

CONSTRUCCIÓN DE LA CARRERA 5 ENTRE CALLES 15 Y VILLA OLÍMPICA,
FACATATIVÁ

LUIS HERNANDO JOYA JOYA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ D.C. - 2021

CONSTRUCCIÓN DE LA CARRERA 5 ENTRE CALLES 15 Y VILLA OLÍMPICA,
FACATATIVÁ

LUIS HERNANDO JOYA JOYA

Proyecto de grado para obtener el título de Magister en Gerencia de Proyectos

Asesor: Ing. MSc. Esp. DIANA PATRICIA GARCÍA OCAMPO, PMP®

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ D.C. - 2021

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, marzo de 2021

Agradecimientos

Gracias a la Ingeniera Diana Patricia García Ocampo por haber guiado este trabajo de grado con un esfuerzo incommensurable y una dedicación franca y absoluta. Sus valiosos y oportunos consejos, su disposición permanente y su actitud y voluntad para que cada parte del documento fuera realizado con el mayor cuidado y consagración, fueron elementos claves en este ejercicio de conocimiento.

Gracias a la Universidad Piloto de Colombia, a sus directivas y funcionarios por posibilitar que el proceso de enseñanza en este tiempo de COVID 19 no fuera truncado, su tesón al hacer posible que las clases continuaran, permitió que el momento aciago de la pandemia también fuera un momento esperanzador.

Gracias a todos los profesores de cátedra de la Maestría en Gerencia de Proyectos por transmitir su valioso conocimiento y por enseñarnos que siempre es bueno aprender.

Gracias a mi esposa Paula Eliana por su constante apoyo, paciencia y comprensión y a mis hijos Juan Andrés y Juan David por transmitirme la alegría y energía necesaria para hacer todas las cosas.

Dedicatorias

*“A **Jehová**, quien hace que todo se pueda hacer”*

*“A mi amada esposa Paula Eliana y a mis amados hijos Juan
Andrés y Juan David, quienes en conjunto son mi vida, el
orgullo, la inspiración y la alegría de mi ser”*

Luis Hernando Joya Joya

Tabla de contenido

	pág.
Agradecimientos.....	iv
Dedicatorias v	
Tabla de contenido	vi
Lista de Figuras	xvi
Lista de tablas.....	xix
Resumen.....	xxiv
Abstract.....	xxv
Introducción.....	xxvi
Objetivos del Proyecto	xxviii
Objetivo general	xxviii
Objetivos específicos	xxviii
1 Planteamiento Inicial del Proyecto	29
1.1 Antecedentes.....	29
1.1.1 Antecedentes del problema, necesidad u oportunidad.	29
1.1.2 Descripción del problema - Árbol de problemas.	31
1.1.3 Árbol de Objetivos.	32
1.1.3.1 Árbol de Acciones.....	33
1.1.4 Matriz de marco lógico.	34
1.1.4.1 Estructura Analítica del Proyecto (EAP).	34

1.1.4.2	Matriz de Marco Lógico.	35
1.2	Descripción de la Organización Fuente del Problema o Necesidad Oportunidad o Expectativa	39
1.2.1	Descripción general – Marco histórico de la organización.	39
1.2.2	Direccionamiento estratégico de la organización.....	39
1.2.2.1	Objetivos estratégicos de la organización. (Alcaldía de Facatativá, 2020).	40
1.2.2.2	Políticas institucionales. (Alcaldía de Facatativá, 2020).	40
1.2.2.3	Misión, visión y valores (Alcaldía de Facatativá, 2020).	41
1.2.2.3.1	Misión.	41
1.2.2.3.2	Visión.....	41
1.2.2.3.3	Valores.	41
1.2.2.4	Mapa estratégico.	43
1.2.3	Estructura organizacional.....	44
1.3	Caso de Negocio (Business Case)	45
1.3.1	Descripción de alternativas.	45
1.3.2	Criterios de selección de alternativas.	45
1.3.3	Análisis de alternativas.....	46
1.3.4	Selección de Alternativa.....	49
1.3.5	Justificación del proyecto (finalidad e impacto).	49
1.4	Marco Teórico	50
1.4.1	La infraestructura vial.	50
1.4.1.1	Introducción.	50
1.4.1.2	¿Qué es infraestructura vial?.....	51
1.4.1.3	Términos y Definiciones.....	52

1.4.1.4	La infraestructura vial y su impacto en el desarrollo.....	54
1.4.1.5	La infraestructura vial en Facatativá.....	56
1.5	Marco Metodológico Para Realizar Trabajo de Grado.....	59
1.5.1	Enfoque de investigación.	59
1.5.2	Tipo de investigación.	61
1.5.2.1	Elección del diseño de investigación.	62
1.5.3	Población y muestra.	62
1.5.3.1	Población.....	62
1.5.3.2	Muestra.	63
1.5.4	Herramientas para la recolección de información.....	63
1.5.5	Fuentes de información.	64
1.5.5.1	Fuentes de información primarias.....	64
1.5.5.2	Fuentes de información secundarias.	64
2	Estudios y Evaluaciones.....	65
2.1	Estudio de Mercado.....	65
2.1.1	Población.....	65
2.1.2	Proyección demanda del mercado.....	66
2.1.3	Proyección oferta del mercado.....	67
2.1.4	Punto equilibrio oferta – demanda del mercado.....	67
2.1.5	Pronóstico de ventas y comercialización del producto.	69
2.1.6	Factores de Competencia del mercado y distintivos del proyecto.	69
2.1.7	Determinación de precio(s) / estrategias de comercialización del producto.....	70
2.2	Estudio Técnico.....	70
2.2.1	Definición técnica y conceptual del proyecto.	70
2.2.2	Ingeniería del proyecto.....	71

2.2.2.1	Etapa de estudios y diseños.....	71
2.2.2.2	Etapa de construcción.	72
2.2.3	Tamaño del proyecto.....	73
2.2.4	Localización del proyecto.	75
2.2.5	Organización del proyecto.	76
2.2.5.1	Aspectos legales.....	76
2.2.5.2	Estructura organizacional del proyecto.....	77
2.2.5.3	Personal.....	77
2.2.6	Requerimientos para el desarrollo del proyecto.....	79
2.2.6.1	Equipos.	79
2.2.6.2	Infraestructuras.	80
2.2.6.3	Insumos.....	80
2.2.7	Supuestos y restricciones del proyecto.....	81
2.2.7.1	Supuestos.	81
2.2.7.2	Restricciones.....	82
2.3	Estudio Financiero.....	83
2.3.1	Estimación del valor de la inversión del proyecto (activos fijos, pre-operativos, capital de trabajo).....	83
2.3.2	Definición y determinación de costos y gastos de operación (ventas y administrativos).....	85
2.3.3	Determinación de fuentes de financiación, costo de capital y uso de fondos.	86
2.3.3.1	Fuentes de financiación.....	86
2.3.3.2	Costo de capital.....	86
2.3.3.3	Uso de fondos.	86

2.3.4	Flujo de caja del proyecto.	87
2.3.5	Proyección de estados financieros del proyecto (tesorería, estado de resultados y balance general).	88
2.3.6	Determinación del flujo de caja neto del proyecto.	90
2.3.7	Determinación tasa de descuento del proyecto.	91
2.3.8	Evaluación Financiera del proyecto (VPN, TIR o de beneficio-costos, punto de equilibrio).	92
2.3.9	Análisis de sensibilidad y planes de contingencia.	93
2.3.9.1	Planes de contingencia.	97
2.4	Estudio Social y Ambiental 97	
2.4.1	Definición del impacto social y ambiental.	97
2.4.2	Análisis, descripción y categorización de beneficios y costos sociales. Balance social. 99	
2.4.3	Análisis, descripción y categorización de beneficios y costos ambientales.	100
2.4.4	Análisis ciclo de vida del producto o bien o servicio o resultado (EcoIndicador 99, ISO 14040/44/TR14047 y PAS 2050).	103
2.4.5	Definición de flujo de entradas y salidas 106	
2.4.6	Cálculo de impacto ambiental bajo criterios P5. TM 108	
2.4.7	Cálculo de huella de carbono. 119	
2.4.7.1	Elaborar mapa de procesos. 119	
2.4.7.2	Definir el perímetro. 119	
2.4.7.3	Recopilar datos. 119	
2.4.7.4	Calcular la huella. 119	
2.4.7.5	Análisis de resultados. 129	
2.4.8	Estrategias de mitigación de impacto ambiental. 130	
3	Inicio y Planeación del Proyecto. 134	
3.1	Aprobación del Proyecto (Project Charter) 134	
3.2	Plan de Gestión del Proyecto. 138	

3.2.1	Plan de gestión de interesados.....	139
3.2.1.1	Identificación y categorización de interesados.	139
3.2.1.2	Matriz de interesados.	140
3.2.1.3	Matriz poder-interés.....	142
3.2.1.4	Matriz dependencia-influencia.....	143
3.2.1.5	Plan de Involucramiento de los Interesados.....	143
3.2.1.5.1	Estrategia y premisa fundamental.....	144
3.2.1.5.2	Matriz de evaluación del involucramiento de los interesados.	144
3.2.1.5.3	Plan de involucramiento de los interesados.....	145
3.2.1.6	Formato para la resolución de conflictos y gestión de expectativas.....	146
3.2.2	Plan de gestión de alcance.....	147
3.2.2.1	Acta de declaración del alcance.....	147
3.2.2.2	Documento de requisitos.....	150
3.2.2.3	Matriz de trazabilidad de requisitos.....	153
3.2.2.4	Acta de cierre de proyecto o fase.....	156
3.2.2.5	Línea base de alcance con EDT.....	158
3.2.2.6	EDP.....	158
3.2.2.7	Diccionario de la EDT.....	160
3.2.3	Plan de gestión de comunicaciones.....	165
3.2.3.1	Matriz de comunicaciones.....	165

3.2.3.2	Flujograma de las comunicaciones (procesos de escalamiento de la información).....	169
3.2.3.3	Glosario de terminología común.....	169
3.2.4	Plan de gestión del cronograma.	174
3.2.4.1	Listado de actividades con estimación de duraciones esperadas con uso de la distribución PERT beta-normal.....	174
3.2.4.2	Línea base de tiempo.	178
3.2.4.3	Diagrama de red.	179
3.2.4.4	Cronograma – diagrama de Gantt, ruta crítica.....	183
3.2.4.5	Nivelación y uso de recursos.	187
3.2.5	Plan de gestión del costo.	189
3.2.5.1	Línea base de costos.....	189
3.2.5.2	Presupuesto por actividades.....	190
3.2.5.3	Estructura de desagregación de recursos ReBS.....	193
3.2.5.4	Estructura de Desagregación de Costos CBS.....	195
3.2.5.5	Indicadores de medición de desempeño.	196
3.2.5.6	Aplicación técnica del valor ganado con curvas S avance.	198
3.2.6	Plan de gestión de calidad.	205
3.2.6.1	Especificaciones técnicas de requerimientos.	205
3.2.6.2	Herramientas de control de la calidad (Diagrama de flujo, Diagrama Ishikawa, hojas de chequeo).....	212
3.2.6.2.1	Diagrama de flujo.	212

3.2.6.2.2	Diagrama de Ishikawa.....	213
3.2.6.2.3	Hojas de chequeo.	214
3.2.6.3	Formato de Inspecciones.....	216
3.2.6.4	Formato de auditorías.	217
3.2.6.5	Listas de verificación de los entregables (producto / servicio).....	221
3.2.7	Plan de gestión de recursos.	222
3.2.7.1	Identificación y adquisición de recursos.....	222
3.2.7.1.1	Equipo de proyecto (Personal).....	222
3.2.7.1.2	Equipos y maquinaria.	224
3.2.7.1.3	Infraestructuras.	225
3.2.7.1.4	Materiales e insumos.....	225
3.2.7.2	Estructura desagregación de recursos.	226
3.2.7.3	Definición de Roles, Responsabilidades y Competencias del equipo.	228
3.2.7.4	Matriz de asignación de Responsabilidades (RACI) a nivel de paquete de trabajo. 232	
3.2.7.5	Histograma y horario de recursos.	233
3.2.7.5.1	Histograma del Gerente de Proyecto.	234
3.2.7.5.2	Histograma del Director de Obra.....	235
3.2.7.5.3	Histograma del Director de Interventoría.	235
3.2.7.6	Plan de capacitación y desarrollo del equipo.	236
3.2.7.6.1	Alcance del plan de capacitación y desarrollo.....	236

3.2.7.6.2	Objetivos del plan de capacitación y desarrollo.	237
3.2.7.6.3	Estrategias del plan.	237
3.2.7.6.4	Tipos de capacitación.....	237
3.2.7.6.5	Matriz de capacitación y desarrollo.	238
3.2.7.7	Identificación de procesos de seguridad y salud en el trabajo.	241
3.2.7.8	Esquema de contratación y liberación del personal.	248
3.2.7.9	Definición de indicadores de medición de desempeño del equipo y esquema de incentivos y recompensas.....	249
3.2.7.10	Identificación de habilidades blandas para el desarrollo del proyecto.	251
3.2.8	Plan de gestión del riesgo.....	253
3.2.8.1	Identificación de riesgos y determinación de umbral.	253
3.2.8.1.1	Identificación de riesgos.	253
3.2.8.1.2	Determinación del umbral de riesgo.	255
3.2.8.2	Estructura de desglose del riesgo -RiBS.....	256
3.2.8.3	Matriz de probabilidad e impacto.	257
3.2.8.4	Análisis de riesgos del proyecto.	258
3.2.8.5	Plan de respuesta a riesgo.	262
3.2.9	Plan de gestión de adquisiciones.	265
3.2.9.1	Definición y criterios de valoración de proveedores.	265
3.2.9.2	Selección y tipificación de contratos.	268
3.2.9.3	Criterios de contratación, ejecución y control de compras y contratos.	269

3.2.9.3.1	Control de compras y contratos.	272
3.2.9.4	Cronograma de compras con la asignación de responsable.	273
3.2.9.5	Sostenibilidad en el proceso de adquisiciones.	275
4	Lecciones Aprendidas	277
5	Conclusiones y Recomendaciones	280
5.1	Premisas de Implementación del Proyecto	280
6	Referencias.....	281

Lista de Figuras

Figura 1. Vista general de la intersección carrera 5 – calle 15.....	30
Figura 2. Árbol de problemas.....	31
Figura 3. Árbol de objetivos.....	32
Figura 4. Acciones para los medios de último nivel.	33
Figura 5. Estructura Analítica del Proyecto (EAP).	34
Figura 6. Mapa estratégico de la Alcaldía de Facatativá.....	43
Figura 7. Organigrama de la Alcaldía de Facatativá.	44
Figura 8: Diagrama AHP de jerarquización.....	46
Figura 9. Resultados consolidados.....	48
Figura 10. Infraestructura vial (puente de la calle 92 con autopista norte, Bogotá)	52
Figura 11. Índice Global de Competitividad de Colombia	55
Figura 12. Subsistema vial de Facatativá.....	59
Figura 13. Localización de la población objetivo del proyecto.	66
Figura 14. Punto de equilibrio del proyecto.....	69
Figura 15. Vista general de la intersección carrera 5-calle 15.	73
Figura 16. Sección típica de la vía	75

Figura 17. Localización general del proyecto	76
Figura 18. Organigrama del proyecto.	77
Figura 19. Variación del VPN.....	95
Figura 20. Variación de la B/C	95
Figura 21. Variación de la TIR	96
Figura 22. Variación del PRD.....	96
Figura 23. Etapas del proyecto.....	106
Figura 24. Flujo de entradas y salidas	107
Figura 25. Gráfico de análisis poder – interés.....	142
Figura 26. Gráfico de análisis dependencia-influencia	143
Figura 27. EDT del proyecto.....	158
Figura 28. Estructura de desglose de producto	159
Figura 29. Flujo para el escalamiento de las comunicaciones	169
Figura 30. Línea base de tiempo	178
Figura 31. Diagrama de red del proyecto	182
Figura 32. Cronograma del proyecto	186
Figura 33. Nivelación y uso de recursos	188

Figura 34. Estructura de desagregación de recursos para personal.....	193
Figura 35. Estructura de desagregación de recursos para material y equipos.....	194
Figura 36. Estructura de desagregación de costos del proyecto.....	195
Figura 37. Curva “S” del proyecto	199
Figura 38. Diagrama de flujo del proceso de control de calidad	212
Figura 39. Diagrama de Ishikawa.	213
Figura 40. Diagrama de flujo para la gestión de un programa de auditoría.....	217
Figura 41. Organigrama del proyecto.	223
Figura 42. Estructura de desagregación de recursos físicos tipo equipos	226
Figura 43. Estructura de desagregación de recursos de equipo humano.....	227
Figura 44. Estructura de desagregación de recursos tipo material.....	228
Figura 45. Calendario de recursos del equipo de proyecto	234
Figura 46. Histograma de asignación del Gerente de Proyecto	235
Figura 47. Histograma de asignación del Director de Obra.....	235
Figura 48. Histograma de asignación del Director de Interventoría	236
Figura 49. Pirámide de las habilidades directivas.....	253
Figura 50. Ciclo de las compras sostenibles	276

Lista de tablas

Tabla 1: Matriz de Marco lógico.....	35
Tabla 2: Criterios de selección de alternativas.....	45
Tabla 3: Escala para comparaciones a pares de Saaty	47
Tabla 4: Clasificación de las vías en Facatativá.....	57
Tabla 5: Caracterización de la calle 15 y la carrera 5	58
Tabla 6: Características del enfoque cuantitativo y la aplicación al proyecto	60
Tabla 7. Cálculo de punto de equilibrio	68
Tabla 8: Valor de la inversión del proyecto	83
Tabla 9: Costos y gastos de operación (post implementación).....	85
Tabla 10. Flujo de caja del proyecto	87
Tabla 11. Estado de tesorería	88
Tabla 12. Estado de resultados.....	88
Tabla 13. Balance general	89
Tabla 14: Flujo de caja neto del proyecto	90
Tabla 15: Indicadores de rentabilidad	92
Tabla 16: Análisis de sensibilidad.....	94

Tabla 17. Balance social del proyecto.....	99
Tabla 18. Criterios para categorización de costos y beneficios	100
Tabla 19. Análisis de beneficios y costos ambientales	101
Tabla 20. Análisis EcoIndicador 99	103
Tabla 21. Matriz de sostenibilidad P5.....	108
Tabla 22. Calculo huella de carbono.....	120
Tabla 23. Estrategias y lineamientos de sostenibilidad.....	131
Tabla 24. Objetivos de negocio del proyecto.....	134
Tabla 25. Requerimientos de alto nivel.....	135
Tabla 26. Cronograma preliminar	136
Tabla 27. Hitos del proyecto	136
Tabla 28. Riesgos de alto nivel	136
Tabla 29: Presupuesto preliminar.....	137
Tabla 30. Interesados del proyecto.....	137
Tabla 31. Autoridad del proyecto.....	137
Tabla 32: Registro de interesados	139
Tabla 33: Matriz de interesados	140

Tabla 34. Matriz interés poder	142
Tabla 35. Matriz dependencia-influencia.....	143
Tabla 36. Matriz de evaluación del involucramiento de los interesados	144
Tabla 37. Plan de involucramiento de los interesados	145
Tabla 38. Formato de resolución de conflictos y gestión de expectativas	146
Tabla 39. Entregables del proyecto.....	148
Tabla 40: Matriz de documentación de requisitos	151
Tabla 41: Matriz de trazabilidad de requisitos.....	153
Tabla 42: Diccionario de la EDT	160
Tabla 43: Matriz de comunicaciones del proyecto	165
Tabla 44: Estimación de la duración de las actividades (método por tres valores)	175
Tabla 45: Actividades de la ruta crítica.....	183
Tabla 46: Línea base de costos del proyecto.....	189
Tabla 47. Presupuesto por actividades del proyecto	190
Tabla 48. Indicadores de medición del desempeño utilizados.....	196
Tabla 49: EVM del proyecto a 31 de agosto de 2021	198
Tabla 50. Análisis por indicadores de EVM	200

Tabla 51. Informe de EVM del proyecto	204
Tabla 52. Especificaciones técnicas	205
Tabla 53: Hoja de chequeo del proyecto	214
Tabla 54: Formato de inspección	216
Tabla 55: Formato de auditoria de calidad.....	219
Tabla 56: Lista de verificación de entregables.....	221
Tabla 57: Recursos de equipo del proyecto	223
Tabla 58: Recursos físicos tipo equipos y maquinaria.....	224
Tabla 59: Recursos físicos tipo materiales e insumos.....	225
Tabla 60. Roles y responsabilidades del equipo de proyecto.....	228
Tabla 61. Competencias del equipo	231
Tabla 62. Matriz de asignación de responsabilidades.....	233
Tabla 63. Matriz de capacitación y desarrollo del equipo	238
Tabla 64. Identificación de procesos de seguridad y salud en el trabajo	242
Tabla 65. Cuadro de adquisiciones del personal.....	248
Tabla 66. Cuadro de liberación del personal.....	249
Tabla 67. Registro de riesgos del proyecto	254

Tabla 68. Matriz de escala de impacto del riesgo	255
Tabla 69. Estructura de desglose de los riesgos	256
Tabla 70. Escala de probabilidad en la Gestión de Riesgos.....	257
Tabla 71. Matriz de probabilidad e impacto	258
Tabla 72. Análisis cuantitativo y cualitativo de riesgos del proyecto.....	259
Tabla 73. Plan de respuesta a los riesgos del proyecto	262
Tabla 74. Análisis de hacer o comprar.....	267
Tabla 75. Matriz de adquisiciones	270
Tabla 76. Formato de seguimiento a las adquisiciones.....	272
Tabla 77. Cronograma de adquisiciones	273
Tabla 78. Lecciones aprendidas	277

Resumen

El proyecto de construcción de la carrera 5 entre la calle 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, Cundinamarca, es un esfuerzo de la Alcaldía Municipal por ayudar a mejorar las condiciones de movilidad del sector noroccidental del casco urbano, mediante la puesta en funcionamiento de una nueva vía que facilite los desplazamientos de sus habitantes. Este nuevo corredor permitirá la creación de estructuras adecuadas de conectividad que fortalecerán la circulación y accesibilidad hacia una importante zona de nuevos desarrollos urbanísticos que tienen asiento en esa parte del municipio. En cumplimiento de su deber misional y con la convicción de mejorar las condiciones de vida de sus administrados, la Alcaldía Municipal gestionó los recursos necesarios para la materialización del proyecto mediante la utilización de un instrumento de financiación conocido como plusvalía, a través del cual se posibilitó la firma de un acuerdo de voluntades con una importante empresa de la ciudad. Este acuerdo implica el concurso del sector público y el privado para implementar las obras de infraestructura, incluyendo la realización de todos los estudios y diseños necesarios y la ejecución de todas las actividades de obra civil requeridas para la construcción, entrega y puesta en servicio de la vía.

Palabras clave: movilidad, plusvalía, infraestructura, proyecto, vía.

Abstract

The construction project for Carrera 5 between Calle 15 and Villa Olímpica in the municipality of Facatativá, Cundinamarca, is an effort by the Municipal Council to help improve the mobility conditions of the north-western sector of the urban area, by implementing a new public road to facilitate the movement of its inhabitants. This new road will allow the creation of adequate connectivity structures that will strengthen flows and accessibility to an important area of new urban developments that have place in that part of the city. In fulfillment of its duty and with the conviction of improving the living conditions of its citizens, the Municipal Mayor's Office obtained the necessary resources to make the project a reality by using a financing instrument known as capital gain, by which it was made possible the signing of an agreement with an important company in the city. This agreement involves the participation of the public and private sectors to implement the infrastructure works, including the carrying out of all the necessary studies and designs and the execution of all the civil work activities required for the construction, and commissioning of this new public road.

Key words: mobility, capital gain, infrastructure, project, path

Introducción

El municipio de Facatativá, ubicado al noroccidente de Bogotá, es un importante centro administrativo, de servicios y de industria de la región Sabana Occidente, que sirve como plataforma de prestación de gran número de servicios a los habitantes de más de 20 municipios que conforman su área de influencia. Dentro del portafolio prestado se destacan los servicios financieros, de salud, administrativos y comerciales. Facatativá es considerada nodo de desarrollo y bisagra articuladora entre la provincia del Gualivá y de Sabana Occidente, además se visualiza como centro jerárquico regional.

En Facatativá, según el documento de ajuste al Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Facatativá, 2019), se percibe un planteamiento de perfiles viales muy pobres para el funcionamiento que exige las dinámicas de la región, existencia de flujos vehiculares concentrados en el centro y parqueo en zonas no autorizadas; todos estos factores confluyen y generan problemáticas que derivan en limitaciones a la movilidad. La zona de la intersección de la carrera 5 con calle 15 es un área de alta concurrencia vehicular debido a que las dos vías que confluyen en la intersección, son corredores importantes para la conectividad y manejan grandes volúmenes de tránsito. Esta situación está originando problemas de desplazamiento sobre las vías, congestión, caos vehicular y alteraciones a la normal movilidad.

Para abordar esta situación, la Alcaldía de Facatativá estructuró un proyecto estratégico que permitirá a la ciudad mejorar la movilidad en este punto del noroccidente facatativeño. Este fin se logrará con la construcción de la prolongación de la carrera 5 entre la calle 15 y el complejo deportivo Villa Olímpica, generando un nuevo corredor que ayude a solucionar la problemática citada. Esta estructuración tomó como referencia un proyecto anterior de pavimentación de la calle

15, soportado en el apalancamiento con el sector privado para la obtención de los recursos necesarios, los que fueron logrados a través de la gestión con Ecopetrol en un esfuerzo conjunto que permitió la repavimentación de 3.4 kilómetros.

Este documento es orientado a aquellos lectores que tengan como objetivo conocer sobre la ejecución de proyectos que apalanquen y ayuden a generar soluciones a problemas en los sistemas de movilidad, con la posibilidad de generar capacidades de integración territorial.

Objetivos del Proyecto

Objetivo general

- Construir las obras civiles de infraestructura de la prolongación de la carrera 5 entre la calle 15 y el complejo deportivo Villa Olímpica para mejorar la movilidad de la intersección carrera 5-calle 15.

Objetivos específicos

- Elaborar los estudios y diseños, especificaciones, procedimientos constructivos y documentación de soporte técnico para la construcción de la vía.
- Construir la infraestructura vial completa, incluyendo la banca de la vía, las zonas de protección y el paso sobre la quebrada Los Molinos
- Entregar la infraestructura a la comunidad para su uso y disfrute

1 Planteamiento Inicial del Proyecto

1.1 Antecedentes

El Municipio de Facatativá se encuentra ubicado en el extremo occidental de la Sabana de Bogotá a una distancia aproximada de 36 kilómetros de la capital del país. Se localiza en las coordenadas geográficas 4°48'46" latitud norte y 74°21'00" longitud oeste. Presenta una extensión total de 15.960 hectáreas, de las que 15.375,25 hectáreas pertenecen a la zona rural y 584,75 hectáreas a la zona urbana (Alcaldía de Facatativá, 2019). Según las proyecciones del DANE, el Municipio de Facatativá tiene una población a 2020 de 155.978 habitantes en total (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, 2020), distribuidos en un porcentaje de 93.01% para el suelo urbano y 6.99% para la zona rural.

El sistema de movilidad urbana de Facatativá está compuesto por el subsistema vial (conformado por la malla vial y los elementos complementarios) y el subsistema de transporte, del que hacen parte el REGIOTRAM, la red de carga y descarga, la red de transporte público y la red de ciclo rutas. Estos elementos confluyen y representan la infraestructura básica de soporte dentro de la movilidad urbana y permiten la movilización, circulación y accesibilidad de personas, vehículos y otros medios de transporte para posibilitar el desarrollo de las actividades diarias en condiciones de equidad para la ciudadanía. (Alcaldía de Facatativá, 2019)

1.1.1 Antecedentes del problema, necesidad u oportunidad.

De acuerdo con el diagnóstico realizado para el ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio, se pudo establecer que el sistema de movilidad de Facatativá, en términos generales, no aporta lo necesario a una adecuada competitividad productiva y económica debido a que los flujos de carga y de transporte público discurren por corredores existentes que, en algunos casos no

cuentan con los parámetros físicos y técnicos para gestionar adecuadamente las solicitudes impuestas.

La zona noroccidental del municipio se caracteriza por tener uno de los mayores potenciales actuales de desarrollo, pero también por no contar con la infraestructura de movilidad necesaria para apuntalar tal desarrollo. Más de 20.000 habitantes de la citada área están enmarcados dentro de una porción de terreno con muy pocos corredores de comunicación y de acceso lo que causa traumatismo a la conectividad y el desplazamiento de personas, bienes, servicios y mercancías entre el noroccidente de la ciudad y el centro de la misma. Esta situación se ve afectada de manera negativa por las limitaciones a la movilidad que presenta la calle 15 a la altura de la carrera 5 debido al truncamiento de esta, como se puede ver en la Figura 1



Figura 1. Vista general de la intersección carrera 5 – calle 15.

Fuente: Construcción sobre GoogleEarth

1.1.2 Descripción del problema - Árbol de problemas.

El problema identificado es una movilidad altamente restringida en la intersección carrera 5 con calle 15.

Para observar de una forma gráfica la situación presentada en el municipio de Facativá, se construyó el árbol de problemas que muestra la lógica vertical del problema central, las causas y los efectos generados por el mismo. Este puede ser visto en la Figura 2

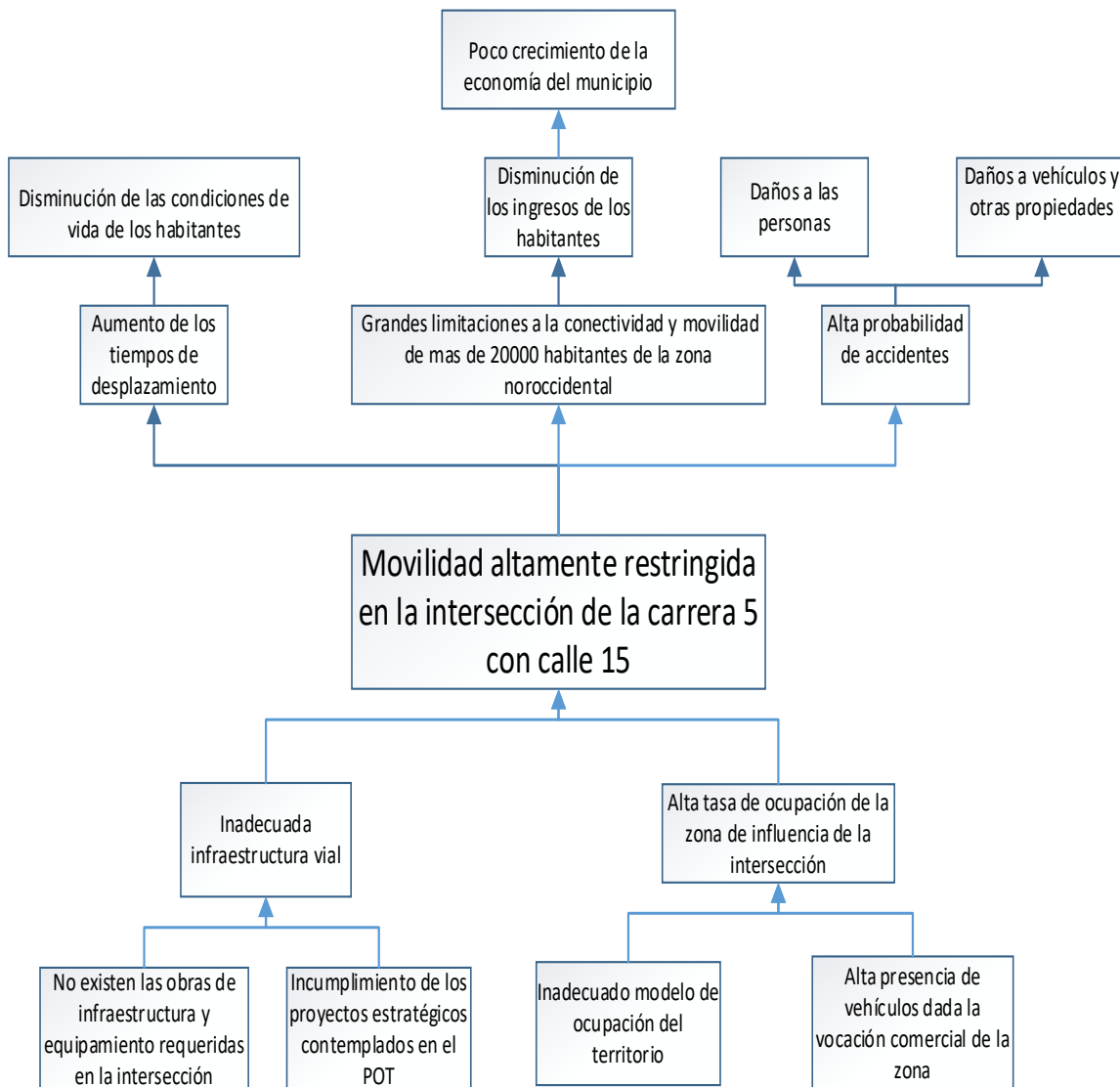


Figura 2. Árbol de problemas.

Fuente: Construcción del autor

1.1.3 Árbol de Objetivos.

Una vez identificado el problema, lo que lo está originando y lo que ese problema está causando, se buscan los medios para solucionar las causas, el problema se visualiza en forma de solución y los efectos se cambian por fines. Este proceso se materializa en el árbol de objetivos mostrado en la Figura 3

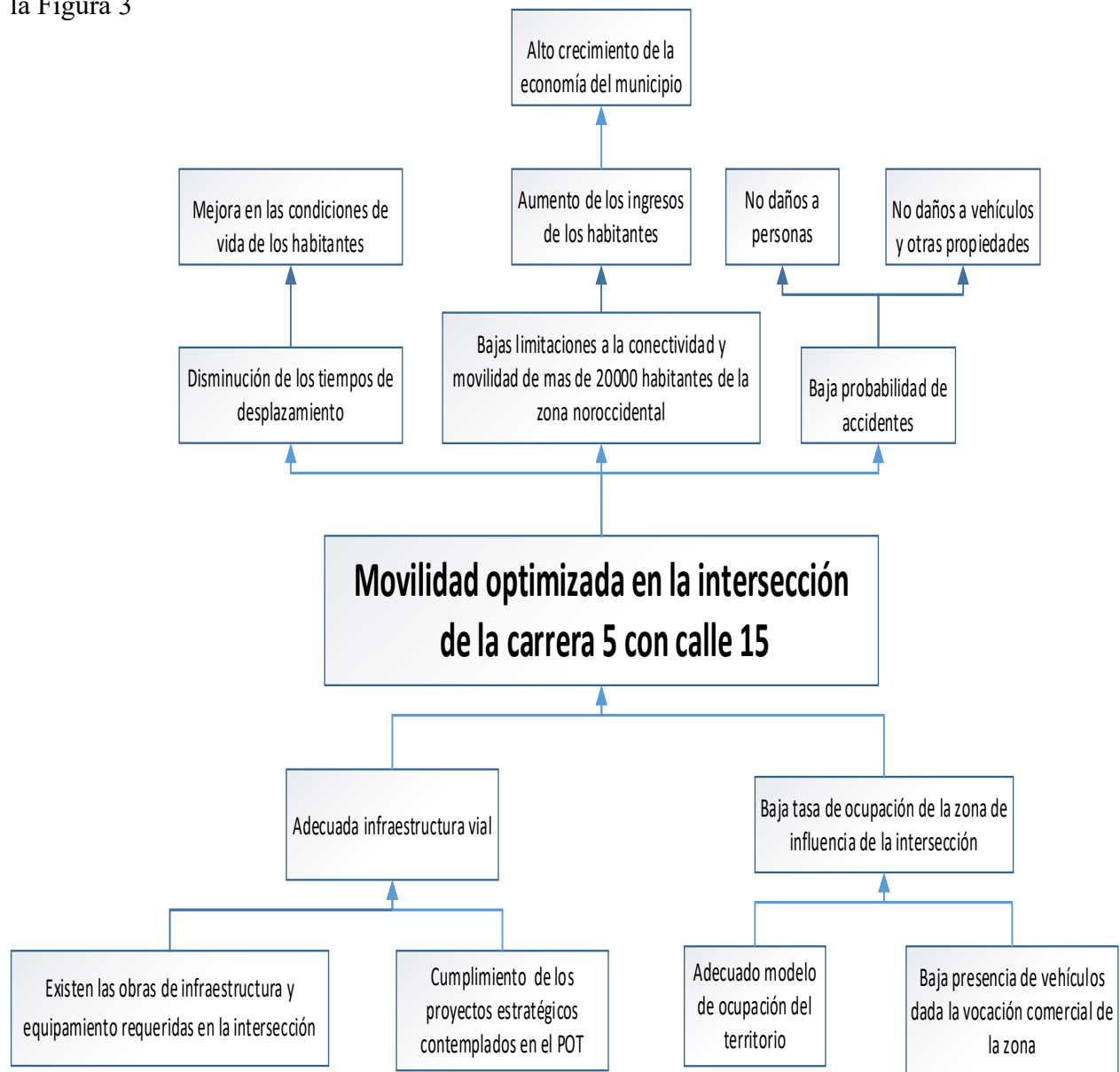


Figura 3. Árbol de objetivos.

Fuente: Construcción del autor

1.1.3.1 Árbol de Acciones.

Las acciones permiten concretizar los medios, convertirlos a formas tangibles, tal y como aparece en la Figura 4, la cual muestra los medios y las acciones para cada uno de ellos.

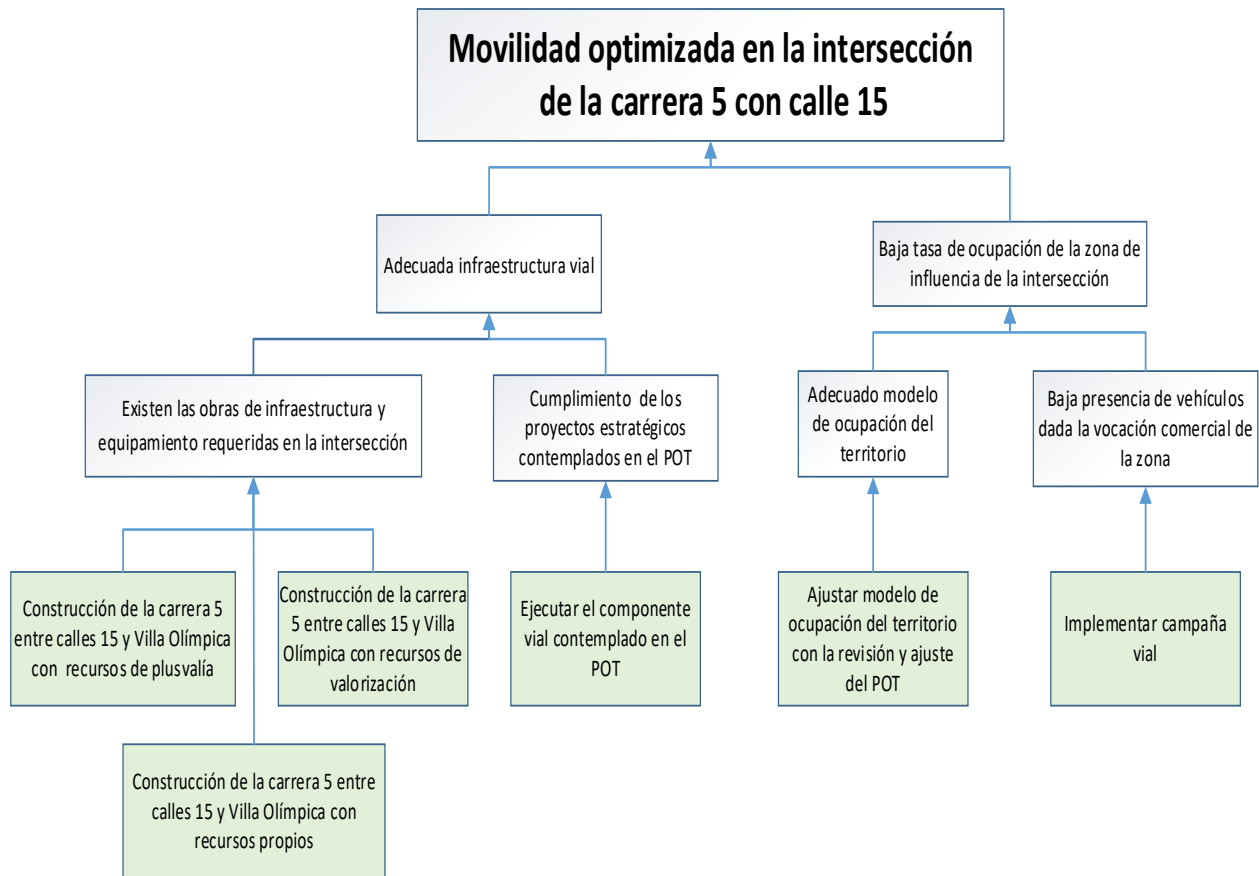


Figura 4. Acciones para los medios de último nivel.

Fuente: Construcción del autor

Las acciones mostradas para acometer el medio denominado “Existen las obras de infraestructura y equipamiento requeridas en la intersección” son excluyentes entre sí y cada una de ellas debe sumarse a las demás acciones (que si son complementarias entre sí) para conformar las alternativas de solución.

1.1.4 Matriz de marco lógico.

1.1.4.1 Estructura Analítica del Proyecto (EAP).

La estructura analítica del proyecto se elaboró graficando en una lógica vertical los medios en forma de actividades, los componentes, el propósito y los fines del proyecto, tal como se observa en la Figura 5

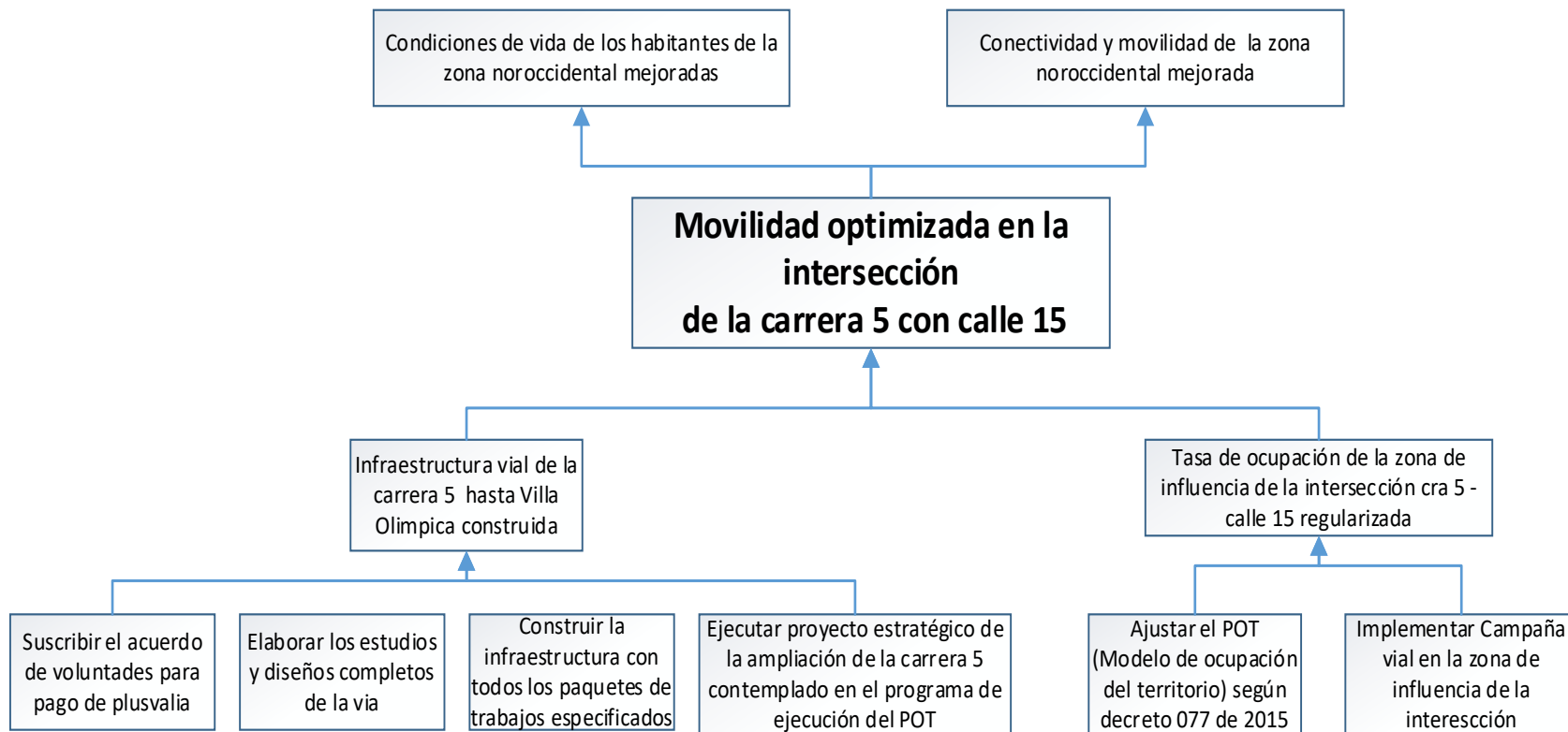


Figura 5. Estructura Analítica del Proyecto (EAP).

Fuente: Construcción del autor

1.1.4.2 *Matriz de Marco Lógico.*

La matriz de marco lógico del proyecto permite la visualización del resumen narrativo de objetivos que sintetiza lo que se quiere lograr con el proyecto en cuanto a actividades, componentes, propósito y fin, la columna de indicadores presenta operacionalmente los objetivos, la columna de medios de verificación plantea los medios de evaluación y monitoreo de los objetivos y metas propuestos y la columna sobre supuestos identifica los factores que pueden incidir en el éxito o fracaso del proyecto. Esta matriz puede ser consultada en la Tabla 1.

Tabla 1: Matriz de Marco lógico

	Resumen narrativo de objetivos	Indicador	Medios de verificación	Supuestos
FIN	F1 Contribuir a mejorar las condiciones de vida de los habitantes y mejorar la conectividad y la movilidad de la zona noroccidental de Facatativá, según lo contemplado en el Plan de Desarrollo vigente	Un año después de finalizado el proyecto se mejoran los ingresos de los comerciantes de la zona noroccidental en un 10% con respecto al año 2019	Registros de la Secretaria de Desarrollo Económico de Facatativá	
		Dos meses después de entrar en funcionamiento el proyecto, los tiempos de desplazamiento entre la zona noroccidental y el centro del municipio (y viceversa) se habrán reducido 10 minutos (de 25 a 15 minutos) por trayecto	Instrumentos de medición contemplados en el plan de movilidad de la Secretaria de Tránsito y Transporte de Facatativá	

	Resumen narrativo de objetivos	Indicador	Medios de verificación	Supuestos	
PROPÓSITO	P	Movilidad optimizada en la intersección de la carrera 5 con calle 15	Un mes después de entregar el proyecto los tiempos de permanencia de los vehículos en tránsito en la intersección, disminuirán 4 minutos (de 8 minutos en promedio a menos de 4 minutos) en todos los sentidos de desplazamiento.	Instrumentos de aforo de tránsito contemplados en el plan de movilidad de la Secretaria de Tránsito y Transporte de Facativá	Los aforos de tránsito de la intersección mantendrán una tendencia de crecimiento normal sin alteraciones considerables en los próximos cinco años
	COMPONENTES	C1	Infraestructura vial de la carrera 5 hasta Villa Olímpica construida, recibida por el municipio, entregada a la comunidad y puesta en funcionamiento	Construcción, entrega y puesta en funcionamiento en un tiempo de un año de 439 m de vía nueva en la carrera 5, con un ancho de calzada de 7.80 m, en pavimento flexible, con andenes a ambos lados de 5.00 m de ancho, bajo especificaciones INVIAS	Acta de liquidación del convenio suscrito para la construcción de la infraestructura, expedida por el municipio de Facativá y avalada por las partes y la interventoría
C2		Tasa de ocupación de la zona de influencia de la intersección cra 5 - calle 15 regularizada, con disminución notoria en el volumen de tránsito	Un mes después de finalizar la obra, la tasa de ocupación de vehículos de la zona de influencia de la intersección habrá disminuido en un 30% en comparación con la situación sin proyecto implementado	Instrumentos de medición de vehículos parqueados en una zona específica, contemplados en el plan de movilidad de la Secretaria de Tránsito y transporte de Facativá	El uso del suelo se da y es respetado conforme a lo normado en el ajuste y revisión del componente urbano del Plan de Ordenamiento Territorial una vez aprobado el ajuste del POT
			Seis nuevas campañas de educación vial (de un mes de duración cada una) ejecutadas en el área de influencia de la intersección, durante un año a partir del arranque del proyecto	Instrumentos de medición contemplados en el plan de movilidad de la Secretaria de Tránsito y transporte de Facativá	Los habitantes aplican y cumplen lo previsto en el plan de movilidad del municipio y el Código Nacional de Tránsito en todo momento

Resumen narrativo de objetivos		Indicador	Medios de verificación	Supuestos	
ACTIVIDADES	A,1,1	Elaborar y suscribir el documento de acuerdo para pago de plusvalía por contraprestación a actuaciones administrativas entre Alcaldía y Multinacional	-	Minuta de Acuerdo de pago de la participación en plusvalía tutelada en la Secretaria Jurídica del municipio	Se cumple con lo previsto en los artículos 73, 74, 75, 76, 77, 79 y 80 de la ley 388 de 1997, el decreto municipal No. 069 de 2006 y el acuerdo municipal 026 de 2004 en lo que tiene que ver con la participación en plusvalía, antes de perfeccionar el acuerdo
	A,1,2	Elaborar topografía	8.628.000	Documentos de memorias de diseño, planos, especificaciones y detalles de ingeniería entregados por la firma consultora encargada de la elaboración de los estudios.	Los diseños se ejecutan siguiendo en un todo los manuales expedidos por las autoridades que reglamentan la materia en territorio colombiano antes de iniciar la construcción
	A,1,3	Elaborar diseño geométrico de la vía	7.000.000		
	A,1,4	Elaborar diseño hidráulico	19.149.000		
	A,1,5	Elaborar diseño Box culvert	25.000.000		
	A,1,6	Elaborar diseño Muros de contención	25.000.000		
	A,1,7	Elaborar diseño estructura de pavimento	33.801.000		
	A,1,8	Elaborar diseño de redes de acueducto y alcantarillado	12.491.000		
	A,1,9	Elaborar diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico	12.908.453		
	A,1,10	Elaborar diseño de urbanismo	6.800.000		
	A,1,11	Elaborar presupuesto	3.500.000		
	A,1,12	Monitorear los estudios y diseños	10.656.000		
	A,1,13	Construir redes de alcantarillado sanitario	63.018.823		
	A,1,14	Construir redes alcantarillado pluvial	291.840.757		
	A,1,15	Construir red de acueducto	166.994.099		

Resumen narrativo de objetivos	Indicador	Medios de verificación	Supuestos
A,1,16 Construir box culvert	505.066.859		alcance pactado dentro de los tiempos y costos señalados en los documentos de proyecto
A,1,17 Construir muro contención lateral	220.240.300		
A,1,18 Construir la vía	1.177.641.923		
A,1,19 Construir la cicloruta	216.171.062		
A,1,20 Construir los andenes	280.713.488		
A,1,21 Construir mobiliario urbano	3.980.375		
A,1,22 Construir redes eléctricas y de alumbrado publico	198.972.746		
A,1,23 Monitorear la construcción de la obra	223.232.000		
A,2,1 Elaborar los documentos de ajuste y revisión del POT	0 (El presupuesto es totalmente cargado a otro proyecto con fuentes de financiación independientes)	Acta de liquidación del contrato de consultoría, suscrita por el supervisor del acuerdo de voluntades	El Ajuste y revisión del POT es aprobado por acuerdo del Concejo Municipal antes de finalizar el primer semestre de 2020
A,2,2 Diseñar la campaña vial	5.000.000	Acta de liquidación de los contratos suscritos entre la Secretaria de Tránsito y Transporte de Facatativá y el proveedor seleccionado para la implementación de las campañas	Las campañas son ejecutadas por los usuarios de las vías en todo momento
A,2,3 Ejecutar la campaña vial	30.000.000		

Fuente: Construcción del autor

1.2 Descripción de la Organización Fuente del Problema o Necesidad Oportunidad o Expectativa

1.2.1 Descripción general – Marco histórico de la organización.

La organización que pretende implementar el proyecto marco de este trabajo es la Alcaldía Municipal de Facatativá, Cundinamarca.

El inicio de la Alcaldía, como entidad de gestión administrativa, se remonta al año de 1772, cuando debido al gran crecimiento que experimentaba la ciudad, el cura Dr. Juan Ignacio Salazar, encargado de la vida espiritual de los habitantes del municipio solicitó a las autoridades de Santafé, la creación en Facatativá, de una alcaldía pedánea, en lugar de tener un alcalde con sede en la capital de Colombia. Esta alcaldía, consistía, según el cura Salazar, en tener un juez subalterno que juzgara de pie, sin tribunal, las causas leves. La petición del cura fue tomada en cuenta por las autoridades de la capital, las cuales de inmediato nombraron como primer alcalde a Juan Ignacio Calderón, el 8 de agosto el año 1772. El crecimiento de la población y del municipio siguió su desarrollo, lo que se puede comprobar en las cifras de población, las cuales pasaron de 5025 habitantes en la primera mitad del siglo XIX a más de 9600, según el censo de 1851, por lo que la Alcaldía como órgano de gestión tomó gran preponderancia entre las ciudades del reino. (Mena, 2013)

1.2.2 Direccionamiento estratégico de la organización.

La alcaldía municipal es una entidad estatal descentralizada, de orden administrativo y encargada de liderar la gestión en el territorio.

La alcaldía de Facatativá puede ser definida utilizando el artículo 311 de la Constitución Nacional de 1991 como sigue:

Una entidad fundamental de la división político administrativa del Estado a la cual le corresponde prestar los servicios públicos que determine la Ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las Leyes frente a sus habitantes, dándole especial énfasis al desarrollo del ser humano como eje fundamental de la sociedad. (Constitución Política de Colombia, 1991)

1.2.2.1 *Objetivos estratégicos de la organización. (Alcaldía de Facativá, 2020).*

Los objetivos estratégicos de la Alcaldía de Facativá son los siguientes:

- Mejorar la calidad de vida
- Promover el desarrollo sostenible y el ordenamiento del suelo urbano y rural.
- Satisfacer a las partes interesadas
- Formular, implementar, evaluar, y realizar seguimiento de los planes, programas y proyectos.
- Fortalecer el Talento Humano
- Mejorar nuestros servicios a través de la aplicación del ciclo PHVA en cada uno de los procesos.
- Contribuir al logro de los fines esenciales del Estado.

1.2.2.2 *Políticas institucionales. (Alcaldía de Facativá, 2020).*

La política institucional definida por la administración municipal es la siguiente:

La Alcaldía Municipal de Facativá a través de la alta dirección y sus funcionarios, están comprometidos en trabajar efectivamente en el mejoramiento de

la calidad de vida, el ordenamiento territorial y la satisfacción de las partes interesadas, mediante la formulación e implementación de Políticas Públicas, Planes, Programas y Proyectos bajo un enfoque de mejora continua que ofrece el Sistema Integrado de Gestión para el cumplimiento de los fines esenciales del Estado

1.2.2.3 Misión, visión y valores (Alcaldía de Facatativá, 2020).

1.2.2.3.1 Misión.

Liderar la administración municipal de manera gerencial e incluyente, adoptando e implementando políticas públicas que aseguren la democracia participativa y generen condiciones adecuadas para el desarrollo integral de la población facatativeña.

1.2.2.3.2 Visión.

Facatativá como polo de desarrollo regional se consolidará en el año 2027 en una ciudad moderna, competitiva y sostenible, reconocida como referente turístico, histórico y cultural, en armonía ambiental, económica y social para asegurar la sostenibilidad de las generaciones futuras. Preparada para un entorno internacional, conforme a la importancia que representa para la región, el país y el mundo.

1.2.2.3.3 Valores.

Eficacia: El Municipio determinará con claridad la misión, propósitos y metas de cada una de sus dependencias o entidades; definirá al ciudadano como centro de su actuación dentro de un enfoque de excelencia en la prestación de sus servicios y

establecerá rigurosos sistemas de control de resultados y evaluación de programas y proyectos.

Eficiencia: El Municipio deberá optimizar el uso de los recursos de todo orden, definir una organización administrativa que le permita cumplir de manera adecuada las funciones y servicios a su cargo, crear sistemas adecuados de información, evaluación y control de resultados y aprovechar las ventajas comparativas que le ofrezcan entidades de cualquier orden. En desarrollo de este principio, establecerá los procedimientos y etapas estrictamente necesarios para el cumplimiento de las funciones y servicios, que permitan a la vez la agilidad en el trámite y culminación de las actuaciones administrativas.

Publicidad y transparencia: Los actos de la Administración Municipal son Públicos y es obligación de la misma facilitar el acceso de los ciudadanos a su conocimiento y fiscalización, de conformidad con la ley.

Moralidad: Las actuaciones de los servidores públicos municipales se regirán por la ley y la ética propias del ejercicio de la función pública.

Responsabilidad: El Municipio de Facatativá dará cumplimiento a las funciones y atribuciones establecidas en la constitución y la ley. Sus actuaciones no podrán conducir a la desviación o abuso de poder y solo se ejercerán para los fines previstos en la ley y las omisiones antijurídicas de sus actos darán lugar a la indemnización por los daños y a la repetición contra los funcionarios responsables de los mismos

. *Imparcialidad:* Las actuaciones de los servidores públicos municipales se regirán por la constitución y la ley, asegurando y garantizando los derechos de todas las personas.

1.2.2.4 Mapa estratégico.

El mapa estratégico de la Alcaldía de Facativá se puede observar en la Figura 6.

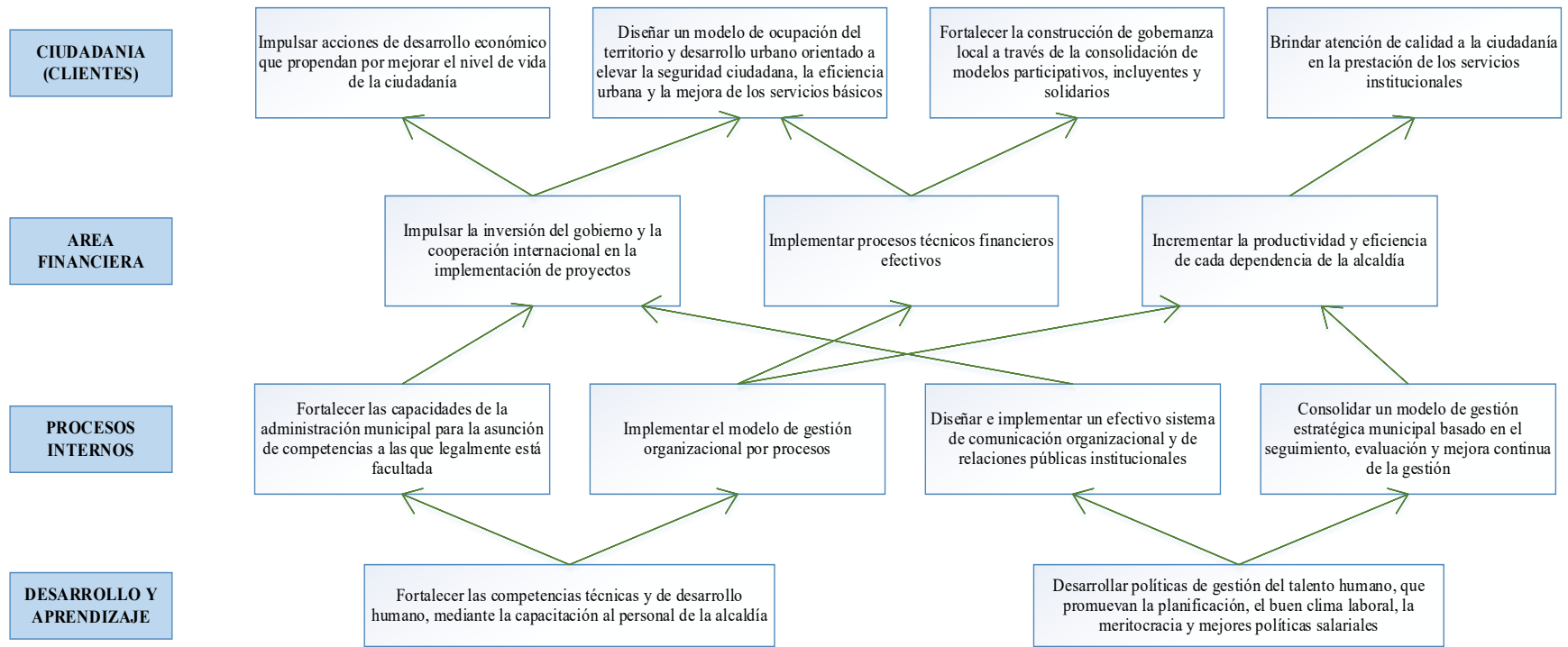


Figura 6. Mapa estratégico de la Alcaldía de Facativá.

Fuente: Construcción del autor adaptada de (Gobierno autonomo del Cantón La Concorida, 2015)

1.2.3 Estructura organizacional.

La estructura organizacional de la Alcaldía Municipal de Facativá corresponde a una de tipo funcional, altamente jerarquizada, con toda la concentración de poderes en los niveles más altos del organigrama como se puede ver en la Figura 7.

