



CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2017

OBJETO:

**REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA
CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.**

INFORME FINAL

CONSULTOR:



SUPERVISOR DEL CONTRATO:

INGENIERO ANDRÉS G. ZAPATA PAREDES

Febrero de 2018

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

CONTROL DE DOCUMENTOS

<p>ELABORO:</p> <p>JAIR ANDRÉS PARRA G</p>	<p>APROBÓ:</p> <p>ANDRÉS G. ZAPATA PAREDES.</p>
---	--

DOCUMENTO:	CÓDIGO:	FECHA:

LISTA DE DESTINATARIOS

DESTINATARIO DEL INFORME	IDENTIFICACIÓN
ANDRÉS G. ZAPATA PAREDES	SUPERVISOR DEL CONTRATO

CONTROL DE MODIFICACIONES

ÍNDICE REVISIÓN	CAPITULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES	APROBADO

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	2
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	39
2. INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO	43
2.1 OBJETO CONTRACTUAL.....	43
2.2 ENCARGADOS	43
2.3 PLAZO DE EJECUCIÓN	43
2.4 VALOR CONTRATO.....	44
2.5 PERSONAL QUE LABORÓ.....	45
3. LOCALIZACIÓN	46
4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE	48
4.1 INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA.....	48
5. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	58
6. ELABORACIÓN DE ESTUDIO CARTOGRAFÍA REGIONAL	62
6.1 GENERACIÓN DE MDT (MODELO DIGITAL DE TERRENO).....	63
6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CARTOGRAFÍA.....	65
7. RECORRIDO DE CAMPO	66
7.1 SECTOR AV. SURABASTOS – BARRIO LIMONAR (LONG. CERCANA A. 3.5 KM).....	66
7.2 SECTOR LIMONAR – PANORAMA – RAFAEL AZUERO MANCHOLA (2 KM APROX.)	68
7.3 SECTOR RAFAEL AZUERO – CENTRO COMERCIAL SANTA LUCIA PLAZA (2 KM APROX.).....	70
7.4 SECTOR CENTRO COMERCIAL SANTA LUCIA – GRANJAS COMUNITARIAS (5.5 KM)	72

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	3
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

7.5 SECTOR GRANJAS COMUNITARIAS – BARRIO CALAMARI (4.14 KM)

75

7.6 SECTOR BARRIO CALAMARI – INTERSECCIÓN CALLE 48 CON CARRERA 6 W (1.8 KM)77

8. NORMATIVIDAD VIGENTE APLICABLE AL PROYECTO.81

8.1 NORMATIVA GENERAL81

9. DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS86

9.1 Introducción86

9.2 Objetivos.....86

9.2.1 Objetivo General86

9.2.2 Objetivos específicos86

9.2.3 Metodología87

9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS88

9.3.1 Localización88

9.3.2 ALTERNATIVA NO. 1 (POLÍGONO COLOR AZUL)89

9.3.3 ALTERNATIVA NO. 2 (POLIGONO COLOR ROJO – ACUERDO 026 DE 2009 P.O.T. VIGENTE DE LA CIUDAD DE NEIVA)90

9.3.4 ALTERNATIVA NO. 3 (POLÍGONO COLOR VERDE)92

9.4 Alternativas de diseño.....93

9.5 OBRAS A EJECUTAR95

9.6 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO.....97

9.6.1 Áreas de Estudio y Áreas de Influencia.....97

9.6.2 Medio abiótico97

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	4
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Geología.....	97
9.6.3 Geomorfología	99
9.6.4 Hidrología.....	105
9.6.5 Hidrogeología.....	107
9.7 Medio biótico.....	108
9.8 Medio Socioeconómico.....	109
9.8.1 Estratos socioeconómicos.....	109
9.9 DEMANDA DE RECURSOS NATURALES	110
9.9.1 RECURSOS FÍSICOS.....	110
9.9.2 PERSONAL MÍNIMO REQUERIDO.....	110
9.9.3 EQUIPO MÍNIMO REQUERIDO	111
9.10 EVALUACIÓN AMBIENTAL	112
9.10.1 METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN.....	112
9.10.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS.....	113
9.10.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS SUSCEPTIBLES A PRODUCIR IMPACTOS AMBIENTALES	113
9.10.4 ANÁLISIS DE MATRICES	121
9.11 PLAN DE CONTINGENCIA.....	124
9.11.1 ALCANCE	124
9.11.2 DEFINICIONES	124
9.12 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	127
9.12.1 ALTERNATIVA 1:	129

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	5
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

9.12.2	ALTERNATIVA 2:	129
9.12.3	ALTERNATIVA 3:	130
10.	EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO EXISTENTE	131
10.1	ESTIMACIÓN DEL TRAFICO FUTURO.....	134
10.1.1	CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO (TPD)	134
10.1.2	CLASIFICACIÓN VEHICULAR PROMEDIO.....	134
10.1.3	VARIACIÓN DIARIA	135
10.2	PROYECCIONES DE TRÁNSITO FUTURO.....	135
10.2.1	VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO	135
10.2.2	VOLUMEN DE TRANSITO PROYECTADO	135
10.2.3	TASAS DE CRECIMIENTO	136
10.3	CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES	136
10.3.1	ESTIMACIÓN DE PESOS POR EJE	137
10.3.2	CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES (EAL).....	138
10.4	ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	139
10.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TRANSITO	144
11.	ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	146
11.1	GEOLOGÍA REGIONAL	147
11.2	GEOLOGÍA LOCAL.....	166
11.2.1	FOTOINTERPRETACIÓN	167
11.2.2	GEOLOGÍA LOCAL DE LA ZONA URBANA Y ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE NEIVA.....	167

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	6
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

11.2.3	UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (ESC. 1:25.000),	
USG	174	
11.3	GEOMORFOLOGÍA	178
11.3.1	AMBIENTE DENUDACIONAL	179
11.3.2	AMBIENTE FLUVIAL	180
12.	ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES ALTERNATIVA.....	184
12.1	DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO	184
	Nivel de severidad MEDIO	187
13.	DISEÑO GEOMETRICO	188
13.1	SITUACIÓN ACTUAL	191
13.2	PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMETRICO	192
13.3	METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO GEOMETRICO.....	193
13.4	DISEÑO EN PLANTA.....	193
13.5	DISEÑO DE RASANTE.....	194
13.6	DISEÑO TRASVERSAL	194
13.7	OBRAS REQUERIDAS CORREDOR BASE	194
13.8	SECCION TIPICA DE DISEÑO	195
13.9	INTERSECCIONES.....	195
13.10	SEÑALIZACIÓN	195
13.11	DEFINICIÓN PARA LA SEÑALIZACIÓN.....	196
13.12	SEÑALIZACION A PROYECTAR.....	196
13.12.1	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	196
13.12.2	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	197

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	7
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

