total				175,000.00
Fuente: A partir de (CORNARE, 2013) & (Galindo, 2016)				
Medida 2. Construcción de fajas/trinchos con el fin de evitar pérdidas del suelo por escorrentía.				
Corresponden a estructuras construidas en laderas inestables carentes de vegetación o pendientes superiores a 45°, por lo cual se ubican perpendicularmente a la pendiente del terreno, siguiendo las curvas de nivel. Esta medida es de gran utilidad en zonas de alta o moderada pendiente, su eficiencia depende de la correcta construcción y en su idónea ubicación. Se debe fijar las características técnicas de los trinchos haciendo hincapié en su correcto asiento, fijación al suelo y su altura. La construcción de trinchos dificulta procesos erosivos, y mejora la retención de nutrientes y condiciones de humedad del suelo, lo que favorece la sucesión natural del área (Barrera et al., 2010). Las especificaciones para su construcción son las referenciadas en la Ilustración 13.				

² Jornal todo costo

Ilustración 13. Especificaciones construcción de trincho para control de erosión de suelo.



Tipo Trincho

Fuente: (MAVDT, 2006).

Para la construcción de los trinchos se hará uso de los trocos que quedaron en pie post incendio que se encuentren inestables y la poda de las ramas del material vegetal que quedo en pie. Procurando no talar todos los troncos afectados por el incendio dado que, según Castro, Leverkus & Guzmán (2015), estos contribuyen a la restauración forestal de la zona y son componentes que aportan nutrientes, reducen la erosión del suelo y favorece la supervivencia de las plantas plantadas; a su vez sirven como perchas aumentan la diversidad de aves lo que permite la proliferación de semillas.

Tabla 11. Presupuesto Medida 2

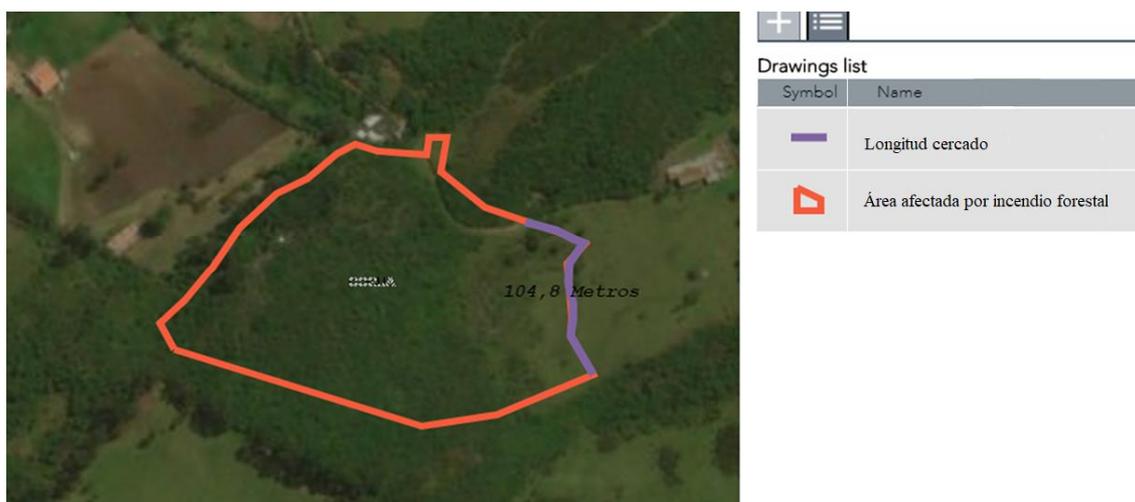
Presupuesto				
Concepto	Unidad	Valor Unit	Cantidad	Total
Medida 1				
Mano de obra (x5)	Salario/día	35,000.00	5	875,000.00
Grapa	Kilo	2,800.00		2,800.00
Madera	Metros	-	-	-
Total				877,800.00

Fuente: A partir de (CORNARE, 2013) & (Galindo, 2016)

Medida 3. Construcción de cercado o barrera del área a restaurar para limitar la expansión de la frontera agrícola.

Con el fin de prevenir una posible expansión de la frontera agrícola y cambiar el uso del suelo del área disturbada. Se busca encerrar el área por medio de alambrado como una acción a corto plazo para impedir la expansión de actividades antrópicas este alambrado se deberá realizar el pie de monte de la montaña punto que dividirá el punto de inicio del incendio forestal con el área afectada por el incendio, no se busca encerrar toda el área solo aquella que por su relieve es propensa a expansión de la frontera agrícola. La longitud del cercado corresponde a 104,8 metros lo cual se puede evidenciar en la Ilustración 14.

Ilustración 14. Longitud cercada



Fuente: (Geoambiental CAR, 2018)

Tabla 12. Presupuesto medida 3

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Valor Unit	Cantidad	Total
Medida 3				
Mano de obra	Salario/día	35,000.00	3	105,000.00
Postes	Unidad	2,500.00	105	262,500.00
Grapa	Kilo	2,800.00		2,800.00
Alambre de púas	Carrete	42,000.00	3	126,000.00
Total				496,300.00

Fuente: A partir de (CORNARE, 2013) & (Galindo, 2016)

Responsables

Alcaldía municipal de Cogua, comunidades locales, propietarios de los predios afectados y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.

Ficha 2.

Recuperación del suelo
Justificación
La rehabilitación del suelo afectado por disturbios naturales o antrópicos favorece la implementación de acciones de revegetación.
Objetivo
Adicionar elementos que aporten nutrientes al suelo con la finalidad de preparar los suelos para la revegetalización de los mismos. Para así favorecer los procesos de regeneración del ecosistema.
Medida 4. Aplicación de enmiendas orgánicas.

