

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

YESICA HASBLEIDY SERRANO NEIRA

**UNIVERSIDAD LIBRE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C
2012**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

YESICA HASBLEIDY SERRANO NEIRA

**TRABAJO DE GRADO
PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**DIRECTOR
ERNESTO TORRES QUINTERO
INGENIERO CIVIL MAGÍSTER EN RECURSOS HIDRÁULICOS**

**UNIVERSIDAD LIBRE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTA D.C
2012**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, 17 junio de 2013

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

*.....A mi papa por su gran amor, apoyo y sacrificio,
por estar siempre a mi lado acompañándome en realizar mis
metas....*

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

Gracias a Dios por permitirme llegar donde estoy, a mi familia Rafael, Ivette y Paula por su incondicionalidad y apoyo brindado durante mi formación profesional.

Al ingeniero Ernesto Torres por su asesoría, paciencia y acompañamiento durante el desarrollo del proyecto.

Y a aquellas personas que están a mi lado que hicieron posible realizar este trabajo.

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. ANTECEDENTES	14
2. PROBLEMA.....	16
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
2.2 SISTEMATIZACIÓN	17
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. OBJETIVOS	19
4.1 OBJETIVO GENERAL	19
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
5. HIPÓTESIS.....	20
6. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	21
6.1 MARCO GEOGRÁFICO	21
6.1.1 Municipio de Cajicá	21
6.1.2 Cuenca del Rio Frío.....	21
6.2 MARCO DEMOGRÁFICO.....	23
6.2.1 Municipio de Cajicá	23
6.2.2 Municipio de Chía.....	25
7. MARCO REFERENCIAL.....	28
7.1 MARCO TEÓRICO	28
7.2 MARCO CONCEPTUAL	31
7.2.1 Embalse.....	31
7.2.2 Hidrología	31
7.2.3 Inundación.....	32
7.2.4 Estudio de impacto ambiental	32
7.2.5 Impacto ambiental.....	33
7.2.6 Factor ambiental.....	33
7.2.7 Indicador de impacto ambiental	33
7.2.8 Plan de manejo ambiental	34
8. MARCO METODOLÓGICO	35
8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	35
8.2 METODOLOGÍA	35
8.2.1 Fase documental	35
8.2.2 Fase campo.....	35
8.2.3 Fase de elaboración de resultados.....	35

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

8.2.4 Fase análisis de resultados	37
8.3 MARCO LEGAL.....	38
9. ESTUDIO TECNICO.....	40
9.1 MÉTODO DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVA.....	41
9.2 LOCALIZACION	42
9.3 PROCESO PRODUCTIVO.....	42
9.4 INFRAESTRUCTURA REQUERIDA	43
9.5 EQUIPOS Y MATERIAS PRIMAS REQUERIDOS PARA EL PROYECTO.....	43
9.6 CALULOS DE LA PRESA.....	44
9.7 DISEÑO	50
9.8 PRESUPUESTO	51
10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	52
10.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	52
10.1.1 Localización.....	52
10.2 LINEA BASE AMBIENTAL	52
10.2.1 Areas de influencia.....	52
10.2.2 Area de influencia directa	52
10.2.3 Area de influencia indirecta.....	52
10.3 DESCRIPCION LINEA BASE	53
10.3.1 COMPONENTE FISICO	53
10.3.1.1 Clima.	53
10.3.1.2 Temperatura del aire.....	53
10.3.1.3 Velocidad del viento.	53
10.3.1.4 Brillo Solar.....	54
10.3.1.5 Humedad relativa.....	54
10.3.1.6 Afluentes principales.....	54
10.3.1.7 Morfología del drenaje.....	54
10.3.1.8 Pluviometría.....	54
10.3.1.9 Agua subterránea.....	55
10.3.1.10 Calidad de agua	55
10.3.1.12 Geología estructural.....	56
10.3.1.13 Paisaje	56
10.3.1.15 Uso del suelo	57
10.3.2 COMPONENTE BIOTICO.....	539
10.3.2.1 Flora.	58
10.3.2.2 Fauna.....	58
10.3.2.3 Cobertura vegetal.....	59

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

10.3.3 COMPONENTE SOCIAL.....	60
10.3.3.1 Población.....	59
10.3.3.2 Sistema de servicios públicos	59
10.3.3.3 Acueducto	60
10.3.3.4 Servicio de aseo.....	60
10.3.3.5 Energía y Gas	60
10.3.3.6 Educación.....	60
10.3.3.7 Economía	61
10.3.3.8 Sistemas de producción.	61
10.3.3.9 Empleo.....	61
10.4 DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	62
10.4.1 Fase preliminar.....	62
10.4.2 Fase de construcción.....	62
10.4.3 Fase de operación.....	63
10.5 MATRIZ DE FACTORES	63
10.6 MATRIZ DE INTERACCIONES	64
10.7 RED DE CAUSALIDAD.....	65
10.8 MATRIZ DE EVALUACIÓN	69
10.8.1 Análisis de la evaluación de impactos.....	71
10.9 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	71
10.9.1 Fichas de manejo ambiental.....	72
10.10 IDENTIFICACION DE RIESGOS AMBIENTALES.....	74
10.11 PLAN DE CONTINGENCIA	75
10.11.1 Inundación	75
10.11.2 Deslizamientos.....	76
10.11.3 Incendios	77
10.11.4 Accidentes.....	77
10.11.5 Sismos	78
10.11.6 Derrame.....	78
11. CONCLUSIONES.....	80
12. RECOMENDACIONES	82
13. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	83

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Normatividad aplicable al proyecto	37
Tabla 2. Ponderación de alternativas	40
Tabla 3. Área volumen	43
Tabla 4. Oferta del Río Frío.....	44
Tabla 5. Dimensiones de la presa.....	45
Tabla 6. Vertedero Creager.....	46
Tabla 7. Parámetros físicos.....	53
Tabla 8. Cobertura de servicios públicos	59
Tabla 9. Matriz de Factores.....	63
Tabla 10. Matriz de interacciones	64
Tabla 11. Red de causalidad	65
Tabla 12. Importancia del impacto	68
Tabla 13. Evaluación de impactos ambientales	69
Tabla 14. Ficha de Manejo Ambiental	71
Tabla 15. Riesgos ambientales.....	74

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.Ubicación del municipio de Cajica en el Departamento de Cundinamarca	20
Figura 2.Ubicación de La cuenca del Rio Frío, en el municipio de Cajica.....	21
Figura 3.Estructura de la población en el municipio de Cajica	23
Figura 4.Municipio de Chía-Cundinamarca.....	25
Figura 5.Componentes de un estudio técnico-Baca	28
Figura 6.Componentes de un estudio técnico- Sapag	29
Figura 7.Metodología de estudio técnico	35
Figura 8.Metodología de estudio de impacto ambiental	36
Figura 9.Marco metodológico	36
Figura 10.Ubicación de la Vereda Canelón.....	42
Figura 11.Proceso productivo del embalse	43
Figura 12.Curva Volumen área.....	43
Figura 13.Diseño de la presa	48
Figura 14.Diseño vertedero tipo Creager.....	58
Figura 15.Área de influencia.....	51
Figura 16.Hidrograma de la cuenca del Rio Frío.....	53
Figura 17.Clasificación de suelos	55
Figura 18.Clasificación de suelos... ..	56
Figura 19.Distribución de la población por veredas	58

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto 1.Alternativa uno.....	39
Foto 2.Alternativa uno.....	39
Foto 3.Alternativa dos.....	39
Foto 4.Alternativa dos.....	39
Foto 5.Flora en el área de influencia directa.....	57
Foto 6.Flora en el área de influencia directa.....	57

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Información de caudales y precipitaciones.....	83
Anexo 2. Matriz del Proyecto	85
Anexo 3. Fichas técnicas para el manejo ambiental.....	87
Anexo 4. Registro Fotográfico	100

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales afluentes de la cuenca del Rio Bogotá es el Río Frío que se localiza en la Sabana de Bogotá, en el año 2011 como consecuencia de la fuerte ola invernal presentada en el país se registró un aumento en el caudal y nivel de este rio ocasionando el desbordamiento y graves inundaciones en los municipios de Cundinamarca especialmente Chía y Cota.

Por tal razón la siguiente investigación contiene los resultados de un estudio técnico y una evaluación de los impactos ambientales ocasionados por las actividades de la construcción de un embalse en el Río Frío en el municipio de Cajicá.

El objetivo de este documento es proporcionar a la población del municipio de Chía una alternativa para que en temporadas húmedas eviten inundaciones causadas por el desbordamiento del Río Frío y en temporada seca abastecer de agua a esta población junto con la población del municipio de Cajicá.

Para el desarrollo de esta investigación se recopiló y analizó información primaria y secundaria del área de influencia permitiendo evaluar las condiciones actuales del área de estudio.

Durante el transcurso del estudio se responden interrogantes como el sitio con las condiciones más óptimas para la construcción de la presa, así como las características de los equipos necesarios y el presupuesto requerido para hacer realidad el proyecto.

Por otra parte se desarrolla la identificación y evaluación de los impactos ambientales ocasionados por la construcción del embalse, proponiendo medidas de manejo ambiental para minimizar o maximizar los impactos generados por las fases de operación y construcción del embalse.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

1. ANTECEDENTES

Los embalses satisfacen diversos objetivos como regular el flujo hídrico, compensando la abundancia de agua en algunas épocas del año con otras de escasas lluvias; al mismo tiempo permite controlar flujos excesivos en épocas excesivamente lluviosas o en zonas de lluvias torrenciales concentradas en pocos meses del año y evitar posibles inundaciones; la construcción de estos cuerpos de agua artificiales comenzó intensivamente en los años 60, se ha incrementado significativamente en las últimas décadas este tipo de construcciones, los diferentes usos que se le atribuyen ha impulsado a su construcción.

En Colombia el impulso de la construcción de embalses se empezó a observar a mediados del siglo XX, cuyo propósito fundamental al principio era generar energía hidroeléctrica y agua potable para grandes ciudades, pero hoy en día, los embalses no solo son considerados como depósitos de agua para cuyo propósito es la generación de energía sino que también son considerados como multipropósito ya que son creados con una diversidad de funciones para riego, control de inundaciones, pesca y recreación entre otras.

En el territorio colombiano se han realizado estudios para mostrar la viabilidad de realizar obras que sirvan para el abastecimiento de agua, generación de energía y a la vez para el control de inundaciones, como las obras realizadas en la sabana de Bogotá, embalses como el del Neusa, Sisga, Tominé, específicamente. El embalse del Neusa el cual se localiza en el municipio de Tausa, Departamento de Cundinamarca, a 25 kilómetros de Zipaquirá, tiene como propósito servir como fuente de abastecimiento para consumo humano, a la población de Cogua-Zipaquirá y suplir un porcentaje de la demanda en la planta Tibitoc, cumpliendo además la función de controlar las inundaciones en la Sabana de Bogotá, mediante el control de los caudales máximos en la cuenca del Río Neusa y regularlos durante la temporada seca.

Este embalse cuenta con una altura de 46.5 metros, con una capacidad de descarga máxima de 16.1 m³/s, su capacidad originalmente es de 102 millones de m³ a la cota máxima de aguas de 2,974.50 msnm, tiene una longitud de 7.5 Km y un ancho máximo de 1.8 Km, cuenta con una superficie de 950 has, que representa cerca del 5 % del área municipal, el volumen máximo de captación del embalse es de 103 millones de m³; el aporte anual promedio de agua es de 56,8 millones de m³, el nivel de aguas máximas está en 2.974 m, el mínimo nivel de operación en 2.950 m. y el nivel máximo de emergencia en 2.977m.¹

Otro estudio relacionado es el del embalse del Sisga el cual se encuentra localizado en el municipio de Chocontá, Departamento de Cundinamarca, sobre la carretera principal que

¹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. {En línea}. {7 de febrero de 2012} disponible en: (<http://www.car.gov.co/?idcategoria=1241>)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

de Bogotá conduce a Tunja, su características hidrológica está influenciada por el régimen de la Orinoquia, tiene como afluentes la Cuenca alta del Río Bogotá, Río San Francisco y Quebrada Santa Marta, tiene una extensión de 750 Ha de espejo de agua y una temperatura promedio de 13° C, una profundidad de 14.9 m con una descarga de 1.82 de m³/s y un caudal de descarga de 2.71 m³/s, cuyo objetivo es almacenar las aguas de invierno para regular los caudales necesarios en la planta Tibitoc, que abastece cerca de un 40% la demanda total en Bogotá y controlar las inundaciones en la Sabana de Bogotá, mediante la regulación de los caudales máximos en la cuenca del Río Sisga; este embalse tiene una altura de 52 metros (cota de la corona 2674.5 msnm), un túnel de salida de 346 m de longitud con una capacidad máxima de 15 m³/s; la hoya tributaria al embalse de Sisga es de 148.2 Km², con un aporte anual medio de 73.1 millones de m³.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

2. PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La temporada invernal que se presentó en el país a partir del segundo semestre del año 2010 y durante el año 2011 llevó a que más de 207 municipios en 27 de los 32 Departamentos de Colombia, se vieran seriamente afectados, por las fuertes lluvias que generaron el aumento en los caudales de los Ríos Magdalena, Cauca, Bogotá principalmente; ocasionando graves inundaciones y desbordamientos, causando afectación al medio ambiente, a los recursos naturales renovables y a las comunidades asentadas a lo largo de toda la cuenca.²

En el Departamento de Cundinamarca el mayor volumen de lluvias se concentro sobre los nacimientos de los Ríos Soacha, Frío, Subachoque, Bojacá y cuencas media y baja del Río Bogotá, lo que genero el aumento de los caudales de dichas corrientes y sus principales afluentes, los cuales superaron la media histórica de la cuenca en cerca de un 240%.³

El Río Frío afluente de la cuenca alta del Río Bogotá, no soportó los niveles de agua debido a las fuertes lluvias durante la ola invernal lo que aumento el caudal de sus aguas ocasionando el desbordamiento y una gran inundación en diversos barrios del municipio de Chía-Cundinamarca afectando a mas de 110 familias que tuvieron que evacuar la zona.

Además otro de los motivos que desataron esta problemática en el municipio de Chía es el crecimiento acelerado de urbanizaciones en las zonas de humedal, las cuales son necesarias para garantizar la regulación del cauce en épocas de lluvias, estas construcciones aledañas al valle del río generan deterioro de las zonas de reserva, necesarias para la conservación del ecosistema y el equilibrio de las rutas hídricas.⁴

El presente trabajo se presenta como una alternativa de solución en la que se hace necesaria la construcción de obras hidráulicas y ambientales que se relacionen con el control de inundaciones, para que ayuden a la prevención de problemáticas similares futuras y al mejoramiento de la regulación hídrica.

² Informe del recorrido por el río Bogotá, para la identificación de puntos críticos en su dinámica hidráulica. Disponible en: (www.sire.gov.co/riobogota/documentos/docs/infoRecorridoAcuaticoAereo.pdf).

³ Sistema de información que apoya la administración de la información relacionada con el proceso de gestión de riesgo y atención de emergencias de Bogotá. {En línea}. {13 de Septiembre de 2011} disponible en: (<http://www.sire.gov.co/riobogota/documentos/docs/infoRecorridoAcuaticoAereo.pdf>)

⁴ QUINTERO, John Rico. Chía: crónica de una tragedia anunciada. En: Revista de Prensa-Colombia.2011

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

2.2 SISTEMATIZACIÓN

2.2.1 ¿De qué manera se realizaría el diseño del embalse en el rio Frio?

2.2.2 ¿Cuál sería la metodología a aplicar con respecto a los estudios que se utilizarían?

2.2.3 ¿Cómo se beneficiarían los habitantes del municipio de chía con el diseño de un embalse en el rio Frio?

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RÍO FRÍO EN CHÍA

3. JUSTIFICACIÓN

Con la elaboración del estudio de pre factibilidad técnica y la evaluación de los impactos ambientales generados por la construcción de un embalse en el Río Frío, se pretende ofrecer una alternativa a la población del municipio de Chía que está siendo afectada de manera directa por causa de las inundaciones generadas por los incrementos súbitos de nivel; adicionalmente el crecimiento acelerado de urbanizaciones en las zonas de humedal han causado pérdida de la capacidad de amortiguación del Río aumentando el riesgo de afectación por eventos de inundación recurrentes; por ello el desarrollo de un estudio que identifique la viabilidad de la construcción de un embalse en el Río Frío que permita prevenir inundaciones a futuro y proveerlos para el abastecimiento de agua en temporada de sequia.

Simultáneamente los principales beneficiarios de esta investigación serán los residentes cercanos a la zona de estudio, ya que es posible reducir la recurrencia de los eventos de inundación así como el impacto sobre sus bienes, adicionalmente se tendría una alternativa para diferentes usos.

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RÍO FRÍO EN CHÍA**

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de pre-factibilidad técnica y evaluación de impacto ambiental para el diseño de un embalse en el Río Frío, para proveer una solución a la problemática de las inundaciones en el municipio de Chía.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 4.2.1 Identificar y analizar la geología e hidrología regional en la zona.
- 4.2.2 Elaborar un estudio técnico, para determinar el tamaño óptimo del embalse.
- 4.2.3 Evaluar los impactos ambientales generados por el diseño del embalse en el Río Frío.

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

5. HIPÓTESIS

La construcción del diseño de un embalse en el Río Frío, traerá beneficio a la población del municipio de Chía, por ello avanzar con el estudio de pre factibilidad será una alternativa para prevenir inundaciones provocadas por las lluvias de comienzo y final de cada año, además será una potencial fuente de abastecimiento de agua para suplir diferentes necesidades para la población del municipio.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

6. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

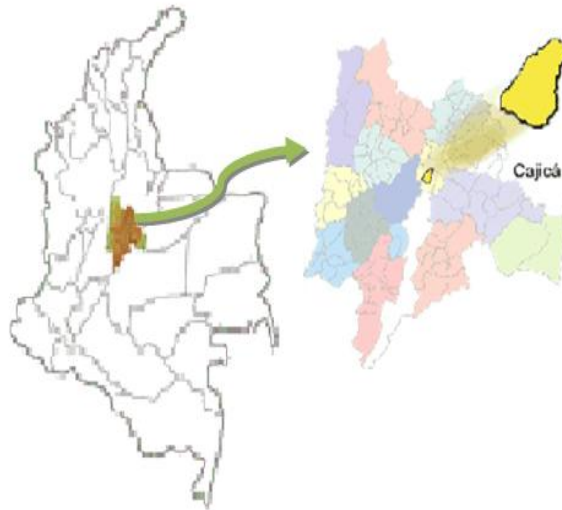
6.1 MARCO GEOGRÁFICO

El estudio de prefactibilidad técnico y evaluación de impacto ambiental para el diseño de un embalse en el Río Frío se localiza en la jurisdicción del municipio de Cajicá del departamento de Cundinamarca.

6.1.1 Municipio de Cajicá

El municipio de Cajicá está situado en el Departamento de Cundinamarca en la Sabana Centro al norte de la capital de la República, con una latitud 4°55'11" y una longitud 74°01'82", limita al sur con el municipio de Chía, al norte con el municipio de Zipaquirá, al oriente con el municipio de Sopó y al occidente con el municipio de Tabio, tiene un clima frío, con una temperatura promedio de 14 °C lugar apropiado y hogar de varias especies venados, ardillas, lechuzas, ovejas, vacas, cerdos y la flora no se queda atrás crecen las buganvillas, cartuchos, rosas entre otras pues el 75% de los suelos del municipio son considerados de tipo agrícola⁵.

Figura 1. Ubicación del municipio de Cajica en el Departamento de Cundinamarca



Fuente. Alcaldía municipal de Cajicá

El municipio cuenta con una extensión total 50.95 km², distribuida en área urbana 2.48 km² y área rural 48.47 km², la cual equivale al 0.21% de total departamental concentrando el 0.01% de población departamental y se encuentra a una altitud de 2.558 msnm; Cajicá hace parte de la Asociación de Municipios de la Sabana Centro junto con Zipaquirá, Chía, Cogua, Ganchancipá, Cota, Tenjo, Nemocón, Sopó, Tabio y Tocancipá.

⁵ GOBERNACIÓN DE CAJICÁ. {En línea}.{13 de febrero de 2012}disponible en: (<http://www.cajica-cundinamarca.gov.co/nuestromunicipio.shtml>)

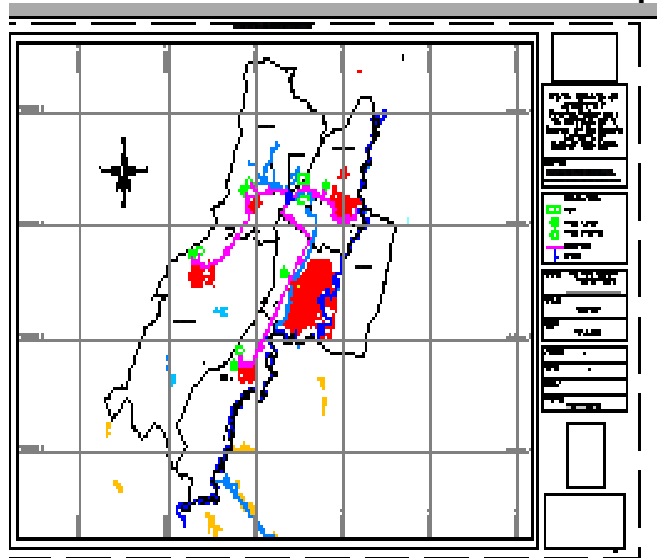
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

6.1.2 Cuenca del Río Frío

Uno de los afluentes principales del Río Bogotá en su cuenca alta es el Río Frío que se localiza en la Sabana de Bogotá entre los 4° 50' y 5° 10' de latitud Norte y entre los 74° 01' y 74° 07' de longitud Oeste, su cuenca limita y transcurre por los municipios de Cogua y Zipaquirá por el norte, Cota y Chía por el sur, por el oeste Pacho, Subachoque y Tabio y por el este Zipaquirá y Cajicá, además de ser una alcantarilla abierta sirve de fuente para el riego de los municipios por los que discurre.

El Río Frío nace en los cerros situados al noreste del municipio de Zipaquirá (cerro Carrasposo) y sigue su curso al sur por un valle angosto aproximadamente por 25 km, gira al este cortando la serranía que limita los municipios de Tabio y Zipaquirá, entrando luego en un amplio valle por espacio de unos 10 km aproximadamente, hasta desembocar en el Río Bogotá después de un recorrido de 65 km, con una pendiente media de 1.2 a la altura del municipio de Chía, en el sitio llamado La Balsa⁶

Figura 2. Ubicación de La cuenca del Río Frío en el municipio de Cajica



Fuente. Corporación autónoma regional

La localización de la cuenca de Río Frío está ubicada sobre la Cordillera Oriental con la siguiente delimitación al Norte con las Serranías que forman el páramo de Guerrero cuya altura oscila entre los 3600 m.s.n.m. y lo divide de la cuenca del Río Cubillos, por la parte sur con el área plana del valle del Río Bogotá sobre los 2550 m.s.n.m, por el oriente está limitado por el Páramo de Guerrero, Loma las Tres Patas, Alto de los Tres Cruces y la Cuchilla de San Jorge que lo separan de la cuenca del Río Bogotá cuyas elevaciones

⁶ PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE CAJICA "Cajica de pie, el cambio es con todos" 2008-2012. {25 de mayo de 2012}. Disponible en: (http://www.cajica-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/62323834393633363037393630643737/PDM_2008_2011_CAJICA_aprobado_por_concejo.pdf).

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

oscilan entre los 3000 y los 3600 m.s.n.m., por el Oeste limita con el Cerro de La Torre de los Indios, Alto el Páramo, Cerro de Peña Colorada, Cerro de Galeano, Loma el Gavilán, el Valle del Río Chicú y el Cerro de Manjuí, cuyas elevaciones oscilan entre los 2800 y los 3600 m.s.n.m.

Por condiciones topográficas la Hoya del Río Frío se subdivide en dos áreas muy definidas la primer está definida entre su nacimiento y Puente Virginia, la cual presenta dos pequeños Valles, inicialmente el queda ubicado en la parte alta sobre los 3200 m.s.n.m. y otro contiguo al Boquerón de La Virginia, en los cuales, las pendientes están por debajo del 5% enmarcados dentro de laderas no uniformes cuyas pendientes transversales se incrementan rápidamente hasta alcanzar pendientes superiores al 100%; la segunda la conforman la zona plana de Cajicá y Chía, donde las pendientes transversales son inferiores al 5%.⁷

El área total de drenaje es de 210 km², la lluvia media de la cuenca es de 985 mm anuales y su distribución es binomial, es decir dos periodos lluviosos, uno en cada semestre siendo los mese de Marzo, Abril, Mayo, Octubre y Noviembre los meses más húmedos, existen registros de caudales en los sitios de la Virginia y santa Isabel, cerca a los cuales se proyecta la construcción de algunas presas con el fin de regular los caudales y garantizar el consumo de agua de poblaciones cercanas (Zipaquirá, Tabio, Chía); cuenta con un factor de forma de 0.16 el cual indica que la cuenca presenta baja propensión a lluvias simultaneas sobre toda su superficie incluso en épocas de invierno características de las cuencas alargadas.⁸

6.2 MARCO DEMOGRÁFICO

Para la realización del estudio de pre factibilidad técnico y evaluación de impacto ambiental se tendrá en cuenta a las poblaciones de los municipios de Cajicá y Chía, teniendo claro que la población que se verá beneficiada directamente de la realización del proyecto es la población del municipio de Chía, sin dejar a un lado a la población del municipio de Cajicá que es donde se realizará el proyecto.