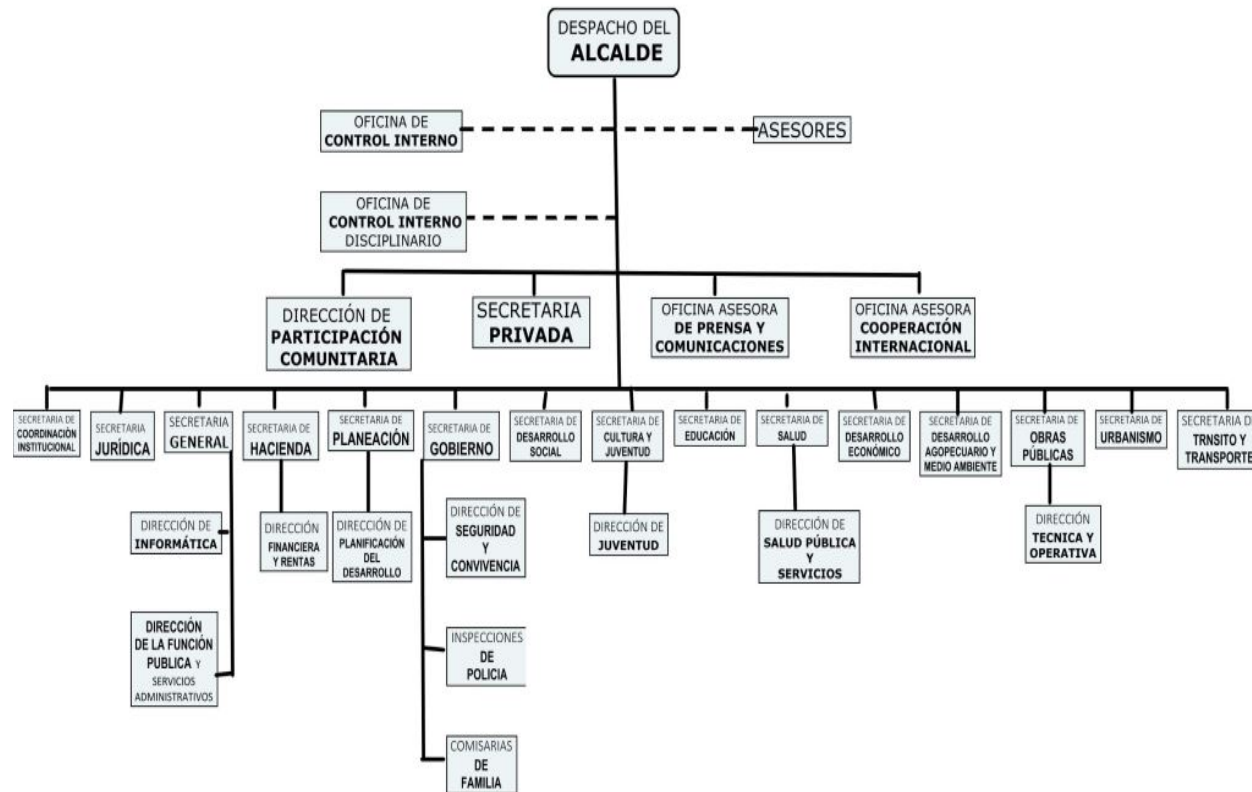


Figura 7. Organigrama de la Alcaldía de Facativá.

Fuente: Tomado de (Alcaldía de Facativá, 2020)

1.3 Caso de Negocio (Business Case)

1.3.1 Descripción de alternativas.

Para la atención de la necesidad presentada y de acuerdo con las posibilidades analizadas de lo observado en el árbol de objetivos y las acciones a acometer, se pueden establecer las siguientes alternativas:

- Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica con recursos de plusvalía, más ejecutar el componente vial contemplado en el POT, más ajustar modelo de ocupación del territorio con la revisión y ajuste del POT, más implementar campaña vial.
- Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica con recursos de valorización, más ejecutar el componente vial contemplado en el POT, más ajustar modelo de ocupación del territorio con la revisión y ajuste del POT, más implementar campaña vial.
- Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica con recursos propios, más ejecutar el componente vial contemplado en el POT, más ajustar modelo de ocupación del territorio con la revisión y ajuste del POT, más implementar campaña vial.

1.3.2 Criterios de selección de alternativas.

Para la selección de alternativas se tuvieron en cuenta 5 criterios de análisis, los cuales se muestran en la Tabla 2

Tabla 2: Criterios de selección de alternativas

Factor de análisis	Elemento de análisis
Tiempo	El alcance se ejecuta en el menor tiempo posible
Costo	El proyecto se ejecuta con el menor valor posible, pero garantizando la idoneidad de la obra
Riesgos	Los riesgos asociados a la financiación son menores
Aplicabilidad	El proyecto se puede implementar toda vez que la financiación asegura los recursos necesarios

Factor de análisis	Elemento de análisis
Pertinencia	Necesidad de la población

Fuente: Construcción del autor

Las consideraciones sobre las jerarquías a utilizar se pueden observar en la Figura 8.

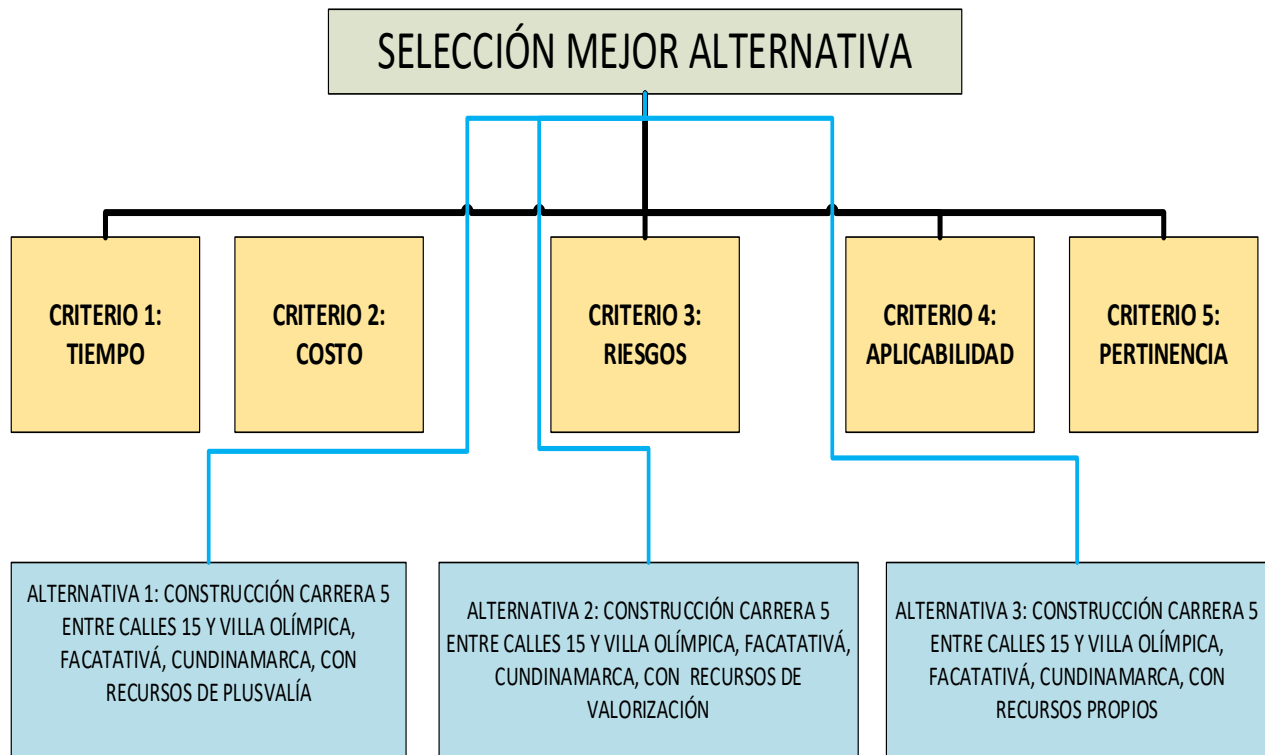


Figura 8: Diagrama AHP de jerarquización.

Fuente: Construcción del autor

1.3.3 Análisis de alternativas.

El análisis de alternativas pareadas con cada uno de los criterios se realizará utilizando el método propuesto por el proceso analítico jerárquico AHP. Para la ponderación se utiliza la escala de Saaty, la cual puede ser observada en la Tabla 3.

Tabla 3: Escala para comparaciones a pares de Saaty

INTENSIDAD	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	De igual importancia	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	$a_{ij}=1/a_{ji}$	Hipótesis del método

Fuente: Construcción adaptada de (CEPAL, 2009)

Dada la complejidad de realizar un cálculo manual soportado en hojas de cálculo Excel y debido a la gran cantidad de iteraciones que se deben realizar para lograr una adecuada relación de consistencia que no genere sesgo en las matrices de evaluación tanto de criterios, como de alternativas, la modelación matemática se realizó utilizando una aplicación denominada AHP Online System - AHP-OS, a la cual se puede acceder por el siguiente vínculo: <https://bpmsg.com/ahp/>. Esta herramienta fue valiosamente aportada por el compañero maestrante Ricardo Junco.

A continuación, se muestra la Figura 9 tomada de la aplicación citada, en donde se puede observar la entrada de datos, la modelación y los resultados finales

Project Data

Field	Content
Session Code	qUrezY
Project Name	Selección Alternativa de Proyecto
Description	
Author	LUISJO2
Date	2020-05-06 20:22:09
Status	open
Type	Alternatives

Project Alternatives

No	Alternatives
1	Construcción carrera 5 Plusvalía
2	Construcción carrera 5 Valorización
3	Construcción carrera 5 Recursos Propios

Project Participants

No	Sel	Name	Date
1	<input type="checkbox"/>	LUISJO2	2020-05-06

Refresh Selection check all uncheck all

Hierarchy with Consolidated Priorities

Selected participants: All

Decision Hierarchy					
Level 0	Level 1	Glb Prio.	Construcción carrera 5 Plusvalía	Construcción carrera 5 Valorización	Construcción carrera 5 Recursos Propios
Selección Alternativa de Proyecto	Tiempo 0.202	20.2%	0.528	0.333	0.140
	Costo 0.110	11.0%	0.400	0.400	0.200
	Riesgos 0.258	25.8%	0.493	0.311	0.196
	Aplicabilidad 0.368	36.8%	0.493	0.311	0.196
	Pertinencia 0.063	6.3%	0.333	0.333	0.333
		1.0	48.0%	32.6%	19.4%

Consolidated Weights of Alternatives

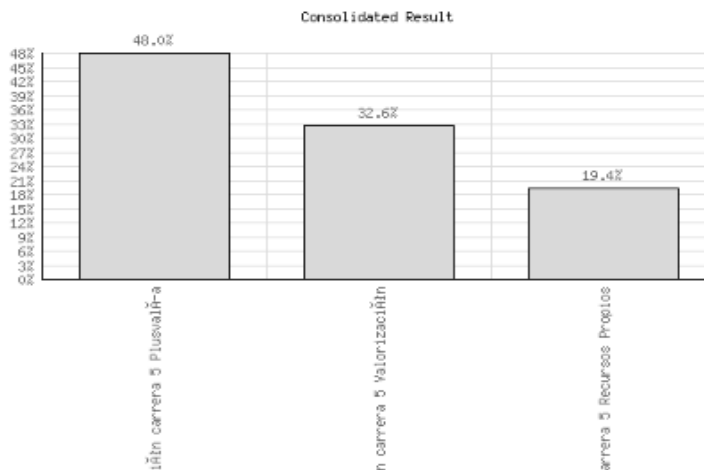


Figura 9. Resultados consolidados.

Fuente: Tomado de (AHP Project Administration, 2020)

1.3.4 Selección de Alternativa.

De acuerdo con análisis realizado en el presente documento de caso de negocio y de acuerdo con la evaluación realizada a las tres alternativas propuestas utilizando el proceso analítico jerárquico AHP para análisis multicriterio, es posible recomendar la implementación de la alternativa denominada “Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica con recursos de plusvalía, más ejecutar el componente vial contemplado en el POT, más ajustar modelo de ocupación del territorio con la revisión y ajuste del POT, más implementar campaña vial”

1.3.5 Justificación del proyecto (finalidad e impacto).

Es importante señalar que el proyecto objeto de este trabajo de grado corresponde a un esfuerzo de carácter social liderado por la alcaldía municipal de Facatativá y en ese sentido la justificación del proyecto yace en la necesidad de mejorar las condiciones de movilidad de la zona noroccidental de Facatativá, creando las estructuras de conectividad apropiadas que dinamicen los flujos vehiculares entre las diferentes zonas funcionales del municipio, permitiendo un modelo vial que responda a las necesidades de desarrollo y garantizando desplazamientos en forma racional y con ahorro de recursos.

El proyecto pretende impactar positivamente la movilidad de una amplia zona del municipio de Facatativá, disminuyendo los tiempos de desplazamiento entre los barrios y el centro de la ciudad, con una población objetivo estimada en más de 20.000 personas de diverso estrato socioeconómico, localizada en una franja delimitada entre las calles 15 y 25 y las carreras 1 y 10. También pretende optimizar el flujo de bienes y servicios entre la zona descrita y el centro de la ciudad, así como también favorecer el tránsito de los camiones cisterna que transitan hacia el complejo Mansilla de Ecopetrol.

Como valor adicional se espera la implementación de nuevas obras de desarrollo urbano en la zona de influencia del corredor a construir, como quiera que la porción de terreno hace parte de un área licenciada urbanísticamente según lo contenido en uno de los planes parciales contemplados en el Plan de Ordenamiento Territorial y aprobados por el municipio y que en consecuencia dinamizara la economía del municipio fortaleciendo la construcción de tejido social y aportando al crecimiento y desarrollo del territorio.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 La infraestructura vial.

1.4.1.1 Introducción.

La infraestructura vial de una nación constituye una herramienta de valiosa importancia en el desarrollo del territorio y su población. Existe una relación intrínseca entre la disponibilidad o el número de vías de comunicación de un área y su desarrollo, a más y mejores vías de comunicación más desarrollo, pues se facilitan las condiciones para el intercambio técnico, comercial, industrial y productivo, además de permitir el acceso de la población a los centros administrativos y las plataformas de servicio. Unas condiciones adecuadas de desplazamiento, derivadas de una muy buena infraestructura vial, se traducen en mejor calidad de vida de los habitantes en un territorio, pues estos pueden acceder de manera fácil a servicios básicos como la salud, y la educación.

Sin embargo y teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que la falta en el desarrollo de la infraestructura vial en Colombia, supone una de las principales limitantes para mejorar y potenciar los indicadores competitivos y productivos del país con el consecuente impacto negativo en el desarrollo económico. (Rojas Lopez & Ramirez Muriel, 2018). Esta situación se puede extrapolar a prácticamente a cualquier ciudad o región del país, incluyendo Facatativá.

1.4.1.2 ¿Qué es infraestructura vial?

Hernán de Solminihac y otros autores, definen la infraestructura vial como todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro, minimizando las externalidades. Esto incluye los pavimentos, túneles, dispositivos de seguridad, señalización, sistemas de drenaje, taludes, terraplenes y elementos paisajísticos. (Solminihac, Echaveguren, & Chamorro, 2018). La infraestructura vial es uno de los tres elementos que componen el sistema de transporte de un territorio, los otros dos son los vehículos y los sistemas de operación. En este contexto la infraestructura vial corresponde a los elementos que sirven de soporte físico a los vehículos y a los usuarios de las vías y que permiten la operación de los mismos a través de mecanismos de gestión y control. (Solminihac, Echaveguren, & Chamorro, 2018).

Es en la infraestructura vial en donde se generan las estructuras de flujos que permiten desarrollar las actividades económico-sociales que realiza la comunidad y que posibilitan el crecimiento económico de una ciudad, región o país y a su vez la modernización del territorio en el componente físico-espacial.

En la Figura 10 se pueden observar algunos de los elementos característicos del sistema de infraestructura vial como son pavimentos, puentes, dispositivos de seguridad, señalización, taludes, terraplenes y elementos paisajísticos, todos ellos confluyendo en un interconector vial ubicado en la calle 92 con autopista norte en la ciudad de Bogotá que sirve como mecanismo de descongestión vial del tipo elevado.



Figura 10. Infraestructura vial (puente de la calle 92 con autopista norte, Bogotá)

Fuente: Tomado de Aeroscantech

1.4.1.3 *Términos y Definiciones.*

Los siguientes términos y definiciones permiten una adecuada comprensión de este documento.

Las mismas fueron tomadas de (Instituto Nacional de Vias, 2020) (Fonseca, 2002)

- Banca: Distancia horizontal, medida normalmente al eje, entre los extremos exteriores de las cunetas o los bordes laterales.
- Berma: Fajas comprendidas entre los bordes de la calzada y las cunetas. Sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodadura, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada.
- Calzada: Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado.

- **Capacidad:** La capacidad de una vía o de un carril es el número máximo de vehículos que pueden circular durante un periodo de tiempo determinado sin que se presenten demoras ni restricciones en la libertad de movimiento de los vehículos.
- **Compactación:** Proceso por medios artificiales, por el cual se pretende obtener mejores características en los suelos, de tal manera que la obra resulte duradera.
- **Dispositivo de regulación:** Son los mecanismos físicos o marcas especiales, que indican la forma correcta como deben circular los usuarios de las calles y carreteras
- **Intersección:** Dispositivos viales en los que dos o más carreteras se encuentran ya sea en un mismo nivel o bien en distintos, produciéndose cruces y cambios de trayectorias de los vehículos que por ellos circulan.
- **Nivel de servicio:** Refleja las condiciones operativas del tránsito vehicular en relación con variables tales como la velocidad y tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, la comodidad, los deseos del usuario y la seguridad vial.
- **Pavimento:** Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados.
- **Puente:** Estructura que es construida para cruzar o unir varios elementos naturales o estructurales, por ejemplo, una depresión, un río, dos calles, etc.
- **Señalización:** Placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella o marcas en el piso, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

- **Sistemas de drenaje:** Estructuras que tiene como objetivo controlar el agua que llega a la vía y la afectan por escurrimiento superficial. Las más comunes son el bombeo, los bordillos, los lavaderos, las cuentas, las zanjas de coronación y las alcantarillas.
- **Talud:** Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén
- **Tiempo de desplazamiento:** Duración en unidades de tiempo (horas, minutos, segundos, etc.,) que implica trasladarse de un sitio a otro
- **Tránsito:** Acción de desplazamiento de personas, vehículos y animales por las vías.
- **Vehículo:** Todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas o mercancías de un punto a otro.
- **Vía:** Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad.
- **Volumen de transito:** Es el número de vehículos que circulan en ambas direcciones por una sección de vía durante un periodo específico de tiempo (horario, diario, semanal, etc.)

1.4.1.4 La infraestructura vial y su impacto en el desarrollo.

La relación que existe entre la infraestructura vial y el desarrollo y crecimiento de un país es directa y va en función de las inversiones que se hagan para aumentar la infraestructura que sirve al sistema de transporte. Para el caso de construcción o mejoramiento de vías vehiculares hay estudios realizados desde hace varias décadas que han analizado esta dependencia, como por ejemplo el realizado por (Sanchez, 1994) el cual a través de una función de producción aproxima el efecto de un aumento en la inversión en la construcción de carreteras en el producto. Los resultados encontrados indican que ante un aumento del 1% en la inversión en carreteras, el producto aumenta en 0.42%. En Colombia el 80% de la carga es transportada por corredores viales

terrestres (Perez V. , 2005), lo que traduce en una necesidad sentida de priorizar inversiones en la generación de nueva y mejor infraestructura con el fin de asegurar un desarrollo continuo de las regiones. Una forma de relacionar las inversiones realizadas para mejorar la infraestructura con el desarrollo se puede colegir de las evaluaciones hechas por el Foro Económico Mundial a través del Índice Global de Competitividad. Este índice mide la capacidad que tiene un país de generar oportunidades de desarrollo económico a los ciudadanos y evalúa la competitividad a través de 12 pilares, dentro de los cuales se encuentra la infraestructura como elemento No. 2 del entorno habilitante. Para el año 2019, como se puede ver en la Figura 11, Colombia se ubicó en el puesto 57 entre 141 países. Sin embargo, el apartado de infraestructura se clasificó en el lugar 81, con alguna variación con respecto a años precedentes (en al año 2018 estaba en el lugar 83) (Foro Económico Mundial, 2019). Esto puede ser un indicativo de que se han hecho algunos esfuerzos, por parte de los gobiernos, en aumentar las inversiones en esta materia y esto deriva en una mejora competitiva que a su vez se traduce en desarrollo.

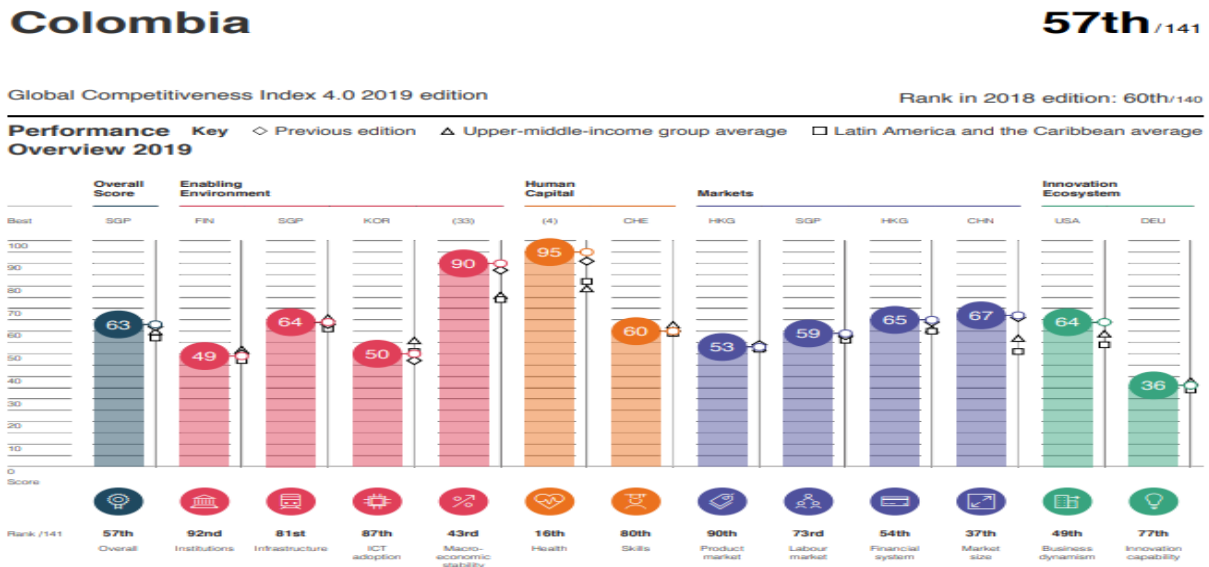


Figura 11. Índice Global de Competitividad de Colombia

Fuente: Tomado de (Foro Económico Mundial, 2019)

Bibiana Patiño, Investigadora de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, plantea que “Invertir en la infraestructura vial y de transporte se convierte en un factor decisivo para el desarrollo de un territorio. El desarrollo regional es un proceso de cambio estructural que está directamente relacionado con la disponibilidad de infraestructura de transporte y comunicaciones, por eso en la medida en que las relaciones espaciales se consoliden, las economías de escala se potencian.” (Patiño Alzate, 2016)

El Estado colombiano ha establecido, dentro de los planes de ordenamiento territorial y los planes de desarrollo, la hoja de ruta para promover el avance de la red de infraestructura vial (Rojas Lopez & Ramirez Muriel, 2018) y es así como los contenidos de estos instrumentos de dirección formulados por los entes territoriales, apuntan a la implementación de programas y proyectos que potencien los sistemas de movilidad en plena consistencia con los programas de desarrollo económicos circunscritos en su espacialidad territorial.

1.4.1.5 La infraestructura vial en Facatativá.

El sistema vial y de transporte público de la zona urbana del municipio se identifica por ser el que condiciona la movilidad y las dinámicas que se transmiten y relacionan con el resto del territorio. Es importante reconocer que el municipio contemplará dentro de sus esfuerzos y dinámicas, al proyecto del Metro Ligero de la Sabana - RegioTram, dentro del cual, Facatativá tendrá oportunidad de potencializarse como nodo regional en el cual confluirán dinámicas que fortalecerán al municipio como un centro subregional proveedor de servicios urbanos básicos a toda la región. (Alcaldía de Facatativá, 2019)

El Sistema vial está conformado por las siguientes categorías;

Subsistema Vial:

- (a) Malla Vial Arterial
- (b) Malla Vial Intermedia
- (c) Malla Vial Local
- (d) Malla para la red peatonal
- (e) Elementos Complementarios

Subsistema de Transporte:

- (a) Metro Ligero Regional (REGIOTRAM)
- (b) Red de Carga y Descarga
- (c) Red de Transporte Público
- (d) Red de Ciclo rutas

El municipio de Facatativá tiene un inventario de aproximadamente 130.42 km de vías en el componente urbano con la desagregación mostrada en la Tabla 4.

Tabla 4: Clasificación de las vías en Facatativá

Clasificación	Longitud total en m	%
Vía Nacional	14.919	11,44%
Vía regional	21.791	16,71%
Vía Arterial	8.770	6,72%
Vía intermedia	15.110	11,59%
Vía Local	69.826	53,54%
Total	130.416	100,00%

Fuente: (Alcaldía de Facatativá, 2019)

Para el proyecto que es objeto de este estudio, las vías que confluyen en la intersección son la carrera 5 y la calle 15. La Tabla 5 muestra su caracterización:

Tabla 5: Caracterización de la calle 15 y la carrera 5

Descriptor	Vía	
	Calle 15	Carrera 5
Clasificación	Vía de la malla vial arterial	Vía de la malla vial intermedia
Definición	Eje vial que articula el suelo urbano y que garantizan su conectividad con el suelo de expansión, el suelo rural y los Municipios vecinos	Eje vial que alimenta la zona urbana de Facatativá y permite la conexión con las vías arterias, se caracteriza por su función de estructuración de las actividades interurbanas y está orientada a canalizar el tráfico vehicular rápido.
Perfil	V-1A	V-4
Longitud	1820 m	2020 m
Ancho de banca	30 m	15 m
Tramo	Desde la carrera 1 hasta la Variante de San Rafael	Desde la calle 15 hasta la calle 2 este

Fuente: (Alcaldía de Facatativá, 2019)

Además de la información anterior es útil exponer que la vía carrera 5 se encuentra truncada a la altura de la calle 15 y lo que pretende el proyecto es su prolongación para que sirva a la población objetivo ya identificada y se vuelva parte del sistema de movilidad de la ciudad.

En la Figura 12 se puede observar el componente vial de la ciudad definido por el documento de ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial, en el cual se dibujan con líneas punteadas las vías que deben ser construidas para lograr un adecuado modelo de ocupación y dentro de las cuales se encuentra la prolongación de la vía en cuestión. En la misma figura se puede observar la zona de expansión del municipio que sería servida por el corredor a implementar

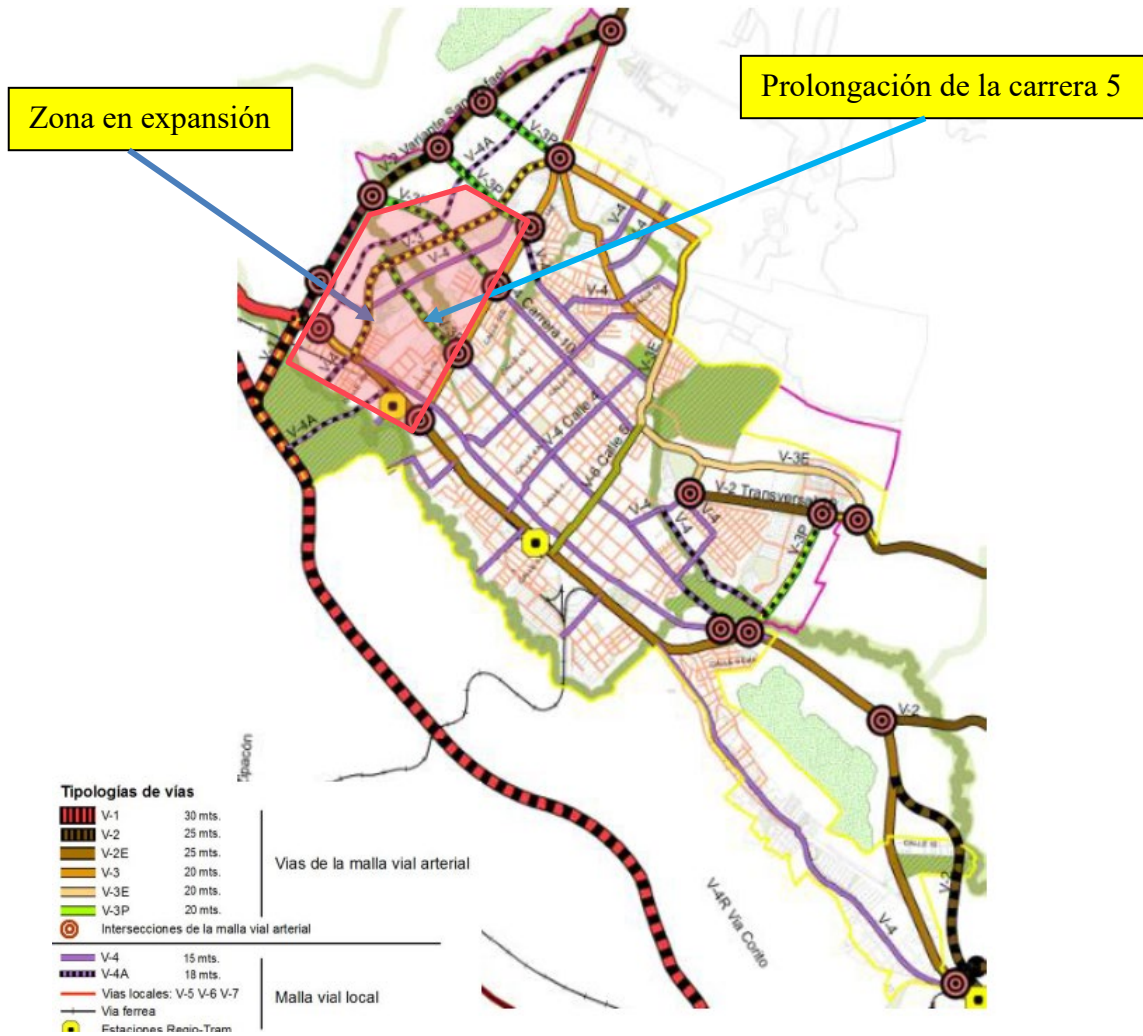


Figura 12. Subsistema vial de Facatativá

Fuente: Adaptado de (Alcaldía de Facatativá, 2019)

1.5 Marco Metodológico Para Realizar Trabajo de Grado

1.5.1 Enfoque de investigación.

La investigación a utilizar en este trabajo de grado corresponde a la de enfoque cuantitativo, toda vez que el proyecto encaja adecuadamente en las características de este tipo y que son expuestas por Roberto Hernández Sampieri (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). Para efectos de este documento de estudio, se elaboró la Tabla 6 en donde se

describen las características más representativas y se referencia su aplicación en el contexto de este trabajo de grado.

Tabla 6: Características del enfoque cuantitativo y la aplicación al proyecto

Característica	Aplicación al proyecto
El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio	Para este estudio se sigue en un todo los procesos de dirección de proyectos y su relación con las áreas de conocimiento identificadas por el Project Management Institute, PMI
Refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos	Como quiera que uno de los objetivos principales es la de reducir los tiempos de desplazamiento en el área de influencia del proyecto y entre la zona noroccidental de Facatativá y el centro de la misma, se requiere comprobar la disminución de la magnitud de la variable tiempo con la implementación del proyecto.
El investigador plantea un problema de estudio delimitado y concreto sobre el fenómeno	El problema es delimitado y corresponde a las restricciones a la movilidad en la zona noroccidental del municipio de Facatativá, como consecuencia de la inadecuada infraestructura vial existente
Una vez planteado el problema de estudio, el investigador considera lo que se ha investigado anteriormente y construye un marco teórico y del cual deriva una o varias hipótesis	El marco teórico se enfocó en la relación entre la implementación de infraestructura vial y su impacto en el desarrollo, a la vez que hace una descripción de los conceptos básicos de infraestructura vial en forma general para luego, abordar lo aplicable al municipio de Facatativá.
Elabora una hipótesis y define unas variables	<p>En este caso la hipótesis se puede establecer como: "Los tiempos de desplazamiento entre la zona noroccidental de Facatativá y el centro de la ciudad y viceversa, disminuyen con la construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica."</p> <p>Esta hipótesis corresponde a una hipótesis descriptiva de un valor o dato pronosticado pues intenta predecir un dato o valor en una o más variables que se van a medir u observar.</p> <p><i>Variable dependiente (X):</i> Tiempo de desplazamiento</p> <p><i>Variable independiente (Y):</i> Longitud de las vías de acceso a la zona noroccidental que están en funcionamiento, partiendo desde la calle 15</p>

Característica	Aplicación al proyecto
La investigación cuantitativa debe ser lo más “objetiva” posible. Los fenómenos que se observan o miden no deben ser afectados por el investigador, quien debe evitar en lo posible que sus temores, creencias, deseos y tendencias influyan en los resultados del estudio o interfieran en los procesos y que tampoco sean alterados por las tendencias de otros	La investigación es objetiva pues se minimizan las fuentes de invalidación interna toda vez que el investigador no tiene influencia alguna en el comportamiento del fenómeno a estudiar y solo se limita a evaluar el comportamiento de la variable independiente (longitud de las vías de acceso) y su efecto en la variable dependiente (el tiempo de desplazamiento)
En una investigación cuantitativa se intenta generalizar los resultados encontrados en un grupo o segmento (muestra) a una colectividad mayor (universo o población). También se busca que los estudios efectuados puedan replicarse.	Con este proyecto se busca generalizar el concepto de la mejora en los tiempos de desplazamiento y la consecuente mejora en la movilidad de un territorio con ocasión del avance y desarrollo en la infraestructura vial de ese territorio
Esta aproximación se vale de la lógica o razonamiento deductivo, que comienza con la teoría, y de ésta se derivan expresiones lógicas denominadas “hipótesis” que el investigador somete a prueba	El razonamiento deductivo es utilizado en este proyecto en el planteamiento del problema y la elaboración de la hipótesis que se pretende probar con la implementación y puesta en funcionamiento del proyecto de infraestructura física

Fuente: Construcción del autor adaptada de (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

1.5.2 Tipo de investigación.

El tipo de investigación o alcance corresponde al descriptivo, teniendo en cuenta que dentro de los alcances que puede tener un estudio cuantitativo, el descriptivo “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). La investigación de este proyecto se fundamenta en analizar una característica importante en el fenómeno de la movilidad y es la de los tiempos de desplazamiento que se dan después de implementar una solución de mejora a la movilidad de la zona noroccidental de Facatativá a través de la construcción de la vía carrera 5. El alcance descriptivo de este estudio pretende medir información de manera conjunta sobre las dos variables expuestas en la hipótesis.

El valor de este alcance descriptivo radica en que “es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno o situación” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), en este caso, la disminución en las magnitudes de tiempo que normalmente gastan los habitantes de un territorio y demás usuarios en las actividades de desplazamiento, luego de la concreción de una solución estratégica de movilidad mediante la construcción de una nueva vía de comunicación que dará soporte a los corredores ya existentes.

1.5.2.1 Elección del diseño de investigación.

El diseño a utilizar es el no experimental transeccional descriptivo toda vez que no hay manipulación deliberada de la variable independiente y el fenómeno es analizado en su contexto natural en un periodo de tiempo correspondiente al posterior a la puesta en funcionamiento del proyecto de infraestructura de construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica

1.5.3 Población y muestra.

1.5.3.1 Población.

La población objetivo de este proyecto de carácter social corresponde a los habitantes de la franja delimitada entre las calles 15 y 25 y las carreras 1 y 10 del municipio de Facatativá con una cifra total aproximada de 20000 habitantes de diverso estrato socioeconómico. Esta porción de terreno del municipio solo tiene acceso por la vía carrera 2 lo cual crea una condición negativa en la movilidad de personas, bienes, servicios y mercancías entre el noroccidente de la ciudad y el centro de la misma.

La población del área descrita está conformada por barrios de las áreas funcionales borde sur y occidente del componente urbano. Hacen parte de estas dos áreas funcionales los barrios La Rivera, Brasilia, Rincón de Faca, Los Cerezos, Pensilvania, Tisquesusa, Villas del Norte, María Paula,

Santa Clara, Los Molinos, Chicuaza, Villa Olímpica, Gibraltar y Tierra Linda. (Alcaldía Cívica de Facatativá, 2002)

1.5.3.2 Muestra.

Como quiera que se van utilizar encuestas semiestructuradas para la recolección de la información, tal y como se expone en el numeral 1.5.4 de este documento, no se hace necesario el cálculo del tamaño de la muestra usando alguno de los métodos estadísticos usados para estudios cuantitativos.

Las unidades de muestreo sobre las que se aplicara la herramienta de recolección de información, que para este caso es una encuesta semiestructurada son:

- Habitantes de los barrios de la zona de influencia, 2 encuestas por cada uno de los barrios citados en la población objetivo (persona con vehículo propio y sin vehículo).
- Transportadores de las empresas Villetax S.A., AutoFaca S.A, Transportes Hycata Ltda., tres encuestas por empresa (dos para servicio colectivo y una para servicio de taxi)
- Comerciantes de la zona de influencia, 1 encuesta por cada uno de los barrios citados en la población objetivo.
- Transportadores de mercancías que tengan como destino los barrios citados en la población objetivo.

1.5.4 Herramientas para la recolección de información.

Las herramientas que se van a utilizar corresponden a encuestas semiestructuradas desarrolladas, validadas e implementadas por la Secretaria de Tránsito y transporte de Facatativá una vez el proyecto de construcción de la vía carrera 5 sea entregado por la firma contratista, sea recibido por la alcaldía municipal y a su vez sea entregado a la comunidad beneficiaria.

La encuesta semiestructurada será aplicada a las unidades de muestreo relacionadas en el numeral 1.5.3.2 y tendrá como objeto evaluar los tiempos de desplazamiento entre la zona noroccidental de Facatativá y el centro del municipio. En ese sentido la encuesta deberá contener la siguiente información: fecha de elaboración, unidad de muestreo a la que se aplica (según numeral 1.5.3.2.) así como su dirección y localización, tiempo de desplazamiento antes del proyecto, tiempo de desplazamiento después de implementado el proyecto, mejora percibida y observaciones (de haberlas).

1.5.5 Fuentes de información.

1.5.5.1 Fuentes de información primarias.

Para la realización de este trabajo se obtuvo información de las siguientes fuentes primarias:

- Estudios técnicos para la revisión estructural del Plan de Ordenamiento Territorial de Facatativá.
- Entrevistas directas con funcionarios del gabinete municipal de la Alcaldía de Facatativá incluyendo al Secretario de Obras Públicas, el Secretario de Urbanismo, el Secretario de Tránsito y Transporte y la Secretaria de Planeación.
- Libro de Ingeniería de Pavimentos para carreteras del Ing. Alfonso Montejo Fonseca.
- Documentos y anexos técnicos del Instituto Nacional de Vías INVIAS.

1.5.5.2 Fuentes de información secundarias.

Para la realización de este trabajo se obtuvo información de las siguientes fuentes secundarias:

- Decreto 069 de 2002, Plan de Ordenamiento Territorial de Facatativá
- Plan de Desarrollo 2016-2019 “Recuperemos a Facatativá”
- Plan de Desarrollo 2020-2023 “Facatativá correcta, un propósito común”

- Plan de movilidad de Facatativá 2011.
- Publicación CONSTRUDATA.
- Cartilla de precios de referencia del Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca.
- Listado de APUS del Instituto Nacional de Vías, INVIAS.
- Estadísticas generadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE.

2 Estudios y Evaluaciones

2.1 Estudio de Mercado

2.1.1 Población.

Según las proyecciones del DANE, el Municipio de Facatativá tiene una población total de 155.978 habitantes en total (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, 2020), distribuidos en un porcentaje de 93.01% para el suelo Urbano y 6.99% para la zona Rural.

La población objetivo de este proyecto de carácter social, con una cifra total aproximada de 20.000 habitantes de diverso estrato socioeconómico, corresponde a los habitantes de la franja delimitada entre las calles 15 y 25 y las carreras 1 y 10 del municipio de Facatativá, como se puede ver en la Figura 13, la cual muestra la porción de terreno dentro del polígono de color azul. Esta área geográfica del municipio solo tiene acceso por la vía carrera 2, lo cual crea una condición negativa en la movilidad de personas, bienes, servicios y mercancías entre el noroccidente de la ciudad y el centro de la misma.

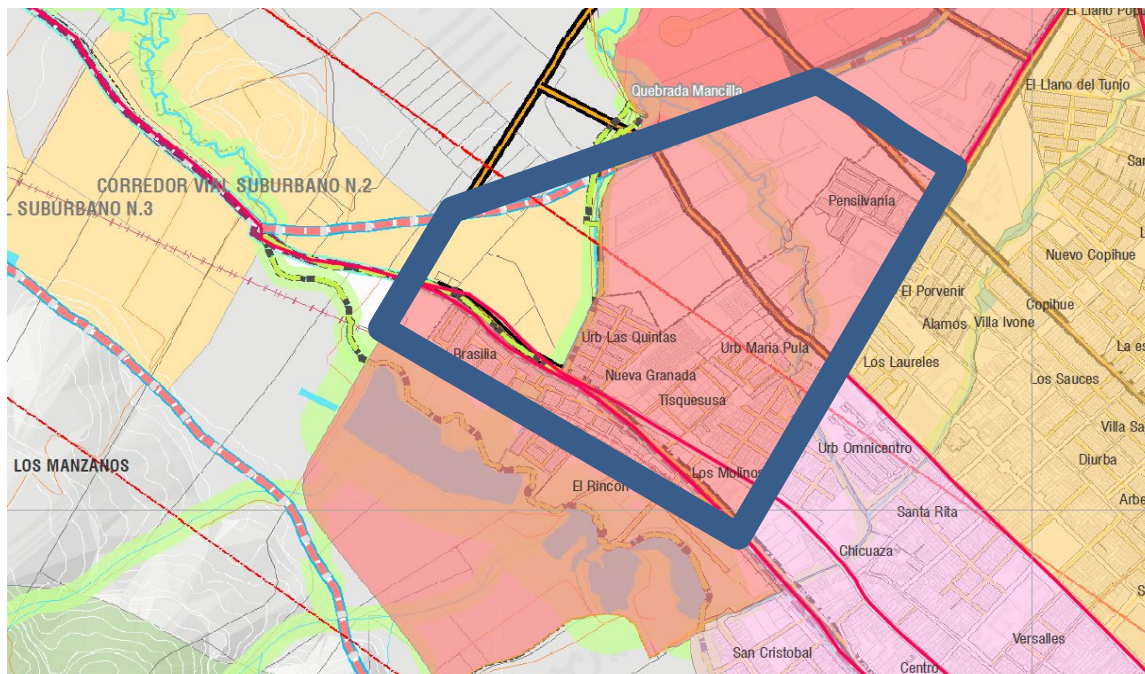


Figura 13. Localización de la población objetivo del proyecto.

Fuente: Tomado de (Alcaldía de Facatativá, 2019)

La población del área descrita está conformada por barrios de las áreas funcionales borde sur y occidente del componente urbano. Hacen parte de estas dos áreas funcionales los barrios La Rivera, Brasilia, Rincón de Faca, Los Cerezos, Pensilvania, Tisquesusa, Villas del Norte, María Paula, Santa Clara, Los Molinos, Chicuzaza, Villa Olímpica, Gibraltar y Tierra Linda. (Alcaldía Cívica de Facatativá, 2002).

2.1.2 Proyección demanda del mercado.

Teniendo en cuenta que la demanda es el valor global del mercado que expresa las intenciones adquisitivas de los consumidores y que su curva muestra la cantidad de un bien específico que los consumidores o la sociedad están dispuestos a comprar en función del precio del bien y a la renta disponibles (Policonomics, 2020), la proyección de demanda del mercado no se puede calcular en los términos especificados, debido a que el proyecto no busca la generación de un bien o servicio que pueda ser adquirido por la comunidad, en el entendido que se trata de una iniciativa de carácter

social que apunta a mejorar las condiciones de movilidad del sector noroccidental de Facatativá. No obstante, se podría establecer la demanda como la generada por toda la población objetivo (20.000 habitantes) y que esta incluso se puede extrapolar a la población de toda la parte occidental del municipio.

2.1.3 Proyección oferta del mercado.

Es necesario precisar que la oferta es el conjunto de ofertas hechas en el mercado por los bienes y servicios a la venta (Policonomics, 2020) y que las condiciones expuestas en el numeral 2.1.2 siguen aplicando a este apartado, y en ese contexto se podría citar que el municipio de Facatativá ofrece la construcción del bien (en este caso la infraestructura vial de la carrera 5) como parte de lo contenido en el programa de ejecución del componente urbano, subsección infraestructura vial y transporte del Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía Cívica de Facatativá, 2002) y lo proyectado en las metas de producto del Plan de Desarrollo 2016-2019 “Recuperemos a Facatativá” y del Plan de Desarrollo 2020-2023 “Facatativá correcta, un propósito común”.

2.1.4 Punto equilibrio oferta – demanda del mercado.

En proyectos sociales, como este, el punto de equilibrio no se puede tasar de la forma habitual, toda vez que los costos totales en que incurrirá el municipio, no son equilibrados por ingresos directos al tesoro de la entidad territorial, como consecuencia de la implementación del proyecto de construcción de la vía. No obstante, si se puede simular el punto de equilibrio utilizando los costos en que incurrirá el proyecto, incluyendo los gastos de operación, y los ingresos esperados a partir del año siguiente a la entrada en funcionamiento del proyecto y que corresponden a proyecciones de la Secretaria de Desarrollo Económico del municipio. Es de aclarar que estos ingresos no llegaran a las cuentas de la Alcaldía de Facatativá, pues corresponden a la tasación de

los beneficios sociales que se esperan obtener luego de la implementación el proyecto. Estas cifras, así como todo el cálculo, están consignados en la Tabla 7.

Tabla 7. Cálculo de punto de equilibrio

Periodo	Costos	Suma de los costos	Ingresos	VPN de los ingresos	Suma de los VPN de los ingresos
1	3.826.217.098	3.826.217.098	-	-	
2	20.487.660	3.846.704.758	440.000.000	373.622.572	373.622.572
3	21.307.166	3.868.011.924	462.000.000	361.503.595	735.126.167
4	22.159.453	3.890.171.377	485.100.000	349.777.713	1.084.903.880
5	23.045.831	3.913.217.208	509.355.000	338.432.178	1.423.336.058
6	23.967.664	3.937.184.872	534.822.750	327.454.650	1.750.790.708
7	24.926.371	3.962.111.243	561.563.888	316.833.195	2.067.623.903
8	25.923.426	3.988.034.669	589.642.082	306.556.261	2.374.180.164
9	26.960.363	4.014.995.032	619.124.186	296.612.674	2.670.792.838
10	28.038.778	4.043.033.810	650.080.395	286.991.621	2.957.784.459
11	29.160.329	4.072.194.139	682.584.415	277.682.642	3.235.467.101
12	30.326.742	4.102.520.881	716.713.636	268.675.612	3.504.142.713
13	31.539.812	4.134.060.693	752.549.318	259.960.737	3.764.103.450
14	32.801.404	4.166.862.097	790.176.784	251.528.543	4.015.631.993
15	34.113.460	4.200.975.557	829.685.623	243.369.858	4.259.001.851
16	35.477.998	4.236.453.555	871.169.904	235.475.811	4.494.477.662

Fuente: Construcción del autor

La Figura 14 muestra que el punto de equilibrio del proyecto, dadas las condiciones expuestas en la Tabla 7, se alcanza a partir del año 15 cuando se cruzan las líneas correspondientes a costos y a ingresos.

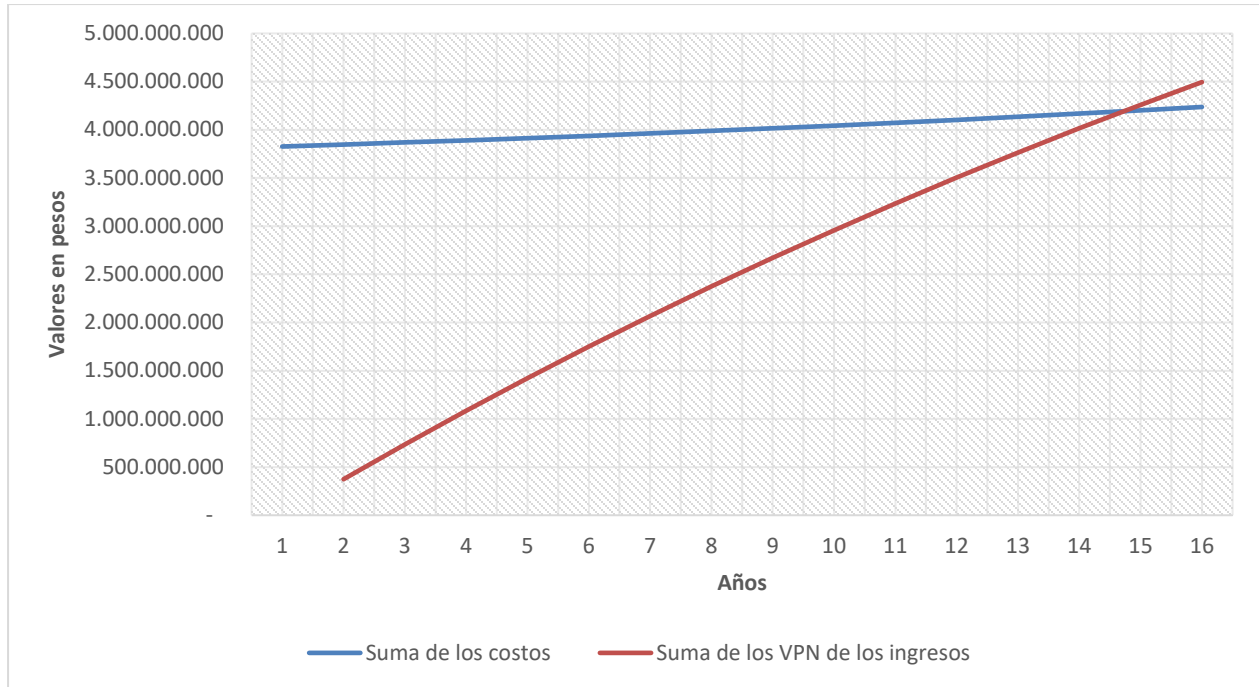


Figura 14. Punto de equilibrio del proyecto

Fuente: Construcción del autor

2.1.5 Pronóstico de ventas y comercialización del producto.

El proyecto no pretende vender ni comercializar ningún producto, bien o artículo y por tanto no hay un pronóstico de ventas o comercialización del mismo.

2.1.6 Factores de Competencia del mercado y distintivos del proyecto.

La Alcaldía de Facatativá construirá el proyecto siguiendo en un todo la normativa prevista para la ejecución de proyectos de inversión con recursos públicos, lo que constituye un marco rígido que permite establecer factores de competencia, teniendo en cuenta los principios de transparencia, economía y responsabilidad y de conformidad con los postulados que rigen la función administrativa, tal y como lo estipula el artículo 23 de la ley 80 de 1993 y las respectivas normas que la reglamentan, modifican o adicionan.

2.1.7 Determinación de precio(s) / estrategias de comercialización del producto.

Como se ha explicado en numerales anteriores, incluyendo el 2.1.2 , 2.1.3 , 2.1.4 y 2.1.5 el proyecto objeto de esta iniciativa de origen público es un esfuerzo de carácter social y estatal liderado por la alcaldía municipal de Facatativá con el fin de mejorar las condiciones de movilidad de la zona noroccidental de Facatativá, creando las estructuras de conectividad apropiadas que dinamicen los flujos vehiculares entre las diferentes zonas funcionales del municipio, permitiendo un modelo vial que responda a las necesidades de desarrollo, garantizando desplazamientos en forma racional y con ahorro de recursos. Teniendo en cuenta lo anterior el proyecto no va a comercializar producto alguno, pues es en esencia la implementación y entrega a la comunidad facatativeña de una obra de infraestructura de carácter estratégico contenida en el componente vial del Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Desarrollo municipal, cuyo valor total esta tasado en la suma de \$3.826.217.098. No obstante, en el sitio del proyecto se instalarán 2 vallas publicitarias explicativas del mismo con renders de las obras a implementar, el costo, las fuentes de financiación, el tiempo de ejecución y los encargados de la ejecución y la supervisión.

2.2 Estudio Técnico

2.2.1 Definición técnica y conceptual del proyecto.

La solución a implementar desde el punto de vista técnico, consiste en la ejecución de las obras civiles necesarias que permitan conectar la calle 15 con la Villa Olímpica del municipio a través de la carrera 5. El producto principal a obtener con el desarrollo del proyecto es un tramo de vía en concreto asfáltico de 439 m de longitud que incluye una calzada y andenes a lado y lado, junto con las infraestructuras funcionales necesarias. Para acometer la construcción y obtener los recursos para tal fin, la administración municipal estableció un acuerdo de voluntades con una multinacional para que a través de una actuación administrativa se le permitiera a dicha multinacional un mayor

aprovechamiento del suelo en edificación de unos predios de su propiedad. De la actuación administrativa se originó un pago de plusvalía y la entrega de unas franjas de terreno constitutivas como áreas de cesión urbanísticas, de espacio público y aquellas correspondientes a las afectaciones sobre los inmuebles en razón del plan vial y demás obras públicas contempladas en el Plan de Ordenamiento Territorial. Estas últimas franjas constituyen el corredor físico sobre el cual se construirá la banca del corredor vial proyectado. El proyecto incluye la realización de todas las actividades necesarias para la puesta en funcionamiento de la vía, de acuerdo con lo preceptuado por las normas de INVIAS y la metodología de diseño de pavimentos de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes, AASHTO. La vía está proyectada para que tenga un comportamiento adecuado de sus estructuras en condiciones uniformes de transitabilidad y con un adecuado nivel de servicio por un periodo no inferior a 20 años.

2.2.2 Ingeniería del proyecto.

El proceso de producción del producto final corresponde al proceso de construcción de una vía. Esto implica la materialización de dos grandes etapas. La primera tiene que ver con la concepción de todos los estudios y diseños necesarios para la construcción y la segunda que corresponde a la fase de ejecución como tal, incluyendo la puesta en servicio del corredor.

2.2.2.1 *Etapas de estudios y diseños.*

Un aspecto fundamental para lograr la implementación de una infraestructura funcional, segura y estable en el tiempo tiene que ver con la realización de todos los estudios necesarios, dentro de los cuales se pueden citar:

- Topografía
- Diseño geométrico de la vía

- Diseño hidráulico
- Diseño Box culvert
- Diseño Muros de contención
- Diseño estructura de pavimento
- Diseño de redes de acueducto y alcantarillado
- Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico
- Diseño de urbanismo
- Presupuesto detallado

2.2.2.2 *Etapa de construcción.*

La etapa de construcción implica la concreción de lo obtenido en la fase de estudios y diseños mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería y la utilización de procesos constructivos debidamente aprobados y avalados por las entidades que regulan este tipo de procedimientos, que para esta caso son el Instituto Nacional de Vías INVIAS, la Empresa Aguas de Facatativá, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, la Secretaria de Obras Públicas y la Secretaria de Urbanismo del municipio.

Por tratarse de una vía nueva, la construcción abarca las siguientes etapas:

- Construcción de las redes de alcantarillado sanitario
- Construcción de las redes alcantarillado pluvial
- Construcción de las redes de acueducto
- Construcción del box culvert
- Construcción del muro contención lateral
- Construcción de la vía

- Construcción de la ciclo ruta
- Construcción de los andenes
- Instalación del mobiliario urbano
- Construcción e instalación de las redes eléctricas y de alumbrado publico

La Figura 15 muestra el área de intervención sin proyecto, en donde se puede apreciar que la vía no es continua y que al fondo hay algunos desarrollos urbanos que no están adecuadamente conectados a las estructuras viales del municipio.



Figura 15. Vista general de la intersección carrera 5-calle 15.

Fuente: Tomado de Google Earth

2.2.3 Tamaño del proyecto.

El área de intervención para la construcción de la prolongación de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica, corresponde a una franja de terreno de 440 metros de largo por 25 metros de ancho en donde se implementará un corredor vial con las siguientes características constructivas de orden general:

- Longitud total: 439 m.
- Ancho de calzada: 7.50 m, construida en concreto asfáltico, sobre una estructura granular elaborada con material de préstamo de cantera, aislamiento de la subrasante por medio de geotextil NT4000.
- Número de carriles: 2, uno en cada sentido.
- Andenes: uno a cada lado de la calzada con un ancho de 5 m, el andén del costado norte tendrá una cicloruta de 2m, una zona peatonal de 2m y una zona de protección ambiental de 1m, el andén del costado sur tendrá una zona peatonal de 3m y una zona de protección ambiental de 2m. Los andenes tendrán una terminación en adoquín cerámico y la ciclo ruta una superficie de rodadura en concreto asfáltico.
- Box culvert sobre la quebrada Los Molinos con una luz de 12,6 m y un ancho igual al de la vía. Construido en concreto reforzado. Pasamanos y baranda peatonales en acero ASTM A500 Gr. C y ASTM A53 Gr. B.
- Red de acueducto en tubería PVC, con conexión a barrios existentes y proyectados que estén aprobados urbanísticamente a la fecha de construcción.
- Redes de aguas lluvias y aguas servidas en tubería Novafort, pozos de inspección prefabricados en concreto reforzado.
- Redes eléctricas y alumbrado público.
- Mobiliario urbano.

La Figura 16 muestra un corte de la vía, en una sección típica.

CORTE DE VÍA
ESC. 1:100

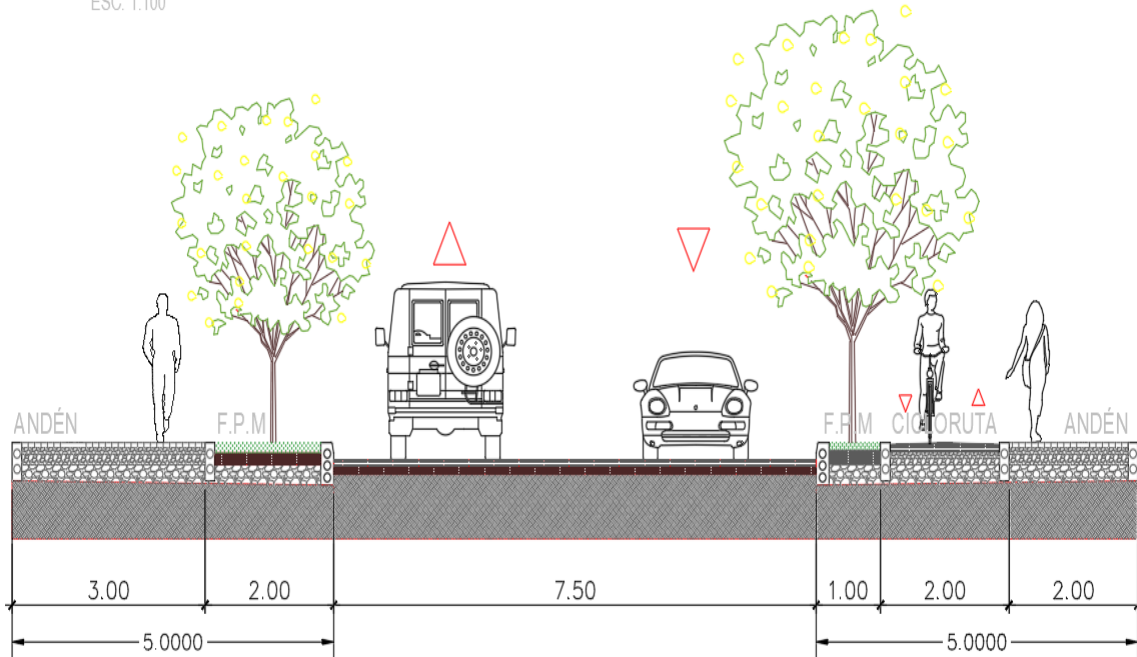


Figura 16. Sección típica de la vía

Fuente: Tomado de: (Alcaldía de Facatativá, 2019)

2.2.4 Localización del proyecto.

El proyecto se localiza en el Municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca, en la proyección de la carrera 5, entre la calle 15 y la villa Olímpica, según se puede observar en la Figura 17.

El área de intervención es una zona con alta proyección de desarrollo urbanístico y que acoge diferentes usos de suelo incluyendo el residencial, comercial e industrial aunado a que esta anexa a la zona de expansión urbana proyectada dentro del modelo de ocupación del territorio.

