

FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES (PTAR), PARA EL MUNICIPIO DE HERVEO

JHON JAIRO SALCEDO BAUTISTA

HANS ZUBIETA GRACIA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y EMPRESARIALES

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ D.C. II SEMESTRE – 2018

FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES (PTAR), PARA EL MUNICIPIO DE HERVEO

JHON JAIRO SALCEDO BAUTISTA y

HANS ZUBIETA GRACIA

Trabajo de grado para obtener el título de  
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor: MAGALI YADIRA LABRADOR TOVAR

PMP

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS  
BOGOTÁ D.C. II SEMESTRE – 2018

**Dedicatoria**

*A mi hijo Samuel, el motor de mi vida*

*Jhon Jairo Salcedo Bautista*

*A mis padres, por todo el apoyo que me han dado,  
por la confianza que han tenido en mis capacidades y  
por esa fuerza que siempre han mostrado.*

*Hans Zubieta Gracia*

### **Agradecimientos**

A nuestras familias por su amor y apoyo incondicional, por ser la fuerza invisible que nos guía cuando creemos desfallecer.

El desarrollo del presente trabajo se debe a las enseñanzas de todos los maestros que hicieron parte de nuestro proceso de formación durante el desarrollo de la especialización y en especial a Magali Labrador, asesor del proyecto, gracias a su disposición, paciencia y disciplina, este trabajo de grado no perdió su objetivo.

Especiales agradecimientos a los funcionarios de la Alcaldía Municipal de Herveo, por dejarnos dar nuestro aporte sus esfuerzos diarios en la transformación del municipio y su constante apoyo al desarrollo de este proyecto

A la Universidad Piloto de Colombia por abrir estos escenarios de formación que permiten el acceso al conocimiento y el desarrollo de profesionales más comprometidos con el crecimiento de nuestra sociedad.

## Tabla de Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>12</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>12</b>
<b>OBJETIVO DEL TRABAJO DE GRADO</b> .....	<b>13</b>
<b>1 ANTECEDENTES</b> .....	<b>14</b>
1.1 DESCRIPCIÓN ORGANIZACIÓN FUENTE DEL PROBLEMA O NECESIDAD .....	14
1.1.1 Descripción general – marco histórico de la organización. ....	14
1.1.2 Direccionamiento estratégico de la organización. ....	15
<b>2 MARCO METODOLÓGICO PARA REALIZAR TRABAJO DE GRADO</b> .....	<b>20</b>
2.1 TIPOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN. ....	20
2.2 HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN. ....	20
2.3 FUENTES DE INFORMACIÓN. ....	21
2.4 SUPUESTOS Y RESTRICCIONES PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO .....	21
<b>3 ESTUDIOS Y EVALUACIONES</b> .....	<b>22</b>
3.1 ESTUDIO TÉCNICO .....	22
3.1.1 Diseño conceptual de la solución. ....	22
3.1.2 Análisis y descripción del proceso. ....	25
3.1.3 Definición del tamaño y Localización en del proyecto. ....	27
3.1.4 Requerimiento para el desarrollo del proyecto .....	29
3.2 ESTUDIO DE MERCADO .....	29
3.2.1 Población. ....	29
3.2.2 Dimensionamiento de la demanda. ....	29
3.2.3 Dimensionamiento de la oferta. ....	30
3.2.4 Precios .....	30
3.2.5 Punto de equilibrio oferta – Demanda .....	31
3.3 ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO. ....	31
3.3.1 Estimación de Costos de inversión del proyecto .....	31
3.3.2 Definición de Costos de operación y mantenimiento del proyecto .....	32
3.3.3 Flujo de caja del proyecto caso.....	32
3.3.4 Determinación del costo de capital, fuentes de financiación y uso de fondos .....	33
3.3.5 Evaluación Financiera del proyecto.....	33
3.4 ESTUDIO SOCIAL Y AMBIENTAL .....	35
3.4.1 Descripción y categorización de riesgos e impactos ambientales.....	35
3.4.2 Definición de flujo de entradas y salidas .....	42
3.4.3 Estrategias de mitigación de impacto ambiental.....	43
<b>4 EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN (METODOLOGÍA DEL MARCO LÓGICO)</b> .....	<b>46</b>
4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	46
4.1.1 Análisis de involucrados.....	46
4.1.2 Árbol de problemas. ....	47
4.1.3 Árbol de Objetivos. ....	48
4.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	50

4.2.1	Identificación de acciones y alternativas .....	50
4.2.2	Descripción de alternativa seleccionada.....	52
4.2.3	Justificación del proyecto. ....	53
<b>5</b>	<b>INICIO DE PROYECTO .....</b>	<b>54</b>
5.1	CASO DE NEGOCIO.....	54
	Desarrollo de la propuesta.: .....	55
5.2	PLAN DE GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN.....	55
5.2.1	Acta de Constitución (Project Charter).....	55
5.2.2	Informe final del proyecto .....	60
5.2.3	Plan de gestión de Beneficios .....	60
5.2.4	Registro de Lecciones Aprendidas .....	61
5.2.5	Control integrado de cambios.....	61
<b>6</b>	<b>PLANES DE GESTIÓN .....</b>	<b>67</b>
6.1	PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE .....	67
6.1.1	Enunciado del alcance .....	67
6.1.2	EDT .....	69
6.1.3	Diccionario de la EDT.....	70
6.1.4	Matriz de trazabilidad de requisitos.....	70
6.1.5	Validación del alcance.....	72
6.2	PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA.....	73
6.2.1	Listado de actividades con estimación de duraciones esperadas .....	73
6.2.2	Línea base del Cronograma – diagrama de Gantt.....	80
6.2.3	Diagrama de red .....	81
6.2.4	Diagrama ruta crítica .....	82
6.2.5	Aplicación de una de las técnicas de desarrollar el cronograma .....	83
6.3	PLAN DE GESTIÓN DEL COSTO .....	86
6.3.1	Estimación de costos .....	86
6.3.2	Línea base de costos .....	86
6.3.3	Presupuesto por actividades.....	87
6.3.4	Indicadores de medición de desempeño aplicados al proyecto.....	90
6.3.5	Aplicación técnica del valor ganado con curvas S avance. ....	93
6.4	PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD.....	95
6.4.1	Métricas de Calidad.....	95
6.4.2	Documentos de prueba y evaluación .....	101
6.4.3	Entregables verificados.....	103
6.5	PLAN DE GESTIÓN DE RECURSOS.....	104
6.5.1	Estructura de desglose de recursos .....	104
6.5.2	Asignaciones de recursos físicos y Asignaciones del equipo del proyecto .....	104
6.5.3	Calendario de recursos .....	107
6.5.4	Plan de capacitación y desarrollo del equipo.....	108
6.6	PLAN DE GESTIÓN DE COMUNICACIONES.....	109
6.6.1	Sistema de información de comunicaciones .....	109
6.6.2	Diagramas de flujo de la información incluyendo con la posible secuencia de autorizaciones, lista de informes, planes de reuniones, plazo y frecuencia, etc .....	110
6.6.3	Matriz de comunicaciones .....	111
6.7	PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO .....	112
6.7.1	Identificación de riesgos y determinación de umbral .....	112

6.7.2	Risk Breakdown Structure -RiBS- .....	122
6.7.3	Análisis de riesgos del proyecto (cualitativo y cuantitativo) .....	123
6.7.4	Matriz de riesgos .....	124
6.7.5	Plan de respuesta al riesgo. ....	125
6.8	PLAN DE GESTIÓN DE ADQUISICIONES .....	127
6.8.1	Definición y criterios de valoración de proveedores .....	127
6.8.2	Criterios de contratación, ejecución y control de compras y contratos.....	130
6.8.3	Cronograma de compras con la asignación del responsable. ....	134
6.9	PLAN DE GESTIÓN DE INTERESADOS.....	137
6.9.1	Registro de Interesados.....	137
6.9.2	Matriz de evaluación del involucramiento de Interesados .....	137
6.9.3	Estrategias para involucrar los interesados .....	142
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>143</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>146</b>
<b>APÉNDICES .....</b>		<b>148</b>

**Lista de tablas**

Tabla 1. Política y normatividad relacionada con el proyecto.....	24
Tabla 2. Asignación del nivel de complejidad.....	28
Tabla 3. Presupuesto del proyecto .....	31
Tabla 4. Línea base costo de inversión. ....	32
Tabla 5. Riesgos Ambientales del proyecto.....	37
Tabla 6. Plan de tratamiento a los riesgos ambientales del proyecto.....	38
Tabla 7. Ficha resumen análisis de huella de carbono.....	38
Tabla 8. Flujo de entradas y salidas del proyecto. ....	43
Tabla 9. Lineamientos de sostenibilidad.....	44
Tabla 10. Indicadores de desempeño del proyecto. ....	45
Tabla 11. Matriz de involucrados. ....	47
Tabla 12. Matriz de alternativas.....	52
Tabla 13. Comité de control de cambios. ....	64
Tabla 14 . Asignación de indicador para interesados del proyecto.....	70
Tabla 15. Niveles de prioridad de los interesados. ....	70
Tabla 16. Matriz de trazabilidad de requisitos.....	71
Tabla 17. Convención de estado de los requisitos. ....	72
Tabla 18. Convención de responsables. ....	72
Tabla 19. Listado de actividades del proyecto.....	74
Tabla 20. Listado de actividades del proyecto (continuación 1) .....	75
Tabla 21. Listado de actividades del proyecto (continuación 2) .....	76
Tabla 22. Duración de actividades método PERT.....	77
Tabla 23. Duración de actividades método PERT (continuación 1).....	78
Tabla 24. Duración de actividades método PERT (continuación 2).....	79
Tabla 25. Costos asociados.....	86
Tabla 26. Línea base costo de inversión. ....	87
Tabla 27. Presupuesto por actividades.....	88
Tabla 28. Índice de desempeño del cronograma.....	91

Tabla 29. Índice de desempeño de costos .....	91
Tabla 30. Estimación costo total del proyecto .....	92
Tabla 31. Índice de desempeño de costos .....	92
Tabla 32. Matriz de actividades de calidad .....	101
Tabla 33. Línea base de calidad del proyecto: .....	102
Tabla 34. Documentos normativos para la calidad:.....	103
Tabla 35. Verificación de Entregables .....	103
Tabla 36. Matriz de roles y responsabilidades.....	105
Tabla 37. Recursos físicos .....	106
Tabla 38. Perfil profesional del equipo de proyecto.....	107
Tabla 39. Cronograma de recursos. ....	107
Tabla 40. Canales de comunicación.....	109
Tabla 41. Matriz de comunicaciones. ....	112
Tabla 42: Roles & Responsabilidades. ....	121
Tabla 43 Nivel de riesgo aceptable.....	122
Tabla 44. RBS del proyecto.....	123
Tabla 45. Análisis Cualitativo y cuantitativo de riesgos del proyecto.....	123
Tabla 46. Plan de respuesta al riesgo.....	126
Tabla 47. Autoridad de las adquisiciones .....	127
Tabla 48. Roles y responsabilidades.....	128
Tabla 49. Criterios de selección de proveedores .....	129
Tabla 50. Adquisiciones del proyecto.....	130
Tabla 51. Elementos de estudios previos .....	133
Tabla 52. Matriz de adquisiciones .....	135
Tabla 53. Cronograma de adquisiciones .....	136
Tabla 54. Matriz de identificación de interesados. ....	137
Tabla 55. Matriz de registro de interesados.....	140
Tabla 56 (continuación) Matriz de registro de interesados.....	141
Tabla 57. Matriz de involucramiento de los interesados .....	141
Tabla 58 Matriz de estrategias de involucramiento de interesados. ....	142

**Lista de figuras**

Figura 1. Organigrama Herveo. Fuente: <a href="http://www.herveo-tolima.gov.co">www.herveo-tolima.gov.co</a> .....	19
Figura 2. Mapa estratégico municipio de Herveo. Fuente: elaboración propia. ....	19
Figura 3. Cadena de valor municipio Herveo. Fuente <a href="http://www.herveo-tolima.gov.co">www.herveo-tolima.gov.co</a> .....	20
Figura 4. Esquema del proceso de la PTAR Fuente: elaboración propia. ....	26
Figura 5. Localización PTAR. Fuente: Google maps. ....	28
Figura 6. Producto con mayor generación huella carbono. Fuente: elaboración propia.....	39
Figura 7. Índices de reciclaje de RAEE. Fuente: ACRR. ....	42
Figura 8. Árbol de problemas. Fuente: elaboración propia. ....	48
Figura 9 Árbol de Objetivos. Fuente: elaboración propia.....	49
Figura 10. Árbol de acciones. Fuente: elaboración propia .....	50
Figura 11. Diagrama de flujo para solicitudes de cambio. Fuente: elaboración propia.....	66
Figura 12. Estructura de desglose de trabajo (EDT). Fuente elaboración propia .....	69
Figura 13. Diagrama de Gantt del proyecto. Fuente: elaboración propia.....	80
Figura 14. Diagrama de Gantt del proyecto (continuación). Fuente: elaboración propia.....	81
Figura 15. Diagrama de ruta crítica del proyecto. Fuente: elaboración propia.....	82
Figura 16. Diagrama de ruta crítica del proyecto. (continuación). Fuente: elaboración propia ...	83
Figura 17. Impacto de aplicación de técnicas para desarrollar el cronograma. ....	84
Figura 18. Compresión del cronograma. Fuente: elaboración propia.....	85
Figura 19. Curva S del proyecto .....	93
Figura 20. Estructura de desagregación de recursos. Fuente: elaboración propia .....	104
Figura 21. Organigrama funcional del proyecto. Fuente: elaboración propia .....	106
Figura 22. Proceso de escalamiento de la comunicación. Fuente: elaboración propia.....	110
Figura 23. Diagrama de flujo de las comunicaciones. Fuente: elaboración propia .....	111
Figura 24. Probabilidad e impacto. Fuente: Elaboración propia .....	122
Figura 25. Matriz de Probabilidad e impacto. Fuente: Guía del PMBOK 6ed. Pg. 408.....	125
Figura 26. Información Plan de Respuesta de Riesgos. Fuente: Curso de gestión de riesgos....	125
Figura 27. Factor de evaluación de proveedores .....	130
Figura 28. Matriz poder-interés. Fuente: elaboración propia .....	138
Figura 29. Matriz poder-influencia. Fuente: elaboración propia .....	138
Figura 30. Matriz influencia impacto. Fuente: elaboración propia.....	139
Figura 31. Modelo de prominencia. Fuente: elaboración propia .....	139

## **Introducción**

Este documento muestra el ciclo de vida del proyecto denominado Factibilidad para la Construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), para el Municipio de Herveo, es posible identificar la materialización del caso de negocio, así como la evaluación de las posibles soluciones y la aplicación en Gerencia de Proyectos, desde la perspectiva de las áreas del conocimiento y las buenas prácticas recomendadas por el Project Management Institute.

Durante el desarrollo de este documento es claro evidenciar la naturaleza transversal de las áreas del conocimiento y como la gestión de alcance, tiempos, costos, recursos humanos entre otras se retroalimentan, con el único objetivo de lograr que los proyectos se ejecuten dentro de las restricciones contempladas para los mismos, es esta naturaleza la que se debe comprender como gerentes de proyectos.

Además de considerar este documento como una experiencia más, en el largo camino de formación como gerentes de proyectos, muy posiblemente desde la experiencia en mayor o menor cuantía que pueda tener el lector encontrará aciertos y desatinos a los que haya habido lugar durante la formulación; también se debe tener en consideración por el limitado tiempo el proyecto formulado solo atiende una parte del problema que dio origen al mismo, por lo que hablando de experiencia, este documento sin duda debe ser objeto de análisis para quienes se propongan dar inicio a la siguiente fase, la cual de acuerdo al resultados obtenidos es la maduración e implementación de la solución propuesta a lo largo de este documento.

## **Resumen**

En la actualidad en los municipios de Colombia existe un déficit en la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), el gobierno nacional a través del ministerio de Medio Ambiente genero una normativa que regula el impacto de este déficit. El cumplimiento a esta normativa ha generado la necesidad en los municipios de todo el territorio nacional de evaluar la generación de aguas residuales y los sistemas de tratamiento que tienen para las mismas, en este sentido este proyecto presenta un análisis de factibilidad para la construcción de una PTAR, con el objetivo que el municipio de Herveo Tolima logre cerrar la brecha que tiene con respecto a la normativa nacional.

Palabra clave: PTAR, Ambiental, Aguas residuales, contaminación, normatividad

## **Abstract**

Currently in the municipalities of Colombia there is a deficit in the implementation of wastewater treatment plants (PTAR - by its acronym in Spanish), the national government through the Ministry of the Environment generates a regulation that regulates the impact of this deficit. Compliance with this regulation has generated the need for municipalities throughout the national territory to evaluate the treatment systems they have for them, in this sense this project presents a feasibility analysis for the construction of a WWTP, with the objective of the municipality of Herveo Tolima to close the gap it has with respect to national regulations.

Keyword: PTAR, Environmental, Wastewater, pollution, regulations.

### **Objetivo del Trabajo de grado**

a) Aplicar los conceptos estudiados en la especialización en gerencia de proyectos, basados en los lineamientos del Project Management Institute, documentados en la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK - Sexta Edición), entregando el presente documento de formulación del proyecto Factibilidad para la Construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), para el Municipio de Herveo.

b) Obtener el título de especialista en gerencia de proyectos, en el mes de octubre del presente año, con una nota superior a 4.0 como calificación final del documento de trabajo de grado.

## **1 Antecedentes**

### **1.1 Descripción Organización Fuente del Problema o Necesidad**

Debido al crecimiento económico propio del desarrollo de la sociedad, se ha visto un aumento en la población del casco urbano de los municipios, en este sentido en el municipio de Herveo, ubicado en el norte del departamento del Tolima ha presentado un aumento sucesivo e incremental en la demanda de los servicios públicos como energía, acueducto y alcantarillado. Es precisamente la deficiencia en este último la que ha dado como resultado la contaminación de los recursos hídricos, producto de las aguas residuales no tratadas que se están vertiendo en las mismas.

Esta afectación de las fuentes hídricas sumado a la ley y el marco normativo de la Republica de Colombia, ha generado la necesidad al municipio de plantear e implementar un Plan de Manejo de Aguas Residuales (PMAR), para mitigar el impacto ambiental sobre el recurso hídrico, para tal efecto se considera como la primera medida efectiva que las aguas residuales sean tratadas por una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

#### **1.1.1 Descripción general – marco histórico de la organización.**

Un grupo de colonizadores antioqueños, a partir de la segunda mitad del siglo XIX atravesaron el páramo del Ruiz hasta llegar a una colina donde en el año de 1.870, dieron principio a la fundación de un pueblo que bautizaron con el nombre de Soledad, hoy municipio conocido con el nombre de Herveo.

Estos colonizadores escogieron inicialmente el nombre de Soledad como homenaje a un pájaro gris de cabeza blanca, pico puntudo, sonso, que habitaba en las partes más rocosas de las montañas. Mediante la ley 12 de 1873 y la ley 5 de 1875 la Nación cedió a Herveo y a sus moradores 24.000 hectáreas de tierra, con el fin de ampliar el poblado, gracias a la gran riqueza en recursos naturales, como los yacimientos de oro, hierro y minas de talco.

La asamblea del Tolima escogió el nombre de Herveo en honor a una tribu llamada Los Herves oriundos de esta zona y que desaparecieron durante la conquista española, era una tribu menor de los Gualíes, perteneciente a los Panches, las tierras fueron descubiertas en 1539 por Baltazar de Maldonado.

El Municipio de Herveo está localizado al Norte del Departamento del Tolima, con coordenadas de ubicación 5° 5´ de latitud Norte y a 75° 10´ de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich y se ubica dentro de las coordenadas planas X1: 1´053.250 m N, Y1: 878.500 m W, X2: 1´054.000 m N, Y2: 877.200 m W

Su territorio se extiende en las partes más altas de la cordillera central, desde el Nevado del Ruiz, hasta las congruencias del Río Gualí con los Municipios del Fresno y Casabianca. Paisajes como el Parque Natural Nacional de los Nevados y el Volcán Cerro Bravo, hacen parte de su geografía. Su temperatura media es de 16 °C, la cabecera municipal está ubicada a 2250 m.s.n.m y una población media de 8900 habitantes entre el casco urbano y rural de su extensión.

Como institución representativa del municipio tenemos la alcaldía municipal, la cual, en cabeza del alcalde popular, adelanta planes de gobiernos orientados a la mejora de las condiciones de vida de sus habitantes dentro del marco legal.

### **1.1.2 Direccionamiento estratégico de la organización.**

#### ***1.1.2.1 Objetivos estratégicos de la organización.***

a) Motivar, mejorar y consolidar las relaciones de funcionalidad con los demás municipios buscando un mejor desarrollo económico y social, con las ciudades Capitales, los Municipios vecinos y con las veredas aledañas y las veredas más alejadas, así como el flujo que se presenta desde las veredas hasta los centros poblados rurales Padua, Letras y el Brasil, mostrando un grado de tipo alto, medio y/o bajo dependiendo del tipo de servicio requerido por la población.

b) Impulsar y mejorar la conectividad e integración con el entorno regional, fortaleciendo y consolidando al Municipio como Centro Urbano, elevando su jerarquía para

posicionarlo como eje abastecedor de bienes y servicios en conformidad con el potencial agropecuario y cultivos destacados que posee

#### ***1.1.2.2 Políticas institucionales.***

- a) Adecuar y consolidar un sistema de vías y transporte en concordancia con las necesidades del Municipio, la región y la Nación.
- b) Crear nuevos equipamientos colectivos y fortalecer los existentes para crear una afinidad en el ámbito municipal y regional, mejorando las actividades agropecuarias.
- c) Fortalecer la participación ciudadana con la utilización de mecanismos mediadores de la gestión pública, que consagra la Constitución y la Ley.
- d) Fortalecimiento de la comunidad organizada en torno a proyectos productivos y de bienestar comunitario, cultural, de recreación y deportes.
- e) Motivar, mejorar y consolidar las relaciones con el entorno regional y municipal para lograr un mejor desarrollo económico y social y convierta al municipio en un centro regional abastecedor de productos, bienes y servicios.
- f) Fortalecer la participación ciudadana, para medir la gestión pública y el crecimiento ciudadano.
- g) Gestionar y ejecutar el proyecto de mantenimiento y adecuación de la vía Delgaditas Casco urbano de Herveo, que permitirá comunicar al municipio con la vía nacional que comunica a éste con Manizales y Fresno.
- h) Fortalecer la estructura vial existente, jerarquizándola para que permita lograr el objetivo de integrar las diferentes zonas y veredas en el municipio.
- i) Gestionar los diferentes proyectos viales en el ámbito municipal para disminuir tiempo y costos en el transporte de los productos agrícolas, haciéndolos más atractivos y competitivos en los mercados.
- j) Favorecer la protección del medio ambiente para crear un desarrollo sostenible de los recursos naturales con actividades que eviten el deterioro de los diferentes recursos que posee el municipio.
- k) Integrar al Municipio a los sistemas de información ambiental regional y nacional, que permita conocer y difundir el estado de las riquezas naturales que posee.

1) Cumplir con las normas que regulan los usos del suelo, según los resultados obtenidos en los diferentes estudios como suelos, uso y cobertura, IPH, evaluación ambiental, zonificación ambiental y clasificación del suelo, que hacen parte del estudio del E.O.T.

### ***1.1.2.3 Misión, visión y valores.***

#### *Misión*

El Municipio de Herveo en cumplimiento de los fines del Estado y sus competencias, le corresponde administrar con eficiencia, eficacia y transparencia, los recursos públicos destinados a satisfacer las necesidades de su comunidad, a través de la prestación de sus servicios, como son, educación, salud, agua potable y saneamiento básico, deporte, recreación y cultura, apoyo al sector agropecuario, protección al medio ambiente, vivienda, infraestructura vial y social, con fundamento en los principios de justicia, equidad, igualdad, respeto a la Ley, gobernabilidad, concertación, solidaridad social, económica y participación comunitaria, de manera que le permita tener bienestar, prosperidad y mejoramiento de las condiciones dominantes de una excelente calidad de vida para toda su población.

#### *Visión*

El Municipio de Herveo en el 2025 será un Municipio en donde la Igualdad, la Equidad, el Bienestar General de sus habitantes, hombres y mujeres permanentemente estén mejorando las condiciones de una buena calidad de vida, observando una eficaz, eficiente, correcta, equitativa y transparente administración de las finanzas públicas, optimizando los recursos físicos, humanos y financieros en procura del anhelado desarrollo sostenible de la población, actuando con criterios de excelencia y los más altos principios morales y éticos, creando una comunidad participante y activa en todos los procesos dinamizadores del Desarrollo Municipal. Seremos un Municipio moderno y transformado sin analfabetismo, con dinámica económica capaz de generar empleo bienestar a la población para tener una sociedad más igualitaria y competitiva.

#### *Valores*

a) Honestidad, cualidad humana del personal municipal que plantea comportarse y expresarse con coherencia, sinceridad, verdad y justicia.

- b) Liderazgo, tener el sentimiento de querer ir adelante. Se intenta destacar en algo. En el municipio, un grupo de líderes que apoyan a diferentes grupos.
- c) Calidad, la calidad de nuestros servicios es decisiva. La calidad óptima se obtendrá si está apoyado desde arriba.
- d) Servicio, se reconoce la obligatoriedad de conceder un servicio y una atención máxima al usuario y a la población.
- e) Respeto por las personas hacedoras de los planes y del trabajo intelectual. Toda persona sirve para algo, es única e irrepetible y, si es honrada merece un Respeto.
- f) Confianza, romper el hielo significa eliminar la barrera de la desconfianza y asumir una actitud cooperativa, amistosa y con disposición de hacer las cosas. La población requiere tener confianza en su Municipio.
- g) Equidad, todos tiene derecho a la justicia, igualdad de oportunidades económicas, políticas y de servicios básicos, lo que implica la participación de mujeres y hombres en proceso de desarrollo social.
- h) Solidaridad, la cooperación y la ayuda mutua son los hilos conductores que ayudan a resolver los problemas y necesidades de una comunidad, en la cual debe tenerse una buena comunicación para que la relación entre población, comunidad y municipio se mantenga en un clima favorable.
- i) Responsabilidad, conducta transparente, prudente y fiable, qué permite administrar responsablemente el uso de los recursos del municipio con transparencia.

#### ***1.1.2.4 Estructura organizacional.***

La alcaldía tiene la siguiente estructura jerárquica:



Figura 1. Organigrama Herveo. Fuente: www.herveo-tolima.gov.co

**1.1.2.5 Mapa estratégico.**

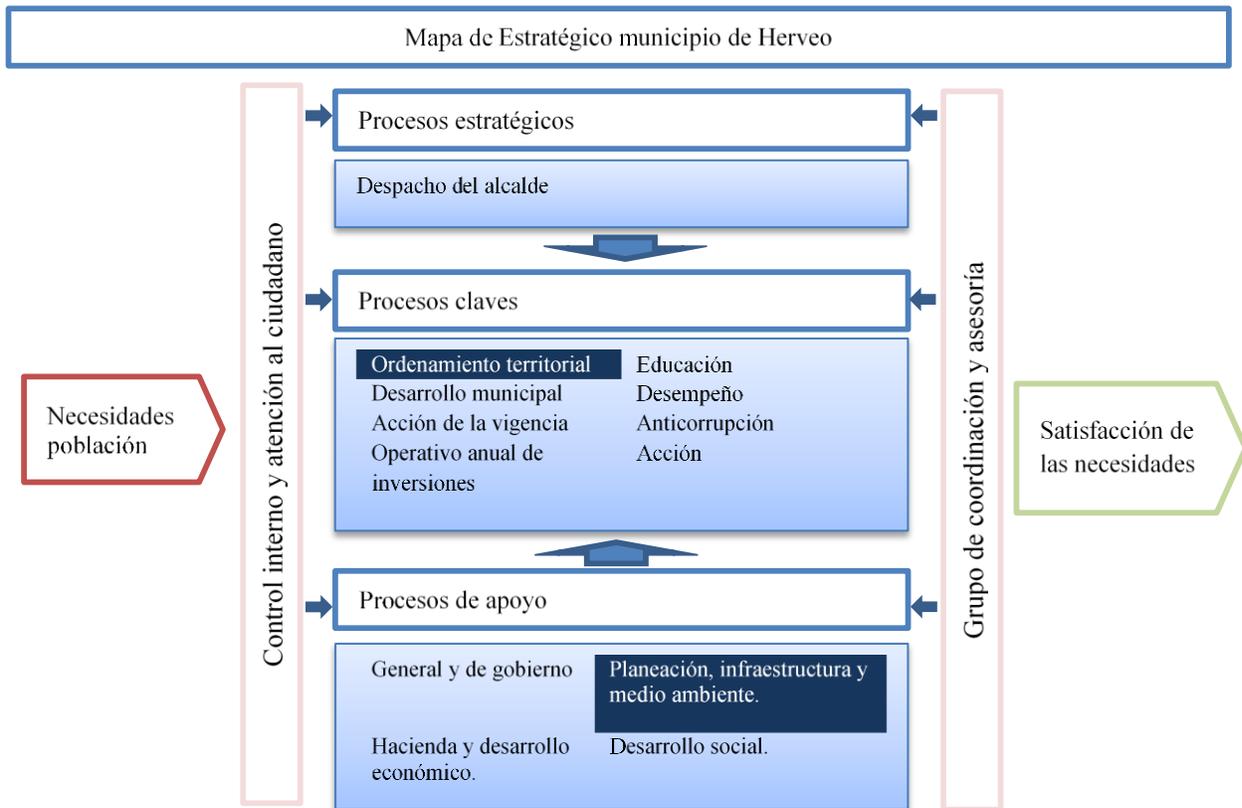


Figura 2. Mapa estratégico municipio de Herveo. Fuente: elaboración propia.

**1.1.2.6 Cadena de valor de la organización.**



Figura 3. Cadena de valor municipio Herveo. Fuente [www.herveo-tolima.gov.co](http://www.herveo-tolima.gov.co)

## 2 Marco metodológico para realizar trabajo de grado

### 2.1 Tipos y métodos de investigación.

Con el objetivo de tener la mejor impresión del medio en el que se desarrolla el proyecto y establecer una medida de las expectativas de los patrocinadores, se hará uso de la investigación en campo y la documental.

### 2.2 Herramientas para la recolección de información.

a) Análisis documental: teniendo como base los resultados de los estudios que el municipio ha realizado hasta la fecha en el campo de acción del proyecto se hará un análisis, con

el fin de identificar posibles entradas y lecciones aprendidas que contribuyan al cumplimiento de los objetivos del alcance del proyecto.

b) Recolección de información: se consultan las fuentes disponibles de información entre las cuales se tienen como las más representativas Alcaldía Municipal y CORTOLIMA, de modo que se identifique un marco de acción propicio de la ejecución del proyecto.

c) Encuestas: se aplicarán encuestas con el objetivo de identificar la percepción de los habitantes del casco urbano y el grado de aceptación de estos en referencia a las alternativas de solución al problema.

### **2.3 Fuentes de información.**

Como fuentes de información se identifican las siguientes:

- a) Archivo proyectos y estudios de la alcaldía municipal de Herveo Tolima.
- b) CORTOLIMA, normatividad vigente nacional.
- c) Internet, información general.
- d) Entrevistas con los habitantes del municipio y stakeholder del proyecto

### **2.4 Supuestos y restricciones para el desarrollo del trabajo de grado**

Como supuestos para el desarrollo del proyecto se consideran los siguientes:

- a) El sitio de construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales está a disposición del proyecto.
- b) La solución propuesta será aceptada por los habitantes del casco urbano del municipio.
- c) La normatividad nacional da un marco de desarrollo para el proyecto.
- d) Las exigencias de la normativa nacional no cambiarán durante el desarrollo del proyecto.
- e) Se cuenta con la disponibilidad presupuestal por parte del municipio de Herveo para el desarrollo del proyecto.
- f) Se tiene estabilidad política durante el desarrollo del proyecto.

A continuación, se relacionan las restricciones del ambiente en el que se desarrolla el proyecto.

- a) El acceso a la información histórica de estudios y proyectos que se han ejecutado en el área de influencia del proyecto.
- b) Los recursos para la construcción de las facilidades de la PTAR.
- c) Tiempo limitado a diez meses para la formulación del proyecto.
- d) Periodo de la administración municipal (Patrocinador), conforme al ciclo de elección de alcaldes por votación el periodo del alcalde municipal de Herveo va hasta el 31 de diciembre de 2018, limitando de esta forma la posibilidad de seguir con el apoyo del patrocinador para impulsar la siguiente fase del proyecto.
- e) Inexistencia de un colector matriz para alcantarillado.

### **3 Estudios y Evaluaciones**

#### **3.1 Estudio Técnico**

##### **3.1.1 Diseño conceptual de la solución.**

En el presente proyecto se plantea el estudio de factibilidad para la construcción de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación, para la remoción del 80% de carga de DBO y sólidos suspendidos totales en el afluente final para el casco urbano del municipio de Herveo con el respectivo manual de operaciones y mantenimiento de la PTAR.

Una planta de tratamiento es un sistema que reproduce los mecanismos de depuración que tienen lugar naturalmente en el suelo y las aguas. En las plantas de tratamiento se optimizan los procesos físicos y bioquímicos, así como los costos que ello implica, haciendo un uso intensivo del área y procurando conseguir la mayor eficiencia posible, a la vez que se respetan las restricciones o exigencias de la normativa con el objeto de proteger los recursos hídricos y no afectar los usos que el hombre realiza del mismo.

Al implementar este tratamiento, se obtendrá reducción del nivel de contaminación del cuerpo receptor, aumento de los niveles de oxígeno disuelto, de flora ,y fauna característica, disminución al municipio o municipios vecinos de los recursos invertidos para potabilización del agua de poblaciones ubicadas aguas abajo de los sitios de vertimiento, reducirá la vulnerabilidad a las enfermedades infecciosas, mejorara la calidad de vida de los habitantes al igual que la imagen urbana y esto ayudara al desarrollo integral del municipio.

La capacidad de la planta será para un caudal de diseño aproximado de 0.3 m<sup>3</sup>/s, en este se incluye las aguas residuales de la población del casco urbano, la industria y comercio, los centros institucionales (hospitales, bomberos, alcaldía, colegios, etc.) y escolar.

La tabla 1, muestra el marco normativo en el cual se enmarca el alcance del proyecto.

Tabla 1. Política y normatividad relacionada con el proyecto.

<b>Sector Salud</b>	
Decreto 2811 de 1974	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Ley 9 de 1979	Código Sanitario Nacional
Decreto 1594 de 1984	Uso del agua y vertimientos
<b>Sector Agua Potable y Saneamiento Básico</b>	
Ley 142 de 1994	Régimen de los servicios públicos domiciliarios
Ley 373 de 1997	Uso Eficiente y Ahorro del agua
Resolución 1096 de 2000	Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento - RAS.
<b>Medio Ambiente</b>	
Ley 99 de 1993	Organiza el SINA y crea el Ministerio del Medio Ambiente.
Decreto 3100 de 2003	Tasas retributivas
Resolución 372 de 1998	Monto de las tasas mínimas para las tasas retributivas
Decreto 155 de 2004	Tasas por utilización del agua
Resolución 240 de 2004	Establece tarifa mínima para las tasas por utilización de agua
Decreto 1180 de 2003	Licencias Ambientales
<b>Documentos de Política</b>	
Constitución Política Nacional. 1991.	
Ley 812 de 2003 por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006, hacia un Estado comunitario.	
Lineamientos de Política para el Manejo integral del agua. Aprobado por el Consejo Nacional Ambiental en 1996.	
Política pública para el sector de agua potable y saneamiento básico de Colombia. 2001.	
Conpes 3146 de 2001, Estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en el corto y mediano plazo.	
Conpes 3177 de 2002, Acciones Prioritarias y Lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR)	
Ley 812 de 2003, Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2002 –2006 Hacia un Estado Comunitario.	

Fuente: elaboración propia

### 3.1.2 Análisis y descripción del proceso.

El proyecto esta dimensionado para definir la factibilidad técnica, ambiental y económica de la construcción y puesta en marcha de una PTAR, para tal objetivo a continuación se dimensiona el proceso de operación de una planta de tratamiento de aguas residuales, el cual servirá como entrada para entender el alcance de la solución propuesta por el proyecto.

El diseño está compuesto por diferentes etapas como el tratamiento preliminar y tratamiento secundario, el pretratamiento comprende un canal de captación, la estructura de cribado y un desarenador de flujo horizontal, el tratamiento secundario está compuesto por el zanjón de oxidación que realiza el proceso biológico, un sedimentador secundario y por último el tratamiento de lodos por medio de lechos de secado de arenas.

#### *Etapas del Tratamiento de la PTAR*

a) Tratamiento preliminar: Los tratamientos preliminares habitualmente son físicos e implican la reducción de sólidos en suspensión y el acondicionamiento de las aguas residuales para los posteriores procesos de tratabilidad. Los tratamientos preliminares fundamentales en un sistema de tratamiento de aguas residuales son:

b) Cribado. El cribado es la operación utilizada para separar el material grueso del agua, mediante el paso de ella por una criba o rejilla. El sistema de rejilla es el sistema más utilizado para remover el material contaminante grueso como basuras, de acuerdo con el método de limpieza, las rejillas son de limpieza manual o mecánica (Romero , Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2002)

c) Desarenador. Esta estructura tiene como objetivo eliminar mediante la sedimentación las arenas, gravas, barro, las partículas más o menos finas de origen inorgánico de manera que la arena retenida no arrastre materias contaminadas, presentes en el agua captada, con el fin de evitar que se produzcan sedimentaciones en los canales y conductos, para proteger las partes móviles de los equipos contra la abrasión y evitar sobrecarga de sólidos en las unidades de tratamiento bilógico.

d) Tratamiento secundario. Método de tratamiento mediante los cuales consiguen la remoción de contaminantes por actividad biológica, El tratamiento secundario se aplica cuando

se desea eliminar las sustancias orgánicas biodegradables disueltas o en suspensión. El tratamiento secundario también es efectivo en la remoción de nitrógeno.

e) Zanjón de oxidación. Zanjón de oxidación es un proceso de lodos activados del tipo de aireación prolongada, que usa un canal cerrado, con dos curvas, para la aireación y mezcla. Usa aireadores mecánicos del tipo de cepillos horizontales, de jaula o de discos (ROMERO, 2002). El zanjón de oxidación puede ser una alternativa económica en poblaciones medianas, de 1000 a 60000 habitantes, que dispongan de suministro eléctrico confiable y donde la disponibilidad de terreno es escasa y su costo alto. (Romero , Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2002)

f) Sedimentador secundario. Lo sedimentadores son diseñados para remover la materia orgánica soluble y coloidal que permanece después del tratamiento primario. El mecanismo de remoción más utilizado es el de tipo cadena y paletas metálicas preferiblemente de plástico, el cual permite una remoción continúa de sólidos (Romero , Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2002)

g) Tratamiento de lodos. Los lechos de secado son dispositivos que eliminan una cantidad de agua suficiente de los lodos para el que el resto pueda manejarse como material sólido, con un contenido de humedad inferior al 70 %.

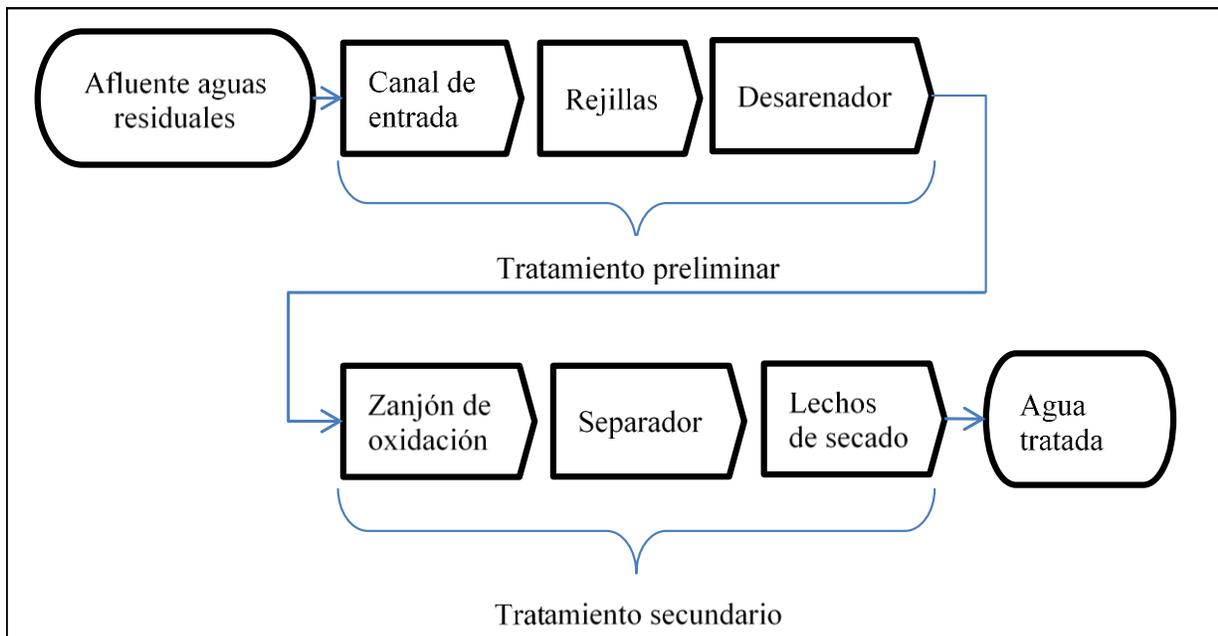


Figura 4. Esquema del proceso de la PTAR Fuente: elaboración propia.