6.2.1 Municipio de Cajicá

El tamaño de la población del municipio de Cajicá es de 44.72 habitantes de acuerdo con el censo de 2005, el crecimiento de la población es de 2.47% está influenciado por el migración debido a que el 15% de la población mayor de 4 años acredita haber nacido en

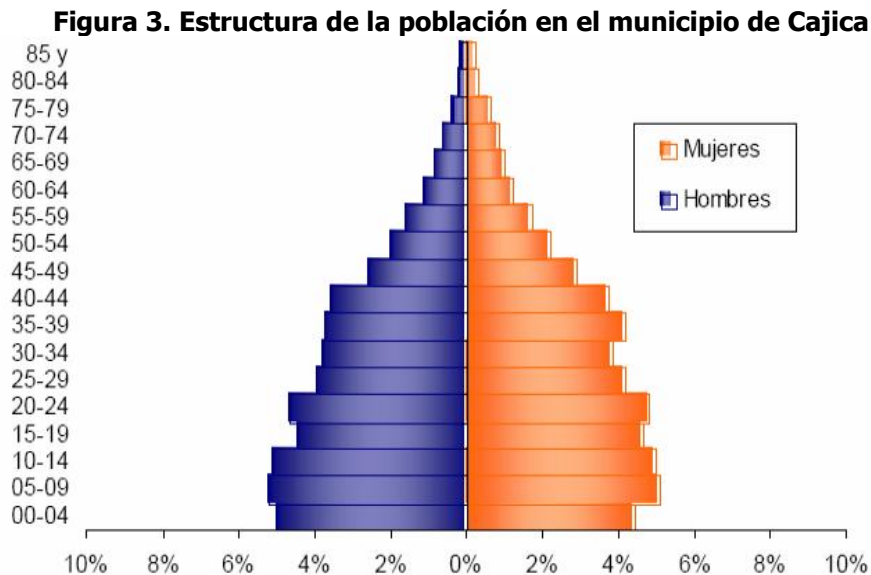
⁷TORRES Ernesto y SANCHEZ Sandra. Estudio hidrológico correspondiente a la zona del rio Frio municipio de Chía – Cundinamarca. 2011.

⁸ MUNICIPIO DE TABIO. CUNDINAMARCA. Formulación del esquema de ordenamiento territorial. {En línea}. {13 de febrero de 2012}. disponible en: (http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sig_doc_2000%20tabio%20Eot.pdf)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RÍO FRÍO EN CHÍA

un lugar diferente a Cajicá la el movimiento migratorio se produce por la atracción que motiva en los ciudadanos capitalinos al ambiente campestre y relajado para vivir.⁹

De los 44.721 habitantes del municipio se encuentran distribuidos 26.824 en la zona urbana del municipio donde el 60% de los habitantes son hombre (13.099) y mujeres el 40% (13.725) y el 17.897 están distribuidos en la zona rural donde el 40% son hombre (8.915) y un 60% son mujeres (8.992). En la imagen 3 se muestra la distribución de la población de Cajicá por sexo y grupos de edad:



Fuente. Plan de desarrollo municipal 2008-2011

El resultado del censo de 2005 realizado informo que la población mayoritariamente en el municipio de Cajicá se encuentra localizado en el área urbana y que son mujeres.

El municipio de Cajicá se divide en cinco grandes zonas pobladas: Calahorra (rural), Río Grande (rural), Chuntame (rural), Canelón (rural) y la zona Centro (urbana), las cuales se subdividen en veinticuatro sectores. La mayor concentración de población se encuentra en el sector urbano del Centro y Capellanía, en la zona rural está la vereda Chuntame, que comprende los sectores de Aguanica, Tairona y Santa Inés, el Sector de Puente Vargas, la Vereda Canelón y El Misterio. Los sectores menos poblados son Las Manas, Buena Suerte

⁹SECRETARIA DE PLANEACIÓN DE CUNDINAMARCA {20 de mayo de 2012}. Disponible en: (http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoConocimiento/D/dc-sig_pot_cajica/dc-sig_pot_cajica.asp).

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

y La Cumbre, siendo los más alejados del municipio, con menor cobertura de servicios públicos y los de más difícil acceso por encontrarse ubicados en la parte alta del cerro.¹⁰

El área urbana y rural en cuanto a la tendencia de la vivienda se encuentra expresada en un 53% de la población que vive en arriendo y el 47% que vive en casa propia, se presenta un porcentaje alto en la cobertura educativa de la población del municipio de Cajicá.

6.2.2 Municipio de Chía

El municipio de Chía está situado al Norte del Departamento de Cundinamarca, República de Colombia en la Sabana de Bogotá, sobre el altiplano Cundiboyacense (Cordillera Oriental de los Andes), a 4º 52' de latitud norte y 74º 04' de longitud oeste del meridiano de Bogotá y una altura de 2.562 m sobre el nivel del mar, la superficie del Municipio es de 79.23 km², con una temperatura media de 14°C.

El municipio de Chía limita por el sur con el Distrito Capital de Bogotá (Localidades de Usaquén y Suba, con las cuales está casi unido en su totalidad) y con el municipio de Cota; al occidente con los municipios de Tabio y Tenjo; al norte con los municipios de Cajicá y al oriente con el municipio de Sopó. Chía hace parte de los municipios que conforman el Área Metropolitana de Bogotá siendo uno de los más poblados y representativos, al convertirse en ciudad dormitorio de las clases acomodadas de la sociedad bogotana, destacándose urbanizaciones campestres como Sindamanoy, Santa Ana de Chía, Hacienda Fontanar entre otras, que cuentan con campos de golf, equitación, áreas húmedas, zonas de juegos extensas para niños y una gran cantidad de condominios de casas en la zona urbana del municipio.¹¹

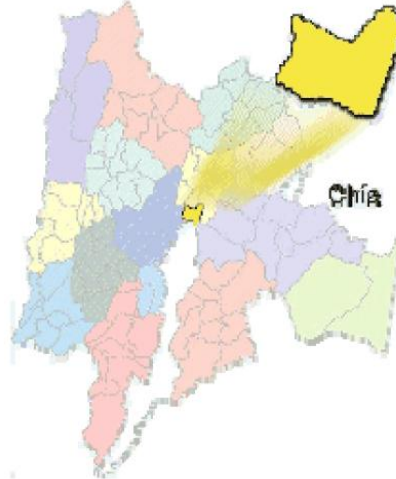
La mayor parte de su territorio es plano y los Ríos Bogotá, Frío, Chicú, Neusa, Balsillas conforman el sistema hidrográfico de la zona; predominan los cultivos de tierra fría, trigo, cebada, papa, verduras y una ganadería con propósito lechero.

¹⁰PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. {22 de mayo de 2012}. Disponible en: (http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sig_doc_2000%20cajic%C3%A1%20documento%20t%C3%A9cnico.pdf).

¹¹ PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL "Unidos con justicia social" 2008 – 2011. {18 de octubre de 2011} disponible en: (www.bancoinmobiliariochia.gov.co/ACUERDO%2001%20DE%202008%20PLAN%20DE%20DESARROLLO%20CHIA.pdf).

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Figura 4. Municipio de Chía-Cundinamarca



Fuente. Plan de Desarrollo Municipal de Chía 2008-2011

El Municipio de Chía, en los últimos diez (10) años, ha tenido un alto crecimiento poblacional llegando en la actualidad a contar con 106.102 habitantes según el censo de 2005, esta tendencia conlleva un crecimiento en el proceso de urbanización que ha venido ocupando la zona rural, con la connotación de vivienda campestre y de vivienda tradicional; situación que ha generado un crecimiento de las necesidades de infraestructura de servicios públicos, vías y de saneamiento básico; así mismo el crecimiento del proceso de urbanización es inferior al crecimiento poblacional lo que incrementa el déficit cuantitativo de vivienda.¹²

La estructura de la población del municipio de Chía se encuentra distribuida en el área urbana con 79.576 habitantes y 26.525 habitantes en el área rural, llegando para el año 2011 esta población a 114.260 personas que se distribuyen en 85.695 en el área urbana y en el área rural 28.565. Se observa que un 48.69% de los hogares del municipio de Chía viven en condición de arriendo o subarriendo; el 9.80% en condición de vivienda propia o pagando; el 31.59% en condición propia pagada y en otra condición el 9.94%.

El municipio cuenta con una infraestructura vial en toda la zona urbana y rural, con carreteras interveredales pavimentadas en un anillo vial que los domingos se convierte en ciclo vías deportivas, a pesar del desarrollo urbano, el campo sigue siendo la actividad que más empleo genera alrededor de la cual existen mayores problemas a nivel social, económico y de infraestructura.

Cuenta con servicios de acueducto, energía, alcantarillado y gas, como actividades económicas tiene principalmente la agricultura, ganadería y fabricación de ladrillos; entre

¹² *Ibíd.*

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

los cultivos sobresalen los cultivos transitorios con una producción de 1.327 toneladas y un área de 110 Has y cultivos permanentes con área de 10 Has con una producción de 40 toneladas, el cultivo de flores 212.5 Has.

Predomina aun el minifundio de la huerta casera y los cultivos de tubérculos, frutas y hortalizas en los que el campesino busca llenar los vacios económicos que dejan otras actividades. Los terrenos de mayor extensión superiores a una hectárea, se dedican al cultivo de cereales (maíz, trigo y cebada), la actividad ganadera predominantemente la producción de leche, a pesar de no ser municipio ganadero por excelencia, ocupa el tercer renglón en importancia (después de la floricultura y la horticultura) en el sector agropecuario de Chía. La floricultura ocupa el primer lugar de importancia dentro de las actividades agrícolas de Chía, conocida como ciudad de las flores, cuenta con numerosos cultivos que permiten el desarrollo de esta actividad, la industria de las flores genera gran cantidad de mano de obra no calificada, especialmente de mujeres, quienes se dedican a las labores del cultivo.¹³

¹³ALCALDÍA MUNICIPAL DE CHÍA. {7 de febrero de 2012} disponible en: (www.chia-cundinamarca.gov.co/index.php/nuestr).

7. MARCO REFERENCIAL

7.1 MARCO TEÓRICO

7.1.1 Estudio técnico

El estudio técnico de un proyecto consiste en diseñar la función de producción óptima, la mejor forma de utilizar los recursos disponibles para obtener el producto deseado, sea este un bien o un servicio.

El estudio técnico debe contener una ingeniería básica en la cual detalle el producto, incluyendo sus especificaciones, así como la descripción del proceso; la determinación del tamaño del producto tomando en cuenta la materia prima requerida, la maquinaria y el equipo, la localización del mismo, diseño de la distribución y la estimación de los costos de construcción.¹⁴

Algunos autores definen que el estudio técnico tiene como objetivo verificar la posibilidad técnica de la fabricación del producto, analizar y determinar el tamaño óptimo, la localización óptima, los equipos, las instalaciones y la organización requeridos para realizar el proyecto.¹⁵

Algunos componentes que deben componer este estudio según el autor Gabriel Baca son:

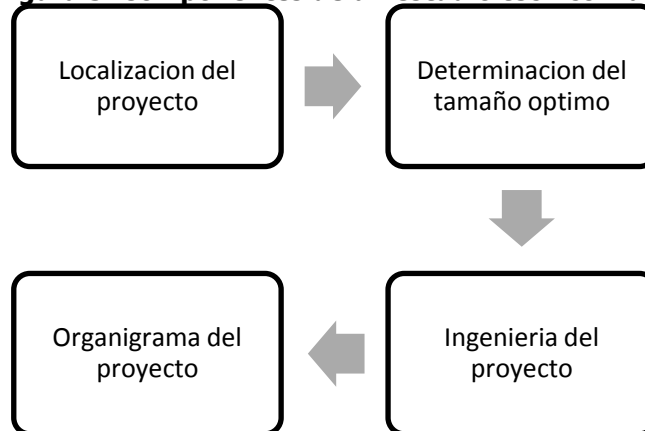
- Localización del proyecto: Es determinar el sitio donde se instalará el proyecto.
- Determinación del tamaño óptimo: Se refiere a la capacidad instalada del proyecto, y se expresa en unidades de producción por año, se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica.
- Ingeniería del proyecto: Su objetivo es resolver todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta, desde la descripción del proceso, adquisición del equipo y la maquinaria.
- Organización humana y jurídica: Es elaborar un organigrama de jerarquización vertical simple, para mostrar cómo quedarán, a su juicio, los puestos y jerarquías dentro de la empresa.

¹⁴LÓPEZ Parra Elvira, GONZÁLEZ Navarro Nora, CANO Adolfo. Estudio técnico elemento indispensable en la evaluación de proyectos de inversión. {en línea}. {4 mayo de 2012}. Disponible en: (<http://antiguo.itson.mx/publicaciones/contaduria/Julio2008/estudiotecnico.pdf>)

¹⁵ BACA URBINA, Gabriel. Evaluación de proyectos. 1998

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Figura 5. Componentes de un estudio técnico-Baca



Fuente. Propio adaptado de Baca Urbina, Gabriel. Evaluación de proyectos

En general el estudio técnico pretende resolver las preguntas referentes a dónde, cuándo, cuánto, cómo y con qué producir lo que se desea, por lo que el aspecto técnico de un proyecto comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto.¹⁶

El autor Nassir Sapag Chain define que una de las conclusiones más importantes derivada del estudio técnico, es que se debe definir la función de producción que optimice el empleo de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto, de aquí podrá obtenerse la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto. Por su parte la estructura del estudio técnico que propone este autor es:

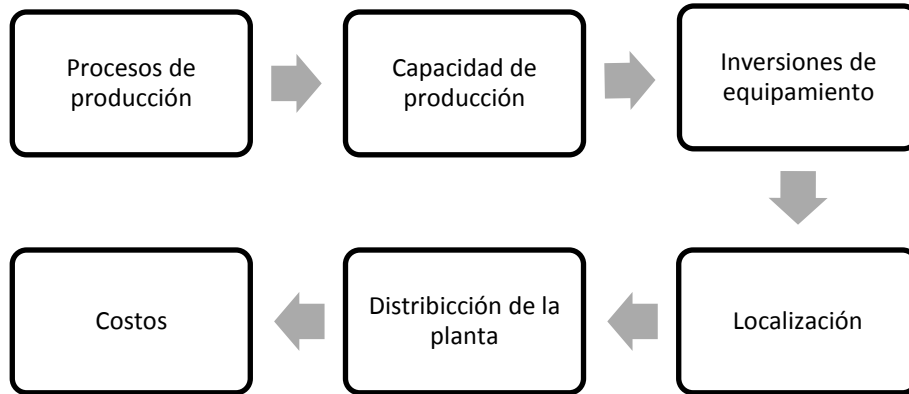
- Proceso de producción: Es el conjunto secuencial de operaciones unitarias aplicadas a la transformación de materias primas en productos aptos para el consumo.
- Capacidad de producción: Máximo nivel de producción que puede ofrecer una estructura económica determinada.
- Inversiones en equipamiento: Inversiones que permitan la operación normal de la planta de la empresa creada por el proyecto.
- Localización: Determinar la ubicación más adecuada teniendo en cuenta la situación de los puntos de venta o mercados de consumidores, puntos de abastecimiento para el suministro de materias primas o productos intermedios, etc.
- Distribución de planta: Incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores, como todas las otras actividades o servicios, incluido mantenimiento.

¹⁶Lozano Paola, Rosero Carmen. (2004). Estudio de prefactibilidad y evaluación de impacto ambiental para el diseño de una planta embotelladora de agua en la localidad de Sumapaz. Universidad de la Salle. Disponible en: (<http://tegra.lasalle.edu.co/tegra/handle/12991031>).

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

- Cálculo de costos de producción: Gastos en que se incurre para producir un bien o un servicio.

Figura 6. Componentes de un estudio técnico- Sapag



Fuente. Propio adaptada de Universidad para la cooperación internacional

En síntesis, el objetivo del estudio técnico es llegar a determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. De la selección de la función óptima se derivarán las necesidades de equipos y maquinarias que, junto con la información relacionada con el proceso de producción, permitirán cuantificar el costo de operación.¹⁷

7.1.2 Evaluación de impacto ambiental

El concepto de evaluación de impacto ambiental comenzó a utilizarse oficialmente a través del Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Ambiente, y su decreto reglamentario 2811 de 1974 derogado por la ley 99 de 22 de diciembre de 1993, que señaló en el título VI, artículos 27, 28 y 29 sobre la declaración de efecto ambiental y la obligatoriedad del “estudio ecológico y ambiental”, sin tener en cuenta el alcance de estos estudios, ni el procedimiento, ni los casos en que se debería solicitarse, ni sus competencias.¹⁸

La evaluación de impacto ambiental tiene como objetivo describir las condiciones ambientales del sitio o lugar donde se desarrollará el proyecto; identificar y calificar los

¹⁷UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL. {10 de octubre de 2012} disponible en: (http://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo_del_Estudio_Tecnico.pdf)

¹⁸GONZALEZ ANGARITA, Gina Paola y GARRETA CHINDOY María Ernestina. Indígenas, petróleo y sostenibilidad humana en el piedemonte amazónico de Colombia. Bogotá D. C. 2007. T5 trabajo de magister. Pontificia universidad javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

impactos o afectaciones que se pueden generar sobre el ambiente (físico, biótico y social) por el desarrollo del proyecto y proponer el manejo ambiental del mismo, que contendrá planes específicos para prevenir, controlar, mitigar o compensar los efectos negativos a causados sobre los componentes físico, biótico y social. Adicionalmente deben formularse los programas que establezcan los mecanismos para el monitoreo y seguimiento de las medidas ambientales adoptadas y para entender las contingencias que puedan surgir en el desarrollo del proyecto.¹⁹

De acuerdo con el autor John Horberry la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento para alentar a los encargados de la toma de decisiones a que tengan en cuenta los posibles efectos de las inversiones en proyectos de desarrollo sobre la calidad ambiental y productividad de los recursos naturales e instrumento para recolectar y organizar datos que los planificadores necesitan para hacer que los proyectos en desarrollo sea más sustentables y ambientalmente menos agresivos.²⁰

Por su parte Alfonso Garmendia define la evaluación de impacto ambiental como el procedimiento necesario para la valoración de los impactos ambientales de las distintas alternativas de un proyecto determinado, en el cual se debe prevenir y controlar los efectos negativos de la realización de las actividades que puedan tener para el medio ambiente, para lo que se estudian medidas preventivas, protectoras, compensatorias y correctoras con el fin de eliminar, evitar, reducir, reducir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente, así como aumenta, mejorar y potenciar los efectos positivos.²¹

7.2 MARCO CONCEPTUAL

7.2.1 Embalse

Los embalses son ecosistemas acuáticos creados por el hombre con el propósito de generar energía eléctrica, suministrar agua de consumo humano, control de inundaciones o simplemente recreación. Se encuentran constituidos por tres estructuras básicas la presa o dique, la obra de excedencia o aliviadero y la obra de la toma.²²

Dentro de las características básicas de los embalses se encuentran:

- Las cubetas de los embalses son alargadas y su línea de costa muy irregular y desarrollada, dependiendo de la geomorfología del valle inundado.

¹⁹CONESA, Vicente: Guía metodológica para la Evaluación del impacto ambiental. 3 edición, Ediciones Mundi-prensa. 1997. p, 25.

²⁰SANCHEZ, Luis Enrique: Evaluación del impacto ambiental conceptos y métodos. Ecoe ediciones Bogotá 2011. p, 38.

²¹ GARMENDIA, Alfonso: Evaluación de impacto ambiental. Pearson educación S.A. Madrid.2005. p,289.

²² MALTERON, Hernán. Obras Hidráulicas Rurales. universidad del valle. 1997 p.132

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

- Son de flujo más lento que el de los ríos y más rápido que el de un lago.
- Los sedimentos de fondo son de origen alóctono, el material autóctono se sedimenta en las partes lacustres del embalse y el material alóctono se acumula cerca de la zona fluvial.
- Los embalses nacen en condición heterotrófica, y posteriormente se presenta el proceso de digestión de la materia orgánica que se hallaba en el fondo del terreno inundado.
- Las características geológicas de la cuenca son determinantes en aspectos como el físico química de las aguas y la carga de sedimentos, las cuales a su vez tienen influencia sobre la productividad biológica y características tróficas del embalse.
- La naturaleza de la cubeta del embalse, la vegetación y el tipo de suelos inundados, constituyen un factor determinante del estado trófico del embalse y sus características ecológicas.

7.2.2 Hidrología

Hidrología es la ciencia que describe el comportamiento del agua en la tierra, su distribución en la superficie y el tiempo y sus aspectos cuantitativos y cualitativos, constituyéndose en una rama de la geografía física. De los factores climáticos y meteorológicos que inciden en el régimen hidrológico de una cuenca se distinguen, el régimen de precipitaciones, medias, intensidades y frecuencias; otros factores lo constituyen los vientos, humedad y temperatura del aire.

Algunos problemas sobre los cuales interviene la hidrología esta la determinación de las precipitaciones máximas probables de una cuenca con el fin de evaluar caudales críticos que permitan diseñar obras de arte y sistemas de drenaje, predicción de crecidas para evitar inundaciones de poblados y terrenos, pronóstico de escurrimiento superficial para la operación de embalses y disponibilidad de agua con fines de regadío.²³

7.2.3 Inundación

Es un evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua, como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan llanuras de inundación, en general, aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua. Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial y encharcamiento.²⁴

²³ SIMONET, Mario Urra: Fundamentos de Hidrología Superficial. Tema IV. Santiago, Chile. Universidad Chile.
²⁴ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES {En línea}. {20 mayo de 2012} disponible en: (<http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?IServicio=Glosario&ITipo=user&IFuncion=main&>)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

7.2.4 Estudio de impacto ambiental

Es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto, el cual debe identificar, describir y valorar de manera apropiada y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto produciría sobre los distintos aspectos ambientales. Se trata de presentar la realidad objetiva, para conocer en qué medida repercutirá sobre el entorno la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad y con ello, la magnitud del sacrificio que aquel debería soportar.²⁵

7.2.5 Impacto ambiental

Un impacto ambiental es cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales. El termino impacto no implica negatividad, ya que estos pueden ser tanto positivos como negativos.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto y la situación del medio ambiente futuro al cómo habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir, la alteración neta (positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano) resultante de una actuación.²⁶

7.2.6 Factor ambiental

Los diversos componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta, son el soporte de la actividad humana y son susceptibles de ser modificados por los humanos.

7.2.7 Indicador de impacto ambiental

Es el elemento o concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo y también si es posible en el cuantitativo; algunos indicadores pueden expresarse numéricamente, mientras otros emplean conceptos de valoración calificativos, tales como excelente, muy bueno, bueno, regular, deficiente. Para cada indicador de impacto, es preciso disponer de una función valores asociada, que permita establecer la Calidad Ambiental en función de la magnitud de aquel.²⁷

25CONESA, Vicente: Guía metodológica para la Evaluación del impacto ambiental. 3 edición, Ediciones mundiprensa. 1997. p .27

²⁶Ibíd., p.25

²⁷Ibíd., p.24

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

7.2.8 Plan de manejo ambiental

Es el conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad; incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.²⁸

²⁸PRECIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 2820 de 2010. Por el Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

8. MARCO METODOLÓGICO

8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del estudio de pre factibilidad del diseño del embalse en el Río Frío, se realizará una investigación de tipo cuantitativo-cualitativo, ya que se busca una alternativa que mitigue posibles inundaciones en el municipio Chía, de acuerdo con lo anterior se planteo una hipótesis acorde que permita definir una solución a esta problemática la cual se comprobará por medio de la utilización de instrumentos, herramientas y metodologías que permitan la recolección de información y la definición de las variables que se utilizarán en el estudio.

8.2 METODOLOGÍA

8.2.1 Fase documental

En esta primera fase, se hará revisión de la información sobre documentos relacionados y estudios realizados que hayan sido desarrollados principalmente en la cuenca del Río Frío, esto con el objetivo de conocer más información de la zona del área de estudio.

Por otra parte se conseguirá la cartografía elaborada por el instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC) del municipio de Chía y Cajicá en una Escala 1:100000, en la cual se identificará la cuenca del Río Frío como afluente del Rio Bogotá, donde se obtendrán rasgos topográficos que son importantes para el diseño del embalse que se realizará en la zona. Además de esto se seleccionará la metodología que se llevará a cabo para la selección de alternativas para estudio de pre factibilidad técnico y para la realización de la evaluación de impacto.