13.12.3	SEÑALIZACIÓN DE OBRA.....	197
13.12.4	SEÑALIZACIÓN ESPECIAL	198
13.13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	198
13.14	NORMATIVIDAD DE REFERENCIA	199
14.	PREFACTIBILIDAD DISEÑO OBRAS ESTRUCTURALES	201
14.1	OBJETIVOS Y ALCANCE	201
14.1.1	OBJETIVOS.....	201
14.1.2	Alcances	201
14.2	GENERALIDADES	201
14.3	NORMAS APLICABLES	203
14.3.1	Normas Principales.....	203
14.3.2	Normas complementarias	203
14.4	CARGAS	203
14.4.1	Carga Muerta.....	203
14.4.2	Carga Viva	204
14.5	CARGA DE IMPACTO	204
14.5.1	Carga de Sismo	205
14.5.2	Espectro de Aceleración Sísmica	205
14.5.3	Coeficiente de Disipación de Energía (R)	206
14.5.4	Efecto Sísmico para contención de tierra.....	207
14.5.5	Carga de Presión de Tierras	208
14.5.6	Cargas de presión de viento	209
14.5.7	Carga sobrepuesta a la estructura	209

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	8
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

14.5.8	Carga sobreimpuesta a la carga viva.....	209
14.5.9	Otras Cargas.....	209
14.5.10	Combinaciones de Carga.....	209
14.5.11	Metodologías de Estimación	210
14.6	CONSIDERACIONES MÍNIMAS	212
14.6.1	Análisis Técnico	212
14.6.2	Sistema Estructural y Métodos Constructivo.....	212
14.6.3	Análisis Económico	216
14.6.4	Análisis de Mercado y Facilidad Constructiva.....	216
14.7	SISTEMAS IMPLEMENTADOS	218
14.8	Especificaciones de los Materiales	219
14.8.1	Concreto Estructural	219
14.8.2	Acero de Refuerzo	220
14.8.3	Acero de Preesfuerzo	220
14.8.4	Neopreno Reforzado.....	221
14.9	PROYECTO ESTRUCTURAL	221
14.9.1	Avalúo de Cargas	221
14.9.2	Avalúo de Carga Losa en Voladizo	221
14.9.3	Avalúo de Carga Tablero	222
14.9.4	Avalúo de Carga Vigas Principales.....	222
14.9.5	Avalúo de Carga o Andén.....	222
14.10	DISPOSICIÓN ESTRUCTURAL.....	223

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	9
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

14.10.1	TABLERO	226
14.10.2	Refuerzo Transversal Superior e Inferior	226
14.10.3	Refuerzo Longitudinal Inferior	227
14.10.4	Refuerzo Longitudinal Superior.....	227
14.10.5	Refuerzo de Temperatura:	227
14.10.6	Cordón Inferior Vigas Cajón	227
14.10.7	Barrera de Protección	228
14.10.8	Riostras.....	228
14.10.9	Vigas o Nervaduras Preesforzadas.....	230
14.10.10	Condiciones Carga	230
14.10.11	Preesfuerzo	232
14.10.12	Estribos y Pilas de Apoyo	233
14.10.13	Estimación Geotécnica	233
14.10.14	Disposición Estribos Extremos (40 metros de luz y 80 metros de luz a salvar) 234	
14.10.15	Disposición Pilar Central (Puente 80 metros de luz a salvar)	235
14.10.1	Disposición Caissons Estribos Extremos y Pila Central (40 metros de luz y 80 metros de luz a salvar)	236
14.10.2	Disposición Estribos Extremos (puente vehicular de 220 metros de luz a salvar)	237
14.10.3	Disposición Pilar Central (puente vehicular de 220 metros de luz a salvar) 238	

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	10
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

14.10.4	Disposición Caissons Estribos Extremos (puente vehicular de 220 metros de luz a salvar)	240
14.10.5	Disposición Caissons Pila Central (puente vehicular de 220 metros de luz a salvar)	240
14.10.6	Losa de Aproximación.....	241
14.10.7	Avalúo de Carga	241
14.10.8	Refuerzo Transversal Superior e Inferior	242
14.10.9	Refuerzo Longitudinal Superior.....	242
14.10.10	Viga de Borde	243
14.11	FASES DEL PROYECTO.....	244
14.11.1	Estudio de alternativas.....	244
14.11.2	Contextualización para Determinar Alternativas	244
14.11.3	Alternativas Técnicas.....	245
14.11.4	Alternativa Elegida	247
14.12	PRESUPUESTO	248
14.12.1	Puente Vehicular 40 metros de luz a salvar	249
14.12.2	Puente Vehicular 80 metros de luz a salvar	251
14.12.3	Puente Vehicular 220 metros de luz a salvar	252
15.	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA.....	256
15.1	INTRODUCCIÓN.....	256
15.2	ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS O HIDRÁULICOS	256
15.3	METODOLOGÍA.....	256
15.4	CLIMATOLOGÍA.....	257

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	11
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

15.4.1	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	258
15.4.2	PRECIPITACIÓN TOTAL.....	259
15.4.3	Análisis De Lluvias	259
15.4.4	Series Históricas De Precipitación Máxima En 24 Horas.....	262
15.4.5	Análisis De Frecuencia De Lluvias Máximas En 24 Horas.....	266
15.4.6	Análisis De Frecuencia De Precipitaciones En 24 Horas.....	271
15.4.7	Resultados Del Análisis De Frecuencia De Precipitaciones En 24 Horas	272
15.4.8	Registro Y Análisis De Series Históricas De Caudales	276
15.4.9	Modelo: Lluvia Caudal	280
15.4.10	Esquema Del Modelo Hidrológico En HEC HMS.	281
15.5	ETUDIO DE CLIMATOLOGIA	288
15.6	Selección De La Estación Meteorológica	288
15.6.1	Análisis de registros históricos en la estación Palacio – Vegalarga	289
15.7	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA RÍO MAGDALENA	298
15.7.1	Labores De Campo	299
15.7.2	Levantamiento Hidrotopográfico	302
15.8	Hidrología	305
15.8.1	Hidrología Regional Y Del Área De Influencia	305
15.8.2	Metodología De Trabajo.....	306
15.8.3	Recopilación Y Análisis De La Información Hidrológica Existente	307

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	12
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