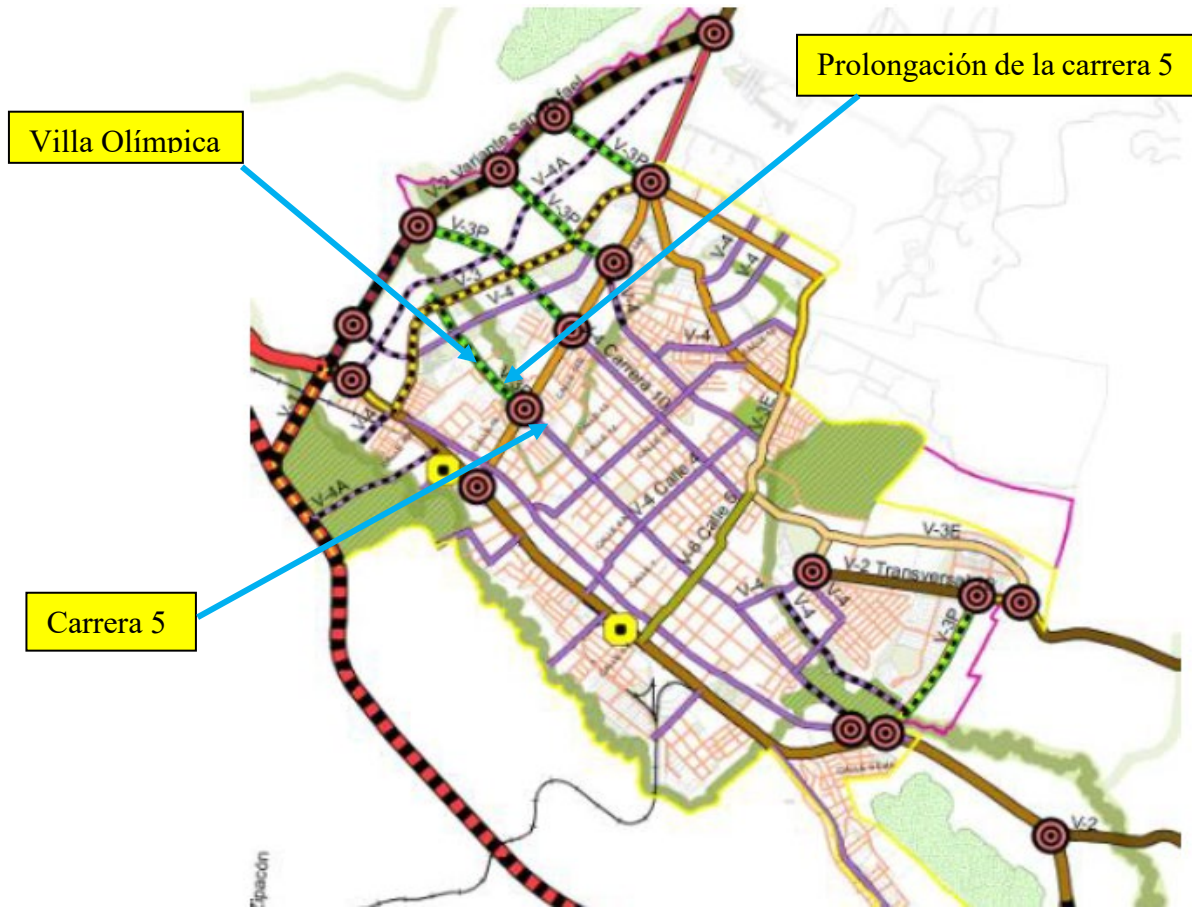


Figura 17. Localización general del proyecto

Fuente: Adaptado de (Alcaldía de Facatativá, 2019)

2.2.5 Organización del proyecto.

2.2.5.1 Aspectos legales.

El proyecto será ejecutado por la Alcaldía de Facatativá, la cual es una entidad administrativa del orden municipal, con presupuesto y autonomía propios, de carácter descentralizado, encargada de liderar la gestión territorial en el municipio. Está representada legalmente por el Dr. Guillermo Eduardo Aldana Dimas, en su condición de alcalde municipal y por tanto ordenador del gasto, elegido por votación popular el día 27 de octubre de 2019 y posesionado el día 1 de enero de 2020.

2.2.5.2 Estructura organizacional del proyecto.

El organigrama del proyecto se puede observar en Figura 18.

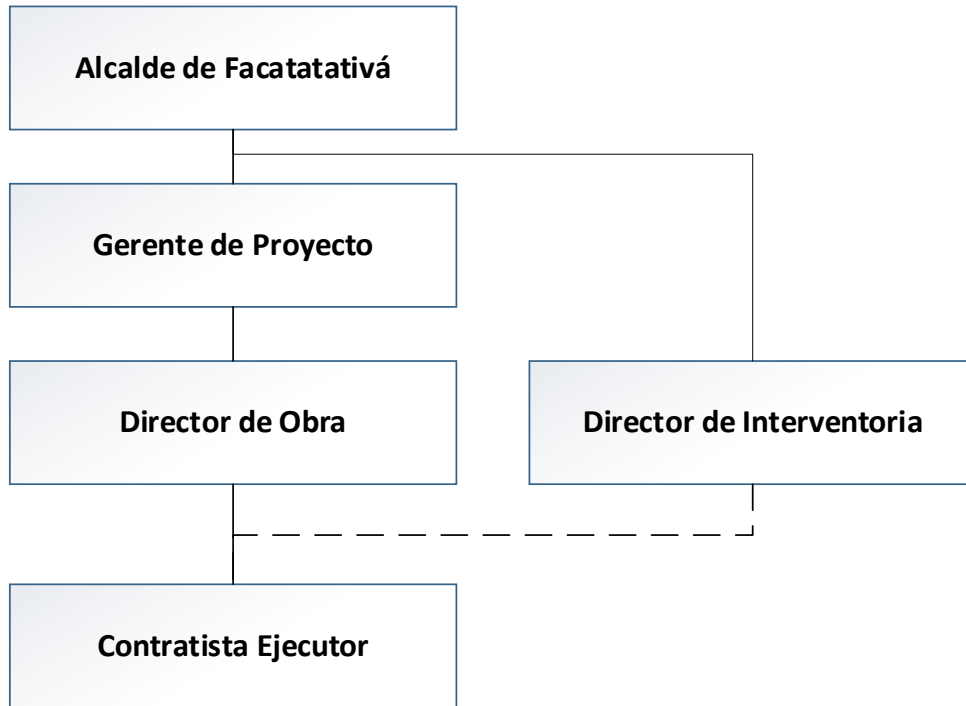


Figura 18. Organigrama del proyecto.

Fuente: Construcción del autor

2.2.5.3 Personal.

El personal necesario para la dirección del proyecto y la interventoría del mismo, provendrá de la planta de personal de la administración municipal de Facatativá, teniendo en cuenta que la estructura de la Alcaldía es de tipo funcional. En cuanto al personal del contratista ejecutor, este será el responsable de suministrar y reclutar todo el talento humano necesario para la ejecución física del proyecto.

Como quiera que el proyecto presenta un tamaño medio y un grado de complejidad técnico medio, es necesario contar con el siguiente talento humano:

- Gerente de proyecto
- Director de obra
- Director de Interventoría
- Residente de obra
- Residente SISO
- Geotecnista
- Ingeniero civil especialista en vías y pavimentos
- Topógrafos
- Ingeniero eléctrico
- Ingeniero especialista en hidráulica
- Ingeniero especialista en estructuras
- Maestro general de obra
- Maestros generales por capítulos
- Contra maestro general de obra
- Oficiales de obra
- Ayudantes de obra
- Auxiliares de servicios generales
- Técnicos electricistas
- Almacenista general
- Personal administrativo

2.2.6 Requerimientos para el desarrollo del proyecto.

2.2.6.1 Equipos.

Los equipos a utilizar serán suministrados en un todo por el contratista ejecutor, el cual dispondrá de todos los equipos, maquinaria y herramienta en los sitios de obra en las cantidades y características necesarias para la ejecución adecuada del alcance del proyecto dentro de las limitaciones de tiempo y oportunidad requeridas.

No obstante, lo anterior se puede citar como equipo mínimo, el relacionado a continuación:

- Motoniveladora
- Excavadora de avance sobre orugas
- Retroexcavadora
- Compactadores vibratorios en tándem
- Compactadores para asfalto
- Terminadora de asfalto
- Minicargador
- Volquetas
- Camión irrigador
- Grúa
- Mezclador de concreto portátil
- Generador eléctrico de 10 Kva
- Equipo de soldadura
- Herramienta menor
- Equipos de oficina

2.2.6.2 *Infraestructuras.*

Teniendo en cuenta que el proyecto versa sobre la construcción de una vía, no se hace necesaria la implementación de alguna infraestructura especial, sin embargo, se sugiere la instalación de un campamento de obra que cuente con las facilidades necesarias para el adecuado desarrollo de las actividades de obra y el cual debe incluir una zona administrativa, área de reuniones, cafetería y zona sanitaria.

2.2.6.3 *Insumos.*

Los insumos a utilizar serán suministrados en un todo por el contratista ejecutor, el cual dispondrá de todos los materiales de construcción y demás requeridos en los sitios de obra en las cantidades y características necesarias para la ejecución adecuada del alcance del proyecto dentro las especificaciones técnicas previstas en los estudios y diseños del proyecto.

Dadas las características del proyecto se puede citar de manera general una relación de insumos, la cual no es limitativa:

- Relleno tipo 2 "recebo"
- Arena de peña
- Tubería PVC alcantarillado 8"
- Tubería PVC alcantarillado 10"
- Tubería PVC alcantarillado reforzado 20"
- Tubería PVC alcantarillado reforzado 24"
- Pozo de inspección prefabricado
- Sumidero sl-100
- Tubería PVC UM 2"

- Tubería PVC UM 4"
- Tubería PVC UM 6"
- Accesorios PVC UM 2"
- Accesorios PVC UM 4"
- Accesorios PVC UM 6"
- Válvula tipo acueducto de 2"
- Válvula tipo acueducto de 4"
- Válvula tipo acueducto de 6"
- Caja para válvula tipo chorote
- Concretos
- Sardinell prefabricado
- Geotextil No tejido tipo NT 2000
- Malla para gavión
- Base granular clase A
- Subbase granular clase B
- Emulsión asfáltica CRR-1
- Mezcla asfáltica en caliente tipo denso MDC-10
- Adoquín en concreto

2.2.7 Supuestos y restricciones del proyecto.

2.2.7.1 *Supuestos.*

- El proyecto está contemplado en el Plan de Ordenamiento Territorial y en los planes de desarrollo del municipio.

- El convenio de ejecución suscrito entre el municipio de Facatativá y el beneficiario de la plusvalía se perfecciona jurídica, técnica y financieramente antes de iniciar el proyecto.
- Se cumple con lo previsto en los artículos 73, 74, 75, 76, 77, 79 y 80 de la ley 388 de 1997, el decreto municipal No. 069 de 2006 y el acuerdo municipal 026 de 2004 en lo que tiene que ver con la participación en plusvalía, antes de perfeccionar el acuerdo.
- Los diseños se ejecutan siguiendo en un todo los manuales expedidos por las autoridades que reglamentan la materia en territorio colombiano antes de iniciar la construcción y se tiene disponibilidad de la totalidad de estudios, diseños, anexos técnicos y detalles de ingeniería.
- Las obras se realizan según lo especificado en los estudios y diseños elaborados para el proyecto y a su vez se cumple con el alcance pactado dentro de los tiempos y costos señalados en los documentos de proyecto.
- El Ajuste y revisión del POT es aprobado por acuerdo del Concejo Municipal antes de finalizar el primer semestre de 2020.
- Se cuenta con todos los permisos necesarios para la ejecución de la obra, incluyendo el permiso de ocupación de cauce sobre la quebrada Los Molinos.
- La titularidad de los predios objeto de intervención es de la Alcaldía de Facatativá.

2.2.7.2 Restricciones.

- Que los recursos destinados para la ejecución del proyecto sean insuficientes debido a condiciones imprevistas no imputables a la Alcaldía de Facatativá.
- Que las restricciones impuestas por las estrategias de mitigación del COVID-19 limiten sustancialmente el desarrollo normal de obra, incluyendo baja disponibilidad de talento

humano, materiales de construcción, sistemas de transporte, equipos de trabajo sobre vía y maquinaria.

- Que el beneficiario de plusvalía desista de la ejecución del proyecto.

2.3 Estudio Financiero

2.3.1 Estimación del valor de la inversión del proyecto (activos fijos, pre-operativos, capital de trabajo).

Dadas las características sociales de este proyecto y teniendo en cuenta que el alcance del mismo corresponde a la construcción de un tramo de vía con recursos provenientes de plusvalía, los valores de inversión se limitan únicamente a los costos que el proyecto demanda para su ejecución e implementación. Estos valores, así como una desagregación a nivel general se pueden observar en la Tabla 8.

Tabla 8: Valor de la inversión del proyecto

EDT	Nombre entregable	Unidad	Cant	Valor Unitario	Costo
1	Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca	Global	1	3.826.217.098	3.826.217.098
1.1	Dirección del proyecto	Global	1	285.856.000	285.856.000
1.2	Estudios y diseños	Global	1	154.277.453	154.277.453
1.3	Construcción	Global	1	3.154.640.429	3.154.640.429
COSTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES					3.594.773.882
RESERVA DE CONTINGENCIA					120.000.000
LÍNEA BASE DE COSTOS					3.714.773.882
RESERVA DE GESTIÓN					111.443.216
VALOR TOTAL					3.826.217.098

Fuente: Construcción del autor

No obstante, lo anterior, se puede incluir dentro del análisis lo siguiente:

- **Activos fijos:** Por definición corresponderían a aquellos activos que la organización no espera vender y que apalancan este proyecto en específico. La construcción del tramo de vía se realizará sobre unos terrenos de propiedad del municipio entregados por la empresa Mafer Real State de Colombia S.A.S, como consecuencia de la actuaciones administrativas que determinaron y liquidaron el efecto de plusvalía por un mayor aprovechamiento del suelo en unos predios de propiedad de la citada empresa y el otorgamiento de la licencia de urbanización de dichos predios, actuaciones que obligaron a Mafer Real State de Colombia S.A.S. a entregar unas áreas de cesión a favor del municipio de Facatativá. Estas áreas incluyen la franja de terreno por donde se construirá la vía y cuyo valor no está determinado, como sucede con la mayoría de las áreas de cesión entregadas al municipio.
- **Costos pre operativos:** el proyecto no incurrió en ningún tipo de costos pre operativos, si se tiene en cuenta que las actuaciones que finalizaron con la liquidación de la plusvalía como fuente de financiación del proyecto, son exentas de costo para el municipio de Facatativá, toda vez que las realiza por su cuenta y riesgo la interesada en dicha operación, para este caso la empresa Mafer Real State de Colombia S.A.S.
- **Capital de trabajo:** El capital de trabajo específico para este proyecto corresponde en su totalidad a los recursos liquidados por el efecto de plusvalía para un mayor aprovechamiento del suelo, los cuales fueron entregados al municipio en su totalidad y sobre los cuales no hay ningún tipo de pasivo, obligación o descuento que disminuya la cifra pactada, es decir el valor total del proyecto que corresponde a la suma de \$3.826.217.098. Aunado a esto el acuerdo de pago de plusvalía indica que en caso de que las obras ejecutadas, con ocasión de la construcción de la vía carrera 5, resulten en un valor

superior al presupuestado, Mafer Real Estate de Colombia S.A.S. asumirá por su cuenta el sobrecosto que corresponda. Lo anterior se traduce en que el capital de trabajo está suficientemente asegurado para la completa terminación del alcance del proyecto.

2.3.2 Definición y determinación de costos y gastos de operación (ventas y administrativos).

Los costos de operación una vez el proyecto entre en funcionamiento serán asumidos por la administración municipal de Facatativá y se prevé tengan la estructura contemplada en la Tabla 9.

Tabla 9: Costos y gastos de operación (post implementación)

Id	Descripción	Unidad	Cantidad	V. Unit.	Valor total
1 Mantenimiento de Señalización					
1,1	Demarcación línea continua A=0.15m (e=2.3mm, Termoplástica. Inc. Suministro y Aplicación con Equipo. Inc. Microesferas)	ml	439,00	4.104	1.801.656
1,2	Tacha reflectiva Bidireccional	un	50,00	13.444	672.200
1,3	Señal vertical grupo de reglamentarias tipo circulo D=75 cm	un	1,00	254.902	254.902
1,4	Señal vertical grupo de preventivas tipo SP-46 octágono con altura de 75 cm	un	1,00	254.902	254.902
2 Mantenimiento de Estructuras					
2,1	Rocería (incl. retiro de sobrantes a distancia 5 km)	m2	10.536	1.500	15.804.000
2,2	Pintura de barandas y elementos metálicos	ml	100	17.000	1.700.000
COSTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES					20.487.660

Fuente: Construcción del autor

Los costos anteriores son anuales y los precios deben reajustarse de acuerdo con las dinámicas y las condiciones del mercado. Así mismo las actividades y cantidades son las que generalmente se incluyen en procesos de mantenimiento periódico preventivo y pueden ser sujeto de modificación de acuerdo con las inspecciones que el personal técnico de la Secretaria de Obras adelante con ocasión de su ejercicio misional de supervisión de la infraestructura vial municipal.

2.3.3 Determinación de fuentes de financiación, costo de capital y uso de fondos.

2.3.3.1 Fuentes de financiación.

El proyecto será financiado en su totalidad con recursos provenientes de un acuerdo suscrito entre el municipio de Facatativá y la empresa Mafer Real State de Colombia S.A.S. mediante el cual se determinó y liquidó el efecto de plusvalía por un mayor aprovechamiento del suelo en unos predios de propiedad de la citada empresa. La cifra tasada fue de \$3.826.217.098.

2.3.3.2 Costo de capital.

Toda vez que se trata de un proyecto ejecutado por una entidad estatal, el costo promedio de capital (WACC), no es susceptible de ser calculado por las siguientes razones:

- La inversión es financiada directamente con recursos provenientes de gestión administrativa que genera toda la liquidez necesaria y que no implica el apalancamiento por deuda ni el uso de recursos propios, es decir no se adquiere deuda para este proyecto
- Las inversiones realizadas por entidades estatales y que tienen como propósito el cumplimiento de su deber social no suponen expectativas de utilidad financiera ni de rentabilidad para la misma entidad, los beneficios se miden en la mejora de las condiciones de vida de sus administrados, para este caso los habitantes de la zona noroccidental de Facatativá
- Las entidades estatales no pagan impuestos sobre las inversiones con recursos públicos

2.3.3.3 Uso de fondos.

Todos los fondos del proyecto que corresponden en su totalidad a los recursos de inversión financiados con dineros provenientes de plusvalía se utilizarán irrestrictamente en la ejecución del proyecto tal y como está previsto en el acuerdo de voluntades suscrito con Mafer Real State.

2.3.4 Flujo de caja del proyecto.

El flujo de caja del proyecto considerado como la diferencia entre los cobros y pagos realizados en un período de tiempo concreto, se calcula para el periodo de ejecución proyectado del proyecto, para este caso corresponde al total de meses en que se proyecta construir la obra y que de acuerdo con lo calculado en el numeral 3.2.4 (plan de gestión del cronograma) es de 12 meses. El cálculo del flujo de caja del proyecto mostrado en la Tabla 10, fue realizado a través del software Microsoft Project.

Tabla 10. Flujo de caja del proyecto

Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Pagos	84.337.691	90.616.858	48.753.476	698.623.342	276.007.111	282.632.963
Cobros	3.594.773.882	-	-	-	-	-
Flujo de caja mensual	3.510.436.191	- 90.616.858	- 48.753.476	- 698.623.342	- 276.007.111	- 282.632.963
Flujo de caja acumulado	3.510.436.191	3.419.819.333	3.371.065.857	2.672.442.515	2.396.435.404	2.113.802.441

Periodo	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pagos	340.216.532	430.805.934	319.179.376	406.096.973	454.241.382	163.262.244
Cobros	-	-	-	-	-	-
Flujo de caja mensual	- 340.216.532	- 430.805.934	- 319.179.376	- 406.096.973	- 454.241.382	- 163.262.244
Flujo de caja acumulado	1.773.585.909	1.342.779.975	1.023.600.599	617.503.626	163.262.244	-

Fuente: Construcción del autor

2.3.5 Proyección de estados financieros del proyecto (tesorería, estado de resultados y balance general).

Los estados financieros del proyecto fueron construidos con información específica del mismo, sus cuentas y recursos sin tener en cuenta variables superiores y de orden general de la administración municipal de Facatativá.

La Tabla 11 muestra los estados de tesorería del proyecto de acuerdo con el estado de flujos de efectivo

Tabla 11. Estado de tesorería

Proyecto: Construcción carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica, municipio de Facatativá	
Estado de Tesorería	
A corte 31 de diciembre de 2019	
(Cifras Expresadas en Pesos)	
Concepto	2019
Flujo de efectivo proveniente de las Operaciones:	
Otras transferencias (Transferencia de recursos por Plusvalía de Mafer Real State de Colombia S.A.S)	3.826.217.098
Gasto público social (Construcción proyecto carrera 5)	- 3.826.217.098
Saldo final disponible	-

Fuente: Construcción del autor

El estado de resultados del proyecto se muestra en Tabla 12 de acuerdo con los ingresos, los gastos y el excedente del ejercicio en el año de estudio

Tabla 12. Estado de resultados

Proyecto: Construcción carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica, municipio de Facatativá	
Estado de Resultados	
A corte 31 de diciembre de 2019	
(Cifras Expresadas en Pesos)	
Concepto	A 31/12/2019
Ingresos	

Transferencias y subvenciones

Otras transferencias (Transferencia de recursos por Plusvalía de Mafer Real State de Colombia S.A.S)	3.826.217.098
--	---------------

Ingresos operacionales	3.826.217.098
-------------------------------	----------------------

Gastos operacionales

Gasto público social (Construcción proyecto carrera 5)	3.826.217.098
--	---------------

Excedente (o déficit) operacional	-
--	----------

Otros ingresos	-
----------------	---

Otros gastos	-
--------------	---

Excedente (o déficit) no operacional	-
---	----------

Excedente (o déficit) del ejercicio	-
--	----------

Fuente: Construcción del autor

El balance general es mostrado en la Tabla 13, de acuerdo con el estado de situación financiera del proyecto.

Tabla 13. Balance general

Proyecto: Construcción carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica, municipio de Facatativá

Estado de Situación Financiera

A corte 31 de diciembre de 2019

(Cifras Expresadas en Pesos)

Concepto	A 31/12/2019
Activo Corriente	
Efectivo y equivalente de efectivo	3.826.217.098
Total Activos Corriente	3.826.217.098
Activo No Corriente	
Otros activos	-
Total Activos No Corrientes	-
TOTAL ACTIVO	3.826.217.098
Pasivo Corriente	
Cuentas por pagar	3.826.217.098

Total Pasivo Corriente	3.826.217.098
Pasivo No Corriente	
Otros pasivos	-
Total Pasivo No Corriente	-
TOTAL PASIVO	3.826.217.098
Patrimonio	
--	--
Total Patrimonio	-
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	3.826.217.098

Fuente: Construcción del autor

2.3.6 Determinación del flujo de caja neto del proyecto.

El flujo de caja se construyó sobre una base de 10 años. Los ingresos esperados a partir del año siguiente a la entrada en funcionamiento del proyecto corresponden a proyecciones de la Secretaría de Desarrollo Económico del municipio, teniendo en cuenta el indicador de fin No. 1 de la matriz de marco lógico (ver numeral 1.1.4.2.), que indica que “un año después de finalizado el proyecto se mejoran los ingresos de los comerciantes de la zona noroccidental en un 10% con respecto al año 2019”. Es de aclarar que estos ingresos no llegaran a las cuentas de la Alcaldía de Facatativá, pues corresponden a la tasación de los beneficios sociales que se esperan obtener luego de la implementación el proyecto. Estas cifras, así como todo el cálculo, están consignados en la Tabla 14.

Tabla 14: Flujo de caja neto del proyecto

Periodo	Ingresos	Egresos	FNC
		3.826.217.098,000	- 3.826.217.098,00
1	-		-
2	440.000.000,000		440.000.000,000
3	462.000.000,000		462.000.000,000
4	485.100.000,000		485.100.000,000

Periodo	Ingresos	Egresos	FNC
5	509.355.000,000		509.355.000,000
6	534.822.750,000		534.822.750,000
7	561.563.888,000		561.563.888,000
8	589.642.082,000		589.642.082,000
9	619.124.186,000		619.124.186,000
10	650.080.395,000		650.080.395,000

Fuente: Construcción del autor

2.3.7 Determinación tasa de descuento del proyecto.

Como se ha explicado anteriormente el proyecto de construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica es una iniciativa de carácter estatal liderada por el municipio de Facatativá y en ese sentido las inversiones realizadas por entidades estatales y que tienen como propósito el cumplimiento de su deber constitucional y social no suponen expectativas de utilidad financiera ni de rentabilidad para la misma entidad. No obstante, para realizar la evaluación financiera del proyecto se calculará una tasa de descuento mediante la indexación de dos tasas que el municipio tendría en cuenta para tal fin. La primera es la tasa de inflación del año 2019 que correspondió a 3.80% (Banco de la República, 2020) y la rentabilidad de un CDT a 360 días, que tiene en cuenta los rendimientos pagados por una entidad bancaria al municipio y que en el mejor de los casos corresponde a una tasa de interés de 4.55% EA.

Inflación = 3.80%

Rentabilidad CDT = 4.55%

$TD = ((1+0.0380) (1+0.0455))^{-1}$

TD = 8.52% EA

La tasa de descuento calculada es del 8.52%, teniendo en cuenta para su uso las consideraciones dadas anteriormente.

2.3.8 Evaluación Financiera del proyecto (VPN, TIR o de beneficio-costos, punto de equilibrio).

Dadas las características y particularidades del proyecto, el periodo de análisis se hará sobre 10 años con una tasa de descuento o tasa interna de oportunidad de 8.52% EA. La Tabla 15 muestra el cálculo de los indicadores de rentabilidad del proyecto con las consideraciones dadas.

Tabla 15: Indicadores de rentabilidad

DATOS DE ENTRADA:			
Costo del proyecto		3.826.217.098	\$
Periodo de análisis		10	AÑOS
Tasa de descuento		8,52%	EA
Periodo	Ingresos por periodo	VPN de los ingresos	
-	3.826.217.098	-	3.826.217.098
1	-	-	-
2	440.000.000		373.622.572
3	462.000.000		361.503.595
4	485.100.000		349.777.713
5	509.355.000		338.432.178
6	534.822.750		327.454.650
7	561.563.888		316.833.195
8	589.642.082		306.556.261
9	619.124.186		296.612.674
10	650.080.395		286.991.621
	Suma VPN ingresos		2.957.784.459

Indicadores de Rentabilidad:

VPN	-	868.432.639
B/C		0,77
TIR		3,91%

Fuente: Construcción del autor

Los resultados de la Tabla 15 indican que el proyecto renta a una tasa real del 3.91% anual, la cual es menor a la tasa de descuento y por tal razón el valor presente neto arroja como resultado una cifra de valor negativo, así mismo la relación beneficio costo es menor que 1. Estos resultados en un principio indicarían que el proyecto no es viable pues no satisface las condiciones de rentabilidad impuesta por la tasa de descuento calculada, sin embargo, no se debe olvidar las condiciones de determinación de dicha tasa y el hecho generador del proyecto, el cual es de carácter social, en cumplimiento de las obligaciones constitucionales y legales contraídas por la Alcaldía de Facatativá. Es de observar que la TIR es de 3.91%, lo que indica que al menos el proyecto rinde por encima de la inflación del año 2019, valor que fue tomado para el cálculo de la tasa de descuento.

2.3.9 Análisis de sensibilidad y planes de contingencia.

Para el análisis de sensibilidad del proyecto se validará la incertidumbre estudiando las variables que pueden afectar el resultado económico del mismo y que en este caso corresponderían a las siguientes:

- El valor del costo el proyecto, es decir a la inversión.
- Los ingresos que de forma indirecta genera el proyecto, concebidos estos como aumentos en los ingresos de los beneficiados del proyecto, pero que no entran al tesoro del municipio y que, sin embargo, son tenidos en cuenta dentro del flujo de caja neto del proyecto a fin de realizar la evaluación financiera de la iniciativa.

El análisis permitirá determinar qué tan sensible es el Valor Actual Neto (VAN), la relación beneficio-costos (B/C), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el periodo dinámico de retorno (PDR) con respecto a la inversión necesaria y los ingresos indirectos del proyecto.

Para cada una de las variables en estudio se modelaron 5 escenarios, con variaciones que van desde -20% hasta el +20% en incrementos unitarios de 10%.

Los resultados consolidados se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16: Análisis de sensibilidad

	Variación	VPN	B/C	TIR	PRD
Inversión	20%	- 1.633.676.059	0,64	0,88%	17
	10%	- 1.251.054.349	0,70	2,30%	15
	0%	- 868.432.639	0,77	3,91%	14
	-10%	- 485.810.929	0,86	5,74%	12
	-20%	- 103.189.219	0,97	7,88%	11
Ingresos	20%	- 276.875.747	0,93	7,13%	11
	10%	- 572.654.192	0,85	5,56%	12
	0%	- 868.432.639	0,77	3,91%	14
	-10%	- 1.164.211.084	0,70	2,13%	15
	-20%	- 1.459.989.530	0,62	0,23%	18

Fuente: Construcción del autor

En la Tabla 16 se puede apreciar que todos los indicadores de rentabilidad son altamente sensibles a las variaciones que sufra el proyecto en cuanto a costos de inversión o ingresos. Si los costos de inversión suben, el VPN, el B/C y la TIR disminuyen y el PRD se alarga, si los costos de inversión bajan sucede lo contrario. Por otra parte, si los ingresos suben, lo hacen a su vez el VPN, el B/C y la TIR y el PRD se acorta y viceversa, si los ingresos se disminuyen sucede lo contrario.

La Figura 19, Figura 20, Figura 21 y Figura 22, muestran respectivamente, las tendencias de variación que sufren los cuatro indicadores de rentabilidad (VPN, B/C, TIR y PRD), según las variables analizadas disminuyan o bajen magnitud.

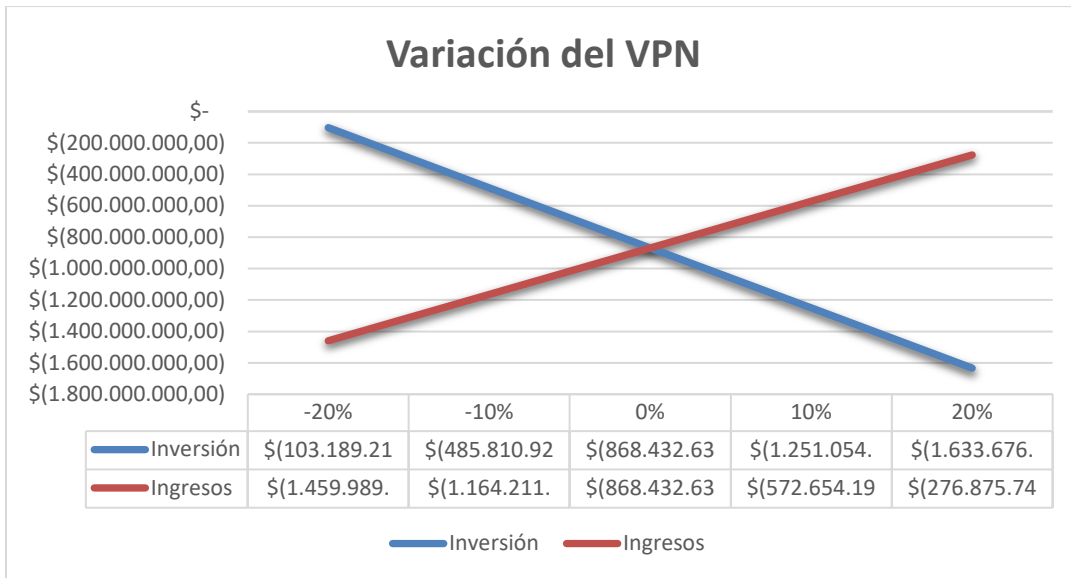


Figura 19. Variación del VPN

Fuente: Construcción del autor

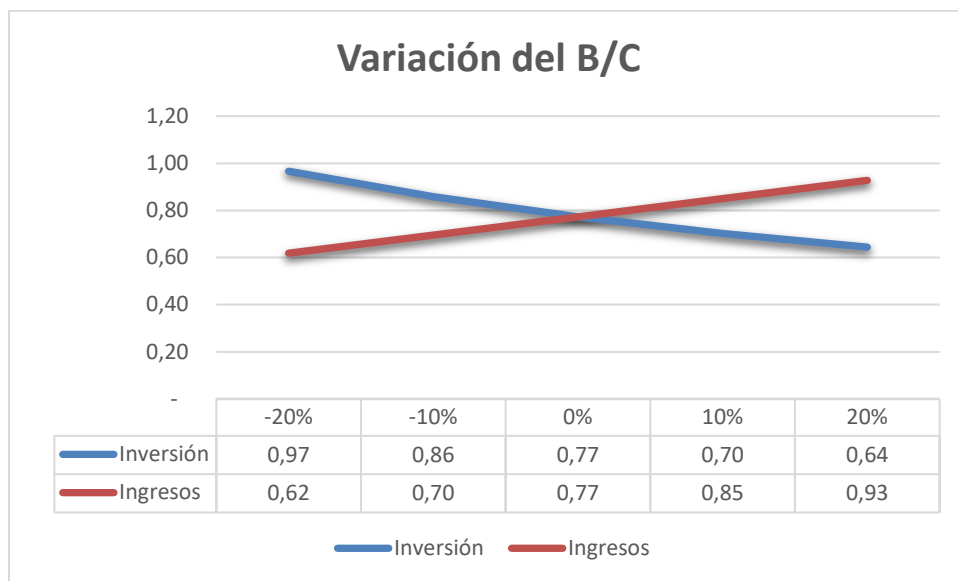


Figura 20. Variación de la B/C

Fuente: Construcción del autor

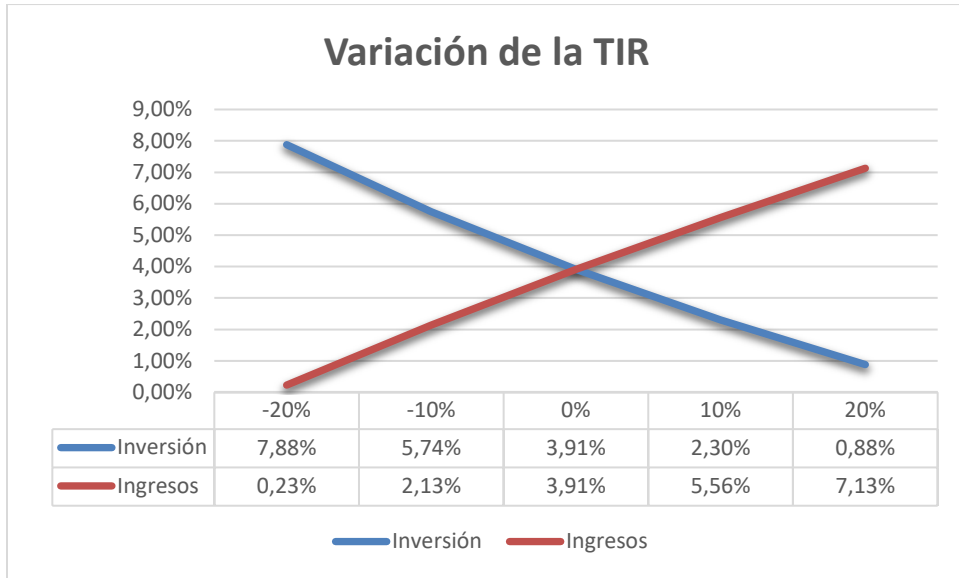


Figura 21. Variación de la TIR

Fuente: Construcción del autor

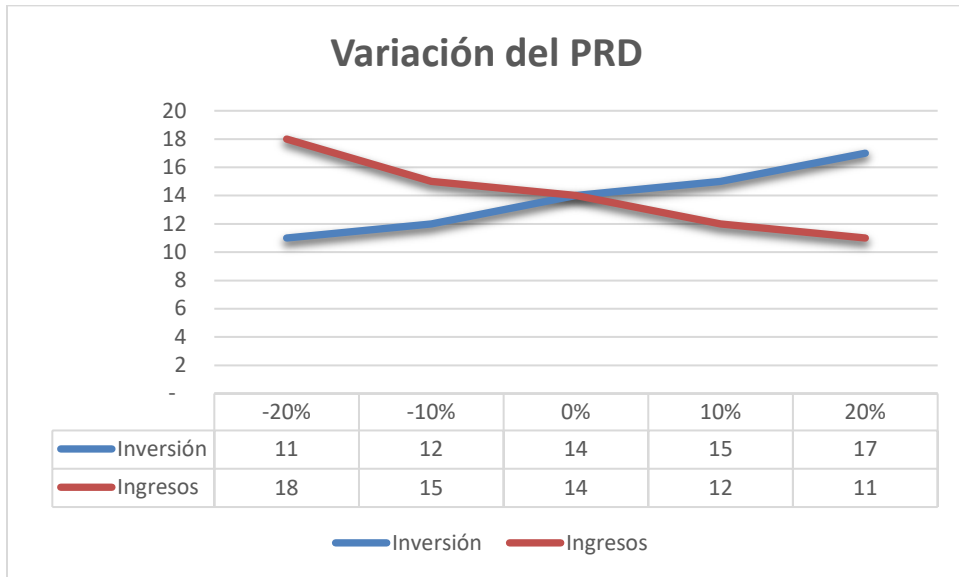


Figura 22. Variación del PRD

Fuente: Construcción del autor

2.3.9.1 Planes de contingencia.

Con relación al costo del proyecto, la alcaldía de Facatativá dispuso en el acuerdo de plusvalía que en caso de que las obras ejecutadas, con ocasión de la construcción de la vía carrera 5, resulten en un valor superior al presupuestado, Mafer Real Estate de Colombia S.A.S. (quien es la empresa que suscribe junto con la alcaldía el acuerdo) asumirá por su cuenta el sobrecosto que corresponda. Esto implica que las condiciones desfavorables que se puedan dar en los indicadores de rentabilidad como consecuencia de un aumento de los costos de inversión no serán trasladadas al proyecto por cuanto cualquier mayor costo de inversión no será asumido por el municipio de Facatativá a través de sus recursos. Por el contrario, si el costo de inversión disminuye los indicadores mejoran lo cual es una situación positiva que debe ser explotada para capturar los beneficios asociados a esa oportunidad que se presenta.

En cuanto a los ingresos del proyecto se explicó anteriormente que estos no entran de manera directa al flujo de caja del proyecto, sino que lo hacen de forma indirecta, asumiendo que corresponden a los beneficios generados por el proyecto a las comunidades localizadas en la zona de influencia del mismo. En este sentido estos ingresos no son susceptibles de ser modificados por la alcaldía de Facatativá y solo se puede esperar que las proyecciones se cumplan.

2.4 Estudio Social y Ambiental

2.4.1 Definición del impacto social y ambiental.

El impacto social del proyecto de construcción de la carrera 5 entre la calle 15 y Villa Olímpica se define como el compendio de las afectaciones positivas o negativas que sobre la población objetivo se suceden con ocasión de la materialización de la intervención proyectada, incluyendo los efectos proyectados y los deseados en la comunidad beneficiaria. Esta iniciativa de origen

público es un esfuerzo de carácter social y estatal gestionado totalmente desde la alcaldía municipal de Facatativá y apunta a impactar en forma positiva las condiciones de vida de más de 20.000 habitantes de la zona noroccidental del municipio a través del mejoramiento de las condiciones de movilidad de la franja delimitada entre las calles 15 y 25 y las carreras 1 y 10 del centro urbano, creando las estructuras de conectividad apropiadas que dinamicen los flujos vehiculares entre las diferentes zonas funcionales del municipio, permitiendo un modelo vial que responda a las necesidades de desarrollo, garantizando desplazamientos en forma racional y posibilitando el ahorro de recursos. La valoración del impacto social se estudiará en mayor grado en el numeral 2.4.2. (Balance social)

El impacto ambiental, por otra parte, está definido como las alteraciones ya sean favorables o desfavorables en el medio ambiente o alguno de sus componentes como consecuencia de la implantación de la obra de infraestructura que se pretende ejecutar. Este impacto también tiene que ver con la diferencia entre el medio ambiente futuro transformado, tal y como se daría luego de la concreción del proyecto a través de la realización de las tareas físicas de modificación y alteración del paisaje y su entorno, y la situación del medio ambiente futuro tal y como se daría si no se hubiese ejecutado ninguna actividad por parte de la administración municipal de Facatativá, es decir busca relacionar la afectación final ya sea positiva o negativa en las condiciones del medio ambiente producto de la implementación el proyecto y su repercusión en la calidad de vida de los habitantes de la zona de intervención e influencia. El impacto ambiental se estudiará con mayor detalle en los numerales siguientes, en donde se categorizarán los mismos, se presentará el análisis de ciclo de vida del producto con el flujo de entradas y salidas y se calculará el impacto bajo criterios P5 y determinando la huella de carbono según PAS 2050.

2.4.2 Análisis, descripción y categorización de beneficios y costos sociales. Balance social.

Los beneficios y costos sociales del proyecto, explicados en la Tabla 17, tienen que ver, como ya se explicó antes, con los impactos derivados de la obra de infraestructura en el mejoramiento de las condiciones de movilidad de la zona noroccidental de Facatativá y los beneficios derivados de este mejoramiento.

Más de 20.000 habitantes de la citada área están enmarcados dentro de una porción de terreno con muy pocos corredores de comunicación y de acceso, fenómeno que causa traumatismo a la conectividad y al desplazamiento de personas, bienes, servicios y mercancías entre el noroccidente de la ciudad y el centro de la misma. Esta situación particular que data de más de dos décadas supone, consecuentemente, afectaciones a la dinámica económica del sector.

Tabla 17. Balance social del proyecto

ID	Componente afectado	Análisis	Descripción	Categorización
1	Movilidad	El proyecto tiene como fin contribuir a mejorar la conectividad y la movilidad de la zona noroccidental de Facatativá, según lo contemplado en el Plan de Desarrollo vigente	La zona noroccidental del municipio se caracteriza por tener uno de los mayores potenciales actuales de desarrollo, pero también por no contar con la infraestructura de movilidad necesaria para apuntalar tal desarrollo El corredor vial a implementar permitirá la conexión de las áreas ya pobladas más las nuevas áreas urbanizadas o por urbanizar con el centro de la ciudad formando un sistema de comunicación con flujo continuo	Positivo significativo
2	Ingresos	Una vez el proyecto sea implementado las mejoradas condiciones de movilidad facilitaran el comercio de bienes y la prestación de nuevos servicios en un amplio sector de la ciudad	Se espera la generación de desarrollo urbano en la zona de influencia del corredor a construir, como quiera que la porción de terreno hace parte de un área licenciada urbanísticamente lo que supone dinamizara la economía del municipio fortaleciendo la construcción de tejido social y aportando al crecimiento y desarrollo del territorio.	Positivo significativo

3	Tranquilidad	El proyecto causará perturbaciones a la tranquilidad debido a la dinámica propia de las actividades de construcción	La construcción restringirá temporalmente la movilidad de la zona próxima a la construcción de la obra, generara problemas de ruido por el movimiento de equipos y maquinaria y producirá contaminación por nubes de polvo, situaciones que medraran la tranquilidad de los habitantes del sector durante la fase de construcción	Negativo Poco significativo
---	--------------	---	---	-----------------------------

Fuente: Construcción del autor

2.4.3 Análisis, descripción y categorización de beneficios y costos ambientales.

El proyecto de construcción de la carrera 5 entre la calle 15 y Villa Olímpica corresponde a una obra de infraestructura que genera impactos en los componentes del medio ambiente dentro de los que se destacan las afectaciones al agua, el aire, el suelo, la flora y la fauna. Los criterios para la categorización de las afectaciones (beneficios o costos) se encuentran en la Tabla 18. y el análisis se encuentra en la Tabla 19.

Tabla 18. Criterios para categorización de costos y beneficios

Categorización	Descripción
No significativo	Los impactos al ambiente y a las poblaciones no alteran las funciones y condiciones normales del sistema ambiental. No hay consecuencias visibles o permanentes
Poco Significativo	Los impactos al ambiente y a las poblaciones pueden ser temporales (durante el tiempo que duren las actividades del proyecto). El impacto es local, solo abarca el área del proyecto. Es reversible, se pueden recuperar las condiciones iniciales prevalecientes en el área en un periodo de tiempo menor a un año.
Significativo	Los impactos al ambiente y a las poblaciones son permanentes o mayores de un año, el efecto es local o regional, pudiendo abarcar el área del proyecto, la región fisiográfica o cuenca. Es irreversible (no es posible recuperar las condiciones iniciales prevalecientes).

Fuente: Adaptado de (Instituto Mexicano del transporte, 2001)

Tabla 19. Análisis de beneficios y costos ambientales

ID	Componente afectado	Análisis	Descripción	Categorización
1	Agua	Afectación por su uso en los procesos de mezclado de materiales usados para los rellenos de la estructura de soporte, en el entendido que estos tienen que ser humedecidos usando agua de fuentes externas	Las aguas usadas son convertidas en fluidos con altos niveles de solidos suspendidos y contaminantes que van a los sistemas de colectores de aguas servidas a través de escorrentía superficial, lo que supone un aumento en los niveles de contaminación de las aguas de los cuerpos hídricos que están próximos al proyecto y dentro de los que se destaca la quebrada Los Molinos. Hay también posible deterioro del agua superficial por el lavado de la superficie de asfalto con aguas lluvias	Negativo Poco significativo
		Afectación por consumo de agua, aun cuando ese consumo en el proyecto es medio, como quiera que su uso está destinado a lograr la densidad optima de los materiales de base para las estructuras y su utilización en las mezclas de concreto para el box culvert y algunos elementos de concreto de los pozos de inspección y los sumideros del sistema sanitario	Supone un agotamiento de las fuentes hídricas que suplen a Facatativá como la quebrada La Selva y la quebrada Mancilla, se hace necesaria la consecución de agua cruda suministrada desde la Empresa Aguas de Facatativá	Negativo Poco significativo
2	Aire	Componente afectado por la ejecución de las tareas del proyecto. La afectación es negativa y principalmente derivada de las emisiones que suponen la extracción de los materiales que son necesarios para la construcción del tramo vial	Las emisiones equivalentes fueron tasadas en el cálculo de la huella de carbono con un aporte de 1.448.973,45 Kg CO2 (ver Tabla 17), así mismo las emisiones producidas por la combustión de los motores diésel de la maquinaria, los equipos y los vehículos de transporte de material y de personal son otra fuente importante de CO2 con un valor cercano a los 11.000 Kg CO2. También los equipos propios de la construcción implican más emisiones a la atmosfera, pues el proyecto requiere generadores eléctricos,	Negativo Poco significativo

ID	Componente afectado	Análisis	Descripción	Categorización
			compresores, elevadores y equipos eléctricos menores que componen las herramientas de trabajo	
		Disminución de la calidad del aire	Afectación de la calidad del aire por la ejecución de las actividades de excavación, rellenos, extensión y compactación de materiales de relleno que generan partículas sólidas suspendidas formando nubes de polvo. También hay contaminación auditiva por el movimiento de la maquinaria y los equipos de obra	Negativo Poco significativo
3	Suelo	Eliminación de la capa vegetal superficial debido a las actividades de excavación necesarias para lograr la estructura de soporte de la vía y las zanjas para las tuberías y accesorios	Se genera deterioro en la vegetación en toda la franja de intervención causando la pérdida del paisaje predominante, se modifican las condiciones de drenaje del suelo con la construcción de la cinta asfáltica creando una barrera que puede ralentizar la velocidad de recarga de los acuíferos de la zona y la capacidad de infiltración del suelo, se disminuye la calidad del suelo al retirar la superficie agrícola con posible pérdida de la fertilidad de los bancos adyacentes	Negativo Poco significativo
4	Flora y fauna	La flora y la fauna se ven afectados por las emisiones de ruido, gases, partículas sólidas suspendidas y residuos	Aun cuando el área de intervención se encuentra en una zona residencial e industrial, permanecen en la zona algunos árboles foráneos como eucalipto y pino y especies de rastrojo como cucharo y espino que son el hogar de unas pocas especies de aves como las mirlas, colibríes y copetones, así como de una variedad de insectos que verán afectada su interacción con el paisaje por la construcción de una barrera física	Negativo Significativo

2.4.4 Análisis ciclo de vida del producto o bien o servicio o resultado (EcoIndicador 99, ISO 14040/44/TR14047 y PAS 2050).

El análisis de ciclo de vida del producto utilizando el EcoIndicador 99, se construyó sobre las indicaciones dadas en el Manual Práctico de Ecodiseño del gobierno vasco (Gobierno Vasco. Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente., 2000). Así mismo se tomaron de esta fuente los valores numéricos de los ecoindicadores, los cuales expresan el impacto ambiental en función de la cantidad o unidad propia de los materiales o procesos utilizados o implementados con ocasión de la construcción del tramo vial de 439 metros lineales. El resultado del análisis de las diferentes etapas del ciclo de vida se encuentra en la Tabla 20, es de anotar que solo se tuvo en cuenta la etapa de producción, por cuanto el proyecto versa únicamente sobre la construcción del tramo vial y no implica las posteriores etapas de uso y desecho.

Tabla 20. Análisis EcoIndicador 99

Producción (Materiales, procesos y transporte)					
1,1 Dirección del proyecto					
Id	Material y tipo de proceso	Unidad	Cantidad	Indicador	Resultado
1	Pintura acrílica	Kg	15,00	130	1.950,00
2	Referencias ópticas (puntillas, varillas)	Kg	50,00	16	800,00
3	Contenedores de muestras	Kg	50,00	69	3.450,00
4	Papel	Kg	69,00	96	6.624,00
5	Tinta para impresión	Kg	3,00	99	297,00
6	Marcadores y elementos de oficina	Kg	5,00	240	1.200,00
7	Combustible biodiesel palma para vehículos	Gl	290,00	180	52.200,00
8	Energía eléctrica para los equipos de oficina	Kw h	242,44	22	5.333,68
TOTAL					71.854,68

1,2 Estudios y diseños

Id	Material y tipo de proceso	Unidad	Cantidad	Indicador	Resultado
1	Pintura acrílica	Kg	5,50	130	715,00
2	Referencias ópticas (puntillas, varillas)	Kg	10,00	16	160,00
3	Contenedores de muestras	Kg	6,00	69	414,00
4	Papel	Kg	23,90	96	2.294,40
5	Tinta para impresión	Kg	1,00	99	99,00
6	Marcadores y elementos de oficina	Kg	2,00	240	480,00
7	Combustible biodiesel palma para vehículos	Gl	144,00	180	25.920,00
8	Energía eléctrica para los equipos de oficina	Kw h	126,58	22	2.784,67
TOTAL					32.867,07

1,3 Construcción

Id	Material y tipo de proceso	Unidad	Cantidad	Indicador	Resultado
1	Adoquín	Kg	4.204,80	28	117.734,40
2	Mezcla asfáltica	Kg	1.316.656,95	99	130.349.038,05
3	Bases granulares	Kg	6.089.220,00	0,82	4.993.160,40
4	Madera	Kg	1.200,00	6,6	7.920,00
5	Aceros, puntillas y alambres	Kg	27.000,00	16	432.000,00
6	Concretos y morteros	Kg	1.080.471,00	3,8	4.105.789,80
7	Áridos y agregados pétreos	Kg	6.858.904,00	0,82	5.624.301,28
8	Conductores eléctricos, aparatos eléctricos	Kg	13.000,00	1400	18.200.000,00
9	Ladrillos y bloques	Kg	650,00	28	18.200,00
10	Elementos metálicos y mallas para gavión	Kg	5.192,50	16	83.080,00
11	Tuberías y accesorios	Kg	6.382,69	240	1.531.846,08
12	Pinturas y solventes	Kg	150,00	130	19.500,00
13	Soldadura	Kg	50,00	0	-
14	Otros insumos menores	Kg	50,00	0	-
15	Combustible biodiesel palma para equipos	Gl	1.570,00	180	282.600,00
16	Energía eléctrica para herramientas	Kw h	344,35	22	7.575,63
TOTAL					165.482.570,01

TOTAL ECOINDICADOR 99 165.587.291,76

Fuente: Construcción del autor

Del anterior cálculo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El proyecto supone un impacto ambiental de 165.587.291 unidades de mili punto EcoIndicador, cifra importante que se puede expresar como 1656 veces la carga ambiental anual de un ciudadano europeo medio.
- El proceso que más impacto genera es el de la construcción de la obra en sí, con un total de 165.482.570,01 unidades de mili punto EcoIndicador, lo que equivale al 99,94% del total del impacto ambiental
- Es muy bajo el impacto generado por las actividades de dirección del proyecto y estudios y diseños en el aporte de carga ambiental con menos del 1%, lo que se traduce en un menor daño a la salud humana, la calidad del medio ambiente y a los recursos, los 3 pilares del EcoIndicador 99
- La actividad que más impacto genera, por mucho, es la de producción de mezcla asfáltica debido a la gran cantidad utilizada y a que su valor de indicador es alto (99) con una carga de 130.349.038,05 unidades de mili punto EcoIndicador
- Con el análisis de datos se puede concluir que en las obras de construcción de vías se debe controlar el uso de asfaltos, pues suponen un alto impacto ambiental.
- La importancia del cálculo de la huella de concreto precisamente radica en que permite identificar las actividades que más aportan a la emisión de GEI y posibilitan la toma de soluciones para un manejo adecuado de las mismas, con el fin de reducir en lo máximo posible el consumo de energía mediante la implementación de materiales que tengan un mejor comportamiento con el medioambiente

2.4.5 Definición de flujo de entradas y salidas

El flujo de entradas y salidas es construido sobre la base de las etapas del proyecto, las cuales se tomaron directamente de la estructura de desglose de trabajo EDT y pueden ser consultadas en la Figura 23.

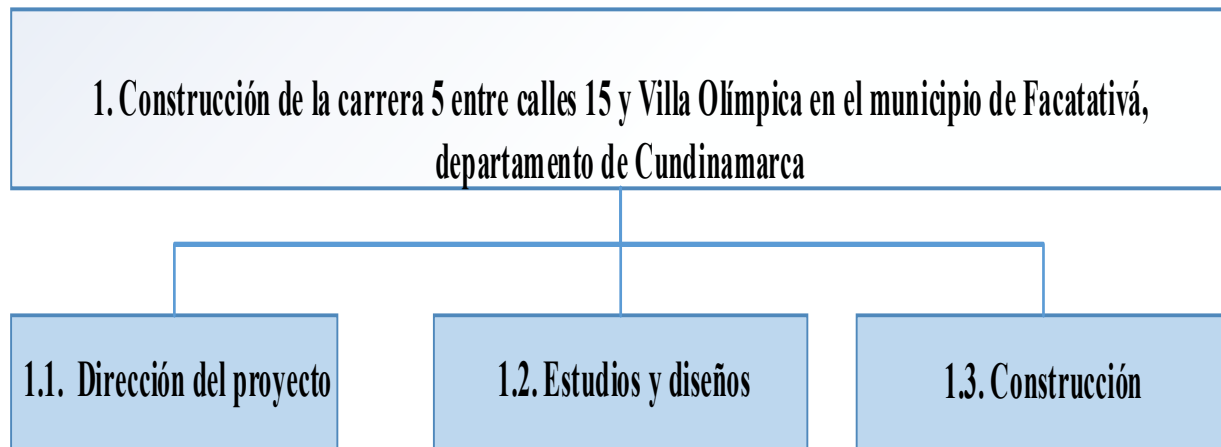


Figura 23. Etapas del proyecto

Fuente: Construcción del autor

El diagrama de flujo de la Figura 24 muestra las entradas en forma de materia y energía (combustible y energía eléctrica), los procesos o etapas del proyecto y las salidas en forma de residuos y emisiones.

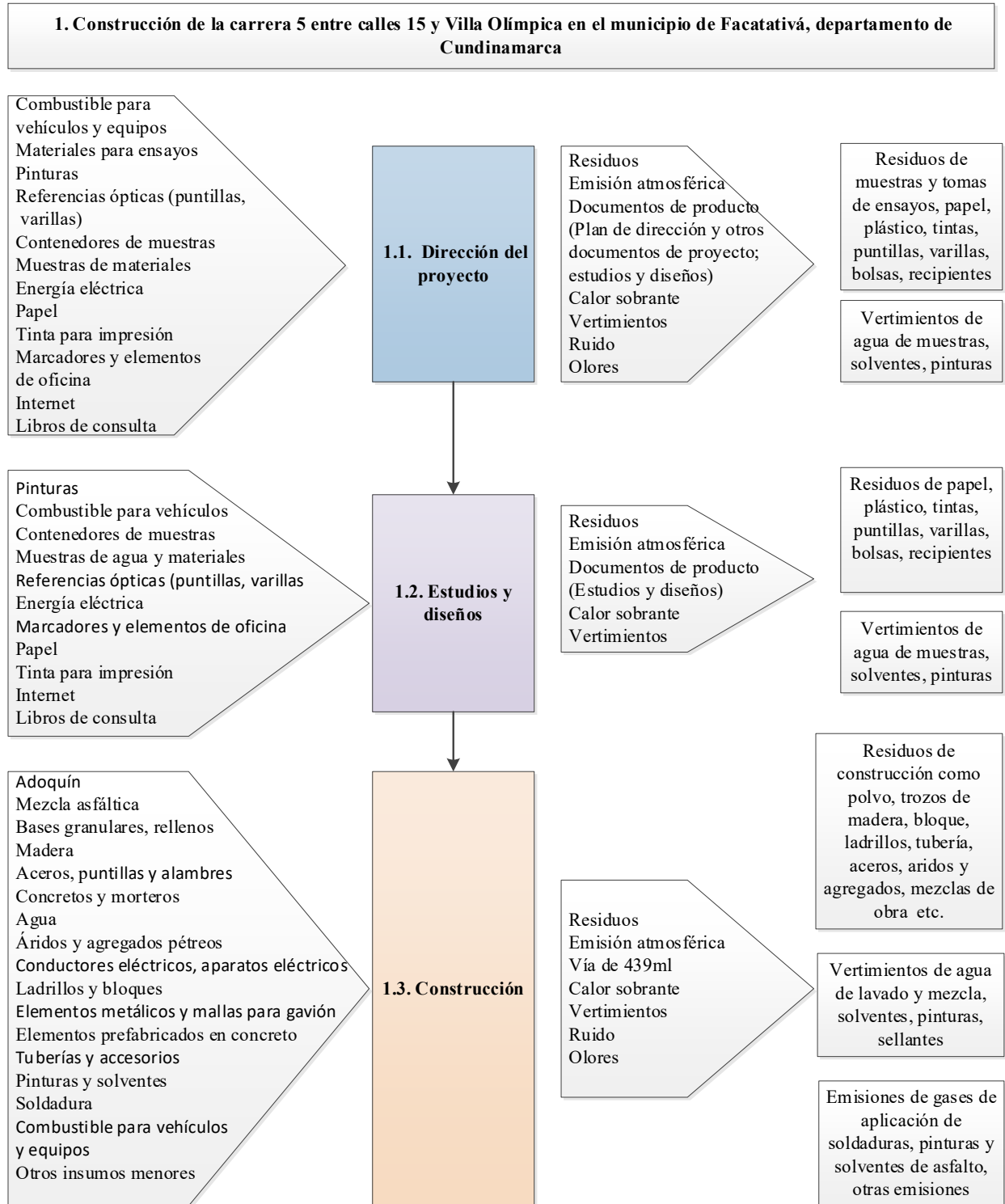


Figura 24. Flujo de entradas y salidas

Fuente: Construcción del autor

2.4.6 Cálculo de impacto ambiental bajo criterios P5.TM

El cálculo del impacto ambiental bajo los criterios del Green Project Management puede ser consultado en la matriz de sostenibilidad de la Tabla 21. La matriz de sostenibilidad y los resultados que ella generan, ayudan a percibir qué tan sostenible es el proyecto en los aspectos ambiental, social y económico, permitiendo conocer los impactos generados en cada uno de los citados aspectos y posibilitando establecer acciones y/o medidas que ayuden a mitigar aquellos que tienen efectos negativos y a potenciar los que apalancan en buena medida la sostenibilidad. En un sentido más amplio es una herramienta que permite establecer que tan sostenible es el proyecto y dependiendo de sus resultados puede dar los elementos de juicio necesarios para que los encargados de tomar las decisiones, implementen o no el proyecto o lo modifiquen para que una vez llevado a la realidad garantice el uso adecuado y eficiente de los recursos disponibles, sin poner en riesgo la disponibilidad de los mismos a las generaciones futuras.

Tabla 21. Matriz de sostenibilidad P5

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
Sostenibilidad económica	Retorno de la inversión	Beneficios financieros directos	0	No aplica, es una iniciativa de carácter estatal liderada por el municipio de Facatativá y en ese sentido las inversiones realizadas por entidades estatales y que tienen como propósito el cumplimiento de su	0	
		Valor presente neto	0		0	
	Agilidad del negocio	Flexibilidad/Opción en el proyecto	0		0	

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
		Flexibilidad creciente del negocio	0	deber constitucional y social no suponen expectativas de utilidad financiera ni de rentabilidad para la misma entidad	0	
	Estimulación económica	Impacto local económico	-3	El proyecto de construcción generará aproximadamente 50 empleos directos durante 12 meses	-3	Mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de Facativá, disminución del desempleo
		Beneficios indirectos	-3	El proyecto de construcción comprará insumos y materiales por un valor cercano a los 2000 millones de pesos lo cual impulsará la economía del sector de proveedores en Facativá y Sabana Occidente	-3	Fortalecimiento del encadenamiento productivo en la actividad de venta de insumos y materiales de construcción
Sostenibilidad ambiental	Transporte	Proveedores locales	-3	El proyecto requiere del suministro de materiales de construcción comunes que en su mayoría están disponibles con los proveedores locales	-3	Todos los materiales que no sean de alta especificación se compraran sin excepción alguna a los proveedores del municipio de Facativá

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
		Comunicación digital	-1	Las comunicaciones del proyecto se implementarán usando una red de radios de doble vía, una red de datos y un sistema de comunicación celular entre el gerente de proyecto, el director de obra, el director de interventoría y los encargados de cada capítulo de obra por parte del contratista	-1	Se dispondrá de una red de comunicaciones que reduzca el consumo de recursos no renovables
		Viajes	1	El proyecto implica la presencia de los trabajadores en el sitio de obra y su desplazamiento desde los lugares de residencia.	1	Se privilegiará la utilización de mano de obra local del área más cercana al proyecto para que en lo posible se puedan hacer desplazamientos a pie
		Transporte	3	El transporte de materiales y suministros es carácter continuo dada la cantidad de materiales a utilizar	3	Los materiales de construcción y suministros se comprarán a proveedores locales, así mismo se dispondrá de una bodega para almacenar volúmenes importantes de insumos que permitan disminuir el número de viajes de transporte
Sostenibilidad ambiental	Energía	Energía usada	3	El proyecto utilizará herramientas y equipos eficientes para las actividades de obra	3	Implementación de un programa de gestión de uso eficiente de la energía con continuo monitoreo del gasto y uso de la misma y la obligatoriedad de uso de equipos eficientes energéticamente

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
		Emisiones /CO2 por la energía usada	3	El proyecto arroja una carga de emisiones de cerca de 1500 toneladas de CO2 equivalente, cifra importante dada la complejidad del proyecto y el área (1587 m2)	3	Identificar las actividades que más aportan a la emisión de GEI y acometer soluciones para un manejo adecuado de las mismas con el fin de reducir en lo máximo posible el consumo de energía y aumentar el uso de materiales que tengan un mejor comportamiento con el medioambiente
		Retorno de energía limpia	0	No aplica, es un proyecto que se refiere solo a construcción, por tanto, no hay retorno de energía limpia, al menos en esta fase	0	
Sostenibilidad ambiental		Reciclaje	3	El proyecto no contempla la utilización y uso de productos y materiales reciclados.	3	Implementación de procesos que permitan la utilización de materiales elaborados con insumos reciclados
	Residuos	Disposición final	2	Los residuos generados serán dispuestos de acuerdo con la normatividad vigente	2	Cumplimiento de las disposiciones ambientales sobre la disposición de residuos sólidos en sitios de disposición aprobados por la autoridad ambiental de la región.
		Reusabilidad	0	No aplica. A hoy no se sabe si la vía se reutilizará una vez cumpla su ciclo de vida útil o si por el contrario se demolerá dando paso a una nueva obra	0	

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
		Energía incorporada	1	No se prevé la utilización de fuentes de energía renovables ni su consumo	1	Implementación del uso de energías renovables y sostenibles en la generación de la energía para la iluminación del proyecto durante la fase de construcción mediante la implementación de paneles solares, inversores y un sistema de almacenamiento por baterías
		Residuos	2	Los residuos generados serán dispuestos de acuerdo con la normatividad vigente	2	Cumplimiento de las disposiciones ambientales sobre la disposición de residuos sólidos en sitios de disposición aprobados por la autoridad ambiental de la región.
Sostenibilidad ambiental	Agua	Calidad del agua	2	El agua se ve afectada por los vertimientos que se realizan con ocasión de los procesos propios de lavado, mezcla, separación, remoción y excavación de obra, actividades que generan fluidos con altos niveles de solidos suspendidos y contaminantes que van a los sistemas de colectores de aguas servidas, aumentando los niveles de contaminación de las aguas allí depositadas y suponiendo un aumento en	2	Implementación de un programa de uso racional del agua que disminuya el impacto sobre el recurso a través de la ejecución de actividades de obra con la utilización de los menores volúmenes de agua requeridos por tarea.

