



PROYECTO DE ENRIQUECIMIENTO FORESTAL, AISLAMIENTO Y CONSERVACIÓN AMBIENTAL



DEL PREDIO MUNICIPAL

“La Tigarrera”

Municipio de El Líbano – Tolima



ELABORADO POR

Carolina Guevara

INGENIERA FORESTAL

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	8
2.1 Localización del proyecto	8
2.2 Área objeto de intervención	9
2.3 Condiciones fisiográficas	9
2.4 Características climáticas	9
2.5 Cobertura vegetal	9
2.6 Suelos	10
2.7 Importancia ecológica del predio	10
2.8 Accesibilidad	10
2.9 Potencial para la restauración ecológica	11
3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y FORESTAL DEL PREDIO	11
3.1 Diagnóstico general	11
3.2 Estado actual de la cobertura vegetal	12
3.3 Estado de regeneración natural	12
3.4 Estado fitosanitario	12
3.5 Condiciones del suelo	13
3.6 Factores de amenaza	13
3.7 Necesidad del enriquecimiento forestal	13
3.8 Necesidad del aislamiento	14
3.9 Análisis técnico de la intervención propuesta	14
4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	15
4.1 Justificación Técnica	15
4.2 Justificación ambiental	15
4.3 Justificación social	16
4.4 Justificación económica	16
4.5 Justificación jurídica	17
4.6 Conveniencia de la inversión	17
4.7 Riesgos asociados a la no ejecución del proyecto	18
4.8 Conclusión de la justificación	18
5. DISEÑO SILVICULTURAL DEL ENRIQUECIMIENTO FORESTAL	19
5.1 Generalidades	19

5.2 Objetivo del diseño silvicultural	19
5.3 Metodología de restauración ecológica.....	19
5.4 Área de intervención	20
5.5 Densidad de establecimiento.....	20
5.6 Selección de especies forestales	21
5.7 Función ecológica de las especies seleccionadas.....	21
5.8 Especificaciones del material vegetal	22
5.9 Distribución espacial	22
5.10 Especificaciones para el establecimiento.....	22
5.11 Reposición de mortalidad	22
5.12 Metas del diseño silvicultural.....	22
6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	23
6.1 Generalidades	23
6.2 Localización y replanteo.....	23
6.3 Preparación del terreno	24
6.4 Ahoyado	24
6.5 Material vegetal	24
6.6 Transporte del material vegetal.....	25
6.7 Establecimiento del enriquecimiento forestal.....	25
6.8 Fertilización	26
6.9 Construcción del cerramiento perimetral.....	26
6.10 Mantenimiento	27
6.11 Criterios de aceptación	27
6.12 Medición y forma de pago	27
6.13 Control de calidad	28
7. PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	28
7.1 Generalidades	28
7.2 Organización de la ejecución.....	29
7.3 Componente I. Restauración ecológica mediante nucleación.....	29
7.3.1 Reconocimiento del área.....	29
7.3.2 Replanteo.....	29
7.3.3 Preparación del terreno	29
7.3.4 Ahoyado	29

7.3.5 Transporte y distribución del material vegetal	30
7.3.6 Siembra	30
7.3.7 Fertilización.....	30
7.4 Componente II. Construcción del cerramiento perimetral	30
7.5 Componente III. Mantenimiento	30
7.6 Recursos requeridos	31
7.7 Metas físicas del proyecto	32
7.8 Productos esperados	32
7.9 Seguimiento de la ejecución	32
8. PRESUPUESTO OFICIAL DEL PROYECTO.....	33
8.1 Generalidades	33
8.2 COMPONENTE A. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL MEDIANTE NUCLEACIÓN. 33	
8.2.1 Mano de Obra	33
8.2.2 Insumos	34
8.2.3 Transporte y Logística del Componente.....	35
8.3 COMPONENTE B.....	36
8.3.1 MANO DE OBRA PARA CERRAMIENTO	36
8.3.2 MATERIALES.....	36
8.3.3 TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DEL CERRAMIENTO	37
8.3.4 Justificación técnica	38
8.4 COMPONENTE C	38
8.4.1 DIRECCIÓN TÉCNICA.....	38
8.5 RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO	39
8.6 ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO	39
9 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	39
9.1 Generalidades	39
9.2 Cronograma General.....	40
9.3 Consideraciones para la ejecución	41
9.4 Duración del proyecto	41
10 RESULTADOS ESPERADOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO	41
10.1 Generalidades	41
10.2 Resultados Esperados.....	41
10.3 Indicadores de Cumplimiento	42

10.4 Indicadores de Resultado.....	42
10.5 Beneficios Ambientales Esperados	43
10.6 Beneficios Institucionales	43
10.7 Mecanismos de Seguimiento.....	43

1.INTRODUCCIÓN

El Municipio de El Líbano, Tolima, como propietario y administrador de bienes inmuebles destinados a la conservación ambiental, tiene la responsabilidad de implementar acciones orientadas a garantizar la protección, recuperación y manejo sostenible de los recursos naturales presentes en dichos predios, asegurando su permanencia como patrimonio público y su contribución al equilibrio ecológico del territorio.

En cumplimiento de este propósito, se identificó la necesidad de intervenir el predio rural denominado **LA TIGRERA**, identificado con la ficha catastral No. 73411000100200069000, con un área aproximada de 46.707,99 m² (4,67 hectáreas), de propiedad del Municipio de El Líbano, el cual presenta una cobertura vegetal en proceso de regeneración natural y constituye un área estratégica para la conservación de los recursos naturales y la protección de los servicios ecosistémicos que benefician al municipio.

Como resultado de las visitas técnicas realizadas al predio y del análisis de sus condiciones actuales, se evidenció que, aunque el inmueble conserva una importante cobertura vegetal, existen sectores con baja densidad arbórea y espacios susceptibles de ser fortalecidos mediante la incorporación de especies forestales nativas propias de la región. De igual forma, se identificó la ausencia de un sistema de aislamiento perimetral que permita proteger integralmente el predio, controlar el ingreso de personas y animales, evitar intervenciones no autorizadas y preservar los linderos del inmueble de propiedad municipal.

La falta de aislamiento incrementa el riesgo de afectación del patrimonio público por posibles ocupaciones indebidas, ampliación de actividades agropecuarias sobre áreas de propiedad municipal, ingreso de ganado, extracción no autorizada de productos forestales y deterioro progresivo de la cobertura vegetal existente. Estas situaciones pueden comprometer los objetivos de conservación para los cuales el predio fue destinado y generar costos adicionales para la Administración Municipal derivados de procesos de recuperación ambiental o de defensa jurídica del bien inmueble.

En atención a esta problemática, la Administración Municipal considera necesario desarrollar un proyecto integral que contemple el **AISLAMIENTO DEL PREDIO MEDIANTE CERRAMIENTO PERIMETRAL, EL ENRIQUECIMIENTO FORESTAL CON ESPECIES NATIVAS Y LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO** que permitan garantizar el adecuado establecimiento del material vegetal y la sostenibilidad de la intervención.

El enriquecimiento forestal propuesto no corresponde a un proceso de reforestación en áreas desprovistas de cobertura vegetal; por el contrario, se plantea como una estrategia de restauración ecológica dirigida a fortalecer la estructura y composición del bosque existente mediante la siembra de especies forestales nativas en sectores con baja densidad arbórea, claros naturales y áreas con potencial de recuperación, favoreciendo los procesos de sucesión ecológica y aumentando la diversidad biológica del ecosistema.

De manera complementaria, el aislamiento perimetral permitirá delimitar físicamente el predio, proteger las áreas intervenidas durante el establecimiento del enriquecimiento forestal, controlar el acceso al inmueble y contribuir a la conservación del patrimonio ambiental del Municipio de El Líbano.

La formulación del presente informe tiene como finalidad sustentar técnica, ambiental, administrativa y económicamente la necesidad de contratar la ejecución del proyecto **"ENRIQUECIMIENTO FORESTAL, AISLAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL PREDIO MUNICIPAL LA TIGRERA"**, estableciendo el alcance de las actividades, la metodología de intervención, las especificaciones técnicas, el presupuesto estimado y los beneficios esperados, con el propósito de fortalecer la conservación de un área de importancia ambiental y garantizar la adecuada inversión de los recursos públicos conforme a los principios de eficiencia, eficacia, economía y responsabilidad que rigen la contratación estatal.

2. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Localización del proyecto

El presente proyecto se desarrollará en el predio rural denominado La Tigresa, de propiedad del Municipio de El Líbano, Tolima, identificado con la ficha catastral No. 73411000100200069000, con un área aproximada de 46.707,99 m², equivalente a 4,67 hectáreas.