Una vez definido el alcance técnico de la solución propuesta, será posible dimensionar un cronograma y presupuesto de construcción, siendo estos dos el pilar para definir la factibilidad económica de su posible implementación.

En referencia a la factibilidad ambiental, esta será validada desde una vez se cuantifique el impacto de los vertimientos que actualmente el municipio realiza en las fuentes hídricas, de igual forma se dimensionará las desviaciones del proceso actual con respecto a la norma, permitiendo de esta manera definir la viabilidad ambiental de construir y poner en marcha la solución propuesta

En este orden de ideas el proceso que se debe seguir para lograr los objetivos del proyecto será:

- a) Definición del proceso de una planta de tratamiento de aguas residuales, con el objetivo de dimensionar la ingeniería básica y los manuales de la operación de estas facilidades propuestas.
- b) Definir cronograma y presupuesto de la posible construcción, los cuales con la aplicación de herramientas como análisis de costo beneficio validara la factibilidad la factibilidad económica de la solución propuesta.
- c) Cuantificar el impacto de los vertimientos a las fuentes hídricas y las desviaciones con respecto a la normatividad del proceso actual, estos tópicos serán evaluados en la solución propuesta y su resultado favorable será la viabilidad ambiental del proyecto.

### **3.1.3 Definición del tamaño y Localización en del proyecto.**

El dimensionamiento de la solución propuesta esta direccionado hacia la definición de la ingeniería básica del proyecto, siendo esta la base para definir si el proyecto es factible desde el área técnica.

Según el reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS en el capítulo A.3, para todo el territorio nacional se establecen los siguientes niveles de complejidad dependiendo del número de habitantes en la zona urbana del municipio:

Tabla 2. Asignación del nivel de complejidad.

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana <sup>(1)</sup> (habitantes)	Capacidad económica <sup>(2)</sup> de los usuarios
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio alto	12501 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

Notas: (1) Proyectado al periodo de diseño, incluida la población flotante.

(2) Incluye la capacidad económica de la población flotante. Debe ser evaluada según metodología del DNP.

Fuente: RAS 2000

Según la tabla anterior y realizando una proyección de diseño de la PTAR a 25 años, se obtiene como resultado que el proyecto tiene un nivel de complejidad Medio.

Realizando una ingeniería básica de la PTAR, se estima que el área que se necesita para la construcción es de 35 metros de largo y 12 metros de ancho, la cual estará ubicada en la parte occidental del municipio de Herveo, la cual se encuentra en un punto bajo para facilitar la entrega del colector por gravedad. Esta área es de propiedad del municipio lo cual facilita el proceso de construcción.

El dimensionamiento de la solución propuesta esta direccionado hacia la definición de la ingeniería básica del proyecto, siendo esta la base para definir si el proyecto es factible desde el área técnica.

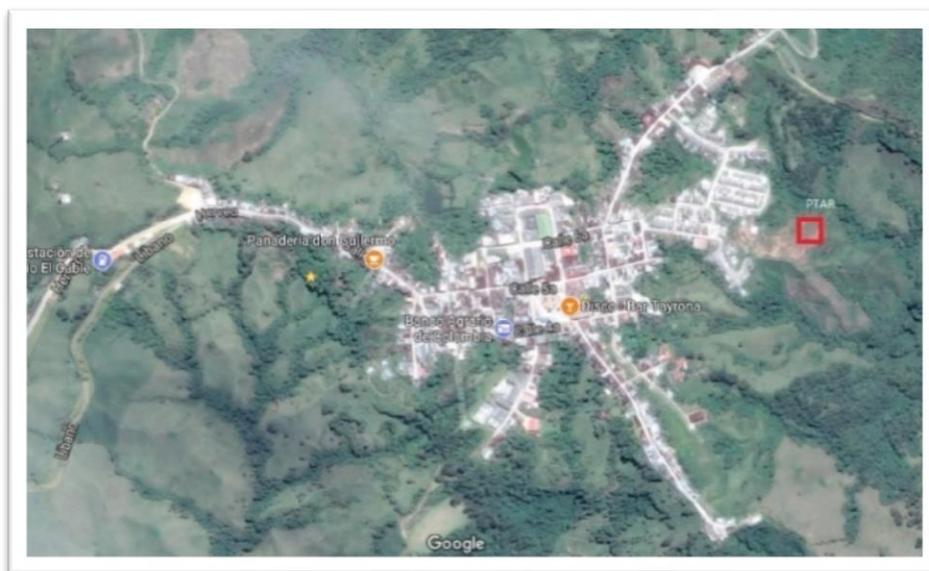


Figura 5. Localización PTAR. Fuente: Google maps.

### **3.1.4 Requerimiento para el desarrollo del proyecto (equipos, infraestructuras, personal e insumos).**

- a) Profesionales de proyectos: serán los encargados de liderar el desarrollo del proyecto y llevar al cumplimiento del alcance dentro de las buenas prácticas de la dirección de proyectos.
- b) Ingeniero civil: El recurso será consultado, para las dudas e inquietudes que se presenten en el desarrollo del proyecto de los interesados, realizar diseños básicos y conceptuales necesarios para el desarrollo del proyecto.
- c) Ingeniero ambiental: El recurso será consultado, para las dudas e inquietudes que se presenten en el desarrollo del proyecto de los interesados, así como realizar diseños básicos y conceptuales necesarios para el desarrollo del proyecto.
- d) Auxiliar de ingeniería: El recurso tiene como finalidad registrar documentación, registrar novedades de control de cambios, impresión de documentos.
- e) Oficina administrativa: Se debe contar con un espacio, en el cual los integrantes del equipo del proyecto puedan realizar sus labores inherentes al proyecto.
- f) Equipos: Computadores, vehículos, impresoras.
- g) Insumos: Insumos básicos de papelería

## **3.2 Estudio de Mercado**

### **3.2.1 Población.**

El número de habitantes del Municipio Herveo es de 8901 según el último censo realizado por el DANE en 2005, distribuidos entre la cabecera 2205 y en zona rural 6696. Realizando una estimación de población a la fecha por el método geométrico con una tasa de crecimiento de 1.00%, se obtiene que en la actualidad se cuenta con 2500 habitantes en la zona urbana.

### **3.2.2 Dimensionamiento de la demanda.**

Los habitantes del casco urbano de Herveo serían los usuarios finales del presente proyecto, la demanda corresponde a 2500 habitantes que se verían impactados por los resultados del proyecto.

### **3.2.3 Dimensionamiento de la oferta.**

En la actualidad los habitantes de Herveo disponen de las aguas residuales, en puntos focales de entrega sectorizados sin ningún tipo de tratamiento, esto genera inconformismo en los habitantes cercanos a el área de entrega, así como la contaminación de los recursos hídricos.

También se encuentra que hay una construcción no terminada de una PTAR que data de hace 5 años, la cual no está en funcionamiento, debido a inconsistencias en el diseño y falta de presupuestos.

Por lo anterior se concluye que actualmente no existe una oferta en el municipio.

### **3.2.4 Precios**

No es posible desarrollar un análisis de los precios del producto generado por el presente proyecto, debido a que el proyecto es de carácter social patrocinado por la Alcaldía del municipio de Herveo, esto implica la no generación de ganancia directa en términos económicos, en su lugar se capitaliza una ganancia de carácter social para el municipio, en la medida que se satisfacen necesidades de servicios públicos, se garantiza la integridad de las fuentes hídricas y cumplimiento de la normatividad ambiental que rige actualmente en el país, a su vez hay lugar a beneficios sociales en los habitantes del municipio de Herveo, en la medida que el nivel de desarrollo como casco urbano da garantías de competitividad en contraste con municipios que no cuente con las facilidades evaluadas como alcance del proyecto.

Los estudios de factibilidad que se generan son la base para la toma de la decisión sobre la viabilidad de la construcción de la PTAR en el municipio, siendo este el primer paso para el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización en el marco de la actual administración municipal.

### 3.2.5 Punto de equilibrio oferta – Demanda

Teniendo en cuenta lo expresado en el numeral 3.2.4 y debido que actualmente no existe una oferta que rivalice con el producto del actual proyecto y reiterando que el proyecto es de carácter social y su producto final tiene un beneficio ambiental para el municipio, no es posible determinar un punto de equilibrio.

## 3.3 Estudio Económico-financiero.

### 3.3.1 Estimación de Costos de inversión del proyecto

Los costos de inversión del proyecto se muestran en la tabla 3, donde se puede observar que el presupuesto base del proyecto es de ciento diez millones mil ochocientos cincuenta y seis pesos colombianos (\$ 110,001,856) más la reserva de contingencia y gestión por un valor de diez y seis millones novecientos setenta y cinco mil ciento ochenta mil pesos colombianos (\$ 16,975,180), dando como resultado un presupuesto estimado de ciento veinte seis millones novecientos setenta y siete mil treinta y seis pesos colombianos (\$ 126,977,036).

Tabla 3. Presupuesto del proyecto

<b>Concepto</b>	<b>Monto</b>
Personal (honorarios)	\$ 81,306,956
Materiales, insumos y equipos	\$ 14,803,700
Traslados y viáticos	\$ 6,391,200
Trámites ante entidades	\$ 7,500,000
<b>Total, línea base</b>	<b>\$ 110,001,856</b>
Reserva de contingencia	\$ 4,975,180
Reserva de gestión	\$ 12,000,000
<b>Total, presupuesto</b>	<b>\$ 126,977,036</b>

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4, se muestra el presupuesto asignado por paquete de trabajo en el segundo nivel de desagregación con respecto a la EDT, que será la base para la realización del diccionario de la EDT.

Tabla 4. Línea base costo de inversión.

<b>Nombre de tarea</b>	<b>Costo</b>
1. Estudio de factibilidad para la construcción de una PTAR, para el municipio de Herveo	\$ 110,001,856
1.1 Inicio	\$ 5,095,833
1.2 Estudios de factibilidad	\$ 17,180,500
1.3 Ingeniería básica	\$ 42,728,722
1.4 Manuales de operación & mantenimiento	\$ 16,655,000
1.5 Revisión QA	\$ 19,542,200
1.6 Gerencia de proyecto	\$ 8,799,600

Fuente: elaboración propia

### **3.3.2 Definición de Costos de operación y mantenimiento del proyecto**

Una vez realizada el proceso de cierre del proyecto, los entregables serán transferidos a la administración municipal, quien se encargará basado en los resultados de los estudios de factibilidad la presentación ante el conejo municipal de Herveo para aprobar el desarrollo de la construcción de la planta de aguas residuales para el municipio, los costos asociados a esta gestión son asumidos por la nómina actual del municipio y no es parte del alcance del presente proyecto, por esta razón el proyecto no tiene costos de operación y mantenimiento una vez finalice el mismo.

### **3.3.3 Flujo de caja del proyecto caso**

En el apéndice C, se puede observar el flujo de caja del presente proyecto durante un periodo de diez meses, pero el proyecto no genera ingresos debido a su carácter social/ambiental y los gastos serán asumidos por el municipio de Herveo. El proyecto no tiene costos de inversión iniciales, debido a que todos los equipos y herramientas necesarios para su ejecución serán tomados en alquiler.

### **3.3.4 Determinación del costo de capital, fuentes de financiación y uso de fondos**

El proyecto será financiado por el sponsor (Alcaldía municipal de Herveo), según el certificado de disponibilidad presupuestal (CDP) No. 31317 con afectación al gasto a la cuenta 7710 Gestión medio ambiental – 771016 Planeación ambiental, disponible y libre de afectación para la vigencia 2018 y 2019, aprobado por el concejo municipal de Herveo para la ejecución del proyecto, no se contará con inversiones externas, ni con créditos financieros para el desarrollo e implementación del proyecto.

El uso de los fondos está destinado de la siguiente manera y será desembolsado una vez se hayan cumplido los requisitos de ley:

- a) Contratación por prestación de servicios de dos (2) profesionales especializados en gestión y gerencia de proyectos durante diez meses.
- b) Contratación por prestación de servicios de un (1) profesional en ingeniería civil especializados en diseño estructural por cinco meses.
- c) Contratación por prestación de servicios de un (1) profesional en ingeniería ambiental especializados en gestión ambiental por cinco meses.
- d) Contratación por prestación de servicios de un (1) profesional en entrenamiento por ocho meses.
- e) Contratación por mínima cuantía del alquiler de equipos de cómputo, equipos de comunicación, impresoras y papelería por diez meses.

### **3.3.5 Evaluación Financiera del proyecto.**

El proyecto está encaminado a mejorar el saneamiento básico del agua en el municipio, es decir mejorar las condiciones actuales del sistema de alcantarillado para dar cumplimiento al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) del municipio aprobado por CORTOLIMA. En la actualidad existe un proceso sancionatorio a la alcaldía del municipio de Herveo, mediante la resolución 1567 del 31 de Mayo de 2016 expedida por CORTOLIMA por presunto incumplimiento del plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), con generación de una multa de mil salarios mínimos mensuales vigentes, es decir un valor de

setecientos ochenta y un millones doscientos cuarenta y dos mil pesos (\$ 781.242.000) para el año 2018, la alcaldía en uso de sus facultades realizo una apelación al proceso, solicitando una periodo de gracia de tres años para presentar avances en la implementación del PSMV en el municipio del 40% y de seis años para el cumplimiento al 100%, siendo aceptada en comité de conciliación por CORTOLIMA. Debido a esto si al año 2019, no presenta avances en la implementación del PSMV, se aplicaría la multa citada a la alcaldía del municipio.

El dinero de la disponibilidad presupuestal se encuentra actualmente en una fiducia de las cuentas del municipio conforme a los lineamientos de control interno el presupuesto total está aprobado y disponible para su ejecución.

El principal beneficio social que tendrá el proyecto será el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, ya que es el primer paso para tener acceso al saneamiento básico de las aguas residuales, Por otra parte, está el disminuir la tasa de mortalidad en el municipio que actualmente se encuentra en un 0.18% por enfermedades de origen hídrico, según la secretaria de planeación y TIC del Tolima.

De lo anterior concluimos que las multas que debería pagar el municipio más la pérdida de vidas en los siguientes años, es mucho más alto que lo que pueda costar económicamente el proyecto, es decir el beneficio social que trae el proyecto es incalculable para la población del municipio y sobre pasa en gran medida los costos del proyecto. Con el pago de una sola multa por la pérdida de una sola vida, se podría cubrir el costo del proyecto.

#### **Resultado evaluación financiera.**

En el análisis Costo beneficio se determinan los costos del proyecto junto con los beneficios de evitar las multas ambientales que se pueden causar al municipio en los siguientes años.

La relación beneficio/costo de evitar la multa es

$$\text{Beneficio} / \text{Costo} = \$ 781.242.000 / \$ 126,977,036. = 6.15$$

Con lo anterior se evidencia que los beneficios que trae la ejecución del proyecto superan los costos de llevarlo a cabo. Por lo cual se determina que el proyecto es económicamente factible, sin contar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del municipio.

Se debe tener en cuenta que con el presente proyecto es el primer paso para mostrar ante CORTOLIMA, el avance en la implementación del PSMV, evitando la acusación de la multa para el año 2019, por lo que se debe continuar con la siguiente fase que es la construcción de la PTAR en los siguientes seis años, según los resultados del presente proyecto.

### **3.4 Estudio Social y Ambiental**

#### **3.4.1 Descripción y categorización de riesgos e impactos ambientales**

Para determinar las condiciones reales del entorno del proyecto, es necesario la implementación de un análisis que evalúe desde diferentes campos de acción la incidencia positiva o negativa del proyecto; teniendo como premisa esto, se escoge la herramienta Análisis PESTLE, el cual enfoca su evaluación en seis categorías que son la Política, económica, social, tecnológica, legal y ambiental. En el apéndice A, presenta los resultados del análisis.

Una vez terminado el análisis PESTLE, del proyecto, es posible identificar que el marco de desarrollo para el proyecto está asegurado, que el producto que entrega este proyecto es de alta aceptación por parte del sponsor actual y en los grupos que han sido identificados como interesados de este.

Este análisis brinda una visión general de tareas que se dejaron de hacer en la planeación y son una oportunidad de mejorar para un control de cambios, esto visto sobre todo desde el criterio de “Relaciones de Poder”, el debate al que dio lugar este criterio, denotó gestiones de interesados que se pueden implementar para evolucionar a estos interesados al nivel de sponsor, de modo que se asegure que sus decisiones sean favorables para el proyecto actual y para la siguiente fase de implementación.

#### *Análisis de riesgos*

A continuación, se presenta los escenarios de evolución tomados como referencia para el análisis de riesgos del proyecto, los cuales se registran en la tabla del apéndice A.

a) Tormentas que pueden retrasar los estudios: este escenario de lluvias fue evaluado porque durante el tiempo que se estuvo formulando la idea de proyecto, se evidencio que las tormentas en este municipio pueden durar semanas, y que por la geografía del mismo se presentan deslizamientos, que incomunican el casco urbano (lugar de desarrollo del proyecto), la materialización de un riesgo como este en cualquiera de las fases del proyecto de factibilidad y en la futura implementación de la solución propuesta, causarían sobrecostos por inoperancia del grupo del proyecto, debido que generalmente cuando llueve el fluido eléctrico falla constantemente.

b) Sismo intenso: Debido a que los espacios, dispuestos para la formulación y ejecución del proyecto son edificaciones pertenecientes a la alcaldía municipal, se corre el riesgo de que estas estructuras que no es sismo resistente, sufran daños durante un sismo, y de esta forma haya afectación a las personas pertenecientes al grupo del proyecto, la actividad sísmica de este municipio es comparable con las de la Mesa de Los Santos en Santander, existen precedentes como el de la iglesia, la cual perdió su techo durante un sismo.

c) Delincuencia común:(fase de diseño): debido a la naturaleza folclórica de los habitantes del campo y sumado a la ingesta de bebidas alcohólicas, se evidencio que, en los escenarios de esparcimiento, es muy común que personas nuevas en la región, resulten afectadas por riñas, sin estar ellos en medio de estas.

d) Orden público: al ser un municipio pequeño alejado de las vías principales nacionales y departamentales, rodeado de montañas hace un área ideal para los grupos armados que pueden llegar a afectar el orden público del municipio, en cualquier momento.

La evaluación de riesgos como presencia de lluvias, orden público y sismos, permite dimensionar su impacto en la ejecución del proyecto. De modo que esta matriz ambiental es una herramienta eficiente para determinar planes de acción enfocados en la mitigación y control de impactos negativos a la que hubiera lugar.

La siguiente tabla, discrimina los Riesgos Ambientales considerados para el proyecto, el nivel de incidencia de estos riesgos fue evaluada mediante la herramienta Matriz de Valoración

de Riesgos – RAM, donde se evalúa la severidad de las consecuencias de 0 a 5 donde 0 es severidad nula y 5 es severidad muy alta, junto con la probabilidad de ocurrencia de A a E donde A es probabilidad insignificante y E es una probabilidad muy alta, dando como resultado una valoración global del riesgo ambiental de N (nulo), L (Bajo), M (Medio), H (Alto) y VH (muy alto). Con esto resultados se tiene un panorama claro sobre los riesgos ambientales, el plan de respuesta y las acciones a desarrollar como se muestra en la tabla 6.

Tabla 5. Riesgos Ambientales del proyecto.

CATEGORÍA	RIESGO	VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD								VALORACIÓN GLOBAL
		PERSONAS	DAÑOS A INSTALACIONES AMBIENTAL	ECONÓMICOS (COSTOS)	TIEMPO	IMAGEN Y CLIENTES	OTROS	VALORACIÓN IMPACTO /PROBABILIDAD		
AMBIENTE	Tormentas que pueden retrasar los estudios	1C	1C	2C	3D	3D	2B	0	19	M
ORIGEN NATURAL	Sismo intenso (Fase de diseño)	4D	2C	1C	3D	4D	1C	0	25	H
ORIGEN ATRÓPICO	Delincuencia Común (Fase de diseño)	1C	1C	1C	3D	3D	1C	0	19	M
ORIGEN ATRÓPICO	Orden Público	1C	1C	1C	3D	3D	1C	0	19	M

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Plan de tratamiento a los riesgos ambientales del proyecto.

<b>RIESGO</b>	<b>PLAN DE RESPUESTA</b>	<b>ACCIÓN DE TRATAMIENTO</b>
Tormentas que pueden retrasar los estudios	Mitigar	a) Durante la formulación de cronogramas de trabajo, discriminar que se debe iniciar la construcción de facilidades en meses de verano. b) Para la ejecución de trabajos de formulación y diseño de estudios de factibilidad, evaluar la posibilidad de teletrabajo en ocasiones de lluvia.
Sismo intenso (Fase de diseño)	Aceptar	a) Debido a que las construcciones de la alcaldía municipal no cumplen con los estándares actuales de construcción sismo resistente, se debe contemplar planes de evacuación en el programa de seguridad industrial de la empresa.
Delincuencia Común (Fase de diseño)	Aceptar	a) Participar a las autoridades del municipio, sobre el inicio de ejecución del proyecto, y entregar listado de personal que participará en el mismo.

Fuente: elaboración propia.

### ***3.4.1.1 Análisis de impactos***

Los siguientes son los análisis de impactos positivos y negativos del proyecto.

#### *Calculo de huella carbono*

En la tabla 7, se muestra la ficha resumen de los resultados del análisis de huella carbono que deja la ejecución del proyecto obtenidos de las tablas mostradas en el apéndice B.

Tabla 7. Ficha resumen análisis de huella de carbono.

<b>ENTRADA</b>	<b>CANTIDAD TOTAL</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>SALIDA</b>	<b>CANTIDAD TOTAL</b>	<b>UNIDAD</b>
Energía Eléctrica	2789,46	Kwh	CO2	0,379	Ton CO2
Combustible (Gasolina)	269,28	LT	CO2	0,612	Ton CO2
Tinta	7,5	Kg	Desecho	0,138	Ton CO2
Papel	58,76	Kg	Desecho	0,108	Ton CO2

Fuente: elaboración propia.

Gracias a los resultados obtenidos del análisis, es posible determinar que la fase que más impacto tiene en la generación de emisiones es la fase en la que el proyecto realiza Ingeniería Básica, Manual De Operación y Revisión QA, una razón de este resultado es que en esta fase se aumenta el número de personas que participan en el proyecto y esto se ve claramente al identificar que el aumento de electricidad se duplica.

Sin embargo, debido a los procesos de producción y al tipo de productos que quedan luego de su uso, la electricidad no es el producto que más genera emisiones en el proyecto, para el caso es el consumo de combustible, esto es debido a los procesos que deben ser realizados para obtener combustible, todos estos procesos son altos generadores de emisiones nocivas, igualmente hacen uso de los mismos combustibles que producen lo que convierte este impacto en algo sistémico y cíclico.

La siguiente figura, permite identificar cuál es el producto con mayor generación y por ende el que afecta más la huella de carbono del proyecto, este resultado es importante en la medida que se tome conciencia respecto a la incidencia de productos combustibles, aunque su uso comparado con otros recursos tiene una menor cuantía, si significa y/o sesga los resultados de la huella carbono a un primer puesto no tan llamativo.

En la medida que el proyecto encuentre el mecanismo de disminuir el uso de combustibles o inocuos la remediación de la huella generada por este, reduciría el impacto en el medio ambiente, estando en la vía correcta que busca la sostenibilidad.

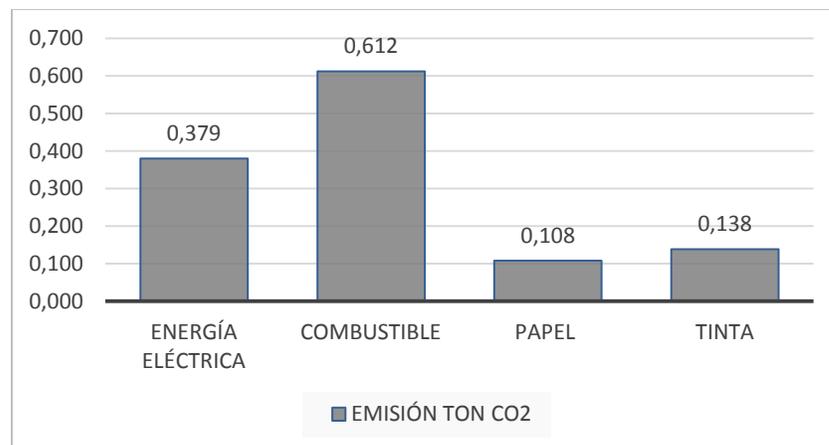


Figura 6. Producto con mayor generación huella carbono. Fuente: elaboración propia.

*Análisis de impacto ambientales*

Una vez identificadas las fases del ciclo de vida del proyecto, se procede a dar respuesta a una serie de cuestionamientos, para la interiorización del ciclo de vida.

a) ¿Cuáles son los impactos ambientales, sociales y económicos que se derivan del uso de las materias primas/insumos/equipos seleccionados para el proyecto?

En primera medida se determina que los insumos del proyecto son energía eléctrica, combustibles, papel, tinta; es importante entender que solo el uso de algo que parece tan común como los insumos ya mencionados, generan un impacto ambiental basados en que son producto de un proceso de transformación, del cual se puede ser usuario final de forma análoga como es el caso de la electricidad o el papel, igualmente ser responsable por los impactos generados por los procesos que los hicieron posibles; es acá donde inicia el compromiso para lograr el cambio y generar procesos más verdes que impacten en menor o nula medida.

La siguiente fase que se dimensiona para el proyecto, es la Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), esta tiene que asumir impactos propios de la generación de materias primas sin las cuales su construcción no será posible. Tal como indica Francisco J. Arenas Cabello, “Los materiales con menor impacto ambiental, para su empleo en la edificación, deben incorporar criterios de sostenibilidad ambiental, como alta eficiencia energética, durabilidad, recuperabilidad...”(Cabello, 2012) al lograr esto, estamos llamados en la media que no se logre esta sostenibilidad, veremos en el largo tiempo, como el producto del proyecto puede perder esta calificación de exitoso, si por su construcción se termina deteriorando el medio ambiente.

b) ¿Cuáles son los impactos ambientales y sociales asociados al uso del producto que se deriva del proyecto?

Debido a que el proyecto tiene como entregable un estudio de factibilidad, esta pregunta se responde a la luz de lo que se usa como herramientas para la generación del entregable, entre estas se mencionan los equipos de cómputo, de comunicación e impresora y fotocopidora.

El uso inmediato de estos no tienen impacto tangible, sin embargo si se considera la disposición final de todas estas herramientas tecnológicas, se encuentra un panorama diferente,

en el cual está claro que no hay una cadena de disposición final que asegure el reciclaje de todos los componentes y si está muy claro que estos desechos, con todos sus químicos van a parar a botaderos en los cuales se convierten en agentes contaminantes y nuevamente el usuario final, es el responsable de forzar a las empresas que los desarrollan para que se comprometan en el implementación de ciclos de vida que reduzcan el impacto sobre el ambiente..

c) ¿Cuál es la vida útil estimada del producto seleccionado?

En esta época en la que se habla tanto de términos como obsolescencia programada, se estima que la vida útil de las herramientas tecnológicas es de tres años (DELL, 2018); después de este tiempo materiales como el plástico y metales usados para su construcción se vuelven en desechos, que de no ser reciclados llegaran a durar siglos degradando el ambiente.

d) ¿Cómo se realiza la disposición final de los productos/equipos? ¿Cuáles son los impactos generados por su disposición final? ¿Existen datos sobre el porcentaje del producto que es reutilizado o reciclado?

Existen métodos controlados que aseguran la disposición de herramientas tecnológicas o Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (SOSTENIBILIDAD, 2016), por ejemplo se encuentra referencia en Colombia de 77 empresas dedicadas al aprovechamiento de este tipo de materiales, a nivel de personas esto habla muy bien de la conciencia creciente al respecto, de igual forma existen iniciativas de corporativas como la de HEWLETT PACKARD que está adelantando programas de reciclaje de todos los sobrantes de su línea de negocios de tintas.

Sin embargo, entidades como la ASSOCIATION OF CITIES AND REGIONS FOR RECYCLING (ACRR), entregan valores nada alentadores para el reciclaje de herramientas como los computadores, de los cuales solo es posible hacer reciclaje del 53% de sus materias primas, de igual forma, entrega valores como que solo el 25% de los equipos construidos llega a los centros de acopio apropiados para su reciclaje. De manera que la tarea se está haciendo, existe el compromiso, pero aún queda mucho para generar una cultura general hacia lo verde, hacia la sostenibilidad.

	Índices de reciclaje
Televisores	69%
Electrodomésticos grandes de línea blanca	73%
Neveras y congeladores	75%
Electrodomésticos pequeños	53%

Figura 7. Índices de reciclaje de RAEE. Fuente: ACRR.

#### *Matriz P5.*

Los resultados entregados por la evolución de esta Matriz P5, son importantes a la luz que da un panorama del entorno de ejecución del proyecto, permitiendo identificar los puntos fuertes, así como aquellos en los que es posible hacer gestiones que repercutan en impactos más positivos en todo el ciclo de vida del proyecto.

Ejercicios como este serán mucho más interesantes, en la siguiente fase del proyecto, en la cual se contempla la implantación de los estudios, en este caso el impacto del proyecto será más intrusivo y se generaran más puntos de debates en los cuales será necesario, buscar alternativas de construcción, con el objetivo de asegurar la sostenibilidad, pero este será alcance de estudio de la siguiente fase.

### **3.4.2 Definición de flujo de entradas y salidas**

Conforme a los entregables detallados en la estructura de desglose de trabajo, aprobada para el proyecto, se definen tres fases de generación de recursos durante el ciclo de vida de este. La tabla 8, muestra la interacción de estas tres fases, así como las entradas y salidas de cada una de ellas.

Tabla 8. Flujo de entradas y salidas del proyecto.

ENTRADAS	FASES	SALIDAS	DETALLE DE LA ACTIVIDAD	DETALLE DE LA ENTRADA
Energía Eléctrica	Inicio / estudios de factibilidad	Co2	En esta fase se contempla la recolección de información de los antecedentes que dieron lugar al proyecto, de igual forma en esta fase del ciclo de vida se incluyó los estudios de sostenibilidad, en los cuales se proyecta el manejo de altos volumen de información y la posibilidad de desplazamiento hasta las fuentes de la información	3 computadores portátiles, 1 impresora láser, 3 teléfonos móviles, alumbrado de la oficina.
Papel		Residuos sólidos		Fotocopiado de información, impresiones informes, control documental.
Tinta		Residuos sólidos		Fotocopiado de información, impresiones informes, control documental.
Combustible (Gasolina)		Co2		Traslado de personal desde lugares de origen hasta el lugar de ejecución del proyecto; viajes hasta las fuentes de información.
Energía Eléctrica	Ingeniería básica / Manual de operación / Revisión QA	Co2	En esta fase se agrupan actividades cuyos entregables son documentos formales del proyecto, igualmente el manejo de información tiene un alto volumen y se está expuesto reproceso, que repercutan en cambio de información y cambio de versión de documentos. El transporte hacia el lugar de ejecución del proyecto es una actividad que esta inherente a esta fase.	6 computadores portátiles, 1 impresora láser, 3 teléfonos móviles, alumbrado de la oficina.
Combustible (Gasolina)		Co2		Traslado de personal desde lugares de origen hasta el lugar de ejecución del proyecto; viajes hasta las fuentes de información.
Tinta		Residuos solidos		Fotocopiado de información, impresiones informes, control documental.
Papel		Residuos solidos		Fotocopiado de información, impresiones informes, control documental.
Energía Eléctrica	Gestión de proyectos	Co2	La gestión de proyectos se contempla como una actividad transversal a la ejecución del proyecto y es en esta donde se hace seguimiento y control de este.	3 computadores portátiles, 1 impresora láser, 3 teléfonos móviles, alumbrado de la oficina.
Combustible (Gasolina)		Co2		Traslado de personal desde lugares de origen hasta el lugar de ejecución del proyecto; viajes hasta las fuentes de información.
Tinta		Residuos solidos		Fotocopiado de información, impresiones informes, control documental.
Papel		Residuos solidos		Fotocopiado de información, impresiones informes, control documental.

Fuente: elaboración propia

### 3.4.3 Estrategias de mitigación de impacto ambiental

Como resultado de los ejercicios de análisis de riesgos, análisis PESTLE y Huella de Carbono, se definieron las siguientes estrategias e indicadores, que ayudaran a hacer seguimiento y control del proyecto augurando la sostenibilidad de este.

Las siguientes son estrategias definidas para el proyecto.

Tabla 9. Lineamientos de sostenibilidad.

NOMBRE DE LA ESTRATEGIA	PRINCIPALES ACTIVIDADES DE LA ESTRATEGIA	OBJETIVO	META
Concientización de la comunidad del área de influencia del proyecto, sobre la importancia de este.	a) Realización de encuesta para determinar el nivel de aceptación del proyecto. b) Realización de charla sobre el impacto del modelo actual de disposición de aguas residuales. c) Establecimiento de canales de comunicación para que la comunidad presente sus inquietudes y propuestas sobre el proyecto. d) Socialización de respuestas sobre inquietudes del proyecto.	Lograr aceptación del proyecto por parte del grupo de interesados denominado “Población área de influencia”	a) Un indicador del índice de aprobación del proyecto por parte de los interesados. b) Una charla de impactos de los vertimientos de aguas residuales a las cuencas hidrográficas. c) Un listado de inquietudes sobre el proyecto. d) Un informe de aclaraciones de las inquietudes de la población objetivo.
Manejo adecuado de los residuos de oficina	a) Implementación de un programa de manejo de residuos de oficina (papel, tintas, vasos plásticos). b) Identificación empresas o asociaciones de reciclaje, para disposición de los residuos de oficina.	Disminuir la huella carbono del proyecto, en referencia a la disposición de residuos.	a) Un programa de clasificación de residuos de oficina, que contemple la reutilización de papel y separación de residuos por tipo. final de escombros. b) Disminución de un 25% en el uso de resmas de papel blanco. c) Creación de un índice de residuos reciclados, con corte mensual, durante la duración del proyecto.
Consumo de Energía	a) Implementación de un programa de disminución de consumo de energía y uso inteligente de energía.	Disminuir la huella carbono del proyecto, en referencia al consumo de energía.	a) Reducción de un 30% en el consumo de energía en las locaciones. b) Lograr que el 80% de los integrantes del grupo del proyecto se concienticen sobre la importancia de abrir el interruptor, cuando no se haga uso de la energía.
Uso adecuado de la materia prima	a) Definir en la ingeniería básica del proyecto la importancia de implementar procesos constructivos eficientes y de bajo impacto ambiental.	Evitar al máximo la generación de residuos sólidos provenientes de la fase de construcción.	a) Evaluar procesos constructivos que disminuyan en un 25 la generación de escombros. b) Reutilización de un 20% de los residuos de construcción.

Fuente: elaboración propia

### *Indicadores.*

Conforme a las estrategias definidas para asegurar la sostenibilidad del proyecto, se presentan los indicadores de la tabla 10.

Tabla 10. Indicadores de desempeño del proyecto.

Nombre de la estrategia	Nombre del indicador	Descripción	Unidad de medida	Fórmula	Periodicidad	Tipología
Concientización de la comunidad del área de influencia del proyecto, sobre la importancia de este.	Concientización población objetivo	Evaluar el índice de aceptación del proyecto en la población objetivo.	Porcentaje (%)	Nivel de aceptación = (número de encantados con respuesta favorable / número total de la muestra a la que se le realizó la encuesta) * 100	Solo una vez	Gestión
Consumo de Energía	Disminución de consumo de energía	Determinar cuál será la huella carbono del proyecto por usos de energía	Kg CO2	Consumo de energía en Kg CO2= (consumo de KW/h del mes / consumo de KW/h del primer mes) * factor de Kg CO2/Kwh.	Mensual	Efecto
Manejo adecuado de los residuos de oficina	Reutilización de papel blanco	Determinar la cantidad de papel blanco tamaño carta que se reutiliza	Porcentaje (%)	Porcentaje reutilización de papel = (kg de papel blanco reutilizado / kg de papel blanco comprado) * 100	Mensual	Gestión
Uso adecuado de la materia prima	Eficiencia de procesos constructivos	Medir la eficiencia de los procesos constructivos disponibles en el mercado para la implementación de Planta de Tratamientos de Aguas Residuales (PTAR)	Porcentaje (%)	Porcentaje de eficiencia de procesos constructivos = (cantidad de desechos de proceso constructivo en toneladas / cantidad de desechos de proceso constructivo menos eficiente en toneladas) * 100	Solo una vez	Producto
				Nota: se escogerá el proceso constructivo con menor porcentaje		

Fuente: elaboración propia.

## **4 Evaluación y Formulación (Metodología del Marco Lógico)**

### **4.1 Planteamiento del problema.**

Para la evaluación y formulación del proyecto se hará uso de la herramienta de Marco Lógico, que permite hacer una identificación de los interesados del proyecto y un desarrollo secuencial y lógico del objetivo de este y las causas que dan lugar a su desarrollo.

#### **4.1.1 Análisis de involucrados.**

En primera medida se identifica que el desarrollo del proyecto impacta directamente y positivamente en la población del municipio, está será quien reciba los mayores beneficios, al poder contar con una PTAR que realiza el tratamiento de las aguas residuales, disminuyendo en gran medida el impacto sobre las fuentes hídricas del municipio, específicamente hablando de población se pueden identificar dos grupos, el primero, los habitantes del casco urbano cuyo beneficio es poder contar con un servicio público y el segundo grupo lo habitantes del casco rural ubicado en las veredas circundantes, verán que la calidad de las fuentes hídricas de las cuales hacen captación para su diario vivir, no se verá afectada por el desarrollo de casco urbano.

Otro involucrado en este proyecto es la administración municipal, para esta administración el compromiso con el cumplimiento de la normatividad nacional es alto y el poder contar con una alternativa viable que da solución al manejo de aguas residuales que otras administraciones no han atendido como prioridad que se debía, es paso adelante en la consolidación de su plan de gobierno.

En relación con instituciones como CORTOLIMA, el beneficio de este proyecto se ve reflejado en el cumplimiento de sus metas en referencia a manejo de aguas residuales en los municipios.

Tabla 11. Matriz de involucrados.

GRUPO	INTERESES	PROBLEMAS	RECURSOS
Habitantes del casco urbano del municipio	Tener una PTAR.	Inexistencia de una red de alcantarillado. Contaminación de fuentes hídricas.	Presupuesto servicios públicos.
Habitantes casco rural del municipio	Tener disponibilidad de fuentes hídricas limpias.	El vertimiento actual de las aguas residuales está contaminando sus fuentes hídricas.	Recursos impuesto predial.
Administración municipal	Dar cumplimiento a la normatividad nacional. Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. Mejorar la imagen del municipio. Generación de empleo. Contar con inversión social en la zona.	Existencia de demandas por incumplimiento de la normatividad nacional. Carencia de una PTAR.	Presupuesto anual. Recursos de la nación. Impuestos municipales.
CORTOLIMA	Cumplimiento de la normatividad nacional. Mejorar la calidad de las fuentes hídricas.	Contaminación de fuentes hídricas. Apertura de procesos administrativos por contaminación de fuentes hídricas.	Recurso humano, accesorias.
Contratistas	Generación de empleo directos e indirectos Dinamizar la economía del comercio de la región.	Acceso a las áreas de construcción.	Recursos propios de la empresa. Presupuesto del proyecto. Programa de responsabilidad social del cliente. Códigos, decretos y normas nacionales.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2 Árbol de problemas.