8.2.2 Fase campo

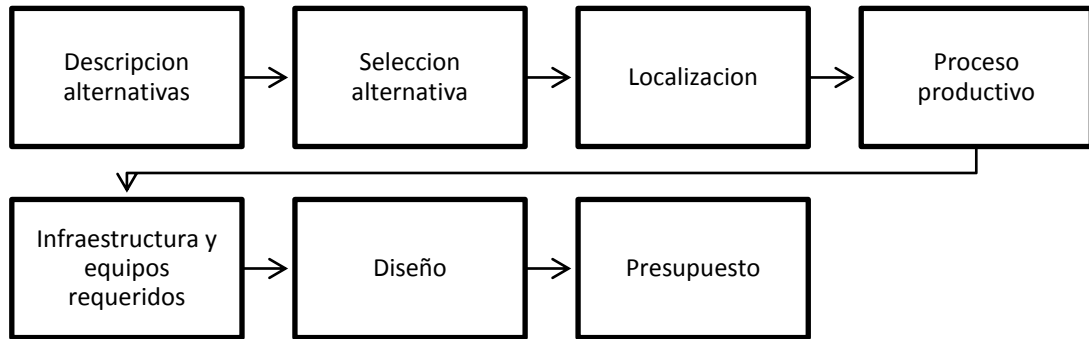
En esta fase se realizarán visitas de campo en el área de estudio para el reconocimiento de la misma, donde se comprobarán las características identificadas en la cartografía y la obtenida en la fase documental, se realizarán mediciones de caudales en algunos puntos establecidos y se tomara un registro fotográfico de la zona del proyecto. Esta fase es importante porque permite el reconocimiento de la zona permitiendo establecer con criterio los factores y actores que se deben tener en cuenta a la hora de la realización de la matriz de identificación de impactos ambientales.

8.2.3 Fase de elaboración de resultados

Esta fase se realizará en dos partes de acuerdo con la información obtenida en las anteriores fases, la primera de esta será la elaboración del estudio técnico a través del método de selección de alternativas que permitirán conocer la localización, tamaño y características de la presa.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RÍO FRÍO EN CHÍA

Figura 7. Metodología estudio técnico



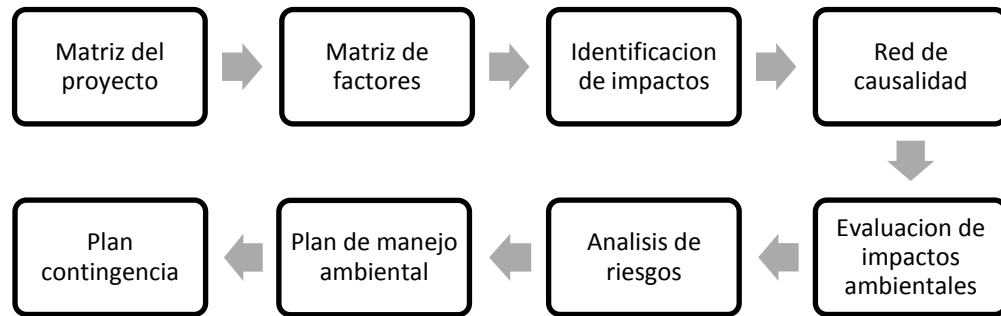
Fuente. Autor

Para identificar los impactos ambientales que generara el diseño del embalse en el Río Frío, se utilizará una matriz de interacciones tipo causa- efecto, una vez identificados los impactos generados se utilizará la metodología de evaluación cualitativa propuesta por Vicente Conesa, quien es un profesional que une amplios conocimientos del mundo de la ingeniería y su extenso dominio en cuestiones ambientales.

- Matriz del proyecto: Se identificarán las actividades para la construcción del embalse en el Río Frío.
- Matriz de factores: Se identifican los componentes con los elementos y los factores afectados por las actividades del proyecto.
- Identificación de impactos ambientales: La identificación de los impactos ambientales se realizará a través de una matriz de interacción tipo causa-efecto.
- Red de causalidad: Se relacionará el elemento, la acción, la posible alteración, los indicadores de estado y presión, con las consecuencias que se podrán ocasionar en los componentes físico, biótico y socioeconómico.
- Evaluación de impactos ambientales: Determinación de la importancia de los impactos ambientales de acuerdo al grado de manifestación de éstos sobre un elemento ambiental, se calcula en función de once diferentes criterios propuestos en la metodología de evaluación.
- Análisis de riesgos: Generar una herramienta de mitigación, control y prevención a posibles accidentes ocasionados en la ejecución del proyecto.
- Formulación de plan de manejo ambiental: Para la elaboración de este se realizarán fichas de manejo para los mayores impactos, en las cuales se determina su respectivo manejo para así lograr minimizar los impactos negativos del proyecto y maximizar los impactos positivos.
- Plan de contingencia: Contiene las medidas técnicas, humanas y organizativas necesarias para garantizar la continuidad del proyecto durante la construcción y operación del proyecto.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Figura 8. Metodología de estudio de impacto ambiental

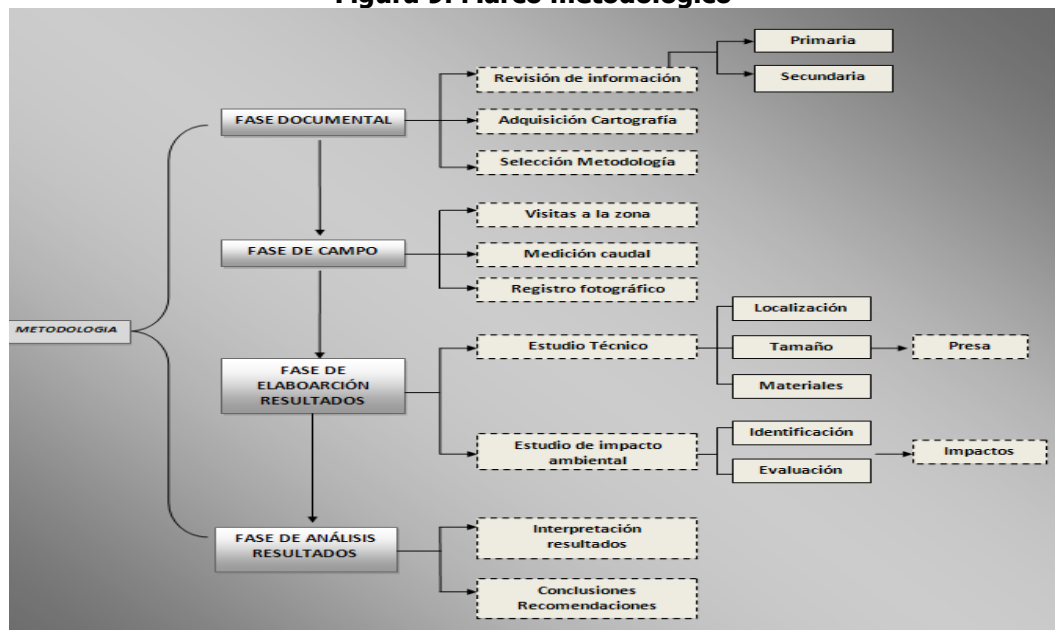


Fuente. Autor

8.2.4 Fase análisis de resultados

De acuerdo con los resultados de la fase anterior, se interpretarán las características definidas en el estudio técnico que tendría la presa y se elaboraran medidas de manejo ambiental y programas de seguimiento para los impactos que ocasionaría el proyecto. Por último se realizaran las conclusiones y recomendaciones pertinentes del proyecto.

Figura 9. Marco metodológico



Fuente. Autor

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

8.3 MARCO LEGAL

En la tabla número 1 se presenta la normatividad a tener en cuenta para la realización del estudio de pre factibilidad técnico y la Evaluación de Impacto Ambiental en el diseño del embalse en el Rio Frío.

Tabla 1. Normatividad aplicable al proyecto

NORMA	TEMA	DESCRIPCION
CONSTITUCIÓN NACIONAL ART 311	Construcción de obras	Establece que el municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria.
Decreto 1220 DE 2005 Título VIII Artículo 1	Licencias ambientales	En el cual decreta las definiciones correctas para la interpretación de conceptos como alcance de los proyectos, obras o actividades, Impacto ambiental, medidas de compensación, medidas de corrección, medidas de mitigación, medidas de prevención, plan de Manejo Ambiental.
Decreto 1220 DE 2005 Título IX Artículo 7	Proyectos sujetos a licencias ambientales	Proyectos, obras y actividades sujetos a licencia ambiental
Decreto 1729 de 2002	Cuencas Hidrográficas	El uso de los recursos naturales y demás elementos ambientales de la cuenca, se realizará con sujeción a los principios generales establecidos por el Decreto ley 2811 de 1974, Ley 99 de 1993, sus normas reglamentarias y lo dispuesto en el presente Decreto.
Decreto Ley 2811 de 1974 TITULO III Art. 102	Ocupación de cauces	Quién pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua, deberá solicitar autorización.
Decreto Ley 2811 de 1974 TITULO V Art. 119	obras hidráulicas	Las disposiciones del presente título tienen por objeto promover, fomentar, encauzar y hacer obligatorio el estudio, construcción y funcionamiento de obras hidráulicas para cualquiera de los usos de los recursos hídricos y para su defensa y conservación.

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

<p align="center">DECRETO 067 DE 2009</p> <p align="center">ART 2</p>	<p align="center">Progreso local del Municipio de Chía</p>	<p>Establece que la misión institucional del municipio de Chía es prestar los servicios públicos que determine la ley, construyendo las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, responder por el mejoramiento social y cultural de sus habitantes, así como asumir con diligencia el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, mediante el cumplimiento de las funciones que le establece la Constitución Política y las leyes, y en especial mediante la elaboración y adopción de planes, programas y proyectos, y la gestión de servicios a su cargo</p>
<p align="center">PLAN DE DESARROLLO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CHÍA CUNDINAMARCA</p>		<p>El cual adopta el plan de embellecimiento, ornato, cuidado y protección del patrimonio histórico y Área de reserva ambiental de la ronda del río Frío.</p>

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

9. ESTUDIO TECNICO

Con el estudio técnico se definió la localización de la presa, el área de embalse y las características que lo conforman. Para esto se hizo necesaria la selección de la localización más óptima para la construcción del mismo, se analizaron dos alternativas:

Alternativa 1: Ubicada en la vereda Canelón perteneciente al municipio de Cajicá con coordenadas geográficas 04°55'33"N y 74°04'0.5"W.

Alternativa 2: Ubicada en la vereda Rio Frio Occidental del municipio de Tabio con coordenadas geográficas 04°58'46"N y 74°04'10"W.

Foto 1. Alternativa 1



Fuente. Autor

Foto 2. Alternativa 1



Fuente. Autor

Foto 3. Alternativa 2



Fuente. Autor

Foto 4. Alternativa 2



Fuente. Autor

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

9.1 MÉTODO DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Para la selección de la alternativa en la cual se diseñará el embalse en el Río Frío se utilizó un método cualitativo por puntos el cual consiste en asignar un valor ponderado a los factores principales que permitían el desarrollo del proyecto, de esta manera se realiza una comparación cuantitativa de diferentes alternativas asignado un valor de 1 a 10 donde los valores menores serán considerados como los menos óptimos y los mayores como los más óptimos para la ejecución del proyecto; la siguiente ponderación fue propuesta con la experiencia de profesionales en este tipo de proyectos.

Tabla 2. Ponderación de alternativas

MEDIO	FACTOR	PONDERACION	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
FISICO	Topografía del lugar	0,13	9	1,17	6	0,78
	Condiciones Geológicas	0,05	8	0,4	6	0,3
	Vías de acceso afectadas	0,04	5	0,20	4	0,16
	Cantidad de agua disponible	0,06	8	0,48	8	0,48
	Facilidad de instalación	0,03	7	0,21	5	0,15
	Acceso al sitio	0,02	8	0,16	6	0,12
	Dimensiones de la presa	0,03	9	0,27	6	0,18
	Costos de predios	0,04	8	0,32	4	0,16
BIOTICO	Predios con cultivos afectados	0,10	6	0,60	4	0,40
	Afectación flora	0,05	7	0,35	6	0,30
	Afectación de fauna	0,06	7	0,42	6	0,36
	Uso del suelo	0,09	8	0,72	5	0,45
SOCIAL	Personas afectadas	0,05	7	0,35	5	0,25
	personas beneficiadas	0,10	8	0,80	8	0,80
	actividades económicas desplazadas	0,15	8	1,20	5	0,75
	TOTAL	1,00		7,65		5,64

Fuente. Autor

De acuerdo a los resultados obtenidos con este método la alternativa seleccionada será la uno, puesto que cuenta con condiciones más óptimas que permitirán un mejor desarrollo

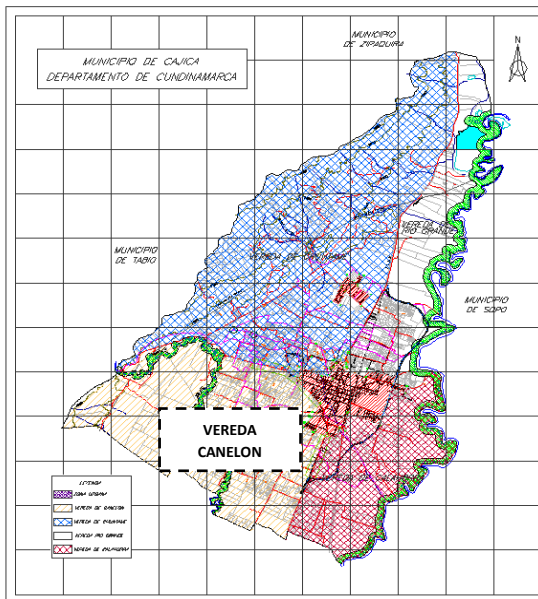
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

en la construcción del embalse, esta alternativa está ubicada en la vereda el Canelón en el municipio de Cajicá.

9.2 LOCALIZACION

La construcción del embalse en el Río Frío se realizará en la vereda el Canelón en el municipio de Cajicá del departamento de Cundinamarca, la cual cuenta con una extensión de 256.245 Ha y más de 778 habitantes.

Figura 10. Ubicación de la Vereda Canelón en el municipio de Cajicá Departamento de Cundinamarca



Fuente. Alcaldía municipal de Cajicá

9.3 PROCESO PRODUCTIVO

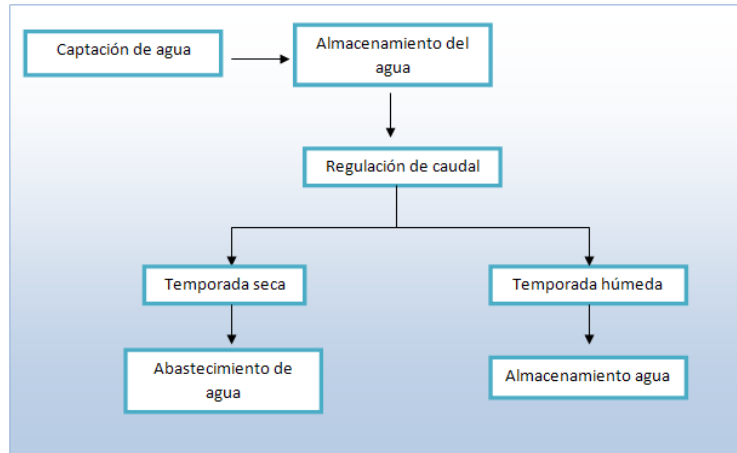
El proceso productivo que realizara el embalse en el Río Frío consistirá en:

- Primero la captación de agua del Río Frío hasta el área embalsada.
- Segundo una vez este almacenada el agua se regulara el caudal por medio de válvulas reguladoras.
- Tercero la cantidad descargada será de acuerdo a las condiciones climatológicas sean periodos húmedos o secos que se presenten en el municipio.

Si corresponde a una temporada seca es decir en verano el agua almacenada en el embalse servirá para el abastecimiento de la población, mientras que si se encuentra en una temporada invernal el embalse servirá para el almacenamiento de agua producida en la cuenca por fuertes lluvias y que generan crecidas en la cuenca alta del río, evitando posibles inundaciones en esta zona.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RÍO FRÍO EN CHÍA

Figura 11. Proceso productivo del embalse



Fuente. Autor

9.4 INFRAESTRUCTURA REQUERIDA

Sera necesario para la construcción del embalse en el Río Frío tener en cuentas las siguientes características del terreno:

- Localización
- Pendiente
- Estabilidad
- Geología
- Acceso a la materia prima (agua)
- Vías de acceso
- Costos de mano de obra
- Costos de predios a inundar

9.5 EQUIPOS Y MATERIAS PRIMAS REQUERIDOS PARA EL PROYECTO

Los equipos y las materias primas necesarios para la construcción del embalse en el Río Frío son:

- Predios
- Excavadora
- Compactadora
- Volquetas
- Válvulas
- Compuertas
- Tuberías
- Concreto
- Mano de obra
- Centro de Control

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

9.6 CALULOS DE LA PRESA

Dentro de los cálculos necesarios para el diseño del embalse en el Río Frío es importante conocer el área que se inundara para esto de acuerdo con la información de las curvas de nivel de la cartografía de la zona de estudio se obtienen la siguiente tabla:

Tabla 3. Área volumen

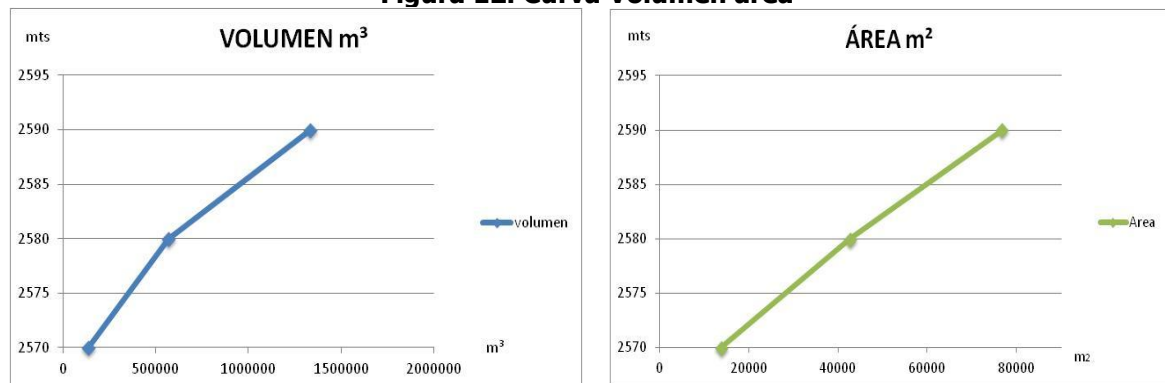
AREA m ²	COTA msnm	H (m)	Área m ²	VOL m ³	Volacumulado m ³
0.00	2565	0	0	0	0
13875.00	2570	5	13,875	34687.5	34687.50
35875.00	2580	10	42,813	248750	283437.50
63875.00	2590	10	81812.5	498750	782187.50
102345.00	2595	5	134282.5	415550	1197737.50

Fuente. Autor

Donde la columna uno es el área a inundar de la cota que está en la columna dos obtenida con métodos de cálculos de área, la columna tres H es la diferencia entre la cota anterior y actual, la columna cuatro es el acumulado del área a inundar donde en la última fila se obtiene el área total a inundar, la columna cinco es el volumen con el que se dispondrá si se inundara a esta esa cota y por ultima la columna seis es el acumulado del volumen que se obtendrá con esas cotas de inundación.

En las siguientes graficas se observa la relacion del area a embalsar con el volumen y las cotas respectivas.

Figura 12. Curva Volumen area



Fuente. Autor

Se observa que el área total de llenado serán 103 Ha comprendiendo las cotas de 2570 hasta 2595.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Con información de caudales medios entre los periodos de 1964 hasta 2010 de la estación Puente la Virginia de la Corporación autónoma regional de Cundinamarca se realiza la tabla 4 donde la columna dos registra los caudales medios ofertados por el rio durante cada mes; la columna tres es el caudal del rio ofertado por el promedio de los meses, la columna cuatro es el caudal de la columna tres multiplicado por el caudal medio que es el resultado del área tributaria por el rendimiento de la región, la columna cinco es el vol Mm^3 el cual es el resultado del valor ofertado por el rio multiplicado por los treinta días del mes; la columna seis es el volumen acumulado, la columna siete es la demanda dada por el rio, en la columna ocho se registran los déficit y exceso que se presentan durante los periodos del año y por último la columna nueve es caudal con el que se cuenta en el año para abastecer a los municipios de Chía y Cajicá.

Además de esto se cuenta con un área tributaria de 23 km^2 , un rendimiento estimado para la región andina de 30 l/s/ km^2 , Un caudal medio obtenido de la multiplicación del área tributaria por el rendimiento de $0.68 \text{ m}^3/\text{s}$ y un supuesto de vida útil de 70 años con carga de sedimentos de $30 \text{ (m}^3/\text{años)}$, obteniendo un volumen muerto es decir los sedimentos que en la vida útil se ubican debajo de la bocatoma de $0.0021 \text{ (Mm}^3)$.

Para saber el volumen necesario para abastecer a la población del municipio de Chía y Cajicá se realiza el siguiente cálculo:

Demanda para el municipio de Chía:

Habitantes: 115000

Consumo diario por habitante de 200 litros

Obteniendo un consumo para la población del municipio de Chía de: 23000000 l/d , es decir que se necesita un volumen de 266 l/s para abastecer a la población del municipio de Chía.

Demanda para el municipio de Cajicá:

Habitantes: 50000

Consumo diario por habitante 200 litros

Consumo en la población del municipio de Cajicá de 10000000 l/d , como resultado de esto se hace necesario un volumen de 115 l/s para abastecer a la población del municipio de Cajicá.

Siendo así, se necesita un volumen total de 381 l/s para abastecer a la población de los dos municipios.

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

Tabla 4. Oferta del Rio Frío- Estación Puente Virginia

MES	Q (m ³ /s)	% CADA MES	Caudales M3/S	Vol Mm ³	Vol acum (Mm ³)	DEMANDA Mm ³	(D-V) Mm ³	Σ (D-V) Mm ³
Enero	0.62	0.44	0.303	0.7845	0.7845	1.3	0.515	0.515
Febrero	0.68	0.49	0.335	0.8687	1.6532	1.3	0.431	0.947
Marzo	0.96	0.69	0.472	1.2246	2.8779	1.3	0.075	1.022
Abril	1.08	0.78	0.533	1.3803	4.2581	1.3	-0.080	
Mayo	1.26	0.91	0.620	1.6060	5.8642	1.3	-0.306	
Junio	1.34	0.96	0.659	1.7081	7.5723	1.3	-0.408	
Julio	1.45	1.04	0.714	1.8497	9.4219	1.3	-0.550	
Agosto	1.08	0.78	0.532	1.3777	10.7996	1.3	-0.078	
Septiembre	1.41	1.02	0.694	1.7999	12.5996	1.3	-0.500	
Octubre	2.71	1.95	1.333	3.4545	16.0540	1.3	-2.154	
Noviembre	2.96	2.13	1.458	3.7797	19.8338	1.3	-2.480	
Diciembre	1.11	0.80	0.546	1.4160	21.2498	1.3	-0.116	
PROMEDIO	1.39							

Fuente. Autor

Como se observa en la tabla anterior se obtiene un volumen útil anual de 1.022 (Mm³) es decir 394 l/s el cual es suficiente para abastecer a la población del municipio de Chía y Cajicá.

Se diseña una presa de tipo enrocado (piedra, roca, arena) debido a que en el área de estudio la accesibilidad de estos materiales se facilita permitiendo una mayor optimización de los recursos para la construcción de la presa.

Las características a tener en cuenta para la inclinación del talud de la presa son:

- Hd: altura de descarga de creciente
- Ho: altura de viento
- Hl: altura libre
- Hm: altura máxima
- Vv: velocidad de viento
- F: longitud del embalse
- Hm: altura de sedimento
- Hv: altura volumen útil dado por la curva área volumen
- Bl: El borde libre de la presa lo comprende Hd altura de descarga de creciente, Ho altura por oleaje dado por la velocidad del viento y Hl que es la altura libre que por seguridad, por agrietamiento en la presa es de 0.60 m mínimo.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

- De acuerdo con los materiales de la presa (arcilla de baja plasticidad) que es más resistente y la altura de la misma su talud de inclinación tiene las siguientes características:

PREDIMENSIONES TALUD		
TALUD SECO (m)	1	2
	33.81	67.63
TALUD HUMEDO (m)	1	2.5
	33.81	84.53

Como resultado de los cálculos realizados se obtuvieron las siguientes dimensiones para la presa en el Rio Frío:

El caudal Máximo se obtuvo con información los caudales máximos de la estación Hidrometeorológica Pte Virginia de la jurisdicción CAR que se utilizaron con el Método Gumbell en el programa HYFA obteniendo de esta manera 49.4 m³/seg de caudal máximo en la cuenca del Rio Frío.

El valor de la altura de volumen muerto y la altura de volumen útil fue obtenido de las figura 12 Curva volumen-área, la longitud de la presa fue tomada en campo.