El inmueble hace parte del patrimonio público municipal y ha sido destinado para la conservación ambiental, constituyéndose en un área de importancia para la protección de los recursos naturales y el fortalecimiento de la estructura ecológica del municipio.

Su localización en zona rural, sumada a la presencia de cobertura vegetal natural y procesos de regeneración del bosque, permite desarrollar estrategias de restauración ecológica encaminadas al fortalecimiento de la biodiversidad y a la protección de los servicios ecosistémicos presentes en el área.

Imagen 1. Localización predio la Tigresa.



2.2 Área objeto de intervención

La intervención comprenderá la totalidad del predio municipal La Tigrera, con una superficie de **4,67 hectáreas**, desarrollándose actividades de enriquecimiento forestal en aquellos sectores donde se identifiquen claros naturales, baja densidad arbórea o espacios con potencial para incrementar la diversidad florística.

El aislamiento perimetral abarcará la totalidad del perímetro del predio, permitiendo proteger el área intervenida y garantizar la conservación de los linderos del inmueble.

La selección de los sitios de establecimiento del material vegetal respetará la regeneración natural existente, procurando que las nuevas plántulas complementen la estructura del bosque y no sustituyan la vegetación actualmente presente.

2.3 Condiciones fisiográficas

El predio presenta una topografía característica de la cordillera Central, conformada por pendientes moderadas y fuertes, laderas naturales y sectores de relieve quebrado.

Estas condiciones favorecen el establecimiento de coberturas forestales permanentes, pero al mismo tiempo incrementan la susceptibilidad del suelo a procesos erosivos cuando se pierde la cobertura vegetal.

La presencia del bosque existente constituye el principal mecanismo natural de protección del suelo, razón por la cual todas las actividades contempladas dentro del proyecto serán ejecutadas manualmente, minimizando la alteración del terreno y preservando las condiciones naturales del ecosistema.

2.4 Características climáticas

El municipio de El Líbano presenta condiciones climáticas propias de la región Andina, caracterizadas por temperaturas templadas, buena disponibilidad de humedad y un régimen de lluvias que favorece el desarrollo de especies forestales nativas.

Estas condiciones permiten el establecimiento de programas de restauración ecológica mediante enriquecimiento forestal, favoreciendo altos porcentajes de supervivencia cuando se implementan prácticas adecuadas de siembra y mantenimiento.

La disponibilidad de humedad y la cobertura vegetal existente generan un microclima favorable para el desarrollo inicial de las especies que serán establecidas mediante el presente proyecto.

2.5 Cobertura vegetal

Con base en la visita técnica realizada al predio se evidenció una cobertura vegetal conformada principalmente por bosque secundario en diferentes estados sucesionales, acompañado de vegetación arbustiva y regeneración natural de especies forestales propias de la región.

La vegetación existente presenta una estructura heterogénea, observándose sectores con buena densidad arbórea y otros donde existen claros naturales o menor presencia de individuos forestales, situación que hace técnicamente viable la implementación de actividades de enriquecimiento forestal.

La existencia de regeneración natural representa una ventaja para el proyecto, ya que proporciona condiciones adecuadas de sombra, humedad y protección para el establecimiento de nuevas especies forestales.

2.6 Suelos

Los suelos presentes en el área corresponden a formaciones típicas de montaña, con contenidos importantes de materia orgánica derivados de la acumulación de hojarasca y residuos vegetales propios del bosque.

Estos suelos cumplen un papel fundamental en la regulación hídrica y en el sostenimiento de la cobertura vegetal; sin embargo, debido a las pendientes existentes, requieren mantenerse permanentemente protegidos mediante coberturas forestales que reduzcan la escorrentía superficial y favorezcan la infiltración del agua.

La ejecución del enriquecimiento forestal contribuirá al fortalecimiento de la cobertura radicular, incrementando la estabilidad del suelo y disminuyendo el riesgo de erosión.

2.7 Importancia ecológica del predio

El predio La Tigrera constituye un área de importancia ambiental para el Municipio de El Líbano debido a que conserva remanentes de bosque secundario y procesos de regeneración natural que contribuyen a la conservación de la biodiversidad y al mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

La permanencia de esta cobertura vegetal favorece la protección del recurso hídrico, la regulación del clima local, la captura de carbono atmosférico, la conservación del paisaje y el mantenimiento de hábitats para diversas especies de fauna silvestre.

El fortalecimiento de esta cobertura mediante actividades de enriquecimiento forestal permitirá incrementar la diversidad de especies arbóreas y mejorar la funcionalidad ecológica del ecosistema.

2.8 Accesibilidad

El acceso al predio se realiza mediante vías rurales del municipio de El Líbano, lo que permite el transporte de personal, herramientas, insumos y material vegetal requeridos para la ejecución del proyecto.

No obstante, debido a las condiciones topográficas del terreno y al objetivo de minimizar impactos sobre el ecosistema, las labores de establecimiento forestal, aislamiento y mantenimiento serán ejecutadas principalmente de forma manual.

Esta metodología permitirá reducir la alteración del suelo, proteger la regeneración natural existente y garantizar que las actividades de restauración ecológica se desarrollen conforme a criterios de sostenibilidad ambiental.

2.9 Potencial para la restauración ecológica

Las condiciones ambientales observadas durante la visita técnica evidencian que el predio presenta un alto potencial para el desarrollo de procesos de restauración ecológica mediante enriquecimiento forestal.

La existencia de bosque secundario, la regeneración natural, la disponibilidad de humedad y las características propias del ecosistema favorecen el establecimiento de especies forestales nativas que complementen la composición florística existente.

En este sentido, la estrategia propuesta consiste en fortalecer el bosque mediante la incorporación de especies de alto valor ecológico, tales como **Aliso (*Alnus acuminata*)**, **Cedro Negro**, **Nogal Cafetero (*Juglans neotropica*)**, **Guamo (*Inga edulis*)** y **Yarumo (*Cecropia angustifolia*)**, seleccionadas por su capacidad de adaptación a las condiciones de la región, su aporte a la biodiversidad y su importancia en los procesos de restauración ecológica.

La implementación de estas especies permitirá mejorar progresivamente la estructura del bosque, incrementar la oferta de alimento y refugio para la fauna silvestre y fortalecer la estabilidad ecológica del predio a largo plazo.

3.DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y FORESTAL DEL PREDIO

3.1 Diagnóstico general

Con el fin de determinar las condiciones ambientales actuales del predio municipal La Tigra, se realizó una visita técnica de inspección visual, complementada con el análisis de la información catastral disponible, el registro fotográfico y la evaluación de las características biofísicas observadas durante el recorrido.

La información obtenida permitió establecer el estado de conservación del ecosistema, identificar las principales necesidades de intervención y definir las acciones requeridas para fortalecer los procesos de restauración ecológica mediante enriquecimiento forestal.

De acuerdo con la evaluación realizada, el predio presenta condiciones favorables para la implementación del proyecto, debido a que conserva una cobertura vegetal significativa y mantiene procesos activos de regeneración natural, los cuales constituyen una base importante para el establecimiento de nuevas especies forestales.

3.2 Estado actual de la cobertura vegetal

Durante la visita técnica se evidenció que el predio presenta una cobertura vegetal conformada principalmente por bosque secundario en diferentes estados de desarrollo, acompañado por vegetación arbustiva y herbácea propia de ecosistemas en recuperación.

La cobertura forestal existente permite observar individuos arbóreos de diferentes diámetros y alturas, lo cual indica que el bosque ha venido desarrollando procesos naturales de sucesión ecológica durante varios años.

No obstante, también se identificaron sectores donde la densidad arbórea disminuye considerablemente, generando claros naturales que representan áreas prioritarias para el establecimiento de nuevas especies forestales mediante técnicas de enriquecimiento.

Estas condiciones permiten concluir que el ecosistema presenta una estructura funcional, pero requiere aumentar su diversidad florística y mejorar la distribución espacial de los individuos arbóreos.

3.3 Estado de regeneración natural

Uno de los aspectos más importantes observados durante la inspección corresponde a la presencia de regeneración natural distribuida en diferentes sectores del predio.

La existencia de plántulas, brinzales y árboles jóvenes demuestra que el ecosistema mantiene capacidad de recuperación natural, condición altamente favorable para el desarrollo del proyecto.

No obstante, la regeneración observada presenta una distribución heterogénea y una composición limitada de especies, razón por la cual resulta técnicamente conveniente complementar dichos procesos mediante la incorporación de especies forestales nativas de alto valor ecológico.