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
				el esfuerzo en las plantas de tratamiento.		
		Consumo del agua	2	El proyecto requiere un volumen de agua considerable para la realización de tareas de mezclas de concreto principalmente, lo que implica la extracción de la fuente de suministro, lo que supone un uso moderado de las fuentes de abastecimiento	2	Utilización eficiente del uso del agua, por ejemplo, con procesos de reutilización de aguas de lavado, disminución de volúmenes en las mezclas de materiales y aprovechamiento del agua lluvia recogida en tanques adaptados para tal fin y posterior uso en la limpieza de equipos y herramientas y aseo de la obra en general
Sostenibilidad social		Empleo	-3	Los empleos generados serán formalizados bajo un contrato a término fijo con todas las formalidades de ley. Se dará prioridad a la mano de obra local, así como también a los profesionales de la región.	-3	Implementación de un programa de reclutamiento incluyente sin discriminación alguna por edad, raza, genero, religión, condición sexual y con total tolerancia por lo individual
	Prácticas laborales y trabajo decente	Relaciones laborales	-3	La dirección del proyecto tendrá políticas de total respeto por los trabajadores en total armonía con los derechos humanos individuales y colectivos	-3	Formulación e implementación de un reglamento de trabajo en concordancia con los principios 3, 4, 5 y 6 del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, en donde se establezcan políticas adecuadas de derechos humanos, políticas para abordar los incidentes, los riesgos y el desempeño y los procedimientos para la mediación justa.

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
		Salud y seguridad	-2	El proyecto tendrá una política de total protección a la salud y seguridad de sus trabajadores, así como a la atención de e emergencias, mediante un programa HSE y un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el trabajo.	-2	Elaboración del manual HSE guiado por el Sistema de Gestión en seguridad y salud en el trabajo y aplicación del mismo en todas las actividades del proyecto
		Educación y capacitación	-2	La organización del proyecto fomentará y potenciará en debida forma las capacidades y habilidades técnicas, sociales y personales de los trabajadores según lo contemplado en el plan de capacitaciones y desarrollo del equipo, que permita un valor agregado al proyecto y a los colaboradores, aumente la confianza y la competencia del equipo, disminuya posibles errores en la ejecución y aumente la dinámica de la organización	-2	Implementación de un programa de capacitación y desarrollo del equipo que incluya los temas específicos de importancia para los trabajadores, el proyecto y la organización

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
		Aprendizaje organizacional	-2	Se creará el sistema de conocimiento organizacional mediante la implementación de un programa de desarrollo y entrenamiento sinérgico entre los trabajadores, con dinámicas de equipo, intercambio de información y de experiencias de trabajo, retroalimentación y aplicación de lo aprendido en la práctica profesional	-2	Implementación del programa de aprendizaje organizacional que permita mejorar las capacidades del equipo de trabajo dentro de un modelo de integración de conocimiento y experiencias aprendidas
		Diversidad e igualdad de oportunidades	-3	El proyecto garantizara el total respeto a la diversidad mediante un modelo de trabajo en donde no exista discriminación de ningún tipo ya sea por raza, sexo, religión u origen social, así mismo todos los miembros del equipo de trabajo gozaran de iguales oportunidades en el desempeño de sus funciones, actividades, relaciones	-3	Gestión de un programa de reclutamiento que permita incorporar trabajadores sin tener en cuenta su edad, raza, genero, religión, condición sexual y aplicación de un programa y un reglamento de trabajo que permita la igualdad de oportunidades y la equidad entre trabajadores.

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
Sostenibilidad social	Derechos humanos	No discriminación	-3	El proyecto garantizara el total respeto a la diversidad mediante un modelo de trabajo en donde no exista discriminación de ningún tipo por motivos de raza, color, origen nacional o étnico, edad, religión, discapacidad, sexo, orientación sexual, identidad y expresión de género	-3	Gestión de un programa de reclutamiento que permita incorporar trabajadores sin tener en cuenta su edad, raza, genero, religión, condición sexual y aplicación de un programa y un reglamento de trabajo que permita la igualdad de oportunidades y la equidad entre trabajadores.
		Libre asociación	-3	Los trabajadores del proyecto gozaran el total y pleno de derecho a pertenecer a los grupos de su elección, sindicatos, organizaciones colectivas y en general lo amparado por el artículo 38 de la Constitución Política de Colombia	-3	Implementación del reglamento de trabajo con los capítulos de derechos de los trabajadores conforme a lo normado por las leyes aplicables
		Trabajo infantil	-3	No habrá trabajo infantil pues se trata de una práctica deplorable y que va en contravía de los derechos de los niños y niñas	-3	Aplicación irrestricta de la normativa vigente, el Código Sustantivo del Trabajo, el Código de Infancia y Adolescencia y el artículo 44 de Constitución Política de Colombia

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
		Trabajo forzoso y obligatorio	-3	No habrá trabajo forzoso y obligado pues se trata de una práctica deplorable y que va en contravía de los derechos de las personas. El trabajo debe ser libre, gratificante, enriquecedor, valorado y compensado en debida forma	-3	Aplicación irrestricta de la normativa vigente, el Código Sustantivo del Trabajo y el artículo 17 de Constitución Política de Colombia
Sostenibilidad social		Apoyo de la comunidad	-2	La comunidad ha sido favorecedora del proyecto pues el mismo imprime desarrollo a las dinámicas poblacionales de los habitantes del área de influencia	-2	Favorecimiento de uso de las capacidades locales para el desarrollo del proyecto
	Sociedad y consumidores	Políticas públicas/ cumplimiento	-2	El proyecto cumplirá con toda la normativa vigente aplicable para el tipo de proyecto a ejecutar	-2	Tramite, gestión y consecución, con el total lleno de los requisitos, de todos los permisos y licencias, necesarias, así como la aplicación total de la normativa vigente para obras de construcción
		Salud y seguridad del consumidor	-2	El proyecto está concebido para asegurar que los grupos de valor obtengan una infraestructura en armonía con la salud, la seguridad, el bienestar y como instrumento de eficiencia y competitividad	-2	Implementación del plan de gestión del alcance del proyecto con la definición clara del producto final, construcción de una WBS que garantice la funcionalidad del proyecto y asegure la seguridad de los usuarios finales y la adecuada gestión de la calidad

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Puntaje Fase 1 (construcción)	Justificación	Puntaje Total	Acciones de mejora/respuesta
		Etiquetas de productos y servicios		No aplica, es un proyecto que se refiere solo a construcción	0	
		Mercadeo y publicidad		No aplica, es un proyecto que se refiere solo a construcción	0	
		Privacidad del consumidor		No aplica, es un proyecto que se refiere solo a construcción.	0	
Sostenibilidad social		Prácticas de inversión y abastecimiento	-3	La Alcaldía de Facatativá construirá el proyecto siguiendo en un todo la normativa prevista para la ejecución de proyectos de inversión con recursos públicos, lo que constituye un marco rígido que permite establecer factores de competencia, teniendo en cuenta los principios de transparencia, economía y responsabilidad y de conformidad con los postulados que rigen la función administrativa, tal y como lo estipula el artículo 23 de la ley 80 de 1993 y las respectivas normas que la reglamentan, modifican o adicionan.	-3	
	Comportamiento ético	Soborno y corrupción	-3		-3	Aplicación de la normativa prevista para la construcción de proyectos de infraestructura con recursos públicos
		Comportamiento anti ético	-3		-3	
TOTAL			-30		-30	

Fuente: Construcción del autor adaptada de (Joya Joya & Chibucque Mayorga, 2018)

2.4.7 Cálculo de huella de carbono.

Para este ejercicio se utilizó el instructivo de Cálculo de la Huella de Carbono encontrado en la metodología PAS 2050:2011. (Crabon Trust, British Standars BSI, 2008). Este documento prevé 5 procesos que son descritos a continuación:

2.4.7.1 *Elaborar mapa de procesos.*

El mapa de procesos fue elaborado junto con el flujo de entradas y salidas en el numeral 2.4.5., por lo que se tomaran los mismos procesos y las entradas y salidas.

2.4.7.2 *Definir el perímetro.*

Como quiera que este es un proyecto de construcción de infraestructura vial y su alcance va únicamente hasta la entrega de la obra física, se utilizará un ciclo de vida definido por la PAS 2050:2011 como "Cradle to Gate" que comprende las etapas desde la extracción o adquisición de las materias primas al punto en el cual el producto deja la organización que realiza la evaluación.

2.4.7.3 *Recopilar datos.*

Los datos son recopilados para cada uno de los procesos contemplados en el flujo de entradas y salidas del proyecto de construcción y se verán reflejados en el cuadro de cálculo del siguiente numeral.

2.4.7.4 *Calcular la huella.*

El cálculo se realizó para cada una de las etapas del proyecto de construcción y puede ser consultado en la Tabla 22.

Los factores de emisión fueron consultados en: (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2020) y (Mercader Moyano, Olivares Santiago, & Ramirez de Arellano, 2010)

Tabla 22. Calculo huella de carbono

1,1 Dirección del proyecto								
Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión			
		Kg	KgCO2/Kg	Kg CO2				
1	Pintura acrílica	15,00	3,6432	54,65	Modelo de cuantificación de las emisiones de CO2 de Mercader, Arellano, Olivares			
2	Referencias ópticas (puntillas, varillas)	50,00	2,8000	140,00				
3	Contenedores de muestras	50,00	10,3558	517,79				
4	Papel	69,00	0,3195	22,04				
5	Tinta para impresión	3,00	13,7764	41,33				
6	Marcadores y elementos de oficina	5,00	0,3195	1,60				
TOTAL EMISIONES CO2				777,41				
Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión			
		Gl	Kg CO2/gl	Kg CO2				
1	Combustible biodiesel palma para vehículos (1 galón diario para una camioneta por 290 días)	290,00	6,8823	1.995,87	FECOC - UPME			
TOTAL EMISIONES CO2				1.995,87				
Id	Equipos de oficina	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético	Gasto de energía
							Wh	Wh
1	Computador Lenovo ideacentre AIO700	UN	3	4	290	1160	200	232.000
2	Impresora HP DesignJet T830	UN	1	0,4	290	116	35	4.060
3	Impresora HP LaserJet Enterprise M605dn	UN	1	1	290	290	22	6.380
TOTAL							242.440	

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2	
1	Energía eléctrica para los equipos de oficina	242,44	0,1990	48,25	FECOC - UPME
TOTAL EMISIONES CO2				48,25	

1,2 Estudios y diseños					
Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Kg	KgCO2/Kg	Kg CO2	
1	Pintura acrílica	5,50	3,6432	20,04	Modelo de cuantificación de las emisiones de CO2 de Mercader, Arellano, Olivares
2	Referencias ópticas (puntillas, varillas)	10,00	2,8000	28,00	
3	Contenedores de muestras	6,00	10,3558	62,13	
4	Papel	23,90	0,3195	7,64	
5	Tinta para impresión	1,00	13,7764	13,78	
6	Marcadores y elementos de oficina	2,00	0,3195	0,64	
TOTAL EMISIONES CO2				132,22	

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Gl	Kg CO2/gl	Kg CO2	
1	Combustible biodiesel palma para vehículos (2 galones diarios para una camioneta por 72 días)	144,00	6,8823	991,05	FECOC - UPME
TOTAL EMISIONES CO2				991,05	

Id	Equipos de oficina	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético	Gasto de energía
							Wh	

1	Computador Lenovo ideacentre AIO700	UN	6	8	72	576	200	115.200
2	Impresora HP DesignJet T830	UN	1	2	72	144	35	5.040
3	Impresora HP LaserJet Enterprise M605dn	UN	1	4	72	288	22	6.336
							TOTAL	126.576

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2	
1	Energía eléctrica para los equipos de oficina	126,58	0,1990	25,19	FECOC - UPME
				TOTAL EMISIONES CO2	25,19

1,3 Construcción

Extracción y obtención de materiales

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Kg	KgCO2/Kg	Kg CO2	
1	Adoquín	4.204,80	0,1763	741,39	Modelo de cuantificación de las emisiones de CO2 de Mercader, Arellano, Olivares
2	Mezcla asfáltica	1.316.656,95	0,5032	662.541,78	
3	Bases granulares	6.089.220,00	0,0300	182.676,60	
4	Madera	1.200,00	0,0630	75,60	
5	Aceros, puntillas y alambres	27.000,00	2,8000	75.600,00	
6	Concretos y morteros	1.080.471,00	0,2185	236.093,72	
7	Áridos y agregados pétreos	6.858.904,00	0,0300	205.767,12	
8	Conductores eléctricos, aparatos eléctricos	13.000,00	0,3200	4.160,00	
9	Ladrillos y bloques	650,00	0,3195	207,67	
10	Elementos metálicos y mallas para gavión	5.192,50	2,8000	14.539,00	
11	Tuberías y accesorios	6.382,69	10,3558	66.097,63	
12	Pinturas y solventes	150,00	2,9400	441,00	
13	Soldadura	50,00	0,3195	15,97	
14	Otros insumos menores	50,00	0,3195	15,97	
				TOTAL EMISIONES CO2	1.448.973,45

1.3.1 Redes de alcantarillado sanitario

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Gl	Kg CO2/gl	Kg CO2	
1	Combustible biodiesel palma para equipos (5 galones diarios para una retroexcavadora por 5 días)	25,00	6,8823	172,06	FECOC - UPME
TOTAL EMISIONES CO2				172,06	

Id	Equipos menores	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético	Gasto de energía
							Wh	
1	Sierra eléctrica de calar	Un	1	3	15	45	350	15.750
TOTAL							15.750	

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2	
1	Energía eléctrica para herramientas	15,75	0,1990	3,13	FECOC - UPME
TOTAL EMISIONES CO2				3,13	

1.3.2 Redes alcantarillado pluvial

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Gl	Kg CO2/gl	Kg CO2	

1	Combustible biodiesel palma para equipos (5 galones diarios para una retroexcavadora por 4 días)	20,00	6,8823	137,65	FECOC - UPME			
TOTAL EMISIONES CO2				137,65				
Id	Equipos menores	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético Wh	Gasto de energía
1	Sierra eléctrica de calar	Un	1	3	20	60	350	21.000
TOTAL								21.000
Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión			
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2				
1	Energía eléctrica para herramientas	21,00	0,1990	4,18	FECOC - UPME			
TOTAL EMISIONES CO2				4,18				

1.3.3 Red de acueducto

Id	Equipos menores	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético Wh	Gasto de energía
1	Sierra eléctrica de calar	Un	1	2	10	20	350	7.000
TOTAL								7.000
Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión			
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2				
1	Energía eléctrica para herramientas	7,00	0,1990	1,39	FECOC - UPME			
TOTAL EMISIONES CO2				1,39				

1.3.4 Box culvert

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión			
		Gl	Kg CO2/gl	Kg CO2				
1	Combustible biodiesel palma para equipos (5 galones diarios para una grúa por 3 días)	15,00	6,8823	103,23	FECOC - UPME			

1	Combustible biodiesel palma para equipos (3 galones diarios para un minicargador por 20 días)	60,00	6,8823	412,94	FECOC - UPME			
TOTAL EMISIONES CO2				516,17				

Id	Equipos menores	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético Wh	Gasto de energía
1	Pulidora	Un	1	3	60	180	400	72.000
2	Taladro percutor	Un	1	3	25	75	850	63.750
3	Equipo de soldadura	Un	1	1	30	30	250	7.500
4	Compresor para pintura	Un	1	0,2	30	6	380	2.280
							TOTAL	145.530

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta	factor de emisión
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2		
1	Energía eléctrica para herramientas	145,53	0,1990	28,96	FECOC - UPME	
TOTAL EMISIONES CO2				28,96		

1.3.5 Muro contención lateral

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta	factor de emisión
		Gl	Kg CO2/gl	Kg CO2		
1	Combustible biodiesel palma para equipos (10 galones diarios para una retroexcavadora por 20 días)	200,00	6,8823	1.376,46	FECOC - UPME	
TOTAL EMISIONES CO2				1.376,46		

Id	Equipos menores	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético Wh	Gasto de energía
1	Pulidora	Un	1	3	50	150	400	60.000

TOTAL 60.000

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2	
1	Energía eléctrica para herramientas	60,00	0,1990	11,94	FECOC - UPME
TOTAL EMISIONES CO2				11,94	

1.3.6 Vía

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Gl	Kg CO2/gl	Kg CO2	
1	Combustible biodiesel palma para equipos (15 galones diarios para una motoniveladora por 30 días)	450,00	6,8823	3.097,04	FECOC - UPME
1	Combustible biodiesel palma para equipos (15 galones diarios para un vibro compactador por 30 días)	450,00	6,8823	3.097,04	FECOC - UPME
1	Combustible biodiesel palma para equipos (20 galones diarios para una terminadora de asfalto por 5 días)	100,00	6,8823	688,23	FECOC - UPME
1	Combustible biodiesel palma para equipos (20 galones diarios para un compactador de asfalto por 5 días)	100,00	6,8823	688,23	FECOC - UPME
TOTAL EMISIONES CO2				7.570,53	

1.3.7 Cicloruta

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Gl	Kg CO2/gl	Kg CO2	

1	Combustible biodiesel palma para equipos (5 galones diarios para un minicargador por 10 días)	50,00	6,8823	344,12	FECOC - UPME			
TOTAL EMISIONES CO2				344,12				

Id	Equipos menores	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético Wh	Gasto de energía
1	Pulidora	Un	1	3	15	45	400	18.000
							TOTAL	18.000

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2	
1	Energía eléctrica para herramientas	18,00	0,1990	3,58	FECOC - UPME
TOTAL EMISIONES CO2				3,58	

1.3.8 Andenes

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Gl	Kg CO2/gl	Kg CO2	
1	Combustible biodiesel palma para vehículos (5 galones diarios para un minicargador por 20 días)	100,00	6,8823	688,23	FECOC - UPME
TOTAL EMISIONES CO2				688,23	

Id	Equipos menores	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético Wh	Gasto de energía
1	Pulidora	UN	1	3	20	60	400	24.000

TOTAL 24.000

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2	
1	Energía eléctrica para herramientas	24,00	0,1990	4,78	FECOC - UPME
TOTAL EMISIONES CO2				4,78	

1.3.9 Mobiliario urbano

Id	Equipos menores	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético	Gasto de energía
							Wh	
1	Pulidora	Un	1	1	3	3	400	1.200
2	Taladro percutor	Un	1	0,5	3	1,5	850	1.275
3	Equipo de soldadura	Un	1	1	3	3	250	750
4	Compresor para pintura	Un	1	0,3	3	0,9	380	342
TOTAL							3.567	

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta factor de emisión
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2	
1	Energía eléctrica para herramientas	3,57	0,1990	0,71	FECOC - UPME
TOTAL EMISIONES CO2				0,71	

1.3.10 Redes eléctricas y de alumbrado publico

Id	Equipos menores	Unidad	Cantidad	Horas/día	No. de días	No de horas	Consumo energético	Gasto de energía
							Wh	

1	Pulidora	Un	1	2	30	60	400	24.000
2	Taladro percutor	Un	1	1	30	30	850	25.500
							TOTAL	49.500

Id	Componente o insumo	Cantidad necesaria	Factor de emisión	Huella de carbono	Fuente de consulta	factor de emisión
		Kw h	KgCO2/Kwh	Kg CO2		
1	Energía eléctrica para herramientas	49,50	0,1336	6,61	FECOC - UPME	
TOTAL EMISIONES CO2				6,61		

TOTAL EMISIONES CO2 DURANTE EL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO				1.463.813,93	Kg CO2
--	--	--	--	---------------------	---------------

Fuente: Construcción del autor

2.4.7.5 *Análisis de resultados.*

Del anterior cálculo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El proyecto arroja una carga de emisiones cercano a 1500 toneladas de CO2 equivalente, cifra importante dada la complejidad del proyecto y el área (8780 m2)
- El proceso que más emisiones genera es el de la construcción de la obra en sí, con un total de 1,459,841 Kg CO2 que equivale al 99,73% del total de las emisiones
- Es muy baja la participación de las actividades de oficina en el aporte de GEI, menos del 1%, lo que supone un manejo eficiente de la energía en el total del proyecto por parte de esas tareas

- Las actividades que más emisiones generan son las que tiene que ver con los asfaltos, concretos, áridos y agregados usados en rellenos, sin embargo, la que tiene más factor de emisión de GEI es la tubería con un aporte de 66 toneladas de CO₂ equivalente, convirtiéndola en una actividad muy nociva (El factor de emisión es de 10,3568 Kg CO₂/kg)
- Con el análisis de datos se puede concluir que en las obras de construcción de vías se debe controlar el uso de asfaltos, concretos, áridos y agregados, pues suponen un alto impacto en la generación de GEI.
- La importancia del cálculo de la huella de concreto precisamente radica en que permite identificar las actividades que más aportan a la emisión de GEI y posibilitan la toma de soluciones para un manejo adecuado de las mismas, con el fin de reducir en lo máximo posible el consumo de energía mediante la implementación de materiales que tengan un mejor comportamiento con el medioambiente

2.4.8 Estrategias de mitigación de impacto ambiental.

Las estrategias de mitigación del impacto ambiental del proyecto de construcción abordaran las categorías correspondientes a las evaluaciones realizadas en los numerales anteriores y además incluirá las dos categorías restantes del desarrollo sostenible como son la social y la económica, en aras de construir un instrumento más completo que garantice una gestión eficiente de los recursos en favor de garantizar que las generaciones venideras dispongan del mismo capital ambiental, social y económico con el que se cuenta hoy en día, propendiendo porque incluso sea aún mucho mejor.

El análisis correspondiente se encuentra en la Tabla 23.

Tabla 23. Estrategias y lineamientos de sostenibilidad

Id.	Estrategia	Principales actividades de la estrategia	Objetivo	Meta
1 Categoría ambiental				
1,1 Transporte				
	Transporte eficiente y cercano	Adquisición de los materiales de construcción y demás insumos necesarios para el desarrollo de la obra en depósitos de Facatativá, en lo posible en camiones de volteo y de cargue de gran capacidad para reducir el número de viajes	Disminuir la distancia de recorrido de los vehículos de suministro desde los depósitos hasta el sitio de la obra (se logra: disminuir la huella de carbono)	El 90% o más de los materiales de construcción y demás insumos necesarios para el desarrollo de la obra se adquieren a proveedores asentados a menos de 2 km del proyecto
	Viajes racionales	Se utilizará mano de obra local, preferiblemente de la zona cercana al proyecto, incentivando el uso de la bicicleta y el desplazamiento a pie	Disminuir la necesidad de transporte en vehículos de combustión interna para el desplazamiento del equipo del proyecto (se logra: disminuir la huella de carbono)	El 80% o más de los miembros del equipo del proyecto habitan en lugares cercanos al proyecto en distancias no superiores a 3 km
1,2 Energía				
	Energía usada en forma consciente	Utilizar equipos, maquinaria y herramienta de última generación con un alto grado de eficiencia energética Utilización de iluminación LED en el campamento de obra con sistema de encendido y apagado automático por detección de movimientos	Disminuir el consumo de energía y combustibles durante el ciclo de vida del proyecto	Disminuir el uso de combustible diésel de 1570 galones a menos de 1200 Disminuir el consumo de energía eléctrica para alumbrado en un 40%
	Disminuir la huella de carbono	Implementar el uso de asfalto orgánico en frío para la construcción de la carpeta de rodadura eliminado la mezcla en caliente	Utilizar asfalto en frío el cual no requiere procesos de producción que involucren el uso de calor	Pasar de 662.541,78 kg CO2 a menos de 300.000 kg CO2 en el capítulo de más alto impacto ambiental del proyecto

Id.	Estrategia	Principales actividades de la estrategia	Objetivo	Meta
	Disminuir la huella de carbono	Disminuir el uso de áridos para la construcción de la base granular mediante el uso de mallas de refuerzo ecológicas	Disminuir a la mitad el espesor de las estructuras granulares, reduciendo consecuentemente, volúmenes de excavación y rellenos	Reducir en un 50% el volumen de materiales de préstamo cantera para estructuras granulares
1,3 Residuos				
3R		Disminuir el uso de materiales de construcción sujeto de convertirse en residuos durante el proceso de construcción, utilizar formaletas de varios usos para que puedan ser usadas en varios capítulos de obra, reutilizar para rellenos los materiales provenientes de la misma excavación cuando esto sea posible, separación de residuos de materiales de construcción que puedan ser reutilizados en otros procesos de obra	Disminuir la cantidad de residuos sólidos generados	Disminuir la producción de residuos sólidos en un 20%
	Energía incorporada	Implementación del uso de energías renovables y sostenibles en la generación de la energía para la iluminación del proyecto durante la fase de construcción mediante la implementación de paneles solares, inversores y un sistema de almacenamiento por baterías	Reducir la dependencia de energía del sistema eléctrico del municipio	Disminuir el consumo de energía eléctrica para alumbrado en un 40%
1,4 Agua				
	Uso eficiente del agua	Reutilización de las aguas lluvias para su uso en actividades de humedecimiento de las capas granulares previo al proceso de compactación, aseo, limpieza de equipos y herramientas, mezcla de concretos y morteros no especializados	Reducir el volumen de agua captado del sistema de acueducto municipal y usado en el proyecto	Almacenar el agua lluvia en contenedores para su posterior uso en las actividades descritas
	Contaminación del agua	Evitar derrames de sustancias como combustibles, aceites o aditivos necesarios para maquinarias y equipos empleados	Evitar la modificación de la calidad del agua de los acuíferos existentes en la zona del proyecto	Que las condiciones físico químicas del agua de los acuíferos existentes en la zona permanezcan inalteradas durante el desarrollo del proyecto
2 Categoría social				
2,1 Prácticas laborales				

Id.	Estrategia	Principales actividades de la estrategia	Objetivo	Meta
	Un mejor sitio de trabajo para potenciar el desempeño individual y colectivo	Implementación de un programa de reclutamiento y permanencia en el trabajo que sea incluyente sin discriminación alguna por edad, raza, genero, religión, condición sexual y con total tolerancia por lo individual, la diversidad y con igualdad de oportunidades en un ambiente de trabajo con todas las posibilidades de desarrollo e instalaciones dignas y motivadoras	Garantizar las mejores condiciones laborales del personal vinculado al proyecto	Garantizar que todo el equipo del proyecto sea feliz desarrollando las actividades encomendadas
	Capacitación para el crecimiento humano	Implementación de un programa de capacitación y desarrollo del equipo que incluya los temas específicos de importancia para los trabajadores, el proyecto y la organización	Aumentar la confianza y la competencia del equipo, disminuir posibles errores en la ejecución y aumentar la dinámica de la organización	Garantizar el crecimiento personal de los miembros del equipo de proyecto
2.2 Derechos humanos				
	Garantía de derechos humanos	Implementación de condiciones de trabajo en concordancia con los principios 1 y 2 del Pacto Mundial de las Naciones Unidas	Generar un ambiente de trabajo positivo, inspirador y fuente de libertad y desarrollo profesional y personal	Promover y garantizar el cumplimiento de los principios 1 y 2 del Pacto Mundial de las Naciones Unidas
3 Categoría económica				
	Mejor economía local	Compra de insumos y materiales por un valor cercano a los 2000 millones de pesos lo cual impulsará la economía del sector de proveedores en Facativá y Sabana Occidente	Mejorar los ingresos de los comerciantes y proveedores de Facativá	Aumentar las ventas de los depósitos y ferreterías en un valor superior a \$2.000.000.000
	Empleo local	Generación de empleo a la población Facativaveña	Disminuir el desempleo en el municipio	Generar 50 empleos durante la fase de construcción

Fuente: Construcción del autor adaptada de (Joya Joya & Chibucque Mayorga, 2018)

3 Inicio y Planeación del Proyecto

3.1 Aprobación del Proyecto (Project Charter)

Proyecto: Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca

Patrocinador: Alcaldía municipal de Facatativá, Cundinamarca

Fecha de elaboración: 12 de mayo de 2020

Gerente de Proyecto: El designado por el Alcalde Municipal de Facatativá

Cliente: Comunidad del sector noroccidental de Facatativá

1. Descripción y propósito del proyecto

Construcción, entrega y puesta en funcionamiento de 439 m de una vía vehicular nueva en la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica, como parte de la gestión de la Alcaldía Municipal de Facatativá, a través de la construcción de una infraestructura física con un ancho de calzada de 7.50 m, en pavimento flexible, con andenes a ambos lados de 5.00 m de ancho, bajo especificaciones INVIAS, durante un año de ejecución iniciando en el año 2020 y terminando en el año 2021.

2. Objetivos del proyecto

Tabla 24. Objetivos de negocio del proyecto

Concepto	Objetivos	Métrica	Indicador de éxito
1. Alcance	Construir, entregar y poner en funcionamiento de 439 m de vía nueva en la carrera 5, con un ancho de calzada de 7.50 m, en pavimento flexible, con andenes a ambos lados	A= Longitud ejecutada / Longitud proyectada (439 m)	A>=1

Concepto	Objetivos	Métrica	Indicador de éxito
	de 5.00 m de ancho, bajo especificaciones INVIAS		
2. Tiempo	Ejecutar la obra en un año	$T = \text{Tiempo real de ejecución} / \text{Tiempo proyectado de ejecución (1 año)}$	$T < 1$
3. Costo	3.826.217.098	$C = \text{Costo real} / \text{Costo Proyectado}$	$C \leq 1$
4. Calidad	Ejecutar conforme Normas INVIAS, RETIE, RETILAP y RAS	$Q = \text{Requisitos cumplidos} / \text{Requisitos a cumplir}$	$Q \text{ siempre } > 1$
5. Satisfacción del cliente	Mejorar tiempos de desplazamiento	$T = \text{tiempo de desplazamiento sin proyecto (25 minutos)} - \text{tiempo de desplazamiento con proyecto (10 minutos)}$	$T < 15$

Fuente: Construcción del autor

3. Definición de requerimientos del proyecto

Tabla 25. Requerimientos de alto nivel

Interesado	Necesidades, deseos, expectativas	Entregable del proyecto
Alcaldía Municipal de Facatativá	Que la construcción cumpla con las características esperadas y exigidas y se ajuste en un todo al plan de dirección y los documentos del proyecto, incluyendo los anexos técnicos	Infraestructura construida y entregada a la comunidad
Gerente de proyecto	Que los recursos necesarios sean asignados en la forma esperada y se garantice la autonomía en la dirección del equipo de proyecto	Todos los entregables de la fase de estudios y diseños completos, entregables de la fase de construcción completos, infraestructura completamente terminada al final del proyecto
Secretaria de Obras Publicas de Facatativá, Interventor de proyecto	Que las obras se ejecuten conforme al plan de dirección y los documentos del proyecto, incluyendo los anexos técnicos	Todos los entregables de la fase de estudios y diseños completos, entregables de la fase de construcción completos, infraestructura completamente terminada al final del proyecto

Interesado	Necesidades, deseos, expectativas	Entregable del proyecto
Comunidad, Sr José Rivera	Que el proyecto sea ejecutado de acuerdo con lo socializado con la comunidad y que entre en funcionamiento como está previsto	Infraestructura entregada y puesta al servicio de la comunidad

Fuente: Construcción del autor

4. Cronograma preliminar del proyecto

Tabla 26. Cronograma preliminar

EDT	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración
1	Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca	lun 4/01/21	jue 30/12/21	290 días
1.1	Dirección del proyecto	lun 4/01/21	jue 30/12/21	290 días
1.2	Estudios y diseños	lun 4/01/21	vie 2/04/21	72 días
1.3	Construcción	lun 4/01/21	jue 30/12/21	290 días

Fuente: Construcción del autor

Hitos del proyecto

Tabla 27. Hitos del proyecto

Id	Nombre del hito	Fecha
1	Inicio proyecto	lun 4/01/21
2	Inicio estudios y diseños	lun 4/01/21
3	Entrega estudios y diseños	vie 2/04/21
4	Inicio etapa construcción	vie 2/04/21
5	Fin etapa construcción	jue 30/12/21
6	Fin proyecto	jue 30/12/21

Fuente: Construcción del autor

5. Riesgos de alto nivel

Tabla 28. Riesgos de alto nivel

No.	Riesgo
1	Si los permisos de construcción necesarios no son tramitados y perfeccionados con anterioridad, podría verse afectado el inicio del proyecto en la fecha prevista, lo que causaría que el tiempo de ejecución se modificara

No.	Riesgo
2	Si las restricciones al transporte de material de construcción, debido al COVID 19 continúan, podrían ocurrir problemas de suministro en la obra que producirían retrasos en la ejecución del proyecto
3	Si las especificaciones técnicas previstas no se ejecutan como se proyectaron, podrían modificarse los requisitos de los entregables, lo que generaría la no validación del proyecto

Fuente: Construcción del autor

6. Presupuesto preliminar

Tabla 29: Presupuesto preliminar

EDT	Nombre entregable	Unidad	Cant.	Valor Unitario	Costo
1	Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca	Global	1	3.826.217.098	3.826.217.098
1.1	Dirección del proyecto	Global	1	285.856.000	285.856.000
1.2	Estudios y diseños	Global	1	154.277.453	154.277.453
1.3	Construcción	Global	1	3.154.640.429	3.154.640.429
COSTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES					3.594.773.882
RESERVA DE CONTINGENCIA					120.000.000
LÍNEA BASE DE COSTOS					3.714.773.882
RESERVA DE GESTIÓN					111.443.216
VALOR TOTAL					3.826.217.098

Fuente: Construcción del autor

7. Lista de interesados

Tabla 30. Interesados del proyecto

Identificación			Clasificación	
ID	Parte interesada	Posición	Interno / externo	Participación
1	Alcaldía Municipal de Facatativá	Patrocinador	Externo	Líder
2	Funcionario designado por el alcalde municipal	Gerente de Proyecto	Interno	Líder
3	Secretaría de Obras Publicas de Facatativá	Director de Interventoría	Interno	Partidario
4	Proveedores	Interesado	Externo	Neutral
5	Comunidad, Sr José Rivera	Beneficiario	Externo	Partidario
6	Entes de Control	Interesado	Externo	Partidario

Fuente: Construcción del autor

8. Niveles de autoridad

Tabla 31. Autoridad del proyecto

Área de autoridad	Descripción del nivel de autoridad
Decisiones de personal (Staffing)	Gerente de proyecto
Gestión de presupuesto y de sus variaciones	Patrocinador del proyecto (Alcaldía de Facatativá)
Decisiones técnicas	Gerente de proyecto
Resolución de conflictos	Gerente de proyecto
Ruta de escalamiento y limitaciones de autoridad	Patrocinador del proyecto (Alcaldía de Facatativá)

Fuente: Construcción del autor

9. Director del proyecto asignado, responsabilidad y nivel de autoridad

El Gerente del proyecto será el funcionario de la planta de personal del nivel asesor designado por el Alcalde Municipal. El será responsable de la gestión de los procesos de planificación, ejecución y construcción, monitoreo y control y del cierre general del proyecto. Tendrá la autoridad para ordenar los gastos generales del proyecto, administrar todos los recursos necesarios para la implementación del proyecto, nombrar y remover el personal, suscribir los contratos de obra necesarios, gestionar las adquisiciones y dirigir de forma general todo el desarrollo del proyecto.

Reporta a: Alcalde Municipal de Facatativá

Supervisa a: Equipo de proyecto

10. Patrocinador

Nombre: Alcaldía municipal de Facatativá a través del Representante Legal o su delegado.

3.2 Plan de Gestión del Proyecto

El plan de gestión o dirección del proyecto está conformado por los planes de gestión subsidiarios que son, en conjunto, el instrumento que permite al equipo del proyecto dirigirlo a través de todas las etapas de su ciclo de vida.

3.2.1 Plan de gestión de interesados.

3.2.1.1 Identificación y categorización de interesados.

La identificación y categorización de los interesados del proyecto se observa en el registro de interesados en la Tabla 32, en donde se incluye información relativa a su posición, rol y datos de contacto.

Tabla 32: Registro de interesados

Identificación				
	Parte interesada	Posición	Rol	Información de contacto
1	Alcaldía Municipal de Facatativá	Patrocinador	Es el principal interesado en la ejecución del proyecto, suministra los recursos, medios e instrumentos para la concreción del proyecto	contactenos@facatativa-cundinamarca.gov.co
2	Por designar	Gerente de Proyecto	Liderar el proyecto durante todo su ciclo de vida para asegurar el éxito y la consecución de las metas y logros previstos en la etapa de planificación del proyecto, gestionando los recursos asignados en forma eficiente para satisfacer las expectativas de los interesados	
3	Secretaría de Obras Públicas de Facatativá	Director de Interventoría	Garantizar la conformidad de los entregables a elaborar de acuerdo con los requisitos establecidos	contactenos@facatativa-cundinamarca.gov.co
4	Proveedores	Interesado	Suministro de bienes, insumos, materiales, equipos y mano de obra para las actividades del proyecto que no se pueden conseguir la interior de la organización	
5	Comunidad, Sr. José Rivera	Beneficiario	Interesado en la entrega del proyecto y su posterior puesta en funcionamiento	jose_rivera_54@gamil.com
6	Entes de Control	Interesado	Monitoreo de la gestión de los recursos públicos invertidos en el proyecto	contactenos@controloriadecundinamarca.gov.co

Fuente: Construcción del autor

3.2.1.2 Matriz de interesados.

La matriz de interesados mostrada en la Tabla 33 incluye toda la información relevante para gestionar de manera adecuada a los mismos.

Tabla 33: Matriz de interesados

Identificación		Evaluación			Clasificación		
Id	Parte interesada	Requerimientos	Expectativas	Influencia	Fase de mayor interés	Interno / externo	Participación
1	Alcaldía Municipal Facatativá de	Que la construcción cumpla con las características esperadas y exigidas y se ajuste en un todo al plan de dirección y los documentos del proyecto, incluyendo los anexos técnicos	Implementar una infraestructura vial que genere valor público y ayude a mejorar las condiciones de movilidad de la zona noroccidental del municipio	Alta	Todo el proyecto	Externo	Líder
2	Gerente del proyecto	Que los recursos necesarios sean asignados en la forma esperada y se garantice la autonomía en la dirección del equipo de proyecto	Materializar el proyecto conforme está previsto en el plan de dirección y los documentos del proyecto, incluyendo los anexos técnicos, asegurando la entrega de la infraestructura esperada	Alta	Todo el proyecto	Interno	Líder

Identificación		Evaluación			Clasificación		
Id	Parte interesada	Requerimientos	Expectativas	Influencia	Fase de mayor interés	Interno / externo	Participación
3	Secretaría de Obras Publicas de Facatativá	Que las obras se ejecuten conforme al plan de dirección y los documentos del proyecto, incluyendo los anexos técnicos	Garantizar el estricto cumplimiento en obra de los estudios, diseños, especificaciones, ingeniería de detalle mediante la aplicación de procedimientos constructivos recomendados en los estudios, diseños y especificaciones técnicas	Alta	Todo el proyecto	Interno	Partidario
4	Proveedores	Que de llegar a darse acuerdos comerciales se cumplan las obligaciones previstas en los mismos	Entregar los insumos que el proyecto de infraestructura necesita a precios justos que les permitan obtener ganancia	Baja	Fases de ejecución	Externo	Neutral
5	Comunidad, Sr José Rivera	Que el proyecto sea ejecutado de acuerdo con lo socializado con la comunidad y que entre en funcionamiento como está previsto	Que la infraestructura a ejecutar sirva para mejorar las condiciones de movilidad de la comunidad del área de influencia del proyecto e incremente el valor de sus propiedades	Baja	Fases de ejecución, cierre y entrega	Externo	Partidario
6	Entes de Control	Que los recursos públicos invertidos en el proyecto sean usados en forma eficiente y oportuna	Que los resultados de la inversión pública atiendan la necesidad encontrada en la comunidad a través de un proyecto funcional	Baja	Todo el proyecto	Externo	Partidario

Fuente: Construcción del autor

3.2.1.3 Matriz poder-interés.

La matriz de poder-interés del proyecto que tasa numéricamente estas dos dimensiones, se muestra en la Tabla 34, así mismo en la Figura 25 se puede revisar de forma gráfica el análisis de poder-interés.

Tabla 34. Matriz interés poder

INTERESADO	ABREVIATURA	POSICIÓN	INTERÉS	PODER
Alcaldía Municipal de Facatativá	ALFAC	Líder- Partidario	10	10
Gerente de Proyecto	DIRPROY	Líder- Partidario	9	9
Director de Interventoría	DIRINT	Partidario	7	7
Proveedores	PROV	Neutral	4	2
Comunidad	COM	Partidario	9	3
Entes de Control	ENCONT	Partidario	7	2

Fuente: Construcción del autor

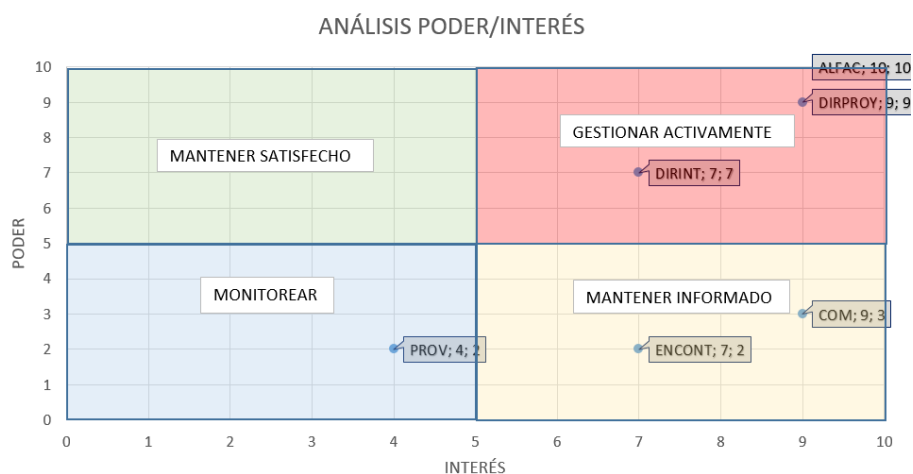


Figura 25. Gráfico de análisis poder – interés

Fuente: Construcción del autor

3.2.1.4 Matriz dependencia-influencia.

La matriz de dependencia-influencia del proyecto que tasa numéricamente estas dos dimensiones, se muestra en la Tabla 35, así mismo en la Figura 26 se puede revisar el análisis de dicha matriz.

Tabla 35. Matriz dependencia-influencia

INTERESADO	ABREVIATURA	DEPENDENCIA	INFLUENCIA
Alcaldía Municipal de Facatativá	ALFAC	2	10
Gerente de Proyecto	DIRPROY	4	9
Director de Interventoría	DIRINT	5	7
Proveedores	PROV	8	2
Comunidad	COM	9	3
Entes de Control	ENCONT	5	2

Fuente: Construcción del autor

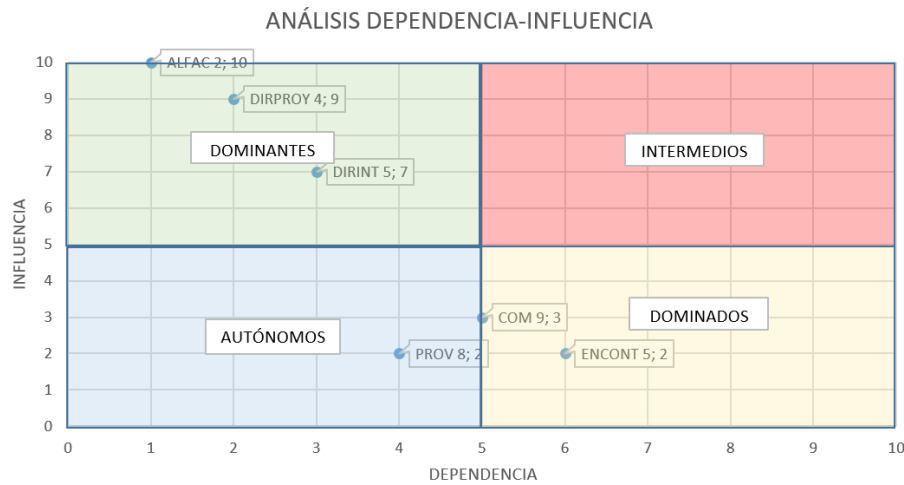


Figura 26. Gráfico de análisis dependencia-influencia

Fuente: Construcción del autor

3.2.1.5 Plan de Involucramiento de los Interesados.

Con el análisis de la información de los interesados se elaboró el plan de involucramiento de los interesados, el cual se detalla en los numerales 3.2.1.5.1 a 3.2.1.5.3.

3.2.1.5.1 Estrategia y premisa fundamental.

Las relaciones con los interesados se construirán a partir del respeto y la confianza mutua enmarcada dentro de unas comunicaciones eficientes y adecuadas que permitan la disponibilidad de la información del proyecto con la oportunidad y los contenidos adecuados. Los interesados serán la pieza en que se cimente el desarrollo del proyecto, aprovechando y gestionando sus capacidades y posibilidades de aporte al logro de las metas. El éxito del proyecto se construirá con el trabajo sinérgico del equipo de proyecto, el patrocinador y los demás interesados. Los conflictos con los interesados serán resueltos buscando siempre la mejor solución posible a través de la estrategia de ganar-ganar, con un enfoque altamente colaborativo entre las partes que potencie el mejoramiento continuo del escenario de desarrollo del proyecto.

3.2.1.5.2 Matriz de evaluación del involucramiento de los interesados.

La matriz de la Tabla 36 compara los niveles actuales de participación (C) de los interesados con los niveles deseados (D) de participación necesarios para la entrega exitosa del proyecto (Project Management Institute, 2017)

Tabla 36. Matriz de evaluación del involucramiento de los interesados

Interesado	Desconocedor	Reticente	Neutral	Partidario	Líder
Alcaldía de Facatativá					C, D
Director de Proyecto					C, D
Director de Interventoría				C	D
Proveedores			C	D	
Comunidad				C	D
Entes de control				C	D

Fuente: Construcción del autor

3.2.1.5.3 Plan de involucramiento de los interesados.

La Tabla 37 expone la estrategia de aproximación e involucramiento sobre los interesados para lograr una participación activa y positiva en el desarrollo del proyecto.

Tabla 37. Plan de involucramiento de los interesados

Interesado	Estrategia de involucramiento
Alcaldía de Facatativá	<p>Gestionar activamente</p> <hr/> <p>Llamadas telefónicas semanales para mantener una información constante y fluida sobre el desarrollo del proyecto en todas las etapas del ciclo de vida</p> <hr/> <p>Correos electrónicos semanales para enviar información de desempeño, resumen de actividades adelantadas, posibles conflictos, inconvenientes y situaciones particulares</p> <hr/> <p>Reuniones cara a cara mediante comités ejecutivos de obra cada mes para entregar información detallada del desempeño y el estado de avance del proyecto</p>
Director de Proyecto	<p>Gestionar activamente</p> <hr/> <p>Reuniones semanales cara a cara con el equipo de trabajo y la interventoría para conocer la información del desempeño, el estado del avance del proyecto en términos de alcance, tiempo, costo y el cumplimiento de los requerimientos y expectativas del cliente</p> <hr/> <p>Llamadas telefónicas diarias para mantener una información constante y fluida sobre el desarrollo del proyecto en todas las etapas del ciclo de vida</p> <hr/> <p>Correos electrónicos diarios para informar sobre imprevistos, percances y situaciones positivas o negativas en el desarrollo de la obra</p> <hr/> <p>Entrega oportuna de los recursos requeridos para la ejecución del proyecto</p>
Director de Interventoría	<p>Gestionar activamente</p> <hr/> <p>Reuniones cara a cara semanales para evaluar el cumplimiento de especificaciones técnicas, diseños y estudios</p> <hr/> <p>Correos electrónicos para informar sobre cierres de capítulos de obra y solicitar validamiento del alcance incluyendo medición de cantidades y verificación técnica</p> <hr/> <p>Visitas a sitio de obra para verificar correspondencia de lo construido con lo planificado, verificar desempeño del proyecto, estado de avance, cumplimiento de cronograma y costos</p>
Proveedores	<p>Monitorear</p> <hr/> <p>Envío de comunicaciones formales para solicitud de bienes e insumos, verificar control de entrega y para proceso de pagos en forma sumaria</p>

Interesado	Estrategia de involucramiento
	Cumplimiento de las obligaciones contractuales previstas en los contratos o acuerdos comerciales suscritos
Comunidad	Mantener informado Comunicaciones formales cada mes para entrega de informe de desempeño del proyecto y estado de avance de obra
Entes de control	Mantener informado Comunicaciones formales cada mes para entrega de informe de desempeño del proyecto y estado de avance de obra

Fuente: Construcción del autor

3.2.1.6 *Formato para la resolución de conflictos y gestión de expectativas.*

La resolución de los conflictos y la gestión de expectativas de y entre los interesados del proyecto se cimentará siempre en la debida comunicación entre las partes propendiendo por soluciones del tipo gana-ganar que permitan la construcción de relaciones fuertes, beneficiosas y duraderas para potenciar el éxito del proyecto. El formato para gestionar lo anterior se puede ver en la Tabla 38.

Tabla 38. Formato de resolución de conflictos y gestión de expectativas

FORMATO DE RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS Y GESTIÓN DE EXPECTATIVAS	
IDENTIFICACIÓN DEL INTERESADO	ROL
DESCRIPCIÓN DEL CONFLICTO O EXPECTATIVA	
ANTECEDENTES	
SITUACIÓN ACTUAL	

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN	
META ESPERADA	FECHA ESPERADA
MEDIDAS A IMPLEMENTAR (UTILIZAR CICLO PDCA)	RESPONSABLE
ACCIONES DE SEGUIMIENTO	FECHA SEGUIMIENTO
RESULTADOS OBTENIDOS	FECHA DEL LOGRO

Fuente: Construcción del autor adaptado de (Joya Joya & Chibucque Mayorga, 2018)

3.2.2 Plan de gestión de alcance.

3.2.2.1 Acta de declaración del alcance.

1. Descripción del alcance del producto

La construcción de las obras civiles necesarias para la prolongación de la carrera 5 entre la calle 15 y el complejo deportivo Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, Cundinamarca.

2. Descripción proyecto

Construcción, entrega y puesta en funcionamiento en un tiempo de un año, de 439 m de vía nueva en la carrera 5, con un ancho de calzada de 7.50 m, en pavimento flexible, con andenes a ambos lados de 5.00 m de ancho, el andén del costado norte tendrá una cicloruta de 2m, una zona

peatonal de 2m y una zona de protección ambiental de 1m, el andén del costado sur tendrá una zona peatonal de 3m y una zona de protección ambiental de 2m. Todas las actividades ejecutadas bajo especificaciones INVIAS, RETIE, RETILAP y RAS.

3. Lista de entregables del proyecto

Los entregables tangibles del proyecto se detallan en la Tabla 39.

Tabla 39. Entregables del proyecto

EDT	Nombre entregable
1	Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca
1.1	Dirección del proyecto
1.2	Estudios y diseños
1.2.1	Topografía
1.2.2	Diseño geométrico de la vía
1.2.3	Diseño hidráulico
1.2.4	Diseño Box culvert
1.2.5	Diseño Muros de contención
1.2.6	Diseño estructura de pavimento
1.2.7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado
1.2.8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico
1.2.9	Diseño de urbanismo
1.2.10	Presupuesto
1.3	Construcción
1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario
1.3.2	Redes alcantarillado pluvial
1.3.3	Red de acueducto
1.3.5	Muro contención lateral
1.3.6	Vía
1.3.7	Cicloruta
1.3.8	Andenes
1.3.9	Mobiliario urbano
1.3.10	Redes eléctricas y de alumbrado publico
1.3.11	Campañas viales

Fuente: Construcción del autor

4. Criterios de aceptación

- El entregable ha cumplido los criterios de aceptación establecidos en la documentación de requerimientos previstos en los documentos técnicos del proyecto, incluyendo pero sin limitarse a los estudios y diseños, procedimientos constructivos, detalles técnicos y especificaciones técnicas.
- Se ha verificado que los entregables cumplen los requerimientos de calidad previstos en las métricas contempladas en el plan de gestión de la calidad.
- Se ha validado el cumplimiento de los requerimientos funcionales y de calidad definidos y todos son consistentes con lo especificado en los documentos del proyecto.

5. Exclusiones

Todo el trabajo que no esté contemplado dentro de la descripción del alcance del producto y la EDT del proyecto que por consiguiente genere una corrupción del alcance. Son exclusiones las siguientes:

- Todas las actividades de obra no relacionadas en el presupuesto detallado elaborado por la firma consultora encargada de todos los diseños y estudios necesarios para la ejecución del proyecto.
- Obras de acceso vehicular a los asentamientos actuales y a los desarrollos urbanos previstos por implementar, en el mediano y largo plazo.
- Obras de adecuación, revestimiento de taludes y mejoramiento de la capacidad hidráulica de la quebrada los Molinos aguas arriba y aguas abajo del sitio previsto para la construcción de la estructura del box culvert.

- Construcción de obras de conexión a los colectores de aguas lluvias y aguas negras, así como a la red de acueducto, de los nuevos desarrollos urbanos que no hacen parte de los planes parciales o de los proyectos licenciados o aprobados por la Secretaria de Urbanismo de Facatativá.
- Obras de adecuación de tierras y áreas paralelas a la franja de retiro de la vía y que correspondan a las zonas de cesión o de propiedad de particulares
- Retiro de material de desecho, escombros y /o material vegetal dispuesto en terrenos adyacentes a los del proyecto y que no hayan sido derivados del proceso constructivo de las obras de infraestructura
- Reparación de daños generados durante la construcción del proyecto y que sean ocasionados como consecuencia de la ocupación indebida de las áreas de intervención por personas ajenas al proyecto o que de manera premeditada ejerzan tareas no relacionadas con el desarrollo del mismo.

3.2.2.2 Documento de requisitos.

Los requisitos del proyecto se han dividido en seis categorías (Project Management Institute, 2017) que incluyen: requisitos del negocio, requisitos de los interesados, requisitos funcionales, requisitos no funcionales, requisitos de transición y preparación y requisitos del proyecto.

La documentación de los requisitos, conforme a la clasificación anterior, junto con la forma de trazabilidad de los mismos, puede ser consultada en la Tabla 40.

Tabla 40: Matriz de documentación de requisitos

ID	Descripción del requisito	Prioridad	Categoría	Fuente	Estado actual	Fecha de inclusión	Fecha de cumplimiento
N1	Mejorar las condiciones de movilidad de la zona noroccidental de Facatativá	Alta	Requisitos del negocio	Patrocinador	En proceso	7/01/2020	30/06/2022
N2	Crear estructuras de conectividad apropiadas que dinamicen los flujos vehiculares entre las diferentes zonas funcionales del municipio	Alta	Requisitos del negocio	Patrocinador	En proceso	7/01/2020	31/12/2021
N3	Disminuir los tiempos de desplazamiento entre los barrios y el centro de la ciudad	Alta	Requisitos del negocio	Patrocinador	En proceso	7/01/2020	30/06/2022
I1	Infraestructura vial que permita el ingreso y la salida desde sus lugares de vivienda con disminución de tiempos de desplazamiento	Alta	Requisitos de los interesados	Comunidad	Pendiente	7/01/2020	31/12/2021
I2	Nueva infraestructura que pueda ser usada como alternativa a la única vía de acceso existente	Alta	Requisitos de los interesados	Comunidad	Pendiente	7/01/2020	31/12/2021
F1	La vía permitirá el desplazamiento de vehículos en condiciones de alta seguridad, comodidad y con hasta la velocidad máxima de operación permitida en ciudades (30 km/h)	Alta	Requisitos funcionales	Patrocinador	Pendiente	7/01/2020	30/01/2022
F2	La ciclo ruta y los andenes permitirán el tránsito de personas y otros usuarios en condiciones de total seguridad, sin limitaciones de circulación y con las funcionalidades de soporte necesarias	Alta	Requisitos funcionales	Patrocinador	Pendiente	7/01/2020	30/01/2022
F3	El sistema vial implementado deberá permitir el disfrute de ese sector de la ciudad mediante la utilización del conjunto vía-zona peatonal-ciclo ruta y zona de protección ambiental	Alta	Requisitos funcionales	Patrocinador	Pendiente	7/01/2020	30/01/2022

ID	Descripción del requisito	Prioridad	Categoría	Fuente	Estado actual	Fecha de inclusión	Fecha de cumplimiento
NF1	La vía debe cumplir con los parámetros de diseño de INVIAS y lo contemplado en los estudios y diseños del proyecto	Alta	Requisitos no funcionales	Patrocinador, Entes de control, comunidad	Pendiente	7/01/2020	31/12/2021
NF2	La vía debe cumplir con todo lo contemplado en las especificaciones contenidas en los estudios y diseños del proyecto, incluyendo los anexos técnicos	Alta	Requisitos no funcionales	Patrocinador, Entes de control, comunidad	Pendiente	7/01/2020	31/12/2021
NF3	La vía debe tener comportamiento adecuado de sus estructuras en condiciones uniformes de transitabilidad y con un adecuado nivel de servicio por un periodo no inferior a 20 años	Alta	Requisitos no funcionales	Patrocinador, Entes de control, comunidad	Pendiente	7/01/2020	31/12/2021
T1	El proyecto debe realizar las obras y adecuaciones temporales que faciliten el ingreso de los habitantes del sector a sus residencias, así como el paso de los demás transeúntes del sector en intervención	Alta	Requisitos de transición y preparación	Comunidad	En proceso	7/01/2020	15/05/2021
P1	Cumplimiento del tiempo de ejecución (1 año)	Alta	Requisitos del proyecto	Patrocinador	Pendiente	7/01/2020	31/12/2021
P2	Cumplimiento del costo del proyecto (\$3.826.217.098)	Alta	Requisitos del proyecto	Patrocinador	Pendiente	7/01/2020	31/12/2021
P3	Cumplimiento del alcance (439 m de vía terminada y en funcionamiento)	Alta	Requisitos del proyecto	Patrocinador	Pendiente	7/01/2020	31/12/2021

Fuente: Construcción del autor

3.2.2.3 Matriz de trazabilidad de requisitos.

La matriz de trazabilidad de requisitos contiene toda la información necesaria para vincular los requisitos del proyecto desde su origen hasta los entregables que los satisfacen (Project Management Institute, 2017)

Tabla 41: Matriz de trazabilidad de requisitos

ID	Descripción del requisito	Necesidades de Negocio, Objetivo del proyecto	Id Entregable EDT	Diseño del producto	Desarrollo del producto	Casos de prueba
N1	Mejorar las condiciones de movilidad de la zona noroccidental de Facatativá	Construir las obras civiles de infraestructura de la prolongación de la carrera 5	1	Construcción de las obras civiles en su totalidad	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Revisión de las actividades de obra ejecutadas en sitio
N2	Crear estructuras de conectividad apropiadas que dinamicen los flujos vehiculares entre las diferentes zonas funcionales del municipio	Elaborar los estudios y diseños- Construir la infraestructura vial completa	1,2 -1,3	Elaboración de estudios y diseños de la alternativa seleccionada	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Correspondencia con la normativa requerida y los requerimientos y especificaciones del proyecto
N3	Disminuir los tiempos de desplazamiento entre los barrios y el centro de la ciudad	Construir la infraestructura vial completa	1	Construcción de las obras civiles en su totalidad	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Revisión de las actividades de obra ejecutadas en sitio
I1	Infraestructura vial que permita el ingreso a y la salida desde sus lugares de vivienda con disminución de tiempos de desplazamiento	Entregar la infraestructura a la comunidad para su uso y disfrute	1,2 -1,3	Ejecución de las obras físicas	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Correspondencia con la normativa requerida y los requerimientos y especificaciones del proyecto
I2	Nueva infraestructura que pueda ser usada como alternativa a la única vía de acceso existente	Entregar la infraestructura a la comunidad para su uso y disfrute	1,2 -1,3	Ejecución de las obras físicas	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Correspondencia con la normativa requerida y los requerimientos y especificaciones del proyecto

ID	Descripción del requisito	Necesidades de Negocio, Objetivo del proyecto	Id Entregable EDT	Diseño del producto	Desarrollo del producto	Casos de prueba
F1	La vía permitirá el desplazamiento de vehículos en condiciones de alta seguridad, comodidad y con hasta la velocidad máxima de operación permitida en ciudades (30 km/h)	Entregar la infraestructura a la comunidad para su uso y disfrute	1,3	Ejecución de las obras físicas	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Correspondencia con la normativa requerida y los requerimientos y especificaciones del proyecto
F2	La ciclo ruta y los andenes permitirán el tránsito de personas y otros usuarios en condiciones de total seguridad, sin limitaciones de circulación y con las funcionalidades de soporte necesarias	Entregar la infraestructura a la comunidad para su uso y disfrute	1,3	Ejecución de las obras físicas	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Correspondencia con la normativa requerida y los requerimientos y especificaciones del proyecto
F3	El sistema vial implementado deberá permitir el disfrute de ese sector de la ciudad mediante la utilización del conjunto vía-zona peatonal- ciclo ruta y zona de protección ambiental	Entregar la infraestructura a la comunidad para su uso y disfrute	1,3	Ejecución de las obras físicas	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Correspondencia con la normativa requerida y los requerimientos y especificaciones del proyecto
NF 1	La vía debe cumplir con los parámetros de diseño de INVIAS y lo contemplado en los estudios y diseños del proyecto	Elaborar los estudios y diseños- Construir la infraestructura vial completa	1,2 -1,3	Ejecución de las obras físicas	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Correspondencia con la normativa requerida y los requerimientos y especificaciones del proyecto
NF 2	La vía debe cumplir con todo lo contemplado en las especificaciones contenidas en los estudios y diseños del proyecto, incluyendo los anexos técnicos	Elaborar los estudios y diseños- Construir la infraestructura vial completa	1,2 -1,3	Ejecución de las obras físicas	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Correspondencia con la normativa requerida y los requerimientos y especificaciones del proyecto

ID	Descripción del requisito	Necesidades de Negocio, Objetivo del proyecto	Id Entregable EDT	Diseño del producto	Desarrollo del producto	Casos de prueba
NF 3	La vía debe tener comportamiento adecuado de sus estructuras en condiciones uniformes de transitabilidad y con un adecuado nivel de servicio por un periodo no inferior a 20 años	Elaborar los estudios y diseños- Construir la infraestructura vial completa	1,2 -1,3	Ejecución de las obras físicas	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Correspondencia con la normativa requerida y los requerimientos y especificaciones del proyecto
T1	El proyecto debe realizar las obras y adecuaciones temporales que faciliten el ingreso de los habitantes del sector a sus residencias, así como el paso de los demás transeúntes del sector en intervención	Construir la infraestructura vial completa, incluyendo la banca de la vía, las zonas de protección y el paso sobre la quebrada Los Molinos	1,3	Ejecución de las obras físicas	Conforme a los anexos técnicos de estudios y diseños	Correspondencia con la normativa requerida y los requerimientos y especificaciones del proyecto
P1	Cumplimiento del tiempo de ejecución (1 año)	Construir las obras civiles de infraestructura de la prolongación de la carrera 5	1,1	Elaboración del plan de dirección con los planes de gestión subsidiarios, líneas bases y documentos del proyecto	Conforme al plan de dirección del proyecto	Todas las actividades del proyecto de acuerdo con los instrumentos de dirección elaborados
P2	Cumplimiento del costo del proyecto (\$3.826.217.098)		1,1			
P3	Cumplimiento del alcance (439 m de vía terminada y en funcionamiento)		1,1			

Fuente: Construcción del autor

3.2.2.4 Acta de cierre de proyecto o fase.

El formato de acta de cierre del proyecto fue adaptado de: (PMOinformatica.com, 2020).