15.8.4	Análisis De La Calidad De La Información Hidrométrica Existente	308
15.8.5	REGISTROS HISTÓRICOS DE CRECIENTES EN EL RÍO MAGDALENA.....	310
15.8.6	Río Magdalena.....	310
15.8.7	Información Básica	311
15.8.8	Análisis de Niveles y Caudales Medios.....	311
15.8.9	Análisis de Niveles y Caudales Máximos.....	316
15.9	ESTUDIO HIDRÁULICO TRANSITO DE CRECIENTES.....	321
15.9.1	Metodología De Trabajo.....	321
15.9.2	Generalidades.....	321
15.9.3	Secciones de Análisis	321
15.9.4	Descripción General del Modelo Hec – Ras	324
15.9.5	Calibración del Modelo.....	326
15.9.6	Modelación Hidráulica Del Pico De Crecientes.....	329
15.9.7	Creciente periodo de retorno 2 años.....	331
15.9.8	Creciente periodo de retorno 5 años.....	335
15.9.9	Creciente periodo de retorno 15 años.....	341
15.9.10	Creciente Periodo de retorno 25 años	345
15.9.11	Creciente Periodo Retorno 50 años.....	351
15.9.12	Creciente Periodo Retorno 100 años.....	356
15.9.13	Creciente Periodo Retorno 500 años.....	361
15.9.14	Creciente Periodo Retorno 1000 años.....	366

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	13
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

15.10	ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR DESBORDAMIENTO	372
15.10.1	Criterios Para Zonificación De Amenazas.....	372
15.10.2	Áreas de amenaza baja	372
15.10.3	Áreas de amenaza media	372
15.10.4	Áreas de amenaza alta	372
15.10.5	Distribución Espacial De Las Amenazas Y Categorización De Las Mismas	372
15.10.6	Distribución Espacial De Las Amenazas Y Categorización De Las Mismas Con Implantación de Obras	374
15.11	ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR DESBORDAMIENTO	375
15.11.1	Estudios Hidráulicos	381
15.11.2	Longitud del cauce principal.....	383
15.11.3	Elevación Media de la Cuenca.....	384
15.11.4	Método Área - Elevación.....	385
15.11.5	Área	387
15.11.6	Desnivel altitudinal	388
15.11.7	Coeficiente de forma (Kf)	389
15.11.8	Coeficiente de compacidad (Kc)	390
15.11.9	Coeficiente de masividad (Km)	391
15.11.10	Orden de corriente.....	392
15.11.11	Densidad de drenaje (Dd).....	394
15.11.12	Número de Escurrimientos	396
15.11.13	Pendiente del Cauce Principal.....	396

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	14
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

15.11.14	.Tiempo de concentración (Tc)	397
15.11.15	Población	399
15.11.16	Disponibilidad de agua	399
15.12	ESTUDIOS HIDRÁULICOS.....	400
15.12.1	Caudal de diseño.	400
15.12.2	Intensidad de la lluvia de diseño.	400
15.12.3	Calculo del caudal de diseño.	401
15.13	JUSTIFICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS EMPLEADAS	403
15.13.1	Análisis de precipitación.....	403
15.13.2	Caudales de diseño	405
15.13.3	Cuencas con registro de caudales máximos.....	405
15.13.4	Cuencas sin registro de caudales máximos.....	406
15.13.5	DELIMITACIÓN DE CUENCAS	407
15.13.6	ESTIMACIÓN DE CAUDALES	408
15.13.7	Análisis de frecuencias de caudal.....	408
15.13.8	Método racional	408
15.13.9	Coeficiente de escorrentía	409
15.13.10	Intensidad de precipitación	410
15.13.11	Método del hidrógrama unitario	410
15.14	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	413
16.	GESTIÓN PREDIAL DE LAS ALTERNATIVAS	416
16.1	INVESTIGACIÓN PREDIAL	416
16.1.1	ALTERNATIVA 1	418

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	15
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

16.1.2	ALTERNATIVA 2	418
16.1.3	ALTERNATIVA 3	418
16.2	ASPECTO JURÍDICO	418
16.3	DIAGNÓSTICO PREDIAL DE OBRA PÚBLICA.....	423
17.	DISEÑO DE PAVIMENTO.....	424
17.1	EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO EXISTENTE.....	424
17.2	Alcance del Proyecto de Pavimentos	424
17.3	Método de Diseño	424
17.4	Ecuación de diseño	424
17.5	Estimación de las cargas de diseño (W_{t18})	425
17.6	Factores de equivalencia de cargas.	426
17.7	RESUMEN:.....	426
17.8	Caracterización del material de sub-rasante.	427
17.9	DISEÑO DE PAVIMENTO.....	427
17.9.1	Caracterización de las Bases y Sub-bases.....	428
17.9.2	Determinación de los coeficientes estructurales.	428
17.9.3	Capa asfáltica	428
17.9.4	Base granular.....	428
17.9.5	Sub-base Granular.....	429
17.9.6	Determinación del coeficiente de drenaje	429
17.10	Diseño de Pavimento	431
17.10.1	Parámetros De Diseño.....	431
17.11	ALTERNATIVA.....	431

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	16
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

17.11.1	Diseño De Pavimento convencional	431
17.11.2	Calculo del Sn.....	431
17.12	Alternativa recomendada.....	434
18.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	435
18.1	UNIDAD FUNCIONAL	435
18.2	UNIDAD FUNCIONAL 1 ALTERNATIVAS 1 Y 3 (COLOR AZUL).....	437
18.3	UNIDAD FUNCIONAL 2 ALTERNATIVAS 1 Y 3 (COLOR CIAN)	438
18.4	UNIDAD FUNCIONAL 3 ALTERNATIVAS 1 (COLOR MORADO)	440
18.5	UNIDAD FUNCIONAL 3 ALTERNATIVAS 3 (COLOR BLANCO).....	441
18.6	UNIDAD FUNCIONAL 4 ALTERNATIVAS 1 Y 3 (COLOR ROJO).....	442
18.7	UNIDAD FUNCIONAL 5 ALTERNATIVA 1 (COLOR CAFE)	443
18.8	UNIDAD FUNCIONAL 5 ALTERNATIVA 3 (COLOR NARANJA).....	444
18.9	UNIDAD FUNCIONAL 6 ALTERNATIVAS 1 Y 3 (COLOR AMARILLO) 445	
18.10	ALTERNATIVA No. 1 (POLÍGONO COLOR AZUL) Y SELECCIONADA 446	
18.11	ALTERNATIVA No. 2 (POLÍGONO COLOR ROJO - ACUERDO 026 DE 2009 P.O.T. VIGENTE DE LA CIUDAD DE NEIVA).....	447
18.12	ALTERNATIVA No. 3 (POLÍGONO COLOR VERDE)	450
18.13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	451
19.	MATRIZ DE CRITERIOS Metodología AHP.....	454
19.1	Objetivo	454
19.2	Obtención de los pesos ponderados	456

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	17
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