La estrategia de enriquecimiento forestal propuesta permitirá acelerar los procesos sucesionales del bosque sin alterar las dinámicas naturales existentes.

3.4 Estado fitosanitario

Durante la visita técnica no se evidenciaron afectaciones generalizadas por plagas o enfermedades que comprometan la estabilidad del bosque existente.

La vegetación observada presenta condiciones aceptables de desarrollo, con presencia de individuos vigorosos y procesos normales de regeneración.

No obstante, debido a las condiciones propias de los ecosistemas forestales, será necesario realizar seguimiento periódico al comportamiento fitosanitario del material vegetal que será establecido mediante el presente proyecto, especialmente durante la etapa inicial de crecimiento.

3.5 Condiciones del suelo

El suelo presenta una importante acumulación de materia orgánica producto de la descomposición natural de hojas, ramas y residuos vegetales propios del bosque.

Esta condición favorece la disponibilidad de nutrientes y contribuye a mantener adecuados niveles de humedad para el establecimiento de nuevas especies forestales.

Sin embargo, las pendientes presentes en algunos sectores hacen necesario conservar permanentemente la cobertura vegetal, evitando procesos de remoción innecesaria que puedan favorecer la erosión superficial.

Las labores de establecimiento deberán ejecutarse manualmente con el propósito de preservar las características físicas del suelo y minimizar cualquier alteración sobre el ecosistema.

3.6 Factores de amenaza

Durante la inspección fueron identificados algunos factores que podrían afectar la conservación del predio si no se implementan acciones oportunas de manejo.

Entre ellos se destacan:

- Ausencia de aislamiento perimetral.
- Riesgo de ingreso de ganado proveniente de predios vecinos.
- Posibles intervenciones no autorizadas.
- Dificultad para controlar el acceso al inmueble.
- Sectores con baja densidad arbórea.
- Riesgo de afectación progresiva de los linderos por falta de delimitación física.

Aunque actualmente el predio mantiene un buen estado general de conservación, la permanencia de estas condiciones podría afectar los procesos de recuperación natural a mediano y largo plazo.

3.7 Necesidad del enriquecimiento forestal

El análisis técnico realizado permite establecer que la intervención más apropiada para el predio corresponde a un proceso de enriquecimiento forestal y no a una reforestación convencional.

Esta decisión se fundamenta en que el área ya presenta cobertura vegetal establecida y procesos activos de regeneración natural.

En consecuencia, la incorporación de nuevas especies forestales deberá realizarse de manera selectiva, aprovechando los claros naturales existentes y respetando la vegetación ya establecida.

La intervención permitirá aumentar la diversidad florística del bosque, mejorar la estructura vertical de la vegetación y fortalecer la oferta de alimento y refugio para la fauna silvestre.

3.8 Necesidad del aislamiento

El establecimiento del enriquecimiento forestal requiere garantizar condiciones adecuadas para el desarrollo de las nuevas plántulas.

Por esta razón, resulta indispensable implementar un sistema de aislamiento perimetral que permita proteger el predio frente al ingreso de ganado, personas no autorizadas y otras actividades que puedan afectar el proceso de restauración ecológica.

El aislamiento contribuirá igualmente a conservar los linderos del inmueble, facilitar las labores de seguimiento y proteger la inversión pública destinada al establecimiento del enriquecimiento forestal.

3.9 Análisis técnico de la intervención propuesta

Con fundamento en la evaluación realizada, se concluye que el predio municipal La Tigrera presenta condiciones ambientales favorables para la implementación de un proyecto de restauración ecológica mediante enriquecimiento forestal.

La presencia de bosque secundario, la existencia de regeneración natural, las condiciones climáticas del sector y la disponibilidad de áreas susceptibles de enriquecimiento permiten desarrollar una intervención técnicamente viable y ambientalmente sostenible.

Se propone el establecimiento de **1.400 individuos forestales** correspondientes a especies nativas de alto valor ecológico, distribuidos estratégicamente en los sectores con menor densidad arbórea.

Las especies seleccionadas serán:

- **Aliso (*Alnus acuminata*)**
- **Cedro Negro**
- **Nogal Cafetero (*Juglans neotropica*)**
- **Guamo (*Inga edulis*)**
- **Yarumo (*Cecropia angustifolia*)**

La distribución de las plántulas se realizará respetando la regeneración natural existente, favoreciendo la conectividad ecológica y fortaleciendo progresivamente la estructura del bosque.

De manera complementaria, se ejecutará el aislamiento perimetral del predio y un mantenimiento posterior al establecimiento del material vegetal, garantizando mejores condiciones para la supervivencia y desarrollo de las especies sembradas.

En consecuencia, desde el punto de vista forestal, ambiental y técnico, se considera plenamente viable la ejecución del proyecto propuesto, el cual contribuirá al fortalecimiento del patrimonio ambiental del Municipio de El Líbano y al cumplimiento de las acciones de conservación y restauración ecológica previstas para este tipo de predios.

4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

4.1 Justificación Técnica

El diagnóstico ambiental y forestal realizado en el predio municipal La Tigrera permitió establecer que el área conserva una cobertura vegetal compuesta principalmente por bosque secundario en diferentes estados de desarrollo y procesos naturales de regeneración, condiciones que representan un alto potencial para la implementación de estrategias de restauración ecológica.

No obstante, durante la evaluación también se identificaron sectores con baja densidad arbórea, claros naturales y áreas donde la composición florística puede fortalecerse mediante la incorporación de especies forestales nativas propias de la región.

Teniendo en cuenta estas condiciones, la alternativa técnicamente más adecuada corresponde al desarrollo de un proyecto de enriquecimiento forestal, entendido como una práctica silvicultural orientada a incrementar la diversidad de especies, mejorar la estructura del bosque y fortalecer los procesos naturales de sucesión ecológica, sin reemplazar la vegetación existente.

Esta metodología permite aprovechar la regeneración natural presente en el predio, reducir las intervenciones sobre el ecosistema y aumentar la probabilidad de supervivencia del material vegetal, optimizando la inversión pública y garantizando mejores resultados ambientales a largo plazo.

Como complemento al enriquecimiento forestal, se propone el aislamiento perimetral del predio mediante cerramiento, con el propósito de proteger el área intervenida, controlar el ingreso de semovientes, conservar los linderos del inmueble y garantizar la permanencia de las inversiones realizadas por el Municipio.

4.2 Justificación ambiental

El predio La Tigrera constituye un área de importancia ambiental para el Municipio de El Líbano debido a que conserva remanentes de bosque secundario y procesos de regeneración natural que contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad y a la prestación de servicios ecosistémicos.

La implementación del proyecto permitirá fortalecer dichos procesos mediante el establecimiento de especies forestales nativas adaptadas a las condiciones ecológicas del

sector, favoreciendo la recuperación progresiva de la cobertura vegetal y aumentando la diversidad biológica del ecosistema.

Entre los principales beneficios ambientales esperados se destacan:

- Incremento de la cobertura arbórea mediante especies forestales nativas.
- Fortalecimiento de los procesos de restauración ecológica.
- Protección del recurso suelo frente a fenómenos erosivos.
- Mejoramiento de la infiltración y regulación del recurso hídrico.
- Incremento de la oferta de alimento y refugio para la fauna silvestre.
- Conservación de la biodiversidad.
- Aumento de la captura y almacenamiento de carbono.
- Fortalecimiento de la conectividad ecológica entre coberturas boscosas.

Estas acciones contribuirán al cumplimiento de los objetivos de conservación ambiental del Municipio de El Líbano y al fortalecimiento de su patrimonio natural.

4.3 Justificación social

La conservación de las áreas naturales genera beneficios directos e indirectos para la comunidad, al contribuir a la protección de los recursos naturales que soportan el bienestar de la población y al garantizar la permanencia de ecosistemas estratégicos para las generaciones presentes y futuras.

La ejecución del proyecto permitirá fortalecer la cultura de conservación ambiental, promover el uso sostenible del territorio y generar empleo temporal mediante la vinculación de mano de obra local para el desarrollo de las actividades de establecimiento, aislamiento y mantenimiento.

Adicionalmente, el fortalecimiento de la cobertura forestal favorece la regulación climática local, mejora las condiciones paisajísticas y constituye un aporte importante para las estrategias municipales de adaptación al cambio climático.

4.4 Justificación económica

Desde el punto de vista económico, la ejecución del proyecto representa una inversión preventiva que permitirá reducir costos futuros asociados a la recuperación de ecosistemas degradados y a la atención de problemáticas derivadas de la pérdida de cobertura vegetal.

La implementación oportuna de acciones de enriquecimiento forestal y aislamiento evitará que el predio requiera intervenciones de restauración de mayor complejidad y costo en los próximos años.