Información del Proyecto

Construcción de las obras civiles necesarias para la prolongación de la carrera 5 entre la calle 15 y el complejo deportivo Villa Olímpica. Construcción, entrega y puesta en funcionamiento en un tiempo de un año, de 439 m de vía nueva en la carrera 5, con un ancho de calzada de 7.50 m, en pavimento flexible, con andenes a ambos lados de 5.00 m de ancho, bajo especificaciones INVIAS

Datos del proyecto

Organización	Alcaldía Municipal de Facatativá
Proyecto	Construcción de las obras civiles necesarias para la prolongación de la carrera 5 entre la calle 15 y el complejo deportivo Villa Olímpica
Fecha de preparación	18/06/2020
Cliente	Municipio de Facatativá
Patrocinador principal	Alcaldía Municipal de Facatativá
Gerente de Proyecto	El funcionario designado por el Alcalde Municipal

Razón de cierre

Por medio de la presente, se da cierre formal al proyecto, por las razones especificadas en la siguiente tabla:

Marcar con una “X” la razón de cierre:

Entrega de todos los productos de conformidad con los requerimientos del cliente.	
Entrega parcial de productos y cancelación de otros de conformidad con los requerimientos del cliente.	
Cancelación de todos los productos asociados con el proyecto.	

Aceptación de los productos o entregables

A continuación, se establece cuales entregables de proyecto han sido aceptados:

Entregable	Aceptación (Si o No)	Observaciones

Para cada entregable aceptado, se da por entendido que:

- El entregable ha cumplido los criterios de aceptación establecidos en la documentación de requerimientos y definición de alcance.
- Se ha verificado que los entregables cumplen los requerimientos.
- Se ha validado el cumplimiento de los requerimientos funcionales y de calidad definidos.
- Se ha entregado la documentación del proyecto al área encargada.

Se autoriza al Gerente de Proyecto a continuar con el cierre formal del proyecto o fase, lo cual deberá incluir:

- Evaluación post-proyecto o fase.
- Documentación de lecciones aprendidas.
- Liberación del equipo de trabajo para su reasignación.
- Cierre de todos los procesos de adquisiciones y contratación con terceros.
- Archivo de la documentación del proyecto.

Una vez concluido el proceso de cierre, el Patrocinador del proyecto deberá ser notificado para que el Gerente de Proyectos sea liberado y reasignado.

Aprobaciones

Aprobó	Rol	Fecha	Firma

3.2.2.5 Línea base de alcance con EDT.

La estructura de desagregación del trabajo, EDT, proporciona una representación gráfica del alcance del proyecto, puede ser vista en la Figura 27. (Project Management Institute, 2006)

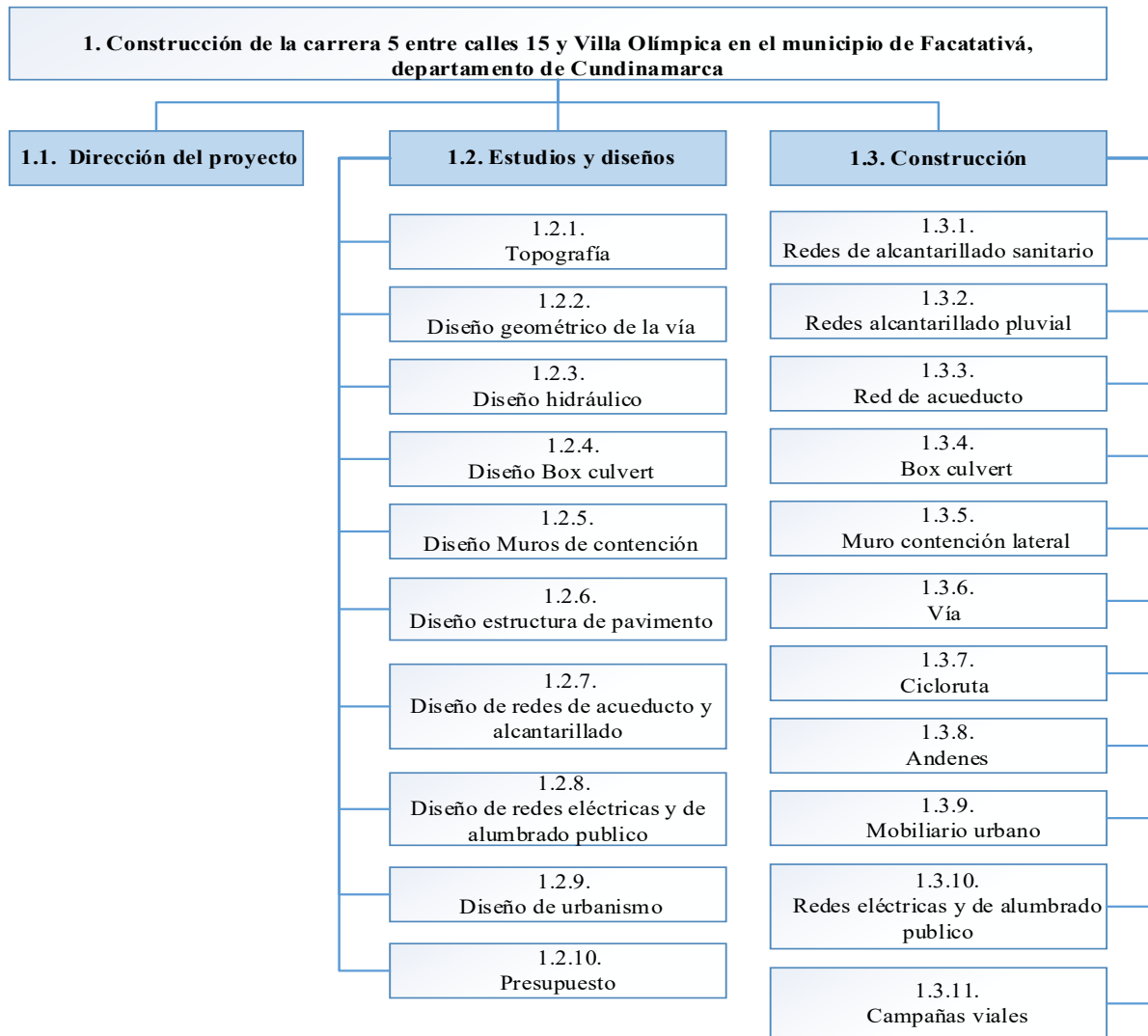


Figura 27. EDT del proyecto

Fuente: Construcción del autor

3.2.2.6 EDP.

La estructura de desglose del producto corresponde a la representación gráfica de los componentes que la vía carrera 5 entregara a la población beneficiada por el proyecto. La Figura 28 permite ver de forma jerárquica todo el sistema con los componentes físicos a entregar.

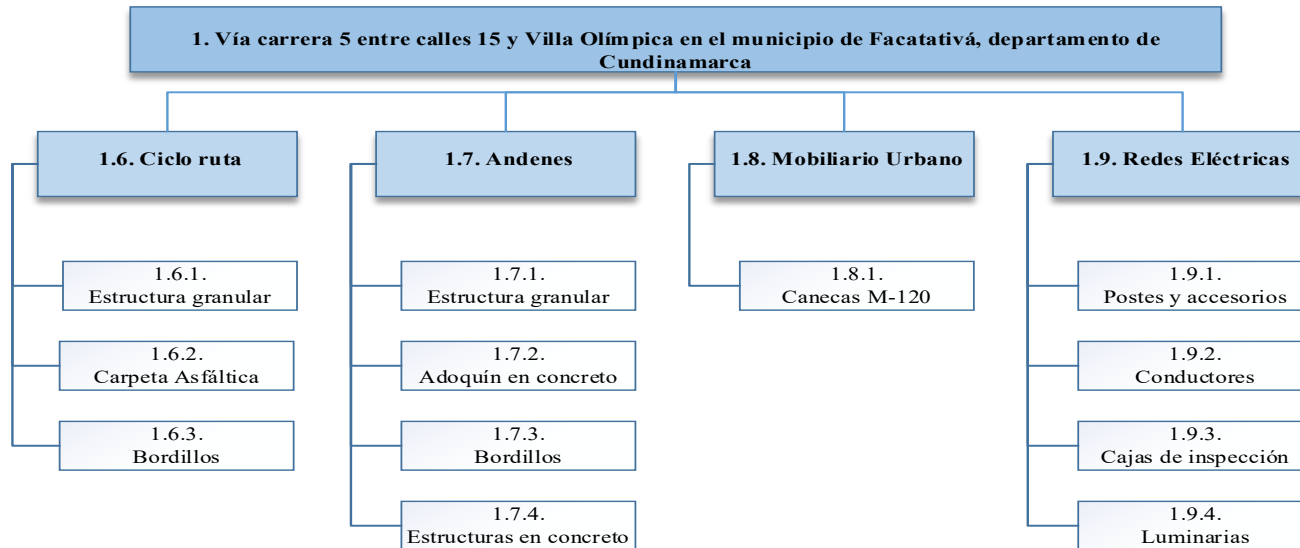
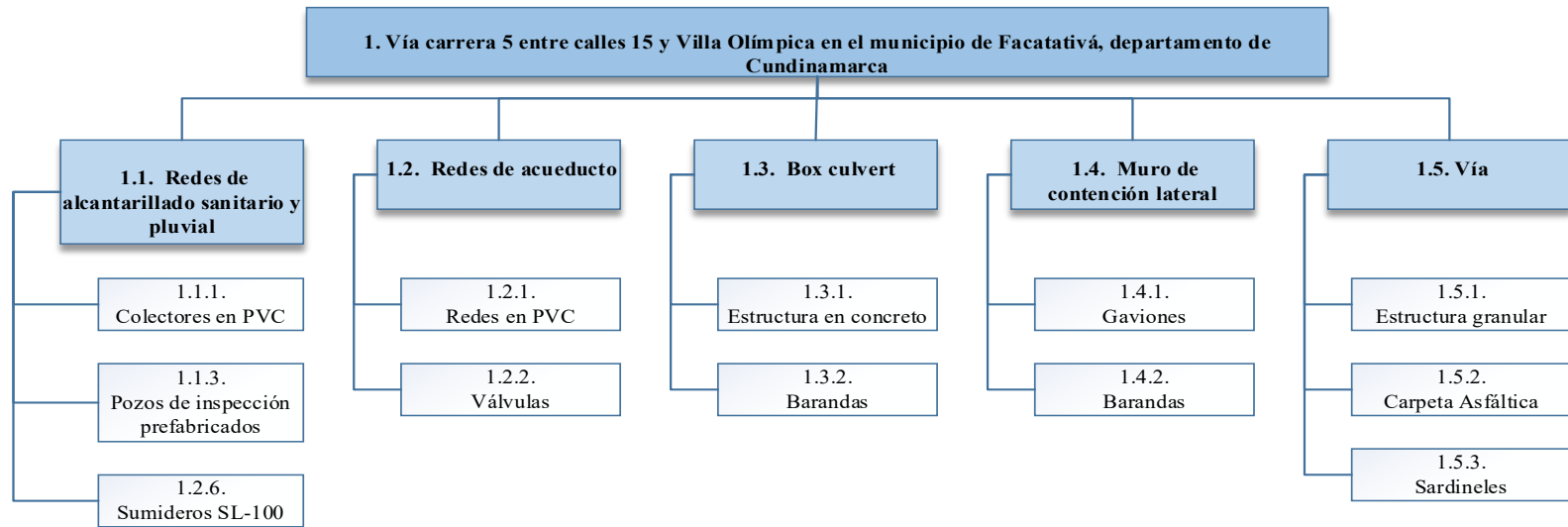


Figura 28. Estructura de desglose de producto

Fuente: Construcción del autor

3.2.2.7 *Diccionario de la EDT.*

Tabla 42: Diccionario de la EDT

No.	FASE	ID	PAQUETE DE TRABAJO	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	ENTREGABLES	SUPUESTOS	RECURSOS	COSTO (\$)	FECHA INICIO	FECHA TERM
1,1	GESTIÓN DEL PROYECTO	1,1	Dirección del proyecto	Gerente de Proyecto	Los establecidos en el plan de dirección y los documentos del proyecto	Planes de gestión subsidiarios, líneas base, componentes adicionales y documentos del proyecto	Acuerdo de Plusvalía perfeccionado, Project Chárter terminado	Gerente del proyecto, Equipo inicial de proyecto, contrato digitación y diagramación de los documentos	285.856.000	lun 4/01/21	jue 30/12/21
		1,2	ESTUDIOS Y DISEÑOS	1,2,1	Topografía	Gerente de Proyecto	Planos altimétricos y planimétricos en las escalas indicadas y con los detalles solicitados	Planimetría, altimetría, perfil de la vía, carteras de corte y relleno, planos de localización e implantación, amarres a BM, memorias, planos y cantidades de obra	Acuerdo de Plusvalía perfeccionado, Project Chárter terminado,	Contrato diseño topográfico perfeccionado	8.628.000
		1,2,2		Diseño geométrico de la vía	Gerente de Proyecto	Los establecidas en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS de 2008	Optimización del trazado de la vía, optimización de la rasante proyectada, trazado del diseño geométrico, memorias, planos, modelaciones y cantidades de obra	Levantamiento topográfico terminado y entregado	Contrato de diseño geométrico perfeccionado	7.000.000	jue 21/01/21

No.	FASE	ID	PAQUETE DE TRABAJO	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	ENTREGABLES	SUPUESTOS	RECURSOS	COSTO (\$)	FECHA INICIO	FECHA TERM
1,2,3	Diseño hidráulico	Gerente de Proyecto	Los criterios establecidos en el manual de drenaje del INVIAS	Estudios de hidrología, hidráulica y socavación de la vía, diseño de infraestructura externa de redes hidrosanitarias y pluviales, diseño de redes de acueducto, planos, memorias, modelaciones y cantidades de obra	La Alcaldía entrega el modelo hidrológico de la quebrada Los Molinos	Contrato diseño hidráulico perfeccionado	19.149.000	jue 28/01/21	mar 16/02/21		
1,2,4	Diseño Box culvert	Gerente de Proyecto	Los definidos en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD – CCP-14. y lo contenido en las AASHTO LRFD Bridge Design Specifications	Planos estructurales memorias de cálculo y de diseño, análisis y diseño estructural de los elementos que conforman el box culvert, parámetros de cálculo, memorias, planos, modelaciones y cantidades de obra	Estudios de hidrología, hidráulica y socavación de la vía y diseño geométrico terminado y entregado	Contrato Diseño box culvert perfeccionado	25.000.000	mar 16/02/21	vie 5/03/21		
1,2,5	Diseño Muros de contención	Gerente de Proyecto	Los definidos en las especificaciones INVIAS, artículos 681-07, 221-07, 234-07 y demás aplicables	Referenciación planimétrica y altimétrica, diseño y especificaciones de los muros de contención, criterios de diseño, modelación, memorias, planos, modelaciones y cantidades de obra	Topografía, diseño geométrico de la vía terminado y entregado	Contrato de diseño de muros de contención perfeccionado	25.000.000	jue 28/01/21	sáb 6/02/21		

No.	FASE	ID	PAQUETE DE TRABAJO	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	ENTREGABLES	SUPUESTOS	RECURSOS	COSTO (\$)	FECHA INICIO	FECHA TERM
		1,2,6	Diseño de estructura de pavimento	Gerente de Proyecto	Los definidos en las especificaciones INVIAS, artículos 200-07, 201-07, 210-07, 230-07, 231-07, 232-07, 300-07, 310-07, 312-07, 320-07, 330-07 y demás aplicables	Diseño de la estructura, especificaciones de materiales a utilizar, procedimientos constructivos, memorias, planos, modelaciones y cantidades de obra	Levantamiento topográfico terminado y entregado	Contrato de diseño de estructura de pavimento perfeccionado	33.801.000	jue 21/01/21	mié 3/02/21
		1,2,7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado	Gerente de Proyecto	Los definidos en la Resolución No. 9 0708 de agosto 30 de 2013, NTC1500	Diseño de infraestructura externa de redes hidrosanitarias y pluviales, diseño de redes de acueducto, planos, memorias, modelaciones y cantidades de obra, detalles constructivos, memorias de cálculo y de diseño	Levantamiento topográfico, terminado y entregado, Resolución de aprobación de disponibilidad del servicio de acueducto y alcantarillado	Contrato de diseño de redes de acueducto y alcantarillado perfeccionado.	12.491.000	sáb 6/03/21	mar 16/03/21
		1,2,8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico	Gerente de Proyecto	Los establecidos en el RETIE, RETILAP, NTC 2050	Planos eléctricos, cálculo de cargas, diagramas unifilares, detalles constructivos, memorias, planos, modelaciones y cantidades de obra	Levantamiento topográfico terminado y entregado. Resolución de aprobación de disponibilidad del servicio de energía eléctrica	Contrato de diseño de redes eléctricas y de alumbrado público perfeccionado.	12.908.453	jue 21/01/21	mar 9/02/21

No.	FASE	ID	PAQUETE DE TRABAJO	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	ENTREGABLES	SUPUESTOS	RECURSOS	COSTO (\$)	FECHA INICIO	FECHA TERM
		1,2,9	Diseño de urbanismo	Gerente de Proyecto	Los definidos en la reglamentación urbana vigente	Plantas arquitectónicas, cortes, volumétricas, isométricos, localización, detalles constructivos, memorias, planos, modelaciones y cantidades de obra	Levantamiento topográfico terminado y entregado, diseño geométrico y diseño del box culvert terminados y entregados	Contrato de diseño de urbanismo perfeccionado.	6.800.000	sáb 6/03/21	lun 22/03/21
		1,2,10	Presupuesto	Gerente de Proyecto	Precios de referencia del mercado	Cantidades de obra definitivas, precios unitarios, análisis de precios unitarios, resumen por capítulos	Todos los diseños terminados y entregados	Contrato de elaboración de presupuesto perfeccionado.	3.500.000	lun 22/03/21	vie 2/04/21
1,3	CONSTRUCCIÓN	1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario	Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y diseños correspondientes	Todas las actividades de obra correspondientes a redes de alcantarillado sanitario	Presupuesto terminado y entregado	Contrato de redes de alcantarillado sanitario perfeccionado.	63.018.822	vie 2/04/21	mar 4/05/21
		1.3.2	Redes alcantarillado pluvial	Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y diseños correspondientes	Todas las actividades de obra correspondientes a redes alcantarillado pluvial	Presupuesto terminado y entregado	Contrato de redes alcantarillado pluvial perfeccionado.	291.840.757	vie 2/04/21	mar 27/04/21
		1.3.3	Red de acueducto	Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y diseños correspondientes	Todas las actividades de obra correspondientes a la red de acueducto	Presupuesto terminado y entregado	Contrato de red de acueducto perfeccionado.	166.994.099	vie 2/04/21	mar 27/04/21
		1.3.4	Box culvert	Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y	Todas las actividades de obra	Presupuesto terminado y entregado	Contrato de box culvert perfeccionado.	505.066.859	vie 2/04/21	lun 5/07/21

No.	FASE	ID	PAQUETE DE TRABAJO	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	ENTREGABLES	SUPUESTOS	RECURSOS	COSTO (\$)	FECHA INICIO	FECHA TERM
					diseños correspondientes	correspondientes al box culvert					
1.3.5	Muro contención lateral		Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y diseños correspondientes	Todas las actividades de obra correspondientes al muro contención lateral	WP redes alcantarillado terminado	Contrato de muro contención lateral perfeccionado.	220.240.300	mar 4/05/21	sáb 17/07/21	
1.3.6	Vía		Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y diseños correspondientes	Todas las actividades de obra correspondientes a la vía	WP muro contención lateral terminado	Contrato de vía perfeccionado.	1.177.641.923	sáb 17/07/21	sáb 6/11/21	
1.3.7	Ciclo ruta		Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y diseños correspondientes	Todas las actividades de obra correspondientes a la ciclo ruta	WP muro contención lateral y box culvert terminado	Contrato de ciclo ruta perfeccionado.	216.171.062	sáb 17/07/21	mié 11/08/21	
1.3.8	Andenes		Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y diseños correspondientes	Todas las actividades de obra correspondientes a andenes	WP vía terminado	Contrato de andenes perfeccionado.	280.713.487	sáb 6/11/21	mar 7/12/21	
1.3.9	Mobiliario urbano		Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y diseños correspondientes	Todas las actividades de obra correspondientes a mobiliario urbano	WP andenes terminado	Contrato de mobiliario urbano perfeccionado.	3.980.375	mié 8/12/21	jue 30/12/21	
1.3.10	Redes eléctricas y de		Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y diseños	Todas las actividades de obra correspondientes a Redes eléctricas y de alumbrado publico	WP vía terminado	Contrato de redes eléctricas y de alumbrado público perfeccionado.	198.972.745	sáb 6/11/21	mar 14/12/21	

No.	FASE	ID	PAQUETE DE TRABAJO	RESPONSABLE	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	ENTREGABLES	SUPUESTOS	RECURSOS	COSTO (\$)	FECHA INICIO	FECHA TERM
			alumbrado publico		correspondientes						
		1.3.11	Campañas Viales	Gerente de Proyecto	Los definidos en los estudios y diseños correspondientes	Informe de gestión	Acuerdo de Plusvalía perfeccionado, Project Chárter terminado	Contrato de diseño y ejecución de campañas viales	30.000.000	lun 4/01/21	vie 17/12/21

Fuente: Construcción del autor

3.2.3 Plan de gestión de comunicaciones.

3.2.3.1 Matriz de comunicaciones.

La Tabla 43 contiene toda la estrategia de gestión de comunicaciones del proyecto.

Tabla 43: Matriz de comunicaciones del proyecto

Información a comunicar	Contenido	Formato	Método o tecnología	Nivel de detalle	Responsable de comunicar	Grupo Receptor	Frecuencia de comunicación
Iniciación del proyecto	Información de alto nivel del proyecto	Acta de constitución del proyecto	Documento digital en PDF, enviado vía correo electrónico, previo a reunión Kick off	Medio	Gerente de proyecto	Patrocinador, equipo de proyecto	Una sola vez al inicio del proyecto
Iniciación del proyecto	Información de interesados del proyecto	Registro de interesados	Documento digital en PDF, enviado vía correo electrónico, previo a reunión Kick off	Medio	Gerente de proyecto	Patrocinador, equipo de proyecto	Una sola vez al inicio del proyecto

Información a comunicar	Contenido	Formato	Método o tecnología	Nivel de detalle	Responsable de comunicar	Grupo Receptor	Frecuencia de comunicación
Planificación del proyecto	Instrumento de ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto	Plan de dirección del proyecto, incluyendo planes de gestión subsidiarios, líneas base y componentes adicionales	Documento digital en PDF, enviado vía correo electrónico, previo a reunión Kick off	Alto	Gerente de proyecto	Patrocinador, equipo de proyecto	Al inicio del proyecto y cada vez que se ajuste algún componente del plan de dirección
Ejecución del proyecto	Estudios, diseños, especificaciones técnicas de construcción, detalles de ingeniería, anexos técnicos	Compendio de documentos	Documentos impresos en Word, Excel, MS Project, AutoCAD y demás formatos de soporte, entregado en reunión Kick off	Alto	Gerente de proyecto	Patrocinador, equipo de proyecto, director de interventoría	Al inicio del proyecto y cada vez que se ajuste algún componente específico
Ejecución del proyecto	Estado actual de progreso del proyecto para las restricciones de alcance, costo y tiempo	Informe de desempeño del trabajo	Documento impreso físico en Word, MS Project y/o Excel, enviado vía correo electrónico antes de ser presentado en Comité de Dirección de Proyecto	Alto	Gerente de proyecto	Patrocinador, Director de Interventoría, representante de la comunidad	Mensual
Ejecución del proyecto	Cumplimiento de los requisitos del proyecto	Informe de mediciones de control de calidad e informe de entregables (actividades de obra) verificados	Documento impreso físico en Word, y/o Excel, enviado vía correo electrónico antes de ser presentado en Comité de Dirección de Proyecto	Alto	Gerente de proyecto	Patrocinador, Director de Interventoría, representante de la comunidad	Mensual
Ejecución del proyecto	Gestión de los riesgos del proyecto	Informe de gestión de riesgo, incluyendo	Documento impreso físico en Word, y/o Excel, enviado vía correo	Alto	Gerente de proyecto	Patrocinador, Director de Interventoría,	Mensual

Información a comunicar	Contenido	Formato	Método o tecnología	Nivel de detalle	Responsable de comunicar	Grupo Receptor	Frecuencia de comunicación
		planes de respuesta implementados y actualización al registro de riesgos e incidentes	electrónico antes de ser presentado en Comité de Dirección de Proyecto			representante de la comunidad	
Ejecución del proyecto	Solicitudes de cambio al alcance, costo o tiempo del proyecto	Formato de solicitud de cambios	Formato aprobado de solicitud de cambios debidamente gestionado ante el Comité de Control de Cambios	Alto	Gerente de proyecto	Comité de Control de Cambios	Según que sea requerido
Ejecución del proyecto	Avance del cronograma de obra, ocurrencia de imprevistos y ejecución de planes de contingencia	Informe de desempeño del trabajo	Documento impreso físico en Word, MS Project y/o Excel, enviado vía correo electrónico antes de ser presentado en reunión en Comité Técnico de Obra	Alto	Director de obra	Equipo de proyecto, Gerente de proyecto, Director de Interventoría	Quincenal
Ejecución del proyecto	Requerimientos de insumos y materiales de obra, documentos de pago, facturas, cuentas de cobro, requerimientos de calidad de suministros	Informe de actualización de la documentación de las adquisiciones	Documento impreso físico en Word, y/o Excel, entregado mediante correo certificado	Medio	Director de obra	Proveedores de insumos	Según que sea requerido

Información a comunicar	Contenido	Formato	Método o tecnología	Nivel de detalle	Responsable de comunicar	Grupo Receptor	Frecuencia de comunicación
Ejecución del proyecto	Información del proyecto de carácter técnico, administrativo, financiero, legal, ambiental	Informe de desempeño del trabajo	Documento impreso físico en Word, MS Project y/o Excel, enviado vía correo electrónico antes de ser presentado en reunión en Comité Técnico de Obra	Alto	Director de obra	Gerente de proyecto, miembros del equipo de proyecto necesarios	Mensual
Ejecución del proyecto	Consultas de información de carácter general sobre temas del proyecto que no ameriten la realización de una reunión formal	Cualquier tipo de formato o método de comunicación aprobado por el Plan de Comunicaciones	Comunicación oral persona a persona, correo electrónico, mensajería instantánea (WhatsApp), comunicación telefónica, carteleras, videoconferencia.	Media	Cualquier miembro del equipo de trabajo con requerimiento de comunicación	Cualquier miembro del equipo de trabajo con requerimiento de comunicación	Según que sea requerido
Cierre de fase o proyecto	Entrega de fase o de proyecto	Acta de cierre de fase o de proyecto, acta de recibo parcial o final, acta de liquidación parcial o final, acta de transferencia o entrega del proyecto	Acta impresa en Word con todos los documentos de soporte, incluyendo actas de medición de cantidades, formatos de supervisión, informes, ensayos, pruebas, conceptos de especialistas, etc.	Alto	Gerente de proyecto, Director de Obra	Patrocinador y a disposición de entes de control y comunidad	Al concluir fase y al finalizar el proyecto

Fuente: Construcción del autor

3.2.3.2 Flujograma de las comunicaciones (procesos de escalamiento de la información).

El escalamiento de la información, con ocasión del proceso previsto para la resolución de aquellos incidentes que no pueden resolverse en un nivel inferior, con identificación de plazos y la cadena de mando (Project Management Institute, 2013), se muestra en la Figura 29.

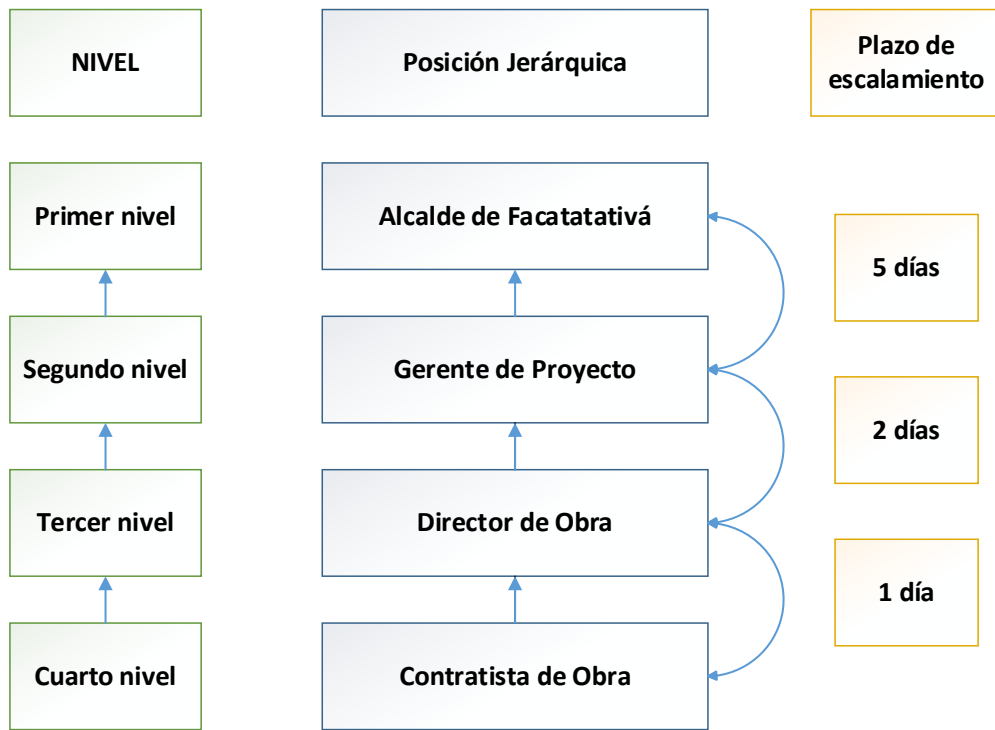


Figura 29. Flujo para el escalamiento de las comunicaciones

Fuente: Construcción del autor

3.2.3.3 Glosario de terminología común.

Los principales términos y definiciones de carácter técnico relacionados con el objeto del proyecto a implementar (infraestructura vial), necesarios para la comprensión de este documento están relacionados en el numeral 1.4.1.3. no obstante a continuación se retoman y complementan con otros términos utilizados en el desarrollo del negocio del proyecto. (Instituto Nacional de Vías, 2020) (Fonseca, 2002) (Project Management Institute, 2017)

- **Acera o andén:** Parte de la vía dedicada al tránsito de peatones.
- **Acuerdos:** Cualquier documento o comunicación que defina las intenciones iniciales de un proyecto. Puede adoptar la forma de un contrato, memorándum de entendimiento (MOU), cartas de acuerdo, acuerdos verbales, correo electrónico, etc.
- **Alcantarilla:** Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino.
- **Banca:** Distancia horizontal, medida normalmente al eje, entre los extremos exteriores de las cunetas o los bordes laterales.
- **Base de topografía:** Punto del corredor de ruta, de coordenadas x, y y z conocidas, que sirve como estación para el levantamiento topográfico de dicho corredor y eventualmente en las etapas de localización del proyecto.
- **Berma:** Fajas comprendidas entre los bordes de la calzada y las cunetas. Sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodadura, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada.
- **Calidad:** Grado en el que un conjunto de características inherentes satisface los requisitos.
- **Calle o carrera:** Vía urbana de tránsito público, que incluye toda la zona comprendida entre los linderos frontales de las propiedades
- **Calzada:** Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado.
- **Capacidad:** La capacidad de una vía o de un carril es el número máximo de vehículos que pueden circular durante un periodo de tiempo determinado sin que se presenten demoras ni restricciones en la libertad de movimiento de los vehículos.

- Carretera: Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.
- Carril: Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.
- Cicloruta: Vía destinada al tránsito de bicicletas de forma exclusiva
- Conformidad: Cumplimiento de un requisito.
- Compactación: Proceso por medios artificiales, por el cual se pretende obtener mejores características en los suelos, de tal manera que la obra resulte duradera.
- Cruce o intersección de vías: Área de uso público formada por la intersección de dos o más vías.
- Demarcación: Elemento que sirve para diferenciar un área de otra, bien sea mediante color, textura o cambio de material.
- Dispositivos para la regulación del tránsito: Son los mecanismos físicos o marcas especiales, que indican la forma correcta como deben circular los usuarios de las calles y carreteras. Los mensajes de los dispositivos para la regulación del tránsito se dan por medio de símbolos, elementos y leyendas de fácil y rápida interpretación.
- Empalme: Conexión de una vía con otras, acondicionada para el tránsito vehicular.
- Intersección: Área general donde dos o más vías se unen o crucen, ya sea a nivel o desnivel o que comprende toda la superficie necesaria para facilitar todos los movimientos de los vehículos que se cruzan por ellos.
- Línea de borde: Demarcación sobre la calzada que indica el borde exterior del pavimento.

- **Marcas viales:** Elemento señalizador colocado o pintado sobre el pavimento o en elementos adyacentes al mismo, consistentes en líneas, dibujos, colores, palabras o símbolos; para indicar, advertir o guiar el tránsito.
- **Nivel de servicio:** Refleja las condiciones operativas del tránsito vehicular en relación con variables tales como la velocidad y tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, la comodidad, los deseos del usuario y la seguridad vial.
- **Obras de drenaje:** Obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado.
- **Pavimento:** Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados.
- **Pavimento flexible:** Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado.
- **Pavimento rígido:** Es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido.
- **Peatón:** Persona que transita a pie por una vía.
- **Producto:** Objeto producido, cuantificable y que puede ser un elemento terminado o un componente.
- **Proveedor:** Organización o persona que proporciona un producto.
- **Puente:** Estructura que es construida para cruzar o unir varios elementos naturales o estructurales, por ejemplo, una depresión, un río, dos calles, etc.

- **Rasante:** Es la proyección vertical del desarrollo del eje de la superficie de rodadura de la vía.
- **Replanteo:** Actividades topográficas encaminadas a localizar un proyecto vial en el terreno para su posterior construcción. Se apoya en los planos de diseño y en las bases de topografía empleadas previamente en el levantamiento del corredor vial.
- **Rocería:** Actividad de mantenimiento rutinario encaminada a mantener baja la vegetación de las zonas laterales de la vía.
- **Reparación:** Acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista.
- **Señal de tránsito:** Dispositivo físico o marca vial que indica la forma correcta como deben transitar los usuarios de las vías y se instala a nivel de la vía para transmitir órdenes o instrucciones mediante palabras o símbolos. Señal informativa ubicada sobre estructuras especiales que le permiten una visibilidad a mayores distancias, por contener mensajes de mayor tamaño y estar a una altura superior a las demás señales de tránsito.
- **Separador:** Zonas verdes o zonas duras colocadas paralelamente al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central o mediana) o para separar calzadas destinadas al mismo sentido de tránsito (calzadas laterales).
- **Sistemas de drenaje:** Estructuras que tiene como objetivo controlar el agua que llega a la vía y la afectan por escurrimiento superficial. Las más comunes son el bombeo, los bordillos, los lavaderos, las cuentas, las zanjas de coronación y las alcantarillas.
- **Tacha de demarcación (clavo, botón):** Dispositivos pegados sobre el pavimento o marcadores que pueden ser usados como elementos de guía, como complemento a la

demarcación y en algunos casos como sustitución, con el fin de mejorar las condiciones de visibilidad de la señalización horizontal.

- Talud: Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén
- Tiempo de desplazamiento: Duración en unidades de tiempo (horas, minutos, segundos, etc.,) que implica trasladarse de un sitio a otro
- Tránsito: Acción de desplazamiento de personas, vehículos y animales por las vías.
- Vía: Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad.
- Vehículo: Todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas o mercancías de un punto a otro.
- Volumen de tránsito: Es el número de vehículos que circulan en ambas direcciones por una sección de vía durante un periodo específico de tiempo (horario, diario, semanal, etc.)

3.2.4 Plan de gestión del cronograma.

3.2.4.1 Listado de actividades con estimación de duraciones esperadas con uso de la distribución PERT beta-normal.

La estimación de las duraciones de las actividades del proyecto de construcción de la prolongación de la carrera 5 se realizó usando el método de los tres valores, el cual tiene en cuenta la incertidumbre y el riesgo para definir el rango aproximado de una actividad (Project Management Institute, 2017). Los cálculos se efectuaron con la distribución PERT beta-normal. La Tabla 44 muestra las actividades del proyecto indicando las duraciones estimadas y predecesoras para cada una de ellas.

Tabla 44: Estimación de la duración de las actividades (método por tres valores)

EDT	ID	Nombre entregable	Predecesora	Duración Optimista	Duración Esperada	Duración Pesimista	Duración PERT
1		Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca					
1.1		Dirección del proyecto					
	1.1.1	Planificar	1.1.2 CC	43	60	65	58
	1.1.2	Monitorear estudios y diseños	1.2.1.1.CC - 1.2.10.2. FF	60	70	92	72
	1.1.3	Monitorear construcción de la obra	1.3.1.1. CC	198	220	230	218
1.2		Estudios y diseños					
1.2.1		Topografía					
	1.2.1.1	Elaborar altimetría		10	14	24	15
	1.2.1.2	Elaborar planimetría		9	14	25	15
1.2.2		Diseño geométrico de la vía					
	1.2.2.1	Elaborar trazado de la vía	1.2.1.1. - 1.2.1.2.	3	4	11	5
	1.2.2.2	Elaborar diseño geométrico	1.2.2.1. CC	2	4	12	5
1.2.3		Diseño hidráulico					
	1.2.3.1	Elaborar estudio de hidrología e hidráulica	1.2.2.1 - 1.2.2.2.	11	15	19	15
	1.2.3.2	Elaborar estudio de socavación	1.2.3.1.CC	10	15	20	15
1.2.4		Diseño Box culvert					
	1.2.4.1	Elaborar planos estructurales	1.2.3.1. - 1.2.3.2.	9	15	21	15
	1.2.4.2	Elaborar memorias de calculo	1.2.4.1.CC	8	15	22	15
1.2.5		Diseño Muros de contención					
	1.2.5.1	Elaborar planos estructurales	1.2.2.1 - 1.2.2.2.	5	8	11	8
	1.2.5.2	Elaborar memorias de calculo	1.2.5.1.CC	4	8	12	8
1.2.6		Diseño estructura de pavimento					
	1.2.6.1	Elaborar diseño estructura portante y de rodadura	1.2.1.1. - 1.2.1.2.	8	9	16	10
	1.2.6.2	Elaborar especificaciones de materiales	1.2.6.1.CC	7	9	17	10

EDT	ID	Nombre entregable	Predecesora	Duración Optimista	Duración Esperada	Duración Pesimista	Duración PERT
1.2.7		Diseño de redes de acueducto y alcantarillado					
	1.2.7.1	Elaborar modelación de redes	1.2.4.1. - 1.2.4.2.	5	8	11	8
	1.2.7.2	Elaborar cálculo de redes	1.2.7.1.CC	4	8	12	8
1.2.8		Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico					
	1.2.8.1	Elaborar cálculo de redes y diagramas de carga	1.2.1.1. - 1.2.1.2.	12	15	18	15
	1.2.8.2	Elaborar especificaciones para homologación	1.2.8.1.CC	11	15	19	15
1.2.9		Diseño de urbanismo					
	1.2.9.1	Elaborar proyecto urbanístico	1.2.4.1. - 1.2.4.2.	7	11	21	12
	1.2.9.2	Elaborar plantas, cortes, volumetrías	1.2.9.1.CC	6	11	22	12
1.2.10		Presupuesto					
	1.2.10.1	Elaborar cantidades finales	1.2.1.1 - 1.2.1.2 - 1.2.2.1 - 1.2.2.2 - 1.2.3.1 - 1.2.3.2 - 1.2.4.1 - 1.2.4.2 - 1.2.5.1 - 1.2.5.2 - 1.2.6.1 - 1.2.6.2 - 1.2.7.1 - 1.2.7.2 - 1.2.8.1 - 1.2.8.2 - 1.2.9.1 - 1.2.9.2	6	9	18	10
	1.2.10.2	Elaborar cálculo de precios unitarios	1.2.10.1.CC	5	9	19	10
1.3		Construcción					
1.3.1		Redes de alcantarillado sanitario					
	1.3.1.1	Construir colectores	1.2.10.1 - 1.2.10.2	16	26	30	25
	1.3.1.2	Construir pozos	1.3.1.1.CC	15	26	31	25
1.3.2		Redes alcantarillado pluvial					
	1.3.2.1	Construir colectores	1.2.10.1 - 1.2.10.2	15	19	29	20
	1.3.2.2	Construir pozos y sumideros	1.3.2.1.CC	14	19	30	20
1.3.3		Red de acueducto					
	1.3.3.1	Construir redes	1.2.10.1 - 1.2.10.2	15	19	29	20

EDT	ID	Nombre entregable	Predecesora	Duración Optimista	Duración Esperada	Duración Pesimista	Duración PERT
	1.3.3.2	Instalar válvulas y accesorios	1.3.3.1.CC	14	19	30	20
1.3.4		Box culvert					
	1.3.4.1	Construir estructura box	1.2.10.1 - 1.2.10.2	51	78	87	75
	1.3.4.2	Construir elevaciones	1.3.4.1.CC	50	78	88	75
1.3.5		Muro contención lateral					
	1.3.5.1	Construir gaviones	1.3.1.1 - 1.3.1.2 - 1.3.2.1 - 1.3.2.2 - 1.3.3.1 - 1.3.3.2	42	57	90	60
	1.3.5.2	Construir otros llenos	1.3.5.1.CC	41	57	91	60
1.3.6		Vía					
	1.3.6.1	Construir estructura granular vía	1.3.5.1 - 1.3.5.2	45	55	95	60
	1.3.6.2	Construir carpeta asfáltica vía	1.3.6.1.CC	20	31	36	30
1.3.7		Cicloruta					
	1.3.7.1	Construir estructura granular cr	1.3.5.1 - 1.3.5.2	12	15	18	15
	1.3.7.2	Construir carpeta asfáltica cr	1.3.7.1.CC	3	4	11	5
1.3.8		Andenes					
	1.3.8.1	Construir estructura granular	1.3.6.2	11	15	19	15
	1.3.8.2	Construir superficie en adoquín	1.3.8.1.CC	6	9	18	10
1.3.9		Mobiliario urbano					
	1.3.9.1	Instalar canecas M-120	1.3.8.2	2	3	4	3
	1.3.9.2	Instalar accesorios en acero inoxidable	1.3.9.1.CC	1	3	5	3
1.3.10		Redes eléctricas y de alumbrado publico					
	1.3.10.1	Instalar postes y conductores eléctricos	1.3.6.2 - 1.3.7.2.	25	28	43	30
	1.3.10.2	Instalar luminarias	1.3.10.1.CC	24	28	44	30
1.3.11		Campaññas viales					
	1.3.11.1	Elaborar materiales didácticos	1.2.2.1	240	285	300	280
	1.3.11.2	Realizar actividad pedagógica	1.3.11.1.CC	248	278	320	280

Fuente: Construcción del autor

3.2.4.2 Línea base de tiempo.

El desarrollo del cronograma del proyecto se realizó usando el software Microsoft Project. Una vista de la línea base de tiempo, puede ser observada en la Figura 30.

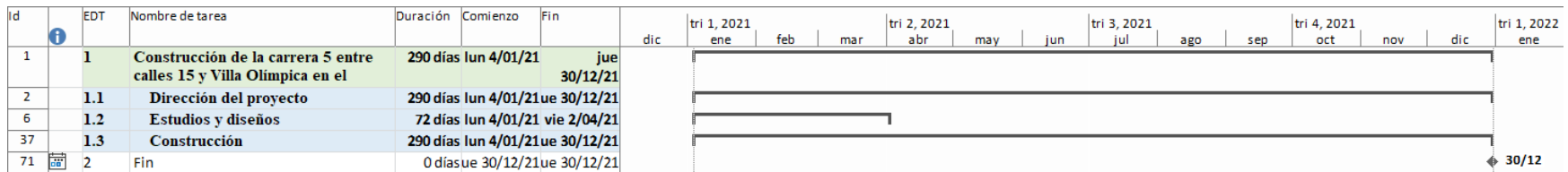
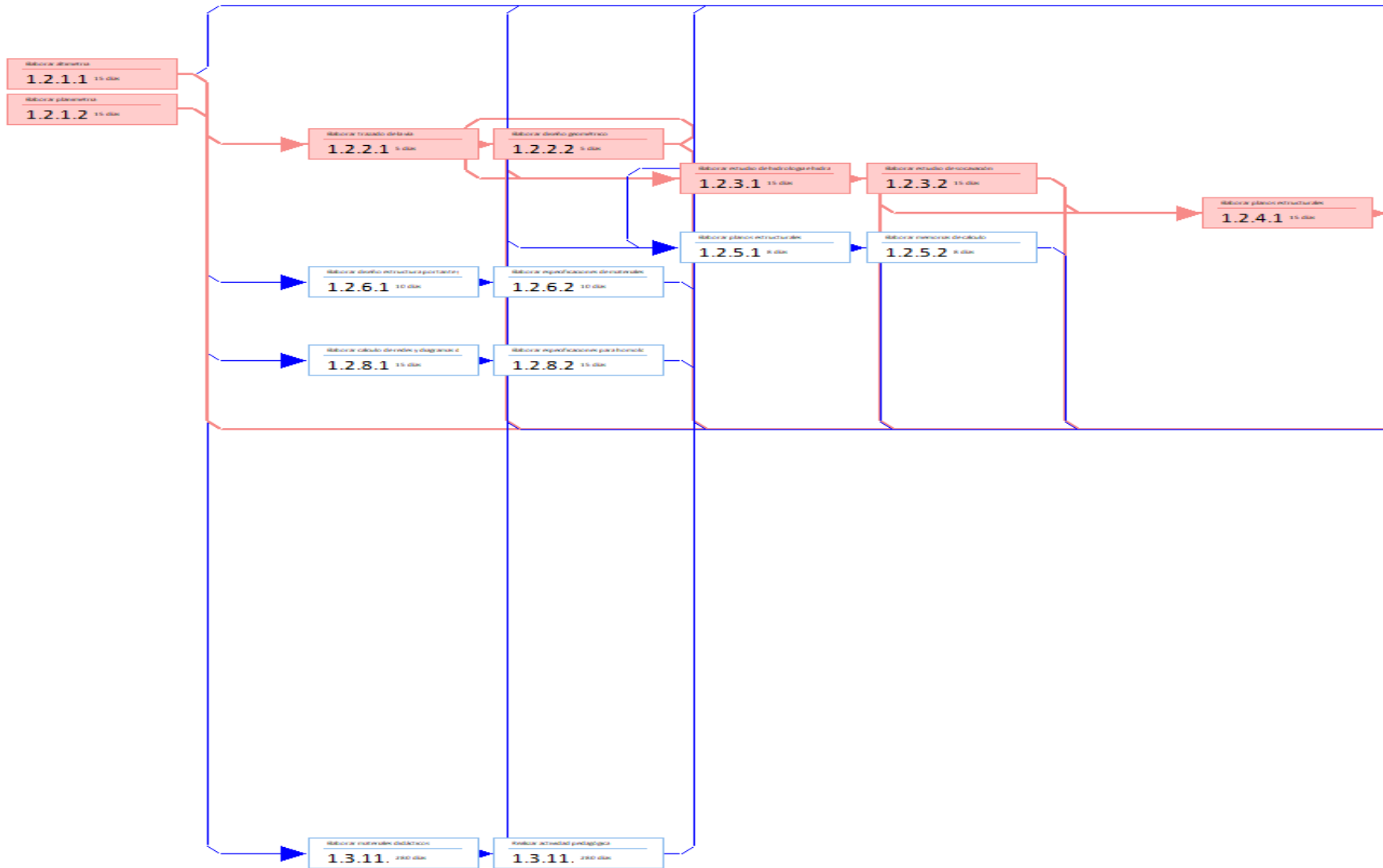


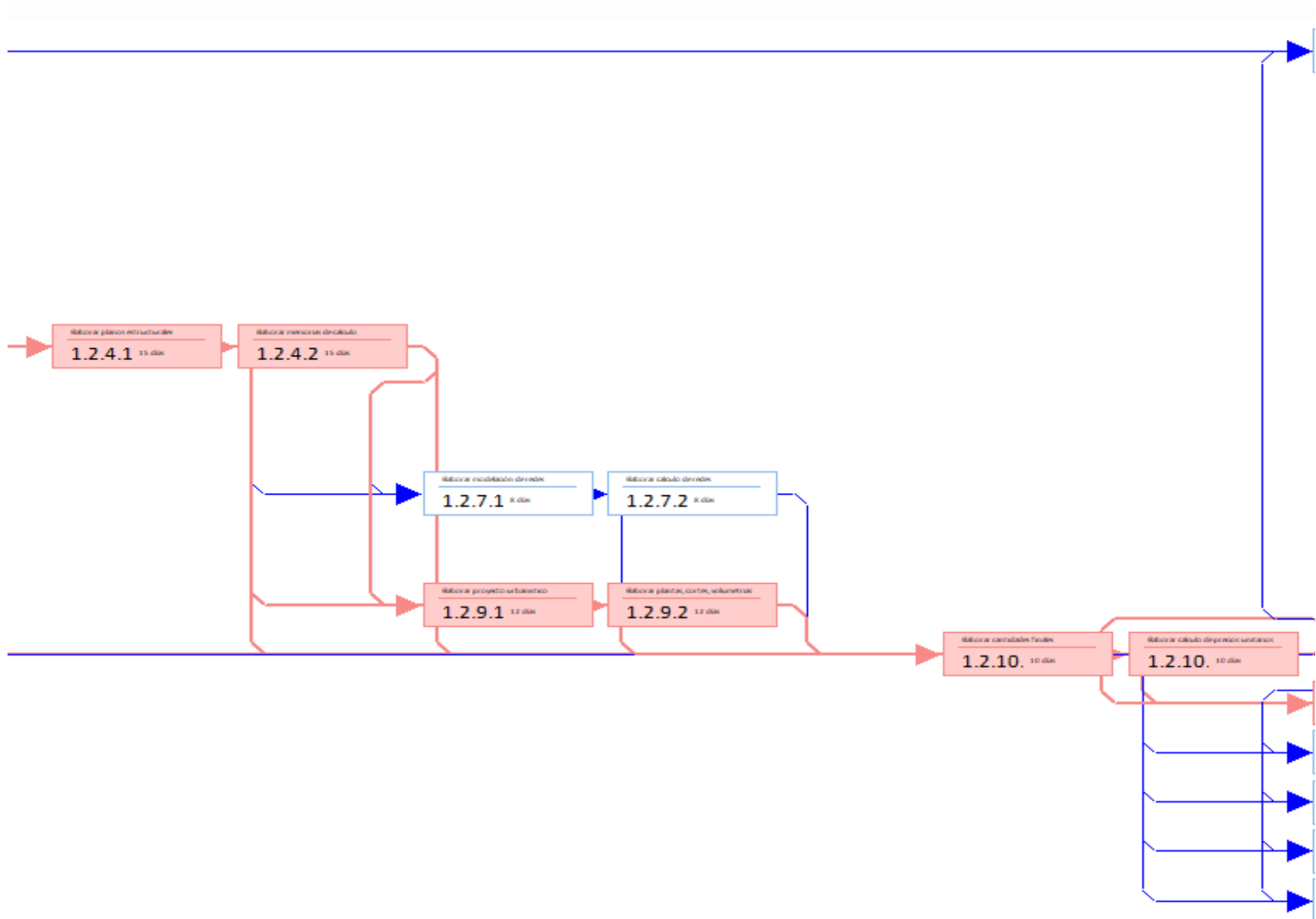
Figura 30. Línea base de tiempo

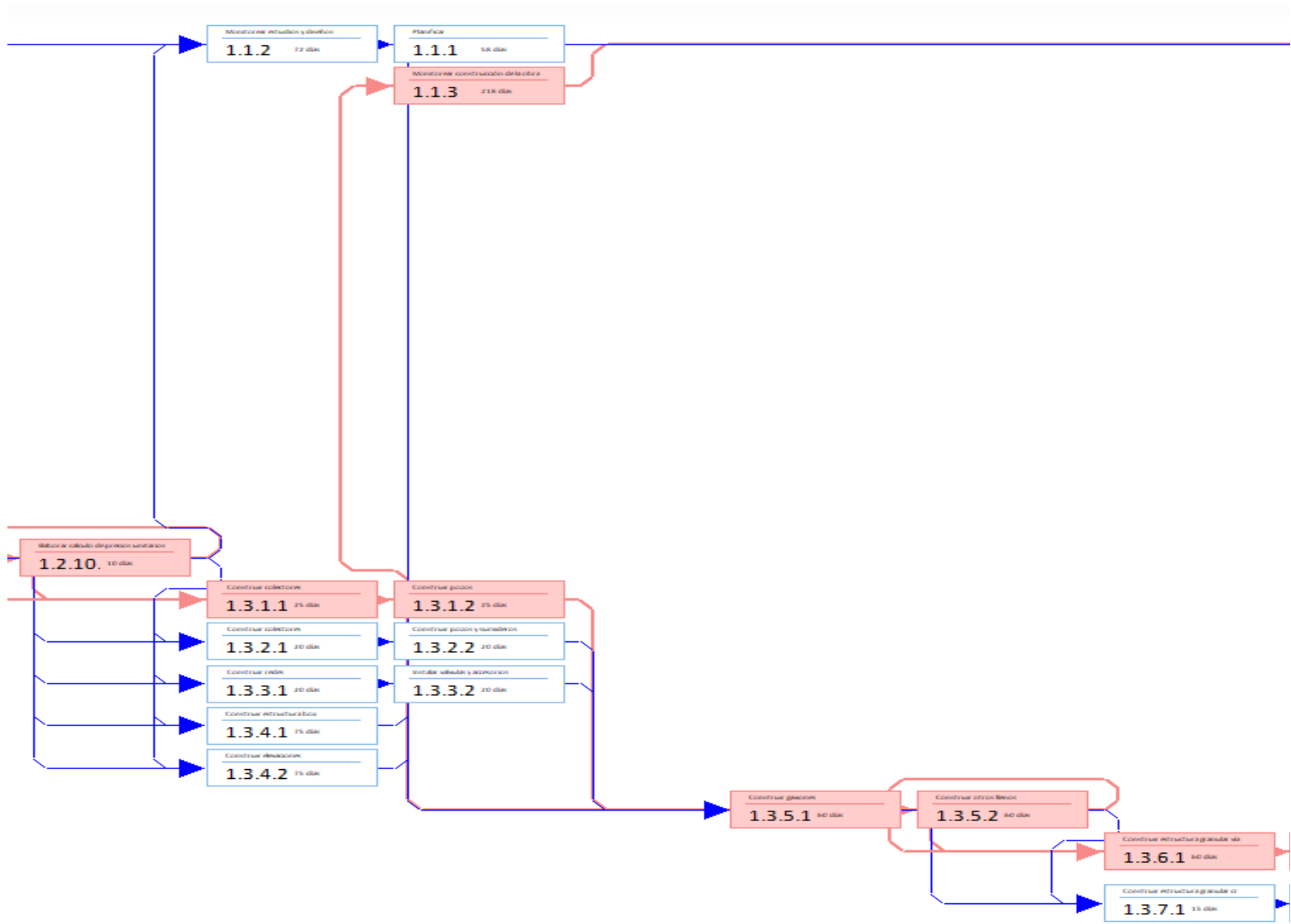
Fuente: Construcción del autor

3.2.4.3 Diagrama de red.

La secuenciación de las actividades del proyecto se realizó usando el software Microsoft Project. El diagrama de red puede ser observado en la Figura 31.







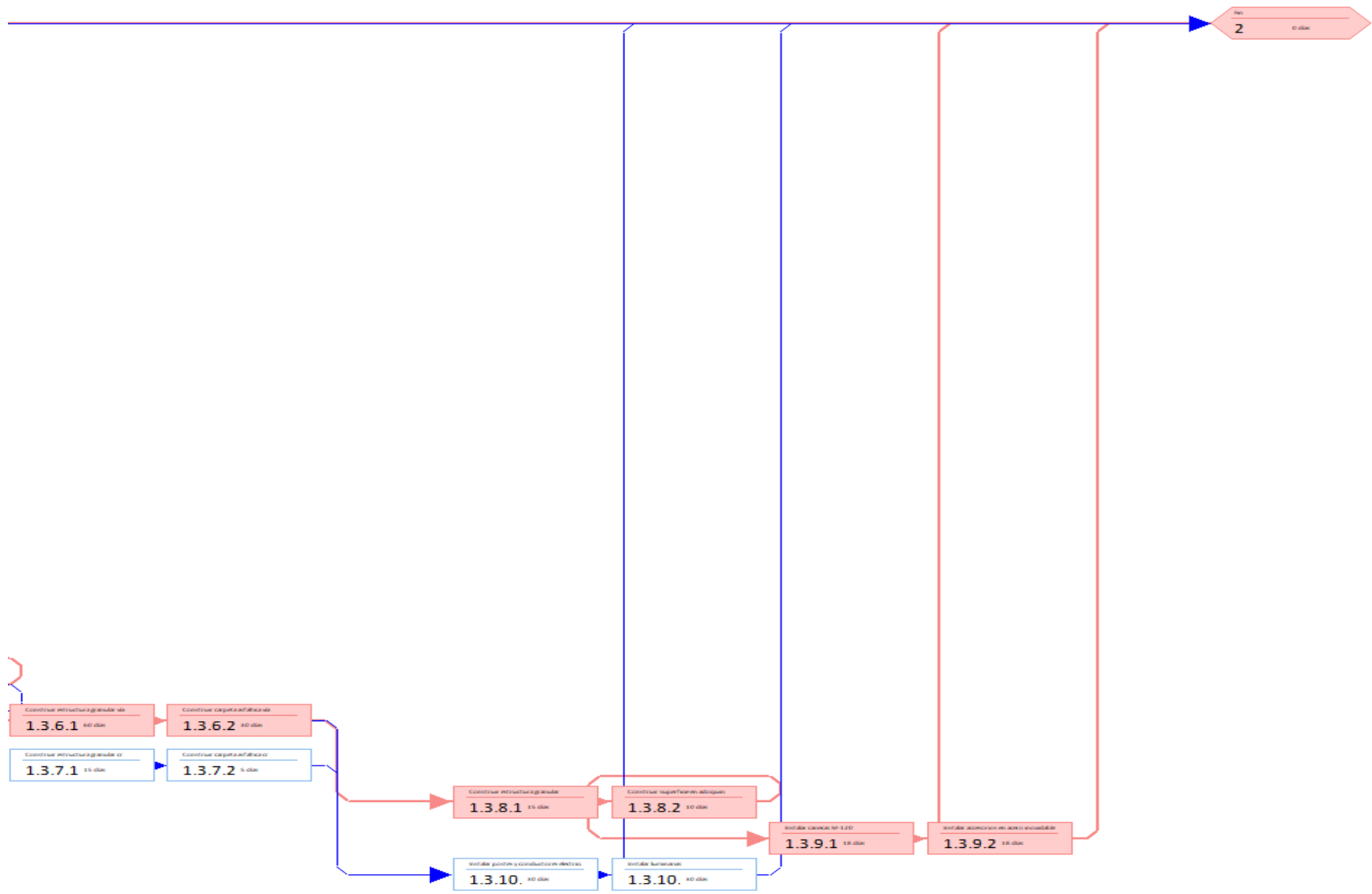


Figura 31. Diagrama de red del proyecto

Fuente: Construcción del autor

3.2.4.4 Cronograma – diagrama de Gantt, ruta crítica.

La ruta crítica del proyecto está representada por la secuencia de actividades con holgura cero, que muestra el camino más largo a través del proyecto y por tanto determina la menor duración posible del mismo (Project Management Institute, 2017).