Como herramienta del Marco Lógico, se usa en el Árbol de Problemas, en este se puede identificar clara e inmediatamente las causas y efectos que dan lugar al problema central e identificar el nivel de relación que se tiene:

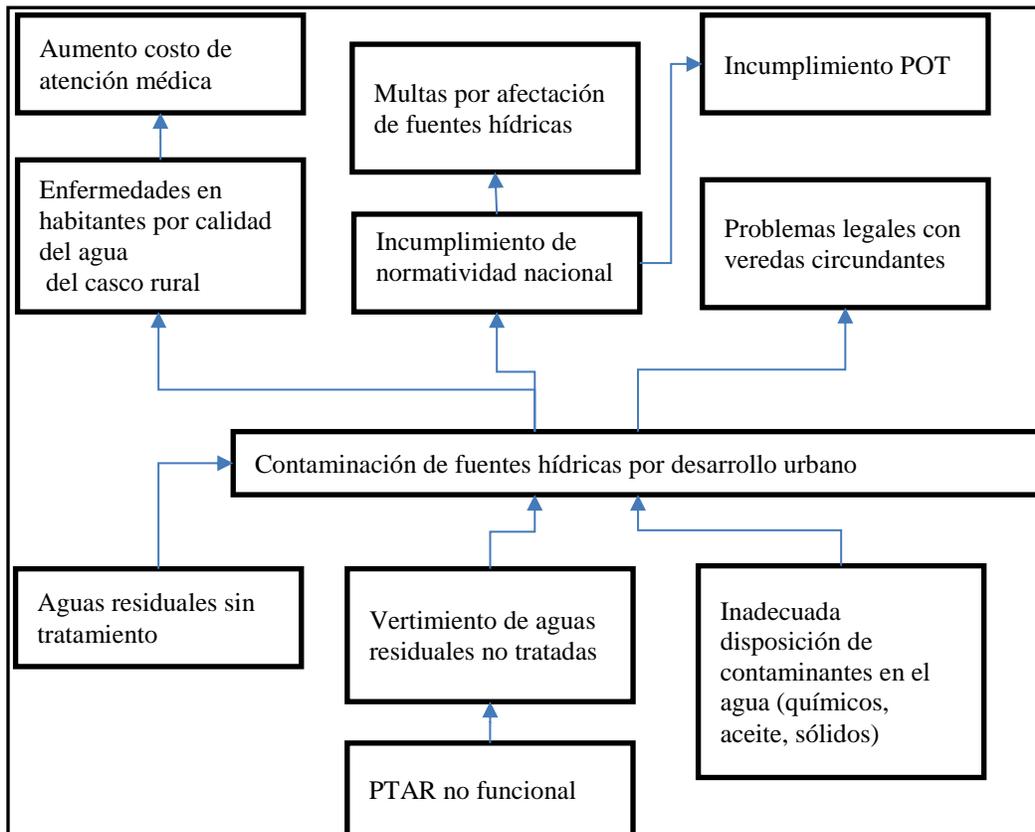


Figura 8. Árbol de problemas. Fuente: elaboración propia.

### 4.1.3 Árbol de Objetivos.

Una vez desarrollado el Árbol de Problemas, el método del Marco Lógico, lleva a formular el Árbol de Objetivos:

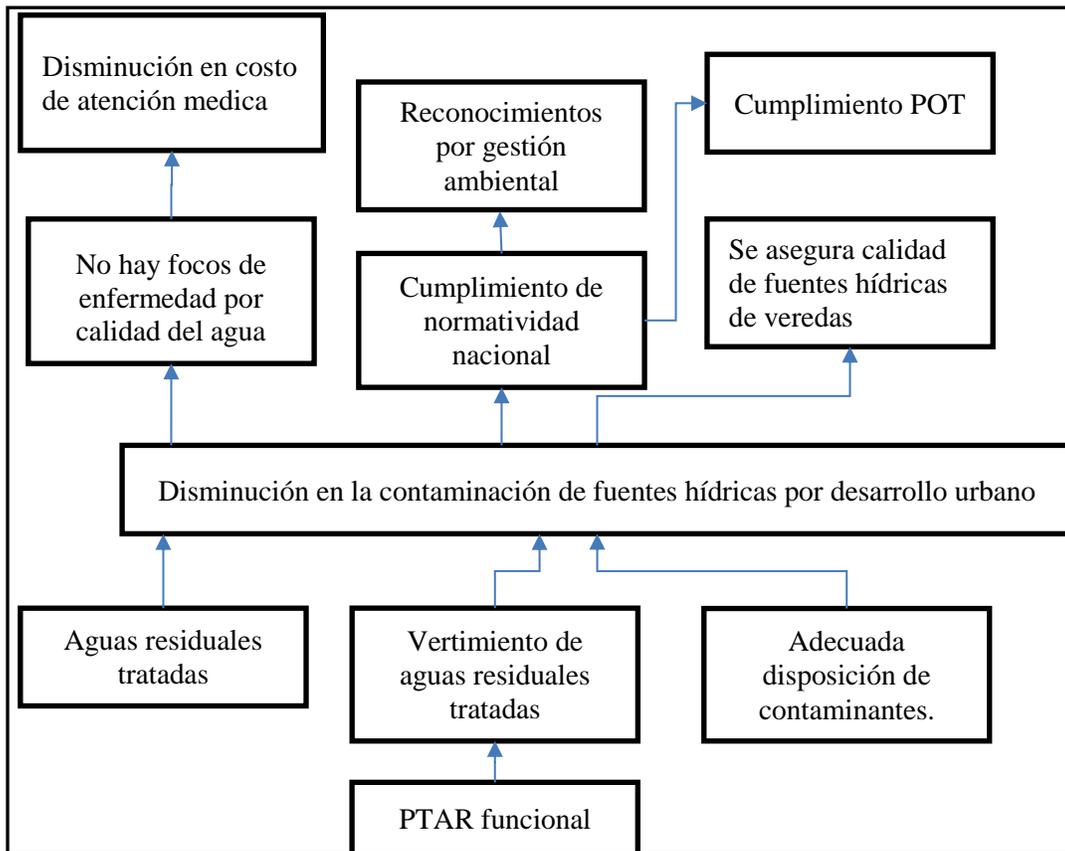


Figura 9 Árbol de Objetivos. Fuente: elaboración propia.

Con el árbol de objetivos se genera una guía para la generación de los objetivos del proyecto los cuales se describen a continuación:

a) Se disminuirá en un cincuenta por ciento (50 %) el brote de virus por calidad del agua, esto debido a que la solución propuesta disminuye en un ochenta por ciento (80 %) la cantidad de solidos suspendidos en el agua en un periodo de dos años.

b) Al disminuir la presencia de solidos suspendidos en el agua, se impacta directamente en la probabilidad de brote focos bacterianos como el E Coli, de modo que la demanda de servicios de salud producto de estas infecciones disminuirán en un veinte por ciento (20%).

c) La propuesta de construir y poner en marcha un Planta de Tratamiento de Aguas Residuales esta cien por ciento (100 %) alineada a los requerimientos de la normatividad

nacional como el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento – RAS o el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

d) En el caso que el municipio de Herveo – Tolima, logre implementar la solución propuesta por el proyecto, CORTOLIMA lo incluirá en el listado de los municipios que cumplen con los requerimos de la normatividad aplicable sobre vertimiento de aguas y cerrará los procesos que tienen abiertos al respecto.

e) Dentro de los requerimientos del Plan de Ordenamiento Territorial está estipulado el aseguramiento de los sistemas de alcantarillado y tratamientos el proyecto atiende el cien por ciento (100 %) del requerimiento en referencia a tratamiento de agua.

f) En referencia a la contaminación de las fuentes hídricas producto del vertimiento de aguas residuales, el proyecto disminuye en ochenta por ciento (80 %) la cantidad de solidos suspendidos, aumentando de esta forma la calidad del agua aguas abajo del vertimiento en un sesenta por ciento (60 %).

#### *Árbol de acciones.*

A continuación, se presenta gráficamente los medios para lograr, los objetivos.

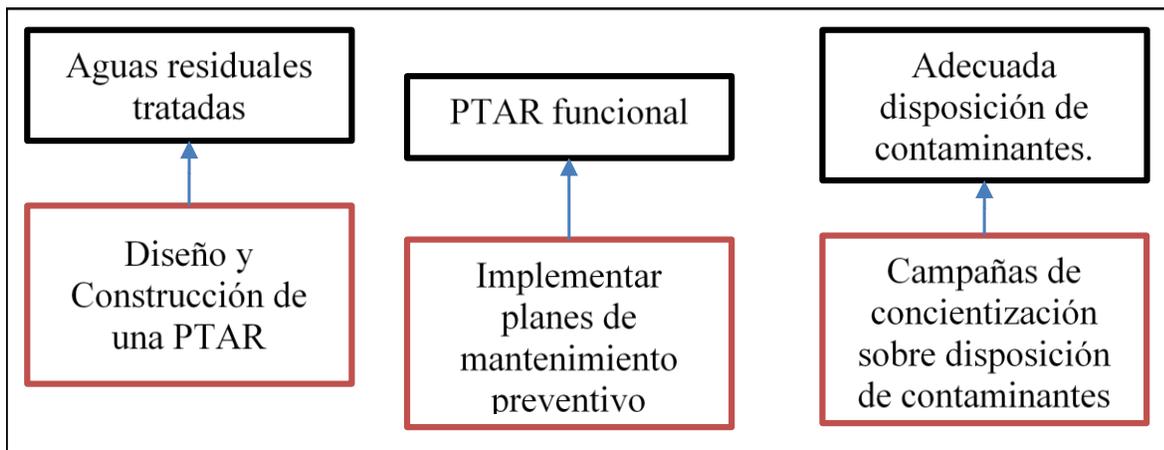


Figura 10. Árbol de acciones. Fuente: elaboración propia

## **4.2 Alternativas de solución.**

### **4.2.1 Identificación de acciones y alternativas.**

Teniendo como insumo el árbol de acciones, se procede a formular las alternativas de solución al problema identificado:

**Alternativa 1:** iniciar un proyecto que permita identificar la factibilidad para la construcción y puesta en marcha de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), identificando la mejor alternativa de construcción y entregando una ingeniería básica, de modo que sea posible para la administración municipal gestionar los recursos para la ejecución de esta PTAR. Adicionalmente, se inicia el ciclo de campañas de Generación de Aguas Residuales que concienticen a los habitantes sobre el uso adecuado del agua.

**Alternativa 2:** iniciar un proyecto que evalúe el estado actual de las facilidades de alcantarillado y tratamiento de aguas del municipio de Herveo, identificando posibles opciones acciones de mejora y construcción de facilidades complementarias, con miras a obtener un adecuado tratamiento y disposición final de las aguas residuales generadas por el casco urbano del municipio.

**Alternativa 3:** presentar un programa de tratamiento primario de aguas residuales en la fuente (punto de generación), que incluya los tópicos para que los habitantes del casco urbano, agrupados por sectores construyan facilidades de tratamiento primario; reforzado con campañas de generación de aguas residuales que concienticen a los habitantes sobre el uso adecuado del agua.

**Alternativa 4:** implementar un plan anual de Bio-remediación en los puntos focales donde se genera la contaminación de las fuentes hídricas, reforzado con campañas de generación de aguas residuales que concienticen a los habitantes sobre el uso adecuado del agua.

*Selección de la alternativa.*

Una vez identificadas las alternativas del tratamiento del problema, se procede a hacer la selección de la más adecuada dentro del marco del plan de desarrollo del municipio y el cumplimiento de la normatividad nacional, para tal fin se evaluará las alternativas teniendo como bases los siguientes criterios:

- a) Costos totales de implementación.
- b) Proyección del beneficio.

- c) Cumplimiento de normatividad.
- d) Viabilidad técnica.
- e) Contribución al fortalecimiento institucional.
- f) Aceptación por parte de los beneficiarios

*Matriz de Alternativas.*

Tabla 12. Matriz de alternativas.

Alternativa	Criterio	A	B	C	D	E	F	Total
Alternativa 1		4	5	5	5	5	4	28
Alternativa 2		4	4	5	5	5	4	27
Alternativa 3		3	3	4	4	4	3	21
Alternativa 4		4	3	4	4	4	3	22

**Nota.** Nivel de aceptación: 1. Más bajo, 2. Bajo, 3. Medio, 4. Alto, 5. Muy alto

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2 Descripción de alternativa seleccionada.

De los resultados anteriores, se evidencia que las alternativas más con nivel de aceptación más alto son las que se denominan alternativa 1 y 2. Teniendo en cuenta el alcance definido por estas y evaluándolas dentro del marco de la normatividad y la proyección de crecimiento del municipio se define que la más viable es la alternativa 1.

**Alternativa 1:** iniciar un proyecto que permita identificar la factibilidad para la construcción y puesta en marcha de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), identificando la mejor alternativa de construcción y entregando una ingeniería básica, de modo que sea posible para la administración municipal gestionar los recursos para la ejecución de esta PTAR. Adicionalmente, se inicia ciclo de campañas de Generación de Aguas Residuales que concienticen a los habitantes sobre el uso adecuado del agua.

¿Qué se puede entender de esta alternativa? en primera medida el objeto central es identificar un método de tratamiento de aguas residuales, el cual sea posible de implementar en

el municipio; al incluirse la ingeniería básica en el alcance de este proyecto es posible dimensionar los recursos necesarios para su ejecución, de modo que da una entrada muy importante para que la administración inicie la gestión de recursos y se orienta claramente en el cumplimiento de la normatividad nacional. En referencia al ciclo de campañas sobre Generación de aguas residuales, es acertado en la medida se busca incentivar en los habitantes el cuidado de las fuentes hídricas lo cual es muy importa si se considera circundante al casco urbano del municipio cruzan afluentes tan importantes para el desarrollo de la región como lo son el rio Gualí y Guarinó.

#### **4.2.3 Justificación del proyecto.**

El alcance del proyecto está definido para lograr que el municipio de Herveo cumpla con los requerimientos de la normatividad nacional respecto a tratamiento de aguas residuales y su impacto en la contaminación de fuentes hídricas, definidos en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos aprobado para el municipio por CORTOLIMA, esto como consecuencia del modelo actual de disposición que tiene el municipio, el proyecto busca que con la construcción y puesta en marcha de la PTAR se reduzca un 80% de carga de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos de las aguas que el casco urbano vierte en las fuentes hídricas, las cuales son usadas para uso diario por habitantes de las veredas circundantes que según el DANE son aproximadamente 6.696 personas; de modo que también se asegura que las aguas residuales no sean fuentes de enfermedad para estas comunidades y se da solución a litigios legales de esta comunidades con el municipio debido a los vertimientos ya mencionados.

Otro aspecto importante es que en la actualidad existe un proceso sancionatorio a la alcaldía del municipio de Herveo, mediante la resolución 1567 del 31 de mayo de 2016 expedida por CORTOLIMA por presunto incumplimiento del PSMV, generando una sanción económica al municipio, por lo que el presente proyecto se vuelve de carácter prioritario para la administración municipal, como primer paso para el cumplimiento de PSMV.

Otro punto importante es la generación de conciencia en los 2.205 habitantes del casco urbano, sobre la importancia de controlar el impacto que tienen el desarrollo de la sociedad sobre recursos tan importante como lo son las fuentes hídricas.

Siendo así, se tiene beneficio social, ambiental y económico al municipio de Herveo y de sus 8.900 habitantes, tanto del casco urbano como rural.

## **5 Inicio de Proyecto**

### **5.1 Caso de Negocio**

El municipio de Herveo ha generado iniciativas con el fin de dar cumplimiento a la normatividad nacional en referencia al impacto ambiental, para tal fin se inició un proyecto de construcción de una PTAR hace cinco años, el resultado de este proyecto es una PTAR sin finalización que se traduce en un fracaso del proyecto además de la generación de multas por incumplimiento al municipio.

Actualmente el municipio está ejecutando un proyecto para el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, el cual entregara datos importantes sobre la demanda de la solución y lineamientos de esta de acuerdo con los decretos 2811 de 1984, 1180 de 2003 y los artículos 78, 79 y 80 de la Constitución Política Nacional.

Por lo anterior mencionado, se evidencia un claro compromiso del municipio en el cumplimiento de los mandatos de ley, es aquí donde cobra importancia el presente proyecto que busca realizar un estudio de factibilidad que permita la selección, construcción y puesta en marcha de una PTAR, que cobra la necesidad de la población del casco urbano del municipio de Herveo y que se proyectó de acuerdo con las metas de crecimiento de este.

Es importante entender que las bases que justifican el desarrollo de este proyecto se sustentan sobre los incumplimientos que actualmente el municipio tiene en referencia normatividad ambiental, el mejoramiento del nivel de vida de sus habitantes y el valor agregado que se verá reflejado en el Plan de Ordenamiento territorial (POT).

Desarrollo de la propuesta.:El desarrollo del proyecto busca alinear la infraestructura de alcantarillado del municipio con los requerimientos de las normas nacionales vigentes, en este punto es importante si se considera los beneficios ambientales que se logran con este cumplimiento, por considerar, uno de ellos está el mejoramiento de la calidad de las fuentes hídricas, las cuales son fuente de vida para las veredas circundantes del casco urbano del municipio, igualmente se eliminan los litigios legales que hasta la fecha se tienen con estas comunicadas por la disposición final que se tiene hasta el momento de las aguas residuales.

Además de beneficios tangibles como este, se pueden incluir la valoración de las propiedades y la imagen del municipio.

## 5.2 Plan de Gestión de la Integración

### 5.2.1 Acta de Constitución (Project Charter)

<b>CONTROL DE VERSIONES</b>				
Versión	Elaborada por	Aprobada por	Fecha	Ajuste
Versión 2	Hans Zubieta	Jhon Salcedo	26/08/2017	--
<b>ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO</b>				
Proyecto	Factibilidad para la Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), para el Municipio de Herveo -Tolima			
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>				
<p>El proyecto evaluara las condiciones actuales del sistema de tratamiento de aguas residuales del Municipio de Herveo Tolima, este sistema actualmente presenta desviaciones respecto a la disposición de las aguas residuales en referencia a lo requerido en la normatividad nacional aplicable (RAS-2000), una vez descrita la situación actual se procederá a identificar las soluciones posibles para mitigar el impacto negativo del vertimiento de las aguas residuales en las fuentes hídricas circundantes del municipio, la solución planteada se formalizara a través de la emisión de una ingeniería básica, que permita detallar un presupuesto y cronograma, con los cuales sea posible dimensionar un proyecto que permita</p>				

cerrar las brechas con respecto a la normatividad nacional.

Posteriormente se emitirá la versión básica del manual de operación de las facilidades propuestas, este se usará como entrada para determinar la factibilidad técnica; el proyecto también contempla realizar la factibilidad de la solución propuesta en las áreas económica y ambiental.

Encontrando de esta manera la racionalidad del proyecto y entregando herramientas de juicio para que el sponsor del proyecto tenga una imagen clara de la solución que permitirá dar cumplimiento a los requerimientos de la normatividad nacional respecto a tratamiento de aguas residuales y de esta forma buscar los recursos para su ejecución

### **DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO**

El proyecto presentará un estudio de factibilidad en las áreas Técnica, Económica y Ambiental de la solución propuesta para disminuir el impacto negativo del vertimiento de aguas residuales en fuentes hídricas, esta solución es la construcción y puesta en marcha de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), la cual con su operación garantiza la disminución de un 80 por ciento del impacto actual de los vertimientos sobre las fuentes hídricas circundantes del municipio de Herveo -Tolima,

El estudio de factibilidad incluye una evaluación de los siguientes aspectos:

- a) Factibilidad económica: se realiza un análisis de costo beneficio.
- b) Factibilidad ambiental: se identificará el impacto ambiental de la alternativa seleccionada y su concordancia con la normatividad nacional.
- c) Factibilidad técnica: se evaluarán las alternativas de solución y se identificara la mejor opción teniendo en cuenta las facilidades del municipio versus los requerimientos de la normatividad nacional.
- d) Factibilidad operacional: se evaluará la capacidad de la solución propuesta de operar, mantenerse.

### **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

<b>Concepto</b>	<b>Objetivos</b>
-----------------	------------------

<b>Alcance</b>	<p>a) Estudios de factibilidad económica.</p> <p>b) Ingeniería básica de una PTAR, dimensionada para la demanda del municipio.</p> <p>c) Estudio de factibilidad técnica de la construcción de la PTAR.</p> <p>d) Manuales de puesta en marcha y operación de la PTAR.</p> <p>e) Estudio de factibilidad ambiental de la ejecución del proyecto.</p>
<b>Tiempo</b>	10 meses.
<b>Costo</b>	Cien millones seiscientos treinta mil pesos colombianos (\$ 110,000,000)
<b>Calidad</b>	Cumplimiento de la normatividad ambiental.
<b>Satisfacción del cliente</b>	El producto del proyecto permitirá que el sponsor tenga una visión clara de los requerimientos de costo y tiempo, necesarios para llevar a cabo la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales PTAR que mitigue el impacto ambiental de vertimientos sobre las fuentes hídricas.

#### **Definición de Requerimientos del Proyecto**

<b>id</b>	<b>Nombre</b>	<b>Título</b>	<b>Expectativas principales</b>	<b>Requisitos principales</b>
1	Nondier Arias	Alcalde Municipal	Entrega de estudios de factibilidad económica, técnica y ambiental.	Factibilidad para construcción de la PTAR
2	Jesús Arango	Presidente Concejo Municipal	Entrega de ingeniería básica para la construcción de la PTAR	Tener una PTAR
3	Hernando Aristizábal	Presidente junta vereda el Águila	Estudios de factibilidad ambiental de la PTAR	Tener disponibilidad de fuentes hídricas limpias.

4	Adriana Gálvez	Gerente EmpoHerveo	Manual administrativo, operacional, mantenimiento y de laboratorio	Manejo de óptimo de la PTAR
5	Jorge Cardozo	Gerente Cortolima	Entrega de estudios de factibilidad económica, técnica y ambiental.	Dar cumplimiento a la normatividad nacional

**CRONOGRAMA DE RECURSOS**

Descripción	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Director del proyecto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Profesional de proyectos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingeniero civil			X	X	X	X	X			
Ingeniero ambiental			X	X	X	X	X			
Ingeniero auxiliar		X	X	X	X	X	X	X	X	

**CRONOGRAMA E HITOS DEL PROYECTO**

Hito	Descripción
1	Acta de cooperación aprobada 27 octubre de 2018.
2	Plan para la dirección del proyecto 17 octubre de 2018.
3	Entrega estudio de estudios de Factibilidad 22 diciembre de 2019
4	Entrega de ingeniería básica 13 junio de 2019.
5	Entrega Manuales 25 julio de 2019.
6	Aprobación de estudios, ingeniería y manuales 03 septiembre de 2019
7	Cierre del proyecto 21 septiembre de 2019.

**RESTRICCIONES**

Internos a la Organización	Ambientales o Externos a la Organización
Limitada disponibilidad de la información	Detractores del proyecto

Entrega tardía de resultados de la Actualización del Plan de Manejo y Saneamiento de Vertimientos PSMV para el Municipio de Herveo – Tolima.	Periodo de mandato de la administración municipal.	
<b>SUPUESTOS</b>		
<b>Internos a la Organización</b>	<b>Ambientales o Externos a la Organización</b>	
Existe apoyo para el desarrollo del proyecto. Se suministrará la información histórica de proyectos, que aporten en el desarrollo del presente proyecto.	No habrá cambio en el alcance de la normatividad nacional respecto a tratamiento de aguas residuales.	
<b>PRINCIPALES RIESGOS</b>		
Tiempo de ejecución del proyecto.		
Disponibilidad de la información.		
<b>PRESUPUESTO PRELIMINAR</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Monto</b>	
Personal	\$ 81,306,956	
Materiales	\$ 14,803,700	
Maquinaria	\$ 6,391,200	
Otros	\$ 7,500,000	
<b>Total, línea base</b>	<b>\$ 110,001,856</b>	
Reserva de contingencia	\$4'975.180	
Reserva de gestión	\$ 12'000.000	
<b>Total, presupuesto</b>	<b>\$ 126,977,036</b>	
<b>LISTA DE STAKEHOLDERS</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>División</b>
Nondier Arias	Alcalde Municipal	Despacho del alcalde
Jesús Arango	Presidente Concejo Municipal	Concejo municipal
Hernando Aristizábal	Presidente junta vereda el	Junta de acción comunal
Adriana Gálvez	Gerente EmpoHerveo	Empoherveo

Jorge Cardozo	Gerente Cortolima	Cortolima
<b>DESIGNACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO</b>		
Nombre	Jhon Jairo Salcedo Bautista	Nivel de autoridad
Reporta A	Nondier Arias.	Asignación de recursos Definición de alcance
Supervisa A	Hans Zubieta.	Definición de estrategias Definir controles de cambio
<b>APROBACIONES</b>		
Patrocinador	Fecha	Firma
Nondier Arias.	30/08/2018.	

### 5.2.2 Informe final del proyecto

No aplica a la presente entrega

### 5.2.3 Plan de gestión de Beneficios

A continuación, se incluyen los beneficios que se materializan con los entregables del proyecto formulado.

a) El proyecto brinda herramientas de juicio para definir la posible construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Herveo Tolima, asegurando que este municipio logre alinear estos procesos con los requerimientos de la normatividad nacional aplicable.

b) Entre los entregables del proyecto se define la formulación de una ingeniería básica, manuales de operación técnicos y administrativos, de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales, esto podrá ser tenidos en cuenta por la administración municipal para validar la operación del holding de las empresas públicas municipales, de modo que se evalúa la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

c) Durante la formulación del proyecto se deberá cuantificar la situación actual del vertimiento de aguas residuales del municipio, esta cuantificación permitirá que la administración municipal edifique áreas en las que se debe hacer gestión en pro del desarrollo del plan de desarrollo del municipio.

## **5.2.4 Registro de Lecciones Aprendidas**

### ***5.2.4.1 Lección 1. Alcance del proyecto***

La determinación de una estructura de desglose de trabajo adecuada permitió la discriminación de las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos, concluyendo que en la medida que se determine una EDT que incluya las expectativas del sponsor y los interesados del proyecto, se pueden obtener bases fuertes durante la planeación del proyecto y que se verán reflejadas durante el control y seguimiento del mismo.

### ***5.2.4.2 Lección 2 Cronograma de trabajo***

La planificación de actividades realizado al tercer nivel de programación permitió identificar paquetes de trabajo que se pudieron controlar en el tiempo de ejecución que hasta la fecha ha transcurrido y a su vez permitieron tomar medidas correctivas cuando estos no cumplían los parámetro de control; esta capacidad de control tiene una incidencia directamente proporcional sobre el costo del proyecto y es por eso que un cronograma de trabajo ejecutado de manera interdisciplinar y evaluado por la experiencia es un paso la dirección correcta hacia el cumplimiento de los objetivos de nuestro proyecto

### ***5.2.4.3 Lección 3 Gestión de interesados***

Desde el planteamiento del caso de negocio, fue posible identificar que este proyecto tiene un nivel de aceptación alto, en la medida que su naturaleza de existencia es una necesidad que el municipio tiene, esto mismo hace que se generen expectativas sobre el alcance del proyecto, durante la evaluación de los interesados y su injerencia en el proyecto, estas expectativas se materializaron en requerimientos, de los cuales muchos de ellos no se incluyeron en el alcance, por la limitación de tiempo que se tiene para la ejecución del mismo, los ejercicios realizados y la misma ejecución del proyecto serán herramientas importantes para futuros proyectos que se gesten para dar cierre a la problemática del tratamiento de aguas residuales del municipio de Herveo.

## **5.2.5 Control integrado de cambios**

El Plan de Gestión del Cambio tiene como objetivo establecer cómo se gestionará el enfoque a los cambios, lo que define un cambio, el propósito y la función de la junta de control de cambios, y el proceso general de gestión del cambio. Se espera que todos los interesados puedan presentar o solicitar cambios en el proyecto, de acuerdo presentando las solicitudes a la junta de control de cambios.

En la gestión del proyecto se deberá asegurar que los cambios propuestos se tengan en cuenta, se evalúen y se apliquen según el caso, teniendo en cuenta que los cambios estén dentro de los alcances y sean beneficiosos para el proyecto, se analizará la forma de implementar el cambio y la forma como se administrará el cambio una vez sea implementado.

#### ***5.2.5.1 Definiciones de cambios***

a) Cambio de cronograma: Para el Proyecto se define como cambio de cronograma todas aquellas actividades que deban ser incluidas por el equipo de trabajo dentro del cronograma establecido en el acta de constitución firmada por el sponsor del proyecto.

b) Cambio de presupuesto: Se establece como cambio de presupuesto, cualquier incremento del costo de este que supere el 2% del presupuesto de reserva, esto se establece teniendo en cuenta la cualidad específica que tienen los gastos del proyecto.

c) Cambio de Alcance: Conforme a los entregables definidos por la EDT del proyecto y formalizados en el acta de constitución de este, el grupo de proyectos definió como cambio de alcance cualquier entregable que sea incluido en la estructura de desglose de trabajo, estos cambios serán evaluados y formalizados como control de cambios, en la medida que, de llegarse a presentar un evento de estos, los cambios se verán reflejados en todas las áreas de conocimiento que intervienen en el proyecto

d) Cambio en documentos del proyecto: Los cambios anteriormente definidos repercutirán directamente en cada uno de los planes de gestión desarrollados para este, a su vez estos cambios tendrán incidencia transversal por lo que se define que los controles de cambio deberán contemplar actualización de los siguientes documentos:

- a) Estructura de desglose de trabajo.
- b) Diccionario de la estructura de desglose de trabajo.

- c) Acta de constitución del proyecto.
- d) Cronograma de proyecto.
- e) Presupuesto del proyecto.
- f) Presupuesto de reserva del proyecto.
- g) Definición de alcance.

En la medida que los cambios que se materialicen en el desarrollo del proyecto afecten ligeramente los planes de gestión, estos deberán actualizarse, se establece que una desviación de 10% (diez por ciento) en el cronograma del proyecto por motivo de aumento de actividades, generara controles de cambio.

#### ***5.2.5.2 Comité de control de cambios***

A continuación, se especifica los miembros del comité de control de cambio quienes serán los responsables de analizar, evaluar, aprobar, retrasar o rechazar cambios a un proyecto, y de registrar todas las decisiones y recomendaciones.

Tabla 13. Comité de control de cambios.

Nombre	Rol	Responsabilidad	Autoridad
Nondier Arias	Sponsor	Dirimir en decisiones empatadas en el Comité de Control de Cambios.	Total, sobre el proyecto
Jhon Salcedo	Gerente de proyecto	Evaluar impactos de las Solicitudes de Cambio y hacer recomendaciones.  Realizar análisis preliminar del riesgo, costo, cronograma y el análisis de alcance de los cambios.  Hacer revisiones de documentación / editar cuando sea necesario.	Autorizar, rechazar, o diferir solicitudes de cambio.
Hans Zubieta	Profesional de proyectos	Captar las iniciativas de cambio de los stakeholders y formalizarlas en Solicitudes de Cambio  Informar a las partes interesadas sobre los cambios implementados.	Hacer recomendaciones sobre los cambios.  Pedir aclaraciones a los solicitantes de cambio sobre cualquier tema o preocupación.  Emitir solicitudes de cambio
Ingeniero civil	Ingeniero civil	Solicitar cambios cuando lo crea conveniente y oportuno.	Hacer recomendaciones sobre los cambios técnicos.
Ingeniero Ambiental	Ingeniero Ambiental	Solicitar cambios cuando lo crea conveniente y oportuno.	Hacer recomendaciones sobre los cambios técnicos

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.5.3 Procedimiento del control de cambios,

#### *Solicitud de cambio,*

a) El profesional de Proyectos se contacta con el Stakeholder cada vez que capta una iniciativa de cambio.

b) Entrevista al Stakeholder y levanta información detallada sobre lo que desea.

c) Formaliza la iniciativa de cambio elaborando la Solicitud de cambio respectivo.

Presenta la solicitud de Cambio al gerente de proyecto.

d) El gerente de proyecto analiza a profundidad la Solicitud de cambio con el fin de entender lo que se solicita y las razones por las cuales se originó la iniciativa de cambio.

e) Verifica que en la Solicitud de Cambios aparezca toda la información que se necesita para hacer una evaluación de impacto integral y exhaustivo.

f) Completa la Solicitud de Cambio si es necesario.

g) El gerente de proyecto evalúa los impactos integrales del cambio en todas las líneas base del proyecto y en las áreas de conocimiento subsidiarias.

h) Describe en la Solicitud de Cambio los resultados de los impactos que ha calculado y efectúa su recomendación con respecto a la Solicitud de Cambio que ha analizado.

i) Registra el estado de la solicitud en el Control de Solicitudes de Cambio.

#### *Seguimiento de solicitud de cambio*

a) Se toma la decisión a la luz de los impactos, (dependiendo de los niveles de autoridad), se replanifica según sea necesario.

b) El Comité de Control de Cambios evalúa los impactos calculados por el gerente de proyecto y toma una decisión sobre la Solicitud de Cambio: aprobarla, rechazarla, o diferirla, total o parcialmente.

c) En caso de no poder llegar a un acuerdo el Sponsor tiene el voto dirimente.

d) Comunica su decisión.

e) Se actualiza el estado de la solicitud en el Control de Solicitudes de Cambio

#### *Revisión de solicitud de cambio*

a) Se realiza el cambio, el profesional de proyectos monitorea el progreso, y se reporta el estado del cambio.

b) El gerente de proyecto replanifica el proyecto para implantar el cambio aprobado.

c) Comunica los resultados de la replanificación a los stakeholders involucrados.

d) Coordina con el Equipo de Proyecto la ejecución de la nueva versión de Plan de Proyecto.

- e) Actualiza el estado de la solicitud en el Control de Solicitudes de Cambio.
- f) Reporta al Comité de Control de Cambios el estado de las acciones y resultados de cambio.

*Disposición y cierre de la Solicitud de cambio*

- a) El profesional de proyectos asegura que todo el proceso haya sido seguido correctamente, se actualizan los registros.
- b) Actualiza todos los documentos, registros, y archivos históricos correspondientes.
- c) Genera las Lecciones Aprendidas que sean adecuadas.
- d) Genera los Activos de Procesos de la Organización que sean convenientes.
- e) Actualiza el estado de la solicitud en el Control de Solicitudes de Cambio

En la figura 11 se muestra el diagrama de flujo para la implementación de las solicitudes de cambio en el proyecto.

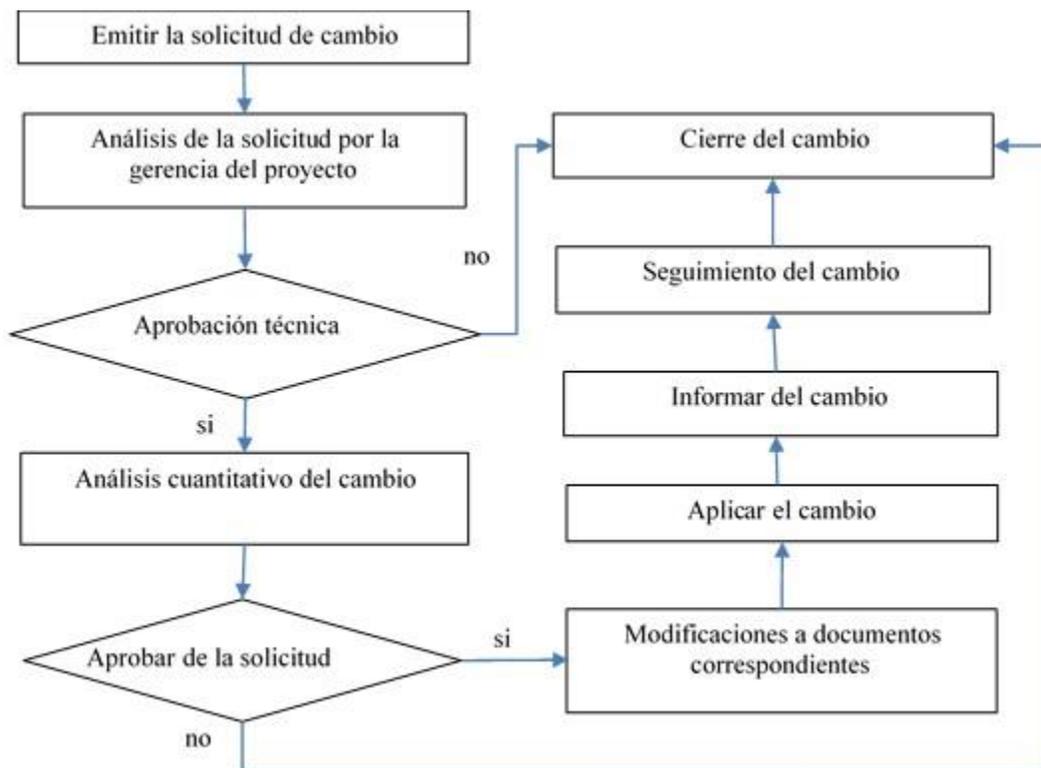


Figura 11. Diagrama de flujo para solicitudes de cambio. Fuente: elaboración propia.