La adición de materia orgánica a sustratos pobres favorece un medio adecuado para el crecimiento de especies vegetativas y fauna edáfica, adicionando macro y micronutrientes, reducción de la erosión, modificación de microclimas, incide en la penetración de agua, disminuye la escorrentía superficial, mejora la porosidad y aireación del suelo entre otros. Puede ser proporcionada por enmiendas como: compost, mulches, estiércol etc. (Barrera et al., 2010).

Responsables

Alcaldía municipal de Cogua, comunidades locales, propietarios de los predios afectados y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.

Presupuesto

Tabla 13. Presupuesto medida 4

Concepto	Unidad	Valor Unit	Cantidad	Total
Medida 1				
Personal, herramientas y maquinaria				
Mano de obra	Jornal	35,000.00	5	175,000.00
Pala	5	45,000.00	5	45,000.00
Insumos				
Cascarilla de arroz (80 gr/árbol)	Bultos	22,000.00	3	66,000.00
Total				286,000.00

Fuente: A partir de (CORNARE, 2013) & (Galindo, 2016)

Ficha 3.

Proceso de revegetalización

Justificación

Debido a la importancia ecológica de la zona se debe propender la restauración del ecosistema con el objetivo de recuperar las funciones del mismo restableciendo o asimilando la composición, estructura y función del ecosistema de referencia. Se deberán enfocar los esfuerzos de revegetación para favorecer la infiltración del agua al suelo y su posterior penetración a acuíferos. El proceso de revegetalización del área disturbada deberá contar con la colaboración de los grupos de interés identificados en donde la sociedad civil tendrá un papel fundamental en las medidas de siembra de especies, la dispersión del banco de semilla y la construcción de perchas.

Objetivo

Promover procesos de restauración activa y pasiva en el área disturbada para asistir la recuperación del ecosistema disturbado.

Medida 5. Siembra de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas

Como medida de restauración activa ayudará al ecosistema a recuperar características similares al ecosistema pre incendio, mediante prácticas de revegetación de especies nativas para la restauración que por sus atributos o rasgos favorecerán la regeneración del ecosistema. A partir de la selección de las especies adecuadas se pretenderá:

1. Recrear procesos de regeneración natural conocidos como nucleación área (Loterio et al., 2018), donde se establece un grupo inicial de vegetación conformando islas con probabilidad de expansión en el futuro proporcionando ventajas ecológicas como ser hábitats potenciales y generadores de microclimas (Ministerio de Medio Ambiente, 2012). Evitar las plantaciones monoespecíficas, en beneficio de masas mixtas autóctonas potenciales de la zona, que favorezcan la biodiversidad y la regeneración del paisaje (Hernández & Romero, 2008). Se deberá introducir las especies es orden sucesional que les corresponde para desarrollar y acelerar la sucesión natural (Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente [DAMA], 2000).

Para la adquisición de las especies vegetativas de presentan dos opciones:

- a) Compra de plántulas de especies seleccionadas en viveros registrados (Tabla 14), como los referenciados a continuación.

Tabla 14. Viveros de especies forestales cercanas al municipio de Cagua, Cundinamarca.

Nombre	Localización	Grupo de especies	Número
El Espino	Tocancipá	Forestales	3102835919
El Castillo	Tenjo	Forestales	3128474
La Roca J.E.	Chocontá	Forestales	3142504831

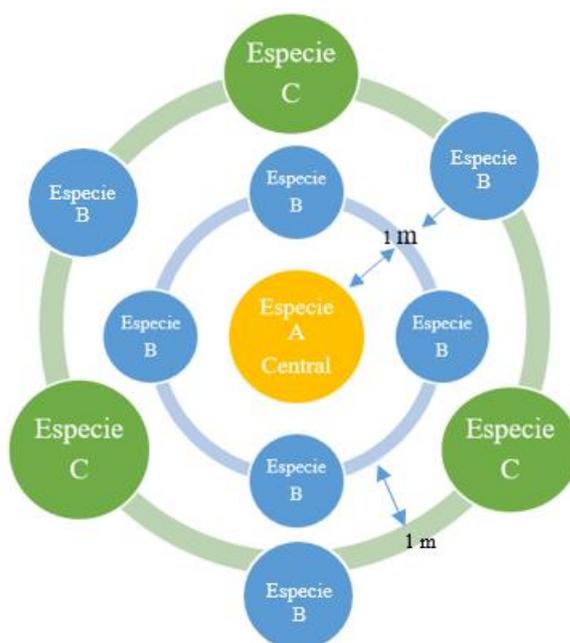
Fuente: A partir de (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], s.f.)

- b) Recolección de especies vegetativas en el ecosistema de referencia identificado en el área, en donde se hará un secuestre de plántulas en bosques cercanos a la zona que fue afectada por el incendio forestal, teniendo en cuenta características similares de pendiente y de suelo para asegurar su exitosa incorporación en el suelo afectado por el incendio

- ➔ Para el diseño de los arreglos florísticos, se tuvieron en cuenta los conceptos sugeridos en la guía técnica para la restauración de áreas afectadas por incendios forestales del Distrito Capital formulada por Córdoba et al (2005).

El diseño florístico corresponde a módulos circulares a un metro de distancia donde se plantearán en anillos, en el centro del módulo ira la planta central que puede corresponder a una especie de sucesión media-tardía correspondientes a árboles, en el aro B se sembraran especies sucesionales pioneras correspondientes a arbustos o enredaderas (rastroy) y en el aro C se sembraran especies arbóreas de sucesión media como se presenta en la Ilustración 15. Se realizarán 80 módulos con 11 especies vegetativas cada uno para abarcar el 50% del área disturbada, dando un total de 880 especies a trasplantar.