La ruta crítica del proyecto está definida por las actividades relacionadas en la Tabla 45.

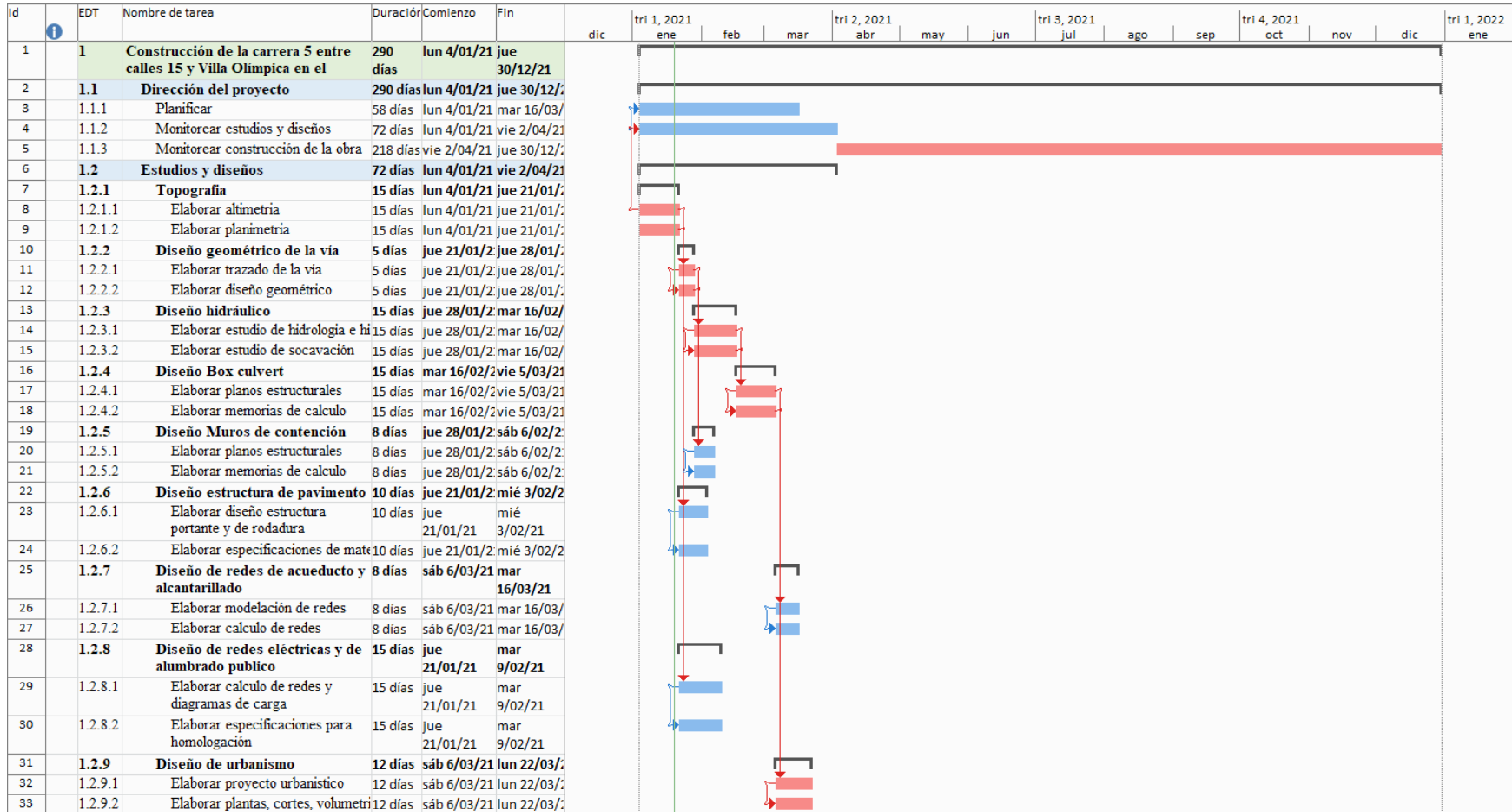
Tabla 45: Actividades de la ruta crítica

EDT	ID	Nombre de tarea	Holgura (días)
1		Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca	
1.1		Dirección del proyecto	
	1.1.3	Monitorear construcción de la obra	0
1.2		Estudios y diseños	
1.2.1		Topografía	
	1.2.1.1	Elaborar altimetría	0
	1.2.1.2	Elaborar planimetría	0
1.2.2		Diseño geométrico de la vía	
	1.2.2.1	Elaborar trazado de la vía	0
	1.2.2.2	Elaborar diseño geométrico	0
1.2.3		Diseño hidráulico	
	1.2.3.1	Elaborar estudio de hidrología e hidráulica	0
	1.2.3.2	Elaborar estudio de socavación	0
1.2.4		Diseño Box culvert	
	1.2.4.1	Elaborar planos estructurales	0
	1.2.4.2	Elaborar memorias de calculo	0
1.2.9		Diseño de urbanismo	
	1.2.9.1	Elaborar proyecto urbanístico	0

EDT	ID	Nombre de tarea	Holgura (días)
	1.2.9.2	Elaborar plantas, cortes, volumetrías	0
1.2.10	1.2.0	Presupuesto	
	1.2.10.1	Elaborar cantidades finales	0
	1.2.10.2	Elaborar cálculo de precios unitarios	0
1.3		Construcción	
1.3.1		Redes de alcantarillado sanitario	
	1.3.1.1	Construir colectores	0
	1.3.1.2	Construir pozos	0
1.3.5		Muro contención lateral	
	1.3.5.1	Construir gaviones	0
	1.3.5.2	Construir otros llenos	0
1.3.6		Vía	
	1.3.6.1	Construir estructura granular vía	0
	1.3.6.2	Construir carpeta asfáltica vía	0
1.3.8		Andenes	
	1.3.8.1	Construir estructura granular	0
	1.3.8.2	Construir superficie en adoquín	0
1.3.9	1.3.9	Mobiliario urbano	
	1.3.9.1	Instalar canecas M-120	0
	1.3.9.2	Instalar accesorios en acero inoxidable	0

Fuente: Construcción del autor

La Figura 32 muestra el cronograma del proyecto con la ruta crítica representada con barras de color rojo. También se muestra la fecha de comienzo, la fecha de terminación y la duración de cada actividad.



3.2.4.5 Nivelación y uso de recursos.

Los recursos del proyecto no requirieron de ningún tipo de nivelación ni de optimización para ajustar las fechas de inicio y finalización de las actividades de acuerdo con los requerimientos del proyecto. La modelación inicial de tiempos de uso y asignación de los recursos mostro una utilización adecuada de los mismos, de acuerdo con las limitaciones impuestas y a la demanda y disponibilidad. Por lo anterior no se obtuvo ningún tipo de sobreasignación y tampoco implicaciones en el costo o el tiempo de ejecución del proyecto. El uso de los recursos en periodos trimestrales se puede ver en la Figura 33.

Id	Nombre del recurso	Trabajo	Costo	Detalles	2021			
					tri 1	tri 2	tri 3	tri 4
	Sin asignar	0 horas	\$ 0	Trabajo				
				Costo				
1	Director del proyecto	615,2 horas	\$ 98.432.000	Trabajo	353h	86,55h	88,95h	86,7h
				Costo	\$ 56.480.000	\$ 13.848.000	\$ 14.232.000	\$ 13.872.000
	<i>Planificar</i>	<i>324,8 horas</i>	<i>\$ 51.968.000</i>	Trabajo	324,8h			
				Costo	\$ 51.968.000			
	<i>Monitorear estudios y diseños</i>	<i>28,8 horas</i>	<i>\$ 4.608.000</i>	Trabajo	28,2h	0,6h		
				Costo	\$ 4.512.000	\$ 96.000		
	<i>Monitorear construcción de la obra</i>	<i>261,6 horas</i>	<i>\$ 41.856.000</i>	Trabajo		85,95h	88,95h	86,7h
				Costo		\$ 13.752.000	\$ 14.232.000	\$ 13.872.000
2	Director de Obra	1.481,6 horas	\$ 103.712.000	Trabajo	84,6h	460,2h	474,4h	462,4h
				Costo	\$ 5.922.000	\$ 32.214.000	\$ 33.208.000	\$ 32.368.000
	<i>Monitorear estudios y diseños</i>	<i>86,4 horas</i>	<i>\$ 6.048.000</i>	Trabajo	84,6h	1,8h		
				Costo	\$ 5.922.000	\$ 126.000		
	<i>Monitorear construcción de la obra</i>	<i>1.395,2 horas</i>	<i>\$ 97.664.000</i>	Trabajo		458,4h	474,4h	462,4h
				Costo		\$ 32.088.000	\$ 33.208.000	\$ 32.368.000
3	Director de Interventoría	1.395,2 horas	\$ 83.712.000	Trabajo	458,4h	474,4h	474,4h	462,4h
				Costo	\$ 27.504.000	\$ 28.464.000	\$ 28.464.000	\$ 27.744.000
	<i>Monitorear construcción de la obra</i>	<i>1.395,2 horas</i>	<i>\$ 83.712.000</i>	Trabajo		458,4h	474,4h	462,4h
				Costo		\$ 27.504.000	\$ 28.464.000	\$ 27.744.000
4	Contrato diseño topográfico		\$ 8.628.000	Trabajo	1			
				Costo	\$ 8.628.000			
5	Contrato de diseño geométrico de la vía		\$ 7.000.000	Trabajo	1			
				Costo	\$ 7.000.000			
6	Contrato diseño hidráulico		\$ 19.149.000	Trabajo	1			
				Costo	\$ 19.149.000			
7	Contrato diseño box culvert		\$ 25.000.000	Trabajo	1			
				Costo	\$ 25.000.000			
8	Contrato de diseño Muros de contención		\$ 25.000.000	Trabajo	1			
				Costo	\$ 25.000.000			
9	Contrato de diseño estructura de pavimento		\$ 33.801.000	Trabajo	1			
				Costo	\$ 33.801.000			
10	Contrato de diseño de redes de acueducto y alcantarillado		\$ 12.491.000	Trabajo	1			
				Costo	\$ 12.491.000			
11	Contrato de diseño de redes eléctricas y de alumbrado público		\$ 12.908.453	Trabajo	1			
				Costo	\$ 12.908.453			
12	Contrato de diseño de urbanismo		\$ 6.800.000	Trabajo	1			
				Costo	\$ 6.800.000			

Id	Nombre del recurso	Trabajo	Costo	Detalles	2021			
					tri 1	tri 2	tri 3	tri 4
13	Contrato de elaboración de presupuesto		1\$ 3.500.000	Trabajo	0,85	0,15		
				Costo	\$ 2.975.000	\$ 525.000		
14	Contrato de redes de alcantarillado sanitario		1\$ 63.018.822	Trabajo		1		
				Costo		\$ 63.018.822		
15	Contrato de redes alcantarillado pluvial		1\$ 291.840.757	Trabajo		1		
				Costo		\$ 291.840.757		
16	Contrato de red de acueducto		1\$ 166.994.099	Trabajo		1		
				Costo		\$ 166.994.099		
17	Contrato de box culvert		1\$ 505.066.859	Trabajo		0,96	0,05	
				Costo		\$ 482.338.850	\$ 22.728.009	
18	Contrato de muro contención lateral		1\$ 220.240.300	Trabajo		0,78	0,22	
				Costo		\$ 171.145.067	\$ 49.095.234	
19	Contrato de construcción de vía		1\$ 1.177.641.923	Trabajo		0,61		0,39
				Costo			\$ 718.361.573	\$ 459.280.350
20	Contrato de cicloruta		1\$ 216.171.062	Trabajo		1		
				Costo			\$ 216.171.062	
21	Contrato de andenes		1\$ 280.713.487	Trabajo				1
				Costo				\$ 280.713.487
22	Contrato de mobiliario urbano		1\$ 3.980.375	Trabajo				1
				Costo				\$ 3.980.375
23	Contrato de redes eléctricas y de alumbrado publico		1\$ 198.972.745	Trabajo				1
				Costo				\$ 198.972.745
24	Contrato de campañas viales		1\$ 30.000.000	Trabajo	0,25	0,26	0,26	0,22
				Costo	\$ 7.553.571	\$ 7.834.821	\$ 7.941.964	\$ 6.669.643

Figura 33. Nivelación y uso de recursos

Fuente: Construcción del autor

3.2.5 Plan de gestión del costo.

3.2.5.1 Línea base de costos.

La línea base costos del proyecto corresponde al presupuesto del proyecto sin incluir la reserva de gestión. La Tabla 46 presenta la suma de los presupuestos aprobados de las actividades necesarias para la ejecución del proyecto y la reserva para contingencias.

Tabla 46: Línea base de costos del proyecto

EDT	Nombre entregable	Unidad	Cant.	Valor Unitario	Costo
1	Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca	Global	1	3.826.217.098	3.826.217.098
1.1	Dirección del proyecto	Global	1	285.856.000	285.856.000
1.2	Estudios y diseños	Global	1	154.277.453	154.277.453
1.2.1	Topografía	Un	1	8.628.000	8.628.000
1.2.2	Diseño geométrico de la vía	Un	1	7.000.000	7.000.000
1.2.3	Diseño hidráulico	Un	1	19.149.000	19.149.000
1.2.4	Diseño Box culvert	Un	1	25.000.000	25.000.000
1.2.5	Diseño Muros de contención	Un	1	25.000.000	25.000.000
1.2.6	Diseño estructura de pavimento	Un	1	33.801.000	33.801.000
1.2.7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado	Un	1	12.491.000	12.491.000
1.2.8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado público	Un	1	12.908.453	12.908.453
1.2.9	Diseño de urbanismo	Un	1	6.800.000	6.800.000
1.2.10	Presupuesto	Un	1	3.500.000	3.500.000
1.3	Construcción	Global	1	3.154.640.429	3.154.640.429
1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario	Un	1	63.018.822	63.018.822
1.3.2	Redes alcantarillado pluvial	Un	1	291.840.757	291.840.757
1.3.3	Red de acueducto	Un	1	166.994.099	166.994.099
1.3.5	Muro contención lateral	Un	1	220.240.300	220.240.300
1.3.6	Vía	Un	1	1.177.641.923	1.177.641.923
1.3.7	Cicloruta	Un	1	216.171.062	216.171.062
1.3.8	Andenes	Un	1	280.713.487	280.713.487
1.3.9	Mobiliario urbano	Un	1	3.980.375	3.980.375
1.3.10	Redes eléctricas y de alumbrado	Un	1	198.972.745	198.972.745
1.3.11	Campañas viales	Un	1	30.000.000	30.000.000
COSTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES					3.594.773.882
RESERVA DE CONTINGENCIA					120.000.000
LÍNEA BASE DE COSTOS					3.714.773.882

Fuente: Construcción del autor

3.2.5.2 Presupuesto por actividades.

El presupuesto por actividades del proyecto corresponde a la suma de las estimaciones de la línea base de costos junto con la reserva de gestión y es mostrado en la Tabla 47.

Tabla 47. Presupuesto por actividades del proyecto

EDT	ID	Nombre entregable	Unidad	Cant.	Valor Unitario	Costo
1		Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca	Global	1	3.826.217.098	3.826.217.098
1.1		Dirección del proyecto	Global	1	285.856.000	285.856.000
	1.1.1	Planificar	Un	1	51.968.000	51.968.000
	1.1.2	Monitorear estudios y diseños	Un	1	10.656.000	10.656.000
	1.1.3	Monitorear construcción de la obra	Un	1	223.232.000	223.232.000
1.2		Estudios y diseños	Global	1	154.277.453	154.277.453
1.2.1		Topografía	Un	1	8.628.000	8.628.000
	1.2.1.1	Elaborar altimetría	Un	1	5.176.800	5.176.800
	1.2.1.2	Elaborar planimetría	Un	1	3.451.200	3.451.200
1.2.2		Diseño geométrico de la vía	Un	1	7.000.000	7.000.000
	1.2.2.1	Elaborar trazado de la vía	Un	1	4.200.000	4.200.000
	1.2.2.2	Elaborar diseño geométrico	Un	1	2.800.000	2.800.000
1.2.3		Diseño hidráulico	Un	1	19.149.000	19.149.000
	1.2.3.1	Elaborar estudio de hidrología e hidráulica	Un	1	11.489.400	11.489.400
	1.2.3.2	Elaborar estudio de socavación	Un	1	7.659.600	7.659.600
1.2.4		Diseño Box culvert	Un	1	25.000.000	25.000.000
	1.2.4.1	Elaborar planos estructurales	Un	1	15.000.000	15.000.000
	1.2.4.2	Elaborar memorias de calculo	Un	1	10.000.000	10.000.000

EDT	ID	Nombre entregable	Unidad	Cant.	Valor Unitario	Costo
1.2.5		Diseño Muros de contención	Un	1	25.000.000	25.000.000
	1.2.5.1	Elaborar planos estructurales	Un	1	15.000.000	15.000.000
	1.2.5.2	Elaborar memorias de calculo	Un	1	10.000.000	10.000.000
1.2.6		Diseño estructura de pavimento	Un	1	33.801.000	33.801.000
	1.2.6.1	Elaborar diseño estructura portante y de rodadura	Un	1	20.280.600	20.280.600
	1.2.6.2	Elaborar especificaciones de materiales	Un	1	13.520.400	13.520.400
1.2.7		Diseño de redes de acueducto y alcantarillado	Un	1	12.491.000	12.491.000
	1.2.7.1	Elaborar modelación de redes	Un	1	7.494.600	7.494.600
	1.2.7.2	Elaborar cálculo de redes	Un	1	4.996.400	4.996.400
1.2.8		Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico	Un	1	12.908.453	12.908.453
	1.2.8.1	Elaborar cálculo de redes y diagramas de carga	Un	1	7.745.072	7.745.072
	1.2.8.2	Elaborar especificaciones para homologación	Un	1	5.163.381	5.163.381
1.2.9		Diseño de urbanismo	Un	1	6.800.000	6.800.000
	1.2.9.1	Elaborar proyecto urbanístico	Un	1	4.080.000	4.080.000
	1.2.9.2	Elaborar plantas, cortes, volumetrías	Un	1	2.720.000	2.720.000
1.2.10		Presupuesto	Un	1	3.500.000	3.500.000
	1.2.10.1	Elaborar cantidades finales	Un	1	2.100.000	2.100.000
	1.2.10.2	Elaborar cálculo de precios unitarios	Un	1	1.400.000	1.400.000
1.3		Construcción	Global	1	3.154.640.429	3.154.640.429
1.3.1		Redes de alcantarillado sanitario	Un	1	63.018.822	63.018.822
	1.3.1.1	Construir colectores	Un	1	37.811.293	37.811.293
	1.3.1.2	Construir pozos	Un	1	25.207.529	25.207.529
1.3.2		Redes alcantarillado pluvial	Un	1	291.840.757	291.840.757
	1.3.2.1	Construir colectores	Un	1	175.104.454	175.104.454
	1.3.2.2	Construir pozos y sumideros	Un	1	116.736.303	116.736.303
1.3.3		Red de acueducto	Un	1	166.994.099	166.994.099
	1.3.3.1	Construir redes	Un	1	100.196.459	100.196.459
	1.3.3.2	Instalar válvulas y accesorios	Un	1	66.797.640	66.797.640
1.3.4		Box culvert	Un	1	505.066.859	505.066.859

EDT	ID	Nombre entregable	Unidad	Cant.	Valor Unitario	Costo
	1.3.4.1	Construir estructura box	Un	1	303.040.115	303.040.115
	1.3.4.2	Construir elevaciones	Un	1	202.026.744	202.026.744
1.3.5		Muro contención lateral	Un	1	220.240.300	220.240.300
	1.3.5.1	Construir gaviones	Un	1	132.144.180	132.144.180
	1.3.5.2	Construir otros llenos	Un	1	88.096.120	88.096.120
1.3.6		Vía	Un	1	1.177.641.923	1.177.641.923
	1.3.6.1	Construir estructura granular vía	Un	1	706.585.154	706.585.154
	1.3.6.2	Construir carpeta asfáltica vía	Un	1	471.056.769	471.056.769
1.3.7		Cicloruta	Un	1	216.171.062	216.171.062
	1.3.7.1	Construir estructura granular cr	Un	1	129.702.637	129.702.637
	1.3.7.2	Construir carpeta asfáltica cr	Un	1	86.468.425	86.468.425
1.3.8		Andenes	Un	1	280.713.487	280.713.487
	1.3.8.1	Construir estructura granular	Un	1	168.428.092	168.428.092
	1.3.8.2	Construir superficie en adoquín	Un	1	112.285.395	112.285.395
1.3.9		Mobiliario urbano	Un	1	3.980.375	3.980.375
	1.3.9.1	Instalar canecas M-120	Un	1	2.388.225	2.388.225
	1.3.9.2	Instalar accesorios en acero inoxidable	Un	1	1.592.150	1.592.150
1.3.10		Redes eléctricas y de alumbrado publico	Un	1	198.972.745	198.972.745
	1.3.10.1	Instalar postes y conductores eléctricos	Un	1	119.383.647	119.383.647
	1.3.10.2	Instalar luminarias	Un	1	79.589.098	79.589.098
1.3.11		Campañías viales	Un	1	30.000.000	30.000.000
	1.3.11.1	Elaborar materiales didácticos	Un	1	18.000.000	18.000.000
	1.3.11.2	Realizar actividad pedagógica	Un	1	12.000.000	12.000.000
COSTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES						3.594.773.882
RESERVA DE CONTINGENCIA						120.000.000
LÍNEA BASE DE COSTOS						3.714.773.882
RESERVA DE GESTIÓN						111.443.216
VALOR TOTAL						3.826.217.098

Fuente: Construcción del autor

3.2.5.3 Estructura de desagregación de recursos ReBS.

Los recursos por categoría y tipo, necesarios para la ejecución del proyecto se muestran en la siguiente representación jerárquica.

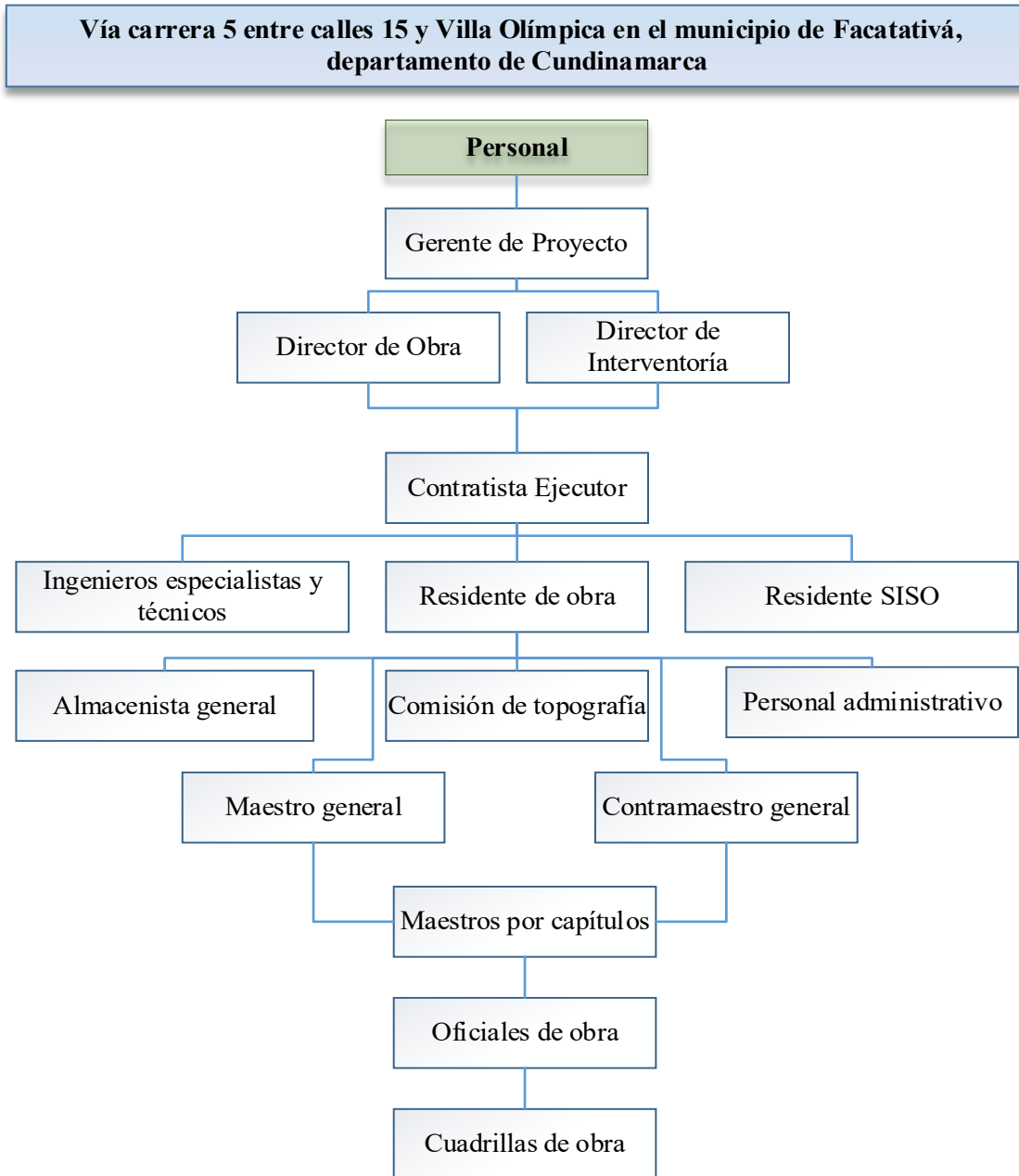


Figura 34. Estructura de desagregación de recursos para personal

Fuente: Construcción del autor

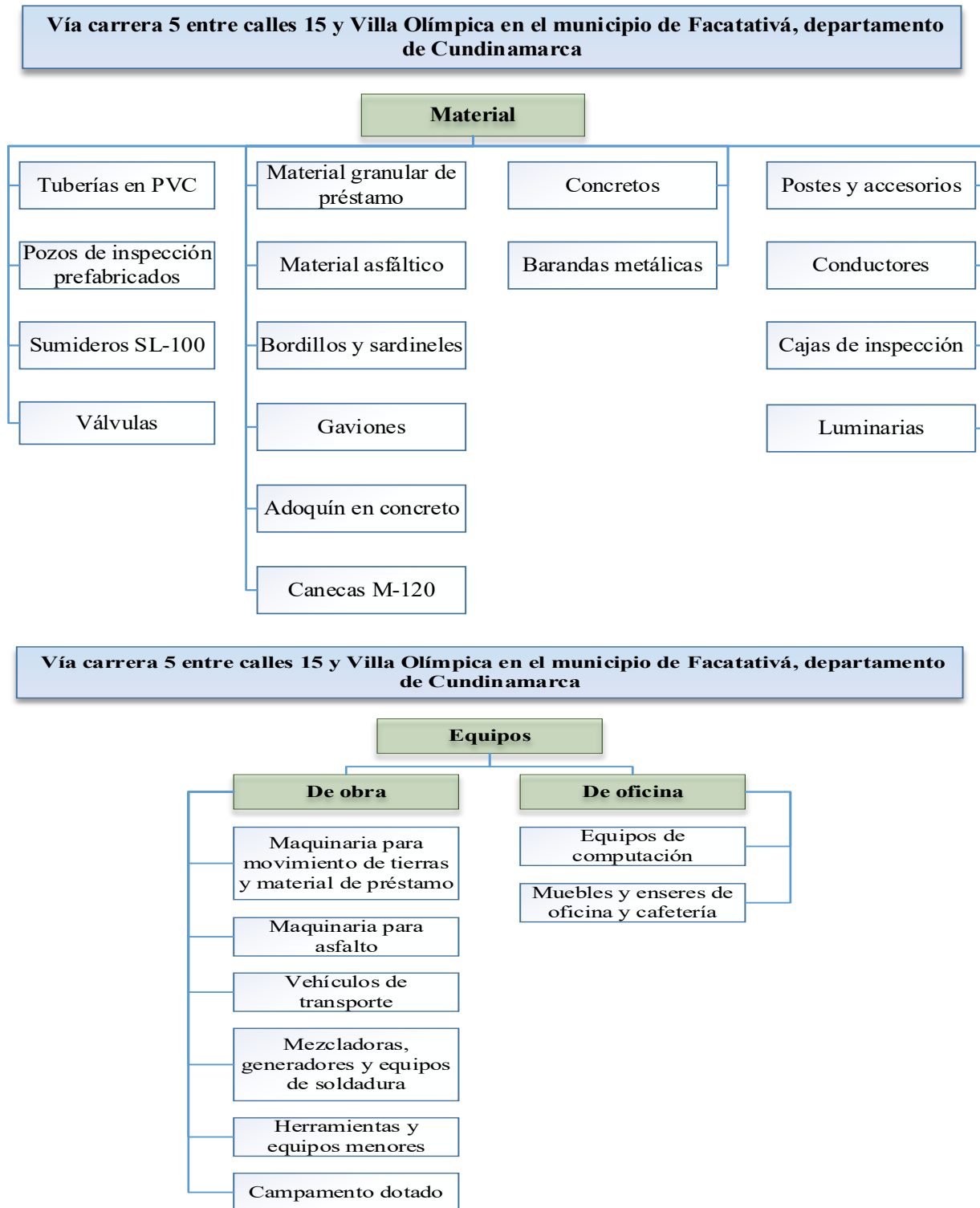


Figura 35. Estructura de desagregación de recursos para material y equipos

Fuente: Construcción del autor

3.2.5.4 Estructura de Desagregación de Costos CBS.

Los costos del proyecto desagregados en forma gráfica pueden ser consultados en la Figura 36.

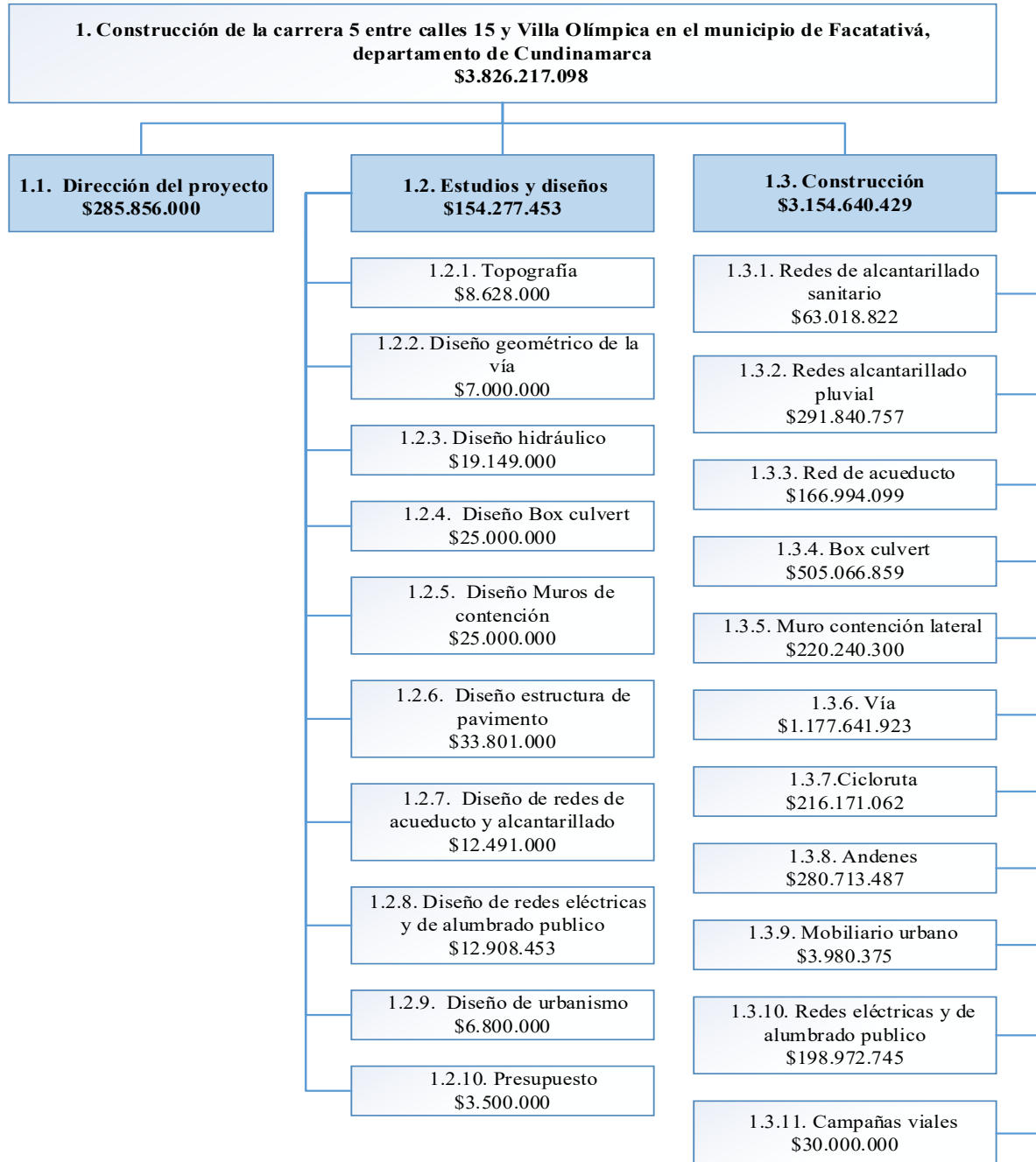


Figura 36. Estructura de desagregación de costos del proyecto

Fuente: Construcción del autor

3.2.5.5 *Indicadores de medición de desempeño.*

Los indicadores de medición de desempeño integran el alcance, la programación y los recursos para medir de manera objetiva el desempeño y el progreso del proyecto y también para pronosticar de forma valida los resultados del mismo. Se usará la técnica del valor ganado con el objetivo de incrementar la validez y el uso de las líneas base de costo y de tiempo como fuente de verificación y control del proyecto. (Project Management Institute PMI, 2011)

Los indicadores que se usaran son los descritos en la Tabla 48: (Project Management Institute, 2017) (Project Management Institute PMI, 2011)

Tabla 48. Indicadores de medición del desempeño utilizados

ID	Indicador	Nombre	Uso	Umbral	Estrategia general
1	PV	Valor Planificado	Es el valor presupuestado para ejecutar la actividad	El mismo valor presupuestado, no hay umbral, ni modificaciones	Solo se mantiene la cifra. El valor planificado se mantiene a lo largo de todo el proyecto, por cuanto no hay modificaciones a los precios contratados debido al tipo de acuerdo suscrito
2	EV	Valor Ganado	Permite conocer lo que efectivamente se ha logrado con el desarrollo del proyecto en termino de trabajo ejecutado	EV >90% del PV	Si el EV es menor que el umbral se debe identificar la causa raíz para tomar decisiones y utilizar técnicas como la de compresión del cronograma en caso de tiempos.
3	AC	Costo Real	Permite conocer el costo incurrido en la ejecución de las actividades desarrolladas hasta la fecha de evaluación	AC = EV	El acuerdo de voluntades de pago de la participación en plusvalía planteado es por costos fijos sin formula de reajuste, lo que quiere decir que al contratista solo se le pagaran las cantidades realmente ejecutadas (EV) al precio planificado (PV) por cantidades unitarias.
4	CV	Variación del Costo	Permite conocer el déficit o superávit del proyecto en términos de costos	CV= 0	Al contratista solo se le pagara lo ejecutado al valor proyectado (AC= EV)

ID	Indicador	Nombre	Uso	Umbral	Estrategia general
5	SV	Variación del cronograma	Permite conocer si el proyecto va adelantado o atrasado con respecto a lo planeado	SV no debe ser negativo en un valor superior al 10% del PV	Monitoreo constante de indicador con soporte de la línea base del cronograma y de ser el caso la utilización de técnicas de intensificación o ejecución rápida
6	CPI	Índice de desempeño del costo	Permite establecer que tan eficiente es el proyecto usando los recursos destinados para su ejecución	CPI = 1	En el entendido que para este proyecto AC siempre es igual a EV
7	SPI	Índice de desempeño del Cronograma	Permite establecer que tan eficiente es el proyecto en el desarrollo del cronograma planeado	SPI > 0,9	Monitoreo constante de indicador con soporte de la línea base del cronograma y de ser el caso la utilización de técnicas de intensificación o ejecución rápida
8	EAC	Estimación a la Conclusión	Indica el costo que se requiere para completar el proyecto	EAC = BAC	Monitorear. El EAC es igual a BAC debido a que el índice de desempeño del costo para este proyecto siempre es igual a 1
9	ETC	Estimación hasta la Conclusión	Indica lo que falta por gastar para completar el proyecto	ETC = BAC - AC	El ETC es igual, en este proyecto, al presupuesto aprobado (BAC) menos lo que se ha gastado (AC) que es igual también a lo que se ha ejecutado (EV)
10	TCPI (BAC)	Índice de Desempeño del Trabajo por Completar	Indica a los miembros del equipo que desempeño del costo se debe lograr para cumplir con los objetivos con los recursos que quedan en caja	TCPI = 1	Firmar un acuerdo de precios sin reajuste donde siempre EV = AC
11	TCPI (EAC)				
12	VAC	Variación a la conclusión	Muestra si hay déficit o superávit en el presupuesto estimado al finalizar el proyecto	VAC = 0	Firmar un acuerdo de precios sin reajuste donde siempre EV = AC
13	BAC	Presupuesto hasta la Conclusión	Es el presupuesto calculado en la fase de planeación para ejecutar todo el	El mismo valor presupuestado, no hay umbral, ni modificaciones	Solo se mantiene. El valor presupuestado no cambia a lo largo de todo el proyecto, es la línea base de costos del proyecto

ID	Indicador	Nombre	Uso	Umbral	Estrategia general
			trabajo previsto en el proyecto		

Fuente: Construcción del autor

3.2.5.6 Aplicación técnica del valor ganado con curvas S avance.

Para la aplicación de la EVM se simuló una fecha de corte en el proyecto el día 31 de agosto de 2021 con supuestos sobre los avances logrados incluyendo las cifras de valor ganado (EV) y costo real (AC).

Es de anotar que en este análisis las cifras de EV y AC son las mismas, toda vez que el acuerdo de voluntades de pago de la participación en plusvalía planteado es por costos fijos sin fórmula de reajuste, lo que quiere decir que al contratista solo se le pagaran las cantidades realmente ejecutadas (EV) al precio planificado por cantidades unitarias. Si hay diferencias a favor o en contra, estas serán asumidas por el contratista. La Tabla 49 muestra una evaluación del desempeño del proyecto con una fecha de corte al 31 de agosto de 2021.

Tabla 49: EVM del proyecto a 31 de agosto de 2021

Indicador	Julio	Acumulado a 31 julio	Agosto	Acumulado a 31 agosto
PV	340.216.532	1.821.187.973	430.805.934	2.251.993.907
EV	100.243.207	1.612.800.990	670.779.259	2.283.580.249
AC	100.243.207	1.612.800.990	670.779.259	2.283.580.249
CV	-	-	-	-
SV	- 239.973.325	- 208.386.983	239.973.325	31.586.342
CPI	1,00	1,00	1,00	1,00
SPI	0,29	0,89	1,56	1,01
EAC	3.594.773.882	3.594.773.882	3.594.773.882	3.594.773.882
ETC	3.494.530.675	1.981.972.892	2.923.994.623	1.311.193.633
TCPI (BAC)	1,00	1,00	1,00	1,00
TCPI (EAC)	1,00	1,00	1,00	1,00
VAC	-	-	-	-
BAC	3.594.773.882			

Fuente: Construcción del autor

La curva S de la Figura 37 se graficó con los valores acumulados de cada una de las tres dimensiones clave que se deben tener en cuenta para la técnica del valor ganado.

Como se explicó, la curva de variación del valor ganado y el costo real se superponen, lo que indica que el índice de desempeño del presupuesto será siempre igual a uno (1) en el entendido que el dinero que se gasta en el trabajo logrado corresponde en un todo a lo que se debía gastar para lograr esa cantidad de trabajo.

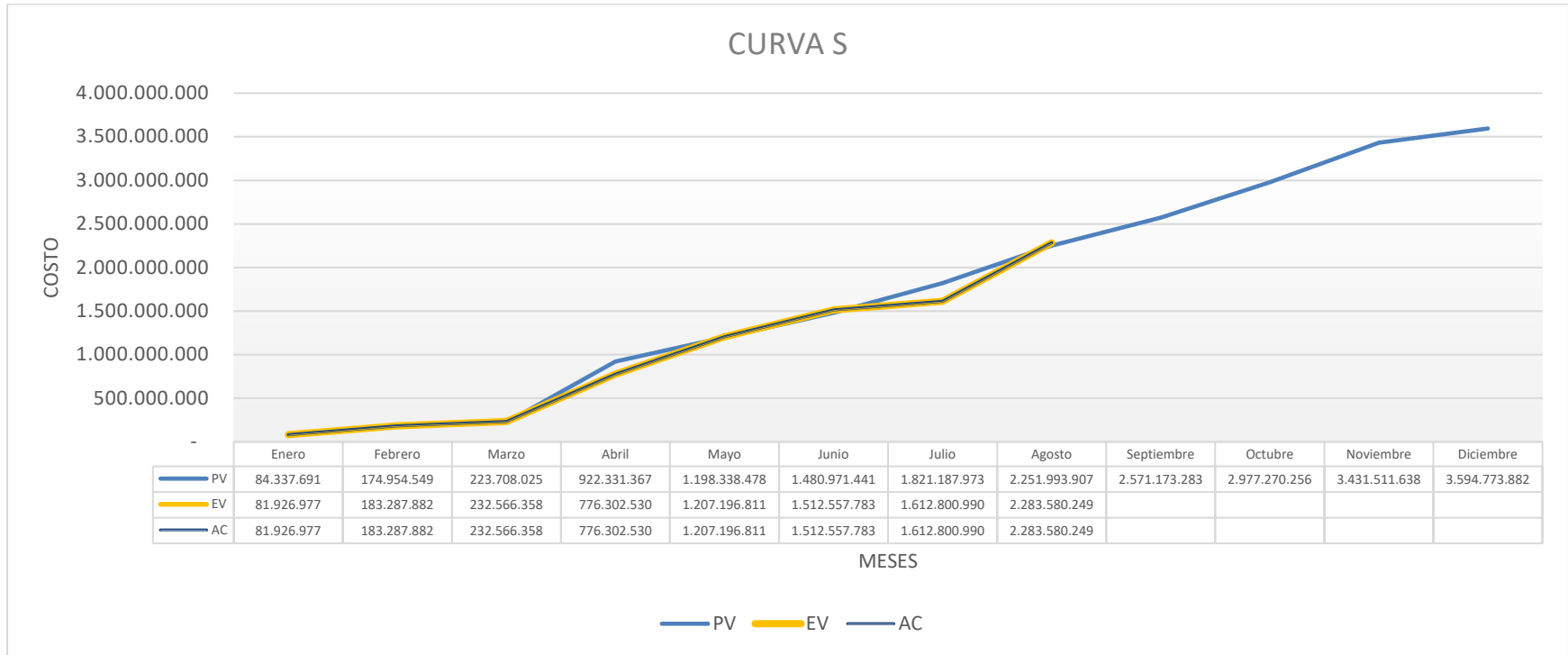


Figura 37. Curva “S” del proyecto

Fuente: Construcción del autor

La Tabla 50 muestra el análisis de los resultados obtenidos por indicador evaluado.

Tabla 50. Análisis por indicadores de EVM

Indicador	Julio	Acumulado a 31 de julio	Agosto	Acumulado a 31 de agosto	Análisis	Causas	Acciones
PV	340.216.532	1.821.187.973	430.805.934	2.251.993.907	Es el valor del trabajo que se proyectó se debía haber ejecutado para la fecha del análisis, tomado de la línea base de costos equivalente a la versión aprobada del presupuesto del proyecto	El PV es proyectado, por tanto, no hay desviaciones en esta dimensión	No aplica
EV	100.243.207	1.612.800.990	670.779.259	2.283.580.249	El valor ganado para la fecha de análisis es superior en cifras, tanto en el acumulado como en el valor de del mes de agosto, lo que indica que se lograron avances superiores a lo proyectado en términos de ejecución de las tareas programadas	El menor valor de PV se debe a que en el mes de agosto, dos de las actividades que debían haber iniciado en Julio y que corresponden a la vía a la cicloruta pudieron comenzar	El sistema de seguimiento del proyecto una vez identifico las causas del atraso solicitó al contratista de la obra utilizar alguna técnica de compresión del cronograma, sobre lo cual se implementó la técnica de intensificación con trabajo a doble turno, lo cual posibilitó que el desempeño del proyecto se alineara nuevamente con lo contemplado en las líneas bases

Indicador	Julio	Acumulado a 31 de julio	Agosto	Acumulado a 31 de agosto	Análisis	Causas	Acciones
AC	100.243.207	1.612.800.990	670.779.259	2.283.580.249	El costo real de las actividades ejecutadas (AC) es el mismo del valor ganado (EV)	El acuerdo de voluntades de pago de la participación en plusvalía planteado es por costos fijos sin formula de reajuste, lo que quiere decir que al contratista solo se le pagaran las cantidades realmente ejecutadas (EV) al precio planificado (PV) por cantidades unitarias.	Si hay diferencias a favor o en contra en los valores en los cuales el contratista incurre por hacer las actividades, estas serán asumidas por el mismo, sin que hubiese reconocimiento alguno por parte de la Alcaldía de Facatativá, es decir siempre el EV será igual al AC
CV	0	0	0	0	No hay variación en el costo por lo explicado anteriormente, por tanto, no hay diferencia entre el valor ganado y el costo real	Misma que para AC	Misma que para AC
SV	- 239.973.325	- 208.386.983	239.973.325	31.586.342	La variación en el cronograma al 31 de agosto es positiva, lo que indica que el proyecto va adelantado con respecto a lo	Se logró ejecutar mayores cantidades de obra que las previstas para el mes de agosto (se iniciaron las	Las actividades construir vía y construir cicloruta fueron objeto de acciones de compresión del cronograma, mediante la técnica de intensificación a cargo del contratista de la obra

Indicador	Julio	Acumulado a 31 de julio	Agosto	Acumulado a 31 de agosto	Análisis	Causas	Acciones
					proyectado en la línea base de cronograma para el momento de análisis	actividades de vía y cicloruta)	
CPI	1,00	1,00	1,00	1,00	El valor de CPI igual a 1,0 indica que el desempeño del proyecto va exactamente de acuerdo con el presupuesto	El trabajo ejecutado a la fecha de evaluación representa exactamente lo mismo que el costo en que se ha incurrido	Monitorear. Sin embargo, el CPI, para este proyecto siempre será 1 debido a que el costo real de las actividades ejecutadas (AC) es el mismo del valor ganado (EV)
SPI	0,29	0,89	1,56	1,01	El valor de SPI es superior a 1, lo que indica que el proyecto va adelantado con respecto a lo proyectado en la línea base de cronograma para el momento de análisis	Se logró ejecutar mayores cantidades de obra que las previstas para el mes de agosto (se iniciaron las actividades de vía y cicloruta)	Las actividades construir vía y construir cicloruta fueron objeto de acciones de compresión del cronograma, mediante la técnica de intensificación a cargo del contratista de la obra
EAC	3.594.773.882	3.594.773.882	3.594.773.882	3.594.773.882	El valor EAC es igual al valor de BAC	El índice de desempeño del costo CPI es igual a 1	Monitorear. Sin embargo, el CPI, para este proyecto siempre será 1 debido a que el costo real de las actividades ejecutadas (AC) es el mismo del valor ganado (EV)

Indicador	Julio	Acumulado a 31 de julio	Agosto	Acumulado a 31 de agosto	Análisis	Causas	Acciones
ETC	3.494.530.675	1.981.972.892	2.923.994.623	1.311.193.633	El valor de ETC corresponde al valor que se presupuestó en la línea base de costos para cada periodo de análisis	Lo que se va gastando (AC) se refleja en un todo en obra física, es decir en valor ganado (EV)	Monitorear. Sin embargo, el ETC no sufrirá variaciones debido a que el costo real de las actividades ejecutadas (AC) es el mismo del valor ganado (EV)
TCPI (BAC)	1,00	1,00	1,00	1,00	El valor de TCPI es igual a 1, lo que indica que el desempeño del proyecto ha sido el necesario para cumplir con los objetivos del proyecto usando los recursos destinados para el mismo	El costo real de las actividades ejecutadas (AC) es el mismo del valor ganado (EV)	Monitorear.
TCPI (EAC)	1,00	1,00	1,00	1,00			Monitorear
VAC	0	0	0	0	No hay variación en el costo en el valor del proyecto al finalizar el mismo	No hay diferencia entre el valor ganado y el costo real	Monitorear
BAC	3.594.773.882				Es el presupuesto calculado en la fase de planeación para ejecutar todo el trabajo previsto en el proyecto	No hay	El valor presupuestado no cambia a lo largo de todo el proyecto, es la línea base de costos del proyecto

Fuente: Construcción del autor

Tabla 51. Informe de EVM del proyecto

INFORME DE ESTADO DE VALOR GANADO
(cifras en pesos colombianos)

Proyecto: Construcción carrera 5 entre calle 15 y Villa Olímpica **Fecha:** 31 de agosto de 2021

Presupuesto hasta \$3.594.773.882 **Estado General:** En ejecución, no finalizado
conclusión (BAC):

	Periodo de Reporte Actual (08/2021)	Acumulado del Periodo Actual (31/08/2021)	Acumulado del Periodo Pasado (31/07/2021)
Valor planificado (PV)	430.805.934	2.251.993.907	1.821.187.973
Valor Ganado (EV)	670.779.259	2.283.580.249	1.612.800.990
Costo Real (AC)	670.779.259	2.283.580.249	1.612.800.990
Variación del Cronograma (SV)	239.973.325	31.586.342	- 208.386.983
Variación del Costo (CV)	0	0	0
Índice de Desempeño del Cronograma (SPI)	1.56	1.01	0.89
Índice de Desempeño del Costo	1.00	1.00	1.00

Causa raíz de la Variación del Cronograma:

La variación del cronograma es positiva con un índice de desempeño mayor que 1, debido a que se adelantaron las tareas de construcción de la vía y de la ciclorruta que no habían podido iniciarse en el mes de julio, lo que había supuesto un atraso en el cronograma del proyecto.

Impacto en la programación:

La programación se había retrasado 13 días en el mes de julio con respecto a la línea base para cada una de las actividades mencionadas. El sistema de seguimiento del proyecto una vez identificó las causas del atraso solicitó al contratista de la obra utilizar alguna técnica de compresión del cronograma, sobre lo cual se implementó la intensificación con trabajo a doble turno, lo cual permitió que el desempeño del proyecto se alineara nuevamente con lo contemplado en las líneas bases.

Causa raíz de la Variación del Costo:

El costo de las actividades no varío toda vez que el contrato de obra planteado es por costos fijos sin fórmula de reajuste, lo que quiere decir que al contratista solo se le pagaran las cantidades realmente ejecutadas (EV) al precio planificado por cantidades unitarias.

Impacto en el presupuesto:

No hubo impacto en el presupuesto

Porcentaje Planeado (sobre BAC):	11,98%	62,65%	50,66%
Porcentaje Ganado (sobre BAC):	18,66%	63,53%	44,87%
Porcentaje Gastado (sobre BAC):	18,66%	63,53%	44,87%
Estimación a la Conclusión			
EAC con CPI, $EAC = [BAC/CPI]$	3.594.773.882	3.594.773.882	3.594.773.882
EAC con/ $CPI * SPI$; $EAC = [AC + ((BAC - EV) / (CPI * SPI))]$			
EAC seleccionado, Justificación, and Explicación: Se selecciona EAC con solo CPI debido a que se espera que el CPI sea el mismo para el resto del proyecto, toda vez que para este proyecto en específico el valor de EV es igual al valor de AC			
Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI)	1.00	1.00	1.00

Fuente: Construcción adaptada de (Wiley, 2020)

3.2.6 Plan de gestión de calidad.

3.2.6.1 Especificaciones técnicas de requerimientos.

El compendio de especificaciones técnicas previstas para el desarrollo de los paquetes de trabajo del proyecto se presenta en la Tabla 52.

Tabla 52. Especificaciones técnicas

EDT	Paquete de trabajo	Especificación técnica
1.1	Dirección del proyecto	Los criterios establecidos en los numerales 4,5 y 4,7 del PMBOK 6 edición
1.2	Estudios y diseños	
1.2.1	Topografía	Planos altimétricos y planimétricos en las escalas indicadas y con los detalles solicitados y deberá contemplar y desarrollar, como mínimo, la siguiente información: Materialización de placas, procedimiento de geoposicionamiento global, coordenadas finales de los puntos topográficos, precisión de cada punto, poligonales, longitudes, coordenadas finales de los vértices, cotas geométricas de los vértices y deltas del proyecto y errores obtenidos, carteras topográficas completas, datos de desarrollo y metodología del trabajo
1.2.2	Diseño geométrico de la vía	Lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS de 2008, y deberá contemplar y desarrollar, como mínimo, la siguiente información:

EDT	Paquete de trabajo	Especificación técnica
		Velocidad de diseño, parámetros de diseño, radio de giro mínimo, distancias de visibilidad, vehículo de diseño, peraltes, longitud de transición del peralte, alineamiento vertical, pendiente transversal en entre tangencias horizontales, criterios de diseño geométrico, planta, perfil, sección transversal, diseño geométrico, planta del proyecto, con el abscisado cada 2 metros y elementos de curvatura, perfil del proyecto y diseño de rasante y diagrama de curvatura vertical
1.2.3	Diseño hidráulico	<p>Deberá cumplir con la Normatividad vigente aplicable según la naturaleza del proyecto, y deberá contemplar y desarrollar, como mínimo, la siguiente información:</p> <p>Elaboración de los estudios hidrológicos, para estimar los caudales de diseño para las obras hidráulicas requeridas en la vía en estudio.</p> <p>Elaboración de estudios de hidráulica y socavación de acuerdo con los criterios establecidos en el manual de drenaje del INVIAS y a la información obtenida mediante consultas en la alcaldía de Facativá, en las secretarías de planeación y Gestión del Riesgo, así como las consultas de antecedentes en Internet y la información recopilada en las visitas de campo.</p> <p>Elaboración de estudios de redes externas de acueducto, alcantarillado pluvial y alcantarillado sanitario, de acuerdo con el sistema de normas técnicas del acueducto de Bogotá, y a la información suministrada por la Empresa de Servicios Públicos de Facativá SA ESP.</p>
1.2.4	Diseño Box culvert	Los lineamientos establecidos en las siguientes normas y documentos de referencia: Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD – CCP-14 y la AASHTO LRFD Bridge Design Specifications.
1.2.5	Diseño Muros de contención	Los definidos en las especificaciones INVIAS, artículos 681-07, 221-07, 234-07 y demás aplicables
1.2.6	Diseño estructura de pavimento	Los definidos en las especificaciones INVIAS, artículos 200-07, 201-07, 210-07, 230-07, 231-07, 232-07, 300-07, 310-07, 312-07, 320-07, 330-07 y demás aplicables
1.2.7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado	<p>Las definidas en la Resolución No. 9 0708 de agosto 30 de 2013 y en la NTC1500, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planta general de localización de redes, indicando diámetros, longitudes, equipos y accesorios, especificación de materiales, etc. • Isométrico de redes donde se aprecie claramente los recorridos, dimensiones y accesorios, indicándose claramente los tramos a intervenir. • Memorias de verificación, estudio y cálculo de diseño, incluyendo las tablas y parámetros utilizados, indicando los criterios, normas y metodología seguida, y validados con la firma del diseñador hidrosanitario. • Cuadros detallados de cantidades de obra, validado con la firma del ingeniero diseñador. • Especificaciones de materiales, equipos requeridos y procedimientos constructivos, validados por el diseñador hidrosanitario. • Sistema integrado de manejo y evacuación de aguas lluvias hasta su sitio de disposición final, bien sea un alcantarillado existente o una quebrada o caño cercano • Sistema integrado de recolección y disposición de agua negras, incluido su sistema de tratamiento

EDT	Paquete de trabajo	Especificación técnica
1.2.8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico	Las establecidas en los parámetros constructivos regulados por CODENSA S.A. ESP y en cumplimiento de normatividad RETIE y RETILAP y deberá contemplar y desarrollar, como mínimo, la siguiente información: Descripción las redes de energía existentes, identificación de afectaciones en redes de energía, cálculos regulación eléctrica conforme a RETIE, diseño de redes para alumbrado público para la vía proyectada.
1.2.9	Diseño de urbanismo	Deberá cumplir con la Normatividad vigente aplicable según la naturaleza del proyecto, y deberá contemplar y desarrollar, como mínimo, la siguiente información: Implantación general y localización referenciada para implantación en campo, empleando sistema de mojones y nivelación, que permitan la localización y replanteo del proyecto completo, planos arquitectónicos generales y de detalle, cuadros de áreas, especificaciones de acabados, solución de obras exteriores, cuadro de áreas en cumplimiento del POT municipal, proyecto Arquitectónico del área diseñada con planta(s) a escala conveniente (1:50 o 1:75), cortes transversales y longitudinales (2 como mínimo en los sectores representativos)
1.2.10	Presupuesto	Estimación de precios, análisis de precios unitarios, fuentes de consulta de precios de referencia, listado de precios de materiales, insumos, tarifas de equipos.
1.3 Construcción		
1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario	Las definidas en los estudios y diseños correspondientes, incluyendo, pero sin limitarse a la ejecución de: Excavaciones y rellenos Entibado tipo 2 (1/7 utilizaciones) Relleno con material de excavación Relleno tipo 2 "recebo" Relleno tipo 7 "arena de peña" Alcantarillado tubería Tubería PVC alcantarillado 8" Tubería PVC alcantarillado 10" Sumideros y pozos Placa de fondo pozo d=1.7m, e=0.25m (concreto 3000 psi con refuerzo) Cilindro pozo en ladrillo tolete, di=1.20m, e=0.25m (inc. Pañete interno e=1.5cm y cañuela) Cubierta pozo d= 1.7m, e=0.20m concreto 3000 psi con refuerzo (incluye aro y tapa hf) Excavaciones en zanja para redes de alcantarillado y acueducto Excavaciones varias a máquina sin clasificar (incluye retiro de sobrantes a una distancia menor de 5 km)
1.3.2	Redes alcantarillado pluvial	Las definidas en los estudios y diseños correspondientes, incluyendo, pero sin limitarse a la ejecución de: Excavaciones y rellenos

EDT	Paquete de trabajo	Especificación técnica
		Entibado tipo 2 (1/7 utilizaciones)
		Relleno con material de excavación
		Relleno tipo 2 "recebo"
		Relleno tipo 7 "arena de peña"
		Alcantarillado tubería
		Tubería PVC alcantarillado 10"
		Tubería PVC alcantarillado 12"
		Tubería PVC U.M. Ext corrugado/int liso U.M. Norma ntc 3722-1 d=16" (incluye suministro e instalación)
		Tubería PVC alcantarillado reforzado 20"
		Tubería PVC alcantarillado reforzado 24"
		Sumideros y pozos
		Placa de fondo pozo d=1.7m, e=0.25m (concreto 3000 psi con refuerzo)
		Cilindro pozo en ladrillo tolete, di=1.20m, e=0.25m (inc. Pañete interno e=1.5cm y cañuela)
		Cubierta pozo d= 1.7m, e=0.20m concreto 3000 psi con refuerzo (incluye aro y tapa HF)
		Placa de fondo pozo d=1.96m, e=0.25m (concreto 3000 psi con refuerzo)
		Cilindro pozo en ladrillo tolete, di=1.20m, e=0.38m (inc. Pañete interno e=1.5cm y cañuela)
		Cubierta pozo d= 1.96m, e=0.20m concreto 3000 psi con refuerzo (incluye aro y tapa HF)
		Sumidero en ladrillo sl-100
		Cabezales de entrega a quebrada
		Excavaciones en zanja para redes de alcantarillado y acueducto
		Excavaciones varias a máquina sin clasificar (incluye retiro de sobrantes a una distancia menor de 5 km)
		Excavación manual en material común h=0.0-2.0 m (incluye retiro de sobrantes a una distancia menor de 5 km)
1.3.3	Red de acueducto	Las definidas en los estudios y diseños correspondientes, incluyendo, pero sin limitarse a la ejecución de:
		Excavaciones y rellenos
		Relleno tipo 2 "recebo"
		Relleno tipo 7 "arena de peña"
		Excavaciones varias a máquina sin clasificar (incluye retiro de sobrantes a una distancia menor de 5 km)
		Tubería
		Tubería PVC um 2"
		Tubería PVC um 4"
		Tubería PVC um 6"
		Acc PVC um 2"

EDT	Paquete de trabajo	Especificación técnica
		Acc PVC um 4"
		Acc PVC um 6"
		Válvula tipo acueducto de 2"
		Válvula tipo acueducto de 4"
		Válvula tipo acueducto de 6"
		Caja para válvula tipo chorote
1.3.4	Box culvert	<p>Las definidas en los estudios y diseños correspondientes, incluyendo, pero sin limitarse a la ejecución de:</p> <p>Replanteo general</p> <p>Excavación manual en material común (Incluye cargue)</p> <p>Manejo de aguas para trabajos sobre canal. altura de la barrera 1.50 m (incluye equipo, suministro y mano de obra</p> <p>Concreto 14 MPa para solados (Premezclado. Incluye suministro y colocación)</p> <p>Acero de refuerzo (Incluye suministro, figurado y fijación)</p> <p>Concreto 4000 psi para box culvert (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo y colocación. No incluye refuerzo, curado)</p> <p>Concreto 4000 psi para muro de contención (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo y colocación. No incluye refuerzo, curado). para trabajos en altura mayores a 1.50 m</p> <p>Sardinel h = 0.20 m, e = 0.15 m concreto 25 MPa (Fundido en sitio, concreto hecho en obra. incluye suministro, formaleta. y construcción)</p> <p>Andén concreto 3000 psi (21 MPa) premezclado e = 0.10 m (Incluye suministro, formaleteo, fundida y curado)</p> <p>Pasamanos y baranda peatonal en acero ASTM A500 Gr. C y ASTM A53 Gr. B. (Suministro, fabricación, transporte y montaje de estructura metálica con el siguiente esquema de protección y pintura: sistema de protección básica: (Guía 6.7.1) galvanizado en caliente (de acuerdo con guía y cartilla). Barrera: Barrera epóxica con poliamida de 1.5 a 2.0 mils de película seca. Acabado: Recubrimiento uretano brillante tipo alifático ral 7045 (Gris) de 1.5 a 2.0 mils.</p> <p>Rodadura asfáltica e = 0.05 m</p>
1.3.5	Muro contención lateral	<p>Las definidas en los estudios y diseños correspondientes, incluyendo, pero sin limitarse a la ejecución de:</p> <p>Estabilización de subrasante con rajón, Incluye equipo de compactación (suministro, extendido, nivelación y compactación con equipo mecánico)</p> <p>Baranda metálica M80 (suministro e instalación, incluye base en concreto)</p> <p>Geotextil No tejido tipo NT 2000 (Incluye suministro e instalación)</p> <p>Gavión con malla de refuerzo incluye con relleno</p>

EDT	Paquete de trabajo	Especificación técnica
1.3.6	Vía	<p>Las definidas en los estudios y diseños correspondientes, incluyendo, pero sin limitarse a la ejecución de:</p> <hr/> <p>Replanteo general</p> <hr/> <p>Excavación mecánica en material común (incluye cargue)</p> <hr/> <p>Material seleccionado (terraplén) (suministro, extendido, nivelación, humedecimiento y compactación con vibro compactador)</p> <hr/> <p>Estabilización de subrasante con rajón y/o material seleccionado, incluye equipo de compactación (suministro, extendido, nivelación y compactación con equipo mecánico)</p> <hr/> <p>Base granular clase A (BG_A) (suministro, extendido, nivelación, humedecimiento y compactación con vibro compactador)</p> <hr/> <p>Subbase granular clase B (SBG_B) (suministro, extendido, nivelación, humedecimiento y compactación con vibro compactador)</p> <hr/> <p>Subbase granular clase A (SBG_A) (suministro, extendido, nivelación, humedecimiento y compactación con vibro compactador)</p> <hr/> <p>Riego de liga con emulsión asfáltica CRR-1 (suministro, barrido superficie y riego)</p> <hr/> <p>Geotextil NT 4000 para separación subrasante/capas granulares (incluye suministro e instalación) para vía</p> <hr/> <p>Mezcla asfáltica en caliente tipo denso MDC-10 asfalto convencional 60-70 (suministro, extendido, nivelación y compactación)</p> <hr/> <p>Sardinel tipo A10 (suministro e instalación. Incluye 3cm mortero 2000 psi)</p> <hr/> <p>Geodren con tubería circular 200mm h= 1.0m, incluye triturado y geotextil</p>
1.3.7	Cicloruta	<p>Las definidas en los estudios y diseños correspondientes, incluyendo, pero sin limitarse a la ejecución de:</p> <hr/> <p>Geotextil NT 4000 para separación subrasante/capas granulares (incluye suministro e instalación) para cicloruta</p> <hr/> <p>Mezcla asfáltica en caliente tipo denso MD10 asfalto convencional (cemento asfáltico 60-70) (suministro, extendido, nivelación y compactación con vibro compactador y compactador de llantas) asfalto para cicloruta</p> <hr/> <p>Riego de liga con emulsión asfáltica CRR-1 (suministro, barrido superficie y riego) para cicloruta</p> <hr/> <p>Subbase granular clase C (SBG_C) (suministro, extendido manual, humedecimiento y compactación) para cicloruta</p> <hr/> <p>Bordillo prefabricado A-80</p>
1.3.8	Andenes	<p>Las definidas en los estudios y diseños correspondientes, incluyendo, pero sin limitarse a la ejecución de:</p>

EDT	Paquete de trabajo	Especificación técnica
		Geotextil NT 4000 para separación subrasante/capas granulares (incluye suministro e instalación) para andenes
		Subbase granular clase C (SBG_C) (suministro, extendido manual, humedecimiento y compactación) para anden
		Adoquín en concreto de 40 x 40 x 8cm. Suministro e instalación. (incluye suministro, extendido, nivelación y compactación de arena e=0.03m, y mano de obra)
		Rampa tipo a b10 incluye base en mortero 1:5, desarrollo: 1m.
		Bordillo prefabricado A-80
		Contenedor de raíces tipo A B-20
1.3.9	Mobiliario urbano	Las definidas en los estudios y diseños correspondientes, incluyendo, pero sin limitarse a la ejecución de: Canecas M-120
1.3.10	Redes eléctricas y de alumbrado publico	Las definidas en los estudios y diseños correspondientes, incluyendo, pero sin limitarse a la ejecución de: Norma Codensa et-201 postes de concreto h:12mts*510 kgs A.P. Sin dado Norma Codensa et-201 postes de concreto h:12mts*750 kgs sin dado Norma Codensa et-417 percha porta aisladores para redes de B.T. Abiertas 5 puestos Cable al aislado 5no.2 serie 8000 AWG-THWN 90°C 600v Norma Codensa Et-417 percha porta aisladores para redes de B.T. Abiertas 2 puestos Norma Codensa AP-806 soporte sencillo con abrazadera para poste de concreto 1 1/2"*3mts collarín 6-7 galv. Cable CU aislado 2no.12 awg-thwn 90°C Norma Codensa AP-806 soporte sencillo con abrazadera para poste de concreto 1 1/2"*1,5mts collarín 6-7 galv. Lum AP led Roy Alpha Raled II 80w 10515 lúmenes/4000k+base & fotocelda sin brazo Lum AP led Roy Alpha Raled II 107w 13350 lúmenes/4000k+base & fotocelda sin brazo Cable al aislado 3no.4 AWG-THWN 90°C
1.3.11	Campañas viales	Los definidos en el contrato suscrito por la Secretaria de Tránsito y Transporte

Fuente: Construcción del autor

3.2.6.2 Herramientas de control de la calidad (Diagrama de flujo, Diagrama Ishikawa, hojas de chequeo).

3.2.6.2.1 Diagrama de flujo.

En el proceso de control de la calidad del proyecto se usará el diagrama de flujo de la Figura 38 que muestra la secuencia del proceso a realizar una vez se ha identificado que existen productos o entregables sujetos de inspección y/o recibo.