## 6 Planes de Gestión

### 6.1 Plan de Gestión del Alcance

#### 6.1.1 Enunciado del alcance

<b>Control de versiones</b>				
Versión	Elaborado por	Aprobado por	Fecha	Ajuste
Versión 2	Hans Zubieta	Jhon Salcedo	30/07/2018	
<b>Enunciado del alcance</b>				
<b>Proyecto</b>	FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR), PARA EL MUNICIPIO DE HERVEO.			
<b>Alcance del producto</b>	El proyecto presentará un estudio de factibilidad económica, técnica y ambiental que permitirá la construcción y puesta en marcha de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), de modo que se disminuya el impacto ambiental sobre las fuentes hídricas circundantes del municipio de Herveo -Tolima.			
<b>Alcance del proyecto</b>	<p>Realizar el estudio de factibilidad incluye una evaluación de los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Factibilidad económica: se realiza un análisis de costo beneficio de la PTAR.</li> <li>b) Factibilidad técnica: se evaluarán las alternativas de solución y se identificara la mejor opción teniendo en cuenta las facilidades del municipio y los requerimientos de la normatividad nacional.</li> <li>c) Factibilidad operacional: se determinará la operatividad del sistema y sus requerimientos operativos y de mantenimiento.</li> <li>d) Factibilidad ambiental: se identificará el impacto ambiental de la alternativa seleccionada y su concordancia con la normatividad nacional.</li> </ul>			
<b>Criterios de aceptación</b>				

<b>Técnico</b>	<p>La ingeniería básica de la PTAR debe cumplir con los requerimientos para tratamiento de aguas residuales de la normatividad nacional.</p> <p>La ingeniería básica debe contemplar las restricciones de las facilidades en las cuales se contempla construir el proyecto.</p> <p>El plan de puesta en marcha y mantenimiento debe contemplar los periodos óptimos para su ejecución</p>
<b>Calidad</b>	El volumen y la calidad del tratamiento aguas residuales debe cumplir con los requerimientos de la normatividad nacional.
<b>Sociales</b>	La PTAR, debe tener la capacidad de tratamiento de aguas proyectada a 25 años.
<b>Comerciales</b>	El estudio de factibilidad económica debe evaluar el método de captación de recursos necesarios para la operación de la PTAR.
<b>Entregables</b>	
<b>Entregable</b>	<b>Definición</b>
Factibilidad económica	Se debe evaluar la relación costo beneficio del proyecto.
Factibilidad técnica	La ingeniería básica debe contemplar las restricciones de las facilidades que el municipio tiene para la construcción de la PTAR igualmente se debe evaluar la capacidad de la planta contra la demanda proyectada a 25 años.
Factibilidad operacional	La capacidad de tratamiento de aguas residuales de la PTAR producto de este proyecto, debe contemplar la demanda actual y la proyección a 25 años.
Factibilidad ambiental:	Se evaluará el impacto ambiental que genera la ejecución del proyecto.
<b>Supuestos y restricciones</b>	
<b>Supuestos</b>	<p>El sitio de construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales está a disposición del proyecto.</p> <p>La solución propuesta será aceptada por los habitantes del casco urbano del municipio.</p> <p>La normatividad nacional da un marco de desarrollo para el proyecto.</p>

<b>Restricciones</b>	<p>El acceso a la información histórica de estudios y proyectos que se han ejecutado en el área de influencia del proyecto.</p> <p>Los recursos para la construcción de las facilidades de la PTAR.</p> <p>Tiempo de formulación del proyecto.</p> <p>Periodo de la administración municipal (Patrocinador).</p> <p>Inexistencia de un colector matriz para alcantarillado.</p>
----------------------	---

### 6.1.2 EDT

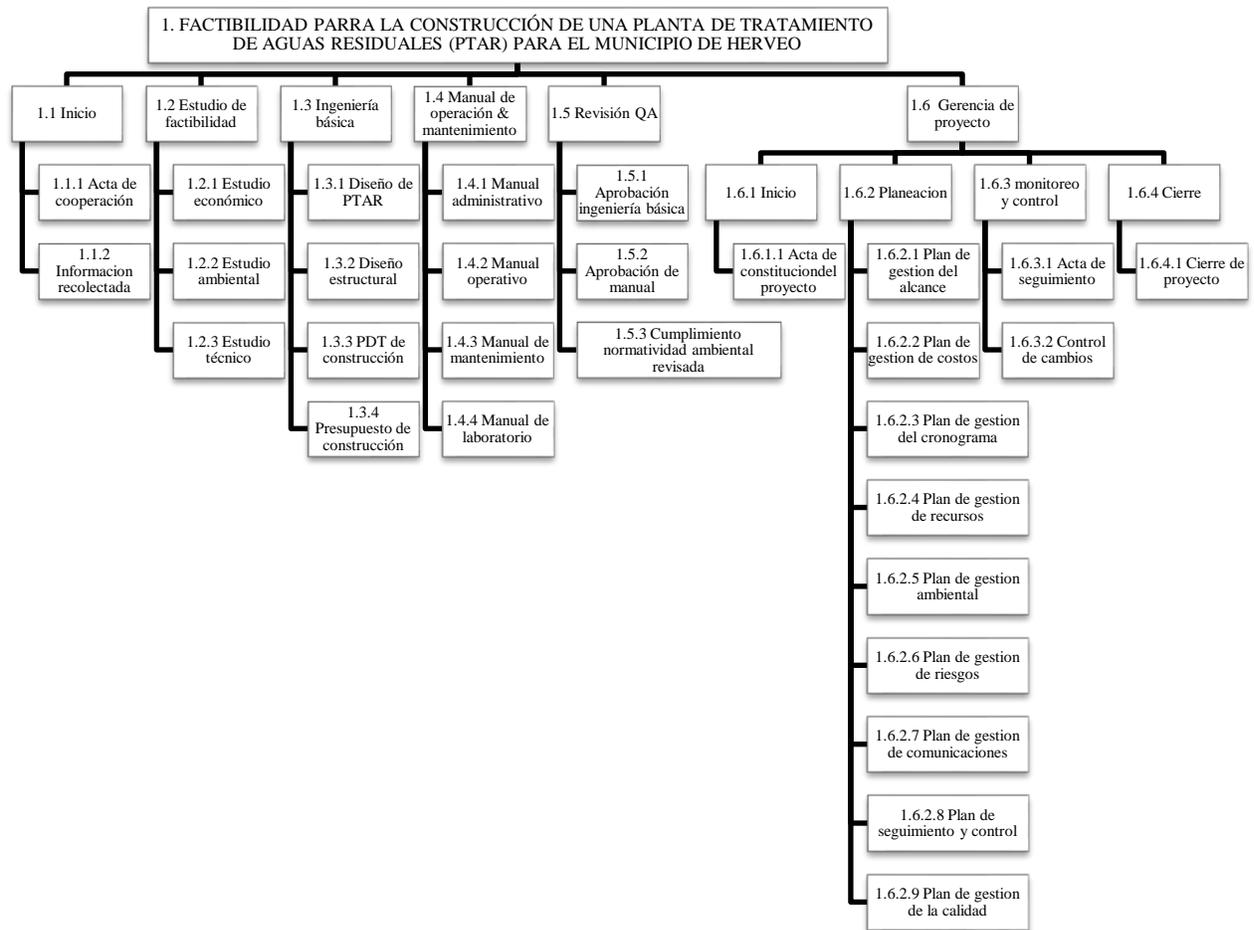


Figura 12. Estructura de desglose de trabajo (EDT). Fuente elaboración propia

### 6.1.3 Diccionario de la EDT

En el apéndice E, se presenta el diccionario de la estructura de desglose, en el cual se determinan las características de cada entregable del proyecto. Para tal fin se determinan dos cuentas de control las cuales serán

- a) Cuenta de control 1.1; ítem 1.1, 1.5 y 1.6.
- b) Cuenta de control 1.2; ítem 1.2, 1.3 y 1,4

### 6.1.4 Matriz de trazabilidad de requisitos

De conformidad con las expectativas de los interesados se genera la matriz de trazabilidad de requisitos, en la tabla 14 se identifican por medio de un código a los interesados para mejor manejo y comprensión de las tablas subsiguientes.

Tabla 14 . Asignación de indicador para interesados del proyecto.

<b>Grupo</b>	<b>Identificador</b>
Habitantes del casco urbano del municipio	G01
Habitantes casco rural del municipio	G02
Administración municipal	G03
CORTOLIMA	G04
Contratista	G05

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 15 se asignan los niveles de prioridad de los interesados, según los requisitos y el nivel de importancia de estos.

Tabla 15. Niveles de prioridad de los interesados.

<b>Nivel</b>	<b>Priorida</b>
Baja	1
Media	2

<b>Nivel</b>	<b>Priorida</b>
Media	3
Alta	4
Muy	5

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 16, se tabulan los requisitos de cada uno de los interesados del proyecto y su nivel de prioridad para el cumplimiento de estos requisitos.

Tabla 16. Matriz de trazabilidad de requisitos.

<b>Id</b>	<b>Requisito</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Estado</b>	<b>Responsable</b>
G01	Tener una PTAR	4	AB	DP
G01	Contratación de mano de obra local	4	AB	DP
G01	Facilidad de conexión al sistema de la PTAR sin generar costos para los habitantes	2	AB	DP
G02	Tener disponibilidad de fuentes hídricas limpias.	5	AB	DP
G03	Dar cumplimiento a la normatividad nacional.	5	AB	DP
G03	Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.	4	AB	DP
G03	Mejorar la imagen del municipio.	3	AB	DP
G03	Generación de empleo.	3	AB	DP
G03	Contar con inversión social en la zona.	3	AB	DP
G03	Entrega del proyecto antes de terminar el periodo de la actual administración 2015 - 2019	3	AB	DP
G04	Cumplimiento de la normatividad nacional.	4	AB	DP
G04	Mejorar la calidad de las fuentes hídricas.	5	AB	DP
G05	Generación de empleo directos e indirectos	5	AB	DP
G05	Dinamizar la economía del comercio de la región.	4	AB	DP

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 17 y 18 se definen las convenciones utilizadas en la tabla 16, para su mejor comprensión.

Tabla 17. Convención de estado de los requisitos.

<b>Estado</b>	<b>Convención</b>
Abierto	AB
Cerrado	CE
Cancelado	CO
Cambio	CA
Adicionado	AD

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Convención de responsables.

<b>Responsable</b>	<b>Convención</b>
Director del	DP
Profesionales de	PP
Ingeniero civil	IC
Ingeniero ambiental	IA
Auxiliar	AA

Fuente: elaboración propia.

### **6.1.5 Validación del alcance**

La gerencia del proyecto es el encargado de validar los entregables, cumpliendo con lo establecido en el enunciado del alcance. En los casos que el entregable no cumpla con los requerimientos establecidos en el enunciado del alcance, entrará a un proceso de revisión con el equipo del proyecto y se realizarán las correcciones a que diera lugar, se analiza las causas del incumplimiento y se dejara registro como lección aprendida.

Si el entregable cumple con lo requerido en el enunciado, la gerencia presenta el entregable al sponsor del proyecto, quien se encargará de emitir la aprobación de este y las observaciones correspondientes de ser necesarias. Se deja constancia en un acta de aceptación y se actualiza la lista de entregables, donde se lleva el registro de cada una de las revisiones

realizadas a los entregables del proyecto junto con su descripción, fecha requerida, fecha de entrega, encargado y revisión.

Por medio de las inspecciones se garantiza que se cumple con el alcance, dichas inspecciones incluyen actividades de métricas, examinación y verificación, para poder determinar si el trabajo y los entregables cumplen con los criterios de aceptación, para así evitar desviaciones en el alcance.

Se realizarán reuniones semanales, en las cuales estará todo el equipo de trabajo asignado al proyecto, para revisar el cumplimiento del alcance y la calidad de los entregables, identificando las posibles desviaciones presentadas, sus causas y su plan de acción, dejando registro de los compromisos acordados. En caso de ser necesario se invitará al sponsor del proyecto.

## **6.2 Plan de gestión del cronograma**

### **6.2.1 Listado de actividades con estimación de duraciones esperadas**

La estimación de las actividades del proyecto se realiza aplicando la herramienta de juicio de expertos en el área de desarrollo de estudios de factibilidad. Para precisar la duración de las actividades y despejar el grado de incertidumbre se usó el método de estimación PERT teniendo en cuenta los tiempos optimistas, esperados y pesimistas, con esto se calcula la duración estimada por medio de la fórmula de distribución Beta de la técnica PERT normal (Duración estimada =  $(\text{Duración Optimista} + 4 * \text{Duración Esperada} + \text{Duración pesimista}) / 6$ ). Los resultados obtenidos se muestran en las tablas 19 a la 24.

Tabla 19. Listado de actividades del proyecto.

No	Id	Actividad / Tarea	Duración Optimista	Duración Esperada	Duración Pesimista
1	A	Inicio Proyecto	0	0	0
2		<b>1.1 Inicio</b>			
3		<b>1.1.1 Acta de cooperación</b>			
4	B	Redacción del acta	2	4	6
5	C	Revisión conjunta del acta	1	2	3
6	D	Ajustes del acta	0.5	1	2
7	E	Aprobación y firma	0.5	1	2
8		<b>1.1.2 Información recolectada</b>			
9	F	Búsqueda de la información	10	11	18
10	G	Catalogación de la información	0.5	1	2.5
11	H	Realización de informe	0.5	1	2
12		<b>1.2 Estudios de factibilidad</b>			
13		<b>1.2.1 Estudio económico</b>			
14	I	Realización del estudio Económico	15	20	25
15		<b>1.2.2 Estudio ambiental</b>			
16	J	Realización del estudio Ambiental	20	22	30
17		<b>1.2.3 Estudio técnico</b>			
18	K	Realización del estudio técnico	18	25	32
19		<b>1.3 Ingeniería básica</b>			
20		<b>1.3.1 Diseño de PTAR</b>			
21	L	Realización del Diseño conceptual	30	32	50
22	M	Realización de planos	8	16	20
23	N	Revisión interna de diseños y planos	2	3	4
24	Ñ	Ajustes del diseños y planos	7	9	14
25	O	Emisión de ingeniería de diseño PTAR	0.5	2	3
26		<b>1.3.2 Diseño estructural</b>			
27	P	Realización del Diseño estructural	28	34	46
28	Q	Realización de planos	8	16	20
29	R	Revisión interna de diseños y planos	2	3	4
30	S	Ajustes del diseños y planos	7	9	14
31	T	Emisión de ingeniería estructural de la PTAR	0.5	2	3
32		<b>1.3.3 PDT de construcción</b>			
33	U	Realización de Plan de trabajo	4	9	10
34		<b>1.3.4 Presupuesto de construcción</b>			
35	V	Realización de Presupuesto	10	16	20
36		<b>1.4 Manuales de operación &amp; mantenimiento</b>			

Fuente: elaboración propia

Tabla 20. Listado de actividades del proyecto (continuación 1)

No	Id	Actividad / Tarea	Duración Optimista	Duración Esperada	Duración Pesimista
37		<b>1.4.1 Manual administrativo</b>			
38	W	Realización del Manual administrativo	8	10	14
39	X	Revisión interna del manual	0.5	2	3
40	Y	Ajustes del manual	2	3	5
41	Z	Emisión del manual administrativo	0.5	1	2
42		<b>1.4.2 Manual operativo</b>			
43	AA	Realización del Manual operativo	8	10	14
44	AB	Revisión interna del manual	0.5	2	3
45	AC	Ajustes del manual	2	3	5
46	AD	Emisión del manual operativo	0.5	1	2
47		<b>1.4.3 Manual de mantenimiento</b>			
48	AE	Realización del Manual mantenimiento	8	10	14
49	AF	Revisión interna del manual	0.5	2	3
50	AG	Ajustes del manual	2	3	5
51	AH	Emisión del manual mantenimiento	0.5	1	2
52		<b>1.4.4 Manual de laboratorio</b>			
53	AI	Realización del Manual mantenimiento	8	10	14
54	AJ	Revisión interna del manual	0.5	2	3
55	AK	Ajustes del manual	2	3	5
56	AL	Emisión del manual laboratorio	0.5	1	2
57		<b>1.5 Revisión QA</b>			
58		<b>1.5.1 Aprobación ingeniería básica</b>			
59	AM	Traslado y entrega de documentación	0.5	1	2
60	AN	Revisión documentación y emisión de concepto Cortolima	15	20	35
61	AÑ	Ajustes de documentación según concepto Cortolima	6	10	14
62	AO	Emisión y entrega de ingeniería básica	0.5	1	2
63	AP	Emisión de concepto de aprobación Cortolima	10	15	24
64		<b>1.5.2 Aprobación de manuales</b>			
65	AQ	Traslado y entrega de documentación	0.5	1	2
66	AR	Revisión documentación y emisión de concepto Cortolima	15	20	35
67	AS	Ajustes de documentación según concepto Cortolima	6	10	14
68	AT	Emisión y entrega de manuales ajustados	0.5	1	2
69	AU	Emisión de concepto de aprobación Cortolima	10	15	24

Fuente: elaboración propia

Tabla 21. Listado de actividades del proyecto (continuación 2)

No	Id	Actividad / Tarea	Duración Optimista	Duración Esperada	Duración Pesimista
70		<b>1.5.3 Normatividad ambiental Revisada</b>			
71	AV	Traslado y entrega de documentación	0.5	1	2
72	AW	Revisión documentación y emisión de concepto Cortolima	15	20	35
73	AX	Ajustes de documentación según concepto Cortolima	6	10	14
74	AY	Emisión y entrega de normatividad ajustados	0.5	1	2
75	AZ	Emisión de concepto de aprobación Cortolima	10	15	24
76		<b>1.6 Gerencia de proyecto</b>			
77		<b>1.6.1 Inicio</b>			
78	BA	1.6.1.1 Acta de constitución	0.5	1	2
79		<b>1.6.2 Planeación</b>			
80	BB	1.6.2.1 Plan Gestión del alcance	12	15	18
81	BC	1.6.2.2 Plan Gestión de costos	12	15	18
82	BD	1.6.2.3 Plan Gestión del cronograma	12	15	18
83	BE	1.6.2.4 Plan Gestión de recursos	12	15	18
84	BF	1.6.2.5 Plan Gestión de ambiental	12	15	18
85	BG	1.6.2.6 Plan Gestión de riesgos	12	15	18
86	BH	1.6.2.7 Plan Gestión de comunicaciones	12	15	18
87	BI	1.6.8 Plan Gestión de seguimiento y control	12	15	18
88	BJ	1.6.2.9 Plan Gestión de Calidad	12	15	18
89		<b>1.6.3 Monitoreo y control</b>			
90	BK	1.6.3.1 Actas de seguimiento	200	210	245
91	BL	1.6.3.2 Control de cambios	200	210	245
92		<b>1.6.4 Cierre</b>			
93	BM	1.6.4.1 Cierra de proyecto	12	14	18
94	BN	Cierre proyecto	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Duración de actividades método PERT.

No	Id	Actividad / Tarea	Predecesora	Duración (PERT)
1	A	Inicio Proyecto		0
2		<b>1.1 Inicio</b>		
3		<b>1.1.1 Acta de cooperación</b>		
4	B	Redacción del acta	BA	4
5	C	Revisión conjunta del acta	B	2
6	D	Ajustes del acta	C	1
7	E	Aprobación y firma	D	1
8		<b>1.1.2 Información recolectada</b>		
9	F	Búsqueda de la información	E	12
10	G	Catalogación de la información	F	1
11	H	Realización de informe	G	1
12		<b>1.2 Estudios de factibilidad</b>		
13		<b>1.2.1 Estudio económico</b>		
14	I	Realización del estudio Económico	H	20
15		<b>1.2.2 Estudio ambiental</b>		
16	J	Realización del estudio Ambiental	H	23
17		<b>1.2.3 Estudio técnico</b>		
18	K	Realización del estudio técnico	H	25
19		<b>1.3 Ingeniería básica</b>		
20		<b>1.3.1 Diseño de PTAR</b>		
21	L	Realización del Diseño conceptual	I, J, K	35
22	M	Realización de planos	L (Fin a fin)	15
23	N	Revisión interna de diseños y planos	L, M	3
24	Ñ	Ajustes del diseños y planos	N	10
25	O	Emisión de ingeniería de diseño PTAR	Ñ	2
26		<b>1.3.2 Diseño estructural</b>		
27	P	Realización del Diseño estructural	O	35
28	Q	Realización de planos	P (Fin a fin)	15
29	R	Revisión interna de diseños y planos	P, Q	3
30	S	Ajustes del diseños y planos	R	10
31	T	Emisión de ingeniería estructural de la PTAR	S	2
32		<b>1.3.3 PDT de construcción</b>		
33	U	Realización de Plan de trabajo	T	8
34		<b>1.3.4 Presupuesto de construcción</b>		
35	V	Realización de Presupuesto	U	16
36		<b>1.4 Manuales de operación &amp; mantenimiento</b>		

Fuente: elaboración propia

Tabla 23. Duración de actividades método PERT (continuación 1)

No	Id	Actividad / Tarea	Predecesora	Duración (PERT)
37		<b>1.4.1 Manual administrativo</b>		
38	W	Realización del Manual administrativo	T	10
39	X	Revisión interna del manual	W	2
40	Y	Ajustes del manual	X	3
41	Z	Emisión del manual administrativo	Y	1
42		<b>1.4.2 Manual operativo</b>		
43	AA	Realización del Manual operativo	T	10
44	AB	Revisión interna del manual	AA	2
45	AC	Ajustes del manual	AB	3
46	AD	Emisión del manual operativo	AC	1
47		<b>1.4.3 Manual de mantenimiento</b>		
48	AE	Realización del Manual mantenimiento	AD, Z	10
49	AF	Revisión interna del manual	AE	2
50	AG	Ajustes del manual	AF	3
51	AH	Emisión del manual mantenimiento	AG	1
52		<b>1.4.4 Manual de laboratorio</b>		
53	AI	Realización del Manual mantenimiento	Z	10
54	AJ	Revisión interna del manual	AI	2
55	AK	Ajustes del manual	AJ	3
56	AL	Emisión del manual laboratorio	AK	1
57		<b>1.5 Revisión QA</b>		
58		<b>1.5.1 Aprobación ingeniería básica</b>		
59	AM	Traslado y entrega de documentación	O, T	1
60	AN	Revisión documentación y emisión de concepto Cortolima	AM	22
61	AÑ	Ajustes de documentación según concepto Cortolima	AN	10
62	AO	Emisión y entrega de ingeniería básica	AÑ	1
63	AP	Emisión de concepto de aprobación Cortolima	AO	16
64		<b>1.5.2 Aprobación de manuales</b>		
65	AQ	Traslado y entrega de documentación	Z, AD, AH, AL	1
66	AR	Revisión documentación y emisión de concepto Cortolima	AQ	22
67	AS	Ajustes de documentación según concepto Cortolima	AR	10
68	AT	Emisión y entrega de manuales ajustados	AS	1
69	AU	Emisión de concepto de aprobación Cortolima	AT	16

Fuente: elaboración propia

Tabla 24. Duración de actividades método PERT (continuación 2)

No	Id	Actividad / Tarea	Predecesora	Duración (PERT)
70		<b>1.5.3 Normatividad ambiental Revisada</b>		
71	AV	Traslado y entrega de documentación	16	1
72	AW	Revisión documentación y emisión de concepto Cortolima	1	22
73	AX	Ajustes de documentación según concepto Cortolima	AV	10
74	AY	Emisión y entrega de normatividad ajustados	AW	1
75	AZ	Emisión de concepto de aprobación Cortolima	AX	16
76		<b>1.6 Gerencia de proyecto</b>		
77		<b>1.6.1 Inicio</b>		
78	BA	1.6.1.1 Acta de constitución	A	1
79		<b>1.6.2 Planeación</b>		0
80	BB	1.6.2.1 Plan Gestión del alcance	BA	15
81	BC	1.6.2.2 Plan Gestión de costos	BA	15
82	BD	1.6.2.3 Plan Gestión del cronograma	BA	15
83	BE	1.6.2.4 Plan Gestión de recursos	BA	15
84	BF	1.6.2.5 Plan Gestión de ambiental	BA	15
85	BG	1.6.2.6 Plan Gestión de riesgos	BA	15
86	BH	1.6.2.7 Plan Gestión de comunicaciones	BA	15
87	BI	1.6.8 Plan Gestión de seguimiento y control	BA	15
88	BJ	1.6.2.9 Plan Gestión de Calidad	BA	15
89		<b>1.6.3 Monitoreo y control</b>		0
90	BK	1.6.3.1 Actas de seguimiento	BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL	214
91	BL	1.6.3.2 Control de cambios	BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL	214
92		<b>1.6.4 Cierre</b>		0
93	BM	1.6.4.1 Cierra de proyecto	AZ, AU, AP, BK, BL	14
94	BN	Cierre proyecto	BM	0

Fuente: elaboración propia

## 6.2.2 Línea base del Cronograma – diagrama de Gantt.

Determinadas las actividades del proyecto y sus duraciones, se procede a utilizar Microsoft Project como herramienta para la gestión del cronograma, permitiendo así elaborar el diagrama de Gantt en la cual se identifica la línea base del cronograma (líneas azules). La duración de total de las actividades es de 245 días iniciando el 15 de octubre de 2018 y terminando el 21 de septiembre de 2019.

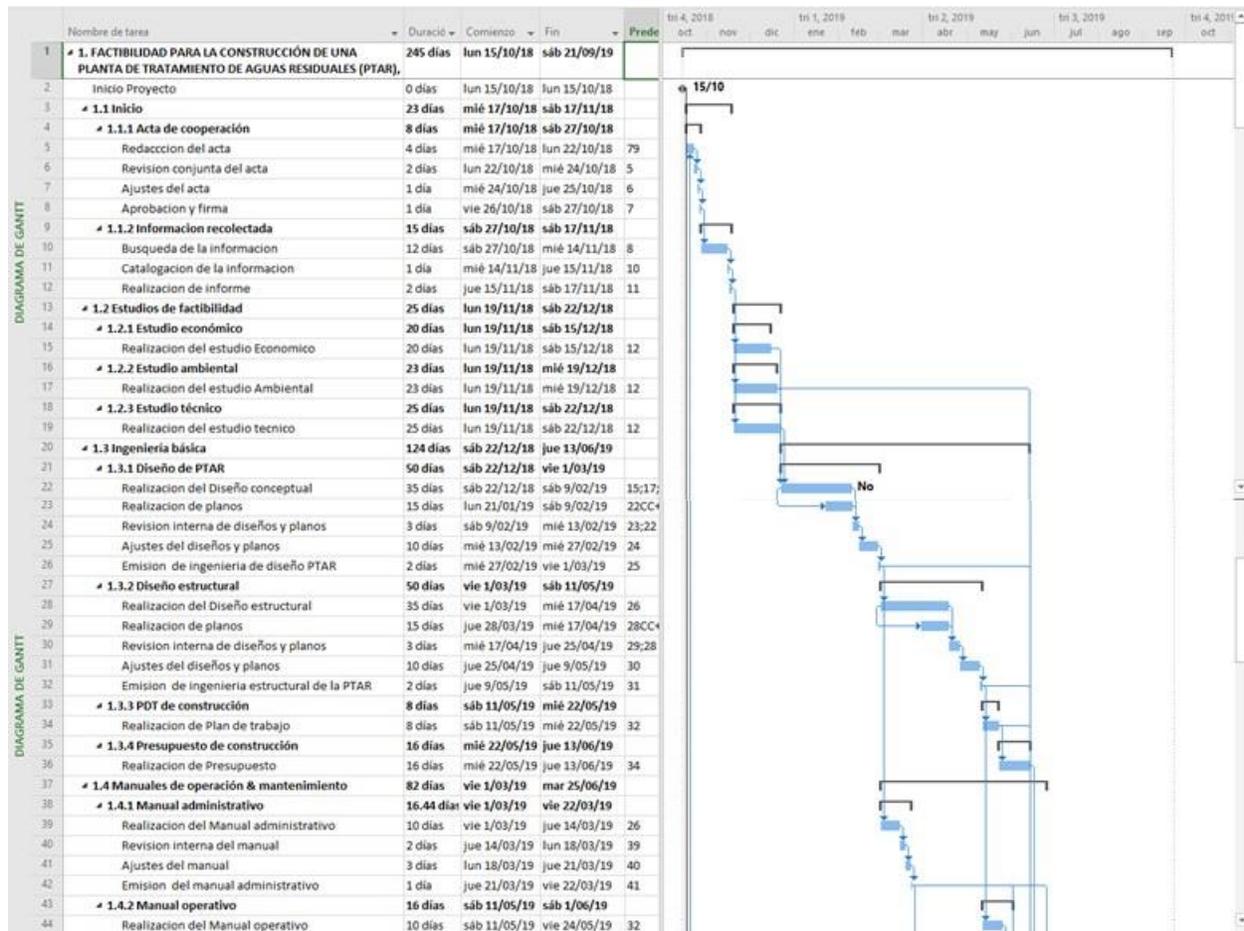


Figura 13. Diagrama de Gantt del proyecto. Fuente: elaboración propia

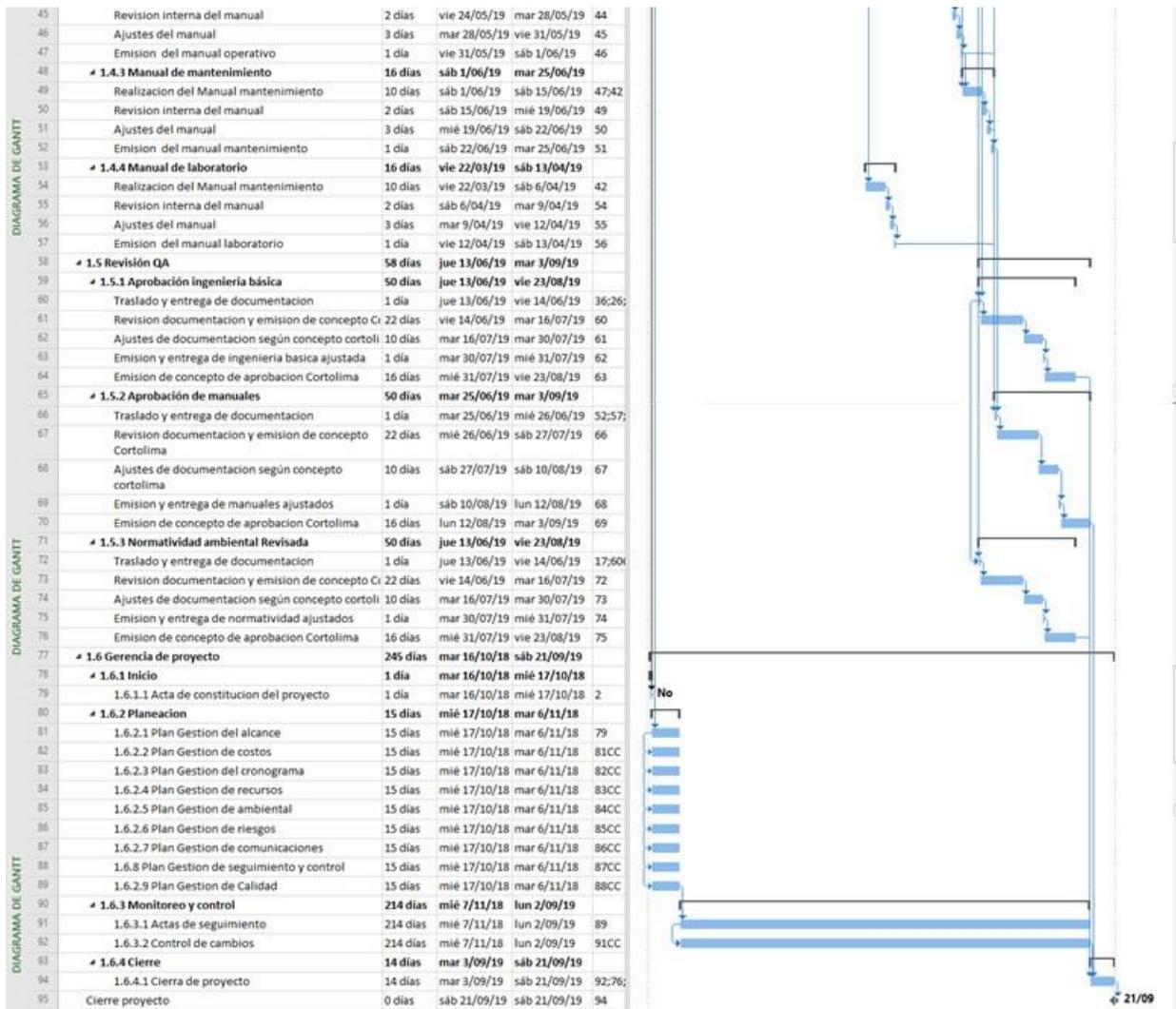


Figura 14. Diagrama de Gantt del proyecto (continuación). Fuente: elaboración propia

### 6.2.3 Diagrama de red

El Diagrama de Red del proyecto se presenta en el Apéndice D del presente documento representa de manera gráfica todas las tareas del Proyecto, incluye atributos como fecha de inicio, fecha fin, duración y holguras en cada uno de los nodos. Allí se definen muy claramente las precedencias y las relaciones entre las tareas y se puede visualizar la ruta crítica del proyecto donde las holguras son iguales a cero.

### 6.2.4 Diagrama ruta crítica

Realizando el diagrama de red del proyecto, se puede estimar la ruta crítica del proyecto mostrada a continuación, utilizando el programa Microsoft Project, donde muestra en línea roja la ruta crítica, en cual se observa que la ingeniería básica junto con los manuales de operación son las actividades en las que se deben tener más control, para evitar desviaciones en el cronograma.

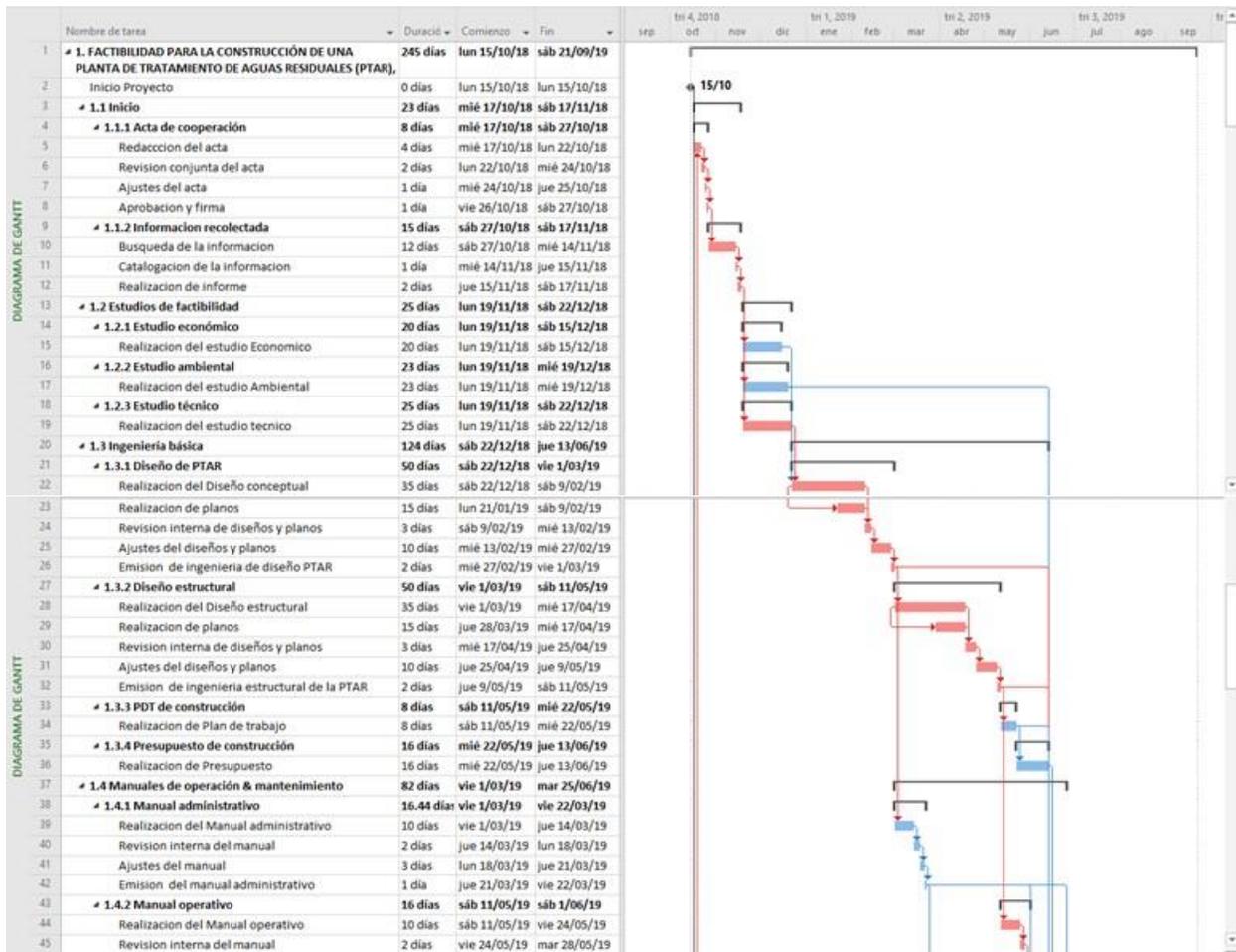


Figura 15. Diagrama de ruta crítica del proyecto. Fuente: elaboración propia

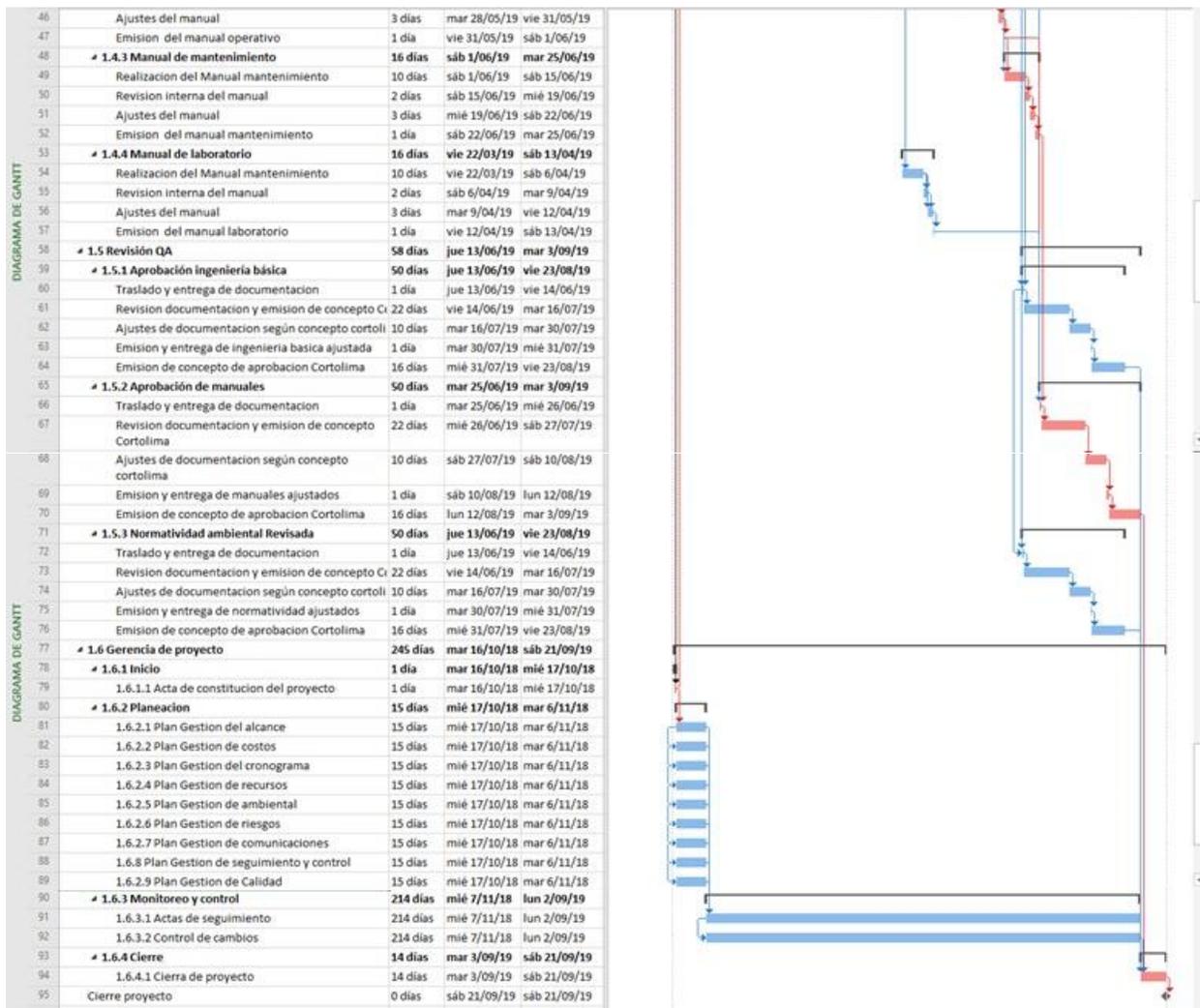


Figura 16. Diagrama de ruta crítica del proyecto. (continuación). Fuente: elaboración propia

## 6.2.5 Aplicación de una de las técnicas de desarrollar el cronograma

Realizando un análisis del diagrama de ruta crítica, se observa que el capítulo de ingeniería básica se encuentra en su totalidad en la ruta crítica del proyecto, por lo que se enfoca su análisis para el desarrollo de la técnica de compresión de cronograma el cual consiste en acortar la duración del cronograma con el menor incremento de costo posible mediante la aportación de recursos, esto solo funciona para actividades que se encuentran en el camino o ruta crítica, en las que los recursos adicionales permiten acortar la duración. No siempre resulta

una alternativa viable y puede ocasionar un incremento del riesgo y/o del costo, como se observa en la figura 17.

¿Cómo recortar el Cronograma?	Impacto sobre el Proyecto
Ejecución rápida (Fast-tracking)	Agrega riesgos Requiere más tiempo del DP
Compresión (Crashing)	Agrega costos Requiere más tiempo del DP
Reducir alcance	Ahorra tiempo y costos Reduce la satisfacción del cliente
Recortar calidad	Puede ahorrar tiempo y costos Agrega riesgos

Figura 17. Impacto de aplicación de técnicas para desarrollar el cronograma.

Fuente: <https://www.gladysgbegnedji.com>

Teniendo en cuenta lo anterior, se realiza una aportación de recursos, por un lapso de dos meses del equipo base (Ingeniero ambiental, Ingeniero Civil, Ingeniero auxiliar), con esto mediante el programa Project, se asignan estos recursos adicionales dando como lo resultado el diagrama de Gantt mostrado en la figura 18, donde se observa una disminución del tiempo de proyecto de 245 días a 192 días, una disminución en tiempo del 21%; a su vez por la aportación de estos recursos se incrementan los costos del proyecto de \$110.000.000 a \$ 135.000.000, un incremento del 18.5%, para poder cumplir con el alcance planteado en el Project charter.

Esta información se entregará al Sponsor del proyecto, para su análisis de la aplicabilidad de la comprensión del cronograma analizada, según las necesidades del proyecto.

# FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 85

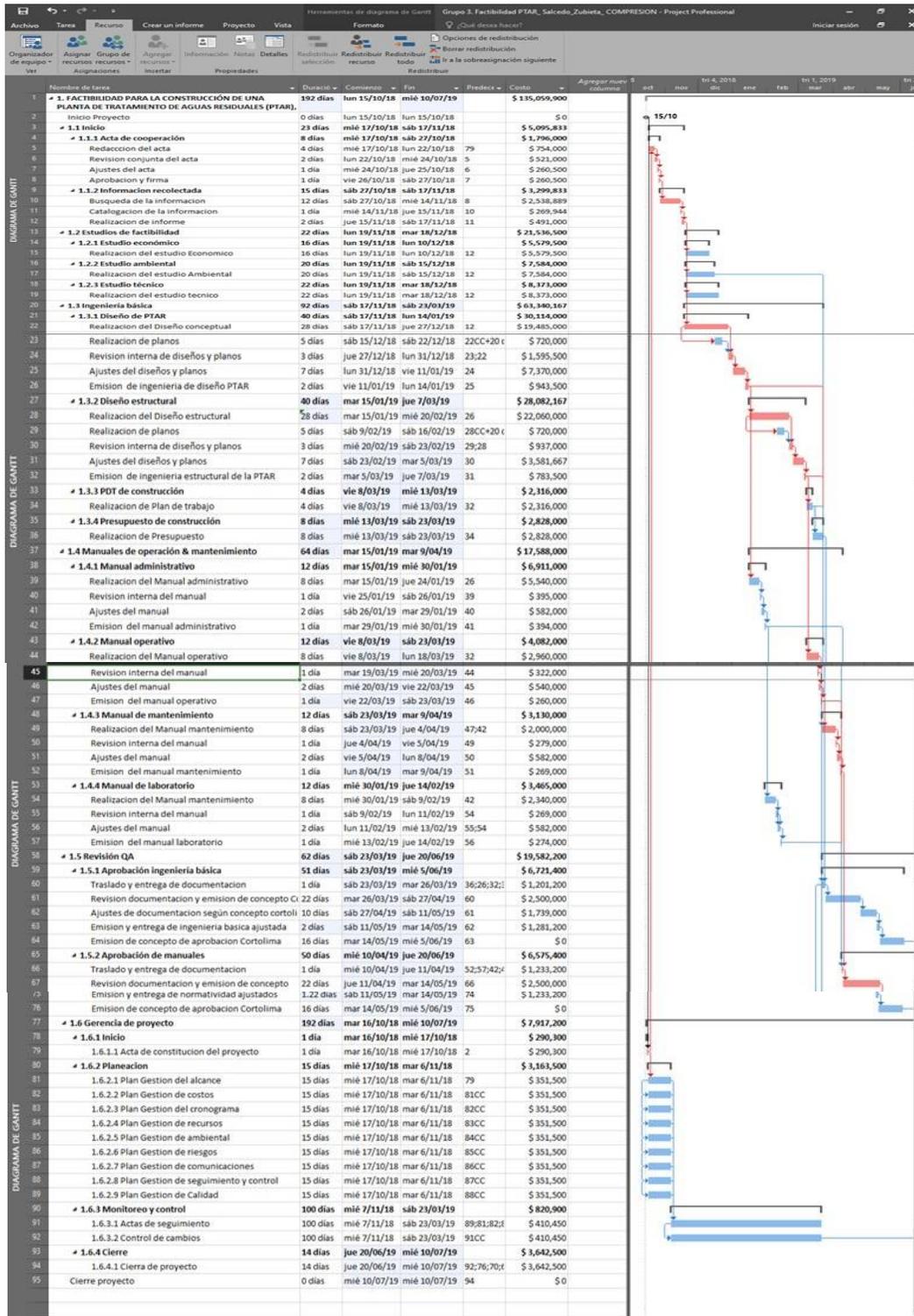


Figura 18. Compresión del cronograma. Fuente: elaboración propia

### 6.3 Plan de gestión del costo

#### 6.3.1 Estimación de costos

Los costos asociados al proyecto se muestran en la tabla 25, tomado como base los costos de contrataciones, materiales, insumos y equipos, traslados y viáticos las cuales conforman las actividades planeadas, se puede observar que el presupuesto base del proyecto es de ciento diez millones mil ochocientos cincuenta y seis pesos colombianos (\$ 110,001,856) más la reserva de contingencia y gestión calculada en el plan de gestión del riesgos por un valor de diez y seis millones novecientos setenta y cinco mil ciento ochenta pesos colombianos (\$ 16,975,180), dando como resultado un presupuesto estimado de ciento veinte y seis millones novecientos setenta y siete mil treinta y seis pesos colombianos (\$ 126,977,036).

Tabla 25. Costos asociados

<b>Concepto</b>	<b>Monto</b>
Personal (honorarios)	\$ 81,306,956
Materiales, insumos y equipos	\$ 14,803,700
Traslados y viáticos	\$ 6,391,200
Trámites ante entidades	\$ 7,500,000
<b>Total, línea base</b>	<b>\$ 110,001,856</b>
Reserva de contingencia	\$ 4,975,180
Reserva de gestión	\$ 12,000,000
<b>Total, presupuesto</b>	<b>\$ 126,977,036</b>

Fuente: elaboración propia

#### 6.3.2 Línea base de costos

La línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto de del proyecto con fases de tiempo, excluida cualquier reserva de gestión. La línea base de costos se desarrolla como la suma de los presupuestos aprobados para las diferentes actividades del cronograma (PMBOK, 6ª Ed). En la tabla 26, se muestra el presupuesto asignado por paquete de trabajo en el segundo

nivel de desagregación con respecto a la EDT, que será la base para la realización del diccionario de la EDT.

Tabla 26. Línea base costo de inversión.

<b>Nombre de tarea</b>	<b>Costo</b>
1. Estudio de factibilidad para la construcción de una PTAR, para el municipio de Herveo	\$ 110,001,856
1.1 Inicio	\$ 5,095,833
1.2 Estudios de factibilidad	\$ 17,180,500
1.3 Ingeniería básica	\$ 42,728,722
1.4 Manuales de operación & mantenimiento	\$ 16,655,000
1.5 Revisión QA	\$ 19,542,200
1.6 Gerencia de proyecto	\$ 8,799,600
2. Reserva de contingencia	\$ 4,975,180
<b>Total línea base</b>	<b>114,977,036</b>

Fuente: elaboración propia

### 6.3.3 Presupuesto por actividades

Realizando una asignación de recursos a cada una de las actividades que conforman el proyecto, se puede estimar el presupuesto por actividades, mostrada en la tabla 27, utilizando el programa Microsoft Project, en cual se observa que el costo asociado a las actividades y entregables.

Tabla 27. Presupuesto por actividades.

Nombre de tarea	Duración	Costo
<b>1.1 Inicio</b>	<b>23 días</b>	<b>\$ 5,095,833</b>
<b>1.1.1 Acta de cooperación</b>	<b>8 días</b>	<b>\$ 1,796,000</b>
Redacción del acta	4 días	\$ 754,000
Revisión conjunta del acta	2 días	\$ 521,000
Ajustes del acta	1 día	\$ 260,500
Aprobación y firma	1 día	\$ 260,500
<b>1.1.2 Información recolectada</b>	<b>15 días</b>	<b>\$ 3,299,833</b>
Búsqueda de la información	12 días	\$ 2,538,889
Catalogación de la información	1 día	\$ 269,944
Realización de informe	2 días	\$ 491,000
<b>1.2 Estudios de factibilidad</b>	<b>25 días</b>	<b>\$ 17,180,500</b>
<b>1.2.1 Estudio económico</b>	<b>20 días</b>	<b>\$ 4,943,500</b>
Realización del estudio Económico	20 días	\$ 4,943,500
<b>1.2.2 Estudio ambiental</b>	<b>23 días</b>	<b>\$ 5,844,000</b>
Realización del estudio Ambiental	23 días	\$ 5,844,000
<b>1.2.3 Estudio técnico</b>	<b>25 días</b>	<b>\$ 6,393,000</b>
Realización del estudio técnico	25 días	\$ 6,393,000
<b>1.3 Ingeniería básica</b>	<b>124 días</b>	<b>\$ 42,728,722</b>
<b>1.3.1 Diseño de PTAR</b>	<b>50 días</b>	<b>\$ 19,014,556</b>
Realización del Diseño conceptual	35 días	\$ 11,925,000
Realización de planos	15 días	\$ 1,020,000
Revisión interna de diseños y planos	3 días	\$ 1,115,500
Ajustes del diseños y planos	10 días	\$ 4,170,556
Emisión de ingeniería de diseño PTAR	2 días	\$ 783,500
<b>1.3.2 Diseño estructural</b>	<b>50 días</b>	<b>\$ 17,402,167</b>
Realización del Diseño estructural	35 días	\$ 10,300,000
Realización de planos	15 días	\$ 1,020,000
Revisión interna de diseños y planos	3 días	\$ 937,000
Ajustes del diseños y planos	10 días	\$ 4,361,667
Emisión de ingeniería estructural de la PTAR	2 días	\$ 783,500
<b>1.3.3 PDT de construcción</b>	<b>8 días</b>	<b>\$ 1,596,000</b>
Realización de Plan de trabajo	8 días	\$ 1,596,000
<b>1.3.4 Presupuesto de construcción</b>	<b>16 días</b>	<b>\$ 4,716,000</b>
Realización de Presupuesto	16 días	\$ 4,716,000
<b>1.4 Manuales de operación &amp; mantenimiento</b>	<b>82 días</b>	<b>\$ 16,655,000</b>
<b>1.4.1 Manual administrativo</b>	<b>16.44 días</b>	<b>\$ 4,310,000</b>
Realización del Manual administrativo	10 días	\$ 2,850,000
Revisión interna del manual	2 días	\$ 334,000

Ajustes del manual	3 días	\$ 852,000
Emisión del manual administrativo	1 día	\$ 274,000
<b>1.4.2 Manual operativo</b>	<b>16 días</b>	<b>\$ 3,750,000</b>
Realización del Manual operativo	10 días	\$ 2,440,000
Revisión interna del manual	2 días	\$ 272,000
Ajustes del manual	3 días	\$ 778,000
Emisión del manual operativo	1 día	\$ 260,000
<b>1.4.3 Manual de mantenimiento</b>	<b>16 días</b>	<b>\$ 4,095,000</b>
Realización del Manual mantenimiento	10 días	\$ 2,440,000
Revisión interna del manual	2 días	\$ 539,000
Ajustes del manual	3 días	\$ 847,000
Emisión del manual mantenimiento	1 día	\$ 269,000
<b>1.4.4 Manual de laboratorio</b>	<b>16 días</b>	<b>\$ 4,500,000</b>
Realización del Manual mantenimiento	10 días	\$ 2,845,000
Revisión interna del manual	2 días	\$ 534,000
Ajustes del manual	3 días	\$ 847,000
Emisión del manual laboratorio	1 día	\$ 274,000
<b>1.5 Revisión QA</b>	<b>58 días</b>	<b>\$ 19,542,200</b>
<b>1.5.1 Aprobación ingeniería básica</b>	<b>50 días</b>	<b>\$ 6,681,400</b>
Traslado y entrega de documentación	1 día	\$ 1,209,200
Revisión documentación y emisión de concepto Cortolima	22 días	\$ 2,500,000
Ajustes de documentación según concepto Cortolima	10 días	\$ 1,739,000
Emisión y entrega de ingeniería básica ajustada	1 día	\$ 1,233,200
Emisión de concepto de aprobación Cortolima	16 días	\$ 0
<b>1.5.2 Aprobación de manuales</b>	<b>50 días</b>	<b>\$ 6,575,400</b>
Traslado y entrega de documentación	1 día	\$ 1,233,200
Revisión documentación y emisión de concepto Cortolima	22 días	\$ 2,500,000
Ajustes de documentación según concepto Cortolima	10 días	\$ 1,625,000
Emisión y entrega de manuales ajustados	1 día	\$ 1,217,200
Emisión de concepto de aprobación Cortolima	16 días	\$ 0
<b>1.5.3 Normatividad ambiental Revisada</b>	<b>50 días</b>	<b>\$ 6,285,400</b>
Traslado y entrega de documentación	1 día	\$ 1,209,200
Revisión documentación y emisión de concepto Cortolima	22 días	\$ 2,500,000
Ajustes de documentación según concepto Cortolima	10 días	\$ 1,343,000
Emisión y entrega de normatividad ajustados	1 día	\$ 1,233,200
Emisión de concepto de aprobación Cortolima	16 días	\$ 0
<b>1.6 Gerencia de proyecto</b>	<b>245 días</b>	<b>\$ 8,799,600</b>
<b>1.6.1 Inicio</b>	<b>1 día</b>	<b>\$ 290,300</b>
1.6.1.1 Acta de constitución del proyecto	1 día	\$ 290,300
<b>1.6.2 Planeación</b>	<b>15 días</b>	<b>\$ 3,163,500</b>

1.6.2.1 Plan Gestión del alcance	15 días	\$ 351,500
1.6.2.2 Plan Gestión de costos	15 días	\$ 351,500
1.6.2.3 Plan Gestión del cronograma	15 días	\$ 351,500
1.6.2.4 Plan Gestión de recursos	15 días	\$ 351,500
1.6.2.5 Plan Gestión de ambiental	15 días	\$ 351,500
1.6.2.6 Plan Gestión de riesgos	15 días	\$ 351,500
1.6.2.7 Plan Gestión de comunicaciones	15 días	\$ 351,500
1.6.2.8 Plan Gestión de seguimiento y control	15 días	\$ 351,500
1.6.2.9 Plan Gestión de Calidad	15 días	\$ 351,500
<b>1.6.3 Monitoreo y control</b>	<b>214 días</b>	<b>\$ 1,703,300</b>
1.6.3.1 Actas de seguimiento	214 días	\$ 851,650
1.6.3.2 Control de cambios	214 días	\$ 851,650
<b>1.6.4 Cierre</b>	<b>14 días</b>	<b>\$ 3,642,500</b>
1.6.4.1 Cierra de proyecto	14 días	\$ 3,642,500

Fuente: elaboración propia

#### **6.3.4 Indicadores de medición de desempeño aplicados al proyecto.**

El proyecto se controlará a través de reuniones de seguimiento periódicas, programadas los días 15 y 30 de cada mes. Estas reuniones son lideradas por el gerente del proyecto quien involucra al equipo del proyecto a fin de conocer los avances y novedades que se presenten las cuales impacten la ejecución de las tareas planeadas para una fecha específica, así como los riesgos materializados con sus acciones de contingencia y el cumplimiento de las fechas de finalización de los entregables de cada fase y de cada proceso. Además, se elaborará informes de avance con el respectivo reporte de actividades asignadas y se dará a conocer los eventos que impacten la ejecución de dichas tareas.

##### **6.3.4.1 Indicadores de medición del cronograma.**

Se realizará un buen control a todas las actividades de la ruta crítica ya que esto permitirá cumplir con los tiempos de la línea base estimados para la ejecución de las actividades, evitando así posibles desviaciones, la herramienta para controlar el cronograma será el método de valor ganado a través del cual se conocerá la variación del tiempo (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI) con respecto a lo planeado a la fecha de corte, estos indicadores serán compartidos por el gerente de proyecto mediante el informe de avance que se enviara al sponsor

a fin de brindar una visión completa, objetiva y clara del desempeño que están teniendo los recursos del proyecto, permitiendo ver donde esta y donde debería estar el proyecto en un momento dado del tiempo.

Tabla 28. Índice de desempeño del cronograma

INDICADOR	FORMULA	PERIODICIDAD	ALERTA	PLAN DE ACCION	RESPONSABLE
				Identificar y analizar la razón por la cual se presenta la variación	
SPI	$SPI = EV/PV$ Donde: EV: Valor ganado PV: Costo Planeado	Quincenal	$SPI < 0,95$	Realizar informe y presentarlo al Patrocinador	Gerente del proyecto
				Establecer estrategias de recuperación	

Fuente: elaboración propia

#### 6.3.4.2 Indicadores de gestión del costo.

Como método de control de presupuesto se utiliza el método del valor ganado generando los siguientes indicadores.

Tabla 29. Índice de desempeño de costos

INDICADOR	FORMULA	PERIODICIDAD	ALERTA	PLAN DE ACCION	RESPONSABLE
				Identificar y analizar la razón por la cual se presenta la variación	
CPI	$CPI = EV/AC$ Donde: EV: Valor ganado PV: Costo real	Quincenal	$CPI < 0,95$	Realizar informe y presentarlo al Patrocinador	Gerente del proyecto
				Establecer estrategias de recuperación	

Fuente: elaboración propia

El gerente de proyecto deberá mantener al sponsor informado sobre el avance de este, mediante el informe de valor ganado. El valor ganado permite una interpretación del estado real del proyecto en relación con lo planeado a la fecha de corte. A través del valor ganado se podrán

llevar a cabo proyección como el ETC (estimación del costo de trabajo restante a la terminación) que se utilizara para conocer el costo estimado para terminar lo que hace falta y el EAC (estimación del costo total de proyecto una vez se concluya) que indicara a partir del punto se encuentre el proyecto, cuanto costara hasta que se concluya.

Tabla 30. Estimación costo total del proyecto

INDICADOR	FORMULA	RESPONSABLE
	$EAC = BAC/PCI$	Si se espera que el CPI sea el mismo para todo el proyecto.
EAC	$EAC = AC + BAC - EV$	Si el trabajo futuro se va a realizar según la tasa planeada
	$EAC = AC + (BAC - EV) / (CPI * SPI)$	Si tanto CPI como SPI tiene influencia en el trabajo restante

**Nota:** BAC: presupuesto inicial

Fuente: elaboración propia

### 6.3.4.3 Indicadores de gestión del costo-tiempo.

Como método de combinado del control de presupuesto y del costo se utiliza el método del valor ganado generando los siguientes indicadores.

Tabla 31. Índice de desempeño de costos

INDICADOR	FORMULA	PERIODICIDAD	ALERTA	PLAN DE ACCION	RESPONSABLE
CSI	$CSI = CPI * SPI$	Quincenal	$0,9 < CPI < 1,1$	Identificar y analizar la razón por la cual se presenta la variación Realizar informe y presentarlo al Patrocinador Establecer estrategias de recuperación	Gerente del proyecto

Fuente: elaboración propia

**6.3.5 Aplicación técnica del valor ganado con curvas S avance.**

Para la aplicación de la técnica de valor ganado, se realiza un ejercicio simulado del estado del proyecto con corte al 20/11/2018, se genera la tabla mostrada en el apéndice F donde se aplica la técnica del valor ganado, utilizando el programa Excel.

Con esta información es posible generar la curva S con corte al 20 de noviembre de 2018, del proyecto, con la cual se observa en la siguiente figura.

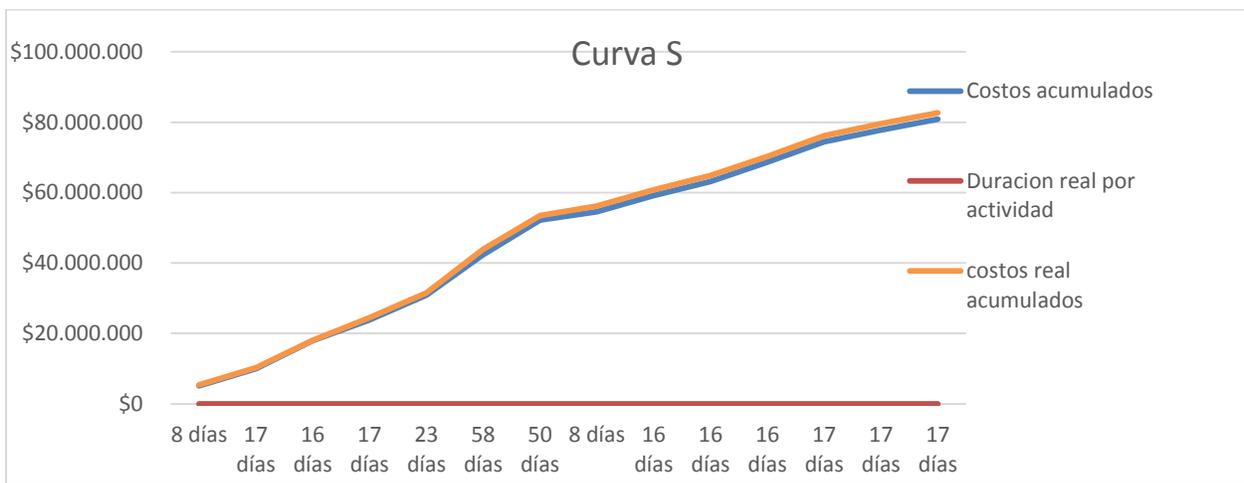


Figura 19. Curva S del proyecto

Analizando la información de los indicadores dados en la tabla del apéndice F , se genera el siguiente reporte simulado:

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 94

Descripción	Período de notificación actual	Período de notificación acumulado	Período de notificación anterior
Planned value (PV)	\$ 20,923,920	\$ 80,067,920	\$ 59,144,000
Earned value (EV)	\$ 30,578,346	\$ 78,185,066	\$ 47,606,720
Actual cost (AC)	\$ 32,547,600	\$ 82,677,360	\$ 50,129,760
Schedule variance (SV)	-\$ 9,654,426	-\$ 1,882,854	-\$ 11,537,280
Cost variance (CV)	-\$ 1,969,254	-\$ 4,492,294	-\$ 2,523,040
Schedule performance index (SPI)	1.46	0.976	0.80
Cost performance index (CPI)	0.939	0.946	0.95
<b>Causa raíz de la variación del cronograma</b>			
Se observa que la demora en la ejecución de parte de los profesionales en la desarrollo y entrega de los estudios iniciales de factibilidad se observa un SPI menor a uno afectando el normal desarrollo del proyecto.			
<b>Impacto en el cronograma</b>			
A la fecha de corte del presente informe se tiene un impacto en el cronograma de 22 días, se realiza un plan de choque contratando un asesor externo para que asesore y revise la documentación generada por los profesionales y adelantar el proceso de aprobaciones de los mismos.			
<b>Causa raíz de la variación del costo:</b>			
La contratación de personal con poca experiencia ha demorado la entrega de los documentos iniciales, a la fecha de corte se tiene un sobre costo de \$5.500.000, debido a las horas hombre extra generadas para la terminación de los estudios iniciales			
Porcentaje planeado	20.87%	77.63 %	56.76%
Porcentaje ganado	31.24%	79.35%	48.11%
Percent spent			
Estimates at Completion (EAC):			
EAC w/CPI [BAC/CPI]	\$ 09,922,394	\$ 109,922,394	\$ 106,713,840
EAC w/ CPI*SPI [AC+((BAC-EV)/(CPI*SPI))]	\$ 111,951,843	\$ 111,951,843	\$ 109,712,658

## 6.4 Plan de gestión de Calidad

Se estable la siguiente Política de Calidad para el proyecto “Asegurar que todos los entregables del proyecto cumplan con los requerimientos de alcance y que estén estructurados conforme a lo lineamientos aprobados”, el cual rige para todos y cada uno de los miembros del equipo del proyecto.

### 6.4.1 Métricas de Calidad

#### 6.4.1.1 Métrica de estudio económico

**a) Factor de calidad relevante:** el estudio de económico debe incluir la evaluación de la implementación del proyecto

**b) Definición del factor de calidad:** la evaluación económica del proyecto debe superar el noventa por ciento (90%) de favorabilidad, un indicador de este nivel permitirá que el patrocinador del proyecto tenga herramientas sólidas para gestionar los recursos de este, ante la organización “consejo municipal de Herveo”

**c) Propósito de la métrica:** el propósito de evaluar el entregable bajo esta métrica es identificar que se ha cumplido con todos los aspectos incluidos en el alcance del proyecto.

**d) Definición Operacional:** una vez emitido el estudio económico del proyecto, este será revisado en formato digital por el profesional de proyectos y el director del proyecto; una vez verificado el cumplimiento el director del proyecto emitirá concepto de aprobación y se firmará en constancia, el documento final será incluido en la formulación del proyecto en referencia.

**e) Método de medición:** el estudio económico debe tener en consideración los siguientes tópicos que fueron evidenciados durante reformulación del proyecto:

Multas por falta de la PTAR (MT):  $(\text{valor de multas} / \text{valor del proyecto}) * 100 / 2$ .

Beneficio social (BS): valoración subjetiva recopila la respuesta de las encuestas a la pregunta “cree que una planta de tratamiento beneficia al municipio” suma los positivos divide en número de encuestas y multiplica por 100 y divide en 2.

Índice de favorabilidad (IF): suma MT más BS; se espera un valor superior a 90%.

**f) Resultado deseado:** el índice de favorabilidad del proyecto sea superior al noventa por ciento (90%).

**g) Enlace con objetivos organizacionales:** el desarrollar proyectos que beneficien a la población del municipio, está incluido dentro del plan de desarrollo de la administración municipal del municipio de Herveo, en este sentido el proyecto cobra valor

**h) Responsable del factor de calidad:** el responsable de esta métrica será el profesional de proyectos, en el caso que sea necesario replantear actividades que ayuden cumplir con el objetivo, este control de cambios estará a cargo del director del proyecto.

#### *6.4.1.2 Métrica de estudio ambiental*

**a) Factor de calidad relevante:** La incidencia del proyecto deberá marcar indicadores positivos en el análisis PESTLE del mismo

**b) Definición del factor de calidad:** El ochenta por ciento de los componentes del análisis PESTLE del proyecto deberán generar incidencia positiva.

**c) Propósito de la métrica:** el propósito Es evaluar como interactúa el proyecto con el medio en el que se ejecuta y como el medio incide en la ejecución del proyecto.

**d) Definición Operacional:** Una vez emitido el Estudio Ambiental del proyecto, este será revisado en formato digital por el Profesional de profesional de proyectos y el ingeniero ambiental, se verificará el cumplimiento de la métrica y se emitirá para firma del director de proyecto, el documento final será incluido en la formulación del proyecto en referencia.

**e) Método de medición:** En el análisis PESTLE se cuantificarán todos los aspectos evaluados, de todos los aspectos evaluados se calculará el porcentaje de los que son positivos o muy positivos, este porcentaje debe ser superior a ochenta por ciento (80%).

**f) Resultado deseado:** El ochenta por ciento (80%) de los aspectos evaluados tendrán incidencia positiva o muy positiva.

**g) Enlace con objetivos organizacionales:** Como proyecto que busca mejorar las condiciones de vida de la población, y que se alinea a los requerimientos del Ministerio de

Medio Ambiente y la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), el proyecto esta enlazado con los objetivos de la Alcaldía Municipal de Herveo.

**h) Responsable del factor de calidad:** El responsable de esta métrica será el profesional de proyectos, en el caso que sea necesario replantear actividades que ayuden cumplir con el objetivo, este control de cambios estará a cargo del director del proyecto.

#### ***6.4.1.3 Métrica de estudio técnico***

**a) Factor de calidad relevante:** El estudio de técnico debe incluir la evaluación técnica de la construcción del PTAR.

**b) Definición del factor de calidad:** El estudio técnico deberá evaluar la capacidad portante del terreno donde se planea construir la planta de tratamiento de aguas residuales, deberá verificar la estrategia de construcción y que esta se pueda ejecutar dentro de las restricciones de Cronograma y Costo.

**c) Propósito de la métrica:** Es validar la posibilidad construir la planta de tratamiento de aguas residuales en el predio definido por el Sponsor del proyecto

**d) Definición Operacional:** Una vez emitido el Estudio Técnico, este será revisado en formato digital por el Profesional de profesional de proyectos y el director del proyecto; una vez verificado el cumplimiento del estándar RAS 2000, el director del proyecto emitirá concepto de aprobación y se firmará en constancia, el documento final será incluido en la formulación del proyecto en referencia.

**e) Método de medición:** En el documento del estudio técnico deben existir evidencias del cumplimiento de todo lo exigido en las RAS 2000, para la implementación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR.

**f) Resultado deseado:** La verificación del documento de estudio técnico permitirá identificar que el proyecto está conforme a los lineamientos de la RAS 2000.

**g) Enlace con objetivos organizacionales:** Los sistemas de tratamientos de aguas residuales son responsabilidad de los municipios y debe estar incluidos en el plan de desarrollo de cada municipio.

**h) Responsable del factor de calidad:** El responsable de esta métrica será el profesional de proyectos, en el caso que sea necesario replantear actividades que ayuden cumplir con el objetivo, este control de cambios estará a cargo del director del proyecto.

#### ***6.4.1.4 Métrica de Diseño PTAR***

**a) Factor de calidad relevante:** El diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR, debe cumplir requerimientos de la norma Sismo resistente 2010 – NSR 10 y la Norma RAS 2000.

**b) Definición del factor de calidad:** El diseño de la PTAR deberá cumplir con los requerimientos de la NSR – 10 y la Norma RAS 2000.

**c) Propósito de la métrica:** Cumplir con los requerimientos de la norma de sismo resistencia nacional NSR-10 y la Norma RAS 2000.

**d) Definición Operacional:** Una vez emitido el Diseño de la PTAR, el ingeniero Civil, ingeniero ambiental y el Director de Proyectos, verificara el cumplimiento de los requerimientos de la NRS-10 y la Norma RAS 2000.

**e) Método de medición:** El diseño de la PTAR deberá cumplir con el cien por ciento (100%) de los requerimientos de la NSR-10 y la Norma RAS 2000.

**f) Resultado deseado:** El diseño de la PTAR cumplirá con los requerimientos de la NSR-10

**g) Enlace con objetivos organizacionales:** La administración municipal debe tener en consideración los requisitos de la NSR-10, al momento de ejecutar proyectos de construcción, esta norma es de carácter obligatorio en el territorio nacional

**h) Responsable del factor de calidad:** El responsable de esta métrica será el Ingeniero Civil, en el caso que sea necesario replantear actividades que ayuden cumplir con el objetivo, este control de cambios estará a cargo del director del proyecto.

#### ***6.4.1.5 Métrica de PDT Construcción***

**a) Factor de calidad relevante:** El PDT de construcción de la PTAR deberá definir inicio y fin de la construcción, así como los hitos de misma.

**b) Definición del factor de calidad:** El PDT de construcción de incluir todas las actividades necesarias para que la planta de tratamiento de aguas residuales sea operativa.

**c) Propósito de la métrica:** Evidenciar que todas las actividades de construcción estén incluidas en el PDT de construcción.

**d) Definición Operacional:** El PDT de construcción será revisado por el ingeniero Civil y el Director de Proyectos, verificará que se hay incluido todas las actividades de construcción necesarias.

**e) Método de medición:** Desde la experiencia el ingeniero Civil revisara que se registre el cien por ciento.

**f) Resultado deseado:** Identificar todas las actividades constructivas que se requieren para la construcción de una PTAR.

**g) Enlace con objetivos organizacionales:** Con un PDT de construcción aprobado, el sponsor del proyecto que a su vez es alcalde municipal, podrá dimensionar el plan de desarrollo con el objetivo de lograr implementarlo.

**h) Responsable del factor de calidad:** El responsable de esta métrica será el Ingeniero Civil, en el caso que sea necesario replantear actividades que ayuden cumplir con el objetivo, este control de cambios estará a cargo del director del proyecto.

#### ***6.4.1.6 Métrica de Presupuesto de construcción***

**a) Factor de calidad relevante:** El Presupuesto de Construcción de la PTAR deberá incluir todos los costos relacionados con la construcción de la PTAR.

**b) Definición del factor de calidad:** El Presupuesto de Construcción incluirá el costo de todos los recursos necesarios para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

**c) Propósito de la métrica:** Evidenciar el Costo de todos los recursos necesarios para la construcción de la PTAR.

**d) Definición Operacional:** El Presupuesto de Construcción será revisado por el Profesional de Proyectos y el Director de Proyectos, verificaran que estén todos los costos asociados a los recursos de la construcción de la PTAR.

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 100

e) **Método de medición:** Con ayuda del PDT de Construcción se identificará el cien por ciento de los Costos de cada actividad incluida en el Cronograma

f) **Resultado deseado:** Verificar que se hayan incluido los costos de todas las actividades necesarias para la construcción de una PTAR.

g) **Enlace con objetivos organizacionales:** Con un Presupuesto de construcción aprobado, el sponsor del proyecto que a su vez es alcalde municipal, podrá dimensionar los recursos en el plan de desarrollo con el objetivo de lograr implementarlo.

h) **Responsable del factor de calidad:** El responsable de esta métrica será el Profesional de Proyectos, en el caso que sea necesario replantear actividades que ayuden cumplir con el objetivo, este control de cambios estará a cargo del director del proyecto.

### *6.4.1.7 Métrica de Manuales*

a) **Factor de calidad relevante:** Los manuales emitidos por el proyecto cumplen con la estructura aprobada por el proyecto.

b) **Definición del factor de calidad:** La estructura de los manuales emitidos por el proyecto será la aprobada por el grupo de proyecto

c) **Propósito de la métrica:** Evaluar que todos los manuales emitidos cumplan con la estructura aprobada

d) **Definición Operacional:** Cada versión emitida de los manuales del proyecto será revisada por el Profesional de Proyectos verificando que tengan la siguiente estructura:

Objetivo / Alcance / EPP / Herramientas / Consumibles / Planos aplicables / Riesgos de la actividad / Paso a paso de la actividad / Registro de la actividad.

e) **Método de medición:** Se verificarán todos los manuales emitidos por el proyecto, el cien por ciento de estos debe cumplir con la estructura aprobada.

f) **Resultado deseado:** Verificar que todos los manuales emitidos cumplan con la estructura aprobada.

g) **Enlace con objetivos organizacionales:** La estructura de los manuales facilita las labores de auditorías

**h) Responsable del factor de calidad** El responsable de esta métrica será el Profesional de Proyectos, en el caso que sea necesario cambios se emitirla la solicitud al encargado de cada manual.

## 6.4.2 Documentos de prueba y evaluación

A continuación, se detallan la matriz de actividades de calidad y la línea base de calidad donde se detallan todos los componentes, documentos y procesos de evaluación requeridos para el cumplimiento de la política de calidad del proyecto.

Tabla 32. Matriz de actividades de calidad

ENTREGABLE	ESTÁNDAR DE CALIDAD APLICABLE	ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN	ACTIVIDADES DE CONTROL
Estudio económico	Indicador MT Indicador BS Indicador IF	Cuantificar el indicador MT  Aplicar las encuestas de donde se extrae el indicador BS	De ser bajo el nivel indicador BS, evaluar el motivo por el cual se obtiene el resultado adverso, mediante análisis
Estudio ambiental	Análisis PESTLE	Identificar las fortalezas y debilidades del proyecto y evaluarlas en los aspectos que se consideraran en el análisis PESTLE	
Estudio técnico	RAS 2000	Emitir una lista de requisitos mínimos del diseño	Implementar análisis Causa – Efecto
Diseño de PTAR	NSR-10	Emitir una lista de requisitos mínimos del diseño	Solicitar control de cambios
PDT de construcción	Número de actividades para construir una PTAR operativa	Programar una mesa técnica en la que interactúen el ingeniero Civil, el Profesional de Proyecto y el Director de Proyectos, con el objetivo de evidenciar todas las actividades requeridas	Documentar en el acta de reunión de seguimiento, incluir en informe de lecciones aprendidas.
Presupuesto de construcción	Costo de todos los necesarios para construir una PTAR operativa	Programar una mesa técnica en la que interactúen el ingeniero Civil, el Profesional de Proyecto y el Director de Proyectos, con el objetivo validar el costo de todas las actividades requeridas	
Manuales	Estructura aprobada: Objetivo / Alcance / EPP / Herramientas / Consumibles / Planos aplicables / Riesgos de la actividad / Paso a paso de la actividad / Registro de la actividad.	Oficializar mediante correo electrónico, la estructura que debe tener todos los manuales emitidos por el proyecto	Programar auditoria interna cada dos meses

Fuente: elaboración propia

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 102

Tabla 33. Línea base de calidad del proyecto:

FACTOR DE CALIDAD RELEVANTE	OBJETIVO DE CALIDAD	MÉTRICA POR USAR	FRECUENCIA Y MOMENTO DE MEDICIÓN
El estudio de económico debe incluir la evaluación de la implementación del proyecto	Identificar el cumplimiento de todos los aspectos incluidos en el alcance del proyecto.	Multas por falta de la PTAR (MT): (valor de multas / valor del proyecto) * 100 / 2.  Beneficio social (BS): valoración subjetiva recopila la respuesta de las encuestas a la pregunta “cree que una planta de tratamiento beneficia al municipio” suma los positivos divide en número de encuestas y multiplica por 100 y divide en 2.	Una sola vez, al término del estudio económico del proyecto.
La incidencia del proyecto deberá marcar indicadores positivos en el análisis PESTLE del mismo	Evaluar como interactúa el proyecto con el medio en el que se ejecuta y como el medio incide en la ejecución del proyecto.	Índice de favorabilidad (IF): suma MT + BS; se espera un valor superior a 90%.  En el análisis PESTLE se cuantificarán todos los aspectos evaluados, de todos los aspectos evaluados se calculará el porcentaje de los que son positivos o muy positivos, este porcentaje debe ser superior a ochenta por ciento (80%).	Una sola vez al término del estudio ambiental del proyecto
El estudio de técnico debe incluir la evaluación técnica de la construcción del PTAR.	Validar la posibilidad construir la PTAR en el predio definido por el Sponsor del proyecto.	En el documento del estudio técnico deben existir evidencias del cumplimiento de todo lo exigido en las RAS 2000, para la implementación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR.	Una sola vez al término del estudio técnico
El diseño de la PTAR debe cumplir requerimientos de la norma Sismo resistente 2010 – NSR 10	Verificar el cumplimiento de los requerimientos de la NSR-10.	El diseño de la PTAR deberá cumplir con el cien por ciento (100%) de los requerimientos de la NSR-10.	Una sola vez, cuando se presente la ingeniería básica
Los manuales emitidos por el proyecto cumplen con la estructura aprobada por el proyecto	Evaluar que todos los manuales emitidos cumplan con la estructura aprobada.	Se verificarán todos los manuales emitidos por el proyecto, el cien por ciento de estos debe cumplir con la estructura aprobada.	Cada vez que se emita un manual
El PDT de construcción de la PTAR deberá definir inicio y fin de la construcción, así como los hitos de misma.	Evidenciar que se encuentren todas las actividades de construcción en el cronograma	Desde la experiencia el ingeniero Civil se revisará que se registre el cien por ciento (100%) de las actividades necesarias para construcción de la una PTAR operativa	Cada vez que se actualice el PDT
El Presupuesto de Construcción de la PTAR deberá incluir todos los costos relacionados con la construcción de la PTAR	Evidenciar el Costo de todos los recursos necesarios para la construcción de la PTAR.	Con ayuda del PDT de Construcción se identificará el cien por ciento (100%) de los Costos de cada actividad incluida en el Cronograma	Cada vez que se actualice el cronograma y el alcance del proyecto.

Fuente: elaboración propia

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 103

Tabla 34. Documentos normativos para la calidad:

TIPO	CODIGO	NOMBRE
PROCEDIMIENTOS	HER-P-001	Procedimiento para investigación de no conformidades
	HER-PL-001	Plantilla para acta de reunión de seguimiento
PLANTILLAS	HER-PL-002	Plantilla para emisión de documentos del proyecto (manuales e instructivos)
	HER-PL-003	Plantilla para seguimiento de cierre de no conformidades
	HER-PL-004	Plantilla para registro de lecciones aprendidas
FORMATOS	HER-F-001	Formato para abrir no conformidades
CHECKLISTS	HER-CK-001	Check list para revisión de procedimientos

Fuente: elaboración propia

### 6.4.3 Entregables verificados

Los entregables serán verificados inicialmente por el equipo del proyecto, antes de proceder al envío de los mismo a la corporación autónoma regional del Tolima (Cortolima) y se consideran verificados una vez Cortolima emita el concepto de aprobación sobre los documentos enviados, los cuales serán entregados a la administración municipal de Herveo.

Tabla 35. Verificación de Entregables

ENTREGABLE	VERIFICACION
ESTUDIOS TENICO	CONCEPTO CORTOLIMA
ESTUDIO AMBIENTAL	CONCEPTO CORTOLIMA
ESTUDIO ECONOMICO	CONCEPTO CORTOLIMA
DISEÑO PTAR	CONCEPTO CORTOLIMA
MANUALES OPEROPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CONCEPTO CORTOLIMA

Fuente: elaboración propia

**6.5 Plan de gestión de Recursos**

**6.5.1 Estructura de desglose de recursos**

Conforme a los entregables determinados en la estructura de desglose de trabajo EDT y las actividades que se deben desarrollar y que fueron registradas en el cronograma de trabajo, la figura 17 muestra la estructura de desagregación de recursos que se genera durante la ejecución del proyecto.