Ilustración 15. Diseño de plantación en módulos circulares a un metro de distancia.



Fuente: (Córdoba et al, 2005).

Las líneas de arborización se trazan y señalan para facilitar el hoyado. Se harán hoyos de dimensiones entre 50-80 cm de diámetro y 50-80 cm de profundidad (Córdoba et al, 2005).

Tabla 15. Presupuesto medida 5

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Valor Unit	Cantidad	Total
Medida 1				
Mano de obra (5)	Jornal	35,000.00	5	875000.00
Suministro de árboles	Unidad	1,300.00	880	1'144,000.00
Transporte	Unidad	202,500.00	1	202,000.00
Trazado	Unidad	150.00	880	132,000.00
Ahoyado	Unidad	372.00	880	327,360.00
Total				2'680,360.00

Fuente: A partir de (CORNARE, 2013) & (Galindo, 2016)

Medida 6. Banco de semillas de las especies nativas.

A partir de la sustracción de suelo del ecosistema de referencia identificado se propone reintroducir este suelo al área disturbada objeto de restauración, esto introducirá un banco de semillas presente en el suelo en estado latente y microorganismos nativos. Las cenizas acumuladas en el suelo producto del incendio forestal pueden favorecer la germinación de las semillas introducidas (Barrera et al., 2010).

Tabla 16. Presupuesto medida 6

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Valor Unit	Cantidad	Total
Medida 1				
Mano de obra (x5)	Jornal	35,000.00	5	875,000.00
Total				875,000.00

Fuente: A partir de (CORNARE, 2013) & (Galindo, 2016)

Responsables

Alcaldía municipal de Cogua, comunidades locales, propietarios de los predios afectados y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.

Objetivo 3. Realizar el programa monitoreo y evaluación del plan de restauración ecológica y un programa de educación ambiental para los grupos de interés identificados.

10.8 Consolidación participación ciudadana

La identificación de los grupos de interés dio como resultado 4 actores primordiales:

1. La alcaldía municipal de Cogua, entidad pública la cual tiene una influencia directa en la implementación del plan de restauración por lo cual debe implementar propuestas de educación ambiental orientada a la valoración de los servicios ambientales que presta la zona afectada por el incendio forestal, implementando la Red de Vigías Rurales, con base a la estrategia de corresponsabilidad social en la lucha contra los incendios forestales (MAVDT, 2006). A su vez por medio Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres gestionen la implementación del presente plan.
2. Las comunidades locales donde se enfatiza en la Junta de Acción Comunal de la vereda Rincón Santo como afectados indirectos del incendio forestal presentado en la zona de recarga de acuíferos de la vereda debido a su cercanía a la zona.
3. Los propietarios de los predios afectados como actores sociales por recaer en ellos la incidencia del incendio forestal y el proceso de restauración de sus predios en trabajo conjunto con la alcaldía municipal y la CAR, para que retorne el ecosistema a unas características similares pre disturbio.
4. La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. Entidad pública la cual dentro sus funciones esta realizar actividades de análisis, seguimiento, prevención y control de desastres ejerciendo la máxima autoridad ambiental donde deberá asesorar a los Departamentos, Distritos y municipios de su jurisdicción en la definición de los planes de desarrollo ambiental y programas y proyectos en materia de protección ambiental (MAVDT, 2006).

A partir de la identificación de los actores como parte fundamental en el proceso de restauración ecológica es importante involucrar a los grupos de interés en el plan, por ende, se formula el siguiente programa.

Ficha 4.

Programa de educación ambiental				
Justificación				
La sociedad civil debe contar con un conocimiento básico sobre la importancia ecológica, social y económica de los ecosistemas de su territorio, siendo la educación ambiental una herramienta que permite la comunicación y el intercambio de conocimiento a entorno a esta temática. Siendo el hombre el mayor precursor en la degradación del medio es fundamental plantear acciones que permitan al campesino, niño o joven comprender la dinámica del hombre con el espacio que lo rodea y su papel fundamental en la conservación y restauración de los ecosistemas.				
Objetivo				
Desarrollar actividades de capacitación para sociedad civil (comunidad local y propietarios y trabajadores predios afectados) que promuevan la valoración de los servicios ambientales que presta y crear un espacio en el cual se incorpore a la comunidad a las acciones de recuperación del ecosistema.				
Actividades a desarrollar				
<p>1. Capacitación en aspectos prácticos sobre el proceso de restauración ecológica. ¿Por qué se presentan los incendios forestales? ¿Qué es restauración ecológica? ¿Qué propone el presente Plan de restauración ecológica? ¿Cómo va a ser el papel de la sociedad civil en el proceso de restauración ecológica?</p> <p>2. Capacitación sobre los servicios ambientales que presta la zona afectada. Se buscará que los asistentes tengan un contexto de los ecosistemas que están en su territorio y cuáles son los servicios ambientales que estos ofrecen y como cómo sociedad civil puede potencializarlos.</p> <p>3. Caminatas ecológicas para el reconocimiento del territorio y sus servicios. Reconocimiento de los ecosistemas presentes en el territorio como la zona de recarga de acuíferos de la vereda Rincón Santo.</p> <p>4. Plantación de especies nativas en la zona afectada por la sociedad civil La actividad busca involucrar a la comunidad en el proceso de revegetación de la zona.</p>				
Responsables				
Alcaldía municipal de Cogua, comunidades locales, propietarios de los predios afectados y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.				
Presupuesto				
<i>Tabla 17. Presupuesto programa de educación ambiental</i>				
Concepto	Unidad	Valor Unit	Cantidad	Total
Medida 1				
Personal, herramientas y maquinaria				
Capacitadores (x2) ³	Salario/día	196,950.00	3	1'181,700.00
Insumos				
Papelería	Unidad	100,000.00	-	100,000.00
Refrigerios	Unidad	5,000.00	50	250,000.00

³ Entiéndase por capacitadores personal perteneciente a la CAR y/o Alcaldía Municipal como Ingenieros Ambientales y/o Ingenieros Forestales.