Tabla 5. Dimensiones de la presa

MATERIAL	arcilla baja Plasticidad
PARTE HUMEDA	2,5=1
PARTE SECA	2=1
LONGUITUD (m)	17
CORONA (m)	10
Vv(km /hora)	35
F(km)	2
Hm (m)	4
Hv (m)	24
Q max (m³/seg)	49.4
Hd (m)	4.98
Ho (m)	0.24
HI(m)	0.6
Bl (m)	5.81
Hmax (m)	33.81

VOLUMEN DE LA PRESA (Mm3)	0.06
LONG EMBALSE m	20

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

La presa tendrá unas medidas en el talud seco de 67.63 m y en el talud húmedo de 84.53 m; con una longitud total de 17m, la corona de la presa será de 10 m, una altura máxima de presa de 33.81 para un caudal de 49.4 m³/seg y un volumen total de 0.06 Mm³. Los componentes básicos de un embalse son la presa o dique y el vertedero que para estudio se diseño un vertedero tipo creager donde:

Tabla 6. Vertedero tipo creager

Longitud (m)	17
Q max (m ³ /s)	49.40
B (m)	17
Z (m)	28
Hmax hd: (m)	1.36
Efecto de velocidad >1.33 se desprecia la cabeza de velocidad	20.6
Velocidad cresta de vertedero (m/s)	2.14
Profundidad critica yc: (m)	0.95
Velocidad critica vc: (m/s)	3.05

Fuente. Autor

La longitud del vertedero será de 17 m y una altura de 28 m para un caudal de 49.4 m³/seg, la velocidad de la cresta será de 2.14 m/seg, obteniendo una profundidad critica de 0.95 m y una velocidad critica de 3.05 m/seg.

Calculo de la ecuación tipo Creager:

Con esta ecuación se conocerá el perfil Tipo Creager el cual nos permitirá identificar las características que tendrá el vertedero de esta presa.

ECUACION CREAGER	$X^n = k \cdot Hd^{(n-1)} \cdot y$
-------------------------	------------------------------------

$$X^{(1,85)} = 4.95073715 \cdot y$$

$$Y = 0.20199012 \cdot X^{(1,85)}$$

Al desarrollar la ecuación anterior se obtiene:

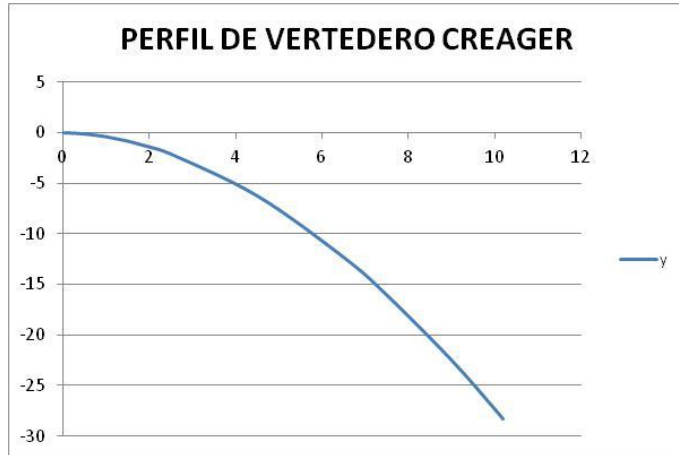
X	0	0.1	0.5	2.0	4.5	6.5	9.0	10.0	10.2
Y	0.000	0.005	0.107	1.391	6.236	12.31	22.483	27.32	28.34

Pendiente de la pared agua arriba:

PENDIENTE AGUAS ARRIBA	K	N
Vertical	2	1.85
3=1	1.936	1.836
3=2	1.939	1.81
3=3	1.873	1.776

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

De acuerdo a la siguiente grafica resultado del desarrollo de la ecuación Creager se hace necesario construir una caída aproximada de 10.2 m para alcanzar la altura del vertedero que es de 28 m.



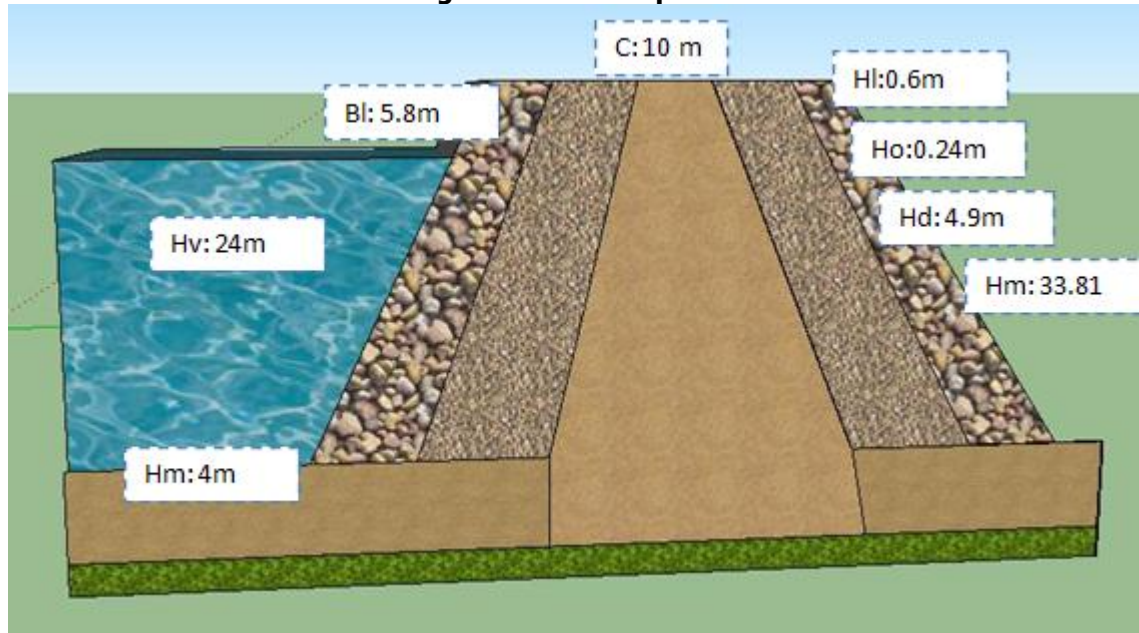
CARACTERÍSTICAS DEL VERTEDERO CREAGER:

En la siguiente tabla se describen las dimensiones de las características que tendrá el vertedero tipo Creager de la presa:

Velocidad al pie de aliviadero v_i (m/s)	23.14
Altura del primer resalto y_1 (m)	0.13
N froude	20.86
h_j/y_1	6.2
H diente de dique h_j (m)	0.779
resalto hidráulico y_2 (m)	3.58
agua que sale y llega al río Y3 (m)	2.65
POZO DE AMORTIGUACION	
longitud del resalto hidráulico (m)	23.83
longitud del resalto hidráulico (m)	17.12
Longitud total del resalto hidráulico L_j (m)	20.48

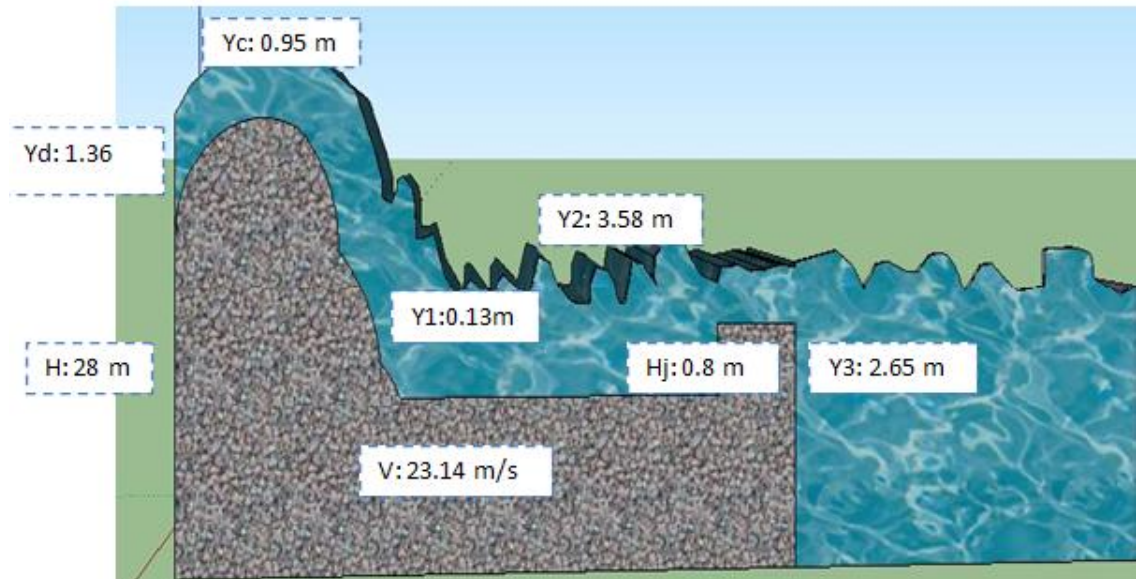
9.7 DISEÑO

Figura 13. Diseño presa



Fuente. Autor

Figura 14. Diseño vertedero tipo Creager



Fuente. Autor

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

9.8 PRESUPUESTO

La siguiente tabla muestra el presupuesto que incluye los materiales y equipos necesarios para la construcción y operación del embalse en el Rio Frio.

DESCRIPCION	UNIDA D	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL
Predios	Ha	103	\$ 35,000,000	\$ 3,605,000,000
obras hidráulicas	Global		\$ 10,084,745,020	\$ 10,084,745,020
Campamentos	Global	2	\$ 75,000,000	\$ 150,000,000
Señalización	MI	380	\$ 2,500	\$ 950,000
Excavación	m ³	65	\$ 9,235	\$ 600,275
Construcción de vías	Km	12	\$ 400,000,000	\$ 4,800,000,000
Concreto	m ³	65	\$ 6,540	\$ 425,100
Tubería	MI	18	\$ 31,500	\$ 567,000
Válvulas	Un	6	\$ 60,000,000	\$ 360,000,000
Maquinaria	Un	3	\$ 115,000,000	\$ 345,000,000
Demolición	Km	22	\$ 30,039	\$ 660,858
Transporte	m3* Km	750	\$ 950	\$ 712,500
Revegetalización	Ha	15	\$ 1,350	\$ 20,250
Desmante de instalaciones	Ha	22	\$ 1,035	\$ 22,770
TOTAL				\$ 19,348,703,773

Fuente. Autor

Dentro la tabla anterior se describen los costo unitarios de los predios a adquirir para el desarrollo del proyecto, el valor de las obras hidráulicas en la cuales se encuentran incluidas el vertedero tipo Creager y la presa, la señalización pertinente, equipos y materiales necesarios, el costo de las actividades de Revegetalización y desmante de las instalaciones para la construcción del embalse en el Rio Frío se hace necesario un presupuesto total de \$ 19,348,703,773 pesos colombianos.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El siguiente estudio se realizó para identificar y evaluar los impactos que puedan generar las actividades de las fases de construcción y operación de un embalse en el Río Frío.

Para identificar los impactos ambientales que genera el diseño del embalse en el Río Frío, se utilizó una matriz de interacciones tipo causa- efecto para conocer la relación existente entre los elementos del ambiente a afectar y las actividades a realizar, una vez identificados los impactos generados se relacionó el elemento, la acción, la posible alteración, los indicadores de estado y presión, con las consecuencias que se podrán ocasionar en los componentes físico, biótico y socioeconómico.

Para la evaluación de los impactos ambientales generados se utilizó la metodología de evaluación cualitativa propuesta por Vicente Conesa analizando la importancia de los impactos ambientales de acuerdo al grado de manifestación de éstos sobre los elementos ambientales, por último se proponen alternativas para minimizar o maximizar los impactos generados por las fases de operación y construcción del embalse.

10.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

10.1.1 Localización: El proyecto se realizara en la vereda Canelón perteneciente al municipio de Cajicá departamento de Cundinamarca.

10.2 LINEA BASE AMBIENTAL

10.2.1 Áreas de influencia

Para la realización del estudio de impacto ambiental se delimitó y se definieron las áreas directas e indirectas que serán afectadas por los impactos generados en la construcción del embalse.

10.2.2 Área de influencia directa

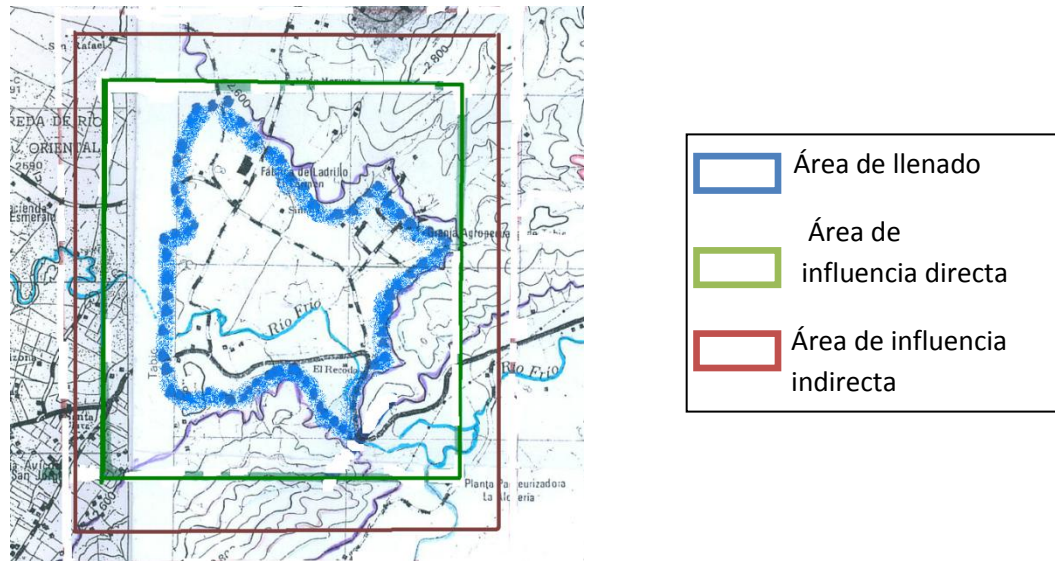
El área de influencia directa del proyecto serán las 103 hectáreas de inundación y los predios en la cual se instalaran las obras, campamentos e instalaciones necesarias, la estación de policía cercana a la estación meteorológica Puente la virgínea, la ladrillera Simna, la granja Tabio.

10.2.3 Área de influencia indirecta

Dentro del área de influencia indirecta delimitada se encuentran predios, la hacienda de producción lechera La Alquería, vías de acceso y la cuenca del Río Frío aguas abajo del sitio de la presa.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Figura 15. Área de influencia



Fuente. Propia tomada del mapa cartográfico de Instituto geográfico Agustín Codazzi

10.3 DESCRIPCION LINEA BASE

La línea base se realizó con base en información sobre el municipio Cajicá presentada en documentos de la alcaldía de Cajicá, el plan de desarrollo municipal de Cajicá "Cajicá de pie, el cambio es con todos" 2008-2011 y estudios realizados en la cuenca como el estudio hidrológico correspondiente a la zona del Río Frío, aplicación del modelo computacional hec-hms en la estimación de caudales máximos en la cuenca y la aplicación del sistema de gestión ambiental en el municipio de Cajicá.

10.3.1 COMPONENTE FISICO

10.3.1.1 Clima: En la parte alta de la cuenca (zona de páramo), el clima se caracteriza por condiciones extremas como frío intenso, calor excesivo, baja presión atmosférica, fuertes vientos y niebla densa.

10.3.1.2 Temperatura del aire: La temperatura media mensual multianual del aire es igual a 13.4°C, con un máximo promedio de 14.0°C para el mes de abril y un mínimo promedio de 13.1°C para los meses de enero.

10.3.1.3 Velocidad del viento: La velocidad promedio del viento en superficie a nivel medio mensual multianual es igual a 1.5 m/s, con variaciones promedio entre 1.2 m/s para los meses de mayo, noviembre y diciembre y 2.0 m/s para el mes de julio; adicionalmente, existe un incremento en la velocidad del viento desde por la mañana hacia las primeras horas de la tarde.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RÍO FRÍO EN CHÍA

10.3.1.4 Brillo Solar: El brillo solar a nivel medio anual multianual es de 1473 horas (4.0 horas – sol/día), con variaciones promedio entre 3.3 horas – sol/día en los meses de abril y junio y 5.4 horas – sol/día en el mes de diciembre.

10.3.1.5 Humedad relativa: Para el sitio, la humedad relativa media anual multianual del aire es igual al 77%, con un máximo promedio multianual de 80% para el mes de octubre y un mínimo promedio multianual del 74% para el mes de enero.

10.3.1.6 Afluentes principales: Los afluentes principales del Río Frío son Quebrada del Tíbar, Quebrada La Hoya, Quebrada Honda, Quebrada Guerrero, Quebrada San Diego, Quebrada el Hornillo, Quebrada Cuza, Quebrada El Clavel, Quebrada El Borrachero, Quebrada La Artesana. Se destaca la presencia en la cuenca, de la Laguna Pantano Redondo.

10.3.1.7 Morfología del drenaje: El patrón de drenaje del Río Frío corresponde al denominado enrejado, que es propio de áreas de erosión determinada por la relación entre la infiltración y la escorrentía y caracterizada geológicamente por rocas sedimentarias inclinadas y plegadas. La densidad de drenaje, que es la relación existente entre la longitud de drenaje y el área de la cuenca, es de 0.82 km/km², calculada por el método de Horton, según estudio realizado en el año 2004 por Jazmine Castro y Pedro López, estudiantes de pregrado de la Universidad Católica de Colombia²⁹

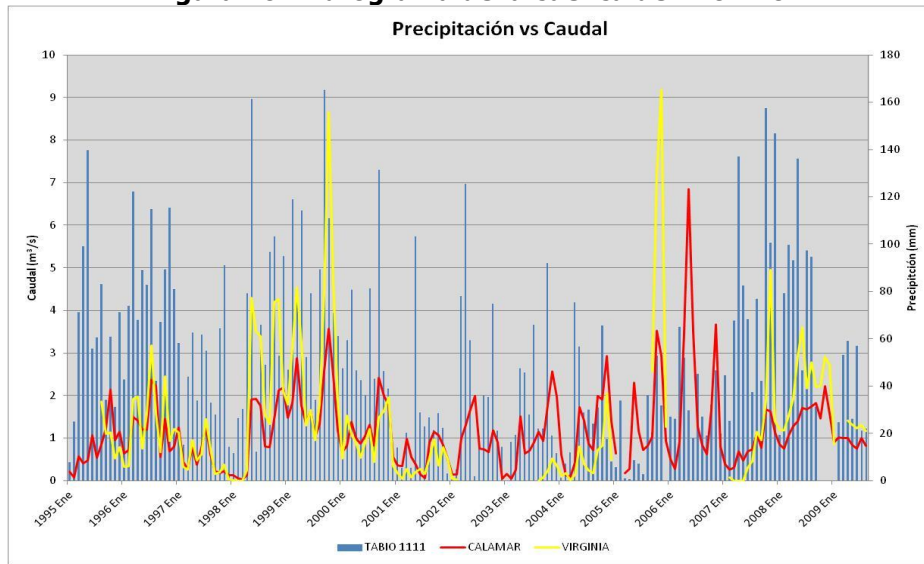
10.3.1.8 Pluviometría: El comportamiento de las lluvias en la región sigue el patrón de gran parte del país, presenta un régimen bimodal anual con dos periodos secos y dos de lluvias, los meses más secos son diciembre, enero febrero y marzo y entre los más lluviosos están abril mayo septiembre octubre y noviembre la precipitación varía entre 600 mm y 900 mm anuales con precipitación media multianual de 657.3 mm en relación con el número de días de lluvia multianual en la zona se encuentra en promedio al año llueven 166 días del año, con reportes de máxima anual de 227 días de lluvia en el año 1993 y el año 1980 con menos días de lluvia.

Para un mayor análisis de la precipitación se obtuvieron registros de precipitación de la estación Hidrometeorológica de la CAR- Tabio, y de caudales de las estaciones Pte Calamar y Pte Virginia las cuales se encontraban dentro del área de la cuenca o muy cercanas a esta. Los registros utilizados se encuentran en el anexo A donde se registran la precipitación mensual y caudales medios mensuales.

²⁹ CASTRO O. Jazmín y LÓPEZ O. Pedro. Metodología para la estimación de caudales en cuencas hidrográficas con información escasa. Bogotá D.C. Trabajo de grado (Ingeniero Civil. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. Área de Hidráulica

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Figura 16. Hidrograma de la cuenca del Rio Frio



Fuente. Autor

Como se puede observar en el Hidrograma cuando se registran fuertes precipitaciones en la estación de Tabio la estación de Pte Virginia aumenta su caudal con el que viene de la estación Pte Calamar; siendo los meses como se dijo anteriormente abril y noviembre los más representativos.

10.3.1.9 Agua subterránea: Cajicá se encuentra en una zona de alta importancia, en especial la parte plana y se constituyen las zonas de recarga de acuíferos en la parte de cerros correspondientes a la Cuchilla de los Monos, también se encuentran zonas impermeables como el sector de Manas bajo las cuales no hay impacto sobre las aguas. En el municipio se encuentran 242 puntos de aguas subterráneas distribuidos así 235 pozos, 5 Aljibes y 2 Manantiales.

10.3.1.10 Calidad de agua: De acuerdo a los resultados del análisis físico químico realizado en el laboratorio de la universidad libre con un multiparámetro HACH a una muestra de agua tomada el 20 de mayo de 2012 se obtuvo:

Tabla 7. Parámetros físicos

pH	Conductividad ms//cm	Turbidez UNT	Sólidos suspendidos totales g/l
8.18	0.445	6.3	0.288

Fuente. Autor

La actividad del ion hidrogeno actualmente en la cuenca del Rio Frío indica que es un agua alcalina, de acuerdo con el decreto 1594 de 1984 los criterios de calidad de este cuerpo de agua cumplen con el nivel permisible para el uso de almacenamiento el cual debe estar

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

entre 5-9 unidades, aunque si se desea para uso de consumo humano se indica un tratamiento de desinfección para su potabilización.

El resultado de la turbidez 6.3 UNT permite identificar que la muestra analizada tiene poca presencia de sólidos en suspensión en el agua lo que no disminuyen la actividad fotosintética en plantas y algas, que contribuye a bajar más la concentración de oxígeno.

Los sólidos suspendidos totales corresponde a la cantidad de material que es retenido después de realizar la filtración de un volumen de agua esta variable es importante como indicador puesto que su presencia disminuye el paso de la luz a través de agua evitando su actividad fotosintética en las corrientes, de acuerdo al resultado obtenido este sobre pasa el nivel permitido se encuentra en 28.8 mg/l afectando el paso de luz a través de agua disminuyendo la producción de oxígeno.

10.3.1.11 Geología: La estratigrafía general determinada en la cuenca del río Frío consta básicamente de depósitos del Cuaternario en el nivel superior de la estratigrafía, constituidos por material transportado generalmente formado por bloques angulares redondeados en matriz limo – arcillosa con arenas y gravas; se pueden identificar materiales desde permeables (depósitos aluviales, QAL) hasta impermeables (depósitos lacustres).

Además de esto se encuentran rocas sedimentarias las cuales están constituidas bien sea por arcillolitas (F. Guaduas, F. Bogotá, F. Tilatá) y arenisca (F. Arenisca Dura, F. Arenisca Labor, F. Cacho) o por intercalaciones de arcillolitas, limolitas y areniscas (F. Chipaque, F. Plaeners).

10.3.1.12 Geología estructural: La presencia de fallas longitudinales y transversales, que cortan las principales estructuras, da lugar a una compleja área tectónica. El trazo de estas fallas se encuentra cubierto en muchos sectores por depósitos cuaternarios. La falla de Zipaquirá, se constituye en la principal estructura que afecta el municipio siendo una falla de cabalgamiento de gran extensión la cual se presenta en forma longitudinal y paralela a lo largo del anticlinal de Chuntame, cortando su eje al noreste del municipio.

10.3.1.13 Paisaje: Predominan las lomas en condición climática húmeda, de características químicas con pH ligeramente ácidos, moderados a alta saturación de aluminio, moderados a baja saturación de bases, moderados contenidos de carbón orgánico, bajos contenidos de fósforo, potasio y calcio. En general, los suelos son de fertilidad moderada a alta, de texturas moderadamente finas, estructuras moderadas a fuertes, densidades aparentes medias en suelos originados a partir de rocas y bajas en aquellos que son producto de la evolución de cenizas volcánicas y una alta susceptibilidad a la erosión hídrica cuando son desprovistos de vegetación. La dominancia de los suelos de orden inceptisol de horizontes desaturados.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RÍO FRÍO EN CHÍA

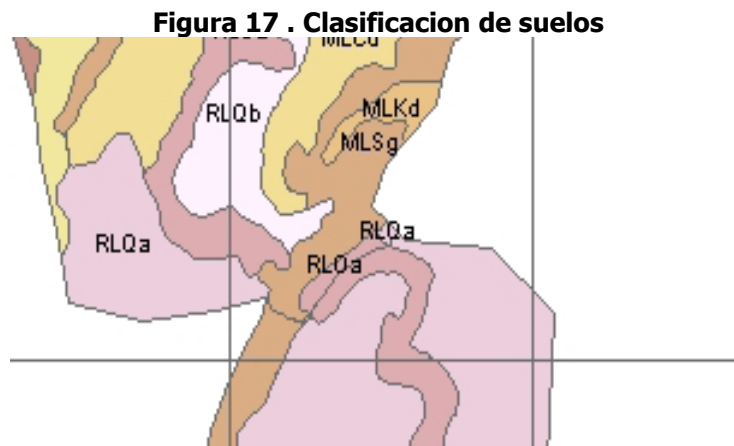
10.3.1.14 Relieve: Es predominante el relieve plano a ligeramente ondulado con pendientes moderadas entre 0 y 5% en su mayor parte, que va desde las vegas de inundación del Río Bogotá, el cual hasta la franja de colinas de escasa elevación, de moderas a escarpadas en el sector occidental, las cuales presentan pendientes entre 12 y 50% donde se destaca la cordillera de los monos y el cerro de Cruz Verde.