Así mismo, la protección del inmueble mediante cerramiento contribuirá a disminuir riesgos asociados a ocupaciones indebidas, afectación de linderos, ingreso de ganado y deterioro de las áreas objeto de conservación.

En este sentido, la inversión propuesta constituye una medida eficiente para proteger un activo ambiental de propiedad del Municipio y garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales presentes en el predio.

4.5 Justificación jurídica

El presente proyecto se sustenta en el marco constitucional y legal que establece el deber del Estado y de las entidades territoriales de proteger el ambiente, conservar los recursos naturales y administrar adecuadamente los bienes públicos.

Entre las principales disposiciones que respaldan la ejecución del proyecto se encuentran:

- **Constitución Política de Colombia**, artículo 8, que establece la obligación del Estado y de los particulares de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.
- **Constitución Política**, artículo 79, que reconoce el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y establece el deber estatal de proteger la diversidad e integridad del ambiente.
- **Constitución Política**, artículo 80, mediante el cual se dispone que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, conservación y restauración.
- **Ley 99 de 1993**, por la cual se crea el Sistema Nacional Ambiental – SINA y se establecen los principios generales de la política ambiental colombiana.
- **Ley 1551 de 2012**, que fortalece las competencias de los municipios para promover el desarrollo sostenible y la protección del patrimonio ambiental.
- **Decreto 1076 de 2015**, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, que compila la normativa aplicable en materia de conservación, restauración y manejo de los recursos naturales.

La ejecución del proyecto se encuentra igualmente alineada con los principios de sostenibilidad, prevención y conservación ambiental que orientan la gestión pública.

4.6 Conveniencia de la inversión

La ejecución del proyecto resulta conveniente para el Municipio de El Líbano, ya que permitirá fortalecer la conservación de un predio de propiedad pública mediante la implementación de acciones técnicamente sustentadas y ambientalmente apropiadas.

La combinación de actividades de enriquecimiento forestal, aislamiento y mantenimiento permitirá proteger el patrimonio ambiental municipal, incrementar la cobertura forestal,

mejorar las condiciones ecológicas del predio y garantizar la sostenibilidad de la intervención en el tiempo.

De igual manera, el proyecto representa una oportunidad para consolidar acciones de restauración ecológica que contribuyan al cumplimiento de las políticas municipales de conservación ambiental y gestión sostenible del territorio.

4.7 Riesgos asociados a la no ejecución del proyecto

La no ejecución del proyecto podría generar impactos negativos sobre el estado de conservación del predio y sobre el patrimonio ambiental del Municipio de El Líbano.

RIESGO IDENTIFICADO	CONSECUENCIA
Baja diversidad de especies forestales	Disminución de la capacidad de recuperación del bosque.
Permanencia de claros naturales sin intervención	Retraso en los procesos de restauración ecológica.
Ingreso de ganado al predio	Daños sobre la regeneración natural y las futuras plántulas.
Ausencia de aislamiento	Mayor riesgo de ocupaciones indebidas y afectación de los linderos.
Deterioro progresivo del ecosistema	Disminución de los servicios ecosistémicos.
Incremento de procesos erosivos	Pérdida gradual de la calidad del suelo.
Mayor costo de restauración futura	Incremento de la inversión requerida para recuperar el ecosistema.

En consecuencia, la ejecución del proyecto constituye una medida preventiva que permitirá proteger el patrimonio ambiental del Municipio, optimizar la inversión pública y garantizar la conservación de un área de alto valor ecológico para el territorio.

4.8 Conclusión de la justificación

Con fundamento en el diagnóstico ambiental y forestal realizado, se concluye que la ejecución del proyecto de **ENRIQUECIMIENTO FORESTAL, AISLAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL PREDIO MUNICIPAL LA TIGRERA** es técnica, ambiental, jurídica, social y económicamente viable.

La intervención propuesta responde a las necesidades identificadas durante la evaluación del predio, fortalece los procesos de restauración ecológica, protege el patrimonio público

y contribuye al cumplimiento de las competencias del Municipio de El Líbano en materia de conservación ambiental.

Por lo anterior, se considera plenamente justificada la contratación de las actividades contempladas en el presente informe, garantizando que la inversión de los recursos públicos se traduzca en beneficios ambientales permanentes y en la protección efectiva de un área estratégica para el municipio.

5. DISEÑO SILVICULTURAL DEL ENRIQUECIMIENTO FORESTAL

5.1 Generalidades

El enriquecimiento forestal constituye una práctica silvicultural orientada al fortalecimiento de ecosistemas que conservan cobertura vegetal, pero presentan sectores con baja diversidad florística, vacíos estructurales o limitaciones en la regeneración de especies forestales de alto valor ecológico.

Esta intervención busca complementar los procesos naturales de sucesión mediante el establecimiento estratégico de especies forestales nativas, incrementando la diversidad biológica y mejorando la funcionalidad del ecosistema sin sustituir la vegetación existente.

Con fundamento en el diagnóstico ambiental realizado para el predio municipal La Tigrera, se determinó que la metodología más apropiada corresponde a la restauración ecológica mediante nucleación al 25 %, debido a la presencia de bosque secundario, regeneración natural y áreas con potencial para fortalecer la estructura del bosque.

5.2 Objetivo del diseño silvicultural

Diseñar una estrategia de restauración ecológica mediante enriquecimiento forestal que permita fortalecer la estructura del bosque existente, incrementar la diversidad florística y acelerar los procesos naturales de sucesión ecológica en el predio municipal La Tigrera, garantizando la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad del ecosistema.

5.3 Metodología de restauración ecológica

El presente proyecto implementará la metodología de nucleación al 25 %, técnica ampliamente utilizada en procesos de restauración ecológica para acelerar la recuperación de ecosistemas mediante el establecimiento de núcleos de vegetación nativa.

Esta metodología consiste en intervenir únicamente una fracción del área total mediante grupos de especies forestales estratégicamente distribuidos, permitiendo que estos núcleos actúen como focos de regeneración natural y favorezcan la colonización progresiva del resto del ecosistema.

La nucleación representa una alternativa técnica eficiente para predios que conservan cobertura vegetal, ya que reduce la intervención directa sobre el bosque, optimiza los recursos económicos y fortalece los procesos ecológicos naturales.

5.4 Área de intervención

El predio municipal La Tigrera cuenta con un área total de 4,67 hectáreas.

De conformidad con la metodología de nucleación adoptada para el presente proyecto, el establecimiento del material vegetal se realizará sobre el 25 % del área total, mientras que el área restante continuará bajo procesos de conservación y regeneración natural.

La distribución del área se presenta a continuación:

CONCEPTO	ÁREA
Área total del predio	4,67 ha
Área efectiva de nucleación (25 %)	1,17 ha
Área destinada a conservación natural (75 %)	3,50 ha

Esta estrategia permitirá concentrar los esfuerzos de restauración en los sectores priorizados, garantizando una recuperación progresiva del ecosistema mediante procesos naturales de dispersión de semillas, regeneración vegetal y conectividad ecológica.

5.5 Densidad de establecimiento

Para el área efectiva de intervención se adopta una densidad de 650 individuos forestales por hectárea, correspondiente a la metodología de nucleación al 25 %.

Considerando una superficie efectiva de restauración de 1,17 hectáreas, el cálculo del material vegetal es el siguiente:

$$650 \text{ individuos/ha} \times 1,17 \text{ ha} = 760 \text{ individuos}$$

Con el propósito de garantizar el éxito del establecimiento, se contempla una reposición equivalente al 10 % del material vegetal inicialmente sembrado.

En consecuencia, el proyecto contempla el suministro de:

CONCEPTO	CANTIDAD
Plántulas para establecimiento	760
Reposición (10 %)	76
Total de plántulas a suministrar	836

5.6 Selección de especies forestales

Las especies fueron seleccionadas considerando las condiciones ecológicas del bosque andino presente en el municipio de El Líbano, su adaptación a procesos de restauración ecológica y la disponibilidad de material vegetal en viveros autorizados.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CANTIDAD
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	215
Guamo	<i>Inga edulis</i>	165
Nogal Andino	<i>Juglans neotropica</i>	140
Nogal Cafetero	<i>Cordia alliodora</i>	125
Yarumo Blanco	<i>Cecropia angustifolia</i>	115
TOTAL		760

Las cantidades podrán presentar ajustes menores durante la ejecución del proyecto, siempre que se mantenga el número total de individuos establecidos y se conserven especies nativas aptas para las condiciones ecológicas del área de intervención.