Total	1'531,700.00
Fuente: A partir de (CORNARE, 2013) & (Galindo, 2016)	

Ficha 5.

Programa de monitoreo de las acciones de restauración ecológica		
Justificación		
Es necesario verificar si realmente se consiguió o no el restablecimiento del área objeto de restauración como mecanismo de retroalimentación del proceso.		
Objetivo		
Evaluar, a corto y largo plazo, el grado de cumplimiento de los objetivos de las acciones de restauración, comparando la situación de partida tras el incendio con la situación del presente al transcurrir el tiempo, incorporando medidas correctoras en caso de retroalimentación.		
Medida 1. Metodología monitoreo y evaluación.		
Corto plazo		
Se realizará en los 3 meses después de haberse puesto en marcha el proceso de revegetalización. En esta etapa se evaluará el porcentaje sobrevivencia de las plantas sembradas a partir de los módulos circulares de revegetalización propuestos. A su vez se evaluará el potencial de rebrote de las especies vegetales afectadas por el incendio siendo esta última una acción de regeneración natural (Fernández et al., 2016).		
Indicador 1	% sobrevivencia = $\frac{\text{Número de especies sembradas por módulo}}{\text{Número de especies sobrevivientes por módulo}} * 100$	
Indicador 2	# rebrotes = Rebotes de especies vegetales afectadas por el incendio	
Largo plazo		
Se evaluará los cambios en la composición y estructura de las especies vegetales del área anualmente por 3 años, y cada tres años. Se procederá a la parcelación de la zona donde las parcelas serán de 1m x 1m donde se realizará el monitoreo de la vegetación. (Aguilar & Ramírez, 2015) en el libro “Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres” propone una serie indicadores a implementar (Tabla 18) en programas de monitoreo aplicables a cualquier proceso de restauración con especies vegetales en ecosistemas degradados.		
<i>Tabla 18. Criterios, indicadores, cuantificadores de toma directa en campo</i>		
Criterio	Indicador	Cuantificadores
Composición	Número de especies	Taxonomía: Familia, Género, Especie
	Origen	nativa, exótica
Estructura	Densidad de individuos	Número de individuos por unidad de área
	Desarrollo del tallo	Incremento diamétrico (cm)
	Crecimiento vertical	Incremento en altura (m)
	Ocupación del espacio	Incremento en cobertura de la copa (m)
Función	Estado fitosanitario	Síntomas sanitarios o afecciones físicas
	Forma de crecimiento	Valor de existencia
	Fenología	Valor de existencia
Fuente: Aguilar & Ramírez (2015)		

A continuación, se presenta el presupuesto total en pesos colombianos de las acciones de restauración ecológica y los programas de educación ambiental y monitoreo de las acciones de restauración.

Tabla 19. Presupuesto total Plan de restauración ecológica

Presupuesto total	
Mitigación de tensionantes/limitantes o barreras a la restauración ecológica	1'549.100,00
Recuperación del suelo	286,000.00
Proceso de revegetalización	3'555,360.00
Programa de educación ambiental	1'531,700.00
Programa de monitoreo y evaluación de las acciones de restauración ecológica	-
Total	6'922,160.00

11. Discusión

Según (Grupo de Restauración Ecológica [GREUNAL], 2012) y (Universidad Nacional de Colombia [UNAL], 2007) los pasos presentados para llevar a cabo un proyecto de restauración ecológica son una manera de interpretar la complejidad de los ecosistemas a restaurar, donde dependiendo de sus características post disturbio se replanteará el orden y aplicabilidad de cada uno de los pasos.

El área disturbada objeto de estudio responde a unas características impuestas por el tipo de disturbio presentado (incendio forestal) y su magnitud, siendo la consecuencia un área pequeña objeto de restauración ecológica que posee unas rasgos pre disturbio de importancia ecológica y económica para la región. Por ende, la metodología planteada por (Grupo de Restauración Ecológica GREUNAL, 2012) y (Universidad Nacional de Colombia, 2007) respondió a las necesidades del ecosistema terrestre disturbado puesto que permitió el replanteamiento de los pasos ajustándolos al objetivo de proyecto, dando como resultado unas acciones de restauración aplicables y reales al área objetivo.

La metodología utilizada en el presente plan de restauración ecológica presenta 10 de los 13 pasos presentados por la metodología de (Grupo de Restauración Ecológica GREUNAL, 2012) y (Universidad Nacional de Colombia ,2007) descartando los pasos referentes a la propagación y manejo de las especies vegetativas, la selección de los sitios a restaurar y la consolidación del proyecto, puesto que su aplicación no era fundamental ni necesaria para el objetivo del proyecto.