Clasificación de suelos: Los tipos de suelos que se encuentra en el área de influencia del proyecto son:

MLS: El material de origen de los suelos está constituido por rocas clásticas limoarcillosas y depósitos de ceniza volcánica de espesor variable. Los suelos son en general bien drenados, de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y profundos a superficiales limitados por mantos de roca dura y coherente.

RLQ: El relieve es ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían entre 1 y 5 %. Se caracterizan por tener baja a moderada evolución, son bien a imperfectamente drenados, de texturas finas a moderadamente gruesas y profundos a moderadamente profundos, limitados por nivel freático fluctuante.

RLO: Los suelos son profundos a superficiales, bien a pobremente drenados, de texturas finas a medias y baja a moderada evolución. En algunos sectores de la unidad los suelos son inundables ocasionalmente y de niveles freáticos altos durante la época invernal, factores que limitan su utilización agrícola.



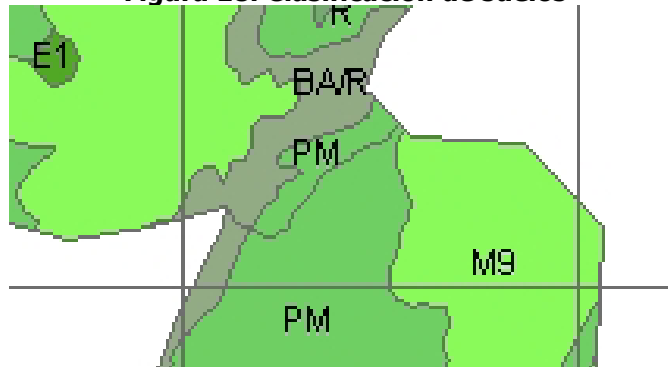
Fuente. Aplicación de del modelo computacional hec-hms en la estimación de caudales máximos en la cuenca del Río Frío Cundinamarca

10.3.1.15 **Uso del suelo:** El uso del suelo ha sido cambiado de manera radical, por la sobreexplotación de importantes especies vegetales, el sobre pastoreo, la presencia de algunas industrias contaminantes y laborales agrícolas inapropiadas, alterando el régimen hidrológico y la regulación de los caudales aspectos que han afectad el desarrollo del

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RÍO FRÍO EN CHÍA

municipio. En la misma zona el uso actual del suelo es pasto manejado, bosque de plantación y rastrojo y misceláneos con predominio de pasto manejado.

Figura 18. Clasificación de suelos



Fuente. Aplicación de del modelo computacional hec-hms en la estimación de caudales máximos en la cuenca del Río Frío Cundinamarca

10.3.2 COMPONENTE BIÓTICO

10.3.2.1 Flora: La vegetación natural existente se reduce a pequeñas manchas localizadas especialmente a orillas del río Frío, dentro del área de estudio se encuentran especies como las que se observan en la foto 5 y 6 donde hay Acacias negras, Eucalipto, Pino radiata, Sauces y chusque.

Foto 5 y 6 Flora en el área de influencia directa



Fuente. Autor

10.3.2.2 Fauna: La fauna silvestre es un recurso natural que se ha reducido considerablemente en el municipio, sin embargo se nota la presencia de algunas especies en aquellas áreas donde existe alguna vegetación arbórea y arbustiva. Entre las especies se pueden citar las siguientes: Tórtola, Colibrí, Chorla, Perdiz, Gaviota, Torcaza, Abuelita, Golondrina, Mirla y Azulejo, entre otras. En las riberas del Río Frío y Río Bogotá se pueden

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

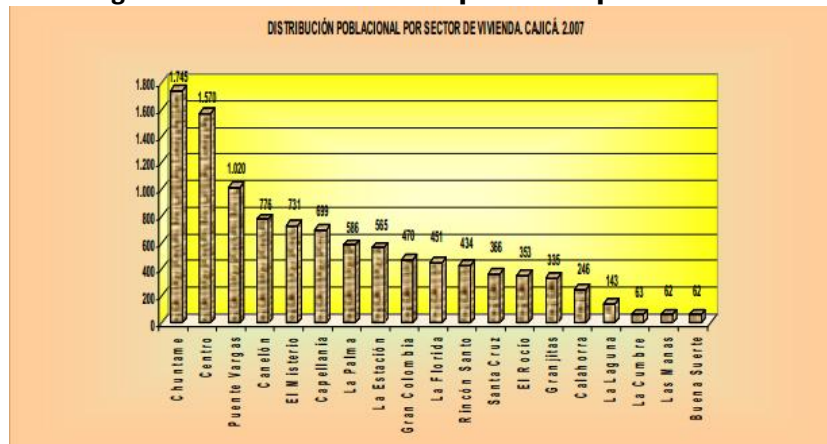
encontrar especies de aves como la Tingua, Patos y Aves Migratorias como las Garzas Blancas en los meses de noviembre y febrero.

10.3.2.3 Cobertura vegetal: Dentro de la cobertura vegetal del municipio se encuentra agrupados los subtipos como por ejemplo cultivos, pastos, bosques; dentro del municipio se encuentra que el 73% de la extensión del territorio corresponde a esta clasificación de cobertura vegetal, la cual corresponde a un 15% al sub tipo de bosque, un 50% en pastos y el 35% en cultivos. La cobertura de bosque en su gran mayoría corresponden a bosques plantados en un 80% y en algunos sectores de ladera corresponden a bosques naturales que se mezclan con vegetación arbustiva y de rastrojo bajo en menor escala, los pastos corresponden a un 50% y de estos el pasto natural de corte en pequeños sectores ocupa las grandes predios que se encuentran a los costados de la carretera que e Cajicá conduce a Zipaquirá.

10.3.3 COMPONENTE SOCIAL

10.3.3.1 Población: Como se observa en la figura 19 la distribución de la población por veredas en el municipio de Cajicá muestran una mayor concentración en la vereda Chuntame, que comprende los sectores de Aguanica, Tairona y Santa Inés, seguida del sector urbano del Centro, el Sector de Puente Vargas la Vereda Canelón y El Misterio, en tanto que los sectores menos poblados son La Cumbre (es el sector más alejado del municipio y tal vez el de más difícil acceso por encontrarse ubicado en la parte alta del cerro), Las Manas y Buena Suerte.

Figura 19. Distribución de la población por veredas



Fuente. Alcaldía de Cajicá

10.3.3.2 Sistema de servicios públicos: El municipio de Cajicá cuenta con una entidad que se encarga de la prestación de servicios públicos de agua potable, recolección de basuras y orientación de políticas de saneamiento básico. Las estadísticas y porcentajes se obtienen con base al número de suscriptores del servicio de acueducto, alcantarillado y aseo.

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL
DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA**

10.3.3.3 Acueducto: El consumo en promedio del municipio es de 230.000 metros cúbicos mensuales y se compran en bloque cada dos meses 480.000 metros cúbicos. La red total del acueducto es de 136 km, la demanda por consumo está clasificada en cinco usos para la totalidad del municipio estos son: residencial, comercial, industrial, oficial y especial.

10.3.3.3 Alcantarillado: El municipio tiene en total 81.648 m de red de alcantarillado, con los cuales alcanza un cubrimiento del 85%, con suscriptores, 816 sumideros y 1156 pozos de inspección. El sistema de redes locales está compuesto por subsistemas independientes que recolectan las aguas servidas domiciliarias y las transportan a los sitios de vertimiento; al Río Bogotá, Río Frío o a la planta de tratamiento.

10.3.3.4 Servicio de aseo: Este servicio es prestado por la empresa de servicios públicos de Cajicá S.A ESP. Con un cubrimiento del 100% esta empresa presta el servicio de barrido, podas de zonas verdes y recolección, transporte, disposición y aprovechamiento de residuos sólidos generados por los residentes del municipio.

10.3.3.5 Energía y Gas: El servicio en el municipio, tanto en el área urbana como rural y los centros poblados es prestado por la empresa CODENSA S.A con una cobertura del servicio del 100% y el servicio de gas domiciliario es prestado por la empresa de gas natural Cundiboyacense con 1511 usuarios residenciales conectados, 30 comerciales y 5 industriales para un total de 1546 usuarios.

Tabla 8 Cobertura de servicios públicos

Cobertura de acueducto		Cobertura de alcantarillado		Cobertura de alcantarillado individual		Cobertura en recolección de basuras	
usuarios con servicios	% de cobertura del acueducto	Número de viviendas con servicio	% de cobertura de alcantarillado	Número de viviendas con alcantarillado individual	% de cobertura de alcantarillado individual	viviendas con servicio	% de cobertura del servicio
12.866	98.95%	12.279	94.44%	719	5.53%	12.760	98.14%

Fuente. Personería municipal de Cajicá

10.3.3.6 Educación: Alfabetismo: EL 94.3% de población con edad superior a 5 años sabe leer y escribir en Cajicá, en el área urbana el alfabetismo es de un 94.1% y en rural de un 94.5%.

Analfabetismo: El número de personas que no saben leer ni escribir son aproximadamente 2.772 (6.2%), donde el 2.8% se encuentra en el área urbana y el 3.4% en el área rural, siendo mayor en las mujeres con un 3.8% en mujeres y en los hombres con un 2.4%; la mayor proporción de analfabetas se concentra entre los 40 y los 49 años de edad con un

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

5.1%, le siguen los de 25 a 39 años con un 0.8% y los de 19 a 24 años con un 0.2% y de 50 a 99 años con un 0.1%.

10.3.3.7 Economía: La economía del municipio se soporta sobre la industria manufacturera, el comercio, la agroindustria y la prestación de servicios, en alguna medida relacionados con el turismo. Estos sectores son los que más aportan a los ingresos del municipio y los que generan el mayor número de puestos de trabajo ³⁰

10.3.3.8 Sistemas de producción: La producción Agrícola está dada principalmente por la floricultura que se ha posicionado como la actividad agrícola predominante, desplazando los cultivos tradicionales como las hortalizas, tubérculos, cereales y legumbres.

Existe un gran avance en cuanto a tecnificación de la producción hortalizas, lo cual se evidencia en la calidad de los productos, entre los que se destacan el cilantro, la lechuga, el ajo y las espinacas. La producción de legumbres está representada por cultivos de arveja y frijol, los cuales presentan un buen nivel de tecnificación. Con un área de cultivo de aproximadamente 30 hectáreas, no se constituye en un cultivo importante dentro de la producción agrícola municipal. Dentro de la distribución veredal del área de agrícola, la vereda el Canelón ocupa el segundo puesto con un 22% después de la vereda Chuntame con un 23%, en cuanto al número de fincas pecuarias la vereda el Canelón ocupa el cuarto puesto después de Chuntame, Rio Grande y Clachorra.

Por otro lado, en el municipio se practica la minería dedicada a la extracción de materiales de construcción en gravilleras y receberas (arcilla, recebo, grava) de las cuales dos cuentan con licencia ambiental y uso del suelo asignado. El renglón industrial del municipio es una fuente importante de ingresos, a través del impuesto de industria y comercio.

10.3.3.9 Empleo: Según estadísticas de la Oficina SISBEN en lo que respecta a empleo y ocupabilidad de la población cajiqueña, se refleja que un porcentaje importante de personas (4.5%) se encuentra buscando empleo y que un alto número de personas se encuentran dedicados a los oficios del hogar.

10.3.3.10 Vías: El municipio cuenta con 29.8 kilómetros de vías urbanas, 2.3 kilómetros sin pavimentar, con 63.8 kilómetros en vías rurales, 28.1 pavimentados y 35.7 sin pavimentar. El municipio de Cajicá cuenta con una infraestructura vial en su mayoría con una sección vial de una calzada con dos carriles, la red rural no está estructurada debido a que la accesibilidad a los predios se ha ido conformando a través de red de caminos en

³⁰PERSONERIA MUNICIPAL DE CAJICÁ. Monografía local mi Rio Bogotá. {13 septiembre 2012}. Disponible en:(http://www.personeria.cajica-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/63336234383539323965363730666666/Monograf_a_Mi_R_o_Bogot_.pdf)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

respuesta a los requerimientos puntuales derivados de las actividades agropecuarias e industriales, así como de los procesos de sub-urbanización. Las vías del sector rural presentan deficiencias ya que casi la totalidad de las vías son destapadas (recebo), no poseen señalización y su estado general es regular.

10.4 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Estas actividades son las que se realizarán para la construcción y operación del embalse en el Río Frío en el municipio de Cajicá; en la matriz del proyecto (véase anexo 2) se describe cada una de las actividades, acciones, tecnologías, materiales necesarios y los recursos utilizados.

10.4.1 FASE PRELIMINAR

1. Estudios preliminares en esta actividad se incluirá la informaron primaria y secundaria necesaria para la realización del proyecto.
2. Ajustes de diseño esta actividad se realizara en las oficinas y consiste en corregir errores de diseño luego de la observación en campo.
3. Localización y replanteo en esta actividad consiste en marcar con estacas y mojones provisionalmente la localización del embalse.
4. Socialización del proyecto con los habitantes del área del proyecto.
5. Elaborar los planes de manejo ambiental y social para implementarlos una vez se encuentre en operación el embalse.

10.4.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN

6. Adquisición de predios es la compra de los predios que son necesarios para la zona de inundación del embalse.
7. Contratación de personal es la vinculación de mano de obra calificada y no calificada para la construcción y operación del embalse.
8. Cerramiento y localización que consiste en la delimitación del terreno en el cual se realizara el embalse.
9. Instalación de sistemas de iluminación para la construcción de las obras necesarias.
10. Construcción de vías de acceso dentro y fuera de la obra.
11. Desviación de cauce el cual consiste en la desviación que se debe hacer del cauce para garantizar el caudal aguas abajo.
12. Construcción de campamentos para el personal de la obra.
13. Construcción de tratamiento de aguas residuales.
14. Relocalización de redes de servicio.
15. Transporte de materiales de la obra es decir el movimiento de los vehículos de la obra en el transporte de materiales, escombros entre otros.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

16. Descapote, remoción de biomasa y tala de árboles, es decir la eliminación de cobertura vegetal en la zona del proyecto.
17. Demolición de pavimentos o edificaciones existentes en el área del proyecto.
18. Excavaciones de volúmenes de materiales necesarios para la construcción de la presa y otras estructuras requeridas.
19. Extracción de materiales arenas y arcillas necesarios para la construcción de las obras.
20. Colocación y compactación de material, esta actividad consiste en la conformación de los materiales granulados de diferentes especificaciones para el relleno de sitios de ubicación de estructuras.
21. Construcción de las obras de concreto (presa, diques)
22. Almacenamiento de materiales y equipos.
23. disposición final de materiales resultantes de las obras.
24. Recolección de escombros que consiste en la recolección de madera proveniente de la tala de los árboles, y los desechos de hierbas y arbusto talados con anterioridad.
25. Retiro de maquinaria de la obra.
26. Revegetación de las zonas afectadas.

10.4.3 FASE DE OPERACIÓN

27. Llenado inicial el cual corresponde a la etapa inicial de llenado para la puesta en marcha del embalse.
28. Contratación de personal para el funcionamiento del embalse.
29. Implementación de los planes de manejo previamente formulados.

10.5 MATRIZ DE FACTORES

En la tabla 9 se indican los factores posiblemente afectados por las actividades ya mencionadas; tomando cada uno de estos factores como parte de un elemento (aire, agua, cobertura vegetal, demográfico) y estos a su vez de un componente (atmosfera, fauna, territorial) que hacen parte de una categoría (físico, biótico, socioeconómico), además se ponderan cada uno de los elementos asignado unidades de importancia de acuerdo a experiencia de profesionales en este tema.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Tabla 9. Matriz de Factores

CONSTRUCCIÓN DEL EMBALSE EN EL RIO FRÍO CAJICÁ					
MATRIZ DE FACTORES					
CATEGORÍA	COMPONENTE	ELEMENTO	UIP	FACTOR	ÍNDICE
FÍSICO	ATMOSFERA	AIRE	45	calidad del aire	A
		RUIDO	30	Niveles de ruido	B
	AGUA	HIDROLOGIA SUPERFICIAL	45	Calidad de agua superficial	C
		HIDROLOGIA SUBTERRANEA	30	Contaminacion de aguas subterranas	D
	SUELO	CALIDAD DEL SUELO	45	Contaminacion del suelo por residuos	E
		EDAFOLOGIA	42	Alteracion de las propiedades del suelo	F
	PERCEPTUAL	PAISAJE	43	Afectacion de la visibilidad	G
		RESIDUOS	30	Cantidad de residuos generados	H
	PROCESOS NATURALES	RIESGO SISMICO	20	Generacion de sismos	I
	BIÓTICO	FAUNA	FAUNA	110	Afectacion de fauna
FLORA		VEGETACION	110	Afectacion de flora	K
		COBERTURA VEGETAL	110	Remocion cobertura vegetal	L
SOCIO-ECONÓMICO-CULTURAL	POBLACIONAL	DESPLAZAMIENTO	40	Poblacion desplazada	M
		CONFLICTOS	40	Desacuerdos por la construccion	N
		SEGURIDAD	20	Cantidad de accidentes en la obra	O
		AFECTACION DE LA SALUD	25	Salud de los trabajadores	P
			25	Salud de la comunidad	Q
		PRODUCTIVO	40	Generación de empleo	R
	30		Desplazamiento de actividades económicas	S	
	USO DEL SUELO	CAMBIO DE USO DE SUELO	35	zonas con modificacion del uso del suelo	T
		OCUPACION DEL SUELO	27	Volumen ocupado por la construccion del proyecto	U
	TERRITORIAL	RED VIARIA	15	vias afectadas en la zona	V
		SERVICIOS PUBLICOS	15	Afectacion de servicios existentes en la zona	W
		MOVILIDAD	23	Movilidad peatonal y vehicular	X
	PATRIMONIO ARQUEOLOGICO Y CULTURAL	ARQUEOLOGIA Y PALEONTOLOGIA	15	Hallazgos en la zona del Proyecto	Y

Fuente. Autor

10.6 MATRIZ DE INTERACCIONES

Las actividades descritas en la fase preliminar no se tuvieron en cuenta para la matriz de interacciones puesto que estas no ocasionan impactos sobre los factores ambientales en la zona que se generara el proyecto. La matriz de interacciones que se observa en la tabla 10 consta de columnas que indican las actividades durante la fase de construcción y operación, filas que contienen los factores descritos en la matriz anterior, indicando de esta manera la relación entre actividad y el factor afectado por la misma.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

10.7 RED DE CAUSALIDAD

Una vez se relaciona el elemento afectado y la actividad que se genera se proponen los indicadores y las posibles consecuencias que ocasionara en los componentes físico, biótico y socioeconómico esta relación.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Tabla 10. Matriz de interacciones

CONSTRUCCIÓN DEL EMBALSE EN EL RIO FRÍO CAJICÁ																															
MATRIZ DE INTERACCIONES																															
FACTORES		ACTIVIDADES ANTROPICAS			CONSTRUCCIÓN																									OPERACIÓN	
CATEGORIA	COMPONENTE	ELEMENTO	FACTOR	INDICE	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
FÍSICO	ATMOSFERA	AIRE	calidad del aire	A					x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
		RUIDO	Niveles de ruido	B				x	x		x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x		
	AGUA	HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Calidad de agua superficial	C					x	x	x	x				x	x		x		x				x	x					
		HIDROLOGIA SUBTERRANEA	Contaminacion de aguas subterranas	D									x					x	x		x				x						
	SUELO	CALIDAD DEL SUELO	Contaminacion del suelo	E								x	x					x		x	x	x	x								
		EDAFOLOGIA	Alteracion de las propiedades del suelo	F					x	x	x	x				x	x		x	x	x				x	x				x	
	PERCEPTUAL	PAISAJE	Afectacion de la visibilidad	G			x									x	x		x		x				x						
		RESIDUOS	Cantidad de residuos generados	H				x				x		x	x			x			x		x								
	PROCESOS NATURALES	RIESGO SISMICO	generacion de sismos	I													x														
BIÓTICO	FAUNA	FAUNA	Afectacion de fauna	J			x	x	x	x		x		x	x	x	x		x	x				x	x			x	x		
		VEGETACION	Afectacion de flora	K			x		x	x		x		x	x	x	x		x		x			x	x			x	x		
	FLORA	COBERTURA VEGETAL	Cantidad removida	L					x	x		x	x		x	x		x		x		x		x	x			x	x		
SOCIO-ECONÓMICO-CULTURAL	POBLACIONAL	CONFLICTOS	Desacuerdos por la construccion del proyecto	M	x	x				x							x				x				x	x			x		
		DESPLAZAMIENTO	Poblacion desplazada	M	x						x							x				x				x					
		SEGURIDAD	Cantidad de accidentes en la obra	O					x					x	x	x	x	x	x		x			x							
		AFECTACION DE LA SALUD	Salud de los habitantes	P					x								x	x	x	x			x		x						
			Salud de la comunidad	Q														x						x		x					
	PRODUCTIVO	Generación de empleo	R		x		x					x	x					x		x	x			x	x			x		x	
		Desplazamiento de actividades económicas	S	x		x				x							x									x				x	
	USO DEL SUELO	CAMBIO DE USO DE SUELO	zonas con modificacion del uso del suelo	T							x			x		x					x	x			x	x					
		OCUPACION DEL SUELO	Volumen ocupado por la construccion del proyecto	U						x	x	x		x		x				x	x	x	x	x		x					
	TERRITORIAL	RED VIARIA	vias afectadas en la zona	V				x		x	x															x					
SERVICIOS PUBLICOS		Afectacion de servicios existentes en la zona	W					x					x			x	x														
MOVILIDAD		Movilidad peatonal y vehicular	X				x								x		x				x										
PATRIMONIO ARQUEOLOGICO Y CULTURAL	ARQUEOLOGIA Y PALEONTOLOGIA	Hallazgos en la zona del Proyecto	Y							x						x	x	x	x												

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Tabla 11. Red de Causalidad

CONSTRUCCIÓN DEL EMBALSE EN EL RIO FRÍO CAJICÁ							
RED DE CAUSALIDAD							
ELEMENTO	ACCIÓN	ALTERACION	INDICADORES		CONSECUENCIA		
			ESTADO	PRESION	FISICAS	BIOTICAS	SOCIECONOMICAS
calidad del aire	Excavaciones	A-18	medicion de Pm antes de la obra	medicion de Pm despues de la obra	contaminacion del aire, generacion de ruido, derrames	afectacion de ecosistemas	enfermedades respiratorias a trabajadores y comunidad cercana
Niveles de ruido	Demolicion de pavimentos o edificaciones	B-17	medicion de nivel de presion sonora	medicion de nivel de presion sonora	generacion de ruido	afectacion fauna y flora	enfermedades auditivas, conflictos con poblacion cercana
Calidad de agua superficial	Extracción de materiales	C-19	medicion Ph, OD y DBO en la cuenca antes del proyecto	medicion Ph, OD y DBO en la cuenca despues del proyecto	afectacion al suelo, caracteristicas del agua, generacion de escombros	afectacion a especies acuaticas	inconvenientes con la poblacion cuenca abajo
calidad agua superficial	Desviación de cauce	C-11	km del cauce natural	km del cauce natural a desviar	alteracion del cauce natural, Calidad del suelo	perdida o disminucion de especies, afectacion cobertura vegetal	cambios uso del suelo, desplazamiento de actividades en la zona, Desplazamiento forzado de personas
Alteracion de las propiedades del suelo	compactacion de materiales	F-20	identificacion de propiedades del suelo antes de la compactacion de materiales	identificacion de propiedades del suelo terminado el proyecto	calidad suelo, infiltracion de agua	afectacion cobertura vegetal	
afectacion paisaje	Cerramiento y señalizacion	G-8	zonas de paisaje a afectar	volumen afectado del paisaje	impacto visual	afectacion a habitat	Interrupción de caminos rurales, desplazamiento de actividades economicas
Cobertura vegetal	Revegetacion de las zonas afectadas	L-25	zonas descapotadas, taladas	zonas revegetalizadas	calidad de suelo, erosion, escorrentia, espesor, composicion del suelo	intervencion de ecosistemas, imigracion de especies	
Movilidad peatonal y vehicular	Cerramiento y señalizacion	X--8	señalizacion en la zona	señalizacion puesta para el proyecto	compactacion del suelo, generacion de residuos, impacto visual	afectacion al medio de la fauna y flora	inconvenientes con la poblacion, aumento en el trafico vehicular congestiones, interrupcion de vias
Generacion de sismos	Demolicion de pavimentos o edificaciones	I-17	sismos presentados en la zona	sismos presentados durante el proyecto	calidad del suelo, deslizamientos	afectacion a ecosistemas	afectacion a infraestructura, conflictos con la poblacion
Afectacion de fauna	Llenado inicial	J-26	identificacion de especies en la zona	especies afectadas	afectacion a condiciones del suelo, cambios en el microclima, cambios en caracteristicas del agua	perdida de especies, flora y cobertura vegetal, cambios de microclima	Desplazamiento forzado de personas Desaparición de lugares de encuentro de la comunidad local
Afectacion de flora	Descapote, remoción de biomasa y tala de árboles	K-16	especies arboreas en la zona	especies arboreas taladas o removidas	perdida de las propiedades en el suelo, erosion	afectacion de ecosistemas en la zona talada	Desaparición de lugares de encuentro de la comunidad local
cobertura vegetal	Descapote, remoción de biomasa y tala de árboles	L-16	total de cobertura vegetal en la zona del proyecto	total cobertura vegetal al final en la zona del proyecto	calidad del suelo, escorrentia e infiltracion, procesos de erosion	afectacion fauna y flora	conflictos o desacuerdos con la pblacion, riesgos laborales
Poblacion desplazada	adquisicion de predios	M-6	numero de propiedades a comprar	numero de propiedades compradas			desacuerdos y conflictos con la poblacion, desplazamiento de personas
Cantidad de accidentes en la obra	Transporte de materiales de la obra	O-15	personas totales en la obra	personas accidentadas en la obra			riesgos laborales, idenizaciones

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Generación de empleo	Contratación de personal	R-7	personal a contratar	personal del area de influencia contratado	demanda de bienes y servicios		conflictos con la poblacion, interferencia en otras actividades económicas
Desplazamiento de actividades económicas	Desviación de cauce	N-11	identificacion de actividades economicas	cantidad de actividades economicas afectadas	calidad del suelo	afectacion cobertura vegetal	uso iinapropiado del seulo, cambio dinamica poblacionaol
Desplazamiento de actividades económicas	Cerramiento y señalización	N-8	Actividad por km	actividad encerrada en el proyecto por km		afectacion habitat	cambios dinamica poblacional, trafico vehicular, interrupcion de caminos
zonas con modificacion del uso del suelo	Llenado inicial	T-26	uso del suelo actual	valoracion del suelo despues de proyecto	calidad del suelo, calidad del agua, presion sobre laderas, derrumbes	Perdida y modificación del hábitat y cobertura vegetal	Desaparición de lugares de encuentro de la comunidad local
Yolumen ocupado por la construccion del proyecto	disposición final de materiales resultantes de las obras	U-23	Ha ocupadas para el proyecto	Ha ocupadas para disposicion final de materiales	compactacion del suelo, generacion de residuos	afectacion habitat de especies	
Afectacion de servicios existentes en la zona	Demolición de pavimentos o edificaciones	W-17	servicios existentes en la zona	servicios afectados en la zona	calidad del suelo, generacion de ruido		desplazamiento de personas, riesgos laborales, accidentes
Hallazgos en la zona del Proyecto	Excavaciones	Y-18	hallazgos en la zona	hallazgos durante el proyecto			conflictos con entidades y poblacion
Generacion de residuos	construccion de obras civiles	I-21	cantidad de residuos a generar	cantidad de residuos generados	contaminacion del suelo y cuerpos de agua		conflictos con la comunidad cercana a las obras

Fuente. Autor

10.8 MATRIZ DE EVALUACIÓN

De acuerdo a la metodología utilizada para cuantificar el impacto total del proyecto se realiza una ponderación de factores en la cual se asignan entre todos los elementos ambientales mil unidades de importancia; los pesos que se obtuvieron se observa en la tabla 9 Matriz de Factores.