19.2.1	Matriz de comparación.....	456
19.2.2	Rangos de Calificación	456
19.2.3	Cálculo del vector de pesos	457
19.2.4	Cálculo de la razón de consistencia.....	457
19.2.5	Fuzzificación de la matriz de comparaciones.....	459
19.2.6	Cálculo del vector de pesos fuzzyficados	461
19.2.7	Selección del alfa-corte y el valor de kappa para determinar el valor de pesos normalizados.....	461
19.2.8	Método de calificación	462
19.2.9	Combinación lineal ponderada (WLC)	464
19.2.10	Ponderación promedio ordenada (OWA)	464
19.3	Matrices de criterio	465
19.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	469
20.	COSTOS ESTIMADOS POR ALTERNATIVAS.....	471
20.1	COSTO ESTIMADO DE LAS OBRAS ALTERNATIVA 1	471
20.2	COSTO ESTIMADO DE LAS OBRAS ALTERNATIVA 2	471
20.3	COSTO ESTIMADO DE LAS OBRAS ALTERNATIVA 3	471
20.4	COSTO ESTIMADO DE LA INTERVENTORIA.....	471
20.5	COSTO ESTIMADO FASE II.....	471
21.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	472

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Presupuesto Oficial.....	44
----------------------------------	----

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	18
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Tabla 2 Personal profesional del Proyecto.	45
Tabla 3 Compilación de cartografía existente.	48
Tabla 4 Analisis matriz DOFA, para la Circunvalar de Oriente de Neiva	60
Tabla 5 Personal de obra calificado para desarrollo de las obras.....	110
Tabla 6 Personal de obra no calificado para desarrollo de las obras.....	111
Tabla 7 Listado de maquinaria y equipos	111
Tabla 8 VOLUMEN DIARIO POR TRAMO	132
Tabla 8 Tasas De Crecimiento.....	136
Tabla 9 Pesos Vehiculares Por Eje.....	137
Tabla 10 Factores de corrección a la capacidad por pendiente - Fpe	141
Tabla 11 Factores de corrección a la capacidad por distribución de sentidos - Fd	141
Tabla 12 Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma - Fcb	141
Tabla 13 Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes - Fp	142
Tabla 14 Factores de pico horario basado en periodos de cinco minutos suponiendo llegadas de vehículos aleatorias -FPH	143
Tabla 15 Unidades de Geología	172
Tabla 16 porcentaje de Unidades Geológicas que se encuentran en cada tramo de alternativa vial	174
Tabla 17 Unidades de Geología Superficial (UGS).....	176
Tabla 18 porcentaje de Unidades Geomorfológicas que se encuentran en cada tramo de alternativa vial.....	178
Tabla 19 Unidades Morfogenéticas	182
Tabla 20 porcentaje de Unidades Geomorfológicas que se encuentran en cada tramo de alternativa vial.....	183
Tabla 21. Niveles de severidad.....	184

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	19
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Tabla 22. Caracterización de los materiales.	186
Tabla 23 Unidades funcionales viales para la Circunvalar de Oriente	190
Tabla 24 Parámetros Generales de Diseño Geométrico – Valores Mínimos de Diseño Referencia (INVIAS).	192
Tabla 25 Unidades Funcionales viales para la Circunvalar de Oriente	199
Tabla 26. Coeficientes para análisis de Cargas CCP-14	211
Tabla 27 Factores de cargas permanentes CCP-14.....	211
Tabla 28. Localización Puentes con sus respectivas luces.	248
Tabla 29 Estaciones climatológicas seleccionadas.	258
Tabla 30 Totales mensuales de precipitación, estación Girona La HDA.	259
Tabla 31. Totales mensuales de precipitación, estación Apto Benito Salas	259
Tabla 32. Totales mensuales de precipitación, estación Palacio Vegalarga.....	260
Tabla 33. Totales mensuales de precipitación, estación Santa Helena.	261
Tabla 34. Precipitación máxima en 24 horas, estación Girona La HDA.....	262
Tabla 35. Precipitación máxima en 24 horas, estación APTO BENITO SALAS. .	263
Tabla 36. Precipitación máxima en 24 horas, estación PALACIO VEGALARGA.	264
Tabla 37. Precipitación máxima en 24 horas, estación SANTA HELENA.....	266
Tabla 38. Comparativo de resultados para los diferentes tipos de distribuciones	271
Tabla 39. Comparativo de resultados para los diferentes tipos de distribuciones	272
Tabla 40. Cálculo de la curva IDF, Estación Girona La HDA.....	274
Tabla 41. Medios mensuales de caudales, estación GUAYABO.	276
Tabla 42. Máximos mensuales de caudales, estación GUAYABO	277
Tabla 43. Mínimos mensuales de caudales, estación GUAYABO	278
Tabla 44. Integración de máximos, medios y mínimos mensuales de caudales, estación GUAYABO.....	279
Tabla 45. Caudales máximos generados en HEC HMS.	288
Tabla 46. Estación seleccionada para el área de estudio.....	289
Tabla 47. Valores totales mensuales de Brillo Solar (Horas).....	289

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	20
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Tabla 48. Valores totales mensuales de evaporación (mms).	290
Tabla 49. Valores medios mensuales de Humedad Relativa (%).	291
Tabla 50. Valores Medios Mensuales de Nubosidad (Octas).	292
Tabla 51. Valores Medios Mensuales de Punto de Rocío (°C).	294
Tabla 52. Valores Totales Mensuales de Precipitación (mm).....	294
Tabla 53. Valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas (mm). 296	
Tabla 54. Valores Medios Mensuales de Temperatura (°C).	297
Tabla 55. Valores Medios Mensuales de Tensión de Vapor (Mb).....	298
Tabla 56 Estación Hidrométrica Utilizada Para Caracterizar el Área de Estudio. 307	
Tabla 57 Cotas y Niveles Máximos Anuales Multianuales Registrados En La Estación Hidrométrica Puente Santander - 21097070 Utilizada Para Caracterizar Las Crecientes Del Río Magdalena.....	311
Tabla 58 Periodo De Retorno De Niveles Máximos (m.s.n.m.) Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011	316
Tabla 59 Niveles Máximos Esperados Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011	318
Tabla 60 Periodo De Retorno De caudales Máximos (m³/s) Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011	319
Tabla 61 Caudales Máximos Esperados Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011	320
Tabla 62 Secciones Hidrotopográficas Del Río Magdalena Utilizadas En La Modelación Hidráulica.....	322
Tabla 63 Puntos De Medición De Nivel De Lámina De Agua Del Río Magdalena Utilizadas Para La Calibración Del Modelo Hidráulico	326
Tabla 64 Niveles y caudales de las Crecientes Pico Estimadas y Modeladas en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva....	330
Tabla 65 Categorización de la amenaza por inundación	373