En los Planes de restauración ecológica radicados a la Corporación Autónoma de Cundinamarca se evidencia la influencia de la metodología planteada por (Grupo de Restauración Ecológica GREUNAL, 2012) y (Universidad Nacional de Colombia ,2007) donde un análisis de los planes presentados (Anexo 3) demostró los principales pasos para llevar a cabo una restauración ecológica los cuales corresponden a: la definición del ecosistema de referencia que particularmente se define en los planes evaluados a partir de relictos contiguos a la zona a restaurar, la evaluación del estado actual del ecosistema denominado diagnóstico, la consolidación de la participación comunitaria

denominado socialización, el establecimiento de los tensionantes y limitantes a la restauración, el diseño de las acciones para la restauración ecológica y el monitoreo al proceso de restauración.

Esta evaluación demuestra la viabilidad de la metodología aplicada puesto que los pasos presentados en cada uno de los planes radicados concuerdan con los pasos aplicados en el plan de restauración planteado como los pasos necesarios para llevar a cabo la restauración ecológica de áreas disturbadas.

Es importante destacar la importancia de la evaluación del potencial de regeneración del ecosistema, siendo este paso el que planteará las condiciones del ecosistema a restaurar, definiendo sus características estructurales y funcionales. En los planes evaluados este paso solo fue abordado en un (1) plan de restauración ecológica. Autores como (Gómez & Vargas, 2011) consideran la necesidad de la evaluación del potencial de regeneración dado que a partir de este se tiene en cuenta la historia de vida de las especies vegetativas del ecosistema, donde su evaluación representa una ventaja a la hora de escoger las especies para llevar a cabo la restauración permitiendo realizar deducciones de las relaciones entre especies. Este paso permitió en el Plan de restauración ecológica planteado la definición de las características de las especies vegetativas de la región dando una aproximación a sus procesos sucesionales y potencialmente aplicables.

En relación con las acciones de restauración propuestas estas son el resultado del análisis situacional del área disturbada y las cuales son estrategias que van encaminadas al restablecimiento del área disturbada a unas condiciones similares pre disturbio. Las acciones propuestas se establecieron con base a los factores limitantes y tensionantes identificados como lo fueron las características geomorfológicas del suelo, la presencia de especies invasoras en áreas adyacentes y de actividades económicas con posibilidad de expansión como la agricultura y la ganadería. y de los cuales si no se realiza una intervención pueden llegar a comprometer el éxito del plan de restauración.

Autores como López (2004), Alanís-Rodríguez et al. (2018), Lotero et al. (2018) dentro de sus proyectos de restauración prestan especial atención a la definición de acciones que mitiguen el impacto de factores internos o externos al ecosistema y que no constituyan un problema en el éxito de la restauración del ecosistema, siendo el éxito el establecimiento de las especies vegetativas y su resiliencia en el tiempo. En donde acciones como la construcción de trinchos, es una acción de emergencia que inhibirá la pérdida de suelo por escorrentía y que permitirá el asentamiento del material vegetal.

De igual forma el control de las especies invasoras (*Ulex europaeus*) según la WWF (2014) corresponde a una estrategia que disminuye la probabilidad de expansión y diseminación de semillas a la zona objeto de restauración, las cuales se destacan por su alta tasa de reproducción, su reproducción sexual y asexual y una fácil adaptabilidad al estrés ambiental. A su vez se mitiga este factor a través del establecimiento de acciones de revegetación (Ficha 3) de especies vegetativas que por sus características estructurales se comportan como barreras que impiden el asentamiento de especies invasoras y a su vez puede ser un mecanismo de control estas especies son *Rubus bogotensis* y *Rubus florindos*. Esta acción se concibe por si sola como una restauración ecológica de ecosistemas que valdría la pena ser mejor abordada en otros estudios donde la zona con especie invasora sea de grandes extensiones.

En lo referente a los programas de educación ambiental y el monitoreo de las acciones, estos son elementos que según el MinAmbiente (2015) deben ser plasmados dentro de los planes, programas o proyectos de restauración como una etapa fundamental.

En el presente plan de restauración se busca fortalecer la actuación de los grupos de interés en el desarrollo de las acciones de restauración y generar una apropiación del entorno, en donde la consolidación del plan se dará en mayor medida si existe una relación estrecha entre la sociedad civil y las entidades públicas y privadas. Lotero et al. (2018) destaca en su proyecto de restauración de la cuenca alta del Río Otún, la efectividad del acoplamiento de la sociedad civil en los objetivos de restauración ecológica del área y la protección del mismo a largo plazo. No solo en Colombia se hace énfasis en esto Fernández et al. (2010) a partir de su investigación hace énfasis en la integración de la educación ambiental y la divulgación del proceso de restauración en la República de Chile.

Es necesario comentar que dentro del programa de monitoreo de las acciones es también necesaria la participación de los grupos de interés en donde se definirá el éxito del plan de restauración a partir de la evaluación de aspectos estructurales del ecosistema restaurado y donde la evaluación en el tiempo permitirá consolidar definitivamente el éxito del plan o realizar las retroalimentaciones necesarias para encaminar el proceso de restauración al éxito.

12. Conclusiones

A partir del diagnóstico realizado al área disturbada se identificaron los factores tensionantes tales como la presencia de actividades agrícolas y relictos de especies invasoras adyacentes, y factores limitantes como las características geomorfológicas de la zona, lo que llevo al desarrollo de acciones encaminadas a subsanar o eliminar estos factores, pues pueden comprometer la regeneración natural en el área y la integridad del plan de restauración ecológica propuesto.

Las acciones propuestas se formularon con el fin de mejorar las características del suelo, de manera que permitiesen el restablecimiento del área disturbada a la condición de zona de recarga de acuíferos. Esto mediante acciones de estabilización de taludes y la revegetalización con especies vegetales que potencien y permitan la infiltración y percolación del agua al subsuelo.