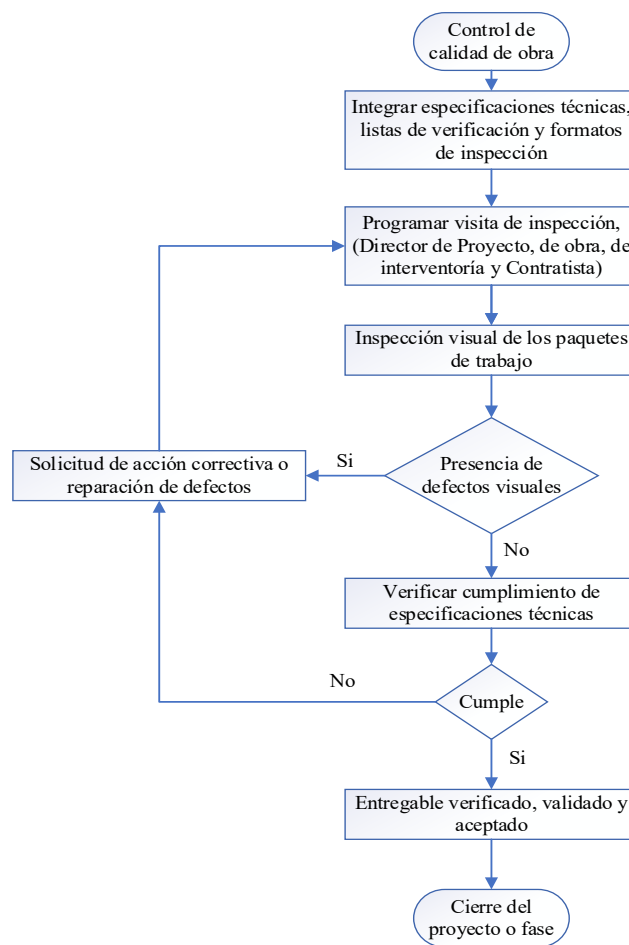


Figura 38. Diagrama de flujo del proceso de control de calidad

Fuente: Construcción del autor

3.2.6.2.2 Diagrama de Ishikawa.

Para el control de la calidad del proyecto en el tema de evaluación de No conformidades, se ha diseñado el diagrama de Ishikawa de la Figura 39, que agrupa seis importantes factores que pueden generar que los entregables no cumplan los requisitos de calidad planeados que esperan los interesados se satisfagan en cada uno de los productos del proyecto de prolongación de la carrera 5. Estos factores son las personas, los procesos, los equipos, los materiales e insumos, el entorno y la gestión del proyecto.

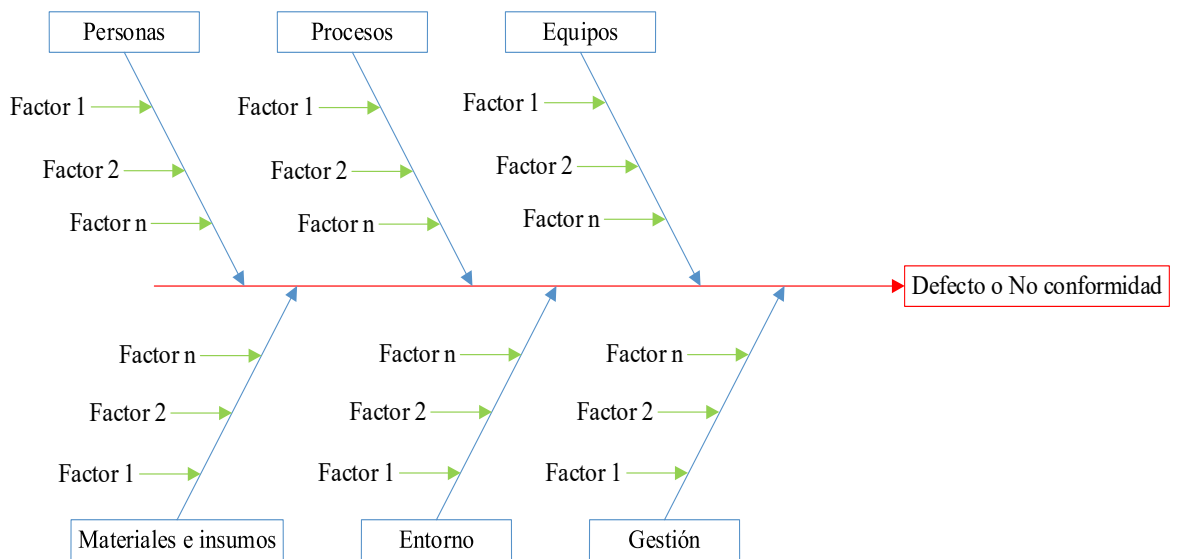


Figura 39. Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Adaptado de (Project Management Institute, 2017)

Para el respectivo análisis, una vez el proyecto entre en fase de ejecución, el proceso de controlar la calidad debe identificar las causas o problemas que sobre cada uno de los 6 factores antes citados están relacionados o tiene efecto sobre la No conformidad detectada en los productos o entregables esperados. Cada causa se coloca en el diagrama y se evalúa su efecto para después identificar e implementar acciones preventivas o correctivas, según sea el caso.

Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca

LISTA DE CHEQUEO

FECHA DE ELABORACIÓN: _____

RESPONSABLE: _____

EDT	Entregable a evaluar	Inspección 1 (D /M /A /)				Inspección 2 (D /M /A /)			
		Materiales utilizados	Especificaciones	Dimensiones	Ensayos	Materiales utilizados	Especificaciones	Dimensiones	Ensayos
1.2.6	Diseño estructura de pavimento								
1.2.7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado								
1.2.8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico								
1.2.9	Diseño de urbanismo								
1.2.10	Presupuesto								
1.3 Construcción									
1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario								
1.3.2	Redes alcantarillado pluvial								
1.3.3	Red de acueducto								
1.3.4	Box culvert								
1.3.5	Muro contención lateral								
1.3.6	Vía								
1.3.7	Cicloruta								
1.3.8	Andenes								
1.3.9	Mobiliario urbano								
1.3.10	Redes eléctricas y de alumbrado publico								
1.3.11	Campañas viales								

Fuente: Construcción del autor

3.2.6.3 Formato de Inspecciones.

Para el proyecto se utilizará el formato de la Tabla 54, el cual contiene los criterios necesarios para realizar una inspección adecuada de los entregables y/o actividades ejecutadas.

Tabla 54: Formato de inspección

Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca

Fecha de inspección: _____
Nombre del Inspector: _____
Rol: _____

FORMATO DE INSPECCIÓN

ID	Actividad o entregable	Materiales a inspeccionar	Especificación aplicable	Ensayos o pruebas efectuadas	Frecuencia de inspección	Criterio de aceptación	Inspección de obra	Especificación aplicable	Criterio de aceptación	Registro

Aprobó	Firma	Rol

3.2.6.4 Formato de auditorías.

El procedimiento para la gestión y realización de las auditorías de calidad del proyecto sigue los procesos fijados en la Norma Internacional ISO 19011 versión 2018, el cual es explicado gráficamente a través del diagrama de flujo mostrado en la Figura 40.

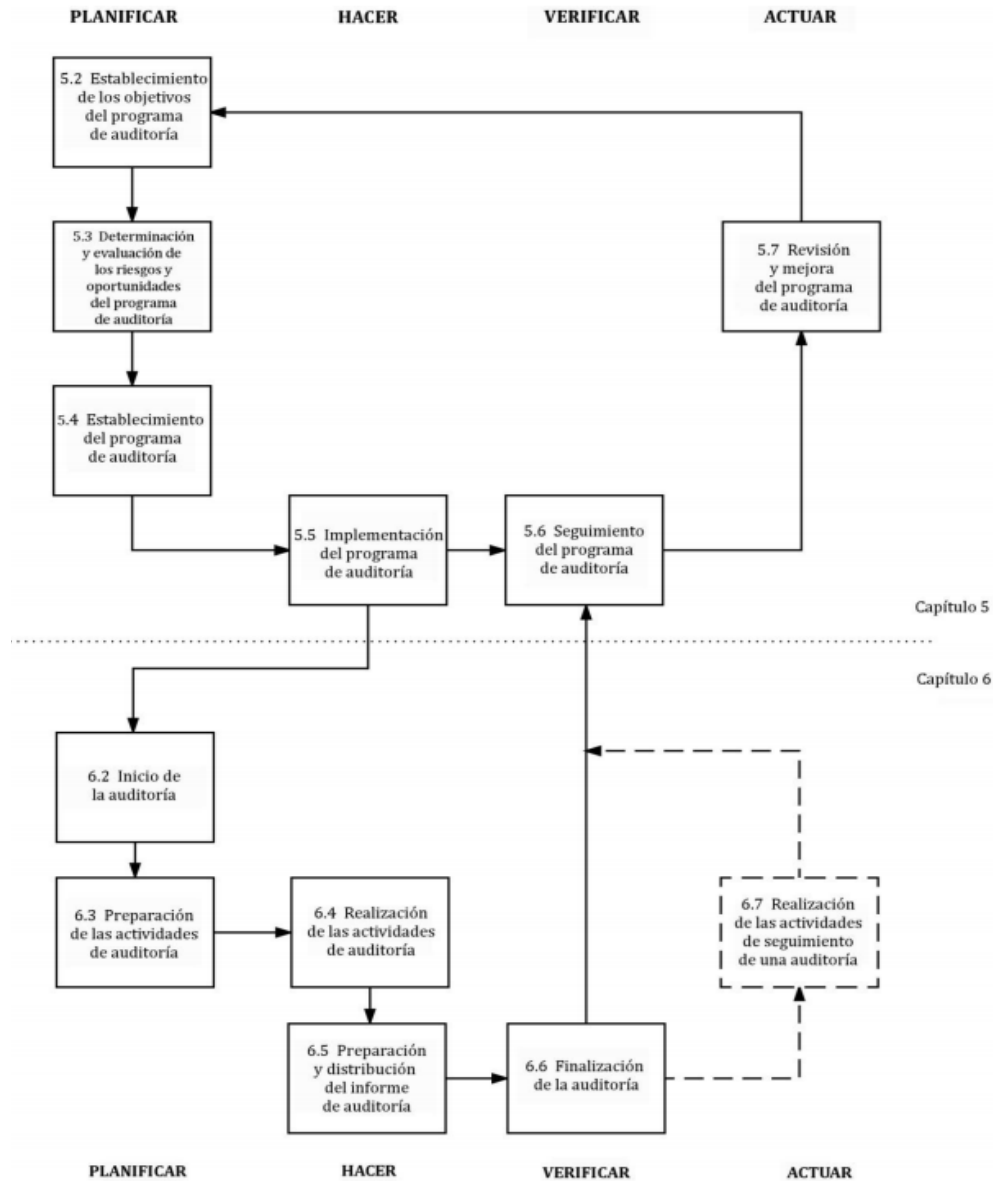


Figura 40. Diagrama de flujo para la gestión de un programa de auditoría

Fuente: Tomado de (Organización Internacional de Normalización, ISO, 2018)

La preparación y realización de la auditoría de calidad en general sigue un protocolo definido en los pasos: (Organización Internacional de Normalización, ISO, 2018)

- Generalidades
- Inicio de la auditoría
 - Generalidades
 - Establecimiento del contacto con el auditado
 - Determinación de la viabilidad de la auditoría
- Preparación de las actividades de auditoría
 - Realización de la revisión de la información documentada
 - Planificación de la auditoría
 - Asignación de las tareas al equipo auditor
 - Preparación de la información documentada para la auditoría
- Realización de las actividades de auditoría
 - Generalidades
 - Asignación de roles y responsabilidades de los guías y los observadores
 - Realización de la reunión de apertura
 - Comunicación durante la auditoría
 - Disponibilidad y acceso de la información de auditoría
 - Revisión de la información documentada durante la auditoría
 - Recopilación y verificación de la información
 - Generación de hallazgos de la auditoría
 - Determinación de las conclusiones de la auditoría
 - Realización de la reunión de cierre

- Preparación y distribución del informe de la auditoría
 - Preparación del informe de la auditoría
 - Distribución del informe de la auditoría
- Finalización de la auditoría
- Realización de las actividades de seguimiento de una auditoría

El formato para la auditoria es el presentado en la Tabla 55.

Tabla 55: Formato de auditoria de calidad

AUDITORIA DE CALIDAD

Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca

Fecha de preparación: _____
 Nombre del Auditor: _____
 Fecha de Auditoria: _____

Área Auditada

<input type="checkbox"/> Proyecto	<input type="checkbox"/> Procesos del proyecto	<input type="checkbox"/> Documentos de Proyecto
<input type="checkbox"/> Producto	<input type="checkbox"/> Requerimientos de producto	<input type="checkbox"/> Documentos de producto
<input type="checkbox"/> Implementación de cambios aprobados	<input type="checkbox"/> Implementación de acciones preventivas o correctivas	<input type="checkbox"/> Reparaciones defectuosas/deficientes
<input type="checkbox"/> Plan de gestión de la calidad	<input type="checkbox"/> Políticas organizacionales	<input type="checkbox"/> Procedimientos organizacionales

Buenas prácticas para compartir

Áreas para mejorar

--

Deficiencias o Defectos

ID	Defecto	Acción	Responsable	Fecha de vencimiento

Observaciones

--

Aprobaciones

Aprobó	Rol	Fecha	Firma

Fuente: Adaptado de (Wiley, 2020)

3.2.6.5 Listas de verificación de los entregables (producto / servicio).

Las listas de verificación trabajan en complemento con las listas de chequeo y los formatos de inspección y constituyen el instrumento final de recibo de los entregables del proyecto, dando cuenta que el mismo ha sido verificado, validado y aceptado por los responsables del equipo y que se puede dar inicio al proceso de cierre de fase o de proyecto, según corresponda. Este formato se puede ver en la Tabla 56.

Tabla 56: Lista de verificación de entregables

Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca					
LISTA DE VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES					
FECHA DE ELABORACIÓN:					
RESPONSABLE:					
Id EDT	Entregable a verificar	Descripción	Aceptado		Observaciones
			Si	No	
1.1	Dirección del proyecto				
1.2	Estudios y diseños				
1.2.1	Topografía				
1.2.2	Diseño geométrico de la vía				
1.2.3	Diseño hidráulico				
1.2.4	Diseño Box culvert				
1.2.5	Diseño Muros de contención				
1.2.6	Diseño estructura de pavimento				
1.2.7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado				
1.2.8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico				
1.2.9	Diseño de urbanismo				
1.2.10	Presupuesto				
1.3	Construcción				
1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario				
1.3.2	Redes alcantarillado pluvial				
1.3.3	Red de acueducto				
1.3.4	Box culvert				
1.3.5	Muro contención lateral				
1.3.6	Vía				
1.3.7	Cicloruta				

**Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá,
departamento de Cundinamarca**

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES

FECHA DE ELABORACIÓN:

RESPONSABLE:

Id EDT	Entregable a verificar	Descripción	Aceptado		Observaciones
			Si	No	
1.3.8	Andenes				
1.3.9	Mobiliario urbano				
1.3.10	Redes eléctricas y de alumbrado publico				
1.3.11	Campañas viales				

Aprobó	Firma	Rol

Fuente: Construcción del autor

3.2.7 Plan de gestión de recursos.

3.2.7.1 Identificación y adquisición de recursos.

Los recursos de equipo y los recursos físicos necesarios para la ejecución se han identificado como sigue a continuación:

3.2.7.1.1 Equipo de proyecto (Personal).

El personal necesario para la dirección del proyecto y la interventoría del mismo, provendrá de la planta de personal de la administración municipal de Facatativá, teniendo en cuenta que la estructura de la Alcaldía es de tipo funcional. En cuanto al personal del contratista ejecutor, este será el responsable de suministrar y reclutar todo el talento humano necesario para la ejecución física del proyecto.

El organigrama del proyecto de la Figura 41, muestra de manera gráfica lo anteriormente citado.

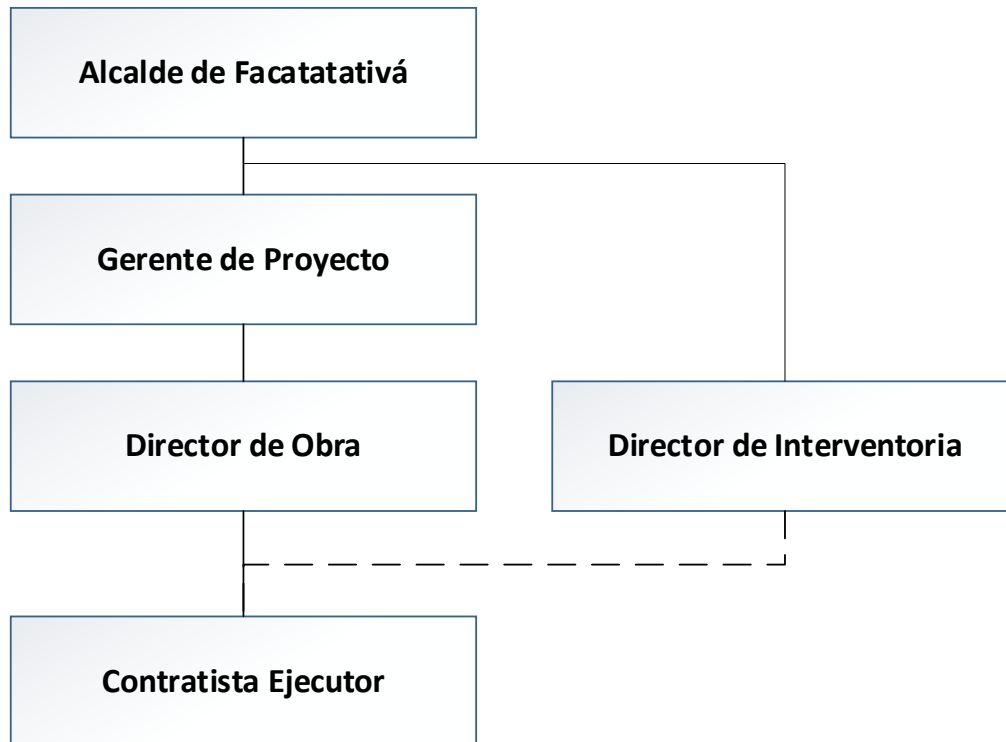


Figura 41. Organigrama del proyecto.

Fuente: Construcción del autor

Como quiera que el proyecto presenta un tamaño medio y un grado de complejidad técnico medio, se ha identificado que es necesario contar con el talento humano definido en la Tabla 57.

Tabla 57: Recursos de equipo del proyecto

Equipo de dirección de proyecto	Equipo de ejecución de proyecto
(De la planta de personal de la Alcaldía de Facatativá)	(Suministrado por el contratista de obra, seleccionado por Mafer Real State de Colombia)
Gerente de proyecto	Residente de obra
Director de obra	Residente SISO
Director de Interventoría	Geotecnista
	Ingeniero civil especialista en vías y pavimentos
	Topógrafos

Equipo de dirección de proyecto	Equipo de ejecución de proyecto
	Ingeniero eléctrico
	Ingeniero especialista en hidráulica
	Ingeniero especialista en estructuras
	Maestro general de obra
	Maestros generales por capítulos
	Contra maestro general de obra
	Oficiales de obra
	Ayudantes de obra
	Auxiliares de servicios generales
	Técnicos electricistas
	Almacenista general
	Personal administrativo

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.1.2 Equipos y maquinaria.

Los equipos y maquinaria a utilizar serán suministrados en un todo por el contratista ejecutor, por lo tanto, él dispondrá de todos los equipos, maquinaria y herramienta en los sitios de obra en las cantidades y características necesarias para la ejecución adecuada del alcance del proyecto dentro de las limitaciones de tiempo y oportunidad requeridas.

No obstante, se ha identificado el siguiente equipo mínimo relacionado en la Tabla 58.

Tabla 58: Recursos físicos tipo equipos y maquinaria

Recursos tipo maquinaria y equipo
Motoniveladora
Excavadora de avance sobre orugas
Retroexcavadora
Compactadores vibratorios en tándem
Compactadores para asfalto
Terminadora de asfalto
Minicargador
Volquetas
Camión irrigador
Grúa
Mezclador de concreto portátil
Generador eléctrico de 10 Kva
Equipo de soldadura
Herramienta menor
Equipos de oficina (computador, impresora, muebles)

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.1.3 Infraestructuras.

Teniendo en cuenta que el proyecto versa sobre la construcción de una vía, no se hace necesaria la implementación de alguna infraestructura especial, sin embargo, se sugiere la instalación de un campamento de obra que cuente con las facilidades necesarias para el adecuado desarrollo de las actividades de obra y el cual debe incluir una zona administrativa, área de reuniones, cafetería y zona sanitaria.

3.2.7.1.4 Materiales e insumos.

Los materiales e insumos a utilizar serán suministrados en un todo por el contratista ejecutor seleccionado por Mafer Real State de Colombia, el cual dispondrá de todos los materiales de construcción y demás requeridos en los sitios de obra en las cantidades y características necesarias para la ejecución adecuada del alcance del proyecto dentro las especificaciones técnicas previstas en los estudios y diseños del proyecto. Dadas las características del proyecto se puede citar de manera general una relación de insumos, la cual no es limitativa y es mostrada en la Tabla 59.

Tabla 59: Recursos físicos tipo materiales e insumos

Recursos tipo materiales e insumos
Relleno tipo 2 "recebo"
Arena de peña
Tubería PVC alcantarillado 8"
Tubería PVC alcantarillado 10"
Tubería PVC alcantarillado reforzado 20"
Tubería PVC alcantarillado reforzado 24"
Pozo de inspección prefabricado
Sumidero sl-100
Tubería PVC UM 2"
Tubería PVC UM 4"
Tubería PVC UM 6"
Accesorios PVC UM 2"
Accesorios PVC UM 4"
Accesorios PVC UM 6"
Válvula tipo acueducto de 2"
Válvula tipo acueducto de 4"
Válvula tipo acueducto de 6"

Recursos tipo materiales e insumos
Caja para válvula tipo chorote
Concretos
Sardinell prefabricado
Geotextil No tejido tipo NT 2000
Malla para gavión
Base granular clase A
Subbase granular clase B
Emulsión asfáltica CRR-1
Mezcla asfáltica en caliente tipo denso MDC-10
Adoquín en concreto

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.2 Estructura desagregación de recursos.

Los recursos por categoría y tipo, necesarios para la ejecución del proyecto se muestran en la Figura 42, Figura 43 y Figura 44.

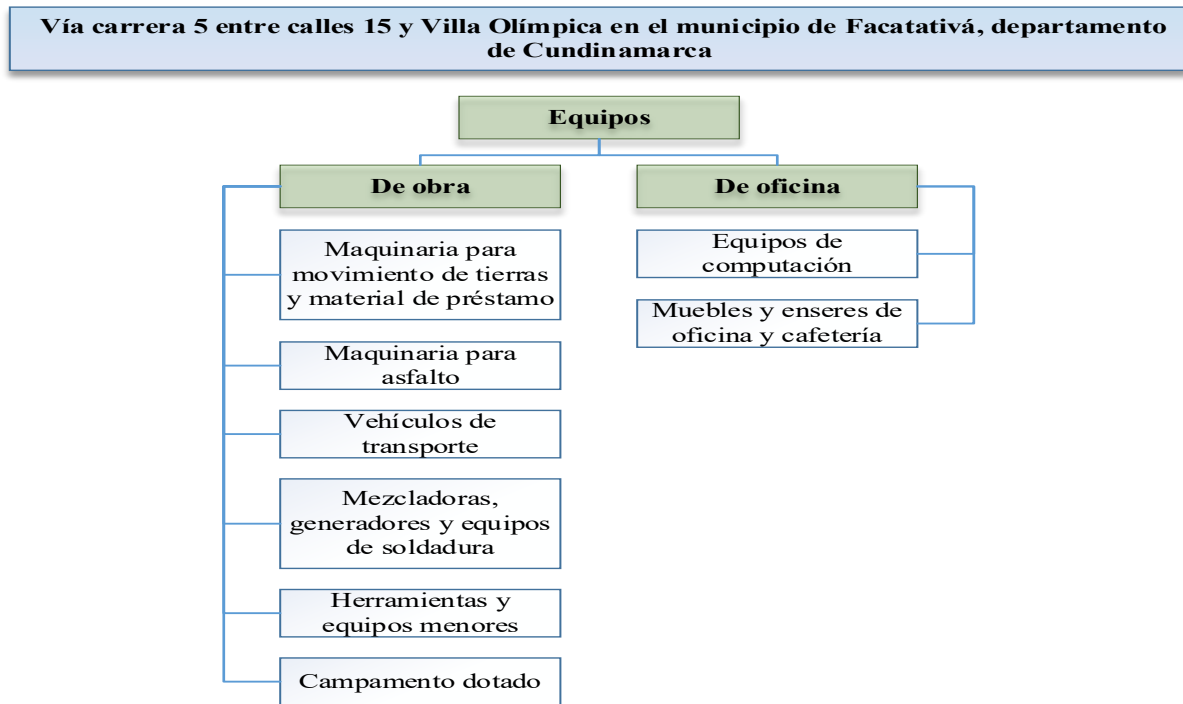


Figura 42. Estructura de desagregación de recursos físicos tipo equipos

Fuente: Construcción del autor

Vía carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facativá, departamento de Cundinamarca

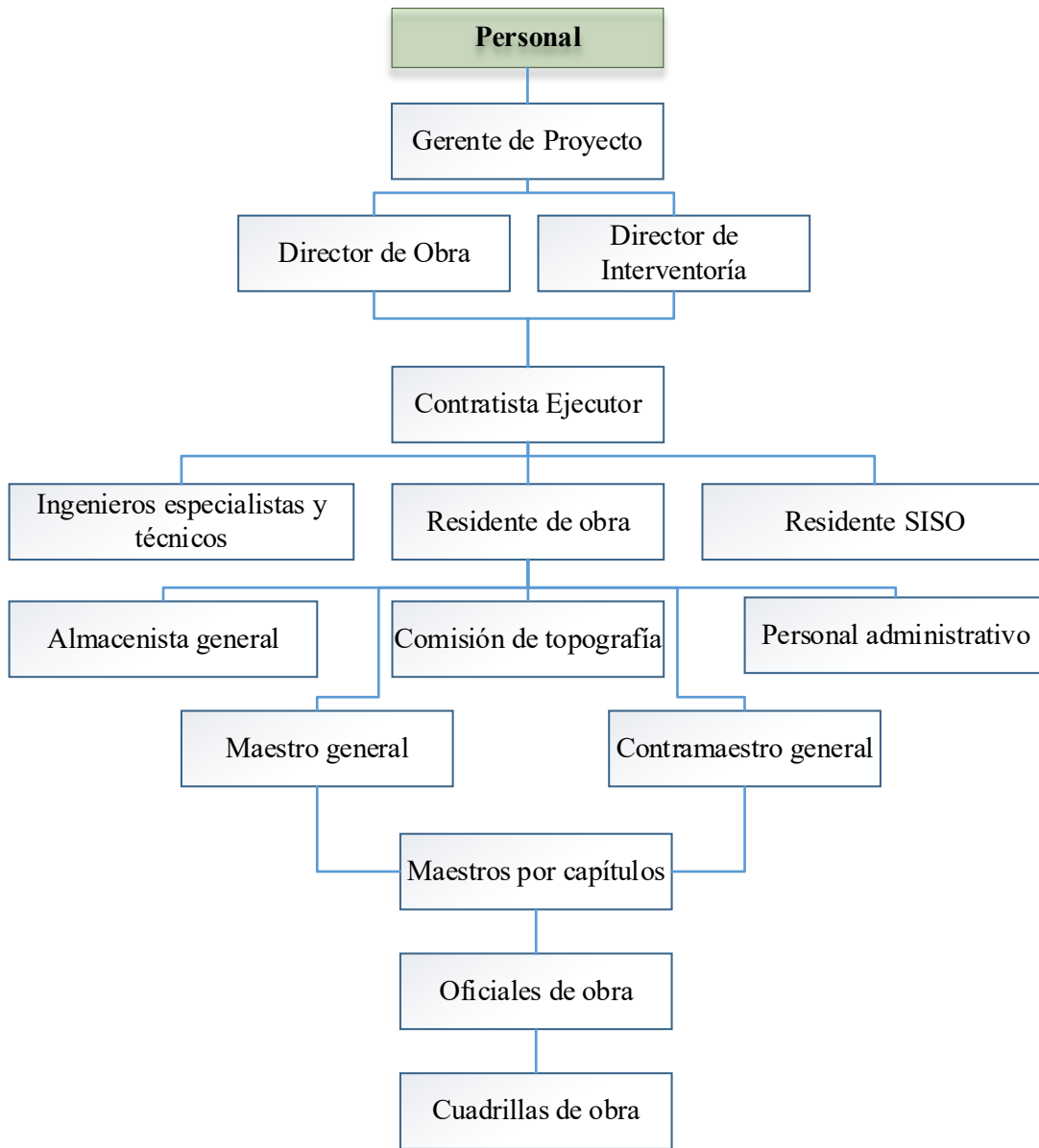


Figura 43. Estructura de desagregación de recursos de equipo humano

Fuente: Construcción del autor

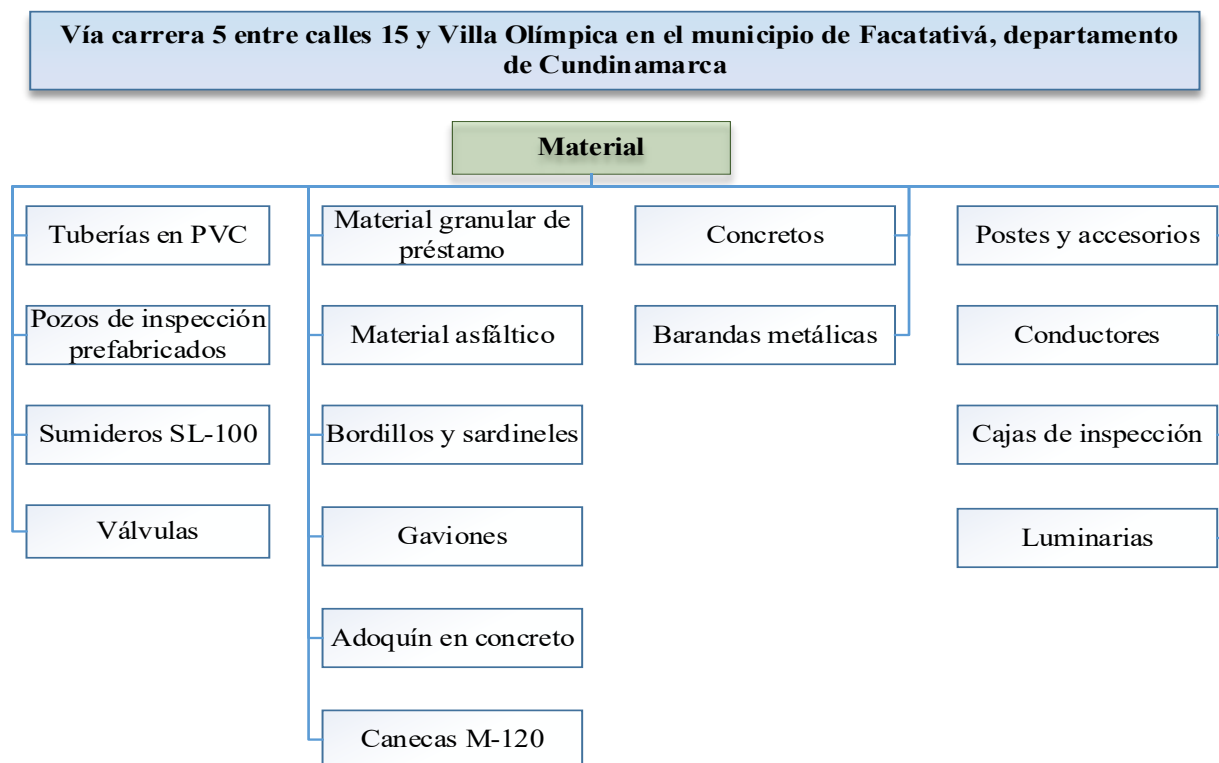


Figura 44. Estructura de desagregación de recursos tipo material

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.3 Definición de Roles, Responsabilidades y Competencias del equipo.

La definición de los roles y las responsabilidades del equipo que son necesarias con ocasión de la implementación del proyecto se detallan en Tabla 60.

Tabla 60. Roles y responsabilidades del equipo de proyecto

Rol	Objetivo del rol	Responsabilidades	Reporta a:	Supervisa a:
Patrocinador (Alcaldía de Facatativá)	Principal interesado en la ejecución e implementación del proyecto. Asegura la disponibilidad de los recursos, medios e	Aprobar el inicio del proyecto Asegurar que los objetivos del proyecto estén alineados con la estrategia de la organización Proveer soporte y apoyo para el logro del éxito del proyecto		Gerente de Proyecto, Director de Interventoría

Rol	Objetivo del rol	Responsabilidades	Reporta a:	Supervisa a:
	instrumentos necesarios para la consecución de los objetivos del proyecto	<p>Gestionar y suministrar los recursos de tipo económico, físico y de equipo para la implementación del proyecto</p> <hr/> <p>Aprobar el Plan de Dirección del Proyecto, junto con los planes subsidiarios, las líneas base y los componentes adicionales</p> <hr/> <p>Aprobar, aplazar o rechazar las solicitudes de cambio generadas durante el desarrollo del mismo</p> <hr/> <p>Gestionar los medios para la ejecución del proyecto durante todo el ciclo de vida</p> <hr/> <p>Aceptar formalmente los entregables al finalizar el proyecto</p>		
Gerente de Proyecto	Liderar y gestionar el proyecto en forma adecuada durante todo el ciclo de vida con el fin de garantizar el éxito del mismo y la consecución de los logros y metas previstas en el plan de dirección, satisfaciendo las expectativas y necesidades de los interesados, gestionando los recursos asignados en forma eficiente	<p>Suscribir el acta de constitución del proyecto</p> <hr/> <p>Elaborar junto con el equipo del proyecto el Plan de Dirección del Proyecto, los planes subsidiarios, las líneas base y los componentes adicionales</p> <hr/> <p>Liderar y guiar al equipo de proyecto para trabajar en forma interdependiente y colaborativamente en pro del cumplimiento de los objetivos del proyecto y las expectativas de los interesados</p> <hr/> <p>Fijar junto con el patrocinador los objetivos, el alcance, costo, tiempo, riesgos y recursos de ejecución del proyecto y asegurarse de la debida gestión de los mismos</p> <hr/> <p>Garantizar la adecuada comunicación y las buenas relaciones en todos los niveles del proyecto</p> <hr/> <p>Dirigir la planeación, ejecución y monitoreo y control del proyecto</p> <hr/> <p>Controlar el desempeño, avance y rendimiento del proyecto</p> <hr/> <p>Gestionar adecuadamente todos los recursos del proyecto de forma eficiente, oportuna y transparente</p> <hr/> <p>Implementar el Sistema de Gestión de Calidad, suministrando los medios, insumos, recursos y herramientas necesarias para tal fin</p>	Patrocinador del proyecto	Director de Obra, Equipo Técnico

Rol	Objetivo del rol	Responsabilidades	Reporta a:	Supervisa a:
		<p>Asegurar la correcta ejecución de las tareas definidas en la EDT en los <u>plazos y costo fijados</u></p> <p>Llevar a cabo las auditorias de los procesos y los controles que sean <u>necesarios</u></p> <p>Asegurar que los objetivos del <u>proyecto se cumplan</u></p> <p>Dirigir la solución de conflictos y controversias que puedan afectar el <u>desarrollo del proyecto</u></p> <p>Gestionar todos los documentos de desarrollo del proyecto incluyendo los destinados a la validación del cumplimiento de las obligaciones contraídas en el acuerdo de <u>voluntades.</u></p> <p>Implementar las soluciones, cambios, acciones preventivas y/o correctivas al proyecto para garantizar cumplir los requerimientos definidos por el <u>Patrocinador</u></p>		
Director de Obra	Implementar el proyecto y todos sus entregables en forma física de acuerdo con lo contemplado en el plan de dirección, las líneas base, los documentos, los componentes adicionales, los estudios y diseños, las especificaciones y requerimientos y demás documentación de carácter técnico y financiero del proyecto	<p>Garantizar que el contratista de obra <u>materialice el proyecto en terreno</u></p> <p>Validar el cumplimiento y la conformidad de los entregables antes de su recibo por parte de la <u>administración municipal</u></p> <p>Gestionar todas las actividades de obra en terreno de acuerdo con lo contemplado en las líneas base de <u>alcance, cronograma y costo</u></p> <p>Monitorear y controlar la ejecución de las <u>actividades planificadas</u></p> <p>Comunicar al Gerente de Proyecto sobre el desempeño, estado, avance y resultados de la implementación de <u>las actividades del proyecto</u></p> <p>Gestionar y controlar la calidad, resolviendo los casos de <u>No conformidad</u></p> <p>Garantizar y coordinar la disponibilidad de los recursos de tipo humano y físico para la ejecución de <u>las actividades descritas en la EDT</u></p> <p>Gestionar los recursos del proyecto que estén bajo su tutela de forma eficiente, oportuna y transparente</p>	Gerente de proyecto	Contratista de obra

Rol	Objetivo del rol	Responsabilidades	Reporta a:	Supervisa a:
		<p>Garantizar que el contratista de obra implemente el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo y garantizar la aplicación del mismo en todas las actividades del proyecto</p> <p>Realizar las mediciones de cantidades de obra ejecutadas en compañía del contratista ejecutor y la interventoría</p> <p>Interlocutar con el contratista de obra para lograr el cumplimiento de todos los entregables del proyecto</p>		
Director de Interventoría	Asegurar y garantizar la conformidad de todos los productos a entregar	<p>Verificar la conformidad de los entregables</p> <p>Controlar los requisitos de calidad del proyecto</p> <p>Detectar no conformidades en los entregables de fase y finales y solicitar su reparación o ajuste</p> <p>Garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los requerimientos</p> <p>Validar los procesos de reparación por ajuste de las no conformidades detectadas</p>	Patrocinador del proyecto	Contratista de obra
Contratista de obra	Ejecutar físicamente las actividades del proyecto	Materializar y construir los entregables del proyecto de acuerdo con lo contemplado en los estudios y diseños, las especificaciones y requerimientos y demás documentación de carácter técnico y financiero del proyecto	Director de Obra, Director de Interventoría	Equipo de trabajo propio

Fuente: Construcción del autor adaptada de (Joya Joya & Chibucque Mayorga, 2018)

En la Tabla 61 se relacionan las habilidades y capacidades requeridas por parte del equipo para ejecutar las actividades del proyecto.

Tabla 61. Competencias del equipo

Rol	Formación profesional	Conocimientos	Habilidades
Gerente de Proyecto	Ingeniero Civil o Arquitecto con Maestría o Especialización en gerencia de proyectos	Dirección y gestión de proyectos	Liderazgo
		Monitoreo y evaluación	Técnicas
		Análisis y reporte de información	Emprendimiento
		Gestión de sistemas de información	Comunicación efectiva
		Coordinación de actividades de obra	Resolución de conflictos

Rol	Formación profesional	Conocimientos	Habilidades
Director de Obra	Ingeniero Civil con Maestría o Especialización en vías y pavimentos (deseable también en Gerencia de Proyectos)	Software de seguimiento y monitoreo (MS Project -Primavera)	Motivación
		Gestión estratégica y de negocios	Negociación
		Vías y puentes	Influenciación
			Trabajo en equipo
			Empoderamiento
			Innovación
			Delegación
			Liderazgo
			Técnicas
			Empoderamiento
Director de Interventoría	Ingeniero Civil con Maestría o Especialización en vías y pavimentos (deseable también en Gerencia de Calidad)	AutoCAD y Ofimática	Comunicación efectiva
		Software de seguimiento y monitoreo (MS Project -Primavera)	Resolución de conflictos
		Dirección de equipos de trabajo	Motivación
		Puentes y sistemas de contención	Trabajo en equipo
		Supervisión e interventoría de proyectos de obra civil	Liderazgo
		Control de calidad de proyectos	Técnicas
		Vías y puentes	Comunicación efectiva
		AutoCAD y Ofimática	Resolución de conflictos
	Trabajo en equipo		
	Motivación		

Fuente: Construcción del autor adaptada de (Joya Joya & Chibucque Mayorga, 2018)

3.2.7.4 Matriz de asignación de Responsabilidades (RACI) a nivel de paquete de trabajo.

La matriz de asignación de responsabilidades asigna para cada paquete de trabajo a una persona responsable de los recursos de equipo definidos para la ejecución del proyecto. La matriz RACI puede ser observada en la Tabla 62, la cual tiene las siguientes convenciones:

- R: Responsable: Persona responsable de ejecutar la tarea
- A: Accountable: Persona con responsabilidad última sobre la tarea
- C: Consulted: Persona a la que se consulta sobre la tarea
- I: Informed: Persona a la que se debe informar sobre la tarea

Tabla 62. Matriz de asignación de responsabilidades

EDT	Nombre paquete de trabajo	Patrocinador	Director del Proyecto	Director de Obra	Director de Intervent.	Contratis. de obra
1	Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca	I	A	R		R
1.1	Dirección del proyecto	I	A	R		
1.2	Estudios y diseños	I	A	R		R
1.2.1	Topografía	I	A	R		R
1.2.2	Diseño geométrico de la vía	I	A	R		R
1.2.3	Diseño hidráulico	I	A	R		R
1.2.4	Diseño Box culvert	I	A	R		R
1.2.5	Diseño Muros de contención	I	A	R		R
1.2.6	Diseño estructura de pavimento	I	A	R		R
1.2.7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado	I	A	R		R
1.2.8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico	I	A	R		R
1.2.9	Diseño de urbanismo	I	A	R		R
1.2.10	Presupuesto	I	A	R		R
1.3	Construcción	I	A	R	C	R
1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario	I	A	R	C	R
1.3.2	Redes alcantarillado pluvial	I	A	R	C	R
1.3.3	Red de acueducto	I	A	R	C	R
1.3.5	Muro contención lateral	I	A	R	C	R
1.3.6	Vía	I	A	R	C	R
1.3.7	Cicloruta	I	A	R	C	R
1.3.8	Andenes	I	A	R	C	R
1.3.9	Mobiliario urbano	I	A	R	C	R
1.3.10	Redes eléctricas y de alumbrado publico	I	A	R	C	R
1.3.11	Campañas viales	I	A	R	C	R

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.5 *Histograma y horario de recursos.*

El calendario de recursos concebido para este proyecto, es decir los tiempos en donde cada recurso necesario estará disponible, se ha calculado sobre la base de trabajo comúnmente implementada para proyectos de construcción, con algunos ajustes dadas las restricciones que

supone la pandemia por COVID 19 y que tienen que ver con cambios en los horarios de entrada de los recursos humanos que se dedican a las actividades de construcción en infraestructura.

Este calendario determina los periodos en los cuales los recursos de equipo y los recursos físicos estarán para su uso como fue planificado y tiene las siguientes características:

- Lunes a viernes: 8:00 am a 1pm – 1 pm a 5 pm
- Sábados: 8:00 am a 1 pm.
- Domingos: No es día laboral

El calendario general de los recursos de equipo durante la construcción del proyecto se muestra en la Figura 45, la cual indica por periodos mensuales la disponibilidad del equipo de trabajo en las fases de desarrollo de la obra.

Nombre del recurso	Tareas no programadas	1er trimestre			2º trimestre			3er trimestre			4º trimestre			1er tr
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene
Director del proyecto		Planificar			Monitorear construcción de la obra									
		Monitorear estudios y												
Director de Obra		Monitorear estudios y			Monitorear construcción de la obra									
Director de Interventoría					Monitorear construcción de la obra									

Figura 45. Calendario de recursos del equipo de proyecto

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.5.1 Histograma del Gerente de Proyecto.

La Figura 46 muestra la asignación del recurso de equipo denominado Gerente de Proyecto al desarrollo de las actividades durante el ciclo de vida.

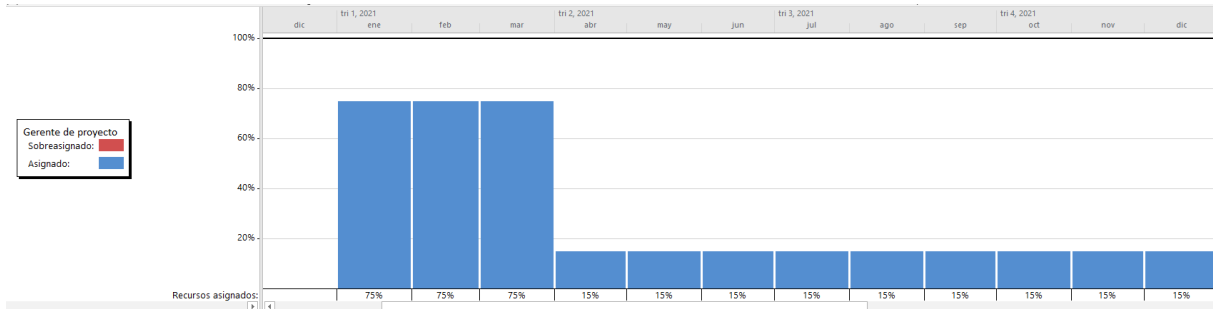


Figura 46. Histograma de asignación del Gerente de Proyecto

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.5.2 Histograma del Director de Obra.

La Figura 47 muestra la asignación del recurso de equipo denominado Director de Obra al desarrollo de las actividades durante el ciclo de vida.

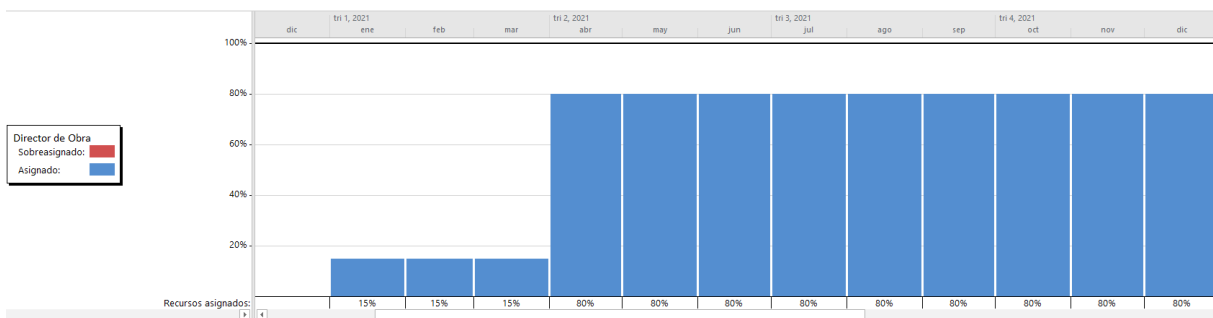


Figura 47. Histograma de asignación del Director de Obra

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.5.3 Histograma del Director de Interventoría.

La Figura 48 muestra la asignación del recurso de equipo denominado Director de Obra al desarrollo de las actividades durante el ciclo de vida.

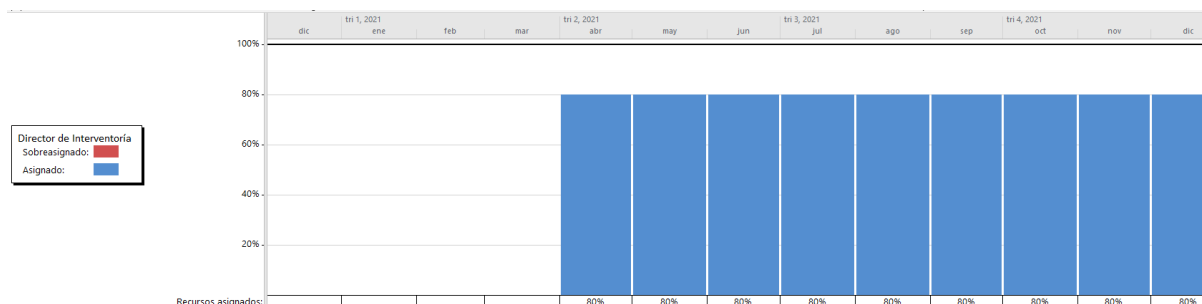


Figura 48. Histograma de asignación del Director de Interventoría

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.6 *Plan de capacitación y desarrollo del equipo.*

En el contexto de desarrollo del proyecto, es importante aclarar que los paquetes de trabajo que producen los entregables serán ejecutados por una tercera persona constituida a través de un contratista de obra seleccionado para tal fin y que por tanto los temas más importantes de capacitación y desarrollo del equipo serán orientados a la estructura de dirección del proyecto propia de la planta de personal de la Alcaldía de Facatativá, esto es el Gerente de Proyecto, el Director de Interventoría y el Director de Obra. No obstante, los temas de seguridad y salud en el trabajo se pueden replicar a algunos miembros del equipo de trabajo del contratista de obra, en cumplimiento de la ley 1072 de 2015.

3.2.7.6.1 *Alcance del plan de capacitación y desarrollo.*

El alcance está limitado a los miembros del equipo de dirección del proyecto dependientes del patrocinador, incluyendo al Gerente de Proyecto, el Director de Interventoría y el Director de Obra. Para algunos temas del sistema de seguridad y salud en el trabajo se podrán hacer capacitaciones conjuntamente con miembros del equipo de construcción y desarrollo del contratista ejecutor de obra.

3.2.7.6.2 *Objetivos del plan de capacitación y desarrollo.*

De acuerdo con la ley 909 de septiembre 23 de 2004 por la cual se expiden normas que regulan el empleo público, la carrera administrativa, gerencia pública y se dictan otras disposiciones, el objetivo principal del plan de capacitación y desarrollo será el siguiente:

- Orientar el desarrollo de capacidades, destrezas, habilidades, valores y competencias fundamentales, con miras a propiciar la eficacia personal, grupal y organizacional, de manera que se posibilite el desarrollo profesional de los empleados y el mejoramiento en la prestación de los servicios. (Ministerio del Trabajo, 2020)

3.2.7.6.3 *Estrategias del plan.*

Para asegurar la adecuada gestión del conocimiento y garantizar que las habilidades, experiencia y pericia del equipo de dirección del proyecto se potencien y se utilicen en forma adecuada para incrementar el éxito del proyecto (Project Management Institute, 2017), el plan comprende el uso de las siguientes estrategias:

- Desarrollo de talleres y trabajos de tipo práctico con los temas de capacitación y desarrollo
- Presentación y discusión de casos prácticos por área de competencia

3.2.7.6.4 *Tipos de capacitación.*

Como quiera que se trata de la implementación de un proyecto típico de infraestructura, sobre los cuales la Alcaldía ha ejecutado varios de ellos durante la administración del municipio, se utilizará la capacitación para el desarrollo y la actualización de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas en gestión de proyectos, para que sean integrados con el conocimiento actual del equipo de dirección destinado a la concreción del mismo.

3.2.7.6.5 *Matriz de capacitación y desarrollo.*

Con el objeto de sintetizar el plan de capacitación y desarrollo del proyecto se elaboró la matriz detallada en la Tabla 63.

Tabla 63. Matriz de capacitación y desarrollo del equipo

Contenidos de capacitación y desarrollo		Cronograma Capacitación		Rol del participante	Instructor	Tiempo (Horas)
Nombre de la capacitación	Objetivo de la capacitación	Fecha Programada	Fecha de realización			
Procesos de administración y dirección de proyectos	Mejorar las competencias del equipo de dirección para realizar una eficiente gestión del proyecto incluidos los recursos asignados	Enero de 2021		Equipo de Dirección	Por definir proveedor	8
Herramientas de planeación y control		Febrero de 2021		Equipo de Dirección	Por definir proveedor	8
Habilidades blandas		Marzo de 2021		Equipo de Dirección	Por definir proveedor	8
Riesgo publico	Proporcionar información de auto cuidado en temas de seguridad	Enero de 2021		Equipo de Dirección	Escuela de Carabineros	2
Normas de bioseguridad	Garantizar ambientes de trabajo saludables y minimizar posibles afectaciones por COVID 19	Enero de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Secretaria de Salud	2
Conformación de brigadas	Contar con un grupo de brigadistas debidamente entrenados y capacitados para actuar antes, durante y después de una emergencia	Enero de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Dirección SST Alcaldía	4
Socialización de políticas de seguridad y salud en el trabajo (SST)	Cumplir con la ley de la seguridad y salud en el trabajo desarrollando las tareas de forma segura.	Enero de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Dirección SST Alcaldía	2

Contenidos de capacitación y desarrollo		Cronograma Capacitación		Rol del participante	Instructor	Tiempo (Horas)
Nombre de la capacitación	Objetivo de la capacitación	Fecha Programada	Fecha de realización			
Inducción en seguridad y salud en el trabajo (SST)	Facilitar la adaptación e integración del trabajador y orientar su integración a la cultura de la seguridad y salud en el trabajo (SST)	Enero de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Dirección SST Alcaldía	4
Pausas activas	Recuperar energía, mejorar el desempeño y eficiencia en el trabajo, a través de diferentes técnicas y ejercicios que ayudan a reducir la fatiga laboral, trastornos osteomusculares y prevenir el estrés.	Febrero de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Caja de compensación	2
Uso adecuado y mantenimiento de elementos de seguridad personal	Evitar daños a la salud de los funcionarios, ya sea en forma de accidente laboral o de enfermedad profesional.	Febrero de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Dirección SST Alcaldía	2
Procedimientos seguros en el trabajo	Evitar daños a la salud de los funcionarios, ya sea en forma de accidente laboral o de enfermedad profesional.	Febrero de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Dirección SST Alcaldía	2
Primeros auxilios		Marzo de 2021		Brigadistas		8
Manejo contra incendios	Facilitar la adaptación e integración del trabajador y orientar su integración a la cultura de la seguridad y salud en el trabajo (SST)	Abril de 2021		Brigadistas	Cuerpo de bomberos Facatativá	4
Manejo de sustancias peligrosas-manejo de derrames		Mayo de 2021		Brigadistas		4
Extracción vehicular		Junio de 2021		Brigadistas		4
Higiene postural riesgos biomecánicos/administrativos, operativos	Prevenir los riesgos para preservar la salud, mantener la motivación y aumentar la productividad	Abril de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Caja de compensación	2

Contenidos de capacitación y desarrollo		Cronograma Capacitación		Rol del participante	Instructor	Tiempo (Horas)
Nombre de la capacitación	Objetivo de la capacitación	Fecha Programada	Fecha de realización			
Manejo del estrés y trabajo en equipo	Promover la creatividad, participación activa y disminución del riesgo psicosocial	Mayo de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Dirección SST Alcaldía	1
Sensibilización autocuidado		Mayo de 2021				1
Seguridad química	Garantizar que el personal que está en contacto con sustancias químicas siga los protocolos de seguridad química adecuados	Junio de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Dirección SST Alcaldía - Cuerpo de Bomberos	2
Conservación visual	Garantizar una buena visión	Agosto de 2021		Todo el equipo, incluidos los del contratista de obra	Caja de compensación	1
CONTROL DE CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE CAPACITACIONES Y DESARROLLO						
Capacitaciones programadas:						
Capacitaciones ejecutadas:						
Porcentaje de cumplimiento						
OBSERVACIONES:						

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.7 *Identificación de procesos de seguridad y salud en el trabajo.*

Para identificar los procesos de seguridad y salud en el trabajo del proyecto, se tuvo en cuenta lo normado en el capítulo 6 del título IV de la Ley 1072 de 2015 que define las directrices de obligatorio cumplimiento para implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), que deben ser aplicadas por todos los empleadores públicos y privados, los contratantes de personal bajo modalidad de contrato civil, comercial o administrativo, las organizaciones de economía solidaria y del sector cooperativo, las empresas de servicios temporales y tener cobertura sobre los trabajadores dependientes, contratistas, trabajadores cooperados y los trabajadores en misión. (Ministerio del Trabajo, 2020)

El proyecto de construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica debe contar con un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo adecuadamente robusto y adaptado a las especificidades del alcance fijado. Este sistema tiene como fin primordial prevenir las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones propias de la dinámica del trabajo a realizar, además de asegurar la protección y promoción de la salud de los trabajadores.