La importancia del impacto es el valor mediante el cual se mide cualitativamente el impacto ambiental, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo como:

- **Signo:** De carácter beneficioso (positivo) o perjudicial (negativo) de las acciones que actúan sobre los factores.
- **Intensidad:** Es el grado de incidencia de la acción sobre el elemento.
- **Extensión:** Es el área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto.
- **Momento:** Tiempo en que se espera que se manifieste el impacto sobre el medio.
- **Persistencia:** Tiempo que supuestamente permanecería el impacto en el medio afectado.
- **Reversibilidad:** Posibilidad del elemento afectado de retornar a sus condiciones iniciales por medios naturales.
- **Recuperabilidad:** Posibilidad de reconstrucción del elemento afectado por medio de la intervención humana.
- **Sinergia:** Acción simultánea de dos o más impactos sobre un mismo elemento.
- **Acumulación:** Incremento sucesivo de la manifestación del impacto en el medio.
- **Efecto:** Manifestación de un impacto sobre un elemento como consecuencia de una acción.
- **Periodicidad:** Regularidad con la que se manifiesta el impacto.
- **Importancia del impacto:** Esta representada mediante un modelo propuesto en esta metodología en función de los atributos descritos anteriormente:

$$\mathbf{I: +- [3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC]}$$

En la tabla 12 se observa la clasificación de cada atributo descrito anteriormente, necesarios para la evaluación de los impactos generados por la construcción del embalse.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Tabla 12. Importancia del impacto

SIGNO		INTENSIDAD(I)	
Perjudicial	-	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
Benéfico	+	Muy Alta	8
		TOTAL	12
EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4		
Total	8	Inmediato	4
Critica	(+4)	Critico	(+4)
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI)		ACUMULACION (AC)	
Simple	1	Simple	1
Sinérgico	2		
Muy sinérgico	4	Acumulativo	4
EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA (I)	
Inmediata	1	$I: \pm [3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC]$	
Medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente. Guía metodológica para la evaluación del impacto Ambiental

Para jerarquizar la importancia del impacto se prioriza el grado con el que se manifiesta sobre el medio de acuerdo a esto se obtiene:

RANGO	IMPACTO
<25	Irrelevante
25-50	Moderado
50-75	Severos
>75	Críticos

Una vez clasificado el impacto se analizan los más significativos para plantear el plan de manejo ambiental del proyecto, de acuerdo a los criterios de evaluación se obtuvieron los siguientes resultados:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Tabla13. Evaluación de impactos ambientales

CONSTRUCCION DEL EMBALSE EN EL RIO FRÍO CAJICÁ													
EVALUACION DE IMPACTOS													
ALTERACION	ATRIBUTOS DE CALIFICACION											IMPACTO	
	SIGNO	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		IMPORTANCIA
Calidad del aire-excavación	-	4	2	4	2	2	2	4	4	4	2	40	MODERADO
Nivel de ruido-demolición	-	8	4	4	1	1	1	1	4	2	1	47	MODERADO
Calidad de agua-desviación cauce	-	2	2	4	2	2	2	1	1	2	1	25	MODERADO
Propiedades del suelo-compactación materiales	-	4	1	2	2	2	2	4	1	2	2	31	MODERADO
Afectación paisaje-cerramiento	-	8	4	2	2	1	1	1	4	2	1	46	MODERADO
Cobertura vegetal-Rievegetalización	+	4	8	2	2	2	2	4	4	2	2	48	MODERADO
Afectación faunal-llenado	-	2	8	4	2	1	1	1	4	2	1	38	MODERADO
Afectación flora-descapote	-	4	4	4	2	2	4	4	4	4	1	45	MODERADO
Cobertura vegetal-descapote	-	8	4	2	2	1	4	1	4	4	1	51	SEVERO
Sismos- demolición	-	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	25	IRRELEVANTE
Generación Residuos-construcción obras	-	8	4	2	2	1	2	1	1	2	2	45	MODERADO
Accidentes-transporte material	-	4	1	4	2	1	1	1	1	1	2	27	MODERADO
Contratación-Generación empleo	+	8	4	4	2	1	1	1	4	2	1	48	MODERADO
Desplazamiento act econo-llenado	-	2	4	2	4	1	2	4	4	2	1	34	MODERADO
Ocupación del suelo-llenado	-	4	8	4	4	2	1	4	4	1	2	50	SEVERO

Fuente. Autor

10.8.1 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Como resultado de la tabla anterior se describe que los impactos más significativos para la construcción del embalse en el Río Frío es la afectación a la cobertura vegetal por el descapote, desbroce y tala de material natural en las áreas que ocuparan las obras, incluyendo la remoción de malezas, rastrojos, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los las actividades; otro impacto significativo es el cambio del uso del suelo en la zona por la ocupación del proyecto al inundar las hectáreas necesarias para el funcionamiento del mismo ya que tiene un efecto directo sobre los elementos del medio.

La mayoría de los impactos que se presentan por la construcción del proyecto se consideran de tipo moderado puesto que pueden ser manejables con el uso de las medidas de manejo ambiental, dentro de estos impactos se encuentran la afectación de la calidad del aire ocasionada por la emisión de material particulado producida por actividades como la excavación, trituración de materiales; el aumento en el nivel sonoro de la zona ocasionados por las demoliciones y por el funcionamiento de la maquinaria pesada; la afectación directa a la fauna y flora puesto que se hace necesario perturbar el hábitat de algunas especies para el desarrollo de actividades del proyecto, por otra parte un impacto social ocasionado por el proyecto es el desplazamiento de las actividades económicas en la región ya sea por el

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

cerramiento y señalización necesaria para la realización de las actividades o por el valor de los suelos a inundar.

Los impactos en general tienen una extensión parcial y extensa en relación con el entorno del proyecto, con un tiempo de manifestación sobre el medio de mediano plazo, con una permanencia temporal sobre el medio afectado y con una posibilidad del elemento afectado de retornar a sus condiciones iniciales por medios naturales de corto y mediano plazo.

Sin embargo existen impactos positivos como la actividad de Revegetalización promoviendo la recuperación de suelos y terrenos afectados por la construcción del proyecto, otro impacto positivo es la contratación de personal del área de influencia generando de esta manera empleo en los habitantes del sector.

10.9 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo se realiza para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causan las actividades de la construcción del embalse. El plan de manejo ambiental incluye fichas de manejo ambiental y un plan de contingencia. Se proponen medidas de manejo ambiental para el componente físico en los elementos de aire, ruido, calidad de aguas superficial, calidad del suelo, paisaje, generación de residuos; para el componente biótico en los elementos de fauna y vegetación; en el componente social se realizan medidas para los elementos de Seguridad industrial, productivo y ocupación del suelo.

10.9.1 Fichas de manejo ambiental

Se proponen los siguientes programas para el manejo ambiental de los impactos ocasionados por el desarrollo de las actividades del proyecto.

Componente	Programa	subprograma
Físico	Calidad del aire	Manejo de emisiones atmosférica
	Presión sonora	Control de ruido
	Calidad de cuerpos de agua superficial	Manejo de aguas superficiales
	Calidad del suelo	Protección del suelo
	Calidad paisajística	Preservación del paisaje
Biótico	Conservación de la vegetación	Manejo de la vegetación
	Protección fauna	Resguardo de animales
Social	Proyección social	Generación de empleo
	Seguridad industrial	Formación personal
	Actividades del proyecto	Manejo de residuos
	Ocupación del suelo	Llenado del embalse

En la siguiente ficha de manejo ambiental se propone el objetivo del programa, las metas que se desean alcanzar, los indicadores para su cumplimiento, las actividades relacionadas y los impactos ocasionados con el elemento afectado con las acciones que debe manejar el contratista.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Tabla 14.Ficha de Manejo Ambiental

PROGRAMA	Calidad del aire		
SUBPROGRAMA	Manejo emisiones atmosféricas		
OBJETIVO			
Prevenir y controlar las emisiones de material particulado y gases de las fuentes fijas y móviles, generadas durante el proceso de construcción de la presa. Conservar y proteger las condiciones de calidad de vida actual en cuanto a la calidad de aire de las poblaciones asociadas al área de influencia y de los trabajadores al interior del proyecto.			
METAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Controlar en un 95% los gases que se puedan generar por los vehículos y el material particulado. • Evitar las enfermedades respiratorias en la población cercana al proyecto y a los trabajadores expuestos a la emisión de material particulado. • Cumplir con el 100% de la normatividad colombiana de emisiones atmosféricas. 			
ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
PRELIMINAR		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACIÓN			
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Identificación de fuentes fijas y móviles en la zona		<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro en la calidad del aire en la zona. • Afectación a la salud de la población y trabajadores. 	
Conocer las condiciones actuales del aire en la zona.			
TIPO DE MEDIDA		Preventiva- Mitigatoria	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
Población de la zona, trabajadores, ecosistemas de fauna y flora presentes en el área de influencia del proyecto.			
ACCIONES A DESARROLLAR			
PLAN DE ACCIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rociado de la vía en caso de ser destapada. ✓ El contratista delimitara la zona para las áreas donde se presente mayor emisión de material particulado como excavaciones, triturado de materiales con malla o poli sombra. ✓ Límites de velocidad en las vías de proyecto para mantener más tiempo la humectación en las vías y minimizar arrastre de material particulado. ✓ Utilizar carpas en el material de transporte que fluye en la obra. ✓ Limitar las quemas a cielo abierto en el área de influencia directa del proyecto. ✓ El contratista debe asegurarse de que los vehículos utilizados en la obra cuenten con el certificado de emisiones vigente. ✓ Los vehículos diesel con capacidad de carga superior a 3 ton que transiten por la vía pública, deberán tener el exhosto hacia arriba y efectuar sus descargas a una altura no inferior a 3 m del suelo o a 15 cm. por encima del techo de la cabina. 			
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			
Se realiza un seguimiento y monitoreo del cumplimiento del 100% de disminución de partículas por parte del contratista y al cumplimiento de la normatividad.			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

INDICADORES	
<i>Nombre del indicador</i>	<i>Formula</i>
Pm10 emitido: Este indicador busca conocer la cantidad de emisiones atmosféricas generadas durante el desarrollo del proyecto.	Pm10 inicial vs Pm10 en las fases del proyecto
Vehículos con certificado de gases: Este indicador busca saber la cantidad de vehículos de la obra que cuentan con el certificado de gases actualizado.	$\frac{N \text{ vehiculos con certificado de gases}}{N \text{ totales de vehiculos en la obra}}$
Normatividad de gases cumplida: Este indicador busca conocer la cantidad de normas de gases que se cumplen en el proyecto	normatividad a cumplir – normatividad cumplida
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
Ingeniero ambiental de la obra.	
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN	
Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente con respecto a las emisiones atmosféricas que se generan en la construcción del embalse.	

10.10 IDENTIFICACION DE RIESGOS AMBIENTALES

Durante el desarrollo de las actividades de la construcción del embalse se pueden presentar riesgos ambientales entre los cuales están las fallas mecánicas, humanas, explosiones, derrames (riesgos tecnológicos), riesgos naturales ya sean fenómenos hidrológicos como inundaciones, riesgos ecológicos de origen endógeno como sismos y de tipo exógeno como deslizamientos y otros riesgos asociados a organismos patógenos.

Estas situaciones pueden ocasionar daños materiales, daños a ecosistemas o a la salud humana, por tal motivo se hace necesario identificar la amenaza de los factores ambientales que puedan afectar el desarrollo del proyecto y la vulnerabilidad de los elementos en caso de que presente el suceso para definir el nivel del riesgo. De esta manera el riesgo se define como el resultado de la probabilidad de una amenaza por la vulnerabilidad, en la siguiente tabla se asigno una clasificación de alto, medio y bajo a la amenaza y vulnerabilidad para obtener el grado del riesgo:

AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO
Alto	Alto	Alto
Alto	Medio	Alto
Alto	Bajo	Medio
Medio	Medio	Medio
Medio	Bajo	Bajo
Bajo	Bajo	Bajo

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

En la tabla 15 se muestran los riesgos ambientales que se pueden presentar durante el desarrollo de un embalse en el Río Frío.

Tabla 15. Riesgos ambientales

CONSTRUCCION DEL EMBALSE EN EL RIO FRÍO CAJICÁ					
ANALISIS DE RIESGOS					
TIPO	FENOMENO	LOCALIZACIÓN	AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO
NATURAL	Inundación	Predios de la zona, infraestructura, vías.	A	A	A
	Sismo	Área de influencia	M	B	B
	Deslizamiento	Terreno de la obra, vías.	M	A	A
TECNOLOGICO	Incendio	Deposito de almacenamiento, campamentos e instalaciones de la obra	M	M	M
	Accidente laboral y trafico	Rutas de la obra, área de influencia	B	A	M
	Derrame	Rutas del proyecto	M	B	B

Fuente. Autor

De acuerdo a la tabla anterior se puede describir que los riesgos más significativos durante el desarrollo del proyecto serán en caso de que se presente un fenómeno hidrológico como una inundación y un deslizamiento en el área de influencia, sin dejar a un lado los incendios y accidentes que se presenten.

10.11 PLAN DE CONTINGENCIA

El plan de contingencia se realizó proponiendo las medidas técnicas, humanas y organizativas necesarias para garantizar la continuidad de la construcción y operación del embalse en el Río Frío, dado el caso en que alguno de los riesgos mencionados anteriormente se presente.

10.11.1 INUNDACIÓN

Si llegase a presentarse una inundación durante las fases del proyecto se presentará afectaciones en los predios de la zona, en la infraestructura, en vías y un retraso en construcción de obras. En caso de que suceda una inundación se deberá:

1. Activar las sirenas para dar aviso de la emergencia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

2. Desbloquear rejillas y canales que encuentren obstruidos.
3. Evacuación del personal.
4. Identificar la fuente de la inundación.
5. Activación de la bomba de emergencia, para la evacuación de los excesos de agua.
6. Herramientas como palas y picas, en caso de requerir construir desagües de emergencia.
7. Llamar a miembros u organizaciones que puedan ayudar a controlar la emergencia.

Las medidas técnicas, organizativas y humanas necesarias en caso de una inundación en la obra son:

- Medidas técnicas: Realizar un mantenimiento periódico a las canaletas, desagües y rejillas de la obra, mangueras de desagües, rutas de evacuación.
- Medidas organizativas: Conformación de un sistema de alerta
- Medidas humanas: Grupo de primeros auxilios, Capacitar a los operarios en cuanto a la manipulación de las bombas de descarga y válvulas.

10.11.2 DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos se pueden producir por la inestabilidad de taludes, voladuras de infraestructura, fallas geológicas; causando deterioración de viviendas, vías, afectación al personal, cultivos y en la construcción de obras.

Cuando se presente uno deslizamiento en la obra se deberá realizar:

1. Activar las sirenas para dar aviso de la emergencia
2. Suspensión en las actividades de la obra.
3. Evacuación del personal.
4. Llamar personal especializado si no se puede controlar la emergencia
5. verificar presencia de víctima
6. Prestar servicios de primeros auxilios a los heridos

Una vez finalizada la evacuación se realizara: Verificación de número de personas evacuadas, reporte de emergencia y notificación de fallas, acordonamiento del área de emergencia.

Las medidas técnicas, organizativas y humanas necesarias en caso de un deslizamiento son:

- Medidas técnicas: Rutas de evacuación, recubrimiento de taludes
- Medidas organizativas: identificar fallas geológicas y los sitios vulnerables
- Medidas humanas: Puntos de encuentro, Sirenas de alerta, Selección de equipo brigadista, contar con un botiquín de emergencia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

10.11.3 INCENDIOS

Un incendio se puede producir por el almacenamiento de explosivos, fallas en maquinaria de la obra durante la operación, cortos circuitos. Siendo los más vulnerables el personal del área de trabajo, deposito de almacenamiento, campamentos e instalaciones de la obra

Cuando se presente incendios dentro de las instalaciones o el área de influencia del proyecto se deberá realizar:

1. La primera persona que vea el fuego, deberá dar la voz de alarma.
2. Combatir el fuego con los extintores más cercanos.
3. Suspensión en el suministro de energía en la obra.
4. Evacuación del personal.
5. Llamar a los bomberos.
6. Permanecer lo más bajo posible para no inhalar gases tóxicos.
7. Una vez finalizada la evacuación se realizara: Verificación de número de personas evacuadas, Reporte de emergencia y Notificación de fallas.

Las medidas técnicas, organizativas y humanas necesarias en caso de un incendio son:

- Medidas técnicas: Extintores, Detectores de humo, Salidas de emergencia y rutas de evacuación, mantenimiento periódico a los equipos y al sistema contra incendio, Implementar un sistema contra incendio de acuerdo al área y a las actividades.
- Medidas organizativas: Seguro de incendios, procedimiento de evacuación por si ocurre el incendio, identificar riesgos de incendio en las obras.
- Medidas humanas: Realizar simulacros contra incendios, puntos de encuentro, Sirenas de alerta, Selección de equipo brigadista y realizar jornadas de capacitación para todos los empleados de la empresa.

10.11.4 ACCIDENTES

Los accidentes laborales se pueden ocasionar por fallas de funcionamiento de maquinaria, fallas humanas; un accidente de tráfico se puede generar por falta de señalización, el mal estado en las vías, el personal sin equipo de seguridad son los más vulnerables a los accidentes laborales.

Cuando se presenten accidentes laborales o accidentes de tráfico en el área de influencia del proyecto se deberá realizar:

1. Acordonamiento del área de emergencia.
2. verificar presencia de víctima.
3. Dar aviso a las autoridades.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

4. Prestar servicios de primeros auxilios a los heridos
5. Llamar a emergencias, tránsito y bomberos si es el caso.

Las medidas técnicas, organizativas y humanas necesarias en caso de un accidente son:

- Medidas técnicas: Realizar un mantenimiento periódico a las instalaciones y maquinaria del proyecto, extintores.
- Medidas organizativas: Señalizar correctamente las áreas de trabajo, conservar un botiquín de primeros auxilios.
- Medidas humanas: Grupo de primeros auxilios, Capacitar a los operarios en cuanto a las normas de salud ocupacional y capacitación de los empleados en primeros auxilios.

10.11.5 SISMOS

Algunas de las causas que pueden generar sismos en el área de influencia del proyecto son las Fallas geológicas, el uso de explosivos, el volamiento de infraestructura pesada entre otras. Cuando se presenten sismos dentro del área de influencia directa del proyecto se deberá realizar:

1. Conservar la calma.
2. Refugiarse en áreas seguras.
3. Mantener cerrados los gabinetes para que contenidos no se derramen.
4. Identificar los puntos de distribución eléctricas que deben ser desconectados.
5. Evacuación del personal.

Las medidas técnicas, organizativas y humanas necesarias en caso de un sismo son:

- Medidas técnicas: recubrimiento de taludes con mallas, rutas de emergencia.
- Medidas organizativas: identificar fallas geológicas y los sitios vulnerables.
- Medidas humanas: Realizar simulacros, puntos de encuentro, Sirenas de alerta, Selección de equipo brigadista, contar con un botiquín.

10.11.6 DERRAME

Se puede generar derrames durante el abastecimiento de combustible en la maquinaria, en la operación de las mismas. Una vez se genere un derrame se deberá:

1. La primera persona que observe el derrame deberá dar voz de alarma.
2. Dependiendo de la sustancia utilizar protección adecuada.
3. Si el derrame puede resultar en incendio o explosión detener actividades en el área.
4. Controlar derrame antes de afectar más áreas.
5. No encender fuego.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

6. Localizar el punto de derrame.
7. En caso de grandes volúmenes de drenaje, recoja el producto derramado con baldes de aluminio o plástico o material absorbente.
8. Si el volumen derramado es pequeño, seque el combustible restante con trapos, aserrín o esponjas.
9. Llamar personal especializado si no se puede controlar la emergencia.

Las medidas técnicas, organizativas y humanas necesarias en caso de un derrame en la obra son:

- Medidas técnicas: Extintores de polvo químico seco, Salidas de emergencia y rutas de evacuación.
- Medidas organizativas: Teléfonos de empresas a las que se pueda acudir en caso de un derrame.
- Medidas humanas: Sirenas de alerta, capacitaciones del personal.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

11. CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación ofrecen una alternativa los municipios de Chía y Cajicá para prevenir inundaciones a futuro y poder abastecer a las poblaciones cuando el embalse lo permita una buena regulación en temporada de sequía.

De acuerdo con la información del estudio hidrológico realizado en la cuenca del Rio Frío se elaboraron hidrogramas que permitieron una mejor comprensión del comportamiento pluviométrico de la cuenca, conocer el caudal máximo y los caudales medios necesarios para el diseño de la presa.

El suelo en el área de estudio está constituido por rocas clásticas limo arcillosas y depósitos de ceniza volcánica de espesor variable., son suelos en general bien drenados, de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y profundos a superficiales limitados por mantos de roca dura y coherente. El uso actual del suelo es pasto manejado, bosque de plantación y rastrojo y misceláneos con predominio de pasto manejado.

El estudio técnico dio respuestas como en dónde, cuándo, cuánto, cómo se construirá el embalse en el Rio Frío.

La evaluación de impactos ambientales identifico los impactos significativos ocasionados por las actividades del proyecto.

Como resultado de la evaluación de las dos alternativas para la ubicación del embalse en el Rio Frío se selecciono la alternativa uno ubicada en el municipio de Cajicá en la vereda el Canelón puesto que cuenta con mejores condiciones.

El área total del embalse comprenderá 103 Ha, las Ha utilizadas para desarrollar actividades serán aproximadamente 20 Ha, teniendo un total de 123 Ha para la realización del proyecto.