5.7 Función ecológica de las especies seleccionadas

Las especies propuestas cumplen funciones complementarias dentro del proceso de restauración ecológica.

Aliso (*Alnus acuminata*)

Especie pionera de rápido crecimiento que mejora la fertilidad del suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno, favoreciendo el establecimiento de otras especies forestales.

Guamo (*Inga edulis*)

Contribuye a la producción de materia orgánica, proporciona sombra para especies de crecimiento lento y constituye una importante fuente de alimento para la fauna silvestre.

Nogal Andino (*Juglans neotropica*)

Especie nativa de alto valor ecológico que incrementa la diversidad estructural del bosque y fortalece los procesos de restauración.

Nogal Cafetero (*Cordia alliodora*)

Especie ampliamente utilizada en procesos de restauración ecológica por su adaptabilidad y aporte a la estabilidad del ecosistema.

Yarumo Blanco (*Cecropia angustifolia*)

Especie pionera que facilita la sucesión ecológica, mejora la cobertura vegetal y favorece la presencia de fauna dispersora de semillas.

5.8 Especificaciones del material vegetal

Las plántulas deberán cumplir como mínimo las siguientes condiciones técnicas:

- Procedencia de viveros legalmente establecidos.
- Excelente estado fitosanitario.
- Altura entre 40 y 80 cm.
- Diámetro mínimo del cuello de la raíz de 5 mm.
- Sistema radicular bien desarrollado.
- Bolsa de polietileno de mínimo 6 × 8 pulgadas.
- Material libre de plagas, enfermedades y daños mecánicos.

5.9 Distribución espacial

Las plántulas serán establecidas mediante núcleos de restauración distribuidos estratégicamente dentro del área efectiva de intervención (1,17 ha), aprovechando los claros naturales y los sectores identificados como prioritarios durante el diagnóstico ambiental.

La ubicación de los núcleos respetará la cobertura vegetal existente, la regeneración natural y las condiciones topográficas del terreno, favoreciendo la conectividad ecológica y el desarrollo progresivo del bosque.

5.10 Especificaciones para el establecimiento

Cada plántula será establecida en un hoyo de 40 cm × 40 cm × 40 cm.

Durante la siembra se aplicarán 50 gramos de fertilizante químico NPK 10-30-10 por individuo, incorporándolo al suelo y evitando el contacto directo con el sistema radicular.

Posteriormente se realizará la compactación manual del suelo alrededor de la plántula para garantizar su estabilidad y adecuado establecimiento.

5.11 Reposición de mortalidad

Con el fin de asegurar el cumplimiento de las metas del proyecto, se realizará la reposición del 10 % del material vegetal establecido, equivalente a 76 plántulas.

La reposición se ejecutará durante el mantenimiento utilizando individuos de las mismas especies y con las mismas especificaciones técnicas establecidas en el presente documento.

5.12 Metas del diseño silvicultural

Con la ejecución del presente diseño se espera alcanzar las siguientes metas:

- Restauración ecológica mediante nucleación sobre 1,17 hectáreas.
- Establecimiento de 760 individuos forestales nativos.
- Disponibilidad de 76 plántulas para reposición.
- Conservación de 3,50 hectáreas de bosque secundario y regeneración natural.
- Incremento de la diversidad florística del predio.
- Fortalecimiento de la conectividad ecológica.
- Protección del recurso suelo y de la biodiversidad.
- Consolidación de un proceso de restauración ecológica sostenible sobre la totalidad del predio municipal La Tigrera (4,67 ha).

6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

6.1 Generalidades

Las actividades contempladas en el presente proyecto deberán ejecutarse conforme a los principios técnicos de restauración ecológica, garantizando la protección de la cobertura vegetal existente y favoreciendo la recuperación progresiva del ecosistema mediante la implementación de la metodología de nucleación al 25 %.

La totalidad de las labores deberá ejecutarse de forma manual, minimizando la alteración del suelo y respetando los procesos de regeneración natural presentes en el predio municipal La Tigrera.

El proyecto comprende tres componentes principales:

- Restauración ecológica mediante enriquecimiento forestal por nucleación.
- Construcción del cerramiento perimetral del predio.
- Ejecución de un (1) mantenimiento al material vegetal establecido.

6.2 Localización y replanteo

Previo al inicio de las actividades se realizará el reconocimiento general del predio con el fin de verificar las condiciones actuales del terreno y definir las áreas de intervención.

Durante esta etapa se desarrollarán las siguientes actividades:

- Verificación de los linderos del predio.
- Delimitación del área efectiva de nucleación (1,17 ha).
- Identificación de la regeneración natural.

- Marcación de los núcleos de restauración.
- Replanteo del trazado del cerramiento perimetral.
- Definición de accesos para el personal.

La ubicación definitiva de los núcleos será establecida por el Ingeniero Forestal responsable del proyecto.

6.3 Preparación del terreno

La preparación del terreno comprenderá únicamente labores de limpieza manual selectiva alrededor de los sitios donde serán establecidos los núcleos de restauración.

Las actividades incluirán:

- Retiro manual de arvenses.
- Eliminación de vegetación invasora cuando técnicamente sea necesario.
- Conservación de árboles existentes.
- Protección de la regeneración natural.
- Conservación de la cobertura vegetal.

No se permitirá el uso de maquinaria pesada ni la remoción generalizada de la cobertura del suelo.

6.4 Ahoyado

El establecimiento del material vegetal se realizará mediante excavación manual.

Cada hoyo tendrá dimensiones de:

40 cm × 40 cm × 40 cm

Los hoyos deberán excavarlos únicamente en los sitios previamente definidos durante el replanteo.

Para la ejecución del proyecto se contempla la excavación de:

760 hoyos

6.5 Material vegetal

El contratista deberá suministrar un total de:

836 plántulas forestales

Distribuidas de la siguiente manera:

CONCEPTO	CANTIDAD
----------	----------

Plántulas para establecimiento	760
Plántulas para reposición (10 %)	76
TOTAL	836

Las plántulas deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- Procedencia de vivero legalmente establecido.
- Especies nativas aptas para las condiciones ecológicas del área.
- Excelente estado fitosanitario.
- Altura entre 40 y 80 cm.
- Diámetro mínimo del cuello de la raíz de 5 mm.
- Sistema radicular completamente desarrollado.
- Bolsa de polietileno mínimo de 6 × 8 pulgadas.
- Material libre de plagas y enfermedades.

6.6 Transporte del material vegetal

El transporte deberá realizarse desde el vivero hasta el predio garantizando la integridad física y fisiológica de las plántulas.

Durante el transporte y almacenamiento temporal se deberán adoptar medidas que eviten:

- Deshidratación.
- Golpes mecánicos.
- Exposición prolongada al sol.
- Daños al sistema radicular.

El transporte interno dentro del predio se realizará manualmente hasta cada núcleo de restauración.

6.7 Establecimiento del enriquecimiento forestal

La siembra se realizará conforme al diseño silvicultural establecido en el Capítulo 5.

Cada individuo deberá cumplir el siguiente procedimiento:

- Retiro completo de la bolsa.
- Conservación del pan de tierra.
- Posición vertical de la plántula.
- Compactación manual del suelo.

- Nivelación del terreno.
- Protección del cuello de la raíz.

Los individuos serán establecidos mediante núcleos de restauración distribuidos estratégicamente dentro del área efectiva de intervención.

6.8 Fertilización

Durante el establecimiento se aplicará fertilizante químico de fórmula:

NPK 10-30-10

La dosis será de:

50 gramos por plántula

Cantidad total requerida:

760 plántulas × 50 gramos = 38 kilogramos

El fertilizante deberá incorporarse al suelo evitando el contacto directo con el sistema radicular.

6.9 Construcción del cerramiento perimetral

Con el propósito de proteger el área objeto de conservación y evitar la afectación de los linderos del predio, se construirá un cerramiento perimetral con una longitud aproximada de:

1.250 metros lineales

El cerramiento estará conformado por:

ELEMENTO	ESPECIFICACIÓN
Longitud	1.250 ml
Postes de concreto reforzado	Separación promedio de 3 m
Número estimado de postes	420 unidades
Alambre de púas galvanizado calibre 12,5	Cinco (5) líneas
Longitud total de alambre	6.250 ml
Grapas galvanizadas	Según requerimiento
Tensores	En esquinas y cambios de dirección

Los postes deberán instalarse con una profundidad mínima de 0,60 m, garantizando su estabilidad y alineación.

6.10 Mantenimiento

El proyecto contempla la ejecución de un (1) mantenimiento, el cual deberá realizarse una vez finalizado el establecimiento del material vegetal.