El proceso llevado a cabo para el análisis de seguridad y salud en el trabajo contemplo tres grandes pasos: identificación y clasificación, registro y control.

La mayoría de los procesos tienen que ver con la dinámica propia de la construcción de obras de infraestructura en espacios abiertos como los son las vías.

El análisis construido para la identificación de los procesos de seguridad y salud en el trabajo del proyecto se resume en la Tabla 64, la cual y debido a la necesidad de inclusión, contempla el análisis por COVID-19.

Tabla 64. Identificación de procesos de seguridad y salud en el trabajo

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN		EFFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO	
Clasificación	Descripción del peligro	(sobre los recursos)	Fuente	Medio	Individuo	Probab. Alto, Medio, Bajo	Acceptabilidad del Riesgo
	CONDICIONES DE SEGURIDAD	MECÁNICO - HERRAMIENTAS Herramientas manuales como: grapadora o cosedoras perforadora, ganchos legajadores, bisturíes, saca ganchos, manipulación de hojas de papel y otros elementos de escritorio.	Lesiones en tejidos blandos, heridas en manos, cortaduras.	Ninguno	Ninguno	Ninguno	M
LOCATIVO - CONDICIONES DE ORDEN Y ASEO Papelería, carpetas y elementos de oficina dispersos sobre repisa		Disminución de la imagen y de la productividad. Se potencian accidentes como lesiones superficiales, heridas de poca profundidad.	Ninguno	Campaña de orden y aseo Aseo diario de instalaciones	Ninguno	A	Acceptable
ERGONÓMICO	POSTURAL - MOBILIARIO	Alteraciones osteomusculares y vasculares. cansancio, tensión, problemas circulatorios, imbalance muscular, dolor en cuello hombros, lumbar y cervical. Enfermedades por trauma acumulativo.	Ninguno	Ninguno	Ninguno	M	Acceptable con control específico (Corregir y adoptar medidas de control)

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN		EFFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO	
Clasificación	Descripción del peligro	(sobre los recursos)	Fuente	Medio	Individuo	Probab. Alto, Medio, Bajo	Aceptabilidad del Riesgo
	BIOMECÁNICO	MOVIMIENTOS REPETITIVOS Miembros superiores (digitación)	Enfermedad síndrome del túnel carpiano, adormecimientos, calambres en extremidades superiores, desordenes de trauma acumulativo.	Ninguno	Ninguno	Ninguno	M
ILUMINACIÓN Iluminación permanente con luz artificial (Lámparas).		Fatiga visual, disminución del rendimiento laboral, disminución de la agudeza visual molestias oculares (lagrimeo, enrojecimiento, ardor, resequedad ocular), alteración de los músculos intraoculares y extra oculares, cefalea.	Ninguno	Ninguno	Ninguno	M	Aceptable
FÍSICO	RADIACIONES NO IONIZANTES Iluminación permanente con video terminales, luz infrarroja		Ninguno	Ninguno	Ninguno	M	Aceptable con control específico (Corregir y adoptar medidas de control)
SICOSOCIAL	CONDICIÓN DE LA TAREA Contenido de la tarea, labores propias del cargo (interacción con público) y trabajo bajo presión	Estrés, disminución desempeño laboral, agotamiento, estado de ánimo	Ninguno	Ninguno	Ninguno	M	Aceptable
CONDICIONES	LOCATIVO - DIFERENCIA DE NIVEL Desplazamientos por terrenos irregulares, labores de mantenimiento en vías	Caídas de maquinaria y personas, golpe, lesiones superficiales, heridas de poca profundidad, contusiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno	B	Mantener medidas de control

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN		EFFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO	
Clasificación	Descripción del peligro	(sobre los recursos)	Fuente	Medio	Individuo	Probab. Alto, Medio, Bajo	Aceptabilidad del Riesgo
		POLVOS ORGÁNICOS Polvo que reposa en almacenamiento de materiales el cual expulsa material particulado	Dermatitis por contacto, irritación de vías respiratorias, alergias. enfermedades respiratorias.	Ninguno	Ninguno	Ninguno	B
ACCIDENTES DE TRANSITO Desplazamiento en vía pública		Lesiones orgánicas, perturbaciones físicas y psicológicas severas ausentismo	Ninguno	Ninguno	Ninguno	M	Aceptable
BIOLÓGICO	VIRUS VIRUS-COVID-19 Contacto con agentes contaminados o presentes en el ambiente. • Exposición a aerosoles • Exposición a superficies contaminadas • Exposición a gotas • Exposición a otros fluidos	Contagio con COVID-19	Ninguno	Mantener la distancia social aprox 1 metro. No realizar reuniones con más de 10 personas en lugares reducidos Asegurarse que el sitio de trabajo este limpio y desinfectado. Instalación de barreras de aislamiento entre funcionario y usuario.	Uso EPP Lavado de manos o aplicación de gel antibacterial de manos cada hora	A	Aceptable con control específico (Corregir y adoptar medidas de control)
QUÍMICO	FLUIDOS Generados por los aceites que nutren el sistema automotor	Quemaduras en la piel, salpicaduras en los ojos	Mantenimiento preventivo	Vidrio protector en la parte frontal	Ninguno	M	Aceptable

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN		CRITERIOS DE CONTROL			MEDIDAS DE INTERVENCIÓN	
Clasificación	Descripción del peligro	Recurso expuesto	Tiempo de exposición (horas diarias)	Peor Consecuencia	(en el sitio de trabajo)	Equipo de Protección Personal - EPP
CONDICIONES DE SEGURIDAD	MECÁNICO - HERRAMIENTAS Herramientas manuales como: grapadora o cosedoras perforadora, ganchos legajadores, bisturís, saca ganchos, manipulación de hojas de papel y otros elementos de escritorio.	Todo el equipo humano	9	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.	Sensibilización autocuidado. Campaña de orden y aseo	N/A
	LOCATIVO - CONDICIONES DE ORDEN Y ASEO Papelería, carpetas y elementos de oficina dispersos sobre repisa	Todo el equipo humano	9	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.	Asegurar archivos Realizar campaña de orden y aseo Continuar con el aseo diario de instalaciones	N. A
ERGONÓMICO	POSTURAL -MOBILIARIO	Todo el equipo humano	9	Lesiones o enfermedades que si requieren incapacidad.	Controlar entorno del puesto de trabajo Realización de pausas activas Capacitación en higiene postural	Uso adecuado de elementos ergonómicos
BIOMECÁNICO	MOVIMIENTOS REPETITIVOS Miembros superiores (digitación)	Todo el equipo humano	9	Enfermedades Laborales con incapacidades parciales o totales según calificación	Programa de pausas activas	Uso adecuado manejo de mouse y teclado.
FÍSICO	ILUMINACIÓN Iluminación permanente con luz artificial (Lámparas).	Todo el equipo humano	9	Incapacidad por cefaleas e irritación de los ojos	Permitir realización de pausas activas	Uso de gafas con filtro UV/si lo requieren

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN		CRITERIOS DE CONTROL			MEDIDAS DE INTERVENCIÓN	
Clasificación	Descripción del peligro	Recurso expuesto	Tiempo de exposición (horas diarias)	Peor Consecuencia	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN	
					(en el sitio de trabajo)	
	RADIACIONES NO IONIZANTES Iluminación permanente con video terminales, luz infrarroja	Todo el equipo humano	9		Permitir realización de pausas activas	Uso de gafas con filtro UV/si lo requieren
PSICOSO CIAL	CONDICIÓN DE LA TAREA Contenido de la tarea, labores propias del cargo (interacción con público) y trabajo bajo presión	Todo el equipo humano	9	Riesgo Psicosocial	Talleres y capacitaciones en manejo del estrés y trabajo en equipo	N/A
	LOCATIVO - DIFERENCIA DE NIVEL Desplazamientos por terrenos irregulares, labores de mantenimiento en vías	Todo el equipo humano	9	Atrapamientos, heridas, golpes, incapacidades, invalidez o la muerte	N/A	uso de casco y botas de seguridad
CONDICIONES DE SEGURIDAD	POLVOS ORGÁNICOS Polvo que reposa en almacenamiento de materiales el cual expulsa material particulado	Todo el equipo humano	9	bloqueo de la entrada y salida de aire a los pulmones Congestión vías respiratorias Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), bronquitis crónica,	Capacitación en uso adecuado de EPP	Uso de EPP- tapabocas
	ACCIDENTES DE TRANSITO Desplazamiento en vía pública	Todo el equipo humano	9	Incapacidades, invalidez o la muerte	capacitación en señales de transito	N/A

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN		CRITERIOS DE CONTROL		MEDIDAS DE INTERVENCIÓN		
Clasificación	Descripción del peligro	Recurso expuesto	Tiempo de exposición (horas diarias)	Peor Consecuencia	(en el sitio de trabajo)	Equipo de Protección Personal - EPP
BIOLÓGICO	<p>VIRUS VIRUS-COVID-19</p> <p>Contacto con agentes contaminados o presentes en el ambiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exposición a aerosoles • Exposición a superficies contaminadas • Exposición a gotas • Exposición a otros fluidos 	Todo el equipo humano	9	MUERTE-enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT).	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar termómetro digital infrarrojo para el control de la toma de temperatura de todos los trabajadores • Capacitar a los funcionarios sobre protocolos de bioseguridad • Suministro de Jabón líquido para manos y toallas de papel • Suministro de toallas húmedas con hipoclorito (Para que los funcionarios realicen antes, durante y después la higienización de sus puestos de trabajo) • Bomba fumigadora, para la desinfección de maquinaria, vehículos y equipos. • Horarios laborales modificados conforme al calendario de recursos 	Usar mascarillas tapabocas, guantes y caretas.
	<p>QUÍMICO</p> <p>FLUIDOS</p> <p>Generados por los aceites que nutren el sistema automotor</p>	Todo el equipo humano	9	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT).	Realizar mantenimiento y cambios de aceite cada 250Hr 2 a 3 meses, revisión de mangueras	N. A

Fuente: Construcción del autor

3.2.7.8 Esquema de contratación y liberación del personal.

La gestión de los recursos del equipo del proyecto para su adquisición, se observa en la Tabla 65.

Tabla 65. Cuadro de adquisiciones del personal

Rol	Tipo de adquisición	Fuente	Modalidad	Sede de trabajo	Fecha de inicio adquisición	Fecha requerida de disponibilidad	Costo de reclutamiento
Gerente de Proyecto	Asignación desde el Despacho del Alcalde Municipal	Alcaldía de Facatativá	Contrato de libre nombramiento y remoción	Sede Alcaldía de Facatativá, sitio de obra	Ya está vinculado a la planta de personal de la Alcaldía	1/11/2020	Ninguno
Director de Obra	Asignación desde el Despacho del Alcalde Municipal	Alcaldía de Facatativá	Contrato de libre nombramiento y remoción	Sede Alcaldía de Facatativá, sitio de obra	Ya está vinculado a la planta de personal de la Alcaldía	2/11/2020	Ninguno
Director de Interventoría	Asignación desde el Despacho del Alcalde Municipal	Alcaldía de Facatativá	Contrato de libre nombramiento y remoción	Sede Alcaldía de Facatativá, sitio de obra	Ya está vinculado a la planta de personal de la Alcaldía	3/11/2020	Ninguno
Contratista de Obra y su equipo	Selección externa por parte de Mafer Real State de Colombia	Roster de proveedores de Mafer Real State de Colombia	Contrato de obra por precios fijos	Sitio de obra	1/09/2020	1/10/2020	Ninguno

Fuente: Construcción del autor

La gestión de los recursos del equipo del proyecto para su liberación, se observa en la Tabla 66.

Tabla 66. Cuadro de liberación del personal

Rol	Criterio de liberación	Forma	Destino de asignación
Gerente de Proyecto	Una vez finalizado el proyecto y recibido a satisfacción	Comunicación interna del Alcalde Municipal	Otra delegación del Alcalde Municipal
Director de Obra	Una vez finalizado el proyecto y recibido a satisfacción	Comunicación interna del Alcalde Municipal	Otra delegación del Alcalde Municipal
Director de Interventoría	Una vez finalizado el proyecto y recibido a satisfacción	Comunicación interna del Alcalde Municipal	Otra delegación del Alcalde Municipal
Contratista de obra y su equipo	Una vez finalizado el proyecto y recibido a satisfacción	Acta de recibo de obra	No definido por la Alcaldía Municipal

Fuente: Construcción del autor adaptada de (Joya Joya & Chibucque Mayorga, 2018)

3.2.7.9 Definición de indicadores de medición de desempeño del equipo y esquema de incentivos y recompensas.

Teniendo en cuenta que el proyecto es una iniciativa de carácter estatal y que los miembros del equipo de dirección del proyecto tienen la condición de servidores públicos, la medición del desempeño y el esquema de incentivos y recompensas debe obedecer a lo normado para ese fin particular por la misma administración pública, en total observancia a los principios que rigen el servicio público en el estado colombiano, principalmente los contenidos en la Constitución Política y la ley 909 de 2004. Para esto la Alcaldía de Facativá ha construido un reglamento interno de trabajo, el cual cubre tanto los procedimientos para la medición del desempeño, como los asuntos concernientes a incentivos y recompensas.

En cuanto a la evaluación de desempeño el artículo 88 del decreto municipal No. 130 de 2019 por el cual se expide el reglamento de trabajo, establece que “el desempeño de los empleados

deberá ser evaluado y calificado con base en parámetros previamente establecidos que permitan fundamentar un juicio objetivo sobre los aportes al cumplimiento de las metas institucionales” (Alcaldía de Facatativá, 2020).

Para este caso en específico y como quiera que el equipo de dirección del proyecto pertenece al nivel directivo de la administración municipal y que son funcionarios dependientes directamente del despacho del señor Alcalde Municipal, los indicadores de medición de desempeño fueron concertados conjuntamente entre los funcionarios delegados formalmente para la atención del proyecto de construcción de la carrera 5 y el Alcalde Municipal. Los indicadores concertados son los siguientes:

- Capacidad y habilidad de gestión y dirección del proyecto asignado
- Calidad lograda con el proyecto, basada en el cumplimiento de los requisitos del mismo
- Ejecución eficiente del proyecto tomando como referencia las restricciones de alcance, tiempo y costo
- Administración eficiente, oportuna y transparente de los recursos asignados, según los indicadores de gasto publico
- Presentación en los términos de ley, de los informes de desempeño del proyecto solicitados por los entes de control y el despacho del Sr. Alcalde

En el apartado de incentivos y recompensas, el artículo 92 del precitado reglamento de trabajo indica que “la administración municipal organizará programas de estímulos con el fin de motivar el desempeño eficaz y el compromiso de sus empleados” (Alcaldía de Facatativá, 2020). Como incentivo se contempla que el funcionario que tenga una evaluación de desempeño con una calificación de nivel sobresaliente se le reconocerá un día de permiso remunerado.

En lo que tiene que ver con el equipo de construcción de la obra a cargo del contratista de la misma, él será quien defina y fije de manera autónoma y potestativa los indicadores de medición de desempeño del equipo y los esquemas de incentivos y recompensas.

3.2.7.10 Identificación de habilidades blandas para el desarrollo del proyecto.

La identificación de las habilidades necesarias para el desarrollo del proyecto esta soportada en la necesaria relación que, de forma directamente proporcional, tienen este tipo de habilidades con la gestión gerencial y por supuesto con las que poseen los funcionarios que fueron sujetos de delegación para que dirigieran el proyecto.

Para garantizar el éxito en la dirección del proyecto de construcción de la carrera 5 entre la calle 15 y Villa Olímpica, no solo es necesario que los recursos de tipo humano tengan los conocimientos técnicos y la experiencia adecuadas, sino que además estos profesionales tengan en su haber un suficiente número de habilidades blandas de tipo mental y personal, que les permitan una óptima y oportuna interacción en todos los contextos que se puedan suceder con ocasión del desarrollo del proyecto, tanto a nivel organizacional como externo. Este requerimiento es fundamental para crear un grupo de dirección que se adapte a los cambios y que a su vez pueda generarlos, ayudando a todo el equipo de proyecto a hacer lo mismo, con las estrategias apropiadas.

Aunado a lo anterior para conseguir que los funcionarios de dirección del proyecto adquieran o potencien las habilidades blandas requeridas, es necesario que estas se fortalezcan a través de ejercicios de entrenamiento corporativo promovidos desde la administración municipal con el objetivo de mejorar las capacidades gerenciales de sus directivos.

Es por esto que dentro del plan de capacitación y desarrollo se ha previsto una jornada de fortalecimiento y apropiación en habilidades blandas en un trabajo independiente al que

normalmente desarrolla para el mismo fin la Secretaria General del Municipio, dependencia encargada del desarrollo del talento humano.

Las habilidades blandas que se han identificado como aquellas requeridas para el desarrollo del proyecto, se han clasificado en los siguientes grupos:

- Habilidades personales: innovación, y toma de decisiones
- Habilidades interpersonales: comunicación asertiva y trabajo en equipo
- Habilidades de dirección de personas: liderazgo, motivación, empoderamiento, creatividad y manejo de conflictos

La anterior clasificación hace parte de un modelo denominado pirámide de las habilidades directivas formulado por (Pereda Pérez, 2016) que puede ser visualizado en la Figura 49.

En la base de la pirámide se encuentran las habilidades que se refieren a la propia persona y que son consideradas la base del comportamiento personal, el segundo nivel denominado social está determinado por la relación con otras personas y finalmente el nivel superior en donde se encuentra el máximo desarrollo en habilidades y es aquel que se alcanza cuando se es capaz de dirigir, coordinar y liderar a otras personas. (Pereda Pérez, 2016)



Figura 49. Pirámide de las habilidades directivas

Fuente: Tomado de (Pereda Pérez, 2016)

3.2.8 Plan de gestión del riesgo.

3.2.8.1 *Identificación de riesgos y determinación de umbral.*

3.2.8.1.1 *Identificación de riesgos.*

La identificación de los riesgos se realizó capturando todas aquellas situaciones o condiciones que, de llegarse a dar en el desarrollo del proyecto, pueden afectar de manera negativa o positiva sus objetivos (Project Management Institute, 2017).

Esta identificación, que se encuentra en la Tabla 67, incluye:

- el enunciado o declaración del riesgo
- el tipo

- la categoría
- el dueño
- la estrategia de respuesta preliminar.

Tabla 67. Registro de riesgos del proyecto

No.	Declaración del riesgo	Tipo de riesgo	Categoría de riesgo	Dueño del riesgo	Estrategia de respuesta preliminar
1	Si los permisos de construcción necesarios no son tramitados y perfeccionados con anterioridad, podría verse afectado el inicio del proyecto en la fecha prevista, lo que causaría que el tiempo de ejecución se modificara	Amenaza	Externo Organización	Gerente de Proyecto	Mitigar
2	Si las restricciones al transporte de material de construcción debido al COVID 19 continúan, podrían ocurrir problemas de suministro en la obra que producirían retrasos en la ejecución del proyecto	Amenaza	Externo	Gerente de Proyecto, Contratista de obra	Transferir
3	Si los problemas de salud en las personas contagiados con COVID 19 continúan, podría limitarse la disponibilidad de recursos humanos, lo que produciría el retraso general del proyecto	Amenaza	Externo	Gerente de Proyecto, Contratista de obra	Mitigar
4	Si las especificaciones técnicas previstas no se ejecutan como se proyectaron, podrían modificarse los requisitos de los entregables, lo que generaría la no validación del proyecto	Amenaza	Técnico	Director de Interventoría, Director de Obra	Mitigar
5	Si se presentan lluvias constantes en el sitio de obra, podrían generarse interrupciones que causarían retrasos en el cronograma del proyecto	Amenaza	Externo	Director de Obra, Contratista de obra	Mitigar
6	Si los proveedores entregan insumos que no satisfacen ni se ajustan a las especificaciones técnicas solicitadas, se podrían originar problemas de calidad y de cumplimiento del alcance que causarían no conformidades y la no validación de los paquetes de trabajo de la EDT	Amenaza	Externo Técnico	Director de Interventoría, Director de Obra	Mitigar

Fuente: Construcción del autor

3.2.8.1.2 Determinación del umbral de riesgo.

Para la determinación del umbral del riesgo se construyó la matriz de escala de impacto del riesgo en el proyecto, Tabla 68, en la que se muestra el máximo nivel de riesgo aceptable por parte de los interesados del proyecto.

El umbral máximo aceptado está limitado a un impacto de 0,4 (impacto alto) en los objetivos del proyecto y corresponde al nivel en donde el patrocinador (Alcaldía de Facatativá) rechazara los entregables del proyecto. Por encima de este valor, el riesgo se considera inadmisibles y se requerirán acciones para disminuir su impacto hasta niveles aceptables de impacto del orden bajo a muy bajo.

Tabla 68. Matriz de escala de impacto del riesgo

Impacto del riesgo sobre el proyecto	Umbral	Impacto sobre los objetivos del proyecto			
		Alcance	Costo	Tiempo	Calidad
Muy alto	>0,80	El entregable final no es utilizable	(+)20% sobrecosto	Mas de 5 semanas de retraso	Mas de 7 inconformidades técnicas halladas por la interventoría
Alto	0,4	El entregable no es aceptado por el patrocinador	(+)15% sobrecosto	Entre 3 y 5 semanas de retraso	Hasta 7 inconformidades técnicas halladas por la interventoría
Medio	0,25	El entregable debe ser ampliamente intervenido para ser aceptado por el patrocinador	(+)10% sobrecosto	Entre 2 y 3 semanas de retraso	Hasta 5 inconformidades técnicas halladas por la interventoría
Bajo	0,1	El entregable presenta algunas áreas que requieren intervención	(+)5% sobrecosto	Entre 1 semana y 2 semanas de retraso	Hasta 3 inconformidades técnicas halladas por la interventoría

Impacto del riesgo sobre el proyecto	Impacto sobre los objetivos del proyecto				
	Umbral	Alcance	Costo	Tiempo	Calidad
Muy bajo	0,05	El entregable presenta leves inconsistencias frente a lo planificado, que no revisten problema alguno	(+)2% sobrecosto	Hasta 1 semana de retraso	Hasta 1 inconformidad técnica hallada por la interventoría
Nulo	<0,01	Sin cambios	Sin sobrecosto	Sin retraso	Sin inconformidades

Fuente: Construcción del autor

3.2.8.2 Estructura de desglose del riesgo -RiBS.

Las categorías de riesgo del proyecto fueron asociadas en cuatro grandes grupos que, a su vez, agrupan los riesgos individuales en técnicos, externos, organizativos y de dirección de proyectos. Estas categorías son las usadas en el registro y análisis de riesgos del proyecto y están relacionadas en la Tabla 69.

Tabla 69. Estructura de desglose de los riesgos

Categorías de riesgos		
Categoría	Subcategoría	
1	Técnicos	1,1 Requisitos
		1,2 Tecnología
		1,3 Complejidad
		1,4 Rendimiento y Fiabilidad
		1,5 Calidad
2	Externos	2,1 Proveedores o subcontratistas
		2,2 Normativa
		2,3 Cliente
		2,4 Clima
		2,4 COVID-19
3	Organizativos	3,1 Dependencias
		3,2 Recursos y Priorización
		3,3 Financiación
4		4,1 Estimación

Categorías de riesgos		
Categoría	Subcategoría	
Dirección de Proyectos	4,2	Planificación
	4,3	Control
	4,4	Comunicaciones

Fuente: Construcción del autor

3.2.8.3 Matriz de probabilidad e impacto.

Para el análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos del proyecto, se construyó la matriz de probabilidad e impacto representada en la Tabla 71, la cual muestra de forma gráfica los valores de severidad tanto en forma numérica como en forma descriptiva. Esta matriz contempla el análisis tanto para amenazas como para oportunidades.

Asi mismo y para conocer los rangos y el significado de la escala de probabilidad para cada uno de ellos, se elaboró la Tabla 70.

Tabla 70. Escala de probabilidad en la Gestión de Riesgos

Escala de probabilidad	Valor		Significado
	Mas de	Hasta	
Muy alta	>	0,90	El riesgo es casi cierto que ocurrirá
Alta	0,5	0,70	El riesgo muy probablemente ocurrirá
Media	0,3	0,50	El riesgo puede ocurrir o no
Baja	0,1	0,30	El riesgo es más probable que no ocurra
Muy baja	0	0,10	El riesgo es casi cierto que no ocurrirá

Fuente: Construcción del autor

Tabla 71. Matriz de probabilidad e impacto

Amenazas						Oportunidades								
Probabilidad	Muy alta	0,90	0,045	0,090	0,225	0,360	0,720	0,720	0,360	0,225	0,090	0,045	0,90	Muy alta
	Alta	0,70	0,035	0,070	0,175	0,280	0,560	0,560	0,280	0,175	0,070	0,035	0,70	Alta
	Media	0,50	0,025	0,050	0,125	0,200	0,400	0,400	0,200	0,125	0,050	0,025	0,50	Media
	Baja	0,30	0,015	0,030	0,075	0,120	0,240	0,240	0,120	0,075	0,030	0,015	0,30	Baja
	Muy baja	0,10	0,005	0,010	0,025	0,040	0,080	0,080	0,040	0,025	0,010	0,005	0,10	Muy baja
Impacto		muy bajo	bajo	medio	alto	muy alto	muy alto	alto	medio	bajo	muy bajo	Impacto		
		0,05	0,10	0,25	0,40	0,80	0,80	0,40	0,25	0,10	0,05			
Severidad		Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja	Severidad		

Fuente: Construcción del autor

3.2.8.4 Análisis de riesgos del proyecto.

El análisis de riesgo del proyecto fue abordado para los tipos cualitativo y cuantitativo. El análisis cualitativo jerarquizó los riesgos de acuerdo con su nivel de severidad mediante la combinación de la probabilidad de ocurrencia con el impacto, clasificándolos en un nivel de riesgo inicial. El análisis cuantitativo, por su parte, calculó el valor monetario esperado de cada uno de los riesgos identificados que corresponde al valor de la reserva de contingencia en tiempo y que equivale a \$120.000.000. La reserva de contingencia en tiempo fue calculada en 15 días. Este análisis puede ser visto en la Tabla 72.

Tabla 72. Análisis cuantitativo y cualitativo de riesgos del proyecto

RIESGO		ANÁLISIS CUALITATIVO						ANÁLISIS CUANTITATIVO			
No.	Declaración del riesgo	Tipo de riesgo	Categoría de riesgo	Probabilidad	Impacto	Severidad	Riesgo inicial	Vr. Riesgo \$	Vr. monetario esperado \$	Vr. Riesgo días	Vr. esperado días
1	Si las restricciones al transporte de material de construcción debido al COVID 19 continúan, podrían ocurrir problemas de suministro en la obra que producirían retrasos en la ejecución del proyecto	Amenaza	Externo	0,5	0,4	0,2	Alto	100.000.000	50.000.000	5	2,50
2	Si se presentan lluvias constantes en el sitio de obra, podrían generarse interrupciones que causarían retrasos en el cronograma del proyecto	Amenaza	Externo	0,5	0,4	0,2	Alto	80.000.000	40.000.000	9	4,50

RIESGO		ANÁLISIS CUALITATIVO						ANÁLISIS CUANTITATIVO			
No.	Declaración del riesgo	Tipo de riesgo	Categoría de riesgo	Probabilidad	Impacto	Severidad	Riesgo inicial	Vr. Riesgo \$	Vr. monetario esperado \$	Vr. Riesgo días	Vr. esperado días
3	Si los problemas de salud en las personas contagiados con COVID 19 continúan, podría limitarse la disponibilidad de recursos humanos, lo que produciría el retraso general del proyecto	Amenaza	Externo	0,5	0,4	0,2	Alto	40.000.000	20.000.000	8	4,00
4	Si los permisos de construcción necesarios no son tramitados y perfeccionados con anterioridad, podría verse afectado el inicio del proyecto en la fecha prevista, lo que causaría que el tiempo de ejecución se modificara	Amenaza	Externo Organización	0,1	0,1	0,01	Muy bajo	20.000.000	2.000.000	20	2,00

RIESGO		ANÁLISIS CUALITATIVO					ANÁLISIS CUANTITATIVO				
No.	Declaración del riesgo	Tipo de riesgo	Categoría de riesgo	Probabilidad	Impacto	Severidad	Riesgo inicial	Vr. Riesgo \$	Vr. monetario esperado \$	Vr. Riesgo días	Vr. esperado días
5	Si las especificaciones técnicas previstas no se ejecutan como se proyectaron, podrían modificarse los requisitos de los entregables, lo que generaría la no validación del proyecto	Amenaza	Técnico	0,1	0,4	0,04	Bajo	50.000.000	5.000.000	15	1,50
6	Si los proveedores entregan insumos que no satisfacen ni se ajustan a las especificaciones técnicas solicitadas, se podrían originar problemas de calidad y de cumplimiento del alcance que causarían no conformidades y la no validación de los paquetes de trabajo de la EDT	Amenaza	Externo Técnico	0,1	0,4	0,04	Bajo	30.000.000	3.000.000	5	1
TOTAL								120.000.000		15	

Fuente: Construcción del autor

3.2.8.5 Plan de respuesta a riesgo.

El plan de respuesta a implementar, después de realizado los análisis cuantitativo y cualitativo de riesgos es mostrado en la Tabla 73.

Tabla 73. Plan de respuesta a los riesgos del proyecto

RIESGO		PLAN DE RESPUESTA							
No.	Declaración del riesgo	Estrategia de respuesta	Plan de respuesta	Vr. plan de respuesta \$	Probabilidad final	Impacto final	Severidad	Riesgo final	Monitoreo riesgo residual
1	Si las restricciones al transporte de material de construcción debido al COVID 19 continúan, podrían ocurrir problemas de suministro en la obra que producirían retrasos en la ejecución del proyecto	Transferir	Gestionar al contratista de obra para que adquiriera con antelación los materiales de préstamo, que son los más sensibles a retrasos, en varias canteras en municipios cercanos como San Francisco, Subachoque y Mosquera	5.000.000	0,1	0,1	0,01	Muy bajo	
2	Si se presentan lluvias constantes en el sitio de obra, podrían generarse interrupciones que causarían retrasos en el cronograma del proyecto	Mitigar	Realizar las actividades de rellenos teniendo en cuenta las previsiones del clima, incluso en horarios nocturnos	6.000.000	0,1	0,05	0,01	Muy bajo	

RIESGO		PLAN DE RESPUESTA							
No.	Declaración del riesgo	Estrategia de respuesta	Plan de respuesta	Vr. plan de respuesta \$	Probabilidad final	Impacto final	Severidad	Riesgo final	Monitoreo riesgo residual
3	Si los problemas de salud en las personas contagiados con COVID 19 continúan, podría limitarse la disponibilidad de recursos humanos, lo que produciría el retraso general del proyecto	Mitigar	Solicitar al contratista se implementen los controles en el medio y las medidas de intervención contempladas en la matriz de procesos de seguridad y salud en el trabajo. Acatar en un todo las recomendaciones que las autoridades y demás decisores formulen sobre el manejo del COVID-19	5.000.000	0,1	0,1	0,01	Muy bajo	
4	Si los permisos de construcción necesarios no son tramitados y perfeccionados con anterioridad, podría verse afectado el inicio del proyecto en la fecha prevista, lo que causaría que el tiempo de ejecución se modificara	Mitigar	Gestionar adecuadamente a los funcionarios competentes para la expedición de la licencia de ocupación de cauce en la CAR	500.000	0,1	0,05	0,01	Muy bajo	

RIESGO		PLAN DE RESPUESTA							
No.	Declaración del riesgo	Estrategia de respuesta	Plan de respuesta	Vr. plan de respuesta \$	Probabilidad final	Impacto final	Severidad	Riesgo final	Monitoreo riesgo residual
5	Si las especificaciones técnicas previstas no se ejecutan como se proyectaron, podrían modificarse los requisitos de los entregables, lo que generaría la no validación del proyecto	Mitigar	Garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de requerimientos de los paquetes de trabajo definidos en la EDT y de las actividades de obra, mediante un riguroso proceso de monitoreo y control ejercido por la Dirección de Interventoría	2.500.000	0,1	0,1	0,01	Muy bajo	
6	Si los proveedores entregan insumos que no satisfacen ni se ajustan a las especificaciones técnicas solicitadas, se podrían originar problemas de calidad y de cumplimiento del alcance que causarían no conformidades y la no validación de los paquetes de trabajo de la EDT	Mitigar	Gestionar al contratista ejecutor para que los insumos a usar sean validados y aprobados de acuerdo con las especificaciones requeridas antes de su uso en el proyecto	1.000.000	0,1	0,1	0,01	Muy bajo	

Fuente: Construcción del autor

Una vez se implementen, de ser necesario, los planes acordados de respuesta a los riesgos y conforme el proyecto se vaya desarrollando, se hará seguimiento y monitoreo a los riesgos identificados, se identificarán los riesgos residuales, los emergentes y los obsoletos y sobre esa base se tomarán las decisiones que correspondan, que pueden incluir un nuevo análisis de los riesgos y planes de respuesta ajustados a las condiciones que han cambiado.

3.2.9 Plan de gestión de adquisiciones.

3.2.9.1 Definición y criterios de valoración de proveedores.

Para realizar definir y construir los criterios de valoración de los proveedores se debe determinar que entregables pueden ser realizados o ejecutados por el equipo del proyecto y cuales debe ser adquiridos de fuentes externas. (Project Management Institute, 2017)

Como se ha explicado anteriormente, todas las actividades de obra que conforman todos los paquetes de trabajo que producen los entregables finales, serán ejecutados por una tercera persona constituida a través de un contratista de obra, seleccionado para tal fin mediante un proceso competitivo que será implementado por Mafer Real State de Colombia, según se dispuso en el acuerdo de pago de participación en plusvalía suscrito entre la Alcaldía de Facatativá y la citada empresa. El acuerdo prevé en la cláusula 1 lo siguiente: (Alcaldía de Facatativá, 2019)

PRIMERA. OBJETO. A través del presente acuerdo MAFER REAL ESTATE DE COLOMBIA S.A.S. acuerda con EL MUNICIPIO realizar el pago de la participación en plusvalía liquidado sobre los predios (...), mediante la ejecución de obras de infraestructura vial y de servicios públicos domiciliarios, en aplicación del numeral quinto del artículo 84 de la Ley 388 de 1997.

Asi mismo este acuerdo, en el párrafo de la cláusula primera, contempla que Mafer Real Estate de Colombia es autónoma y por tanto tendrá toda la discrecionalidad para seleccionar los contratistas de obra, incluyendo los métodos de selección. (Alcaldía de Facatativá, 2019)

PARÁGRAFO. MAFER REAL ESTATE DE COLOMBIA S.A.S. no serán considerados en ningún caso contratistas del MUNICIPIO, y tendrán plena autonomía administrativa, directiva, y financiera en la ejecución de las obras a que haya lugar bajo este Acuerdo de Pago, incluyendo autonomía en la selección de contratistas de obra, modalidad de contrato para ejecución de los trabajos, y demas a que haya lugar.

Las anteriores consideraciones implican que la Alcaldía de Facatativá no tiene injerencia alguna en el proceso de selección del proveedor que fungirá como contratista ejecutor de la obra por parte de Mafer Real State de Colombia y en ese sentido es dicha empresa la que debe hacerlo, fijando las condiciones que les sean aplicables de acuerdo con sus manuales y procedimientos contemplados en los activos de los procesos de la organización. Es de anotar que Mafer Real State de Colombia debe cumplir en un todo con los requerimientos, requisitos y especificaciones contemplados en los documentos del proyecto y los planes de gestión, incluyendo, pero sin limitarse a: el alcance, el costo y el tiempo de ejecución, esto significa que el proceso de contratación que adelante, debe ser consistente con estas restricciones.

Las restricciones que el equipo de proyecto ha identificado y que deben ser tenidas en cuenta por Mafer Real State de Colombia dentro de su proceso de selección son las siguientes: (Joya Joya & Chibuque Mayorga, 2018)

- **Costo:** Los estudios y diseños no deberán superar el presupuesto asignado para tal entregable el cual está tasado en la suma de \$154.277.453

- **Costo:** Las actividades de construcción y obra civil no deberán superar el presupuesto asignado para tal entregable el cual está tasado en la suma de \$ 3.154.640.429.
- **Tiempo:** Los estudios y diseños deben ejecutarse dentro del tiempo fijado para ese entregable y que de acuerdo con la línea base de cronograma es de 72 días.
- **Tiempo:** Las actividades de construcción y obra civil deben ejecutarse dentro del tiempo fijado para ese entregable y que de acuerdo con la línea base de cronograma es de 290 días.

Las actividades del paquete de trabajo de dirección del proyecto serán realizadas directamente por personal de planta de la administración municipal de Facatativá y en ese sentido no son sujeto de procesos externos de adquisición.

Teniendo en cuenta el análisis anterior, las decisiones de hacer o comprar del proyecto pueden ser consultadas en la Tabla 74.

Tabla 74. Análisis de hacer o comprar

EDT	Nombre entregable	Modo de ejecución	Soporte de decisión
1	Construcción de la carrera 5 entre calles 15 y Villa Olímpica en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca		
1.1	Dirección del proyecto	Con el equipo de proyecto	La Alcaldía de Facatativá tiene disponibilidad del talento humano técnico con la suficiencia necesaria en cuanto a formación, experiencia, conocimiento, habilidades y técnicas para gestionar adecuadamente la dirección del proyecto
1.2	Estudios y diseños		
1.2.1	Topografía		

EDT	Nombre entregable	Modo de ejecución	Soporte de decisión		
1.2.2	Diseño geométrico de la vía				
1.2.3	Diseño hidráulico				
1.2.4	Diseño Box culvert	Contratación externa realizada por Mafer Real State de Colombia	Clausula 1 y parágrafo de la cláusula 1 del acuerdo de pago de participación en plusvalía suscrito entre la Alcaldía de Facatativá y Mafer Real State de Colombia		
1.2.5	Diseño Muros de contención				
1.2.6	Diseño estructura de pavimento				
1.2.7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado				
1.2.8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico				
1.2.9	Diseño de urbanismo				
1.2.10	Presupuesto				
1.3	Construcción				
1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario				
1.3.2	Redes alcantarillado pluvial				
1.3.3	Red de acueducto	Contratación externa realizada por Mafer Real State de Colombia	Clausula 1 y parágrafo de la cláusula 1 del acuerdo de pago de participación en plusvalía suscrito entre la Alcaldía de Facatativá y Mafer Real State de Colombia		
1.3.5	Muro contención lateral				
1.3.6	Vía				
1.3.7	Cicloruta				
1.3.8	Andenes				
1.3.9	Mobiliario urbano				
1.3.10	Redes eléctricas y de alumbrado publico				
1.3.11	Campañas viales				

Fuente: Construcción del autor

3.2.9.2 Selección y tipificación de contratos.

Aun cuando los contratos para la elaboración y ejecución de los entregables correspondientes a estudios, diseños y a la construcción de la obra serán implementados de forma autónoma por parte de Mafer Real State de Colombia, es de aclarar que el acuerdo suscrito por esta empresa y la Alcaldía de Facatativá, corresponde a un contrato de precio fijo (Firm Fixed-Price (FFP), con un método de entrega tipo “llave en mano”. Este instrumento especifica que los precios y valores pactados no estarán sujetos a ajuste o revisión por ninguna causa, incluida los costos incurridos por el contratista seleccionado, con ocasión de la ejecución del contrato. Para tal fin la cláusula quinta del citado acuerdo especifica lo siguiente: (Alcaldía de Facatativá, 2019)

QUINTA. En caso de que las obras ejecutadas por parte del/los MAFER REAL ESTATE DE COLOMBIA S.A.S. resulten en un valor superior al presupuestado en el Anexo 1, LOS PROPIETARIOS asumirán por su cuenta el sobrecosto que corresponda salvo que en este Acuerdo se prevea algo diferente.

La decisión de utilizar un contrato de precio fijo FFP, esta soportada en las siguientes consideraciones:

- El mayor riesgo es traslado y asumido por el proveedor, en este caso la contraparte.
- Los requisitos, especificaciones y características de los entregables están claramente precisados.
- Mafer Real State de Colombia tiene vasta experiencia en el tipo de contrato a implementar y en las actividades a desarrollar, como parte de sus obligaciones contractuales.
- Las condiciones de mercado para este tipo de obras son estables.

3.2.9.3 Criterios de contratación, ejecución y control de compras y contratos.

Los criterios de contratación y ejecución son totalmente potestativos de la empresa Mafer Real State de Colombia, tal y como quedo previsto en el clausulado del acuerdo de pago de participación en plusvalía. No obstante, y para una visualización del proceso, la matriz de adquisiciones en la Tabla 75, muestra los lineamientos generales de las adquisiciones del proyecto, con la aclaración que los lineamientos mostrados pueden ser modificados por la citada empresa, cuando a su criterio los cambios mejoren el proceso y generen valor al proyecto.

Tabla 75. Matriz de adquisiciones

EDT	Nombre entregable	Tipo de contrato	Procedimiento de contratación	Forma de contactar proveedores	Requerimiento estimaciones independientes	Responsable	Manejo múltiples proveedores	Proveedores precalificados						
1.1	Dirección del proyecto													
1.2	Estudios y diseños													
1.2.1	Topografía													
1.2.2	Diseño geométrico de la vía		- Lista de posibles proveedores											
1.2.3	Diseño hidráulico		- Solicitud de cotización.											
1.2.4	Diseño Box culvert		- Revisión de las cotizaciones											
1.2.5	Diseño Muros de contención	Contrato de precio fijo (Firm Fixed-Price (FFP))	- Evaluación y Selección del proveedor.	Base de datos de Mafer Real State de Colombia y Yanbal de Colombia	No	Jefe Unidad Adquisiciones Mafer Real State de Colombia	NO	NO						
1.2.6	Diseño estructura de pavimento		- Negociación con el proveedor.											
1.2.7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado		- Confirmación del servicio con el proveedor											
1.2.8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado público		- Firma y perfeccionamiento del contrato											
1.2.9	Diseño de urbanismo													
1.2.10	Presupuesto													
1.3	Construcción													
1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario		Contrato de precio fijo (Firm Fixed-Price (FFP))						- Lanzamiento proceso por invitación pública	Base de datos de Mafer Real State de Colombia y	No	Jefe Unidad Adquisiciones Mafer Real State de Colombia	NO	NO
1.3.2	Redes alcantarillado pluvial								- Solicitud de oferta.					

EDT	Nombre entregable	Tipo de contrato	Procedimiento de contratación	Forma de contactar proveedores	Requerimiento estimaciones independientes	Responsable	Manejo múltiples proveedores	Proveedores precalificados
1.3.3	Red de acueducto	Price (FFP)	- Revisión de las cotizaciones	Yanbal de Colombia				
1.3.5	Muro contención lateral		- Evaluación y Selección del proveedor.					
1.3.6	Vía							
1.3.7	Cicloruta							
1.3.8	Andenes		- Negociación con el proveedor.					
1.3.9	Mobiliario urbano							
1.3.10	Redes eléctricas y de alumbrado publico		- Confirmación del servicio con el proveedor					
1.3.11	Campañas viales		- Firma y perfeccionamiento del contrato					

Fuente: Construcción del autor adaptado de (Joya Joya & Chibucque Mayorga, 2018)

3.2.9.3.1 *Control de compras y contratos.*

El control de las compras y contratos se realizará por parte del equipo de dirección del proyecto, así como también por parte de Mafer Real State de Colombia, tal y como está previsto en la Tabla 76.

Tabla 76. Formato de seguimiento a las adquisiciones

EDT	Nombre entregable	Proveedor	Seguimiento	Responsable	Método	Información a transitar	Frecuencia	Resultados esperados
1.1	Dirección del proyecto							
1.2	Estudios y diseños							
1.2.1	Topografía	Por definir	Cumplimiento a cada una de las actividades de obra que componen los paquetes de trabajo contemplados en la EDT y en las especificaciones técnicas de requerimientos	Mafer Real State de Colombia, Director de obra, Director de Interventoría	Hojas de chequeo, formato de inspecciones del proyecto	Información de cumplimiento de especificaciones técnicas de requerimientos por paquete de trabajo	Quincenal	Estado actualizado de la ejecución del proceso de adquisición
1.2.2	Diseño geométrico de la vía							
1.2.3	Diseño hidráulico							
1.2.4	Diseño Box culvert							
1.2.5	Diseño Muros de contención							
1.2.6	Diseño estructura de pavimento							
1.2.7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado							
1.2.8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico							
1.2.9	Diseño de urbanismo							
1.2.10	Presupuesto							
1.3	Construcción							

EDT	Nombre entregable	Proveedor	Seguimiento	Responsable	Método	Información a transitar	Frecuencia	Resultados esperados
1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario	Por definir	Cumplimiento a cada una de las actividades de obra que componen los paquetes de trabajo contemplados en la EDT y en las especificaciones técnicas de requerimientos	Mafer Real State de Colombia, Director de obra, Director de Interventoría	Hojas de chequeo, formato de inspecciones del proyecto	Información de cumplimiento de especificaciones técnicas de requerimientos por paquete de trabajo	Quincenal	Estado actualizado de la ejecución del proceso de adquisición
1.3.2	Redes alcantarillado pluvial							
1.3.3	Red de acueducto							
1.3.5	Muro contención lateral							
1.3.6	Vía							
1.3.7	Cicloruta							
1.3.8	Andenes							
1.3.9	Mobiliario urbano							
1.3.10	Redes eléctricas y de alumbrado publico							
1.3.11	Campañas viales							

Fuente: Construcción del autor

3.2.9.4 Cronograma de compras con la asignación de responsable.

El cronograma de compras mostrado en la Tabla 77, se estableció teniendo en cuenta las restricciones en las fechas de los hitos de la gestión del cronograma.

Tabla 77. Cronograma de adquisiciones

EDT	Nombre entregable	Responsable	Cronograma de adquisiciones requeridas									
			Planificación	Solicitud ofertas	Selección proveedores	Ejecución contrato	Cierre Contrato					
1.1	Dirección del proyecto											
1.2	Estudios y diseños											
1.2.1	Topografía		02/11/20	20/11/20	23/11/20	01/12/20	02/12/20	18/12/20	04/01/21	02/04/21	05/04/21	19/04/21

EDT	Nombre entregable	Responsable	Cronograma de adquisiciones requeridas										
			Planificación	Solicitud ofertas	Selección proveedores	Ejecución contrato	Cierre Contrato						
1.2.2	Diseño geométrico de la vía												
1.2.3	Diseño hidráulico												
1.2.4	Diseño Box culvert												
1.2.5	Diseño Muros de contención	Jefe Unidad Adquisiciones											
1.2.6	Diseño estructura de pavimento	Mafer Real											
1.2.7	Diseño de redes de acueducto y alcantarillado	State de Colombia											
1.2.8	Diseño de redes eléctricas y de alumbrado publico												
1.2.9	Diseño de urbanismo												
1.2.10	Presupuesto												
1.3	Construcción												
1.3.1	Redes de alcantarillado sanitario	Jefe Unidad Adquisiciones	02/11/20	20/11/20	23/11/20	01/12/20	02/12/20	18/12/20	04/01/21	30/12/21	03/01/22	21/01/22	
1.3.2	Redes alcantarillado pluvial	Mafer Real											
1.3.3	Red de acueducto	State de Colombia											
1.3.5	Muro contención lateral												
1.3.6	Vía												
1.3.7	Cicloruta												
1.3.8	Andenes												
1.3.9	Mobiliario urbano												
1.3.10	Redes eléctricas y de alumbrado publico												
1.3.11	Campañas viales												

Fuente: Construcción del autor

3.2.9.5 *Sostenibilidad en el proceso de adquisiciones.*

Para garantizar la sostenibilidad en el proceso de adquisiciones, la Alcaldía de Facatativá sugerirá a Mafer Real State de Colombia, se tengan en cuenta los lineamientos previstos para tal fin en la guía conceptual y metodológica de compras públicas sostenibles. Esta guía de aplicación en las compras que adelantan las entidades públicas de Colombia, tiene como propósito fundamental el impulso de políticas públicas y buenas prácticas que permitan minimizar el impacto ambiental de las acciones del gobierno, de tal manera que contribuya a la preservación del capital natural, el uso más eficiente de recursos estratégicos y la adaptación al cambio climático. (Colombia Compra Eficiente, 2020).

La guía también busca influir en las decisiones de compra de productores y consumidores de bienes y servicios sostenibles, pues precisa que en la medida en que empresas y consumidores finales incluyan criterios de calidad ambiental dentro de sus decisiones de compra, su demanda encadenará la innovación en productos y servicios más sostenibles. Todo esto con un resultado deseado: contribuir a difundir el cambio de cultura hacia la producción y consumo sostenible. (Centro Nacional de Producción más Limpia, 2020).

La metodología diseñada en la guía tiene como pilar fundamental el ciclo de Deming, buscando la mejora continua del proceso de adquisiciones.

La Figura 50 muestra el ciclo PHVA que se debe implementar en las compras públicas sostenibles.

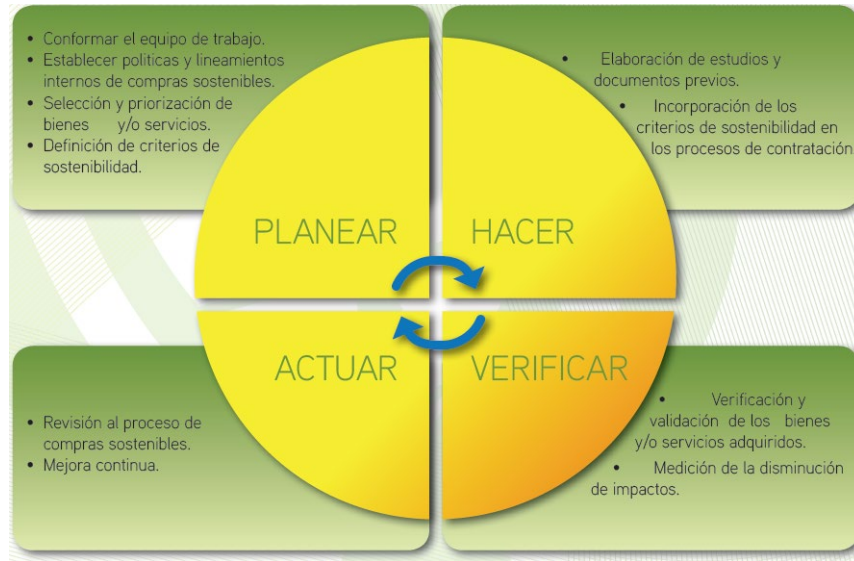


Figura 50. Ciclo de las compras sostenibles

Fuente: Tomado de (Centro Nacional de Producción más Limpia, 2020)

4 Lecciones Aprendidas

Aunque el proyecto no ha iniciado, se logró recopilar algunas lecciones aprendidas extractadas de la fase de preparación, tal y como se puede observar en la Tabla 78.

Tabla 78. Lecciones aprendidas

Id	Área / Categoría	Fecha	Amenaza / Oportunidad	Título	Descripción de la situación	Descripción del impacto en los objetivos del proyecto	Acciones correctivas y preventivas implementadas	Lección Aprendida / Recomendaciones
1	Gestión del alcance	3/03/2020	Amenaza	Acta de declaración del alcance sin la suficiente descripción del proyecto	La descripción del alcance era limitada y no permitía identificar las características del proyecto descritas en el acta de constitución	Alcance definido parcialmente y sin la suficiente claridad, que podía inducir a errores en la definición del cronograma y los costos del proyecto, así como impactar en los logros	<p>Como acción correctiva, se ajustó el enunciado del alcance, revisando la descripción del alcance del proyecto de acuerdo con lo requerido por el municipio de Facatativá, así mismo se revisó el listado de entregables del proyecto</p> <p>Como acción preventiva, se revisaron el resto de los documentos de proyecto, las líneas bases y los planes de</p>	Asegurar la consistencia de contenidos entre los documentos del proyecto, para este caso, entre el acta de constitución del proyecto, el enunciado del alcance y el plan de gestión del alcance, logrando la concordancia en el alcance establecido en cada uno de ellos

Id	Área / Categoría	Fecha	Amenaza / Oportunidad	Título	Descripción de la situación	Descripción del impacto en los objetivos del proyecto	Acciones correctivas y preventivas implementadas	Lección Aprendida / Recomendaciones
2	Gestión de los interesados	5/07/2020	Oportunidad	Registro de interesados con omisión de un interesado significativo	El registro de interesados no contemplo inicialmente a los entes de control (Contraloría) lo cual supone una inadecuada identificación de los interesados	Los entes de control velan por que los recursos públicos invertidos en el proyecto sean usados en forma eficiente y oportuna y en ese sentido esté interesado puede incidir en el desarrollo del proyecto en la triple restricción, con ocasión de las potestades que de supervisión y control le ha dado el ordenamiento jurídico	<p>gestión subsidiarios para verificar posibles inconsistencias e incongruencias en la definición de la información necesaria para la dirección del proyecto</p> <p>Como acción correctiva, se incluyó a los entes de control como un stakeholder clave que muestra alto interés en la ejecución del proyecto</p> <p>Como acción preventiva, se revisaron los criterios de identificación de los interesados para no omitir personas, grupos u organizaciones que están interesados en el proyecto o son de interés para el proyecto, toda vez que tienen expectativas y/o intereses en el mismo</p>	<p>Identificar a todos los interesados, sin limitaciones, pues por obvio que parezca, en algunas ocasiones se olvida incluir algunos actores que pueden tener participación o ingerir en el proyecto</p> <p>Los problemas que generan una inadecuada gestión de los interesados implican afectaciones importantes en el logro y el éxito del proyecto, en el entendido que esos problemas influyen sobre el alcance, el tiempo o el costo</p>

Id	Área / Categoría	Fecha	Amenaza / Oportunidad	Título	Descripción de la situación	Descripción del impacto en los objetivos del proyecto	Acciones correctivas y preventivas implementadas	Lección Aprendida / Recomendaciones
							y pueden influir o afectar o de la misma forma ser influidos o afectados (para bien o mal) por el desarrollo del proyecto	

Fuente: Construcción del autor

5 Conclusiones y Recomendaciones

- La alcaldía municipal de Facatativá gestionó los recursos para la ejecución de la obra a través de la firma de un convenio suscrito entre el municipio de Facatativá y la empresa Mafer Real State de Colombia S.A.S. mediante el cual se determinó y liquidó el efecto de plusvalía por un mayor aprovechamiento del suelo en unos predios de propiedad de la citada empresa. La cifra tasada fue de \$3.826.217.098.
- Se elaboraron estudios preliminares del proyecto que permitieron refinar el alcance, el costo y el tiempo de ejecución del proyecto en una primera aproximación soportada en la gran experiencia que en proyectos de este tipo posee la Secretaria de Obras Publicas de Facatativá así como en algunas estimaciones analógicas y paramétricas de proyectos muy similares ejecutados por la entidad territorial.

5.1 Premisas de Implementación del Proyecto

- La implementación de la infraestructura de la prolongación de la carrera 5 entre la calle 15 y el complejo deportivo Villa Olímpica se realizará a partir del día 4 de enero de 2021 durante 12 meses y finalizará el día 30 de diciembre, conforme a lo programado en el cronograma del proyecto.
- Los estudios y diseños del proyecto serán elaborados según las recomendaciones del plan de dirección entre el día 4 de enero y el 2 de abril de 2021.
- La ejecución de la obra física, iniciará una vez finalice la etapa de estudios y diseños el día 2 de abril de 2021 y las actividades de obra irán hasta el 30 de diciembre del mismo año.
- La entrega a la comunidad beneficiaria se efectuará durante el primer mes del año 2022.

6 Referencias

- AHP Project Administration. (11 de Abril de 2020). *AHP Online System - AHP-OS*. Obtenido de <https://bpmsg.com/ahp/>
- Alcaldía Cívica de Facatativá. (2002). *Plan de Ordenamiento Territorial*. Facatativá: El Autor.
- Alcaldía de Facatativá. (20 de Diciembre de 2019). *Estudios técnicos para la revisión estructural del Plan de Ordenamiento Territorial de Facatativá*. Facatativá, Cundinamarca, Colombia.
- Alcaldía de Facatativá. (2019). *Acuerdo de pago de la participación en plusvalía de los predios denominados lote 11, lote el vino B, lote K, lote san lorenzo A y lote zona comercial*. Facatativá: El autor.
- Alcaldía de Facatativá. (05 de Mayo de 2020). *facatativa-cundinamarca.gov.co*. Obtenido de <http://www.facatativa-cundinamarca.gov.co/tema/alcaldia>
- Alcaldía de Facatativá. (31 de Julio de 2020). *facatativa-cundinamarca.gov.co*. Obtenido de <http://www.facatativa-cundinamarca.gov.co/politicas-y-lineamientos/reglamento-interno-de-trabajo>
- Banco de la República. (17 de Julio de 2020). *banrep.gov.co*. Obtenido de <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/inflacion-total-y-meta>
- Centro Nacional de Producción más Limpia. (4 de Agosto de 2020). *cnpml.org*. Obtenido de <http://www.cnpml.org/compras-publicas-sostenibles/>
- CEPAL. (2009). *Evaluación Multicriterio*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Colombia Compra Eficiente. (4 de Agosto de 2020). *colombiacompra.gov.co*. Obtenido de https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documents/cce_guia_cp_sostenibles.pdf

Constitución Política de Colombia. (1991). *Constitución*. Legis.

Crabon Trust, British Standars BSI. (2008). *Guide to PAS 2050*. Wakefield: The Charlesworth Group.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE. (4 de Mayo de 2020). *dane.gov.co*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Fonseca, A. M. (2002). *Ingenieria de pavimentos para carreteras*. Bogotá: Agora editores.

Foro Económico Mundial. (2019). *Reporte de competitividad global 2019*. Cologny: El autor.

Gobierno autonomo del Cantón La Concorida. (2015). *Palnificación estratégica del gobierno autónomo descentralizado municipal del Canton La Concordia 2015-2018*. La Concordia, Ecuador: El autor.

Gobierno Vasco. Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente. (2000). *Manual Práctico de Ecodiseño*. Vitoria: IHOBE, S.A.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.

Instituto Mexicano del transporte. (2001). Impacto ambiental de proyectos carreteros. *Publicación tecnica No 173 Sanfandila*, 72.

Instituto Nacional de Vías. (29 de Mayo de 2020). *invias.gov.co*. Obtenido de <https://cutt.ly/0yVOcWr>

Joya Joya, L. H., & Chibuque Mayorga, G. (Febrero de 2018). Construcción de un centro textil para Popayán. Popayán, Cauca, Colombia: Los autores.

Mena, J. E. (2013). *Facatativá, pueblo indígena*. Facatativá: Docentes Editores.

Mercader Moyano, M. d., Olivares Santiago, M., & Ramirez de Arellano, A. (2010). Cuantificación de los recursos consumidos y emisiones de CO2 producidas en las construcciones de Andalucía y sus implicaciones en el Protocolo de Kioto. Sevilla, España. Obtenido de http://fondosdigitales.us.es/tesis/resultados_busqueda/?authors__in=1215.

Ministerio del Trabajo. (30 de Julio de 2020). *www.mintrabajo.gov.co*. Obtenido de <https://bit.ly/33h1mPn>

Ocampo, D. P. (2020). *Formato de evaluación de alternativas*. Bogotá.

Organización Internacional de Normalización, ISO. (2018). *Norma Internacional ISO 19011:2018*. Ginebra, Suiza: ISO.

Patiño Alzate, B. (2016). Proyectos de infraestructura vial e integración territorial. *Bitacora*, 79-86.

Pereda Pérez, F. J. (2016). Análisis de las habilidades directivas. Córdoba, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.

Perez V. , G. (2005). *La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia*. Cartagena: Banco de la Republica.

PMOinformatica.com. (18 de Junio de 2020). *La oficina de proyectos de informática*. Obtenido de <https://goo.gl/TehQzM>

Policonomics. (23 de Junio de 2020). *Policonomics.com*. Obtenido de <https://policonomics.com/es/oferta-demanda/>

Project Management Institute. (2006). *Practice Standard for Work Breakdown Structures*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.

Project Management Institute. (2013). *Guia de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guia del PMBOK)*. Quinta edición. Newtown Square, Pensilvania, EEUU: Project Management Institute, Inc.

Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) Sexta edición*. Newtown Square, Pennsylvania EE.UU.: Project Management Institute, Inc.

Project Management Institute PMI. (2011). *Practice standard for earned value managment*. Newtown: Project Management Institute, Inc.

Regimen legal de Bogotá. (30 de Julio de 2020). alcaldiabogota.gov.co. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal1.jsp?i=14861>

Rojas Lopez, M. D., & Ramirez Muriel, A. F. (2018). Inversión en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico: Aproximación de análisis al caso infraestructura en Colombia (1993-2014). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* , 111.

Sanchez, F. (1994). *El papel del capital público en la producción, inversión y el crecimiento en Colombia*. Bogotá: Tercer Mundo Editores & Fedesarrollo.

Solminihac, H., Echaveguren, T., & Chamorro, A. (2018). *Gestión de infraestructura vial*. Santiago de Chile: Ediciones UC.

Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (19 de Septiembre de 2020). *upme.gov.co*.
Obtenido de http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/calculadora.html

Wiley. (8 de Julio de 2020). *A Project Manager's Book of Forms, 2nd Edition*. Obtenido de <https://www.wiley.com/WileyCDA/Section/id-815718.html>