La consolidación de la participación comunitaria plantea, un reto en la medida que llevar a cabo la integración de los actores, puede estar dividida por conflicto de intereses donde, no siempre la totalidad de los grupos identificados se interesara por el proceso de restauración. El programa de educación planteado supone un espacio de acercamiento e interacción entre todos los grupos identificados y su debida implementación dará como resultado la continuidad en el tiempo del plan de restauración.

El monitoreo y evaluación del plan de restauración fue formulado para determinar la tasa de regeneración natural del área restaurada a corto y largo plazo dando seguimiento a la estructura y composición vegetativa del área.

13. Recomendaciones

La implementación de las acciones formuladas se recomienda ejecutarlas en el menor tiempo posible para disminuir la pérdida de suelo por escorrentía en épocas de lluvia.

Los grupos de interés deben organizarse de tal manera que su incorporación en el plan de restauración sea un mecanismo de consolidación, donde ellos contribuyan al desarrollo de las actividades de revegetalización y más adelante, en el programa de monitoreo y evaluación.

Se recomienda a las instancias superiores como la CAR, apoyar los procesos de restauración ecológica, no solo en los procesos de inspección, sino también en la consolidación de la participación comunitaria.

Se recomienda a las alcaldías municipales fortalecer los procesos de restauración ecológica de sus territorios, de manera que permita la restauración de zonas de importancia ecológica disturbadas, como estrategias de sostenibilidad para el territorio.

14. Referencias Bibliográficas

- Aguilar, M., & Ramírez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Aguilar-Garavito, M. & Ramírez, W. (2016). *La restauración ecológica desde el ordenamiento jurídico colombiano*. En Ceccon, E. & Pérez D. Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales en América Latina y el Caribe (pp. 155-176), Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Vázquez Mazzini Editores.
- Alanís, E. (2012). *Regeneración natural y restauración ecológica post-incendio de un bosque mixto en el Parque Ecológico Chipinque, México*. *Ecosistemas*, 21(1-2), 206-210.
- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Pando-Moreno, M., Aguirre-Calderón, Ó., Treviño-Garza, E. & García-Galindo, P. (2018). *Efecto de la restauración ecológica post-incendio en la diversidad arbórea del Parque Ecológico Chipinque, México*. [online] Scielo.org.mx. Available at: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712010000400003.
- Arévalo, J. (2000). *Clasificación de las tierras por su capacidad de uso*. En: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Cundinamarca (pp. 273-274). Bogotá D.C.: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Arias, A. (2016). *Evaluación del impacto ambiental de la actividad minera de materiales de construcción en el Municipio de Cogua Cundinamarca y su incidencia en el tratado internacional sobre biodiversidad firmado por Colombia*. (Trabajo de grado). Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Ávila, E. (2000). *Descripción de los suelos*. En: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Cundinamarca (pp. 236-237). Bogotá D.C.: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Barrera, J., Contreras, S., Garzón, N. & Moreno, A. (2010). *Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital*. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Cantillo, E., Lozada, A. & Pinzón, J. (2009). *Caracterización sucesional para la restauración de la Reserva Forestal Cárpatos, Guasca, Cundinamarca*. *Revista Colombiana Forestal*, 12, 103-118.
- Castellanos, C., & Bonilla, M. (2011). *Grupos funcionales de plantas con potencial uso para la restauración en bordes de avance de un bosque altoandino*. *Acta Biol, Colomb*, 16(1), 153-174.
- Castro, J., Leverkus, A. & Guzmán, J. (2015). *Los bosques y la biodiversidad frente al cambio climático: impactos, vulnerabilidad y adaptación en España. Técnicas blandas para la restauración de zonas quemadas en ambientes mediterráneos*. [online] Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Available at:

http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/informecompletoconentradilla2_tcm7-408284.pdf [Accessed 20 Mar. 2018].

- Congreso de Colombia. (22 de diciembre de 1993). *Ley General Ambiental de Colombia* [Ley 99 de 1993]. DO: 41.146.
- Consejo Directivo de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (18 de junio de 2010). *Por medio del cual se establecen los requisitos y el procedimiento para desarrollar planes de restauración ecológica en áreas protegidas localizadas en jurisdicción de la CAR*. [Acuerdo 009 de 2010]. DO: 47754. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39959>
- Consejo Municipal de Cogua. (2000). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial PBOT del Municipio de Cogua-Cundinamarca*. [Acuerdo 22 de 2000]. Recuperado de http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/2000%20cogua%20acuerdo_022_2000%20pbot.pdf
- Consejo Municipal de Cogua. (21 de junio de 2016). *Plan de desarrollo para el Municipio de Cogua, Cundinamarca*. [Acuerdo 02 de 2016]. Recuperado de http://www.cogua-cundinamarca.gov.co/Nuestros_planes.shtml
- CORNARE. (2015). *Criterios proyectos restauración*. Recuperado de https://www.cornare.gov.co/banco-proyectos/documentos/Anexo_Criterios_proyectos_Restauracion_V.01.pdf
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2009). *Inventario de fauna dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá*. Bogotá D.C.: CAR. Retrieved from https://cerrosorientales.com/wp-content/uploads/2016/04/reserva_forestal_protectora_bosque_oriental_bogota_inventario_fauna.pdf [Accessed 20 Mar. 2018].
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2018). Informe técnico de afectaciones ambientales causadas por incendios forestales y lineamientos de recuperación ambiental. Sistema de Administración de Expedientes, Gestión del Riesgo. Zipaquirá, Cundinamarca.
- Córdoba, C.M., Pinzón, C. & García, J. (2005). *Guía Técnica para la Restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Incendios Forestales en el Distrito Capital*. Bogotá, Colombia. Jardín Botánico José Celestino Mutis.
- Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente [DAMA]. (2000). *Protocolo Distrital de Restauración Ecológica*. Santa Fe de Bogotá D.C. Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá.
- Escobar, O. (2013). Mapa base del Municipio de Cogua. Recuperado de <https://es.slideshare.net/OlneyIvnEscobarForero/cogua>.
- Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M. & Montenegro, G. (2010). *Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales*. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, Fac. de Agronomía e Ingeniería Forestal.