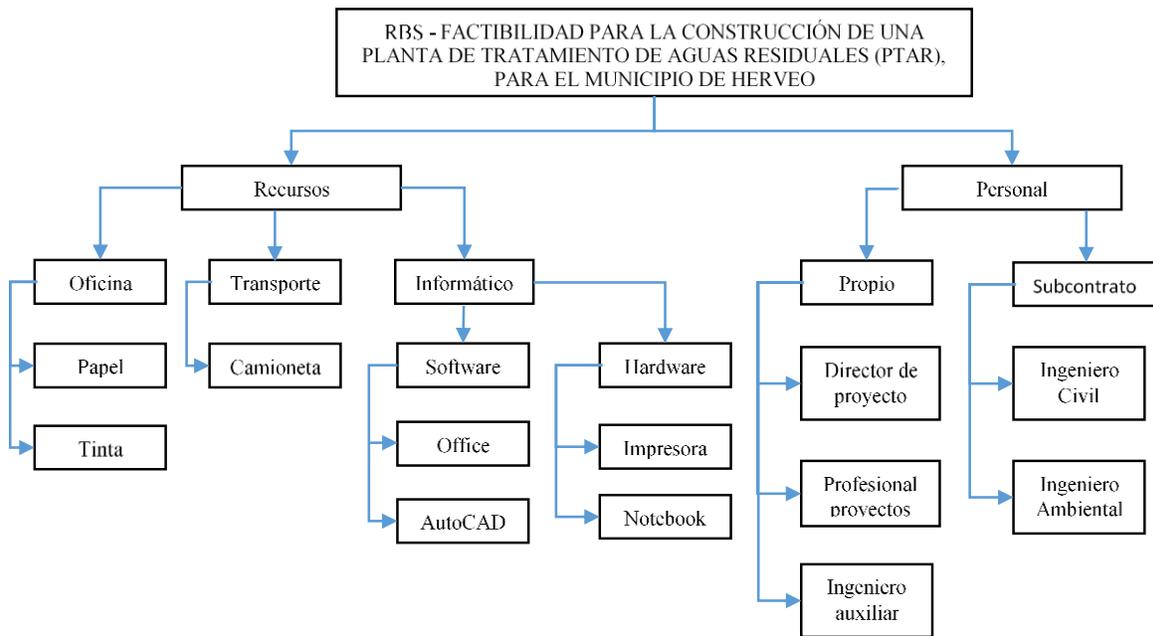


Figura 20. Estructura de desagregación de recursos. Fuente: elaboración propia

**6.5.2 Asignaciones de recursos físicos y Asignaciones del equipo del proyecto**

Con la finalidad de cumplir con los objetivos trazados, se establecen los siguientes roles y responsabilidades dentro del equipo del proyecto:

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 105

Tabla 36. Matriz de roles y responsabilidades.

Actividades del proyecto	Sponsor	Director proyecto	Profesional proyectos	Ingeniero civil	Ingeniero ambiental	Auxiliar ingeniería
<b>Inicio</b>						
Recolección de información	A		P			
Acta de cooperación	A P	E	P			
<b>Estudio de factibilidad</b>						
Estudio económico		R	C E			PE
Estudio ambiental		R	C		E	P
Estudio técnico		R	C	E		P
<b>Ingeniería básica</b>						
Diseño PTAR		A	E		E	P
Diseño estructural		A		E		P
PDT de construcción		A	E	E		P
Presupuesto de construcción		A	E	E		P
<b>Manuales de operación y mantenimiento</b>						
Manual administrativo		A	E	P	P	P
Manual operativo		A	E	P	P	P
Manual de mantenimiento		A	P	P	E	P
Manual de operación		A	P		E	P
Manual de laboratorio		A	P		E	P
<b>Revisión QA</b>						
Aprobación de la ingeniería	A	C	P	P	P	P
Aprobación de manuales	A	C	P	P	P	P
Cumplimiento normatividad ambiental	A	C	P	P	E	P
<b>Gestión de proyectos</b>						
<b>Inicio</b>						
Acta de constitución	A P	E	E			
<b>Planeación</b>						
Plan de gestión del alcance		P R	E			P
Plan de gestión de costos		P R	E			P
Plan de gestión de cronograma		P R	E			P
Plan de gestión de recursos humanos		P R	E			P
Plan de gestión ambiental		P R	E			P
Plan de gestión de riesgos		P R	E			P
Plan de gestión de comunicaciones		P R	E			P
Plan de seguimiento y control		P R	E			P
Plan de gestión de la calidad		P R	E			P
<b>Seguimiento y control</b>						
Acta de seguimiento		A	E			P
Control de cambios		A	E			
<b>Cierre</b>						
Cierre del proyecto	A	E	P E			

**Nota:** E: Ejecuta; P: Participa C: Coordina; R: Revisa; A: Autoriza Fuente: elaboración propia

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 106

Los recursos físicos se muestran en la tabla 37 y que son requeridos para el proyecto corresponden a:

Tabla 37. Recursos físicos

Cantidad	Unidad	Recurso	Asignación
6	Un	Computadores Portátiles	100%
1	Un	Impresora multifuncional	100%
1	Un	Equipo de comunicación celular	100%
6	Un	Puestos de trabajo	100%
1	Global	Papelería en general	100%

Fuente: elaboración propia

La figura relacionada a continuación representa el organigrama jerárquico del proyecto, mediante el cual se identifican las posiciones, cargos y relaciones entre los diferentes recursos humanos que conforman el proyecto.

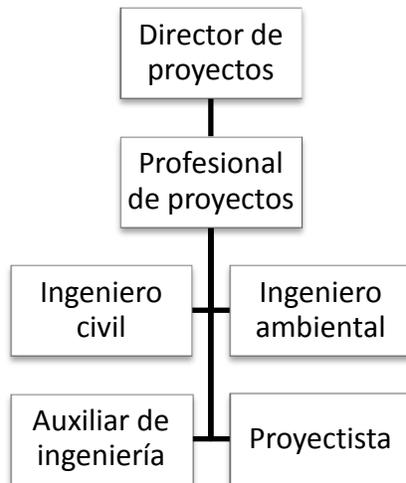


Figura 21. Organigrama funcional del proyecto. Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el perfil profesional del personal que conforma el equipo del proyecto, a diferentes niveles:

Tabla 38. Perfil profesional del equipo de proyecto.

<b>Cargo</b>	<b>Perfil</b>
Director del proyecto	Profesional en ingeniería de cualquier área del conocimiento. Experiencia en dirección de proyecto como director de proyectos. Preferible certificación PMP.
Profesional de proyectos	Profesional en ingeniería en cualquier área del conocimiento con cinco años de experiencia general Experiencia en dirección de proyectos. Preferible certificación PMP.
Ingeniero civil	Profesional en ingeniería civil con tres años de experiencia general Experiencia en sistemas de tratamientos de aguas residuales. Experiencia en diseño de estructuras. Conocimiento del Reglamento tecnico del sector de agua potable y saneamiento basico RAS-2000.
Ingeniero ambiental	Profesional en ingeniería ambiental con especialización o superior en gestión ambiental, tres años de experiencia general Experiencia en sistemas de tratamientos de aguas residuales. Conocimiento del Reglamento tecnico del sector de agua potable y saneamiento basico RAS-2000.
Ingeniero auxiliar	Profesional en ingeniería en cualquier área del conocimiento con seis meses de experiencia general

Fuente: elaboración propia

### 6.5.3 Calendario de recursos

Los recursos asignados por la organización deberán ser encausados a la orden del directo de proyectos quien actúa como responsables de estos. El siguiente es el calendario de recursos aprobado para el desarrollo del proyecto

Tabla 39. Cronograma de recursos.

Descripción	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Director del proyecto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Profesional de proyectos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingeniero civil		X	X	X	X	X	X	X	X	
Ingeniero ambiental		X	X	X	X	X	X	X	X	
Ingeniero auxiliar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fuente: elaboración propia

El tipo de contrato del personal involucrado en el proyecto será por prestación de servicios, por lo que el personal no estará obligados a cumplir un horario específico, ni estar en un lugar específico, sino que será orientado por el gerente de proyectos por el cumplimiento de objetivos, sin embargo, se contará con los puestos de trabajo disponibles y dotados, en las instalaciones de la alcaldía del municipio en un horario de martes a domingo de 7:00 am a 4:00 pm.

### **6.5.4 Plan de capacitación y desarrollo del equipo**

Una vez identificada la planta de personal requerida, y conforme a los requerimientos del plan de trabajo, este personal debe ingresar al equipo de trabajo de acuerdo con lo estipulado en el cronograma de recursos.

Los recursos iniciales del proyecto, identificados como director de proyecto, profesional de proyectos y auxiliar de ingeniera iniciaran su acercamiento al proyecto atreves del kick of meeting (KOM), en el cual se le dará a conocer, los objetivos, recursos y cronogramas del proyecto; de igual forma se socializará los mecanismos de comunicaciones y de control de cambios del mismo.

Previo a este KOM, todo el personal será conocedor de la matriz de roles y responsabilidades del cargo para el que fueron contratados.

Por la naturaleza específicas del proyecto y al perfil de selección, no se programan capacitaciones relacionadas con el proyecto, sin embargo, luego del tercer mes de ejecución se evaluará la necesidad de hacer capacitaciones orientadas a la dirección de proyectos, la necesidad de esta será evaluada por el director de proyectos y el sponsor.

El personal encargado de la ingeniería básica y los estudios de factibilidad técnica y ambiental, serán enrolados al proyecto dándoles a conocer la matriz de roles y responsabilidades, los objetivos y productos identificados como su alcance. Su capacitación será conforme a la evaluación del director de proyectos y el sponsor.

## 6.6 Plan de gestión de comunicaciones

Se determina los lineamientos requeridos para la comunicación efectiva entre el grupo del proyecto y los interesados mediante el presente plan, la estructuración de los procesos de comunicación del proyecto, abarcando la generación toda la documentación que formaliza lo relacionado con la gestión de comunicaciones.

### 6.6.1 Sistema de información de comunicaciones

Los sistemas de comunicación identificados para el proyecto y formalizados en el plan de comunicaciones son los correos electrónicos y los oficios físicos; estos deberán ser emitidos tal como se indica en el plan comunicaciones aprobado.

Conforme a la gestión de interesados del proyecto se determinó que, el sponsor del proyecto identificado como Nondier Arias quien ocupa el cargo de alcalde del municipio de Herveo, es el único interesado con el cual el proyecto tendrá un canal de información, y que las calidad de la información y canales de comunicación que el sponsor quiera tener con los demás interesados no será alcance del presente plan, lo anterior basados en la matriz de relación Poder – Interés y en los niveles de manejo de la información aprobados por el sponsor.

Los canales de comunicación estipulados para el proyecto se definieron por medio de email asignados al grupo del proyecto y escrito mediante informes y oficios propios de cada una de las partes.

Tabla 40. Canales de comunicación.

Rol	Nombre	Escalamiento	Contacto
Sponsor del proyecto	Nondier Arias	Nivel 3	contactenos@herveo-tolima.gov.co
Director del proyecto	Jhon Salcedo	Nivel 2	Jsalcedo-herveo@gmail.com
Profesional de proyectos	Hans Zubieta	Nivel 1	<a href="mailto:Hzubieta-herveo@gmail.com">Hzubieta-herveo@gmail.com</a>
Ingeniero civil	Por definir	Nivel 1	Icivil-herveo@gmail.com
Ingeniero ambiental	Por definir	Nivel 1	Iambiental-herveo@gmail.com
Ingeniero auxiliar	Por definir	Nivel 1	Iauxiliar-herveo@gmail.com

Fuente: elaboración propia

**6.6.2 Diagramas de flujo de la información incluyendo con la posible secuencia de autorizaciones, lista de informes, planes de reuniones, plazo y frecuencia, etc.**

Según el nivel de escalamiento se definen tres niveles de escalamiento y el personal responsable en cada uno de los niveles.

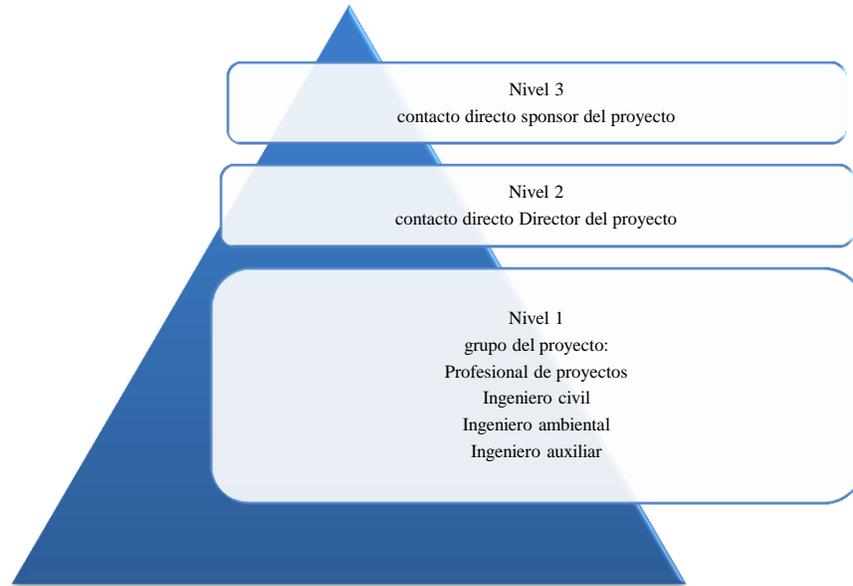


Figura 22. Proceso de escalamiento de la comunicación. Fuente: elaboración propia

El siguiente diagrama de flujo muestra las características del plan de comunicación aprobado para el proyecto.

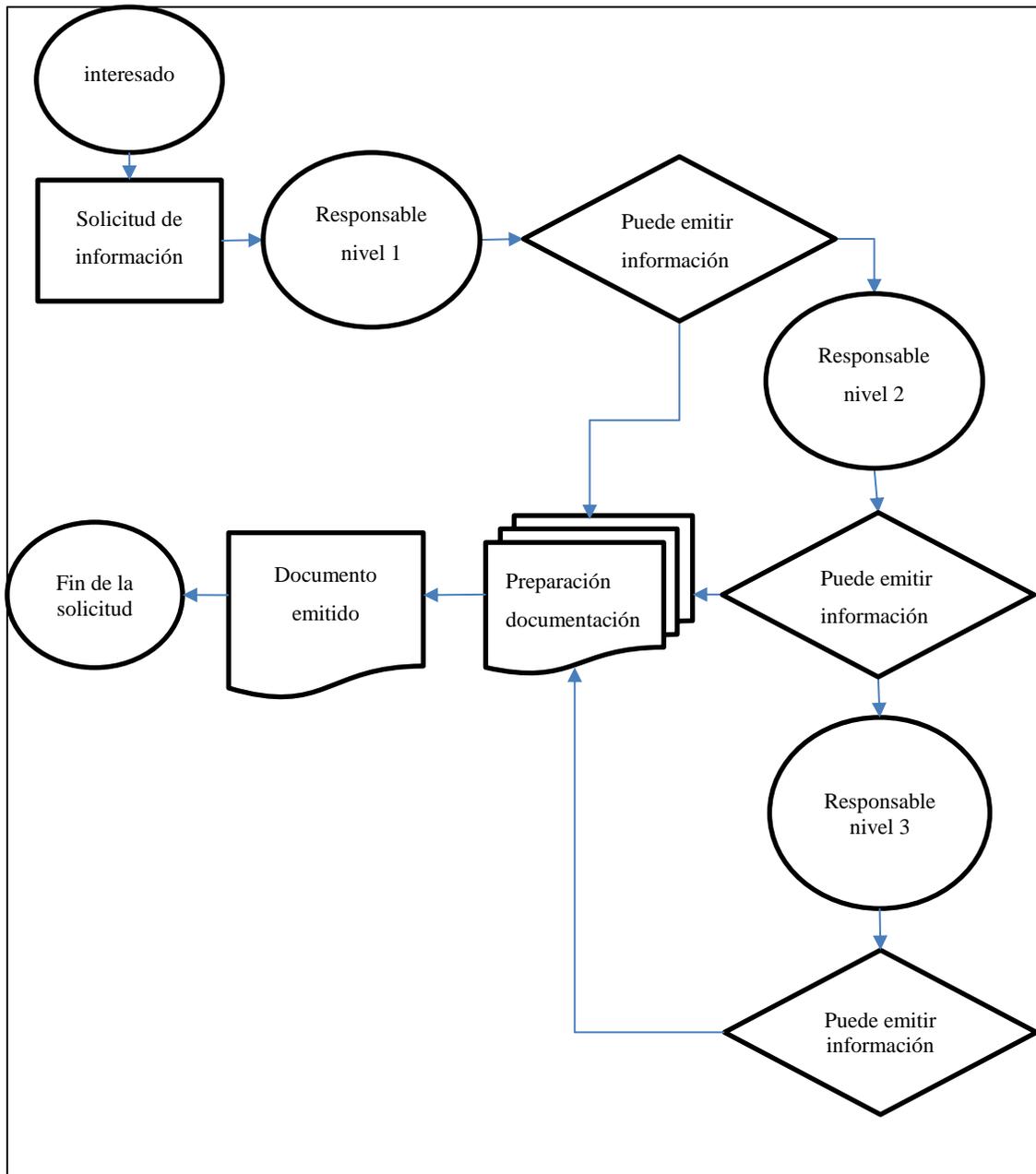


Figura 23. Diagrama de flujo de las comunicaciones. Fuente: elaboración propia

### 6.6.3 Matriz de comunicaciones

A continuación, se tabulan los requerimientos de comunicaciones del proyecto, donde se establece:

Tabla 41. Matriz de comunicaciones.

Requisito de comunicación	Información por comunicar	Medio	Frecuencia	Responsable	Aprobador
Solicitudes	Descripción de solicitudes de cambio a las que haya lugar, evaluadas desde el sponsor del proyecto.	Email	Cuando sea necesario	Interesados	Sponsor
Informes de avance del proyecto	Dar a conocer avance del proyecto en referencia a tiempo de ejecución, gasto de recursos y cumplimiento de objetivos	Físico	Mensual	Grupo proyecto	Sponsor
Informes técnicos	Dar a conocer avance de desarrollos de documentos técnicos	Físico	Quincenal	Grupo proyecto	Sponsor

Fuente: elaboración propia

## 6.7 Plan de gestión del riesgo

### 6.7.1 Identificación de riesgos y determinación de umbral

Con el objetivo de hacer una identificación exacta de los riesgos a los que está expuesto un proyecto de la naturaleza del que se está desarrollando, el grupo de proyecto en cabeza del director del Proyecto evaluó los diferentes métodos de identificación de riesgos en los cuales se tuvo en cuenta los agrupados de la siguiente manera:

- a) Métodos basados en evidencias
- b) Enfoques sistemáticos de equipos
- c) Técnicas de razonamiento inductivo

Basados en la experiencia de los miembros del grupo de proyecto, se establece que la identificación de los riesgos se hará con una combinación de dos métodos, el primero Basado en Evidencias, en este, el grupo tomara lecciones aprendidas de proyectos que tengan alcance similares al que se está desarrollando, e incluso de experiencias de proyectos ejecutados por los

miembros del grupo de trabajo, la evaluación de los riesgos de esta fase, será cualitativa y se registrarán en el formato HER-RISK-001.

El segundo método se aplicará a los entregables técnicos del proyecto, entendiéndose de esta manera la ingeniería Básica y los manuales Operativos, para esta identificación se hará uso de una técnica de razonamiento inductivo llamada What If, para tal efecto el proyecto generará el formato HER-RISK-002, para la ejecución de este What If se conforma con los siguientes roles Director de Proyectos, Profesional de Proyectos e Ingeniero Civil.

A continuación, se identifican, tipifican y se categorizan los riesgos, resultado del ejercicio anterior.

**a) Id Riesgo: R1**

**Descripción del riesgo:** Debido a la topografía y geografía del municipio de Herveo Tolima, es posible el estudio de suelos que se realizara como alcance de la ingeniería básica arroje resultados no favorables para el proyecto, como por ejemplo que la capacidad portante del terreno no es suficiente para la infraestructura que se está diseñando, obligando a que se tenga que incluir presupuesto para el mejoramiento del terreno.

**Tipo de Riesgo:** Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Técnico

**Respuesta Preliminar:** Evitar, evaluar si es posible algún tipo de construcción sismo resistente que se pueda construir en los predios, o si existe un tipo de tecnología que pueda ser construido si el predio no tiene capacidad portante para las construcciones en concreto

**Dueño propuesto del riesgo:** Ingeniero Civil

**b) Id Riesgo: R2**

**Descripción del riesgo:** En referencia a los tanques de segregación, la ingeniería básica ha contemplado la instalación de tanques pre fabricados en fibra de vidrio, estos tanques aun que no tienen peso considerablemente alto si tienen un volumen que cabe en la calificación de carga extra dimensionada, lo anterior sumado a la condiciones de las vías de acceso y el terreno definido para la construcción, supone un riesgo logístico para su transporte desde la vía nacional

hasta el casco urbano y su posterior instalación en sitio, de no evaluarse la viabilidad de instalación estos tanques el estudio de factibilidad técnica se estaría haciendo con base a una solución que no se puede ejecutar

**Tipo de Riesgo:** Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Técnico

**Respuesta Preliminar:** Transferir, se puede presupuestar que en las RFI y RFP, se incluya que en caso de comprar de los tanques de fibra de vidrio el proveedor haga la entrega en sitio de instalación, y proyectar el cronograma para que la llegada a sitio sea cuando las fundaciones de los tanques estén listas para recibir carga, de modo que la entrega sea directamente en el punto de disposición final.

**Dueño propuesto del riesgo:** Profesional Proyectos

c) **Id Riesgo:** R3

**Descripción del riesgo:** Gracias a la ubicación del municipio de Herveo el cual está a 2600 msnm y en un radio de 20 km del Volcán Nevado del Ruiz, este goza de un clima húmedo con precipitaciones de agua en el 75% del año, de acuerdo los datos históricos, estas lluvias han generado deslizamientos de tierra y taponamientos de vías de acceso primarias, secundarias y terciarias; si estos eventos se presentan durante la fase de ejecución del proyecto que ara la construcción de la PTAR, el estudio de factibilidad económica puede no tener contemplado este impacto en el presupuesto y cronograma obligando la ejecución de controles de cambios.

**Tipo de Riesgo:** Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Externo

**Respuesta Preliminar:** Evitar: con ayuda de los datos históricos, se debe definir un cronograma que de ejecución que se desarrolle durante el tiempo de verano, esto es posible debido a que el tiempo de construcción proyectado no es superior a sesenta días calendario.

**Dueño propuesto del riesgo:** Profesional Proyectos

d) **Id Riesgo:** R4

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 115

**Descripción del riesgo:** Una de las restricciones más definidas para el proyecto es el tiempo, ya que este debe ser formulado durante el curso de la especialización, de modo que cualquier retraso en la definición de los miembros del grupo de proyecto, causara retraso en la gestión de este.

**Tipo de Riesgo:** Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Gestión

**Respuesta Preliminar:** Evitar: hacer una gestión de recursos que actué de manera predictiva de modo que se aseguren los recursos del proyecto

**Dueño propuesto del riesgo:** Profesional Proyectos

e) **Id Riesgo:** R5

**Descripción del riesgo** Debido a que el proyecto tiene carácter público y los interesados de este tiene una relación de poder alta hacia los entregables del proyecto, es posible que durante la formulación del proyecto no se llegue a un conceso de cuál es el alcance del proyecto o que se generen alcances que no se pueden realizar dentro de las restricciones de cronograma y costo.

**Tipo de Riesgo:** Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Gestión

**Respuesta Preliminar:** Evitar: gestionar a los interesados y emitir el acta de constitución del proyecto.

**Dueño propuesto del riesgo:** Director de proyectos

f) **Id Riesgo:** R6

**Descripción del riesgo** La formulación del proyecto requiere la puesta en marcha de recursos como personal, alquiler de equipos y contratación de servicios de terceros, para tal fin el proyecto definió un presupuesto, en la medida que el sponsor del proyecto no realice esta asignación, la gestión del grupo de proyecto no será posible o presentara retrasos, afectando de esta forma el presupuesto y cronograma definidos.

**Tipo de Riesgo:** Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Gestión

**Respuesta Preliminar:** Evitar: gestionar al sponsor del proyecto, haciendo énfasis en el impacto que puede tener un retraso en el flujo de recursos económicos.

**Dueño propuesto del riesgo:** Director de proyectos

**g) Id Riesgo:** R7

**Descripción del riesgo** En la medida que se materialicen riesgos como iliquidez del proyecto, retrasos en la contratación de recursos como el ingeniero ambiental o el ingeniero civil, se presentaran impacto en el cronograma y presupuesto, haciendo que el costo de este aumente

**Tipo de Riesgo:** Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Gestión

**Respuesta Preliminar:** Evitar: hacer un plan para la dirección del proyecto que defina las fronteras del proyecto de la mejor manera y permita realizar cambios de manera oportuna, de modo que sea posible hacer control del proyecto.

**Dueño propuesto del riesgo:** Profesional Proyectos

**h) Id Riesgo:** R8

**Descripción del riesgo** Debido a que el sponsor del proyecto es el alcalde municipal, podría presentarse el evento que asigne tiempo de los recursos de la administración, como el secretario de obras públicas, contador del municipio, y de asesores, con ayuda de los cuales se puede agilizar la gestión de algunos de los entregable del proyecto

Tipo de Riesgo: Positivo

**Categoría de riesgo (RBS):** Gestión

**Respuesta Preliminar:** Mejorar: identificar estrategias en la que se pueda hacer sinergia con los recursos de la alcaldía municipal que el sponsor ponga a disposición del proyecto

**Dueño propuesto del riesgo:** director de proyectos

**i) Id Riesgo:** R9

**Descripción del riesgo** Es posible que los contratos y órdenes de servicios emitidos para los recursos que requiere el proyecto no estén especificados para el perfil que se requiere en cada uno de estos recursos, lo cual ocasionara que se contrate personal inexperto o con carencia de algún conocimiento y servicios que no cumplen las expectativas

Tipo de Riesgo: Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Comercial

**Respuesta Preliminar:** Evitar: identificar claramente el plan de gestión de recursos los perfiles requeridos para el personal a contratar, de su parte en la gestión de adquisiciones se debe asegurar que las RFP cumplan con los requerimientos del proyecto.

**Dueño propuesto del riesgo:** Profesional Proyectos

**j) Id Riesgo:** R10

**Descripción del riesgo** La formulación de algunos entregables del proyecto como la ingeniería básica o los manuales de operación requiere de conocimientos específico que no poseen todos los profesionales, haciendo posible que los perfiles identificados para el grupo del proyecto no sean encontrados en la oferta de candidatos de las bolsas de empleo, de modo que se presente retrasos en su contratación y por consiguiente en la gestión del proyecto

Tipo de Riesgo: Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Comercial

**Respuesta Preliminar:** Evitar: en la gestión de recursos se debe garantizar que los perfiles de candidatos sean emitidos con tiempo de holgura para el proceso de selección.

**Dueño propuesto del riesgo:** Profesional Proyectos

**k) Id Riesgo:** R11

**Descripción del riesgo** Al iniciar la formulación del proyecto, el sponsor de este que es el alcalde del municipio de Herveo Tolima tenía un proceso de revocatoria impulsado por la oposición política de él, si este proceso se materializa en la terminación súbita de su mandato, el proyecto no tendría sponsor y suponiendo el fin del mismo

**Tipo de Riesgo:** Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Comercial

**Respuesta Preliminar:** Aceptar: gestionar con los demás interesados explorando apoyo para el proyecto.

**Dueño propuesto del riesgo:** director de proyectos

**l) Id Riesgo:** R12

**Descripción del riesgo** Con el avance de la tecnología, hay la posibilidad de que se presente un dispositivo (este dispositivo ya existe, pero no ha sido masificado) que se instale de manera individual en cada vivienda y de esta forma se asegure una salida de agua potable desde la fuente, de este modo la racionalidad del proyecto se pierde.

**Tipo de Riesgo:** Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Comercial

**Respuesta Preliminar:** Aceptar: identificar caso de negocio en la implementación de la nueva tecnología

**Dueño propuesto del riesgo:** director de proyectos

**m) Id Riesgo:** R13

**Descripción del riesgo** Con la versatilidad que ha mostrado el congreso de la república, es posible que durante la formulación del proyecto la normatividad nacional cambie, exigiendo nuevas características en los sistemas de tratamientos de aguas residuales, obligando a cambios en el alcance del proyecto que dependiendo del avance pueden afectar en mayor o menor medida el cronograma y presupuesto de este.

**Tipo de Riesgo:** Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Externo

**Respuesta Preliminar:** Mitigar: identificar posibilidades de control de cambio al proyecto, definiendo alcances que puedan cubrir los nuevos requerimientos.

**Dueño propuesto del riesgo:** Director de proyectos

**n) Id Riesgo:** R14

**Descripción del riesgo** La económica Colombia está muy definida por la tasa representativa del Dólar, y en consecuencia los cambios en la TRM afecta directamente el precio de los productos importados, durante la evaluación del caso de negocio se determinó que la solución más viable es la instalación de tanques de fibra de vidrio; si la TRM aumenta el precio de los insumos también lo hará, si esto se materializa el proyecto de construcción de la PTAR tendría un presupuesto que con el cual no se pudo realizar las adquisiciones definidas.

Tipo de Riesgo: Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Externo

**Respuesta Preliminar:** Mitigar: en la gestión de adquisiciones hay que asegurar que los tiempos establecidos en la RFP sean suficientes para que en caso de darse los procesos de compra los precios se mantengan.

**Dueño propuesto del riesgo:** Profesional Proyectos

**o) Id Riesgo:** R15

**Descripción del riesgo** Es muy común que al contratar un servicio este no se ejecute en el tiempo deseado, esto puede ser por condiciones de disponibilidad, estructura de la organización seleccionada, afectaciones de orden público, incumplimiento de condiciones necesarias para iniciar las actividades contratadas entre otros, esto sin duda afectara el cronograma y el presupuesto establecido para el proyecto.

Tipo de Riesgo: Negativo

**Categoría de riesgo (RBS):** Externo

**Respuesta Preliminar:** Evitar: en la gestión de cronograma, se debe asegurar tiempos de entrega que tenga en cuenta estas posibles desviaciones.

**Dueño propuesto del riesgo:** Profesional Proyectos

**p) Id Riesgo:** R16

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 120

**Descripción del riesgo** La implementación de sistemas de tratamientos de agua residuales no es nuevo en Colombia, e incluso en el Municipio de Herveo se han realizado proyectos para identificar posibles soluciones y asegurar sistemas complementarios como lo es el alcantarillado, de modo que existe la posibilidad que esta información sea suministrada como entrada al proyecto que definirá la factibilidad técnica, económica y ambiental de construir la PTAR, de modo que el proyecto iniciaría sobre la base de datos reales y evitando hacer algunos levantamientos que se requieren para el dimensionamiento del sistema

Tipo de Riesgo: Positivo

**Categoría de riesgo (RBS):** Gestión

**Respuesta Preliminar:** Mejorar: identificar los proyectos que se han ejecutado en el municipio con alcances similares o que tengan relación con los sistemas de tratamientos de aguas residuales del municipio, solicitar la información al Sponsor del proyecto.

**Dueño propuesto del riesgo:** Profesional Proyectos

A continuación, se relacionan los Roles y Responsabilidades de los integrantes del grupo de proyecto que participaran activamente en la gestión de riesgos:

Tabla 42: Roles &amp; Responsabilidades.

<b>Fase</b>	<b>Rol</b>	<b>Responsabilidad</b>
Identificación / Método 1	Director de Proyecto	Coordinar la reunión de socialización de lecciones aprendidas Emitir versión final del formato HER-RISK-001
Identificación / Método 1	Profesional de Proyecto	Participar en reunión de socialización de lecciones aprendidas
Identificación / Método 2	Director de Proyecto	Liderar el ejercicio de What If
Identificación / Método 2	Profesional de Proyecto	Participar en el ejercicio What If Emitir documento final What If formato HER-RISK-002
Identificación / Método 2	Ingeniero Civil	Participar en el ejercicio What If
Análisis	Director de Proyecto	Participar en la mesa técnica de valuación de riesgos Avalar panorama de riesgos formato HER-RISK-003
Análisis	Profesional de Proyecto	Participar en la mesa técnica de valuación de riesgos Emitir formato HER-RISK-003
Análisis	Ingeniero Civil	Participar en la mesa técnica de valuación de riesgos
Evaluación	Director de Proyecto	Evaluar acciones de cierre panorama de riesgos del proyecto Evaluar control de cambios
Evaluación	Profesional de Proyecto	Evaluar acciones de cierre panorama de riesgos del proyecto
Plan de respuesta de riesgos	Profesional de Proyecto	Diligenciar formato de plan de respuesta de riesgos del proyecto
Plan de respuesta de riesgos	Director de Proyecto	Aprobar formato de plan de respuesta de riesgos del proyecto

Método 1: Métodos basados en evidencias; Método 2: Técnicas de razonamiento inductivo.

Fuente: elaboración propia

A continuación, se indica el nivel de riesgo permisible por los interesados, estos niveles se pudieron determinar durante las reuniones de socialización del proyecto previas a la emisión del acta de constitución.

Tabla 43 Nivel de riesgo aceptable.

Fase del proyecto	Nivel de Riesgo Aceptable
Planeación	Alto
Ejecución	Bajo
Cierre	Bajo

Fuente: elaboración propia

Para el proyecto se define la probabilidad y el impacto de los riesgos, conforme a lo indicado en la figura 21, la cual se realizó con base a lo indicado en el PMBOK sexta edición en la página 407.

Para definir el impacto en Costo y tiempo se establece un límite de 10% en variación en estas áreas, en la medida que la materialización se acerque a este límite se determina si este es bajo, medio, alto o muy alto.

	Probabilidad	Impacto				Acción
		Costo	Equivalente Días	Tiempo	Equivalente Millones	
Muy alto	> 0,9	> 0,8	> 98	> 0,8	> 88	Realizar control de cambios
Alto	> 0,3 a 0,9	> 0,4 a 0,8	25 -98	> 0,4 a 0,8	44 -88	Realizar control de cambios
Medio	0,01 a 0,3	0,1 a 0,4	2,5 – 24,5	0,01-0,4	1,1 - 44	Mitigar
Bajo	< 0,01	0,01	2,4	0,01	1,1	Aceptar

Figura 24. Probabilidad e impacto. Fuente: Elaboración propia

### 6.7.2 Risk Breakdown Structure -RiBS-

Para ayuda en el proceso de identificación de riesgos, el grupo de proyectos hará uso de la siguiente estructura de desglose de Riesgos (RBS), la cual ayudará a fortalecer el Plan de Respuesta de Riesgos. Esta estructura está elaborada desde la experiencia del Director de Proyectos y siguiendo el esquema del PMBOK sexta edición.

Tabla 44. RBS del proyecto.

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	
0 proyectos de Factibilidad	1. Riesgo Técnico	1.1 Procesos técnicos	
		1.2 Procesos técnicos	
	2. Riesgo de Gestión	1.1 Estimación, supuestos y restricciones	2.1 Organización
			2.2 Dirección de proyectos
		2.3 Dotación de recursos	2.3 Definición del alcance
			3. Dirección de proyectos
		3. Riesgo Comercial	3.1 Contratación interna
			3.2 Contratación interna
			3.3 Estabilidad de los clientes
		4. Riesgo Externo	3.4 Surgimiento tecnológico
	4.1 Legislación		
	4.2 Tasas de cambio		4.3 Clima

Fuente: Elaboración propia

### 6.7.3 Análisis de riesgos del proyecto (cualitativo y cuantitativo)

Los recursos necesarios para la implementación del plan de Gestión de Riesgos están asegurados como capital de Reserva para Contingencias siendo este \$ 16'975.180 (dieciséis millones novecientos setenta y cinco mil ciento ochenta pesos), el cual resultado de tener en cuenta el presupuesto de gestión de riesgos que asciende a 12'000.000 (doce millones de pesos) y la operación algebraica de sumar el valor de los riesgos negativos y restar la materialización de los riesgos positivos, el cual asciende a 4'975.180 (cuatro millones novecientos setenta y cinco mil ciento ochenta pesos). En la tabla 46 se observa el análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos del proyecto.

Tabla 45. Análisis Cualitativo y cuantitativo de riesgos del proyecto

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 124

ID RIESGO	ANÁLISIS CUALITATIVO			ANÁLISIS CUANTITATIVO	
	PROBABILIDAD	IMPACTO	RIESGO	VALOR EN RIESGO	VALOR. MONETARIO ESPERADO
R1	0.3	0.8	0.24	\$ 24,500,000.0	\$ 7,350,000.0
R2	0.3	0.4	0.12	\$ 6,612,000.0	\$ 1,983,600.0
R3	0.7	0.2	0.14	\$ 6,324,000.0	\$ 4,426,800.0
R4	0.3	0.4	0.12	\$ 18,930,000.0	\$ 5,679,000.0
R5	0.1	0.1	0.01	\$ 4,531,200.0	\$ 453,120.0
R6	0.3	0.4	0.12	\$ 19,548,000.0	\$ 5,864,400.0
R7	0.3	0.4	0.12	\$ 19,548,000.0	\$ 5,864,400.0
R8	0.1	0.8	0.08	\$ 11,200,000.0	\$ 1,120,000.0
R9	0.1	0.25	0.025	\$ 19,548,000.0	\$ 1,954,800.0
R10	0.1	0.2	0.02	\$ 6,324,000.0	\$ 632,400.0
R11	0.7	0.8	0.56	\$ 24,000,000.0	\$ 16,800,000.0
R12	0.1	0.8	0.08	\$ 24,000,000.0	\$ 2,400,000.0
R13	0.1	0.8	0.08	\$ 24,000,000.0	\$ 2,400,000.0
R14	0.7	0.8	0.56	\$ 19,548,000.0	\$ 13,683,600.0
R15	0.3	0.4	0.12	\$ 6,612,000.0	\$ 1,983,600.0
R16	0.3	0.4	0.12	\$ 19,548,000.0	\$ 5,864,400.0

Fuente: Elaboración propia

### 6.7.4 Matriz de riesgos

Conforme a los lineamientos de la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, se hará uso de la siguiente matriz para el análisis y posterior evaluación de todos los riesgos identificados para el proyecto. Se define como umbral el nivel alto para amenazas para el caso de los impactos positivos el umbral deseado es muy alto.

		Amenazas					Oportunidades					
P r o b a b i l i d a d	Muy Alta 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05	Muy Alta 0,90  Alta 0,70  Mediana 0,50  Baja 0,30  Muy Baja 0,01
	Alta 0,70	0,04	0,07	0,14	0,14	0,56	0,56	0,14	0,14	0,07	0,04	
	Mediana 0,50	0,03	0,05	0,1	0,2	0,4	0,4	0,2	0,1	0,05	0,03	
	Baja 0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02	
	Muy Baja 0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	
		Muy Bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy Alto 0,80	Muy Alto 0,80	Alto 0,40	Moderado 0,20	Bajo 0,10	Muy Bajo 0,05	
Impacto Negativo						Impacto Positivo						

Figura 25. Matriz de Probabilidad e impacto. Fuente: Guía del PMBOK 6ed. Pg. 408.

### 6.7.5 Plan de respuesta al riesgo.

El resultado del ejercicio anterior permite la formulación del Plan de Respuesta a los Riesgos del proyecto, la información evaluada para cada riesgo se puede evidenciar en la figura 23.

RIESGO	CATEGORÍA DE RIESGO	RESPUESTA POTENCIAL	DUEÑO POTENCIAL	PROBABILIDAD	IMPACTO	RIESGO	VALOR EN RIESGO	Vr. MONETARIO ESPERADO	ESTRATEGIA DE RESPUESTA	PLAN DE RESPUESTA	VALOR DEL PLAN DE RESPUESTA	PROBABILIDAD FINAL	IMPACTO FINAL	RIESGO FINAL
--------	---------------------	---------------------	-----------------	--------------	---------	--------	-----------------	------------------------	-------------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------	---------------	--------------

Figura 26. Información Plan de Respuesta de Riesgos. Fuente: Curso de gestión de riesgos.

Con este insumo se elaboró el plan de respuesta al riesgo, mostrada en la tabla 47.