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	21
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Tabla 66 Valores de Precipitación mensual multianual Estación Aeropuerto Benito	375
Tabla 67 Valores de Precipitación máxima en 24 horas en la estación Aeropuerto	376
Tabla 68 Valores de precipitación máxima estimados según probabilidad de Gumbel	376
Tabla 69 Valores de Intensidad en 24 horas en la estación Aeropuerto Benito Salas.....	378
Tabla 70 Valores de intensidad para diferentes periodos de retorno.....	380
Tabla 71 Significado de los parámetros morfométricos.	383
Tabla 72 Clases de valores de longitud del cauce principal	384
Tabla 73 Clases de valores de elevación media.....	385
Tabla 74 Calculo de la Elevación media.	386
Tabla 75 Clases de tamaño de cuencas (km2).....	388
Tabla 76 Clases de desnivel altitudinal (msnm).....	388
Tabla 77 Clases de Forma.....	389
Tabla 78 Clases de valores de compacidad.	391
Tabla 79 Clases de valores de alargamiento	391
Tabla 80 Clases de valores de masividad	392
Tabla 81 Clases de orden de corriente	394
Tabla 82 Cantidad y longitud del drenaje según el No. de orden	394
Tabla 83 Clases de densidad de drenaje.....	396
Tabla 84 Clases de valores escurrimientos	396
Tabla 85 Clases de valores de pendiente del cauce (grados)	397
Tabla 86 Clases de tiempo de concentración (min)	398
Tabla 87 Resumen de las características morfométricas de la cuenca	399
Tabla 88 Intensidad calculada para el tiempo de concentración.....	401
Tabla 89 Cálculo del caudal de diseño para diferentes periodos de retorno.	403

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	22
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Tabla 90. Período de Retorno de Diseño.....	405
Tabla 91 Localización y tipos de obras Hidráulicas propuestas.....	414
Tabla 92 Modelo de valoración y análisis del riesgo predial.	422
Tabla 93 Se presenta el resultado del CBR.....	427
Tabla 94 Niveles de drenaje estructura de pavimento	429
Tabla 95 Valores de m_i recomendados.....	430
Tabla 96 espesores periodo de diseño 20 años	433
Tabla 97 espesores periodo de diseño 15 años	434
Tabla 98 espesores periodo de diseño 10 años	434
Tabla 99. Alternativa 1 con sus respectivas Unidades Funcionales	436
Tabla 100. Alternativa 1 con sus respectivas Unidades Funcionales de Acuerdo POT vigente, Acuerdo 026 de 2009.....	436
Tabla 101. Alternativa 3 con sus respectivas Unidades Funcionales	437
Tabla 102 Índices de aleatoriedad (IA) de las matrices de comparaciones por pares, según su orden (Ormazábal, 2002)	458
Tabla 103. Valores del número difuso triangular para las diferentes categorías borrosas.....	460

LISTADO DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 Localización general.....	47
Ilustración 2 Sección típica	61
Ilustración 3 Insumos para generar MDT	63
Ilustración 4 Resultado MDT.....	64
Ilustración 5 Se traza en color Azul (El recorrido realizado) y en rojo (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente y los proyectados.	66

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	23
Fecha: 28/02/2018					

Ilustración 6 En color rojo (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente y los proyectados.....	67
Ilustración 7 En color rojo (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente y los proyectados, se traza en color azul, de acuerdo a recorrido de campo).	69
Ilustración 8 En color rojo Alternativa 2 (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente y los proyectados, la cual cruza la Carrera 56. En morado alternativa 1, la cual se trasa por la Carrera 64.....	72
Ilustración 9 En color morado Unidad funcional 3 alternativa 1.	73
Ilustración 10 En color rojo (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente, y en color naranja el nuevo trazado el cual entra al Barrio Carbonel y sale a la avenida y conecta con el barrio Luis I Andrade).	76
Ilustración 11 En color rojo (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente en color azul el nuevo trazado).	78
Ilustración 12 Localización General de la Zona de Proyecto,.	89
Ilustración 13 Se traza en color Azul la alternativa No. 1 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.	90
Ilustración 14 Se traza en color Rojo la alternativa No. 2 según acuerdo 026 de 2009 POT vigente para la ciudad de Neiva.	92
Ilustración 15 Se traza en color verde la alternativa No. 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.	93
Ilustración 16 Alternativas de trazado (Alternativa 1 Se presenta las Unidades Funcionales en color Azul UF1, Cian UF 2, Morada UF 3, Roja Unidad Funcional 4, UF 5 Color Marrón y UF 6 Color Amarillo, Alternativa No. 2 según POT de 2009	

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	24
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Color Rojo, Alternativa No. 3 la UF 3 color Blanco y UF 5 color Naranja), se resalta que la Alternativa 3 comparte las unidades Funcionales 1, 2, 4 y 6 con la Alternativa 1.....	94
Ilustración 17 Depósitos de la Formación Gigante.....	98
Ilustración 18 Izquierda, planicie generada por el abanico de Neiva sobre la que se instala la ciudad. Derecha, vertientes y escarpes de la Fm Gigante.....	103
Ilustración 19 Volúmenes via perimetral de Oriente	133
Ilustración 20 Tipos de vehículos.....	135
Ilustración 21 Columna Estratigráfica generalizada de la Cuenca del Valle Superior del Magdalena	150
Ilustración 22 Afloramiento de la Formación Saldaña Coordenadas E: 876010; N: 854861.....	151
Ilustración 23 Afloramiento de la Formación Caballos (K1c)	153
Ilustración 24 Afloramiento del Grupo Villeta (K2v) Coordenadas E: 876010; N: 854861.....	154
Ilustración 25 Afloramiento del Formación Guadalupe (K2g) Coordenadas E: 854870; N: 830463	155
Ilustración 26 Afloramiento del Formación Guadalupe (K2g) Coordenadas E: 892250; N: 840423	156
Ilustración 27 Afloramiento del Formación Seca (K2E1sc) Coordenadas E: 892650; N: 840518	157
Ilustración 28 Secuencia estratigráfica de la Formación Gualanday E: 851401; N: 829983.....	158
Ilustración 29 Afloramiento de la Formación Gualanday Inferior E: 900685; N: 854969.....	159
Ilustración 30 Afloramiento de la Formación Gualanday Medio E: 900685; N: 854969.....	160

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	25
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ilustración 31 Afloramiento de la Formación Gualanday Medio E: 900685; N: 854969	161
Ilustración 32 Afloramiento de la Formación Honda E: 859751; N: 827120	162
Ilustración 33 Afloramiento de la Formación Gigante medio E: 875342; N: 831641	164
Ilustración 34 Depósitos Aluviales de Abanico antiguo (Q1al) E: 875643; N: 831412	165
Ilustración 35 Depósitos Aluviales recientes E: 890189; N: 840843	166
Ilustración 36. Coordenadas: E=865188, N=814560, orientación al sur. Arenitas de la Formación Gigante.....	168
Ilustración 37. Coordenadas: E=865188, N=814560, orientación al sureste. Escarpe en rocas de la Formación Gigante.....	168
Ilustración 38. Escarpe en rocas de la Formación Gigante (N2gi); deposito aluvial resiente (Qalr) asociado al rio Ceibas.....	169
Ilustración 39. Coordenadas: E=863811, N=812800, orientación al noreste. Terraza alta en depósitos aluviales subrecientes.	170
Ilustración 40. Coordenadas: E= 865.305, N= 812.878, orientación al sureste. Escarpe en depósitos aluviales.....	170
Ilustración 41 Mapa Geológico escala 1:25.000. En línea continua color azul se presenta la Alternativa -1, En línea continua color rojo se presenta la Alternativa -2, En línea continua color verde se presenta la Alternativa -3.	173
Ilustración 42 Mapa UGS escala 1:25.000. En línea continua color azul se presenta la Alternativa -1, En línea continua color rojo se presenta la Alternativa -2, En línea continua color verde se presenta la Alternativa -3	177
Ilustración 43 Se observa unidad geomorfológica Lomeríos disectados – Dldi (Ambiente denudacional)	179
Ilustración 44 Proceso estabilizado, se observa antiguo Escarpe	180