- Fernández, F., Velasco, V., Guerrero, J., Galvis, M. & Viana, A. (2016). *Recuperación ecológica de áreas afectadas por un incendio forestal en la microcuenca tñtales (Boyacá, Colombia)*. Colombia Forestal, 2(19),143-160. Available at: <http://oaji.net/articles/2017/3042-1499119934.pdf>.
- Galindo, K. (2016). *Formulación de lineamientos para la elaboración de un programa de restauración ecológica de un área afectada por un incendio forestal registrado al sur de la provincia de Gualiva-Cundinamarca*. (Trabajo de grado). Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4626/1/GalindoRodriguezKatherineViviana2016.pdf>
- Geoambiental CAR. (2018). *SIGMA INGENIERIA VISOR 2.1 Data Base*. Recuperado de <http://geoambiental.car.gov.co/geoambiental/FUNPerfil/PREPerfil>
- Granda, G. & Trujillo, R. (2011). *La gestión de los grupos de interés (stakeholders) en la estrategia de las organizaciones*. Economía Industrial, 381, 71-76. Retrieved from <http://www.minetur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/381/Germ%C3%A1n%20Granda%20Revilla.pdf>
- Grupo de Restauración Ecología [GREUNAL]. (2012). *Guías Técnicas Para La Restauración Ecológica De Los Ecosistemas de Colombia*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Gómez, P. & Linding, R. (2017). *La restauración ecológica clásica y los retos de la actualidad: La migración asistida como estrategia de adaptación al cambio climático*. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 31-51.
- Gómez, P. & Vargas, O. (2011). *Grupos funcionales de especies promisorias para la restauración ecológica con base en sus rasgos de historia de vida en la Reserva Natural Ibanasca (Ibagué, Tolima, Colombia)*. In: Primer Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y Segundo Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. [online] Bogotá D.C: Orlando Vargas y Sandra Reyes, (pp.239-247). Available at: http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf.
- Hernández, L. & Romero, F. (2008). *Manuales de desarrollo sostenible. Criterios de restauración de zonas incendiadas*. [online] Madrid: Fundación Banco Santander. Available at: https://www.fundacionbancosantander.com/recuperaciondeespaciosnaturales/data/proyectos/hocino/publication/Sostenibilidad_Manuales_6_Zonas_Incendiadas.pdf.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (s.f.). *Viveros registrados*. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Agricola/Servicios/Certificacion-de-Semillas/VIVEROS-REGISTRADOS.xlsx.aspx?lang=es-CO>
- IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C.

- Lequerica, M., Bernal, M. & Stevenson, P. (2017). *Evidencia de direccionalidad del proceso de sucesión temprana del bosque altoandino*. Colombia Forestal. 20(1), 63-83.
- López, L. (2004). *Aplicación de las técnicas de restauración hidrológico forestal en la recuperación de áreas degradadas por incendios forestales*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid.
- Lotero, J., Nadashowsky, E., Paèz, G., Castellanos, O., Murillo, O., Suárez, A., Dorance, J., Vargas, W., Trujillo, L. (2018). *Proceso de restauración ecológica del área afectada por incendio forestal de julio de 2006, cuenca alta del río Otún, en PNN Los Nevados*. Recuperado de http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf
- Manrique, M. & Sánchez, E. (2016). *Recopilación documental del estado actual del recurso hídrico y usos del agua en el territorio del Municipio de Cogua*. (Trabajo de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Malagón, E. (2002). *Implementación y determinación de la producción inicial de un módulo agropecuario para el piso Alto-Andino, Municipio de Cogua (Cundinamarca)*. Colombia Forestal, 7(15), 119-128.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT]. (2002). *Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT]. (2006). *Protocolo de restauración de coberturas vegetales afectadas por incendios forestales*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ministerio de Medio Ambiente (2012). *Plan de restauración ecológica del Parque Nacional Torres del Paine afectado por incendio 2011-2012*. Santiago de Chile: Juan Armesto, Mariela Núñez y Belén Gallardo. pp.32-45.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2011). *Estrategia de corresponsabilidad social en la lucha contra incendios forestales*. Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Los-Incendios-Forestales/250414_estrategia_corres_social.pdf
- Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2015). *Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio del Interior. (2016). *Reporte de incendios forestales enero 01-15 de abril de 2016 DNBC*. Recuperado de http://bomberos.mininterior.gov.co/sites/default/files/reporte_de_emergencias_if_dnb_2016_a_15_de_abril.pdf