La presa tendrá una altura máxima de 33.81 m, para un caudal de 49.4 m³/seg, con una longitud total de 17 m, la corona de la presa será de 10 m y un vertedero con una longitud de 17 m y una altura de 28 m.

El volumen útil 1.022 (Mm³) es decir 394.290 l/s es suficiente para abastecer a la población del municipio de Chía y Cajicá puesto que la demande de los municipios es de 381.944 l/s.

El presupuesto total para la construcción del embalse en el Rio Frío es \$ 19,348,703,773 pesos colombianos dentro del cual se encuentra incluido el costo de la construcción de las obras hidráulicas, el costo de los predios, la señalización pertinente , equipos y materiales necesarios, el costo de las actividades de Revegetalización y desmonte de las instalaciones

El relieve de la cuenca es ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían entre 1 y 5 %; en algunos sectores de la unidad los suelos son inundables

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

ocasionalmente y de niveles freáticos altos durante la época invernal, factores que limitan su utilización agrícola.

La mayoría de las especies del componente biótico afectado son consideradas de la zona, son especies nativas y la cobertura de bosque en su gran mayoría corresponden a bosques plantados en un 80% y en algunos sectores de ladera corresponden a bosques naturales que se mezclan con vegetación arbustiva

En el componente social el sistema productivo predominante es la floricultura y lo que respecta al empleo en la zona se refleja que un porcentaje importante de personas (4.5%) se encuentra buscando empleo y que un alto número de personas se encuentran dedicados a los oficios del hogar.

Los impactos más significativos para la construcción del embalse en el Rio Frío es la afectación a la cobertura vegetal por el descapote y el cambio del uso del suelo en la zona por la ocupación del proyecto sin embargo la mayoría de los impactos que se presentan por la construcción del proyecto se consideran de tipo moderado puesto que pueden ser manejables con el uso de las medidas de manejo ambiental.

Los impactos en general tienen una extensión parcial y extensa en relación con el entorno del proyecto, con un tiempo de manifestación sobre el medio de mediano plazo, con una permanencia temporal sobre el medio afectado y con una posibilidad del elemento afectado de retornar a sus condiciones iniciales por medios naturales de corto y mediano plazo

Se formulan programas de medidas de manejo ambiental para minimizar o maximizar los impactos generados por las fases de operación y construcción del embalse.

Se propone un plan de contingencia con las medidas técnicas, humanas y organizativas necesarias para garantizar la continuidad de la construcción y operación del embalse en el Rio Frío dado el caso en que se presente un riesgo ambiental.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

12.RECOMENDACIONES

Se recomienda diseñar y construir obras ambientales que se relacionen con el control de inundaciones (presa, jarillones, etc), para que ayuden a la prevención de problemáticas similares futuras y ayuden al mejoramiento de la regulación hídrica.

Se debe realizar la construcción del embalse en la zona ya que ayudaría considerablemente en temporadas invernales a la población del municipio de Chía y Cajicá Cundinamarca.

Se deben implementar los programas de medidas de manejo ambiental propuestas para mitigar o maximizar los impactos ocasionados por las actividades del proyecto.

De llegase a ejecutarse el proyecto es importante la socialización del mismos con los habitantes de la zona y tenerlos en cuenta para en la contratación del personal durante la construcción del proyecto.

De acuerdo con las características físicas del agua del Rio Frío cuenta con una calidad de agua con un nivel permisible para el uso de almacenamiento pero si se desea para uso de consumo humano se debe iniciar un tratamiento de desinfección para su potabilización.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

13. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

13.1 BIBLIOGRAFIA

MATERÓN Hernán: Obras Hidráulicas Rurales. Universidad del Valle. 1997.

CONESA, Vicente: Guía metodológica para la Evaluación del impacto ambiental. 3 edición, Ediciones mundi-prensa. 1997.

SIMONET, Mario Urra: Fundamentos de Hidrología Superficial. Tema IV. Santiago, Chile. Universidad Chile.

CUERO LEMOS, Jenny Adriana y PUERTO IZQUIERDO, Jinna Maritza. Análisis de los impactos generados por la construcción y operación pequeña central hidroeléctrica de Guapi-Cauca. Bogotá. 2005. Trabajo de grado. Universidad libre. Ingeniería.

TORRES Ernesto y SANCHEZ Sandra. Estudio hidrológico correspondiente a la zona del Río Frío municipio de Chía – Cundinamarca. 2011.

SANCHEZ, Luis Enrique: Evaluación del impacto ambiental conceptos y métodos. Ecoe ediciones Bogotá 2011.

GÓMEZ PIÑEROS, Edgar Andrés y CASTILLO MOJICA, Henry Giovanni. Aplicación del modelo computacional hec-hms en la estimación de caudales máximos en la cuenca del Río Frío Cundinamarca. Bogotá D.C. 2005. Trabajo de grado. Universidad Católica de Colombia. Ingeniería.

GONZALEZ ANGARITA, Gina Paola y GARRETA CHINDOY María Ernestina. Indígenas, petróleo y sostenibilidad humana en el piedemonte amazónico de Colombia. Bogotá D. C. 2007. Trabajo de magister. Pontificia universidad javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales.

QUINTERO, John Rico. Chía: crónica de una tragedia anunciada. En: Revista de Prensa-Colombia. 2011

GARMENDIA, Alfonso: Evaluación de impacto ambiental. Pearson educación S.A. Madrid. 2005.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

13.2 INFOGRAFIA

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CHÍA. {10 de octubre de 2011} disponible en: (www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sig_doc_2000%20ch%C3%ADa%20Acuerdo_17_2000.pdf).

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2008 – 2011 {18 de octubre de 2011} disponible en: (www.bancoinmobiliariochia.gov.co/ACUERDO%2001%20DE%202008%20PLAN%20DE%20DESARROLLO%20CHIA.pdf).

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. {7 de febrero de 2012} disponible en: (www.car.gov.co).

Informe del recorrido por el río Bogotá, para la identificación de puntos críticos en su dinámica hidráulica. Disponible en: (www.sire.gov.co/riobogota/documentos/docs/infoRecorridoAcuaticoAereo.pdf).

GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA. {14 de noviembre 2011} disponible en: (www1.cundinamarca.gov.co).

ALCALDÍA MUNICIPAL DE CHÍA. {7 de febrero de 2012} disponible en: (www.chia-cundinamarca.gov.co/index.php/nuestr).

Lozano Paola, Rosero Carmen. (2004). Estudio de prefactibilidad y evaluación de impacto ambiental para el diseño de una planta embotelladora de agua en la localidad de Sumapaz. Universidad de la Salle. Disponible en: (<http://tegra.lasalle.edu.co/tegra/handle/12991031>).

GOBERNACIÓN DE CAJICÁ. {22 de mayo de 2012}. Disponible en: (<http://www.cajica-cundinamarca.gov.co/nuestromunicipio.shtml>).

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE CAJICA 2008-2012. {25 de mayo de 2012}. Disponible en: (http://www.cajica-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/62323834393633363037393630643737/PDM_2008_2011_CAJICA_aprobado_por_concejo.pdf).

PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. {22 de mayo de 2012}. Disponible en: (http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sig_doc_2000%20cajic%C3%A1%20documento%20t%C3%A9cnico.pdf).

SECRETARIA DE PLANEACIÓN DE CUNDINAMARCA. {20 de mayo de 2012}. Disponible en: (http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoConocimiento/D/dc-sig_pot_cajica/dc-sig_pot_cajica.asp).

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 2820 de 2010. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ. {15 de noviembre de 2012} disponible en: (http://cajica-cundinamarca.gov.co/apcfiles/30373235656637383636326565613562/PERFIL_EPIDEMIOLOGICO_2007_CAJICA.pdf)

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES {En línea}. {20 mayo de 2012} disponible en: (<http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Glosario&lTipo=user&lFuncion=main&>)

BAUTISTA GODOY, Myriam Lorena y MÉNDEZ GONZÁLEZ, Erika Yizzel. Aplicación del sistema de gestión ambiental municipal –sigam para el municipio de Cajicá, Cundinamarca. Universidad de la Salle. Disponible en: (<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/14774/1/00798200.pdf>)

Sistema de información que apoya la administración de la información relacionada con el proceso de gestión de riesgo y atención de emergencias de Bogotá. {En línea}. {13 de Septiembre de 2011} disponible en: (<http://www.sire.gov.co/riobogota/documentos/docs/infoRecorridoAcuaticoAereo.pdf>)

LÓPEZ Parra Elvira, GONZÁLEZ Navarro Nora, CANO Adolfo. Estudio técnico elemento indispensable en la evaluación de proyectos de inversión. {en línea}. {4 mayo de 2012}. Disponible en: (<http://antiguo.itson.mx/publicaciones/contaduria/Julio2008/estudiotecnico.pdf>)

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL. {10 de octubre de 2012} disponible en: (http://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo_del_Estudio_Tecnico.pdf)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

ANEXOS

Anexo 1. Información de caudales y precipitaciones -CAR

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m ³ /s)												
ESTACIÓN : 2120735 PTE VIRGINIA												
Latitud	0455 N	X=N=1036500	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	R. FRÍO	Categoría	LG				
Longitud	7404 W	Y=E=1001200	Municipio	TABIO	Cuenca	R. FRÍO	Fecha Instalación	*****				
Elevación	2566 m.s.n.m		Oficina Provincial	9 SABANA CENTRO			Fecha Suspensión					
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
1995								1.854	1.090	1.131	0.520	0.792
1996	0.327	0.341	1.919	1.967	0.747	1.584	3.166	1.576	0.673	2.441	0.940	1.219
1997	1.128	0.323	0.251	0.945	0.467	0.623	1.450	0.735	0.166	0.186	0.365	0.020
1998	0.002	0.001	0.001	0.234	4.286	3.496	3.393	1.537	1.329	4.191	4.254	2.110
1999	1.782	3.121	4.543	3.226	1.299	1.663	0.951	1.799	4.413	8.666	4.667	1.832
2000	0.523	1.528	1.081	0.897	0.541	0.879	1.216	0.443	1.473	1.639	1.956	0.332
2001	0.175	0.046	0.276	0.061	0.212	0.267	0.154	0.542	0.964	0.350	0.790	0.510
2002	0.047	0.023										
2003			0.010			0.706		0.000	0.083	0.218	0.514	0.358
2004	0.113	0.170	0.007	0.136	0.800	0.391	0.247	0.173	0.719	0.811	2.058	0.483
2005									2.557	7.194	9.189	1.259
2006												
2007		0.081	0.000	0.000	0.001	0.300	0.460	1.140	0.954	1.881	4.955	1.399
2008	1.199	1.172	1.524	1.925	2.931	3.600	2.174	2.785	2.193	2.216	2.910	2.704
2009	0.650			1.408	1.308	1.225	1.318	1.164				

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m ³ /s)												
ESTACIÓN : 2120925 PTE CALAMAR												
Latitud	0458 N	X=N=1036840	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	R. FRÍO	Categoría	LM				
Longitud	7405 W	Y=E=999380	Municipio	TABIO	Cuenca	R. FRÍO	Fecha Instalación	*****				
Elevación	2595 m.s.n.m		Oficina Provincial	9 SABANA CENTRO			Fecha Suspensión					
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
1995	0.206	0.073	0.567	0.400	0.464	1.068	0.529	0.850	1.221	2.132	0.945	1.146
1996	0.629	0.719	1.488	1.417	1.188	1.188	2.368	2.218	0.548	1.451	0.686	0.806
1997	1.248	0.439	0.271	0.801	0.366	0.773	1.277	0.603	0.229	0.173	0.232	0.120
1998	0.118	0.058	0.029	0.121	1.902	1.925	1.764	0.796	0.781	1.442	2.116	2.177
1999	1.470	1.818	2.873	1.761	1.346	1.649	1.032	1.321	2.588	3.564	2.460	1.171
2000	0.674	0.813	1.384	1.006	0.862	1.054	1.306	0.811	2.413	1.985	1.777	0.557
2001	0.353	0.344	0.977	0.548	0.376	0.137	0.052	0.901	1.142	1.066	0.828	0.505
2002	0.143	0.143	1.003	1.314	1.666	1.379	0.745	0.733	0.665	1.172	0.903	0.049
2003	0.156	0.044	0.264	1.502	0.644	0.699	0.893	1.148	0.938	1.780	2.558	1.974
2004	0.604	0.129	0.086	0.415	1.716	1.405	0.859	0.726	1.990	1.906	2.934	1.388
2005	0.639		0.177	0.274	2.305	1.160	0.712	0.809	1.024	3.526	2.922	0.927
2006	0.502	0.278	0.914	3.466	6.840	3.498	1.261	0.829	0.626	1.680	3.673	0.806
2007	0.395	0.254	0.304	0.690	0.475	0.690	0.729	1.096	0.765	1.679	1.621	1.136
2008	0.856	0.750	1.070	1.275	1.397	1.714	1.669	1.744	1.825	1.458	2.216	1.568
2009	0.903	1.008	0.993	0.999	0.830	0.754	1.002	0.816				

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m ³ /s)													
tabio										ESTACIÓN: TABIO			
Latitud	0446 N	X=N=1035180	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	R. CHICÚ	Categoría	CP					
Longitud	7356 W	Y=E=9388070	Municipio	TABIO	Cuenca	R. CHICÚ	Fecha Instalación	07/01/1970					
Elevación	2620 m.s.n.m		Oficina Provincial	9 SABANA CENTRO			Fecha Suspensión						
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
1995	7.8	25.0	71.3	99.0	139.7	55.8	60.6	83.0	34.0	60.9	31.2	71.3	
1996	42.7	73.8	122.2	67.9	88.9	82.8	114.7	42.1	67.2	89.2	115.3	80.9	
1997	58.3	15.3	43.8	62.5	33.8	61.8	54.9	32.9	28.0	64.5	91.1	14.2	
1998	11.7	26.5	30.4	79.1	161.3	12.3	65.8	49.1	96.7	103.1	52.7	94.8	
1999	46.9	119.0	79.3	114.2	52.3	79.3	34.2	89.3	165.3	110.9	71.0	61.0	
2000	47.5	59.3	80.7	46.7	42.4	35.8	81.3	42.9	131.5	46.2	38.9	9.3	
2001	13.9	5.3	20.2	5.5	103.3	28.8	22.9	26.7	21.3	28.5	22.4	3.0	
2002	0.7	4.9	78.1	125.4	59.4	1.7	19.1	35.9	35.2	74.8	21.1	14.2	
2003	0.0	16.3	19.2	47.6	45.8	28.0	66.0	22.0	22.0	92.0	19.0	11.5	
2004	1.2	7.1	12.0	75.4	56.6	28.7	30.0	24.0	31.0	65.5	17.5	7.9	
2005	5.8	33.7	0.9	0.7	8.7	7.1	2.8	35.9	20.1	52.7	31.9		
2006	27.0	26.0	65.0	52.0	29.6	17.7	45.0	27.0	19.0	32.0	46.5	20.0	
2007	44.5	25.3	67.7	137.1	82.4	68.3	37.4	76.9	42.1	157.4	100.6	146.9	
2008	19.3	79.3	93.6	93.1	136.1	46.5	97.3	94.5	31.1				
2009		24.6	53.1	59.0	26.0	57.0	21.0	22.0	55.0	81.7			
2010	14.1	10.0	36.4	218.1	102.4	77.0	173.4	68.6	62.2	110.8	198.4	75.5	
2011	52.2	94.1	124.2	246.8	115.5	52.9	58.1	62.7	67.6	154.7	0.0	116.1	
2012	58.7	44.8	101.6	160.1	74.8	50.1	61.7						

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Anexo 2. Matriz del proyecto

CONSTRUCCIÓN DEL EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CAJICÁ					
MATRIZ DE PROYECTO					
FASES	OBRAS	ACTIVIDADES	ÍNDICE	ACCIÓN, TECNOLOGÍAS Y MATERIALES ASOCIADOS	DEMANDA DE RECURSOS Y/O SERVICIOS
PRELIMINAR	ALISTAMIENTO	Estudios preliminares	1	Esta actividad se incluirá la informaron primaria y secundaria sobre características de la zona de estudio que es necesaria para la realización del proyecto.	Recurso humano, papel, computadores, energía eléctrica, documentación, cartografía
		Ajustes de diseño	2	Esta actividad es realizada en las oficinas de los contratistas y consiste en corregir errores de diseño luego de la observación en campo.	computador, recurso humano especialistas en temas competentes a la realización del proyecto
		Localización y replanteo	3	En esta actividad consiste en marcar con estacas y mojones provisionalmente la localización del embalse.	Equipo Topográfico, recurso humano y financiero, madera
		Socialización del proyecto	4	Se realizaran campañas de socialización con los habitantes de la zona para que conozcan sobre el proyecto.	Recurso humano y financiero, papel, computadores, salon donde se realizara la socialización, energía eléctrica, material de apoyo
		Elaborar los planes de manejo ambiental y social	5	Esta actividad se hace con el fin para que una vez finalizadas las obras de la construcción del embalse se implemente programas necesarios para mitigar impactos generados por las mismas.	Recurso humano (Ingenieros ambientales, civiles, sociólogos), computadores, energía eléctrica, documentación
CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCION DEL EMBALSE EN EL RIO FRÍO	Adquisición de predios	6	Esta actividad consiste en la compra de los predios que son necesarios para la zona de inundación del embalse.	Recurso financiero, Cartografía
		Contratación de personal	7	Es la vinculación de mano de obra calificada y no calificada para la construcción y operación del embalse.	Recurso humano y financiero, oficinas, papel, energía eléctrica, computadores
		Cerramiento y señalización	8	Consiste en la delimitación del terreno en el cual se realizaran las obras necesarias para la construcción del embalse, estas serán delimitadas y debidamente señalizadas.	Madera, Polisombra, recurso humano, conos, señalizaciones, iluminarias.
		Instalación de sistemas de iluminación	9	Se instalaran sistemas de iluminación que sirvan al personal de la obra para la realización de sus funciones	Recurso humano, bombillas, cableado, instrumentos eléctricos, recurso financiero
		Construcción de vías de acceso	10	Se construiran vías de acceso dentro de las obras e infraestructuras para el personal se movilice y se construyan vías de acceso para el paso vehicular y peatonal para los habitantes en la zona del proyecto	Arena, agua, volqueta, recurso humano, palas, desbrozadoras
		Desviación de cauce	11	Esta consiste en la desviación que se debe hacer del cauce para garantizar el caudal aguas abajo.	Excavadora, Volqueta, recurso humano, piedra, agua, madera, maquinaria
		Construcción de campamentos	12	Construcción y ubicación de resguardos que constan de instalaciones sanitarias, cascos para uso del personal de la obra.	Recurso humano y financiero, Plastico, maedra, agua, PVC
		Construcción de tuberías para aguas residuales	13	Construcción de canales para descargas de aguas residuales en la obra	Agua, tuberías, mano de obra, madera, palas
		Relocalización de redes de servicio	14	Se reubicaran infraestructura de servicios publicos que sean afectadas por el proyecto	Recurso humano especializado y recurso financiero, cableado, tuberías, maquinaria
		Transporte de materiales de la obra	15	Es decir el movimiento de los vehículos desde y hacia la obra durante la carga y transporte de materiales, escombros entre otros.	Volquetas, cargadores, agua, recurso financiero y humano
		Descapote, remoción de biomasa y tala de árboles	16	Consiste en el descapote, desbroce y tala de material natural en las áreas que ocuparan las obras, incluyendo la remoción de malezas, rastrojos, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.	Desbrozadoras, palas, agua, recurso humano, retroexcavadoras, volquetas
		Demolición de pavimentos o edificaciones	17	Demolición de estructuras o edificaciones existentes en el area del proyecto	Retroexcavadora, volqueta, explosivos, agua, recursos financieros y humanos
		Excavaciones	18	Remocion de volúmen de material necesario para la construcción de la presa y otras estructuras requeridas.	Retroexcavadora, Energía mecánica, agua, recursos financieros y humanos, equipos topográficos
		Extracción de materiales	19	Extracción de arenas y arcillas necesarios para la construcción de las obras.	Excavadora, volquetas, recurso humano y financiero, agua, equipos tograficos, combustible

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

		Colocación y compactación de material	20	Esta actividad consiste en la conformación de los materiales granulados de diferentes especificaciones para el relleno de sitios de ubicación de estructuras.	Mezcladora, trituradora, agua, mano de obra, aplanadora	
		Construcción de las obras de concreto (presa, diques)	21	Construcción de las obras que permitan el funcionamiento del embalse	Energía eléctrica y mecánica, agua, niveladoras, Materiales de revestimiento, Retroexcavadora, Tuberías, recursos financieros y humanos, equipos topográficos	
		Almacenamiento de materiales y equipos	22	Ubicación de los sitios de almacenamiento para los equipos y materiales de la obra		
		disposición final de materiales resultantes de las obras	23	Remoción, carga, transporte y disposición de escombros generados durante la ejecución del proyecto en sitios debidamente seleccionados. Esta actividad incluye la limpieza permanente del área donde se desarrolla las obras y la recolección de basuras.	Energía eléctrica y mecánica, Volqueta, Retroexcavadora, cargadores, agua, recursos financieros y humanos.	
		Recolección de escombros	24	Consiste en la recolección de madera proveniente de la tala de los árboles, y los desechos de hierbas y arbusto talados con anterioridad.	Recurso humano, volquetas, camiones, plástico, lonas, palas, agua	
		Revegetación de las zonas afectadas	25	Siembra técnica de material vegetal de todos los estratos (herbáceos, arbustivo, arboreo) siguiendo los lineamientos técnicos y legales vigentes.	Material de siembra, palas, agua, Tierra abonada, césped, árboles, recursos financieros y humanos	
	OPERACIÓN	FUNCIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA	Llenado inicial	26	El cual corresponde a la etapa inicial de llenado para la puesta en marcha del embalse.	Agua, equipos de bombeo, energía eléctrica, recurso humano y financiero
			Contratación de personal	27	Recurso humano necesario para el funcionamiento del embalse.	Recurso humano y financiero
			Bombeo de agua al embalse	28		
			Dragado y remoción de sedimentos	29		
			Implementación de los planes de manejo previamente formulados	30	Utilización de los planes de manejo formulados para minimizar los impactos generados en la fase de construcción.	Recurso humano y financiero, papel, computadores, tuberías, infraestructura y maquinaria

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Anexo 3. Fichas técnicas para el manejo ambiental

PROGRAMA	Presión sonora		
SUBPROGRAMA	Control de ruido		
OBJETIVO			
Controlar el nivel del ruido en la zona por el funcionamiento de la maquinaria durante las fases de construcción y operación del embalse.			
METAS			
<ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo de las actividades no aumente la presión sonora actual de la zona. • El 100% de los vehículos utilizados en la obra utilicen silenciadores en los exhostos. • Cumplir la normatividad colombiana del niveles de ruido permitirles. 			
ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
ALISTAMIENTO		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACION			
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Estudio de inicial de niveles de presión sonora en la zona.		<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a los trabajadores y la población cercana a las obras. • Afectación a la fauna de la zona. 	
Fuentes generadoras de niveles de ruido en la zona.			
TIPO DE MEDIDA		Mitigación	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
Los habitantes del área de influencia del proyecto, ecosistemas y personal que desarrolla las actividades.			
ACCIONES A DESARROLLAR			
PLAN DE ACCIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ El contratista programara aquellas actividades donde se genere mayores niveles de ruido como excavaciones, demolición entre otras en un horario diurno. ✓ La utilización de silenciadores en los exhostos de los vehículos, maquinaria y equipo deberá ser obligatoria. ✓ Se debe evitar el uso de cornetas o bocinas que emitan altos niveles de ruido. ✓ El contratista deberá proporcionar protectores auditivos al personal de la obra, especialmente al personal que trabaja en actividades de alto nivel sonoro. ✓ El personal debe usar obligatoriamente el equipo de seguridad industrial como los protectores de ruido. ✓ Se debe cumplir la normatividad colombiana del niveles de ruido permitirles. ✓ Si es necesario se deberán utilizar barreras temporales contra el ruido. 			
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			
Equipo de seguimiento ambiental del proyecto.			
INDICADORES			
Nombre del indicador		Formula	
Silenciadores implementados: Este indicador busca conocer la cantidad de silenciadores de exhostos que fueron implementados en los vehículos de la obra.		$\frac{N \text{ vehiculos con silenciadores en exhosto}}{N \text{ totales de vehiculos en la obra}}$	
Nivel de ruido: Éste indicador buscar compara los decibeles generados con los permisibles en la norma colombiana.		nivel permisible vs nivel generado	

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN
Equipo de contratista especialista en el tema.
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN
Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente con respecto al ruido que se generan en las fases del proyecto. Además de esto que se cumplan las metas establecidas en la ficha de manejo.