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	26
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ilustración 45 Mapa de Geomorfología escala 1:25.000. En línea continua color azul se presenta la Alternativa -1, En línea continua color rojo se presenta la Alternativa -2, En línea continua color verde se presenta la Alternativa -3.	183
Ilustración 46 Alternativas de trazado (Alternativa 1 Se presenta las Unidades Funcionales en color Azul UF1, Cian UF 2, Morada UF 3, Roja Unidad Funcional 4, UF 5 Color Marrón y UF 6 Color Amarillo, Alternativa No. 2 según POT de 2009 Color Rojo, Alternativa No. 3 la UF 3 color Blanco y UF 5 color Naranja), se resalta que la Alternativa 3 comparte las unidades Funcionales 1, 2, 4 y 6 con la Alternativa 1	185
Ilustración 47 Sitio Critico, proceso estabilizado, se observa antiguo Escarpe....	185
Ilustración 48. Alternativas de trazado (Alternativa 1 Se presenta las Unidades Funcionales en color Azul UF1, Cian UF 2, Morada UF 3, Roja Unidad Funcional 4, UF 5 Color Marrón y UF 6 Color Amarillo, Alternativa No. 2 según POT de 2009 Color Rojo, Alternativa No. 3 la UF 3 color Blanco y UF 5 color Naranja), se resalta que la Alternativa 3 comparte las unidades Funcionales 1, 2, 4 y 6 con la Alternativa 1.	191
Ilustración 49 Sección típica	195
Ilustración 50 <i>Cargas de Carril</i>	204
Ilustración 51 <i>Espectro de Aceleración Sísmica</i>	206
Ilustración 52 Disposición superestructura 40 metros de luz y 80 metros de luz a salvar	225
Ilustración 53 Disposición superestructura 40 metros de luz y 80 metros de luz a salvar	225
Ilustración 54. Distribución geométrica viga o nervadura estructural.	233
Ilustración 55 <i>Geometría Estribos Extremos Tipo 1</i>	235
Ilustración 56. <i>Geometría Pila Central Tipo 1</i>	236
Ilustración 57. Dado de Transferencia – Distribución de Caissons Tipo 1	237
Ilustración 58. <i>Geometría Estribos Extremos Tipo 2</i>	238

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	27
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ilustración 59. <i>Geometría Pila Central Tipo 2</i>	239
Ilustración 60 Dado de Transferencia – Distribución de Caissons Tipo 1	240
Ilustración 61 Dado de Transferencia – Distribución de Caissons Tipo 2	241
Ilustración 62 Sistemas Estructurales para Puentes en función de la Luz	245
Ilustración 63 Procesos Constructivos para Puentes en función de la Luz	246
Ilustración 64. Totales mensuales de precipitación, estación Gironda La HDA. ..	259
Ilustración 65. Totales mensuales de precipitación, estación Apto Benito Salas. Fuente: Geocing S.AS.	260
Ilustración 66. Totales mensuales de precipitación, estación Palacio Vegalarga. Fuente: Geocing S.AS.	261
Ilustración 67. Totales mensuales de precipitación, estación Santa Helena. Fuente: Geocing S.AS.	262
Ilustración 68. Precipitación máxima en 24 horas, estación Gironda La HDA. Fuente: Geocing S.AS.	263
Ilustración 69. Precipitación máxima en 24 horas, estación APTO BENITO SALAS. Fuente: Geocing S.AS.	264
Ilustración 70. Precipitación máxima en 24 horas, estación PALACIO VEGALARGA. Fuente: Geocing S.AS.	265
Ilustración 71. Precipitación máxima en 24 horas, estación SANTA HELENA. Fuente: Geocing S.AS.	266
Ilustración 72. Comparativo gráfico de las diferentes distribuciones. Fuente: Geocing S.AS.	272
Ilustración 73. Comparativo gráfico de las diferentes distribuciones.....	273
Ilustración 74. Curva IDF, Estación Gironda La HDA	274
Ilustración 75. Histograma de precipitación total. Estación Gironda la HDA.	275
Ilustración 76. Medios mensuales de caudales, estación GUAYABO. Fuente: Geocing S.AS.	276
Ilustración 77. Máximos mensuales de caudales, estación GUAYABO.	277

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	28
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ilustración 78. Mínimos mensuales de caudales, estación GUAYABO.....	278
Ilustración 79. Integración de máximos, medios y mínimos mensuales de caudales, estación GUAYABO.....	279
Ilustración 80. Modelo Hidrológico implementado en HEC HMS.	282
Ilustración 81. Hidrógrama de creciente para 2.33 años.....	283
Ilustración 82. Hidrógrama de creciente para 5 años.....	284
Ilustración 83. Hidrógrama de creciente para 10 años.....	284
Ilustración 84. Hidrógrama de creciente para 15 años.....	285
Ilustración 85. Hidrógrama de creciente para 25 años.....	285
Ilustración 86. Hidrógrama de creciente para 50 años.....	286
Ilustración 87. Hidrógrama de creciente para 100 años.....	286
Ilustración 88. Hidrógrama de creciente para 500 años.....	287
Ilustración 89. Hidrógrama de creciente para 1000 años.....	287
Ilustración 90. Valores totales mensuales de Brillo Solar (Horas).....	290
Ilustración 91. Valores totales mensuales de evaporación (mms).	291
Ilustración 92. Valores Medios Mensuales de Humedad (%).	292
Ilustración 93. Valores Medios Mensuales de Nubosidad (Octas).	293
Ilustración 94. Valores Medios Mensuales de Nubosidad (Octas).	293
Ilustración 95. Valores Medios Mensuales de Punto de Rocío (°C).	294
Ilustración 96. Valores Totales Mensuales de Precipitación (mm).	295
Ilustración 97. Valores Máximos Mensuales de Precipitación en 24 horas (mm).	296
Ilustración 98. Valores Medios Mensuales de Temperatura (°C).	297
Ilustración 99. Valores Medios Mensuales de Tensión de Vapor.....	298
Ilustración 100 Ortofotomosaico de localización general del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.	300
Ilustración 101 Restitución del ortofotomosaico, identificación de los cauces secos y mojados del río Magdalena; entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.....	301