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 126

Tabla 46. Plan de respuesta al riesgo

ID	ESTRATEGIA	PLAN DE RESPUESTA	VALOR	PROBABILIDAD FINAL	IMPACTO FINAL	RIESGO FINAL
R1	Mitigar	Evaluar si es posible algún tipo de construcción sismo resistente que se pueda construir en los predios, o si existe un tipo de tecnología que pueda ser construido si el predio no tiene capacidad portante para las construcciones en concreto	\$ 1,000,000	0.01	0.8	0.008
R2	Transferir	Se puede presupuestar que en las RFI y RFP, se incluya que en caso de comprar de los tanques de fibra de vidrio el proveedor haga la entrega en sitio de instalación, y proyectar el cronograma para que la llegada a sitio sea cuando las fundaciones de los tanques estén listas para recibir carga, de modo que la entrega sea directamente en el punto de disposición final.	\$ 1,000,000	0.1	0.4	0.04
R3	Evitar	Con ayuda de los datos históricos, se debe definir un cronograma que de ejecución que se desarrolle durante el tiempo de verano, esto es posible debido a que el tiempo de construcción proyectado no es superior a sesenta días calendario.	\$ 500,000	0.1	0.25	0.025
R4	Evitar	Se debe asegurar un cronograma de recursos que contemple los tiempos de contratación estándar y asegurar que los procesos de contratación estén alineados al cronograma aprobado para el proyecto	\$ 1,000,000	0.01	0.4	0.004
R5	Mitigar	Gestionar a los interesados y emitir el acta de constitución del proyecto.	\$ -	0.1	0.1	0.01
R6	Evitar	Gestionar al sponsor del proyecto, haciendo énfasis en el impacto que puede tener un retraso en el flujo de recursos económicos.	\$ 500,000	0.01	0.2	0.002
R7	Mitigar	Hacer un plan para la dirección del proyecto que tenga en cuenta la solvencia del proyecto y la estrategia de desembolso de recursos concertada con el sponsor del proyecto, de esta manera será posible determinar posibles desviaciones durante la ejecución y tener herramientas de juicio en el momento que se requiera.	\$ 500,000	0.01	0.4	0.004
R8	Mejorar	Identificar estrategias en la que se pueda hacer sinergia con los recursos de la alcaldía municipal que el sponsor ponga a disposición del proyecto	\$ 1,000,000	0.5	0.8	0.4
R9	Evitar	Identificar claramente el plan de gestión de recursos los perfiles requeridos para el personal a contratar, de su parte en la gestión de adquisiciones se debe asegurar que las RFP cumplan con los requerimientos del proyecto.	\$ 1,000,000	0.1	0.1	0.01
R10	Evitar	En la gestión de recursos se debe garantizar que los perfiles de candidatos sean emitidos con tiempo de holgura para el proceso de selección.	\$ -	0.1	0.2	0.02
R11	Aceptar	Gestionar con los demás interesados explorando apoyo para el proyecto.	\$ 500,000	0.1	0.4	0.04
R12	Aceptar	Identificar caso de negocio en la implementación de la nueva tecnología	\$ -	0.1	0.4	0.04
R13	Mitigar	Identificar posibilidades de control de cambio al proyecto, definiendo alcances que puedan cubrir los nuevos requerimientos.	\$ 2,000,000	0.1	0.4	0.04
R14	Mitigar	En la gestión de adquisiciones hay que asegurar que los tiempos establecidos en la RFP sean suficientes para que en caso de darse los procesos de compra los precios se mantengan.	\$ 1,000,000	0.1	0.4	0.04
R15	Evitar	En la gestión de cronograma, se debe asegurar tiempos de entrega que tenga en cuenta estas posibles desviaciones.	\$ 1,000,000	0.1	0.4	0.04
R16	Mejorar	Identificar los proyectos que se han ejecutado en el municipio con alcances similares o que tengan relación con los sistemas de tratamientos de aguas residuales del municipio, solicitar la información al Sponsor del proyecto.	\$1,000,000	0.5	0.8	0.4

Fuente: Elaboración propia

## 6.8 Plan de gestión de adquisiciones

### 6.8.1 Definición y criterios de valoración de proveedores

Las adquisiciones necesarias para la ejecución del presente proyecto, se suscriben a lo indicado en la Ley 1150 de 2007, por Contratación Directa por ser de mínima cuantía las compras y adquisiciones. En este documento se definen los lineamientos base de la contratación para la alcaldía municipal de Herveo, por lo tanto las adquisiciones que se realicen deben estar acorde a los procedimientos definidos y en cumplimiento de los principios que lo rigen.

La autoridad de las adquisiciones para el proyecto, se definen de la siguiente manera.

Tabla 47. Autoridad de las adquisiciones

Cargo	Nivel de competencia
Alcalde municipal	La competencia general para disponer la iniciación del trámite para la selección de los contratistas, ordenar la celebración de un contrato, aceptar las propuestas y ofertas comerciales y suscribir los documentos necesarios para el perfeccionamiento de los actos jurídicos en esta materia.
Jefe de tesorería municipal	Tendrá competencia para la contratación por valor hasta de cien (100) SMLMV, quien deberá adelantar los procedimientos señalados en este reglamento.
Jefe de control interno municipal	Tendrá competencia para la revisión y validación de los contratos.
Gerente de proyectos	Definir los requisitos técnicos, legales y financieros para el proceso de selección del oferente, los cuales deberán quedar plasmados en el documento denominado “justificación y estudios previos de la contratación”

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se definen los roles y responsabilidades de los involucrados en el proceso de adquisiciones.

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 128

Tabla 48. Roles y responsabilidades

Participante	Rol/responsabilidad	Actividad*
Sponsor (Alcaldía de Herveo)	Autoriza contratación	A
	Designa presupuesto para la contratación Firma el contrato adjudicado	
Gerente del proyecto	Define especificaciones del requerimiento de la adquisición	E/R/C
	Realiza el referenciamiento de mercado. Elabora la justificación y estudios previos de la contratación.	
Jefe de tesorería municipal de Herveo	Define especificaciones del requerimiento de la adquisición	E/R/C
	Realiza el referenciamiento de mercado. Elabora la justificación y estudios previos de la contratación.	
Jefe de planeación municipal de Herveo	Solicita autorización de la contratación al SPONSOR Legaliza el contrato	A
Comité de contratación	Recomienda la adquisición Aprueba la evaluación Adjudica contrato	R
Profesional de proyecto	Elabora pliego de condiciones Evalúa cumplimiento de condiciones requeridas Presenta a comité de contratación. Informes de seguimiento a la ejecución	E/R

\*E: ejecuta; P: Participa; C: Coordina; R: Revisa; A: Autoriza

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 49 se detallan las documentacion necesaria para llevar el proceso de adquisiciones del presente plan.

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 129

Tabla 49. Criterios de selección de proveedores

Requisito Habilitantes	Definición
Jurídico	<p>Para la presentación como oferente deberá acreditar la siguiente documentación:</p> <p>Copia de la cédula de ciudadanía del representante legal.</p> <p>Copia del Certificado de Existencia y Representación Legal,</p> <p>Copia del Certificado del Registro Mercantil, expedido por la Cámara de Comercio de la jurisdicción o por autoridad competente para ello, expedido con una anterioridad no mayor a un (1) mes a la fecha de cierre de esta Solicitud Privada de Oferta.</p> <p>Copia del Registro Único Tributario (RUT) actualizado, y expedido por la Dirección General de Impuestos Nacionales, donde aparezca claramente el NIT del proponente.</p> <p>Certificado expedido por la Procuraduría General de la Nación de la empresa y del representante legal, el cual podrá consultarse en la página web <a href="http://www.procuraduria.gov.co">www.procuraduria.gov.co</a>.</p> <p>Certificado expedido por la Contraloría General de la Nación de la empresa y del representante legal, el cual podrá consultarse en la página web <a href="http://www.contraloriagen.gov.co">www.contraloriagen.gov.co</a>.</p> <p>Certificado de antecedentes judiciales del representante legal de la empresa el cual puede consultarse en la página web <a href="https://antecedentes.policia.gov.co:7005/WebJudicial/">https://antecedentes.policia.gov.co:7005/WebJudicial/</a>.</p> <p>Certificado del registro nacional de medidas correctivas en el link <a href="https://srvpsi.policia.gov.co/PSC/frm_cnp_consulta.aspx">https://srvpsi.policia.gov.co/PSC/frm_cnp_consulta.aspx</a>, donde conste que a la persona o representante legal no le han sido impuestas multas por infracción del Código de Policía o, si presenta multas, que no hayan transcurrido más de seis (6) meses sin pagarlas.</p> <p>Formato de Certificación de Aportes a Seguridad Social</p>
Técnico	<p>Carta de presentación de la propuesta</p> <p>Formulario de Precios y Cantidades</p>

Fuente: Elaboración propia

Para los servicios contratados mediante licitación, los requisitos incluyen el cumplimiento a los tiempos de presentación de la propuesta, cumplimiento a las especificaciones de los servicios demandados, aceptación de los mecanismos de facturación y pago definidos por el proyecto.

Proveedor	Especificación técnica	Aceptación de condiciones	Prebendas del proveedor	Calificación
-----------	------------------------	---------------------------	-------------------------	--------------

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 130

	(0 – 1, multiplicado por 0,45)	(0 – 1, multiplicado por 0,45)	(0 – 1, multiplicado por 0,1)	0: malo 1: bueno
1				
2				
3				

Figura 27. Factor de evaluación de proveedores

En el caso de presentarse empates por puntuación se seleccionará al proveedor que primero haya cumplido las exigencias.

Se incluye las condiciones con las que será contratado el servicio objetivo de la licitación, para el caso del proyecto se definió que el servicio será contratado por unidad de tiempo de cada equipo contratado, pro cronograma se estableció que sean usados 39 meses de computador portátil por lo cual se solicitara que el proveedor este en capacidad de suministrar este servicio con una o más unidades según cronograma de contratación, de igual forma aplicara para el suministro de la impresora multifuncional.

### **6.8.2 Criterios de contratación, ejecución y control de compras y contratos.**

La estrategia de adquisiciones requeridas para el proyecto es determinar los siguientes elementos para los siguientes procesos de contratación requeridos:

**FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 131**

<b>Código</b>	<b>Tipo de bien o servicio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazo (E)</b>
C1	Computadores portátiles	Alquiler de cinco computadores portátiles para entrega de dotación a los profesionales del proyecto para el desarrollo de los entregables del proyecto.	siete meses
C2	Resmas de papel	Compra de 20 resmas de papel como insumo básico para la impresión de los entregables del proyecto, documentos de consulta y demás que requiera el buen desarrollo del proyecto.	Diez días
C3	Impresora multifuncional	Alquiler de una impresora multifuncional como insumo básico para la impresión de los entregables del proyecto, documentos de consulta y demás que requiera el buen desarrollo del proyecto	Siete meses
C4	Artículos de oficina	Compra de artículos de oficina como insumo básico para desarrollo de los entregables del proyecto.	Diez días
C5	Oficinas dotadas	Espacio físico, asignado por el sponsor para el acomodamiento de los profesionales del proyecto.	Siete meses
C6	Tiquetes para traslados (Herveo-Ibagué)	Compra de tiquetes terrestres para traslado de los profesionales a la ciudad de Ibagué para la presentación, revisión y aprobación de los entregables del proyecto ante Cortolima.	Dos meses
C7	Servicio de hotel en Ibagué (noche)	Servicio de hospedaje para los profesionales del proyecto a la ciudad de Ibagué para la presentación, revisión y aprobación de los entregables del proyecto ante Cortolima.	Dos meses
C8	Servicio de impresión plotter (plano)	Servicio de plotter para la impresión de los planos que hacen parte de los entregables del proyecto.	Treinta días
C9	Revisión y aprobación de estudios de factibilidad	Pago para la revisión y aprobación de los entregables del proyecto, a Cortolima (entidad ambiental del departamento de Tolima)	Dos meses
C10	Servicio de telefonía móvil e internet	Servicio para la comunicación entre los profesionales del proyecto y las entidades para el buen desarrollo del proyecto.	Siete meses

Fuente: Elaboración propia

<b>Criterio</b>	<b>Contrato directo por mínima</b>	<b>Convenios interadministrativos</b>
-----------------	------------------------------------	---------------------------------------

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 132

	<b>cuantía</b>	
Método de entrega	El proveedor realizara la entrega del bien o servicio solicitado, en el lugar y tiempo establecidos en el contratos u orden de compra firmado entre las partes.	El proveedor realizara la entrega del bien o servicio solicitado, en el lugar y tiempo establecidos según la solicitud realizada por el funcionario autorizado y el convenio firmado.
Forma de pago de los contratos	<p>Pagos mensuales durante la ejecución del proyecto, según la cantidad y el valor mensual establecida en el contrato u orden de compra</p> <p>El proveedor seleccionado para realizar el respectivo cobro, el deberá presentar la factura o documento equivalente en la tesorería del municipio de Herveo y deberá anexarse los soportes que aseguren que el servicio o el bien fue recibido a entera satisfacción por el profesional de proyectos y la constancia de pago al Sistema de Seguridad Social Integral y aportes parafiscales del personal empleado para la ejecución del contrato u orden de servicio.</p>	<p>Pagos a treinta días de radicación de la factura, según la solicitud realizada.</p> <p>El proveedor seleccionado para realizar el respectivo cobro, el deberá presentar la factura o documento equivalente en la tesorería del municipio de Herveo y deberá anexarse los soportes que aseguren que el servicio o el bien fue recibido a entera satisfacción por el profesional de proyectos y la constancia de pago al Sistema de Seguridad Social Integral y aportes parafiscales del personal empleado para la ejecución del contrato u orden de servicio.</p>

### **Fases de la adquisición**

Las fases de adquisición de los bienes y servicios están acordes a lo definido en las normas que rigen la materia para el sector público así:

#### **a) Planeación de la adquisición**

Justificación y estudios previos de la contratación: El gerente del proyecto acompañara el proceso de contratación y las partes designadas por la entidad deberán constituir un documento denominado estudios previos de la contratación, el cual debe contemplar:

Tabla 51. Elementos de estudios previos

Ítem	Herramienta de apoyo
La descripción de la necesidad que la entidad pretende satisfacer con la contratación.	Bien o servicio requerido acorde al proyecto - Project chárter
El objeto por contratar.	Definición del objeto y el alcance en términos del manual de contratación-- Project Charter
Especificaciones de bien o servicio a contratar.	EDT
La identificación del tipo de contrato a celebrar.	Contratación directa o convenio
La modalidad de selección del contratista según el manual de contratación.	Solicitud Privada de Oferta de Mínima Cuantía. Convenio interadministrativo
El valor estimado del contrato, luego de adelantar un referenciamiento de mercado que permita calcular el presupuesto de la respectiva contratación, su monto y el de posibles costos asociados.	Estudio de Mercado y sector adelantado por el profesional de proyectos con apoyo del auxiliar de tesorería
La justificación de los factores de selección que permitan identificar la oferta más favorable.	Ver criterios de selección de proveedores
El análisis que sustenta la exigencia de garantías.	Project charter. Definición de pólizas requeridas acorde al objeto

Fuente: Elaboración propia

Solicitud de referenciamiento de precios. Se remite a los proveedores identificados en la solicitud de referenciamiento de precios, especificando los bienes y servicios requeridos.

Posterior a recibir las cotizaciones de los proveedores identificados, se consolida la información en un documento, en el cual se consolida el valor de la oferta y se determina el presupuesto oficial de los bienes y servicios requeridos.

Recomendación del comité de contratación. se presenta el proceso contractual al comité de contratación la información consolidada y el cual deberá contener las firmas correspondientes para iniciar el proceso contractual correspondiente.

### **Selección del contratista**

Listado de proveedores de la entidad, el profesional de proyectos con apoyo del auxiliar de tesorería revisa la lista disponible de proveedores que apliquen a lo establecido en los estudios previos de la contratación.

**Contacto vía correo electrónico**, el profesional de proyectos con apoyo del auxiliar de tesorería envía la invitación a participar a los proveedores seleccionados en el paso anterior y dará una fecha fin de la manifestación de participar de los interesados. De ser un convenio administrativo, se solicitará al proveedor disponibilidad de los servicios.

**Remitir RFI Solicitud de cotizaciones:** El profesional de proyectos solicitará por medio de una RFI a los proveedores que manifestaron su intención de participar y dará una fecha fin la entrega del RFI debidamente diligenciado.

**Informe de evaluación: selección/adjudicación**, el director de proyecto, proceder a evaluar las RFI y criterios habilitantes y de evaluación y se consignan realizara un informe de evaluación y recomendación al comité de contratación

**Recomendación de adjudicar contrato- comité de contratación**, con el informe de evaluación y recomendación, el comité decide si aprueba la contratación. Con este documento debidamente legalizado se inician los trámites de adjudicación con el oferente seleccionado.

#### **b) Ejecución**

**Informes de seguimiento**, los informes de seguimiento se realizan de Manera mensual, por el profesional de proyectos y se radican en el centro de información documental de la entidad.

**Terminación**, informe de terminación y cierre de la actividad contractual Acta de terminación y cierre

#### **Liquidación del contrato**

Diligenciar el formato Acta liquidación mutuo acuerdo

### **6.8.3 Cronograma de compras con la asignación del responsable.**

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 135

Tabla 52. Matriz de adquisiciones

Código	Producto o servicio a adquirir	Código WBS	Presupuesto adquisición	Procedimiento de contratación	Responsable de la compra
C1	Computadores portátiles	1.1 / 1.2 /1.3 /1.4 /1.5 /1.6	\$7,800,000	Acorde a lo establecido en la Ley 1150 de 2007	*tesorería municipal / Auxiliar de tesorería
C2	Resmas de papel	1.1 / 1.2 /1.3 /1.4 /1.5 /1.6	\$ 300,000	Convenio interadministrativo 2018095 Papelería el encanto	*Tesorería municipal / Auxiliar de tesorería /
C3	Impresora multifuncional	1.1 / 1.2 /1.3 /1.4 /1.5 /1.6	\$5,000,000	Acorde a lo establecido en la Ley 1150 de 2007	*tesorería municipal / Auxiliar de tesorería /
C4	Artículos de oficina	1.1 / 1.2 /1.3 /1.4 /1.5 /1.6	\$1,090,000	Convenio interadministrativo 2018095 Papelería el encanto	*tesorería municipal / Auxiliar de tesorería
C5	Oficinas dotadas	1.1 / 1.2 /1.3 /1.4 /1.5 /1.6	\$3,000,000	Se realizará disposición interna de las oficinas propias de la entidad	*Oficina de control interna / jefe de control interno
C6	Tiquetes para traslados	1.5	\$ 600,000	Acorde a lo establecido en la Ley 1150 de 2007	*tesorería municipal / Auxiliar de tesorería
C7	Servicio de hotel en Ibagué (noche)	1.5	\$1,400,000	Convenio 2018155 - Hotel sol de Ibagué	*tesorería municipal / Auxiliar de tesorería
C8	Servicio de impresión plotter	1.5	\$ 800,000	Acorde a lo establecido en la Ley 1150 de 2007	*tesorería municipal / Auxiliar de tesorería /
C9	Revisión y aprobación de estudios de factibilidad	1.5	\$7,500,000	Acorde a lo establecido en la Ley 1150 de 2007	*tesorería municipal / Auxiliar de tesorería
C10	Servicio de telefonía móvil e internet	1.1 / 1.2 /1.3 /1.4 /1.5 /1.6	\$1,200,000	Convenio interadministrativo 2018050 - Claro	*tesorería municipal / Auxiliar de tesorería

Fuente: Elaboración propia

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 136

Tabla 53. Cronograma de adquisiciones

COD IGO	Producto o servicio a adquirir	Proveedores precalificados	Cronograma de adquisiciones	
			Fecha inicio	fecha fin
		*Computecsuministros -		
C1	Computadores portátiles	Manizales	3/09/2018	23/09/2018
		*Compusoftware - Mariquita		
		*Papelería el encanto -Herveo		
C2	Resmas de papel	Proveedor único: Papelería el encanto	3/09/2018	26/04/2019
		*Computecsuministros -		
		Manizales		
C3	Impresora multifuncional	*Compusoftware - Mariquita	3/09/2018	23/09/2018
		*Papelería el encanto -Herveo		
C4	Artículos de oficina	Proveedor único: Papelería el encanto	3/09/2018	26/04/2019
C5	Oficinas dotadas	Proveedor Único: Alcaldía municipal de Herveo	3/09/2018	13/09/2018
C6	Tiquetes para traslados (Herveo-Ibagué-Herveo)	*Cootransruiz *Cootrannorte	25/02/2019	26/04/2019
C7	Servicio de hotel en Ibagué (noche)	Proveedor único: Hotel sol de Ibagué	15/07/2018	13/09/2018
C8	Servicio de impresión plotter (plano)	*Papelería el encanto -Herveo *Impresiones y más - Manizales *Impresión digital - Mariquita	2/12/2018	2/03/2019
C9	Revisión y aprobación de estudios de factibilidad	Proveedor Único: Cortolima	25/02/2019	26/04/2019
C10	Servicio de telefonía móvil e internet	Proveedor Único: Claro	2/12/2018	12/12/2018

Fuente: Elaboración propia

## 6.9 Plan de gestión de interesados

### 6.9.1 Registro de Interesados

Para la identificación de los interesados se utiliza la técnica de análisis de interesados la cual permite identificar los interesados potenciales para el desarrollo del proyecto, determinar su grado de influencia y apoyo que tendrán dentro del proyecto, para esto se utilizan las siguientes matrices.

Tabla 54. Matriz de identificación de interesados.

IDENTIFICACION					CLASIFICACION		
id	Nombre	Título	Localización	Información de contacto	Rol	Nivel de apoyo	Interno / Externo
1	Nondier Arias	Alcalde Municipal	Despacho del alcalde	alcaldia@herveo-tolima.gov.co	Sponsor	Alto	Interno
2	Jesús Arango	Presidente Concejo Municipal	Concejo municipal	concejo@herveo-tolima.gov.co	Interesado	Medio	Externo
3	Hernando Aristizábal	Presidente junta AC vereda el Águila	Junta de acción comunal	313 736 44 85	Interesado	Alto	Externo
4	Adriana Gálvez	Gerente Empo Herveo	Empo Herveo	empoherveo@hotmail.com	Interesado	Medio	Externo
5	Jorge Cardozo	Gerente Cortolima	Cortolima	Direccion.general@cortolima.gov.co	Interesado	Bajo	Externo

Fuente: elaboración propia

### 6.9.2 Matriz de evaluación del involucramiento de Interesados

#### 6.9.2.1 Matriz poder-interés.

La matriz poder -interés permite clasificar a los interesados según el poder que poseen y su grado de interés en el proyecto y sus resultados.

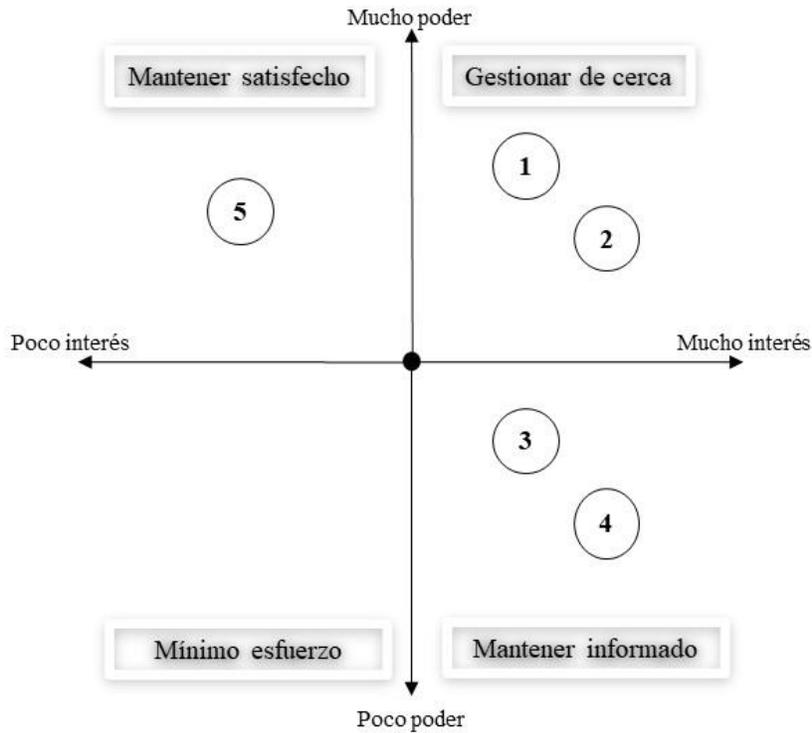


Figura 28. Matriz poder-interés. Fuente: elaboración propia

**6.9.2.2 Matriz poder influencia.**

Esta matriz identifica el nivel de participación de los interesados en el proyecto

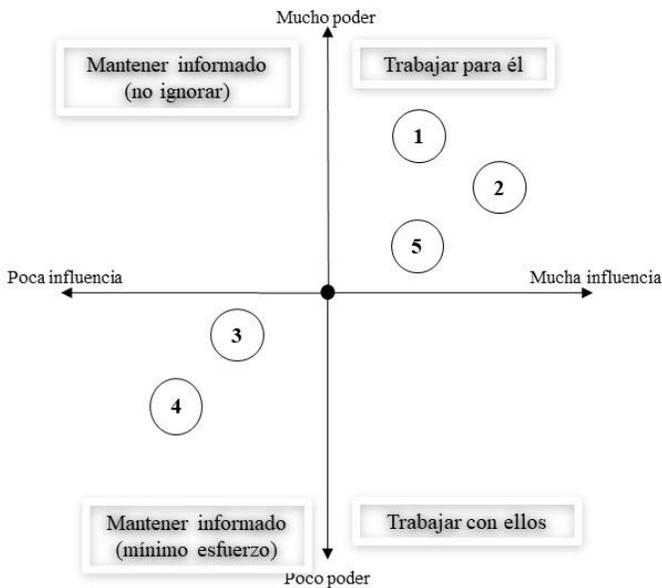


Figura 29. Matriz poder-influencia. Fuente: elaboración propia

**6.9.2.3 Matriz influencia impacto**

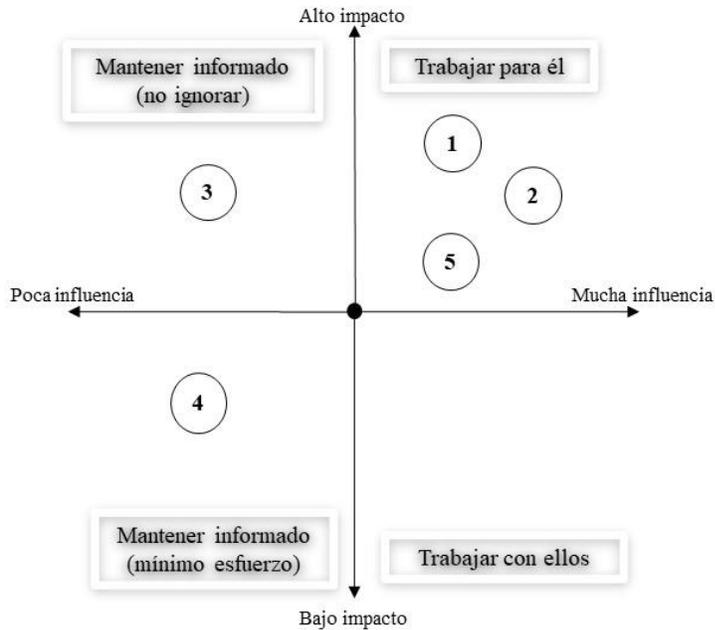


Figura 30. Matriz influencia impacto. Fuente: elaboración propia

**6.9.2.4 Modelo de prominencia**

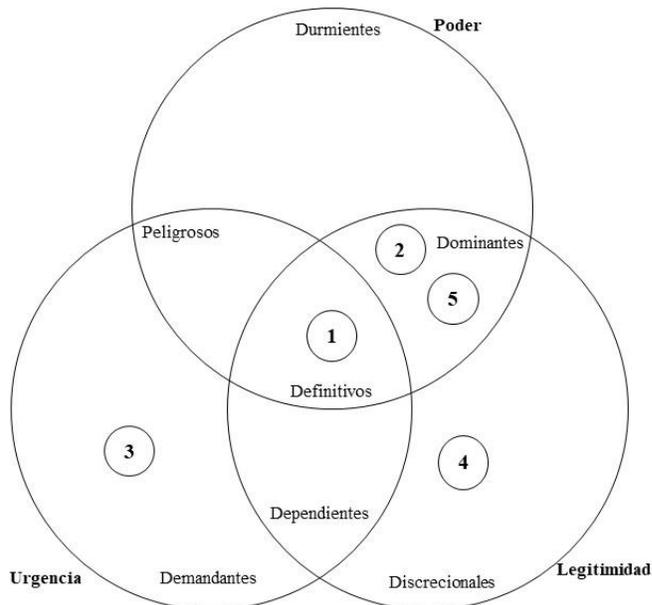


Figura 31. Modelo de prominencia. Fuente: elaboración propia

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 140

Una vez analizada la información del poder, interés, impacto e influencia de cada uno de los interesados del proyecto, se realiza la matriz de registro de los interesados se puede observar en resumen cada uno de estos factores, donde se identifica, evalúa y gestiona a los interesados. El resultado se muestra en la tabla 31.

Tabla 55. Matriz de registro de interesados.

IDENTIFICACION <sup>(1)</sup>				EVALUACION			
id	Nombre	Titulo	Rol	Requisitos principales	Expectativas	Potencial de influencia	Fases de mayor interés
1	Nondier Arias	Alcalde Municipal	Sponsor	Cumplimiento de la normatividad ambiental	Contar con los estudios factibilidad económica, técnica y ambiental para la construcción de la PTAR	Alta	Todas
				Ejecutar el presupuesto asignado	No exceder el presupuesto		
2	Jesús Arango	Presidente Concejo Municipal	Interesado	Entrega de ingeniería básica para la construcción de la PTAR aprobada.	Factibilidad para la construcción de la PTAR	Alta	Cierre
3	Hernando Aristizábal	Presidente junta AC vereda el Águila	Interesado	Estudios de factibilidad ambiental de la PTAR	Tener disponibilidad de fuentes hídricas limpias.	Baja	Ejecución
4	Adriana Gálvez	Gerente Empo Herveo	Interesado	Manual administrativo, operacional, mantenimiento y de laboratorio	Manejo de óptimo de la PTAR	Media	Ejecución
5	Jorge Cardozo	Gerente Cortolima	Interesado	Entrega de estudios de factibilidad económica, técnica y ambiental.	Dar cumplimiento a la normatividad nacional	Alta	Ejecución

**Nota** (1) Para información de contacto y localización ver tabla 30. Matriz de identificación de interesados.

Fuente: elaboración propia

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 141

Tabla 56 (continuación) Matriz de registro de interesados.

IDENTIFICACION <sup>(1)</sup>				CLASIFICACION					
id	Nombre	Titulo	Rol	Interno/ externo	Influencia	Poder	Interés	Tipo de influencia	Clasificación Prominentes
1	Nondier Arias	Alcalde Municipal	Sponsor	Interno	Alto	Alto	Alto	Ascendente	Definitivo
2	Jesús Arango	Presidente Concejo Municipal	Interesado	Externo	Alto	Alto	Alto	Ascendente	Dominante
3	Hernando Aristizábal	Presidente junta AC vereda el Águila	Interesado	Externo	Bajo	Bajo	Alto	Hacia afuera	Demandante
4	Adriana Gálvez	Gerente Empo Herveo	Interesado	Externo	Bajo	Bajo	Alto	Hacia afuera	Discrecional
5	Jorge Cardozo	Gerente Cortolima	Interesado	Externo	Alto	Alto	Bajo	Hacia fuera	Dominante

**Nota** (1) Para información de contacto y localización ver tabla 1. Matriz de identificación de interesados.  
Fuente: elaboración propia

### **6.9.2.5 Matriz de involucramiento de interesados.**

Tabla 57. Matriz de involucramiento de los interesados

Nombre	Desconocedor	Reticente	Neutral	De apoyo	Líder
Nondier Arias					AD
Jesús Arango		A		D	
Hernando Aristizábal			AD		
Adriana Gálvez			A	D	
Jorge Cardozo		A		D	

Nota: A: situación Actual, D: Situación deseable

Fuente: elaboración propia

### 6.9.3 Estrategias para involucrar los interesados

Tabla 58 Matriz de estrategias de involucramiento de interesados.

Nombre	Situación Actual	Razones Situación actual	Situación deseada	Estrategias para alcanzar la situación deseada
Nondier Arias	Líder	Comprometido con el avance del proyecto, gestión facilitadora de recursos.	Líder	Mantener informado del avance del proyecto, entregar informes mensuales y solicitar reunión para explicación socialización de avances
Jesús Arango	Reticente	Conforme a la situación política del municipio, existe una posición sesgada de este interesado hacia todo lo desarrollado por la administración municipal en cabeza del alcalde Nondier Arias, sin embargo, existe una conciencia clara hacia la necesidad de ejecutar el proyecto y los beneficios que este traerá Tiene conciencia sobre la importancia del proyecto y lo que este significará en la medida que este es un paso para asegurar la calidad del agua que los habitantes de la vereda el Águila usan para su sustento.	De apoyo	Solicitar reuniones para socializar las ventajas del proyecto y su impacto positivo en la calidad de vida de la población, la mejora de la calidad de las fuentes hídricas y el beneficio que esto trae a quienes las captan aguas abajo para su sustento.
Hernando Aristizábal	Neutral	Tiene conocimiento del proyecto, pero no tiene injerencia en la formulación del mismo.	Neutral	Solicitar sponsor del proyecto que se coordine una reunión de socialización del proyecto en la vereda el Águila.
Adriana Gálvez	Neutral	Por la naturaleza del proyecto, este no ha sido entregado para revisión de Cortolima, por lo tanto, no hay retroalimentación de esta entidad.	De apoyo	Solicitar al sponsor que se realice una reunión con EmpoHerveo, para mostrar, como afecta la siguiente fase del proyecto el flujo de caja de la esta corporación, ya que en el momento en que se construya la siguiente fase, se evalúa entregar la administración a EmpoHerveo, esta oportunidad de negocio hará que la empresa sea más reticente a la ejecución del proyecto.
Jorge Cardozo	Reticente	Presentar el documento final de formulación del proyecto a Cortolima, este documento debe mostrar la intensión del municipio de Herveo de dar cumplimiento a la normatividad nacional.	De apoyo	

Fuente: elaboración propia

### **Conclusiones**

a) Establecer la viabilidad técnica, ambiental y económica de la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el municipio de Herveo, está enfocado en la materialización del plan de desarrollo establecido por la administración municipal, en la medida que se logren asignar los recursos que le presente proyecto ha definido necesarios para la construcción de una PTAR, se asegurara en un futuro la calidad de las fuentes hídricas del municipio, impactando directamente sobre las estadísticas de salud pública que se ven afacetadas en este momento, por enfermedades de origen bacteriano, las cuales se presentan principalmente en las veredas que captan el agua de las fuentes hídricas para su desarrollo como comunidad.

b) En la actualidad el municipio de Herveo, tiene procesos abiertos por incumplimientos relacionados con el tratamiento de las aguas residuales y la implementación de facilidades que aseguren este proceso, en este sentido los entregables del proyecto formulado, brindan herramientas de gestión que ayudaran a dar cierre de estos procesos, de esta manera el municipio regula el tratamiento de aguas residuales respecto a los requerimientos de la normatividad aplicable, también se estaría dando cumplimiento al Plan de Ordenamiento Territorial aprobado para el municipio, la ejecución de estos planes también estaría aportando herramientas de juicio para que la gestión municipal se exaltada a nivel regional, basados en el fortalecimiento que denota adoptar políticas que aseguren la integridad de las fuentes hídricas.

c) Una vez terminada la formulación del trabajo de grado, fue posible ratificar la guía del PMBOK como una herramienta óptima para la gerencia de proyecto, la estructura brindada por los diferentes procesos que conforman esta guía es aplicable independiente de la naturaleza de los proyectos y su aplicación es un paso en la vía correcta de lograr resultados satisfactorios.

d) Durante el desarrollo de la formulación del plan de gestión del proyecto que se requería para obtener los resultados establecidos para el caso de negocio, fue interesante evidenciar la naturaleza transversal de las áreas del conocimiento definidas por la Guía del PMBOK, la retroalimentación que hay al final de cada gestión hacia los documentos del

proyecto y la mejora continua a la que se está inmerso cuando desarrollamos esta metodología es uno de los productos que se deben potencializar hacia la mejora de los procesos de las organizaciones.

e) Cuando se habla de gerencia de proyectos se define esta como un concepto universal aplicable por profesionales de cualquier disciplina a proyectos que no tienen definida su naturaleza, desde la experiencia obtenida por este grupo de trabajo durante la formulación de trabajo de grado se ratificó este axioma de la gerencia de proyectos y en particular de las practicas incluidas en la Guía del PMBOK

f) Desde el planteamiento del caso de negocio, se presumía que existía racionalidad para el desarrollo del proyecto, partiendo del funcionamiento actual de los vertimientos de aguas residuales del municipio y del conocimiento preliminar de la normatividad nacional; durante el desarrollo de la idea fue posible cuantificar las desviaciones del proceso que esta uso e identificar los requerimientos puntuales de la normatividad nacional aplicable, esto confirmo un amplio margen de desarrollo en el cual el proyecto tiene racionalidad e incluso sentó las bases para posibles casos de negocios en otros municipios que tienen las mismas necesidades de normalizar los vertimientos de aguas residuales.

g) En referencia al desarrollo documental que fue emitido por el grupo de trabajo para formalizar el plan de gestión de proyectos, es importante resaltar como la aplicación de herramientas y concepto, desconocidas hasta el momento y que fueron presentadas en algunos casos por primeras vez por los tutores de cada área del conocimiento, ayudaron a generar elementos de juicio y que se ven reflejados como experiencia y conocimiento tal como consta cada uno de los conceptos que se ha podido encontrar a lo largo de este documento. De estas estas herramientas

h) Cuando se habla de presupuesto y cronograma, se puede pensar inherentemente en Microsoft Project o software Primavera, las cuales son herramientas con muchas capacidades a la hora de planificar el tiempo y los recursos de un proyecto, sin embargo es importante conocer el principio básico de estas herramientas y el hecho de haber tenido la oportunidad de usar conceptos como Diagrama de Gantt y Diagrama de Red, brindaron de primera mano un conocimiento que ayuda a cuantificar las facilidades que presentan estas herramientas informáticas a la hora de definir elementos de un proyecto como línea base, nivelación de

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 145

recursos, visualización de hitos, control de avance entre muchas, para el caso del desarrollo de este proyecto todas estas estas fueron utilizadas cada vez que se presentaban reajustes de tiempo y presupuesto producto de los planes de gestión de tiempo, gestión cronograma, gestión de riesgos, calidad entre otros.

**Referencias**

*Alcaldía de Herveo - Tolima.* (30 de 09 de 2017). Obtenido de <http://www.herveo-tolima.gov.co/>

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. (2010). *Censo*

*General 2005.* Obtenido de

[www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL\\_PDF\\_CG2005/68861T7T000.PDF](http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/68861T7T000.PDF).

MINDESARROLLO. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico* .

MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2004). *Plan de Manejo de Aguas Residuales Municipales en Colombia.* Obtenido de

[www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO ECONOMICO. (2000).

Reglamento tecnico del sector de agua potable y saneamiento basico RAS-2000. En V. Y.

MINISTERIO DE AMBIENTE.

Ortegón, E., Pacheco, J., & Prieto, A. (2005). *Manual Metodología del Marco Lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas.* Obtenido de [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf)

Romero , J. A. (2002). *Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño.* Bogota D.C.: Escuela colombiana de ingeniería.

Romero, J. A. (2006). *Purificación del agua.* Bogota D.C.: Escuela Colombiana de ingeniería.

Ruiz Orjuela , L., & Rada Rosenstand, W. J. (2015). *Estudio de Factibilidad, Construcción y Puesta en Marcha de Pozos Profundos, para el Municipio de la Jagua del Pilar - la Baja Guajira.* Bogota D.C.

ACRR. (s.f.). <http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/LaGestionRAEE.pdf>.

Obtenido de La Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 147

Cabello, F. J. (s.f.). [http://huespedes.cica.es/gimadus/17/03\\_materiales.html](http://huespedes.cica.es/gimadus/17/03_materiales.html). Obtenido de Los Materiales de Construcción y el Medio Ambiente.

DELL. (2018). [https://www.dellemc.com/es-co/pc-lifecycle/index.htm?activity\\_id=1129625&cmp=knc-crd-la-co-crs-emcpor-emcpor-epclc-gt-2-dell-emc-ccg#epclc-co-2-dell-emc](https://www.dellemc.com/es-co/pc-lifecycle/index.htm?activity_id=1129625&cmp=knc-crd-la-co-crs-emcpor-emcpor-epclc-gt-2-dell-emc-ccg#epclc-co-2-dell-emc).