- Montes, C. (2011). *Estado del conocimiento en Weinmannia tomentosa L.f. (encenillo) y algunas propuestas de estudio sobre su regeneración*. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 2(1), 45-53.
- Murcia, C. & Guariguata, M. (2014). La restauración ecológica en Colombia tendencias, necesidades y oportunidades. CIFOR. Recuperado de http://www.cifor.org/publications/pdf_files/occpapers/OP-107.pdf
- Restrepo, J. (2016). *Caracterización vegetal del Bosque Altoandino en diferentes estados sucesionales de la Reserva Biológica "Encenillo", Guasca Cundinamarca*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Javeriana.
- Rosero, J. & Osorio, I. (2013). *Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo. Estado del arte. Cuaderno Activa*. 5, 59-67.
- Rovere, A. (2016). *Aportes para valoración ecológica, social y económica de la restauración en la reserva natural del Parque Nacional Lago Puelo (Argentina)*. In: E. Ceccon and D. Pérez, ed., Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales en América Latina y el Caribe, 1st ed. [online] Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Vázquez Mazzini Editores, pp.77-85. Available at: http://www.cipav.org.co/pdf/Perspectivas_Sociales_Restauracion_Ecologica.pdf.
- Salas, G. (2000). *Los Bosques Secundarios de América tropical: Perspectivas para el manejo sostenible*. Colombia Forestal. 6(13), 101-110.
- Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. [online] Bogotá D.C.: Orlando Vargas. Available at: http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Guia%20Metodologica.pdf.
- TABLEGRES LTDA. (2018). [Trámite permiso de emisiones atmosféricas] Sistema de Administración de Expedientes, Emisiones atmosféricas fuentes fijas. Zipaquirá, Cundinamarca.
- Valderrama, L. (1965). Curso sobre manejo de hoyas hidrográficas. 1st ed. Bogotá: Ministerio de Agricultura, pp.1-54.
- Vargas, O. (2007). *Guía metodológica para la restauración de áreas invadidas por retamo espinoso*. En: Vargas, O. (ed.). Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional. Grupo de Restauración Ecológica. Bogotá, D.C.
- World Wildlife Fund [WWF] (2014). *Los bosques después del fuego. Análisis de WWF sobre la necesidad de restaurar para reducir la vulnerabilidad de los bosques*. [online] Madrid: WWF/Adena, pp.10-68. Available at: http://www.fecco-madrid.org/comunes/recursos/15708/pub156603_LOS_BOSQUES_DESPUES_DEL_FUEGO.pdf.

15. Glosario

Bosque alto andino

Restrepo (2016) construye a partir de varios autores el concepto en donde lo define como ecosistemas de alta montaña con una biodiversidad extensa que se caracteriza por estar ubicada entre 2750 hasta 3300 msnm constituida por una franja de vegetación ubicada en Colombia en la región Andina y una pequeña área en la Sierra Nevada de Santa Marta. La vegetación está relacionada con las condiciones topográficas y climáticas, la exposición a corrientes de aire, los suelos, etc., pero los cuales se caracterizan por la presencia y dominancia de Encenillos (*Weinmannia tomentosa*), Cucharos (*Myrsine curiacea*) y Miconias (*Myconia* sp.).

Bosques secundarios/Vegetación secundaria

Corresponde a sucesiones secundarias de un área ocupada por vegetación previamente afectada por la ocurrencia de disturbios (Salas, 2000). El cual se encuentran en fase transicional donde ocurre un proceso de regeneración natural buscando restaurar las características principales de los bosques primarios, El tipo de vegetación generalmente arbustiva y arbórea. (Restrepo, Orrego & Galeano, 2012).

Disturbio

Constituyen alteración sin previo aviso que perturban la estructura y composición de los procesos eco sistémico, suscitando una dinámica impredecible los cuales ocurren por fuerzas externas al medio (MinAmbiente, 2015). Para la ecología de la restauración, es un término relevante puesto que a partir de las condiciones finales al disturbio es el punto de inicio para las acciones de recuperación del ecosistema (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007).

Ecosistema

Área de dimensiones diferentes que poseen una relación y asociación estrecha entre sus competentes abióticos y bióticos donde el cambio o perturbación de uno de sus componentes trae consecuencia en el funcionamiento del mismo (Universidad Nacional de Colombia [UNAL], 2007).

Ecosistema de referencia

Modelo de referencia que se construye a partir de diversas fuentes de información referente a la fauna y flora nativa, y características bióticas y abióticas del ecosistema natural el cual permite proyectar el escenario objetivo y atributos ecológicos específicos para formular el plan de restauración ecológica. El modelo puede obtenerse de áreas naturales remanentes, descripciones previas o suposiciones desarrolladas por las características y condiciones del suelo y el clima de la región (Fernández et al., 2010).

Factor limitante

Aquellos factores propios del ecosistema que dificultan o detienen su desarrollo. Dando como resultado limitaciones en su composición, estructura y función (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2015).

Factor tensionante

Corresponde a los estímulos externos al sistema que influyen en su correcto desarrollo. Siendo limitantes que alteran su composición, estructura y función (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2015).

Incendio forestal

Áreas forestales o de importancia ambiental afectadas por la propagación de fuego sin control ni límites que destruye la vegetación viva o muerta (MAVDT, 2002).

Restauración ecológica

Se busca restablecer el ecosistema degradado a unas condiciones similares al ecosistema inicial referente a su composición, estructura y funcionamiento (MinAmbiente, 2015).

Sucesión ecológica

Constituye un proceso de desarrollo del ecosistema en su estructura y funcionalidad, mediante el reemplazamiento de especies a través del tiempo, siendo estas etapas sucesiones donde inicialmente un ecosistema disturbado empieza su trayectoria ecológica con especies pioneras de gran adaptabilidad a ambientes hostiles a especies tardías con mayores exigencias para su supervivencia que darán paso a la conformación del estado deseado (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 2006).

Zona de recarga de acuíferos

Corresponden a áreas que por sus características geológicas y su tipo de suelo permite la infiltración y circulación de aguas entre la superficie del suelo y el subsuelo. Estas zonas se consideran de importancia ecológica y económica por su potencial de proveer agua en épocas críticas (Valderrama, 1965).