Las actividades comprenderán:

Plateo

Limpieza manual alrededor de cada individuo en un radio aproximado de 50 centímetros.

Control manual de arvenses

Eliminación de vegetación competitiva sin utilizar herbicidas.

Reposición de mortalidad

Se reemplazarán hasta 76 individuos, correspondientes al diez por ciento (10 %) del material vegetal inicialmente establecido.

Fertilización complementaria

Cuando técnicamente sea necesario, se aplicará nuevamente fertilizante NPK 10-30-10 sobre las plántulas que presenten deficiencias nutricionales.

6.11 Criterios de aceptación

Las actividades serán recibidas a satisfacción cuando se verifique el cumplimiento de los siguientes aspectos:

- Establecimiento de 760 individuos forestales.
- Disponibilidad de 76 plántulas para reposición.
- Correcta ejecución del cerramiento perimetral.
- Cumplimiento de las especificaciones del material vegetal.
- Ejecución del mantenimiento.
- Adecuado estado fitosanitario de las especies establecidas.

6.12 Medición y forma de pago

Las actividades serán medidas de acuerdo con las cantidades efectivamente ejecutadas y recibidas a satisfacción por el supervisor del contrato.

Las unidades de medida serán las siguientes:

ACTIVIDAD	UNIDAD
Suministro de plántulas	Unidad

Ahoyado	Unidad
Siembra	Unidad
Fertilización	Kilogramo
Aplicación de fertilizante	Unidad
Cerramiento	Metro lineal
Postes de concreto	Unidad
Alambre de púas	Metro lineal
Mantenimiento	Global

6.13 Control de calidad

Durante la ejecución del proyecto deberán verificarse permanentemente:

- Calidad del material vegetal.
- Correcta ubicación de los núcleos de restauración.
- Dimensiones del ahoyado.
- Dosificación del fertilizante.
- Compactación del suelo.
- Verticalidad de las plántulas.
- Calidad de los materiales del cerramiento.
- Correcta tensión del alambre.
- Estado fitosanitario del enriquecimiento forestal.

El contratista deberá corregir cualquier actividad que no cumpla las presentes especificaciones técnicas, sin que ello genere costos adicionales para el Municipio de El Líbano.

7. PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

7.1 Generalidades

El presente capítulo establece la metodología para la ejecución de las actividades contempladas en el proyecto de restauración ecológica mediante enriquecimiento forestal por nucleación, construcción del cerramiento perimetral y mantenimiento del predio municipal La Tigrera, ubicado en el municipio de El Líbano, departamento del Tolima.

La ejecución del proyecto se desarrollará de forma secuencial, procurando la conservación de la cobertura vegetal existente, el fortalecimiento de los procesos naturales de regeneración y la protección integral del predio mediante el aislamiento perimetral.

Todas las actividades deberán ejecutarse bajo la dirección de un profesional competente en el área forestal y conforme a las especificaciones técnicas establecidas en el presente estudio.

7.2 Organización de la ejecución

La implementación del proyecto comprenderá tres componentes principales:

- Restauración ecológica mediante enriquecimiento forestal por nucleación.
- Construcción del cerramiento perimetral.
- Mantenimiento del material vegetal establecido.

Cada componente será ejecutado de forma articulada, garantizando la correcta utilización de los recursos y el cumplimiento de las metas propuestas.

7.3 Componente I. Restauración ecológica mediante nucleación

Este componente comprende todas las actividades necesarias para el establecimiento del material vegetal dentro del área efectiva de intervención (1,17 hectáreas).

Las actividades se desarrollarán en el siguiente orden:

7.3.1 Reconocimiento del área

Antes del inicio de las labores se realizará el recorrido general del predio con el fin de verificar las condiciones ambientales, identificar los sectores objeto de intervención y localizar los núcleos de restauración.

7.3.2 Replanteo

Se realizará la localización de los núcleos mediante estacas o señalización temporal, definiendo la ubicación de las plántulas de acuerdo con el diseño silvicultural.

7.3.3 Preparación del terreno

La preparación comprenderá únicamente labores de limpieza manual selectiva, eliminando la vegetación que impida el establecimiento del material vegetal y conservando la regeneración natural existente.

7.3.4 Ahoyado

Se excavarán manualmente 760 hoyos con dimensiones de 40 cm × 40 cm × 40 cm, procurando separar el suelo superficial del material extraído del fondo.

7.3.5 Transporte y distribución del material vegetal

Las plántulas serán transportadas desde el vivero hasta el predio y posteriormente distribuidas manualmente hacia cada núcleo de restauración, evitando daños mecánicos o pérdidas de humedad.

7.3.6 Siembra

El establecimiento del material vegetal se realizará conforme a la distribución definida en el diseño silvicultural.

Cada individuo deberá sembrarse garantizando:

- Retiro total de la bolsa.
- Conservación del pan de tierra.
- Correcta posición vertical.
- Compactación manual del suelo.
- Protección del cuello de la raíz.

7.3.7 Fertilización

Durante la siembra se aplicará fertilizante químico NPK 10-30-10, utilizando una dosis de 50 gramos por plántula, equivalente a un consumo aproximado de 38 kg para la totalidad del proyecto.

7.4 Componente II. Construcción del cerramiento perimetral

Con el propósito de garantizar la conservación del predio y prevenir la ocupación o modificación de sus linderos, se construirá un cerramiento perimetral con una longitud aproximada de 1.250 metros lineales.

El cerramiento comprenderá:

- Replanteo del trazado.
- Excavación para instalación de postes.
- Instalación de postes de concreto.
- Instalación de cinco (5) líneas de alambre de púas galvanizado.
- Instalación de tensores y grapas.
- Revisión final de alineación y tensión del cerramiento.

El aislamiento deberá garantizar la protección integral del predio durante la ejecución del proyecto y en las etapas posteriores de conservación.

7.5 Componente III. Mantenimiento

Con el fin de garantizar el adecuado establecimiento del material vegetal, se ejecutará un (1) mantenimiento posterior a la siembra.

Las actividades comprenderán:

- Plateo alrededor de cada plántula.
- Control manual de arvenses.
- Reposición de hasta 76 plántulas correspondientes al 10 % del material vegetal inicialmente establecido.
- Fertilización complementaria cuando técnicamente se requiera.
- Verificación del estado fitosanitario de las especies.
- Revisión del estado del cerramiento y ajuste de elementos menores si fuere necesario.

7.6 Recursos requeridos

Para la ejecución del proyecto se requerirá como mínimo:

Personal

- Ingeniero Forestal (Dirección Técnica).
- Maestro o coordinador de campo.
- Obreros forestales.
- Personal para instalación del cerramiento.

Herramientas menores

- Palas.
- Palines.
- Barras.
- Picas.
- Machetes.
- Alicates.
- Martillos.
- Carretillas.
- Cinta métrica.
- Equipo de replanteo.

Materiales

- Plántulas forestales.
- Fertilizante NPK 10-30-10.

- Postes de concreto.
- Alambre de púas galvanizado.
- Grapas galvanizadas.
- Tensores.

7.7 Metas físicas del proyecto

ACTIVIDAD	UNIDAD	META
Área total del predio protegida	ha	4,67
Área intervenida mediante nucleación	ha	1,17
Plántulas establecidas	Unidad	760
Plántulas para reposición	Unidad	76
Material vegetal suministrado	Unidad	836
Cerramiento construido	ml	1.250
Mantenimiento ejecutado	Unidad	1

7.8 Productos esperados

Con la ejecución del proyecto se espera obtener los siguientes resultados:

- Restauración ecológica mediante nucleación en 1,17 hectáreas.
- Protección integral del predio municipal mediante la construcción del cerramiento perimetral.
- Establecimiento de 760 individuos forestales nativos.
- Conservación de 3,50 hectáreas de bosque secundario y regeneración natural.
- Fortalecimiento de la conectividad ecológica del área.
- Protección de los linderos del predio.
- Incremento de la cobertura vegetal y de los servicios ecosistémicos.
- Fortalecimiento del patrimonio ambiental del Municipio de El Líbano.

7.9 Seguimiento de la ejecución

La supervisión del contrato verificará el cumplimiento de las actividades mediante visitas técnicas de campo, revisión de las cantidades ejecutadas y validación del estado fitosanitario del material vegetal.

El seguimiento comprenderá, entre otros, los siguientes aspectos:

- Cumplimiento del cronograma de actividades.
- Calidad del material vegetal suministrado.
- Correcta ejecución de la nucleación.
- Cumplimiento de las especificaciones del cerramiento.
- Estado de las plántulas durante el mantenimiento.
- Cumplimiento de las metas físicas del proyecto

8. PRESUPUESTO OFICIAL DEL PROYECTO

8.1 Generalidades

El presupuesto oficial del proyecto fue estructurado con base en las cantidades de obra definidas en el diseño silvicultural, las especificaciones técnicas y las condiciones particulares del predio municipal **La Tigra**, localizado en el municipio de El Líbano, Tolima.