SOSTENIBILIDAD. (2016). <https://www.sostenibilidadp.es/pages/index/que-es-un-raee-2>.

# FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO 148

## **Apéndices**

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

### Apéndice A. Análisis Pestle

Compo nente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	Nivel de incidencia (2)					Describa ¿cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
			Mn	N	I	P	Mp		
Político	Relacione s de poder	Una vez materializada la idea del proyecto, la actual administración municipal comienza a ser parte activa del proyecto como Sponsor de este, en las futuras votaciones para elección de alcaldes, el panorama político favorable al proyecto puede cambiar, si resulta ganador un candidato de otra visión política		X				Conforme a la naturaleza política de Colombia, una vez la administración municipal cambia, se rompe la sinergia de los proyectos que la administración predecesora pudiera tener en fase de planeación, de suceder esto, el proyecto podría ser desechado y retrasarse la ejecución de este.	Como acción del grupo del proyecto para potenciar resultados favorables para el mismo, debe ser el acercamiento con los diferentes partidos políticos, de modo que se pueda mostrar las bondades de la implementación del proyecto y sobre todo el beneficio que este trae para el desarrollo del municipio.
Político	Relacione s de poder	En la estructura democrática de Colombia, hay quienes pueden emitir proyectos y en este caso nuestro Sponsor tiene esta capacidad, pero existen entes como los Concejos Municipales, que son quienes aprueban el uso de los recursos de los municipios. La existencia de malas relaciones entre estos dos actores repercute en el desarrollo del proyecto.	X				El hecho de que el proyecto no tenga concepto de aprobación en el Concejo Municipal de Herveo tendría un impacto tan negativo, que pudiere generar la cancelación de este.	Es importante generar conciencia, sobre el impacto negativo que se está teniendo las fuentes hídricas, del municipio, con el actual modelo de disposición de aguas residuales, una vez las personas que hacen parte de los entes de control, interioricen esto, se pudiera dar el caso de que se sumen como Sponsor del proyecto.	
Económ ico	Infraestructura, cobertura y calidad de los servicios públicos	La infraestructura deficiente en la disposición de aguas residuales es una necesidad que el proyecto está en capacidad de atender.					X	El proyecto cubre la necesidad que el municipio tiene para la disposición de sus aguas residuales, dando cumplimiento a los lineamientos de ley y asegurando la protección de las fuentes hídricas, tan importantes para el desarrollo de la comunidad.	Es importante que la comunidad conozca el producto del proyecto, y los beneficios que tiene su implementación, esto se logra mediante socialización de resultados.
Compo	Factor	Descripción del factor en el	Nivel de incidencia (2)					Describa ¿cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

nente		entorno del proyecto		positivos y disminuiría los negativos?	
Social	Demográfico / número de habitantes	El proyecto está pensado para un crecimiento de la población conforme a las estadísticas del DANE.	X	El hecho que el producto tangible del proyecto, este dimensionado para atender la demanda actual y futura a 20 años, es un indicador favorable. Ya que su ciclo de vida está conforme a las expectativas de crecimiento del municipio.	Una vez sea posible implementar el producto que el proyecto dimensiono, es importante que, mediante la página oficial de la administración, se haga énfasis en los esfuerzos que el municipio ha invertido y en el compromiso que tiene con el cuidado de los recursos naturales.
Tecnológico	Tecnología disponible	Los métodos de construcción de los sistemas propuestos por el proyecto han evolucionado.	X	Le hecho de que existan técnicas que facilitan la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, permite tener opciones al momento de hacer presupuesto y proyecciones de obra.	Hacer un análisis del mercado, permitirá seleccionar la mejor el sistema que más se adecue a las necesidades, del proyecto.
Legal	Legislación en proceso o proyecciones que podrían afectar el proyecto	Los esfuerzos del ministerio de medio ambiente están alineados a la reducción del impacto negativo sobre los recursos naturales.	X	Un criterio general, en los decretos que se han emitido desde el ministerio de medio ambiente, está relacionado con la protección de los recursos naturales, y en este sentido haya marco de sobra para el desarrollo de proyectos con naturaleza similar al que se está evaluando.	Es importan que el grupo del proyecto, este en constante retroalimentación de los decretos que pudieran ser emitido, y que afecten el panorama del proyecto, con el fin de hacer un control y cambios eficiente.
Ambiental	Geología / Capacidad portante	Debido a la geología del área de construcción proyectada para el proyecto, se debe determinar si el área dispuesta cumple con los requerimientos para la implementación del proyecto	X	Una vez realizado el estudio de suelos del área de construcción, podría determinarse que esta no tiene la capacidad portante necesaria, para las estructuras del proyecto.	Determinar el estudio de suelos como una entrada básica para la fase de ingeniería básica, de no ser aceptable las propiedades del terreno, evaluar en la ingeniería, las medidas necesarias para asegurar la confiabilidad del terreno.
Ambiental	Agua / Factores de calidad:	La calidad de las aguas residuales vertida actualmente a las fuentes hídricas, sobre pasa los límites de partículas en suspensión.	X	Conforme a las inspecciones realizadas a la calidad de las aguas residuales vertidas a las fuentes hídricas, se establece un marco de acción en el cual se hace necesaria la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales.	Se debe documentar, los efectos negativos que tiene el actual modelo de disposición y aguas regulares, determinando estadísticas de estos efectos y haciendo proyecciones una vez el proyecto sea implementado.

Nivel de incidencia: Mn: Muy negativo, N: Negativo, I: Indiferente, P: Positivo, Mp: Muy positivo

Fuente: elaboración propia

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

**Apéndice B. Huella de carbono**

Fase de inicio

<b>MATERIA PRIMA 1 - ENERGÍA ELÉCTRICA</b>								
MAQUINA	CANT.	DIAS	TRABAJO (DÍAS)	TRABAJO (HORAS)	FACTOR CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR EMISIÓN (Kg CO2/Kwh)	EMISIÓN (KG CO2)
COMPUTADOR	3	65	195	1560	250	390	0,136	53,04
IMPRESORA (Multifuncional)	1	65	65	520	600	312	0,136	42,43
TELÉFONOS MÓVILES	3	65	195	1560	9,5	14,82	0,136	2,02
ALUMBRADO OFICINA	1	65	65	520	25	13	0,136	1,77
TOTAL								99,26
TOTAL, TON CO2								0,099

<b>MATERIA PRIMA 2 – PAPEL</b>						
MATERIAL	TIEMPO (MESES)	CANT. RESMAS	PESO RESMA (KG)	CONSUMO (KG)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO2/Kg papel)	EMISIÓN (KG CO2)
PAPEL	2	6	2,26	27,12	1,84	49,9008
TOTAL, TON CO2						0,0499008

<b>MATERIA PRIMA 3 – TINTA</b>					
MATERIAL	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS	UNIDADES	UNIDADES TOTALES	TnCO2
TINTA	2	1	46	46	0,046

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

**MATERIA PRIMA 4-COMBUSTIBLE**

VEHICULO	CANT	TRABAJO (DIAS)	FACTOR DE CONSUMO (GAL/DIA)	CONSUMO REAL (GAL)	CONSUMO REAL (LITROS)	FACTOR EMISIÓN (KG CO2/LT)	EMISIÓN (KG CO2)
CAMIONETA	1	5	6	30	112,2	2,272	254,92
TOTAL TON CO2							0,255

Fase ingeniería básica, QA.

**MATERIA PRIMA 1 - ENERGÍA ELÉCTRICA**

MAQUINA	CANT	DIAS	TRABAJO (DÍAS)	TRABAJO (HORAS)	FACTOR CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR EMISIÓN (Kg CO2/Kwh)	EMISIÓN (KG CO2)
COMPUTADOR	6	100	600	4800	250	1200	0,136	163,20
IMPRESORA (Multifuncional)	1	100	100	800	600	480	0,136	65,28
TELÉFONOS MÓVILES	3	100	300	2400	9,5	22,8	0,136	3,10
ALUMBRADO OFICINA	1	100	100	800	25	20	0,136	2,72
TOTAL								234,30
TOTAL, TON CO2								0,234

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

<b>MATERIA PRIMA 2 - COMBUSTIBLE</b>							
VEHICULO	CANT	TRABAJO (DIAS)	FACTOR CONSUMO (GAL/DIA)	CONSUMO REAL (GAL)	CONSUMO REAL (LITROS)	FACTOR DE EMISIÓN (KG CO2/LT)	EMISIÓN (KG CO2)
CAMIONETA	1	5	6	30	112,2	2,272	254,92
TOTAL, TON CO2							0,255

<b>MATERIA PRIMA 3 - TINTA</b>					
MATERIAL	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD DE RESMAS	UNIDADES	UNIDADES TOTALES	TnCO2
TINTA	2	1	46	46	0,046

<b>MATERIA PRIMA 4 - PAPEL</b>						
MATERIAL	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS	PESO RESMA (KG)	CONSUMO (KG)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO2/Kg papel)	EMISIÓN (KG CO2)
PAPEL	2	5	2,26	22,6	1,84	41,584
TOTAL, TON CO2						0,041584

## FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

Fase gestión de proyectos.

<b>MATERIA PRIMA 1 - ENERGÍA ELÉCTRICA</b>								
MAQUINA	CANT	DIAS	TRABAJO (DÍAS)	TRABAJO (HORAS)	FACTOR CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO2/Kwh)	EMISIÓN (KG CO2)
COMPUTADOR	3	30	90	720	250	180	0,136	24,48
IMPRESORA (Multifuncional)	1	30	30	240	600	144	0,136	19,58
TELÉFONOS MÓVILES	3	30	90	720	9,5	6,84	0,136	0,93
ALUMBRADO OFICINA	1	30	30	240	25	6	0,136	0,82
TOTAL								45,81
TOTAL, TON CO2								0,046
<b>MATERIA PRIMA 2 - COMBUSTIBLE</b>								
VEHICULO	CANT	TRABAJO (DIAS)	FACTOR CONSUMO (GAL/DIA)	CONSUMO REAL (GAL)	CONSUMO REAL (LITROS)	FACTOR DE EMISIÓN (KG CO2/LT)	EMISIÓN (KG CO2)	
CAMIONETA	1	2	6	12	44,88	2,272	101,97	
TOTAL, TON CO2							0,102	
<b>MATERIA PRIMA 3 - TINTA</b>								
MATERIAL	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD DE RESMAS		UNIDADES		UNIDADES TOTALES	TnCO2	
TINTA	2	1		46		46	0,046	
<b>MATERIA PRIMA 4 – PAPEL</b>								
MATERIAL	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS	PESO RESMA (KG)	CONSUMO (KG)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO2/Kg papel)	EMISIÓN (KG CO2)		
PAPEL	2	2	2,26	9,04	1,84	16,6336		
TOTAL, TON CO2						0,0166336		

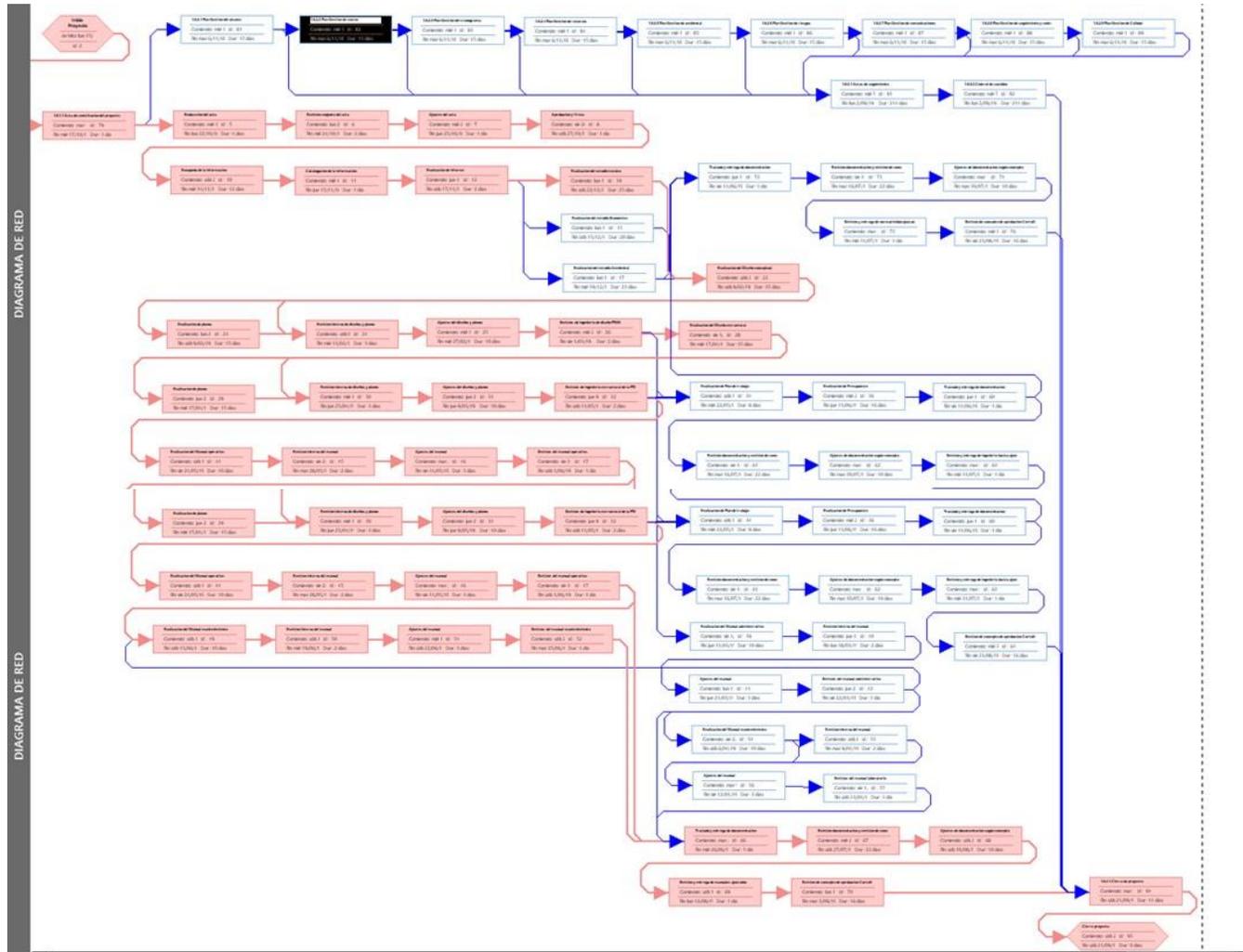
FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

Apéndice C. Flujo de caja del proyecto

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Personal (honorarios)		-5,800,000	-7,000,000	12,000,000	12,000,000	-12,000,000	12,000,000	12,000,000	-7,000,000	7,000,000	5,800,000
Comunicación		-50,000	- 50,000	- 50,000	- 50,000	- 50,000	- 50,000	-50,000	-50,000	- 50,000	-50,000
Papelería		-60,000	- 60,000	- 80,000	- 80,000	- 80,000	- 80,000	- 80,000	- 80,000	- 80,000	- 60,000
Equipos (alquiler)		- 340,000	- 460,000	- 700,000	- 700,000	- 700,000	- 700,000	- 700,000	- 460,000	- 460,000	- 340,000
Traslados		0	- 300,000	- 600,000	- 600,000	- 600,000	- 600,000	- 600,000	- 900,000	- 900,000	0
Utilidad neta		-6,250,000	-7,870,000	13,430,000	13,430,000	-13,430,000	13,430,000	13,430,000	-8,490,000	8,490,000	6,250,000
Capital de trabajo	104,500,000										
Flujo de proyecto	104,500,000	98,250,000	90,380,000	76,950,000	63,520,000	50,090,000	36,660,000	23,230,000	14,740,000	6,250,000	\$ 0

# FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

## Apéndice D. Diagrama de red



FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

**Apéndice E. Diccionario de la EDT**

**Diccionarios de la EDT del inicio del proyecto.**

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.1	1.1	20/07/2018	Director de Proy
<b>Descripción:</b> Inicio			
<b>Criterio de aceptación:</b>			
<b>Entregables:</b> Acta de cooperación firmada Análisis de información de demanda del proyecto.			
<b>Supuestos:</b> El proyecto tendrá el apoyo de los interesados y el sponsor.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP / IAU			
<b>Duración:</b> 3 semanas			
<b>Hitos:</b> Firma acta de cooperación			
<b>Costo:</b> \$ 5'095,833			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.1.1	1.1	20/07/2018	Director de Proy
<b>Descripción:</b> Acta de cooperación			
<b>Criterio de aceptación:</b> Acta firmada por el sponsor (alcalde municipal) y el director de proyecto delimitando el alcance, los entregables y las necesidades del proyecto			
<b>Entregables:</b> Acta de cooperación firmada			
<b>Supuestos:</b> Las exigencias de la normativa nacional no cambiaran durante el desarrollo del proyecto			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 1 semana			
<b>Hitos:</b> Firma acta de cooperación			
<b>Costo:</b> \$ 1'796.000			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.1.2	1.1	20/07/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Información recolectada.			
<b>Criterio de aceptación:</b> La información debe ser especifica detallando la demanda de la ejecución del proyecto.			
<b>Entregables:</b> Catalogación de la información, informe sobre la ubicación y uso de la información recolectada			
<b>Supuestos:</b> La información disponible se encuentra en las instalaciones de la alcaldía			
<b>Recursos asignados:</b> PP / IAU			
<b>Duración:</b> 2 semanas			
<b>Hitos:</b> Firma acta de cooperación			
<b>Costo:</b> \$ 3'299,833			
<b>Firma del director:</b>			

**Diccionarios de la EDT de estudio de factibilidad.**

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.2	1.2	20/07/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Estudios de factibilidad			
<b>Criterio de aceptación:</b> Todos los estudios son favorables para el desarrollo del proyecto.			
<b>Entregables:</b> Factibilidad económica Factibilidad técnica Factibilidad ambiental			
<b>Supuestos:</b> Los estudios son ser entregados de acuerdo con el cronograma.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP / IC / IA / IAU			
<b>Duración:</b> 4 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de estudios de factibilidad			
<b>Costo:</b> \$ 17'180.500			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.2.1	1.2	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Estudio económico			
<b>Criterio de aceptación:</b> Análisis de la viabilidad económica de la construcción de la PTAR para el municipio de Herveo en cumplimiento de la normatividad vigente			
<b>Entregables:</b> Estudio de factibilidad económica			
<b>Supuestos:</b> Los estudios pueden ser entregados de acuerdo con el cronograma.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 3 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de estudios de factibilidad			
<b>Costo:</b> \$ 4'943.500			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.2.2	1.2	20/08/2018	Ing. Ambiental
<b>Descripción:</b> Estudio Ambiental			
<b>Criterio de aceptación:</b> Análisis de la viabilidad ambiental de la construcción de la PTAR para el municipio de Herveo en cumplimiento de la normatividad vigente			
<b>Entregables:</b> Estudio de factibilidad ambiental			
<b>Supuestos:</b> Los estudios pueden ser entregados de acuerdo con el cronograma.			
<b>Recursos asignados:</b> IA / IAU / PP			
<b>Duración:</b> 3 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de estudios de factibilidad			
<b>Costo:</b> \$ 5'844.000			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.2.3	1.2	20/08/2018	Ing. civil
<b>Descripción:</b> Estudio técnico			
<b>Criterio de aceptación:</b> Análisis de la viabilidad técnica de la construcción de la PTAR para el municipio de Herveo en cumplimiento de la normatividad vigente			
<b>Entregables:</b> Estudio de factibilidad técnica			
<b>Supuestos:</b> Los estudios pueden ser entregados de acuerdo con el cronograma.			
<b>Recursos asignados:</b> IC / IAU / PP			
<b>Duración:</b> 4 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de estudios de factibilidad			
<b>Costo:</b> \$ 6'393.000			
<b>Firma del director:</b>			

**Diccionarios de la EDT de ingeniería básica.**

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.3	1.2	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Ingeniería básica			
<b>Criterio de aceptación:</b> La ingeniería básica cumple con los requerimientos de la normatividad nacional y el alcance del proyecto.			
<b>Entregables:</b> Ingeniería básica			
<b>Supuestos:</b> Los diseños serán aprobados por el sponsor.			
<b>Recursos asignados:</b> IC / IAU / PP / DP			
<b>Duración:</b> 17 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de ingeniería Básica			
<b>Costo:</b> \$ 42'728.722			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.3.1	1.2	20/08/2018	Ing. Ambiental
<b>Descripción:</b> Diseño de PTAR			
<b>Criterio de aceptación:</b> Diseño en cumplimiento de la normatividad vigente, metodología de diseño reconocida y aceptada en la rama de la especialidad			
<b>Entregables:</b> Diagrama de procesos de la PTAR. Memorias de calculo Documentación del proceso de diseño Esquema del dimensionamiento de la PTAR			
<b>Supuestos:</b> Los diseños serán aprobados por el sponsor.			
<b>Recursos asignados:</b> IC /IA/ IAUX / PR			
<b>Duración:</b> 7 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de ingeniería Básica			
<b>Costo:</b> \$ 19'014.556			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.3.2	1.2	20/08/2018	Ing. Civil
<b>Descripción:</b> Diseño estructural			
<b>Criterio de aceptación:</b> Diseño en cumplimiento de la normatividad vigente, metodología de diseño reconocida y aceptada en la rama de la especialidad			
<b>Entregables:</b> Memorias de calculo Documentación del proceso de diseño Planos estructurales generales			
<b>Supuestos:</b> Los diseños serán aprobados por el sponsor.			
<b>Recursos asignados:</b> IC / IAUX / PR			
<b>Duración:</b> 7 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de ingeniería Básica			
<b>Costo:</b> \$ 17'402.167			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.3.3	1.2	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> PDT de construcción			
<b>Criterio de aceptación:</b> El PDT tendrá el nivel de detalle oportuno para poder hacer seguimiento y control de la construcción.			
<b>Entregables:</b> Plan de trabajo para la construcción de la PTAR			
<b>Supuestos:</b> El PDT estará de acuerdo con las expectativas del sponsor.			
<b>Recursos asignados:</b> PP / IAUX			
<b>Duración:</b> 1 semana			
<b>Hitos:</b> Entrega de ingeniería básica			
<b>Costo:</b> \$ 1'596.000			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.3.4	1.2	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Presupuesto de construcción			
<b>Criterio de aceptación:</b> El presupuesto incluirá el costo de todas las actividades necesarias para la construcción y puesta en servicio de la PTAR.			
<b>Entregables:</b> Presupuesto para la construcción de la PTAR.			
<b>Supuestos:</b> El presupuesto del proyecto cumple con las expectativas del sponsor.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP / IAUX			
<b>Duración:</b> 2 semana			
<b>Hitos:</b> Entrega de ingeniería básica			
<b>Costo:</b> 4'716.000			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

**Diccionarios de la EDT de manual de operación y mantenimiento.**

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.4	1.2	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Manual de operación & mantenimiento			
<b>Criterio de aceptación:</b> Los manuales de operación & mantenimiento deben incluir las actividades necesarias para asegurar la integridad de la PTAR.			
<b>Entregables:</b> Manual administrativo. Manual de operación. Manual de mantenimiento. Manual de laboratorio.			
<b>Supuestos:</b> La normatividad no cambiara durante la ejecución del proyecto.			
<b>Recursos asignados:</b> IC / IA / IAUX / PP			
<b>Duración:</b> 11 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de manuales de operación y mantenimiento			
<b>Costo:</b> 16'655.000			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.4.1	1.2	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Manual administrativo			
<b>Criterio de aceptación:</b> El manual administrativo incluye los tópicos necesarios para asegurar la operación de la PTAR.			
<b>Entregables:</b> Manual administrativo.			
<b>Supuestos:</b> La ingeniería básica se entregará a tiempo para iniciar la formulación los manuales.			
<b>Recursos asignados:</b> IA / IAUX / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de manuales de operación y mantenimiento			
<b>Costo:</b> \$ 4'310.000			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.4.2	1.2	20/08/2018	Ing. ambiental
<b>Descripción:</b> Manual operativo			
<b>Criterio de aceptación:</b> El manual operativo incluye los tópicos necesarios para asegurar la operación de la PTAR.			
<b>Entregables:</b> manual operativo			
<b>Supuestos:</b> La normatividad no cambiara durante la ejecución del proyecto.			
<b>Recursos asignados:</b> IA / IAU			
<b>Duración:</b> 2 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de manuales de operación de la PTAR			
<b>Costo:</b> \$ 3'750.000			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.4.3	1.2	20/08/2018	Ing. civil
<b>Descripción:</b> Manual de mantenimiento			
<b>Criterio de aceptación:</b> El manual de mantenimiento incluye los tópicos necesarios para asegurar la integridad de la PTAR.			
<b>Entregables:</b> manual de mantenimiento			
<b>Supuestos:</b> La normatividad no cambiara durante la ejecución del proyecto.			
<b>Recursos asignados:</b> IC / IA /IAU			
<b>Duración:</b> 2 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de manuales de mantenimiento de la PTAR			
<b>Costo:</b> \$ 4'095.000			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.4.4	1.2	20/08/2018	Ing. ambiental
<b>Descripción:</b> Manual de laboratorio			
<b>Criterio de aceptación:</b> La tasa de muestreo identificada en el manual asegura la calidad del agua vertida a la fuente hídrica.			
<b>Entregables:</b> manual de laboratorio			
<b>Supuestos:</b> La normatividad no cambiara durante la ejecución del proyecto.			
<b>Recursos asignados:</b> IC / IA /IAU			
<b>Duración:</b> 2 semanas			
<b>Hitos:</b> Entrega de manuales del laboratorio de la PTAR			
<b>Costo:</b> \$ 4'500.000			
<b>Firma del director:</b>			

**Diccionarios de la EDT de revisión QA.**

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.5	1.1	20/08/2018	Director de proy.
<b>Descripción:</b> Revisión QA			
<b>Criterio de aceptación:</b> validar el alcance y el estado de ejecución del proyecto con el concepto de aprobación de Cortolima.			
<b>Entregables:</b> Retro alimentación al plan para la dirección de proyectos. Solitudes de control de cambios.			
<b>Supuestos:</b> La normatividad no cambiara durante la ejecución del proyecto.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 8 semanas.			
<b>Hitos:</b> Aprobación de estudios, ingeniería y manuales.			
<b>Costo:</b> \$ 19'542.200			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.5.1	1.2	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Aprobación ingeniería básica			
<b>Criterio de aceptación:</b> La ingeniería básica cumple con los requerimientos de la normatividad nacional.			
<b>Entregables:</b> Aprobación de la ingeniería básica.			
<b>Supuestos:</b> La normatividad no cambiara durante la ejecución del proyecto.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 7 semanas.			
<b>Hitos:</b> Aprobación de estudios, ingeniería y manuales.			
<b>Costo:</b> \$ 6´681.400			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.5.2	1.2	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Aprobación de manual			
<b>Criterio de aceptación:</b> Los manuales de operación & mantenimiento aseguran la operación e integridad de la PTAR.			
<b>Entregables:</b> Manuales de operación y mantenimiento aprobados.			
<b>Supuestos:</b> Los manuales serán aprobados de acuerdo con el cronograma.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 7 semanas.			
<b>Hitos:</b> Aprobación de estudios, ingeniería y manuales.			
<b>Costo:</b> \$ 6´575.400			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.5.3	1.2	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Normatividad ambiental revisada			
<b>Criterio de aceptación:</b> Todos los entregables del proyecto cumplen con los requerimientos de la normatividad nacional.			
<b>Entregables:</b> Aprobación de todos los entregables.			
<b>Supuestos:</b> La normatividad no cambiara durante la ejecución del proyecto.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 7 semanas			
<b>Hitos:</b> Aprobación de estudios, ingeniería y manuales.			
<b>Costo:</b> \$ 6'285.400			
<b>Firma del director:</b>			

**Diccionarios de la EDT de gerencia de proyectos.**

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6	1.1	20/08/2018	Gerente de proy.
<b>Descripción:</b> Gerencia de proyectos			
<b>Criterio de aceptación:</b> Se tendrá definido un plan para la dirección del proyecto alineado a las necesidades del proyecto.			
<b>Entregables:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 32 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto			
<b>Costo:</b> \$ 8'799.600			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.1	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Inicio			
<b>Criterio de aceptación:</b> El plan para la dirección de proyectos abarca todos los requerimientos para la ejecución del proyecto.			
<b>Entregables:</b> Plan para la dirección de proyectos			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 1 semana.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 290.300			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.1.1	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Acta de constitución del proyecto.			
<b>Criterio de aceptación:</b> Está definido el alcance, cronograma y costo del proyecto, así como la estructura organizacional del proyecto.			
<b>Entregables:</b> Acta de constitución del proyecto.			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse dentro de las restricciones de alcance, cronograma y tiempo.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 1 semana.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 290.300			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.2	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Planeación			
<b>Criterio de aceptación:</b> El alcance está definido, así como los diferentes planes de gestión de las áreas del conocimiento que ayudaran a lograr los objetivos del proyecto.			
<b>Entregables:</b> Plan de gestión de alcance / Plan de gestión de costos Plan de gestión de cronograma / Plan de gestión de recursos / Plan de gestión ambiental / Plan de gestión de riesgos / Plan de gestión de comunicaciones / Plan de gestión de seguimiento & control / Plan de gestión de calidad			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 3'163.500			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.2.1	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Plan de gestión de alcance			
<b>Criterio de aceptación:</b> El alcance está definido.			
<b>Entregables:</b> Plan de gestión de alcance			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 351.500			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.2.2	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Plan de gestión de costos			
<b>Criterio de aceptación:</b> Los costos del proyecto están definidos.			
<b>Entregables:</b> Plan de gestión de costo.			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 351.500			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.2.3	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Plan de gestión de cronograma			
<b>Criterio de aceptación:</b> Los tiempos de ejecución del proyecto están definidos.			
<b>Entregables:</b> Plan de gestión de cronograma			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 351.500			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.2.4	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Plan de gestión de recursos			
<b>Criterio de aceptación:</b> Los recursos humanos y materiales del proyecto están definidos.			
<b>Entregables:</b> Plan de gestión de recursos			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 351.500			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.2.5	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Plan de gestión ambiental			
<b>Criterio de aceptación:</b> Están establecidos los indicadores de gestión ambiental que el proyecto debe alcanzar			
<b>Entregables:</b> Plan de gestión ambiental			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 351.500			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.2.6	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Plan de gestión de riesgos			
<b>Criterio de aceptación:</b> Están establecidos los indicadores de riesgos que se pueden materializar durante la ejecución del proyecto, así como los mecanismos de control y acción			
<b>Entregables:</b> Plan de gestión de riesgos			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 351.500			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.2.7	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Plan de gestión de comunicaciones			
<b>Criterio de aceptación:</b> La matriz de comunicaciones del proyecto está definida			
<b>Entregables:</b> Plan de gestión de comunicaciones.			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 351.500			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.2.8	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Plan de gestión seguimiento & control			
<b>Criterio de aceptación:</b> Los indicadores de seguimiento y control están definidos, así como los umbrales de estos			
<b>Entregables:</b> Plan de gestión de seguimiento & control.			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 351.500			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.2.9	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Plan de gestión calidad			
<b>Criterio de aceptación:</b> El plan de calidad tiene los lineamientos necesarios para la entrega aceptable de los productos. Están definidos los mecanismos de control de calidad.			
<b>Entregables:</b> Plan de gestión calidad.			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 351.500			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.3	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Monitoreo y control			
<b>Criterio de aceptación:</b> Están definidos el periodo y los indicadores de evaluación del proyecto Están definido los mecanismos de control de cambios del proyecto			
<b>Entregables:</b> Actas de seguimiento Control de cambios			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 1.703.300			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.3.1	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Acta de seguimiento			
<b>Criterio de aceptación:</b> Los indicadores de evaluación del proyecto respecto a cronograma y recursos están siendo presentados			
<b>Entregables:</b> Actas de seguimiento			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 28 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 851.650			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.3.2	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Control de cambios			
<b>Criterio de aceptación:</b> La evaluación de control de cambios se ha realizado de manera transversal a todas las áreas del conocimiento que interactúan en el proyecto.  El documento de control de cambios cumple con los estándares de calidad aprobados para el proyecto			
<b>Entregables:</b> Actas de seguimiento			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 28 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 851.650			
<b>Firma del director:</b>			

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.4	1.1	20/08/2018	Prof. proyectos
<b>Descripción:</b> Cierre			
<b>Criterio de aceptación:</b> Están firmadas las actas de entrega del proyecto  Las lecciones aprendidas del proyecto están documentadas			
<b>Entregables:</b> Actas de cierre  Informe de Lecciones aprendidas			
<b>Supuestos:</b> El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.			
<b>Recursos asignados:</b> DP / PP			
<b>Duración:</b> 2 semanas.			
<b>Hitos:</b> Plan para la dirección del proyecto.			
<b>Costo:</b> \$ 3.642.500			
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

ID #	Cuenta de control #	Última actualización	Responsable
1.6.4.1	1.1	20/08/2018	Director de proy.
<b>Descripción:</b>	Cierre del proyecto		
<b>Criterio de aceptación:</b>	Están firmadas las actas de entrega del proyecto Las lecciones aprendidas del proyecto están documentadas		
<b>Entregables:</b>	Actas de cierre Informe de Lecciones aprendidas		
<b>Supuestos:</b>	El proyecto puede ejecutarse en 10 meses.		
<b>Recursos asignados:</b>	DP / PP		
<b>Duración:</b>	2 semanas.		
<b>Hitos:</b>	Plan para la dirección del proyecto.		
<b>Costo:</b>	\$ 3.642.500		
<b>Firma del director:</b>			

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

Apéndice F. Técnica de valor ganado

Información de Entrada

Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Costo	Duración	Costos acumulados	costos real acumulados	Duración real por actividad	Costo real por actividad	costos acumulados
1.1.1 Acta de cooperación	jue 15/02/18	mar 27/02/18	\$ 5,092,000	8 días	\$ 5,092,000	\$ 5,346,600	9	\$ 5,346,600	\$ 5,346,600
1.1.2 Recolección de información	mié 28/02/18	mié 28/03/18	\$ 4,948,000	17 días	\$ 10,040,000	\$ 10,294,600	17	\$ 4,948,000	\$ 10,294,600
1.2.1 Estudio económico	mié 28/03/18	mié 25/04/18	\$ 7,888,000	16 días	\$ 17,928,000	\$ 18,024,840	15	\$ 7,730,240	\$ 18,024,840
1.2.2 Estudio ambiental	mié 28/03/18	jue 26/04/18	\$ 5,866,000	17 días	\$ 23,794,000	\$ 24,477,440	20	\$ 6,452,600	\$ 24,477,440
1.2.3 Estudio técnico	mié 28/03/18	lun 7/05/18	\$ 7,054,000	23 días	\$ 30,848,000	\$ 31,531,440	24	\$ 7,054,000	\$ 31,531,440
1.3.1 Diseño de PTAR	mar 8/05/18	mié 15/08/18	\$11,484,000	58 días	\$ 42,332,000	\$ 43,934,160	60	\$ 12,402,720	\$ 43,934,160
1.3.2 Diseño estructural	mié 15/08/18	mar 6/11/18	\$ 9,900,000	50 días	\$ 52,232,000	\$ 53,438,160	48	\$ 9,504,000	\$ 53,438,160
1.3.3 PDT de construcción	mar 6/11/18	mar 20/11/18	\$ 2,304,000	8 días	\$ 54,536,000	\$ 56,202,960	10	\$ 2,764,800	\$ 56,202,960
1.3.4 Presupuesto de construcción	mar 20/11/18	vie 14/12/18	\$ 4,608,000	16 días	\$ 59,144,000	\$ 60,810,960	16	\$ 4,608,000	\$ 60,810,960
1.4.1 Manual administrativo	mié 15/08/18	mar 11/09/18	\$ 4,032,000	16 días	\$ 63,176,000	\$ 64,842,960	16	\$ 4,032,000	\$ 64,842,960
1.4.2 Manual operativo	mar 6/11/18	lun 3/12/18	\$ 5,472,000	16 días	\$ 68,648,000	\$ 70,314,960	16	\$ 5,472,000	\$ 70,314,960
1.4.3 Manual de mantenimiento	lun 3/12/18	lun 31/12/18	\$ 5,814,000	17 días	\$ 74,462,000	\$ 76,187,100	18	\$ 5,872,140	\$ 76,187,100
1.4.4 Manual de laboratorio	mié 15/08/18	mié 12/09/18	\$ 3,366,000	17 días	\$ 77,828,000	\$ 79,586,760	18	\$ 3,399,660	\$ 79,586,760
1.5.1 Aprobación ingeniería básica	vie 14/12/18	vie 11/01/19	\$ 3,060,000	17 días	\$ 80,888,000	\$ 82,677,360	9	\$ 3,090,600	\$ 82,677,360

FACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PTAR HERVEO

**Información de Salida**

Nombre de tarea	PV	EV	AC	SV	CV	SPI	CPI	EAC	EAC	EAC	TCPI
1.1.1 Acta de cooperación	\$ 5,092,000	\$ 5,092,000	\$5,346,600	\$ 0	-\$ 254,600	1.00	0.95	\$ 104,445,400	\$ 109,400,340	\$ 109,400,340	1.003
1.1.2 Recolección de información	\$ 4,948,000	\$ 4,948,000	\$4,948,000	\$ 0	\$ 0	1.00	1.00	\$ 104,190,800	\$ 104,190,800	\$ 104,190,800	1.000
1.2.1 Estudio económico	\$ 7,888,000	\$ 7,888,000	\$7,730,240	\$ 0	\$ 157,760	1.00	1.02	\$ 104,033,040	\$ 102,106,984	\$ 102,106,984	0.998
1.2.2 Estudio ambiental	\$ 5,866,000	\$ 5,866,000	\$6,452,600	\$ 0	-\$ 586,600	1.00	0.91	\$ 104,777,400	\$ 114,609,880	\$ 114,609,880	1.006
1.2.3 Estudio técnico	\$ 7,054,000	\$ 7,054,000	\$7,054,000	\$ 0	\$ 0	1.00	1.00	\$ 104,190,800	\$ 104,190,800	\$ 104,190,800	1.000
1.3.1 Diseño de PTAR	\$ 11,484,000	\$ 11,484,000	\$ 12,402,720	\$ 0	-\$ 918,720	1.00	0.93	\$ 105,109,520	\$ 112,526,064	\$ 112,526,064	1.010
1.3.2 Diseño estructural	\$ 9,900,000	\$ 9,900,000	\$ 9,504,000	\$ 0	\$ 396,000	1.00	1.04	\$ 103,794,800	\$ 100,023,168	\$ 100,023,168	0.996
1.3.3 PDT de construcción	\$ 2,304,000	\$ 2,304,000	\$ 2,764,800	\$ 0	-\$ 460,800	1.00	0.83	\$ 104,651,600	\$ 125,028,960	\$ 125,028,960	1.005
1.3.4 Presupuesto de construcción	\$ 4,608,000	\$ 4,608,000	\$ 4,608,000	\$ 0	\$ 0	1.00	1.00	\$ 104,190,800	\$ 104,190,800	\$ 104,190,800	1.000
1.4.1 Manual administrativo	\$ 4,032,000	\$ 4,032,000	\$ 4,032,000	\$ 0	\$ 0	1.00	1.00	\$ 104,190,800	\$ 104,190,800	\$ 104,190,800	1.000
1.4.2 Manual operativo	\$ 5,472,000	\$ 5,198,400	\$ 5,472,000	-\$ 273,600	-\$ 273,600	0.95	0.95	\$ 104,464,400	\$ 109,674,526	\$ 115,158,870	1.003
1.4.3 Manual de mantenimiento	\$ 5,232,600	\$ 4,447,710	\$ 5,872,140	-\$ 784,890	-\$ 1,424,430	0.85	0.76	\$ 105,615,230	\$ 137,559,095	\$ 160,797,970	1.014
1.4.4 Manual de laboratorio	\$ 3,433,320	\$ 2,746,656	\$ 3,399,660	-\$ 686,664	-\$ 653,004	0.80	0.81	\$ 104,843,804	\$ 128,961,652	\$ 160,352,150	1.006
1.5.1 Aprobación ingeniería básica	\$ 2,754,000	\$ 1,377,000	\$ 3,090,600	-\$ 1,377,000	-\$ 1,713,600	0.50	0.45	\$ 105,904,400	\$ 233,850,462	\$ 464,610,324	1.017