PROGRAMA	Calidad de cuerpos de agua superficial		
SUBPROGRAMA	Manejo de aguas superficiales		
OBJETIVO			
Implementar medidas de prevención para evitar la contaminación de cuerpos de agua que pueda causar el desarrollo de las actividades de proyecto.			
METAS			
<ul style="list-style-type: none"> Garantizar que el 100% de los cuerpos de agua intervenidos estén libres de residuos, materiales de construcción y de excavación resultados de las actividades del proyecto. Construir el 100% de las obras de mitigación requeridas en la intervención de los cuerpos de agua, manejo de aguas lluvias y de escorrentía. Mantener en un 95% las condiciones físicos químicos del recurso hídrico. 			
ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
ALISTAMIENTO		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACION			
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Reconocimiento de los parámetros físicos químicos del agua actual. Revisar zonas de vertimientos o descargas en el cauce.		<ul style="list-style-type: none"> Contaminación del recurso hídrico Cambios en los parámetros físicos químicos del agua. Afectación en la disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo. Afectación de fauna y flora. 	
TIPO DE MEDIDA		Preventiva	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
Las medidas se realizaran en la cuenca del Rio Frio.			
ACCIONES A DESARROLLAR			
PLAN DE ACCIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Todos los cuerpos de agua deberán protegerse contra la erosión y contra los vertidos directos o indirectos de contaminantes, como por ejemplo, sedimentos, basuras, aguas residuales, cemento, aceites, combustibles, productos químicos, etc. ✓ Realizar un control estricto de los movimientos de materiales en el cauce de los cursos de agua. ✓ Si es necesario, deberán construirse diques o terraplenes temporales para proteger las riberas del rio contra la erosión ✓ Prohibir lavar maquinaria o equipos en el cauce, el mantenimiento de la maquinaria y la recarga de combustible, se realizará solamente en el área seleccionada y asignada para tal fin. ✓ En casos de derrames, se deberán tomar medidas inmediatas para limpiar las zonas contaminadas y evitar que los contaminantes se propaguen. ✓ Garantizar las condiciones de orden y aseo al finalizar la jornada diaria de trabajo de aquellos frentes 			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

<p>que trabajen cerca a cuerpos de agua, evitando que los cauces sean receptores de residuos que puedan alterar su calidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Todos los cruces temporales deberán removerse después de finalizadas las obras. ✓ Se deberá restaurar y estabilizar los lechos de los ríos, las riberas y otras áreas alteradas durante el desarrollo del proyecto. ✓ Construcción de tuberías para descargas de aguas residuales. 	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
El contratista y el equipo de seguimiento y monitoreo deben constatar que se cumpla con la revisión de los indicadores expuestos	
INDICADORES	
Nombre del indicador	Formula
<p>Km intervenido: Este indicador busca conocer la cantidad de Km del cauce que fueron dejados sin residuos de construcción ni de las excavaciones del proyecto.</p>	$\frac{\text{Km del cauce libres de residuos}}{\text{Km del cauce intervenidos por el proyecto}}$
<p>Parámetros físicos químicos: Este indicador busca conocer las condiciones físico químicas del cuerpo de agua antes y después del proyecto</p>	$\frac{\text{Parametros FQ antes de iniciar el proyecto}}{\text{Vs Parametros FQ una vez terminado el proyecto}}$
<p>Obras de mitigación: Este indicador busca conocer la cantidad de obras que se realizaron en la rivera del rio o en sus cercanías.</p>	$\frac{\text{N de obras de mitigacion construidas}}{\text{N totales de obras a realizar}} * 100$
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
Equipo de contratista especialista en el tema.	
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN	
Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente con respecto al manejo de cuerpos superficiales.	

PROGRAMA	Calidad del suelo		
SUBPROGRAMA	Protección del suelo		
OBJETIVO			
Proponer medidas para la protección de la calidad del suelo durante algunas actividades del proyecto.			
METAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el 100% de las obras necesarias para evitar la erosión en suelo. 			
ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
ALISTAMIENTO		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACION			
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Identificación de zonas con presencia de erosión.		<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a la calidad del suelo. 	
Definir los métodos a utilizar para evitar la erosión.			
TIPO DE MEDIDA		Preventiva	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
Se aplicaran en todo el proyecto donde se realicen actividades con maquinaria pesada y se construyan obras			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

civiles.	
ACCIONES A DESARROLLAR	
PLAN DE ACCIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proteger las zonas sensibles mediante el jaloneado adecuado y prevención durante los movimientos de tierra y de maquinaria. ✓ Estudiar zonas sensibles de erosión, sismos que se deben evitar durante el proyecto. ✓ Par evitar la erosión y desprendimientos se debe realizar estabilización de taludes, construcción de muros, uso de anclajes tendido de mallas de protección y Revegetalización de taludes. ✓ El material superficial removido deberá ser apilado y protegido para su posterior utilización en las obras. ✓ Las áreas que no han sido aprobadas para su desmonte y remoción de vegetación deberán mantenerse en su estado actual. ✓ En la medida de lo posible, deberá evitarse la remoción de vegetación en terrenos muy empinados, zonas propensas a la erosión, y aéreas ecológicamente sensibles. 	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
El contratista y el equipo de seguimiento y monitoreo deben constatar que se cumplan las medidas expuestas en el plan de acción.	
INDICADORES	
<i>Nombre del indicador</i>	<i>Formula</i>
Control de erosión: Este indicador permite conocer la cantidad de obras que se realicen para evitar la erosión producto de las actividades del proyecto.	$\frac{\text{Obras construidas}}{\text{obras a realizar}}$
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
Geólogo, ingeniero ambiental y civil.	
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN	
Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente con respecto a la protección del suelo.	

PROGRAMA	Calidad paisajística		
SUBPROGRAMA	Preservación del paisaje		
OBJETIVO			
Proponer medidas de protección del paisaje para no afectar la calidad paisajística de la zona durante las actividades de construcción del proyecto.			
METAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de señalización y vallado adecuado para no afectar la visibilidad del paisaje • Cerramiento del 100% de los sitios de disposición final de materiales y/o construcción de obras civiles. 			
ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
ALISTAMIENTO		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACION			
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Identificación del tipo de paisaje		<ul style="list-style-type: none"> • Afectación al paisaje • Perturbación del hábitat 	
Identificación de sitios turísticos, de preservación			
TIPO DE MEDIDA		Mitigatoria-Preventiva	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
Donde se realizaran las obras civiles o se haga necesario el cerramiento de la zona.			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

ACCIONES A DESARROLLAR	
PLAN DE ACCIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ La disposición aleatoria de residuos sólidos en zonas escénicas deberá estar estrictamente prohibida. ✓ Los sitios de la construcción deberán estar rodeados de vallas si están localizados en áreas con valor escénico o turístico para evitar la vista directa de los sitios de construcción. ✓ Las vallas que se realicen para el cerramiento deberán ser de un aspecto visual uniforme. ✓ Se dispondrá de una señalización adecuada para no afectar la visibilidad del paisaje 	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
El contratista y el equipo de seguimiento y monitoreo deben constatar que se cumplan las medidas expuestas.	
INDICADORES	
Nombre del indicador	Formula
Señalización y vallado del proyecto: Este indicador permite conocer la cantidad de hectáreas que serán afectadas con señalización y vallado del proyecto.	$\frac{\text{Ha con señalización y vallado del proyecto}}{\text{Ha del area de influencia}}$
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
Equipo de contratista especialista en el tema.	
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN	
Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente para la calidad paisajística.	

PROGRAMA	Conservación de la vegetación		
SUBPROGRAMA	Manejo de la vegetación		
OBJETIVO			
Proteger y preservar las especies arbóreas que se vean afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.			
METAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Se implanten en otras zonas del proyecto la cantidad de arboles que fueron talados para la construcción del proyecto. • Se reutilice el 100% de la madera y cobertura vegetal resultante. 			
ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
ALISTAMIENTO		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACION			
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Realizar un inventario ambiental de las especies arbóreas en la zona.		<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de la capa vegetal • Erosión • Perturbación de hábitat 	
Delimitar las áreas de conservación y preservación de la zona.			
Demarcarse con vallas o cercas temporales toda la vegetación que se va a conservar y la que se va a talar.			
TIPO DE MEDIDA		Preventiva	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
Las medidas se aplicaran en la zona donde se necesite para la construcción en las obras civiles.			
ACCIONES A DESARROLLAR			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

PLAN DE ACCIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ La zona a desmontar se debe delimitar y demarcar de manera exacta en el terreno, con señales visibles. ✓ El descapote se debe realizar evitando que la capa de suelo se mezcle con sustancias peligrosas. ✓ Toda la tala y poda de árboles que sea necesario realizar, deberán contar previamente con los permisos respectivos. ✓ Se deben marcar los arboles a talar para una fácil identificación. ✓ La tala de árboles se debe hacer de forma manual para no causar daños al suelo y vegetación cercana con maquinaria. ✓ Deberán preservarse los árboles de gran tamaño en la medida en que sea posible especialmente en los caminos de acceso y los campamentos. ✓ Los árboles y plantas con valor ecológico (por ejemplo, aquellos que sirven para nidificación de aves o zonas de descanso) o comercial, deberán mantenerse en la medida de lo posible. ✓ Se deben implantar arboles en otras zonas para remplazar los que fueron talados. ✓ La vegetación que se va a preservar deberá delinarse con cercas temporales o marcas. ✓ Retirada, acopio, conservación y recuperación de la tierra vegetal para su utilización en labores de Revegetalización. ✓ La madera resultante de la tala, en lo posible debe ser utilizada para los trabajos de las obras. ✓ Para especies endémicas o de valor botánico que forzosamente tengan que ser removidas, el contratista estará obligado a trasplantarlas al lugar establecido para su conservación. ✓ Deberán protegerse y demarcarse áreas protegidas en la zona. ✓ Se deberá verificar regularmente los límites de las obras para asegurar que no se está causando daño a las áreas aledañas al proyecto. 	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
El contratista y el equipo de seguimiento y monitoreo deben constatar que se implanten la cantidad de arboles que fueron talados, la reutilización de la cobertura vegetal y madera.	
INDICADORES	
<i>Nombre del indicador</i>	<i>Formula</i>
Especies implantadas: Este indicador comprara la cantidad de arboles que fueron talados para la construcción del proyecto con la cantidad implantados después.	$\frac{\text{Numero de arboles talados}}{\text{Vs Numero de arboles implantados}}$
Cobertura vegetal reutilizada: Este indicador mostrara la cantidad de cobertura vegetal que fue utilizada después de retirada.	$\frac{\text{M3 cobertura vegetal reutilizada}}{\text{M3 cobertura vegetal retirada}} * 100$
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
Equipo conformado por Forestales, ecologistas.	
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN	
Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente para la protección de vegetación.	

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

PROGRAMA	Protección de fauna		
SUBPROGRAMA	Resguardo de animales		
OBJETIVO			
Proteger y reubicar las especies de fauna que se encuentra en el área de influencia del proyecto.			
METAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Protegerse y demarcar en un 100% los hábitats donde se encuentren especies sensibles o en vías de extinción. • Garantizar el 100% de la reubicación de las especies. 			
ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
ALISTAMIENTO		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACION			
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Inventario de especies en el área de influencia		<ul style="list-style-type: none"> • Afectación habita • Perdida de especies 	
Selección del sitio donde se reubicaran las especies			
TIPO DE MEDIDA		Preventiva	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
Área de influencia del proyecto			
ACCIONES A DESARROLLAR			
PLAN DE ACCIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Prohibir estrictamente las actividades de recolección y/o extracción de fauna. ✓ Cumplir con los horarios de construcción o manipulación de maquinaria para no ocasionar fuertes niveles de ruido durante la noche para no afectar los animales en la zona. ✓ Establecer los sitios con presencia de fauna, sitios de captura y áreas de relocalización. Las actividades constructivas deberán ejecutarse de tal manera que no interfieran o coincidan con las épocas de apareamiento, reproducción, desove, anidamiento, etc. ✓ Estará estrictamente prohibido la caza, pesca, envenenamiento, compra de cualquier especie de fauna silvestre. ✓ Se debe garantizar siempre la vida de especies que se encuentren durante la construcción del proyecto. ✓ Se deben utilizar vallados de cierre y para pasos de la fauna. 			
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			
El contratista y el equipo de seguimiento y monitoreo deben constatar que se cumpla lo establecido en el plan de acción.			
INDICADORES			
Nombre del indicador		Formula	
Especies en vía de extinción en la obra: Este indicador permitirá conocer la cantidad de especies en vía de extinción que se encuentre en el área de influencia del proyecto.		$\frac{\text{Especies en via de extinción}}{\text{Especies totales en la obra}}$	
Reubicación de las especies: Este indicador permitirá conocer el porcentaje de especies reubicadas en todo el proyecto.		$\frac{\text{Especies reubicadas}}{\text{Especies a reubicar}} * 100$	
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN			
Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente para la protección de especies en el área de influencia.			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

PROGRAMA	Seguridad industrial		
SUBPROGRAMA	Formación personal		
OBJETIVO			
Dar a conocer al personal de la obra el programa de seguridad industrial del proyecto.			
METAS			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ El 100 % del personal de la obra utilice la dotación personal de seguridad industrial. ✓ Realizar el 100% de las capacitaciones de seguridad industrial establecidas en el cronograma. ✓ Aplicar la legislación y reglamentación vigente en cuanto a seguridad industrial. 			
ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
ALISTAMIENTO		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACION	X		
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Identificación de riesgos laborales.		<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a la salud de trabajadores. 	
Capacitación a personal de la obra.			
Dotación de seguridad industrial al personal.			
TIPO DE MEDIDA		Preventiva	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
En todas las actividades del proyecto.			
ACCIONES A DESARROLLAR			
PLAN DE ACCIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Colocar señales visibles de seguridad, prohibición, y advertencia alrededor de las áreas constructivas y en las zonas de campamentos para facilitar el movimiento del tráfico, y para indicar la localización de los diferentes componentes de los campamentos y sitios de trabajo. ✓ Colocar fichas de seguridad para cada químico y sustancia tóxica presente en los sitios de trabajo. ✓ Cercar temporalmente las áreas de alto riesgo, como excavaciones profundas, lugares donde ocurrirán voladuras, etc., para impedir el acceso del público. ✓ Realizar capacitación al personal sobre seguridad industrial. ✓ Establecer distancias visuales adecuadas en las áreas de construcción y campamentos. ✓ Velar por el uso adecuado de la maquinaria y equipos. Deberá exigirse que se cumplan las normas mínimas de seguridad, en todos los casos. ✓ Es prohibida la permanencia de personas ajenas a la obra, dentro de una excavación cuando haya maquinaria o se realicen actividades de alto riesgo. ✓ Llevar a cabo entrenamientos en seguridad para los trabajadores antes de que comiencen los trabajos constructivos ✓ Conocer y aplicar la legislación y reglamentación vigentes en cuanto a seguridad. ✓ Proporcionar a los trabajadores suficiente equipo de protección personal (zapatos blindados, casco de seguridad, capa (pantalón y chaqueta), tapa oídos, guantes de lana, lentes, tapabocas) 			
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			
El equipo de seguimiento ambiental debe asegurarse de que el personal utilice el equipo de seguridad siempre que se encuentre dentro de la obra, revisar las planillas de accidentes registrados.			
INDICADORES			
Nombre del indicador		Formula	
Capacitaciones: Este indicador permitirá conocer el número de capacitaciones realizadas sobre las capacitaciones programadas sobre seguridad industrial.		$\frac{\text{Capacitaciones realizadas}}{\text{Capacitaciones programadas}}$	

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

<p>Accidentes ocurridos: Este indicador mostrara el porcentaje del personal accidentado en toda la obra.</p>	$\frac{\text{Personal accidentado}}{\text{Personal Total de la obra}} * 100$
<p>Uso del equipo de seguridad industrial: Este indicado mostrara el porcentaje de trabajadores que usan el equipo de seguridad industrial dentro de la obra.</p>	$\frac{\text{Personal que usa el equipo de seguridad}}{\text{Personal de obra}} * 100$
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
<p>El área de seguridad industrial del proyecto.</p>	
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN	
<p>Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente con respecto al programa de seguridad industrial.</p>	

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

PROGRAMA	Proyección Social		
SUBPROGRAMA	Generación de empleo		
OBJETIVO			
Involucrar a la comunidad de la zona del proyecto durante el desarrollo del mismo, seleccionando personal de esta área que laborará durante la etapa de construcción del proyecto.			
METAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Generar un 65% de empleo para habitantes de la zona de afectación directa del proyecto. • Mejorar la calidad de vida de los residentes de la zona a través de la generación de empleos directos e indirectos. • Optimizar los trabajos de construcción y la aplicación de las medidas de control ambiental por medio de la contratación de personal con sentido de pertenencia de la zona. 			
ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
PRELIMINAR		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACION			
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Censo de personal desempleada en la zona		<ul style="list-style-type: none"> • Rechazo del proyecto por parte de la comunidad. • Inconformidad de la comunidad, por no ser tenida en cuenta para la contratación de personal (mano de obra no calificada). 	
Entrevista o acercamiento con los habitantes de la zona			
Selección de personal a capacitar para trabajar en la obra			
Identificación de las principales actividades que generan empleos en la zona.			
Socialización del actividades que generaran empleo durante la construcción del proyecto			
TIPO DE MEDIDA		Potenciadora.	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
Los habitantes del área de influencia del proyecto ya que serán tomados en cuenta para el desarrollo de este permitiendo mejorar nivel de vida.			
ACCIONES A DESARROLLAR			
PLAN DE ACCIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ El contratista debe contratar personal (mano de obra no calificada) de la zona, especialmente del área de influencia directa del proyecto. El contratista podrá solicitar personal a las diferentes bolsas de empleo de la ciudad. Al menos el 65% de la mano de obra no calificada contratada para la obra debe pertenecer a la zona. ✓ La convocatoria de personal se podrá hacer pública por medio de las juntas de acción comunal, de los diferentes barrios abarcados en la zona de influencia del proyecto, por medio de anuncios en el periódico o diarios de mayor circulación en la ciudad. ✓ Se deberá informar los requisitos y pasos que deben seguir los aspirantes a los diferentes cargos; los aspirantes deben ser citados, se les debe explicar la oferta existente para los diferentes cargos y el perfil que el contratista exige para acceder al puesto. ✓ Luego de seleccionar el personal se deberá informar de la documentación y exámenes que se deben presentar para realizar la vinculación. ✓ Después de seleccionar el personal, el contratista deberá realizar un listado del personal vinculado listado que se presentará ante la interventoría, en caso del retiro o ingreso de personal se deberá realizar las respectivas modificaciones en la lista. 			
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			
El contratista y el equipo de seguimiento y monitoreo deben constatar que se vinculo para la construcción del proyecto como mínimo un 65% de mano de obra local.			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

INDICADORES	
<i>Nombre del indicador</i>	<i>Formula</i>
Personal contratado de la zona: Éste indicador busca determinar la aplicación del programa por parte del contratista, comparando la cantidad de trabajadores de la zona contratados con la cantidad de trabajadores de la zona que se presentaron aspirando a ser vinculados al proyecto.	$= \frac{\text{Personal de la zona aspirante a ser vinculado}}{\text{personal contratado de la zona}} * 100$
Personal de la zona vinculado: Por medio de éste indicador se busca ilustrar la cantidad de trabajadores de la zona vinculados a la obra con la cantidad total de trabajadores en la misma.	$= \frac{\text{Personal de la zona vinculado a la obra}}{\text{Personal total vinculado a la obra}} * 100$
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
Equipo de talento humano y gestión social del proyecto	
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN	
Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente con respecto a la contratación de personal.	

PROGRAMA	Manejo de las actividades del proyecto		
SUBPROGRAMA	Manejo de residuos		
OBJETIVO			
Proporcionar un manejo adecuado a los tipos de residuos resultados de las fases de construcción del proyecto.			
METAS			
<ul style="list-style-type: none"> • El 95% de los residuos se han clasificados para su posterior tratamiento. • El 90% de los residuos que se generan en la construcción del proyecto sean reutilizados. • Los residuos no reutilizables tengan un sitio de disposición final acorde al tipo de residuo. 			
ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
ALISTAMIENTO		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACION			
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Identificar los tipos de residuos que se generaran durante la fase.		<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro del espacio público • Generación de material particulado • Vertimientos • Afectación a la salud de los trabajadores • Afectación del paisaje 	
Identificar las empresas que se encargaran de recoger los residuos para su disposición final.			
Selección de un lugar para el almacenamiento de los residuos dentro de la obra.			
TIPO DE MEDIDA		Preventiva-mitigación	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
Estas medidas se aplicarán durante todo el período de construcción.			
ACCIONES A DESARROLLAR			
PLAN DE ACCIÓN			
✓ Las zonas de disposición final de material deberán quedar lo suficientemente alejadas de los cuerpos			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

<p>de agua, para evitar posibles vertimientos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ El contratista debe asegurarse de la disposición final de acuerdo al tipo de residuo generado por las actividades del proyecto. ✓ Todo residuo que se considere reutilizable debe ser utilizado nuevamente. ✓ Los sitios más recomendados para la disposición de estériles se pueden ubicar en las zonas aledañas a la obra o en vías donde se ha tomado material. ✓ No se deberán depositar materiales en zonas de fallas geológicas o en sitios donde la capacidad de soporte de los suelos no permita su colocación. ✓ No deben depositarse en lugares donde puedan perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población quede expuesta a algún tipo de riesgo. ✓ Los residuos líquidos y peligrosos deben ser marcados para evitar posibles accidentes. ✓ Se realizará jornadas de limpieza en las zonas de trabajo diariamente. ✓ Los residuos almacenados temporalmente deberán ser protegidos contra el agua y del aire, con elementos como lonas impermeables o plásticos. ✓ Capacitación a personal de la obra sobre el manejo de residuos. 	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
El equipo de seguimiento ambiental y el contratista deben asegurarse de contratar empresas certificadas para la disposición final de los residuos de la obra y de la reutilización de los residuos dentro de la obra.	
INDICADORES	
Nombre del indicador	Formula
Residuos reutilizados: Este indicador servirá para medir la cantidad de residuos que se reutilizaron en la obra.	$\frac{\text{Tn de residuos reutilizados}}{\text{Tn total de residuos de la obra}}$
Capacitación personal: Este indicador permitirá conocer el porcentaje de trabajadores que asistieron a la capacitación de manejo de residuos.	$\frac{\text{Personal capacitado}}{\text{Personal de la obra}} * 100$
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
Grupo de gestión ambiental y Talento humano	
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN	
Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente con respecto al manejo de residuos generados en la obra.	

PROGRAMA	Ocupación del suelo
SUBPROGRAMA	Llenado del embalse
OBJETIVO	
Establecer recomendaciones que garanticen de forma óptima y segura el proceso de llenado del embalse, minimizando los impactos ocasionados al medio ambiente.	
METAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar aguas abajo de la presa se suministre siempre un caudal mediante las obras que se realicen. • Evitar la muerte por ahogamiento de las especies terrestres que se encuentren en la zona del vaso del embalse durante el llenado. • El 100% de las especies arbóreas y animales que se vean afectados por el llenado del embalse se han reubicados 	

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

ETAPA O MOMENTO DE EJECUCIÓN			
ALISTAMIENTO		CONSTRUCCIÓN	X
OPERACION			
ACTIVIDADES RELACIONADAS		IMPACTO AMBIENTAL	
Compra de predios inundar.		<ul style="list-style-type: none"> • Desplazamiento de especies de faunísticas • Transformación de ambientes loticos a lenticos • Modificación del paisaje • Pérdida de hábitats • Desplazamiento de actividades económicas y población. • Afectación a la vegetación y cobertura vegetal. 	
Censo de personas, animales y especies arbóreas a reubicar.			
Cerramiento y señalización del área de llenado del embalse.			
TIPO DE MEDIDA		Preventiva	
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS			
Área de llenado.			
ACCIONES A DESARROLLAR			
PLAN DE ACCIÓN <ul style="list-style-type: none"> ✓ El contratista debe asegurarse de verificar los sitios inundables para llevar a cabo el llenado. ✓ Se debe realizara la remoción de la cobertura vegetal de la zona del embalse. ✓ Reubicación de especies arbóreas que sean afectadas por el llenado del embalse. ✓ Asegurarse de la fauna existente en la zona este ahuyentada y reubicada antes de iniciar el llenado. ✓ Verificar que toda la población sea reubicada y en efecto no esté presente en la zona de llenado. ✓ Implementar dispositivos de seguridad y señalización para prevenir presencia de personas en el área. ✓ Deberá quitarse la mayor cantidad de vegetación en la zona del embalse para evitar problemas de calidad del agua, especialmente en las zonas poco profundas. ✓ Cerramiento del área a inundar. 			
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			
Asegurar que se hayan cumplido el 100% de los requisitos previos al llenado del embalse.			
INDICADORES			
Nombre del indicador		Formula	
Ha de llenado: Este indicador mostrara la cantidad de ha ocupadas por el llenado del embalse.		$\frac{\text{Ha inundadas para el proyecto}}{\text{Ha totales del proyecto}}$	
Reubicación de especies: Este indicador permitirá conocer la cantidad de especies que fueron reubicadas por la realización del proyecto.		$\frac{\text{Especies reubicadas}}{\text{Especies a reubicar}}$	
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN			
Equipo de contratista especialista en el tema.			
RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN			
Implementación de las medidas de manejo expuestas anteriormente con respecto al llenado del embalse.			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

Anexo 4. Registro Fotográfico



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE UN EMBALSE EN EL RIO FRÍO EN CHÍA