El presupuesto comprende tres componentes:

- **Componente A.** Enriquecimiento forestal mediante nucleación.
- **Componente B.** Construcción del cerramiento perimetral.
- **Componente C.** Logística y apoyo a la ejecución.

Los costos fueron organizados por actividades, permitiendo identificar el valor por hectárea de intervención y el valor correspondiente al proyecto.

8.2 COMPONENTE A. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL MEDIANTE NUCLEACIÓN

8.2.1 Mano de Obra

Actividad	Unidad	Cantidad/Ha	Valor Unitario	Valor Total/Ha	Valor Proyecto (1,17 ha)
Localización y replanteo	ha	1,00	\$700.000	\$700.000	\$819.000
Limpieza selectiva	ha	1,00	\$2.600.000	\$2.600.000	\$3.042.000
Trazado y demarcación	ha	1,00	\$950.000	\$950.000	\$1.111.500
Plateo inicial	árbol	650	\$2.000	\$1.300.000	\$1.521.000

Ahoyado	árbol	650	\$5.000	\$3.250.000	\$3.802.500
Aplicación de correctivo	árbol	650	\$1.000	\$650.000	\$760.500
Aplicación de fertilizante	árbol	650	\$1.200	\$780.000	\$912.600
Transporte interno de plántulas	Global	1	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.340.000
Siembra	árbol	650	\$3.000	\$1.950.000	\$2.281.500
Reposición de material vegetal	Global	1	\$1.300.000	\$1.300.000	\$1.521.000
Limpieza y control de arvenses	Global	1	\$2.600.000	\$2.600.000	\$3.042.000

TOTAL MANO DE OBRA / HA \$16.080.000

TOTAL MANO DE OBRA / 1.67 HA \$21.153.600

8.2.2 Insumos

Insumo	Unidad	Cantidad/Ha	Valor Unitario	Valor Total/Ha	Valor Proyecto
Plántulas forestales	und	715	\$9.000	\$6.435.000	\$7.528.950
Fertilizante NPK 10-30-10	kg	32	\$7.500	\$240.000	\$280.800
Correctivo agrícola	kg	34	\$5.500	\$187.000	\$218.790
Hidroretenedor	kg	3	\$90.000	\$270.000	\$315.900
Micorrizas	kg	6	\$48.000	\$288.000	\$336.960
Insecticida biológico	lt	1	\$95.000	\$95.000	\$111.150
Fungicida preventivo	lt	1	\$90.000	\$90.000	\$105.300

Estacas de señalización	und	100	\$3.500	\$350.000	\$409.500
Cinta de demarcación	rollo	4	\$40.000	\$160.000	\$187.200

TOTAL INSUMOS / HA | \$8.115.000

TOTAL INSUMOS / 1.67 HA \$9.494.550

8.2.3 Transporte y Logística del Componente

Actividad	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Proyecto
Transporte de material vegetal	Global	1	\$2.800.000	\$2.800.000
Transporte de fertilizantes e insumos	Global	1	\$1.500.000	\$1.500.000
Descargue y distribución en campo	Global	1	\$900.000	\$900.000
Movilización de herramientas	Global	1	\$700.000	\$700.000

TOTAL LOGÍSTICA \$5.900.000

Resumen Componente A

CONCEPTO	VALOR
Mano de obra	\$21.153.600
Insumos	\$9.494.550
Transporte y logística	\$5.900.000
TOTAL COMPONENTE A	\$36.548.150

Observaciones técnicas

El componente de enriquecimiento forestal comprende todas las actividades necesarias para el establecimiento de **760 plántulas**, la reposición del **10 %** del material vegetal, la preparación del terreno, la fertilización inicial y la logística de transporte hasta el área de intervención.

Los costos de transporte se incluyen de manera independiente debido a las condiciones de acceso del predio, el traslado de material vegetal y el movimiento de insumos y herramientas hasta el sitio de ejecución.

El valor total del componente constituye la base para la restauración ecológica mediante nucleación sobre 1,17 hectáreas, conforme al diseño silvicultural definido para el proyecto.

8.3 COMPONENTE B

CONSTRUCCIÓN DEL CERRAMIENTO PERIMETRAL

Con el propósito de garantizar la protección del predio municipal La Tigrera, evitar la ocupación de los linderos, controlar el ingreso de semovientes y proteger las áreas objeto de restauración ecológica, el proyecto contempla la construcción de un cerramiento perimetral de aproximadamente 1.250 metros lineales, utilizando postes de concreto reforzado, alambre de púas galvanizado y accesorios de alta resistencia.

Las cantidades y costos fueron estimados considerando las condiciones topográficas del terreno, la longitud del perímetro, las características del suelo y las actividades necesarias para garantizar la estabilidad y durabilidad del cerramiento.

8.3.1 MANO DE OBRA PARA CERRAMIENTO

Actividad	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Localización y replanteo del cerramiento	ml	1.250	520	650.000
Excavación manual para postes	Und	440	8.000	3.520.000
Instalación de postes	Und	440	11.000	4.840.000
Instalación y tensionado de alambre	ml	6.250	780	4.875.000
Instalación de tensores y accesorios	Global	1	1.850.000	1.850.000
Construcción de portillo de acceso	Global	1	1.250.000	1.250.000
Limpieza final del corredor del cerramiento	ml	1.250	950	1.187.500

TOTAL, MANO DE OBRA 18.172.500

8.3.2 MATERIALES

Material	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
----------	--------	----------	---------------------	------------------

Poste de concreto reforzado	Und	440	58.000	25.520.000
Alambre de púas galvanizado alta resistencia	ml	6.250	1.250	7.812.500
Grapas galvanizadas	Und	5.000	250	1.250.000
Tensores galvanizados	Und	45	22.000	990.000
Puntillas y accesorios	Global	1	650.000	650.000
Concreto para postes esquineros	Global	1	850.000	850.000

TOTAL MATERIALES 37.072.500

8.3.3 TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DEL CERRAMIENTO

Actividad	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Transporte de postes de concreto	Global	1	2.600.000	2.600.000
Transporte de alambre y accesorios	Global	1	1.250.000	1.250.000
Movilización de herramientas y equipos	Global	1	850.000	850.000
Cargue y descargue de materiales	Global	1	950.000	950.000

TOTAL TRANSPORTE 5.650.000

RESUMEN DEL COMPONENTE B

CONCEPTO	VALOR (\$)
Mano de obra	18.172.500
Materiales	37.072.500
Transporte y logística	5.650.000
TOTAL COMPONENTE B	60.895.000

8.3.4 Justificación técnica

El componente de cerramiento comprende el suministro e instalación de todos los materiales requeridos para el aislamiento perimetral del predio municipal La Tigra.

El diseño contempla aproximadamente 1.250 metros lineales de cerramiento con 440 postes de concreto reforzado, cinco líneas continuas de alambre de púas galvanizado, postes de refuerzo, tensores, accesorios y un portillo de acceso para facilitar las actividades de mantenimiento y seguimiento.

Los costos asociados al transporte fueron estimados considerando la ubicación rural del predio, las condiciones de acceso por vías terciarias y la necesidad de movilizar materiales de gran peso, como postes de concreto, alambre y herramientas, hasta el sitio de ejecución.

El cerramiento constituye una de las actividades más relevantes del proyecto, debido a que garantiza la conservación del predio municipal, la protección de los linderos y la permanencia de las acciones de restauración ecológica desarrolladas mediante el enriquecimiento forestal.

8.4 COMPONENTE C

DIRECCIÓN TÉCNICA Y APOYO A LA EJECUCIÓN

Con el fin de garantizar la adecuada ejecución de las actividades de restauración ecológica y construcción del cerramiento, el proyecto contempla el acompañamiento permanente de un profesional del área forestal, responsable de la coordinación técnica, la verificación de las especificaciones del proyecto, el seguimiento de las actividades en campo y la elaboración de los informes requeridos durante la ejecución contractual.

La dirección técnica comprende el acompañamiento desde el inicio de las actividades hasta la entrega final del proyecto, incluyendo la verificación de cantidades ejecutadas, control de calidad del material vegetal, seguimiento al establecimiento del enriquecimiento forestal y supervisión técnica del cerramiento perimetral.