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	29
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ilustración 102 Ortofotomosaico de localización general del área de influencia del río Magdalena, entre los municipios de Palermo, casco urbano de Neiva y secciones de análisis en el río Magdalena.	302
Ilustración 103 Nube de puntos obtenida en el levantamiento hidrotopográfico del área de influencia del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.....	303
Ilustración 104 Modelo de elevación digital del terreno – TIN del levantamiento hidrotopográfico del área de influencia del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.	304
Ilustración 105 Modelo de elevación digital del terreno – TIN del área de influencia del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva y secciones de análisis.	305
Ilustración 106 Localización general del área de estudio y la estación hidrológica utilizada.....	308
Ilustración 107 Serie de tiempo de caudales medios diarios Río Magdalena - Estación Puente Santander – enero 01 de 1972 a diciembre 31 de 2013	309
Ilustración 108 Serie de tiempo de niveles diarios Río Magdalena - Estación Puente Santander – enero 01 de 1972 a diciembre 31 de 2013.....	309
Ilustración 109 Curva estacional de niveles diarios Río Magdalena - Estación Pte. Santander - 21097070 – 1987 - 2011	313
Ilustración 110 Curva de duración de niveles diarios Río Magdalena - Estación Pte. Santander - 21097070	313
Ilustración 111 Distribución de niveles medios mensuales multianuales Río Magdalena - Estación Pte. Santander - 21097070 – 1987 - 2011	314
Ilustración 112 Curva estacional de caudales diarios Río Magdalena - Estación Pte. Santander - 21097070 – 1987 - 2011	314
Ilustración 113 Curva de duración de caudales diarios Río Magdalena - Estación Pte. Santander – 21097070	315

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	30
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ilustración 114 Distribución de caudales medios mensuales multianuales Río Magdalena - Estación Pte. Santander - 21097070 – 1987 - 2011	315
Ilustración 115 Periodos de retorno Vs. Niveles Máximos Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011	317
Ilustración 116 Probabilidad de ocurrencia de Niveles Máximos Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011	318
Ilustración 117 Periodos de retorno Vs. Caudales Máximos Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011	319
Ilustración 118 Probabilidad de ocurrencia de Caudales Máximos Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011	320
Ilustración 119 Modelo hidráulico HEC-RAS del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.....	325
Ilustración 120 Modelo 3D HEC-RAS del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	326
Ilustración 121 Modelo HEC-RAS del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Caudal de calibración.....	328
Ilustración 122 Modelo 3D HEC-RAS del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Caudal de calibración.....	328
Ilustración 123 Perfil longitudinal del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Caudal de calibración.....	329
Ilustración 124 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Caudal de calibración.....	329

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	31
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ilustración 125 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 2 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva	331
Ilustración 126 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 2 años	332
Ilustración 127 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 2 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	334
Ilustración 128 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 2,0 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	335
Ilustración 129 Perfil longitudinal de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 5 años en el Río Magdalena	336
Ilustración 130 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 5 años	337
Ilustración 131 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 5 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	339
Ilustración 132 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 5 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	340
Ilustración 133 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 15 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva	341

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	32
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ilustración 134 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 15 años	342
Ilustración 135 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 15 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	344
Ilustración 136 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 15 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	345
Ilustración 137 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 25 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva	346
Ilustración 138 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 25 años	347
Ilustración 139 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 25 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	349
Ilustración 140 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 25 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	350
Ilustración 141 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 50 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva	351
Ilustración 142 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 50 años	352

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	33
Fecha: 28/02/2018					

Ilustración 143 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 50 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	354
Ilustración 144 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 50 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	355
Ilustración 145 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 100 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva.....	356
Ilustración 146 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 100 años	357
Ilustración 147 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 100 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	359
Ilustración 148 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 100 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	360
Ilustración 149 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 500 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva.....	361
Ilustración 150 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 500 años	362
Ilustración 151 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 500 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	364

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	34
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ilustración 152 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 500 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	365
Ilustración 153 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 1000 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva.....	366
Ilustración 154 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 1000 años	367
Ilustración 155 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 1000 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.....	369
Ilustración 156 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 1000 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	370
Ilustración 157 Mapa de amenaza de inundación por desbordamiento del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva	373
Ilustración 158 Mapa de amenaza de inundación por desbordamiento del Río Magdalena con Obras-Amenaza Futura.....	374
Ilustración 159 Histograma de precipitación mensual multianual	375
Ilustración 160 Histograma de Precipitaciones Máximas y Mínimas en 24 horas. (Mm.)	376
Ilustración 161 Representación gráfica de la probabilidad de Gumbel para la precipitación.....	377
Ilustración 162 Histograma de Intensidades Máximas y Mínimas. (mm / h.)	379
Ilustración 163 DELIMITACION DE LA CUENCA A ESTUDIAR (Parte alta del rio del Oro)	382
Ilustración 164 Perfil longitudinal del cauce del rio del oro.	384

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	35
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ilustración 165 Áreas entre Curvas de Nivel.....	387
Ilustración 166 Órdenes de corriente según Strahler (Gregory, Op. cit.).	392
Ilustración 167 Orden de Red de Drenaje.....	393
Ilustración 168 Hidrógrama adimensional del Soil Conservation Service (SCS). 413	
Ilustración 169 de SN calculado Periodo de diseño de 20 años.	432
Ilustración 170 de SN calculado periodo de diseño de 15 años.	432
Ilustración 171 de SN calculado periodo de diseño de 10 años.	433
Ilustración 172 Sección típica	435
Ilustración 173 Se traza en color Azul la Unidad Funcional No. 1 Alternativas No. 1 y 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.....	438
Ilustración 174 Se traza en color Cianl la Unidad Funcional No. 2 Alternativas No. 1 y 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.....	440
Ilustración 175 Se traza en color Morado la Unidad Funcional No. 3 Alternativa No. 1 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.....	441
Ilustración 176 Se traza en color Blanco la Unidad Funcional No. 3 Alternativa No. 1 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.....	442
Ilustración 177 Se traza en color Rojo la Unidad Funcional No. 4 Alternativas No. 1 y 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.....	443
Ilustración 178 Se traza en color Café la Unidad Funcional No. 5 Alternativa No. 1 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.	444

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	36
Fecha: 28/02/2018					

Ilustración 179 Se traza en color Naranja la Unidad Funcional No. 5 Alternativa No. 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.....	445
Ilustración 180 Se traza en color Amarillo la Unidad Funcional No. 4 Alternativas No. 1 y 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.	446
Ilustración 181 Se traza en color Azul la alternativa No. 1 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.	447
Ilustración 182 Se traza en color Rojo la alternativa No. 2 según acuerdo 026 de 2009 POT vigente para la ciudad de Neiva.	450
Ilustración 183 Se traza en color verde la alternativa No. 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.	451
Ilustración 184. Diagrama de flujo del proceso propuesto para la evaluación de los pesos ponderados normalizados utilizando metodología AHP-difuzza.....	455
Ilustración 185. Calificación difusa de los criterios de calificación AHP (relación directa).....	460
Ilustración 186 Calificación difusa de los criterios de calificación AHP (relación inversa)	460
Ilustración 187 Matriz de evaluación General	466
Ilustración 188 Matriz de evaluación Económico	466
Ilustración 189 Matriz de evaluación Social	467
Ilustración 190 Matriz de evaluación Ambiental	467

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	37
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL.</p>		

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1 Información existente Suministrada por la supervisión y el Equipo del POT.