8.4.1 DIRECCIÓN TÉCNICA

Actividad	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Dirección técnica del proyecto (Ingeniero Forestal)	Duración del proyecto	1	5.600.000	5.600.000

TOTAL COMPONENTE C \$5.600.000

8.5 RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

COMPONENTE	VALOR (\$)
A. Enriquecimiento forestal mediante nucleación	36.548.150
B. Construcción del cerramiento perimetral	60.895.000
C. Dirección técnica del proyecto	5.600.000
VALOR TOTAL DEL PROYECTO	103.043.150

8.6 ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO

La mayor participación del presupuesto corresponde a la construcción del cerramiento perimetral, debido a la cantidad de materiales requeridos, la longitud del aislamiento, el transporte de los elementos hasta el área de intervención y la mano de obra necesaria para su instalación.

El segundo componente corresponde al enriquecimiento forestal mediante nucleación, el cual comprende el suministro del material vegetal, la preparación del terreno, el establecimiento de las especies, la fertilización inicial y las actividades de mantenimiento contempladas en el proyecto.

Finalmente, se incluye la dirección técnica del proyecto, la cual garantiza el correcto desarrollo de las actividades, el cumplimiento de las especificaciones técnicas, el control de calidad de las obras ejecutadas y el seguimiento integral durante toda la ejecución contractual.

9 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

9.1 Generalidades

El cronograma de ejecución del proyecto fue elaborado considerando las actividades técnicas necesarias para el desarrollo del enriquecimiento forestal mediante nucleación, la construcción del cerramiento perimetral y la ejecución del mantenimiento del material vegetal establecido.

La programación contempla un plazo estimado de sesenta (60) días calendario, tiempo considerado suficiente para garantizar el cumplimiento del objeto contractual, teniendo en cuenta las condiciones de acceso al predio, las actividades de transporte de materiales, la preparación del terreno y la ejecución de las labores de restauración ecológica.

Las actividades podrán ajustarse durante la ejecución del contrato de acuerdo con las condiciones climáticas y operativas del proyecto, sin afectar el cumplimiento de las metas establecidas.

9.2 Cronograma General

ACTIVIDAD	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8
Suscripción del acta de inicio	•							
Replanteo y reconocimiento del predio	•	•						
Transporte de materiales e insumos		•	•					
Transporte del material vegetal		•	•					
Construcción del cerramiento perimetral		•	•	•	•			
Preparación del terreno			•	•				
Ahoyado			•	•				
Distribución del material vegetal				•				
Establecimiento de plántulas				•	•			
Fertilización inicial				•	•			
Reposición de plántulas (si aplica)					•			
Mantenimiento del material vegetal						•	•	
Verificación del cerramiento						•	•	
Recibo final de actividades							•	
Elaboración y entrega del informe final							•	•

9.3 Consideraciones para la ejecución

La programación de las actividades deberá desarrollarse preferiblemente durante periodos de precipitación moderada, con el fin de favorecer el establecimiento del material vegetal y reducir la mortalidad de las especies forestales.

Las actividades relacionadas con el cerramiento perimetral podrán ejecutarse de manera paralela a las labores de preparación del terreno y transporte de materiales, optimizando los tiempos de ejecución del proyecto.

El mantenimiento deberá efectuarse una vez finalizadas las labores de establecimiento, verificando el estado fitosanitario de las plántulas, el control manual de arvenses y la reposición del material vegetal que presente mortalidad.

En caso de presentarse condiciones climáticas adversas o situaciones que afecten la ejecución normal del proyecto, el cronograma podrá ser ajustado por el contratista, previa aprobación del supervisor del contrato, garantizando el cumplimiento de las obligaciones contractuales y de las metas físicas establecidas.

9.4 Duración del proyecto

El plazo estimado para la ejecución del proyecto será de sesenta (60) días calendario, contados a partir de la suscripción del acta de inicio.

Durante este periodo se desarrollarán la totalidad de las actividades correspondientes al establecimiento del enriquecimiento forestal mediante nucleación, la construcción del cerramiento perimetral, el mantenimiento del material vegetal y la entrega final de las obras ejecutadas.

10 RESULTADOS ESPERADOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO

10.1 Generalidades

La ejecución del proyecto permitirá fortalecer las acciones de conservación del predio municipal La Tigrera, mediante la implementación de actividades de restauración ecológica y protección física del área, contribuyendo a la recuperación progresiva de la cobertura forestal, la protección de los linderos del predio y la conservación de los recursos naturales presentes en el área.

Los resultados esperados se establecen como metas verificables que permitirán evaluar el cumplimiento del objeto contractual y el impacto generado por las actividades ejecutadas.

10.2 Resultados Esperados

Con la ejecución del proyecto se espera alcanzar los siguientes resultados:

- Protección integral del predio municipal mediante la construcción del cerramiento perimetral.

- Conservación de la totalidad del predio con una extensión aproximada de 4,67 hectáreas.
- Restauración ecológica mediante enriquecimiento forestal por nucleación sobre 1,17 hectáreas, equivalente al 25 % del área total.
- Establecimiento de 760 individuos forestales pertenecientes a especies nativas propias del bosque andino.
- Disponibilidad de 76 plántulas destinadas a la reposición de mortalidad durante el mantenimiento.
- Incremento de la diversidad florística mediante la introducción de especies forestales nativas como Aliso (*Alnus acuminata*), Guamo (*Inga edulis*), Nogal Andino (*Juglans neotropica*), Nogal Cafetero (*Cordia alliodora*) y Yarumo Blanco (*Cecropia angustifolia*).
- Protección de los procesos de regeneración natural existentes dentro del predio.
- Disminución del riesgo de invasión, ocupación o modificación de los linderos del bien inmueble.
- Fortalecimiento de la conectividad ecológica y del patrimonio ambiental del Municipio de El Líbano.

10.3 Indicadores de Cumplimiento

INDICADOR	UNIDAD	META
Área total protegida	Hectáreas	4,67
Área intervenida mediante nucleación	Hectáreas	1,17
Plántulas establecidas	Unidad	760
Plántulas de reposición disponibles	Unidad	76
Material vegetal suministrado	Unidad	836
Cerramiento construido	Metro lineal	1.250
Postes de concreto instalados	Unidad	440
Alambre de púas instalado	Metro lineal	6.250
Mantenimiento ejecutado	Unidad	1

10.4 Indicadores de Resultado

Indicador	Unidad	Resultado esperado
-----------	--------	--------------------

Supervivencia del material vegetal	%	≥ 90 %
Protección del perímetro del predio	%	100 %
Conservación de la cobertura vegetal existente	%	100 %
Cumplimiento de las metas físicas	%	100 %
Cumplimiento del cronograma	%	100 %

10.5 Beneficios Ambientales Esperados

La implementación del proyecto permitirá mejorar las condiciones ecológicas del predio mediante el fortalecimiento de la cobertura forestal y la protección de los procesos naturales de regeneración.

Entre los principales beneficios ambientales se destacan:

- Incremento de la biodiversidad vegetal.
- Protección del recurso suelo frente a procesos erosivos.
- Conservación del hábitat para fauna silvestre.
- Mejoramiento de la conectividad ecológica.
- Protección de los servicios ecosistémicos asociados al bosque andino.
- Incremento de la capacidad de captura y almacenamiento de carbono.
- Conservación del patrimonio ambiental del Municipio de El Líbano.

10.6 Beneficios Institucionales

Con la ejecución del proyecto, el Municipio de El Líbano fortalecerá la gestión integral de los bienes inmuebles de propiedad pública destinados a la conservación ambiental, garantizando la delimitación física del predio, la protección de sus linderos y el cumplimiento de los objetivos de preservación establecidos para el área.

Así mismo, el proyecto contribuirá al cumplimiento de las metas institucionales relacionadas con la recuperación de ecosistemas estratégicos, la conservación del patrimonio natural y la implementación de acciones orientadas a la sostenibilidad ambiental del territorio.

10.7 Mecanismos de Seguimiento

El seguimiento al proyecto se realizará mediante visitas técnicas de campo, registros fotográficos, actas de verificación y revisión del cumplimiento de las metas físicas establecidas en el presente estudio.

El supervisor designado por el Municipio verificará, entre otros aspectos:

- Cumplimiento del cronograma de ejecución.

- Calidad del material vegetal suministrado.
- Correcta construcción del cerramiento perimetral.
- Cantidad de individuos establecidos.
- Estado fitosanitario de las especies.
- Ejecución del mantenimiento.
- Cumplimiento de las especificaciones técnicas y presupuestales del proyecto.

La información obtenida permitirá evaluar el cumplimiento del objeto contractual y establecer las acciones necesarias para garantizar la sostenibilidad de las inversiones realizadas.