Anexo 2 Matriz de Impacto Ambiental de las Alternativas.

Anexo 3 Cálculo del tráfico de las estaciones.

Anexo 4 Estimación de los Caudales mediante el método Racional.

Anexo 5 Afectación predial de las Alternativas.

Anexo 6 Matriz Criterios de Decisiones.

Anexo 7 Costos Estimados de las Alternativas.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	38
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL.</p>		

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presenta el informe final del contrato de consultoría No. 1112 de 2017 cuyo objeto es *“REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.”* realizado por GEOCING S.A.S. y supervisado por el ingeniero Andrés G. Zapata Paredes con el apoyo del área de planeación de ordenamiento territorial POT del municipio de Neiva del departamento del Huila.

En éste se podrá encontrar información general del proyecto, acerca de la realización y ejecución de los informes técnicos de las actividades realizadas en los mes de ejecución por los profesionales de consultoría; con respecto a los siguientes componentes:

Recopilación de información; en este capitulo se encuentra la tabulación de los documentos entregados por funcionarios de la Alcaldía de Neiva del Area del POT y el supervisor del contrato, con respecto a la infromacion existente para el proyecto de la avenida circunvalar de Oriente.

Recorrido de campo; en este capitulo se podrá encontrar una descripción de la visita técnica realizada el 16 de Noviembre de 2017 por los profesionales de la Alcaldía de Neiva equipo del POT, el supervisor del contrato y consultoría Geocing SAS al lugar de estudio.

Normatividad vigente aplicable al proyecto; en este capitulo se presenta las normas aplicables a la construcción de la alternativa seleccionada de la avenida circunvalar de oriente del municipio de Neiva.

Diagnostico de la situación actual; en el capitulo de diagnostico de la situación actual de la avenida circunvalar de oriente del Municipio de Neiva se baso en la recopilación de información técnica: geología, geomorfología, geotecnia, hidrología e hidráulica, cartográfica y normativas existentes, consultando las entidades oficiales que tengan influencia en el sector objeto del estudio, la cual fue suministrada por el Municipio y siguiendo lo estipulado por el contrato en la Clausula Tercera – Derechos y Obligaciones del Municipio.

Elaboracion de estudio cartográfico regional, en este capitulo se presenta, el Modelo Digital de Terreno (MDT) generado con base a las curvas de nivel obtenidas dela información IGAC en escala 1:25000 y las curvas entregadas por la el equipo del Paln de Ordenamiento Territorial - POT de la Alcaldía de Neiva, escala 1:2000 del Casco Urbano del municipio de Neiva.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	39
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL.</p>		

Diagnostico Ambiental De Alternativas; en este capitulo se realizó el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) para cada una de las tres alternativas propuestas para la construcción de la avenida circunvalar de oriente del Municipio de Neiva; con el fin de identificar, evaluar y cuantificar los impactos que podrían ocurrir como consecuencia de las actividades del proyecto y finalmente, proponer las medidas para prevenir, mitigar o compensar los potenciales impactos, así como un plan de contingencia para las emergencias ambientales.

Evaluacion del transito existente; en se capitulo se tuvo en cuenta los datos obtenidos del informe realizado por la secretaria de transito del municipio de Neiva cuyo objeto fue el “Estudio para establecer el tránsito que a futuro circulará por la vía perimetral de oriente, con base en La toma de información de campo y su proyección, determinando la matriz origen - destino de dicha vía, así como el nivel de servicio de diseño,

Análisis Geotécnico, en este capitulo se presenta la descripción de los sitios susceptibles a problemas de estabilidad geotécnica con su respectiva localización de acuerdo a las visitas de campo realizadas por los profesionales de esta consultoría y acordados con los profesionales de la Alcaldía de Neiva equipo del POT y el supervisor del contrato.

Diseño de pavimentos; en este capitulo se realizó el análisis de las variables de diseño y materiales de construcción para definir la estructura de pavimento para la Rehabilitación y Mejoramiento de la proyectada Avenida Circunvalar de Oriente en la Ciudad de Neiva Huila.

Selección de alternativas, En este capitulo se presenta la descripción de cada una de las alternativas evaluadas con su respectiva localización, de acuerdo al recorrido de campo realizada conjuntamente el 16 de Noviembre de 2017 por los profesionales de la Alcaldía de Neiva equipo del POT, el supervisor y el consultor, de igual manera los recorridos de campo realizados por el consultor y reportados al supervisor y al equipo del POT de la Alcaldia de Neiva y socializados para tomar la mejor decisión en conjunto para los respectivos trazados de la Avenida circunvalar de oriente en el Municipio de Neiva.

Diseño Geométrico, en este capitulo se presentan los trazados de las alternativas seleccionadas por el equipo del POT del municipio de Neiva el supervisor y la consultoria de acuerdo a las mesas de trabajo conjuntas, en el capitulo se presentan los parámetros generales de diseño Geometrico – valores minimos de diseño.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	40
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Diseño de obras estructurales; en el respectivo Capitulo se describe el análisis y estudio de prefactibilidad de tres tipos de puentes definidos para la via circunvalar de oriente en la ciudad de Neiva en el departamento del Huila, los puentes vehiculares están definidos por una sección del tablero de 21 metros, la cual debe costar de dos calzadas cada una con dos carriles con sus debidas bermas y barreras de protección y un separados central estimado de 1 metro, este tablero de cuatro carriles debe cubrir tres tipos de luces 40 metros, 80 metros y 220 metros de luz aproximadamente, la nueva estructura vial que soporta estas dos calzadas con su separados y las debidas barreras de protección a cada costado, generando un nuevo pontón con un ancho de 21 metros a lo largo del viaducto.

Estudios de Hidrologia; en el presente capitulos se presentan todos los análisis hidrológicos e hidráulicos realizados, tendientes a encontrar los caudales en eventos de crecientes máximas para el periodo de retorno de 2.33, 5, 10, 15, 25, 50, 100 años, para este procedimiento se utilizara la metodología del modelo lluvia – escorrentía, empleados en los informes base o de recopilación de información existente los cuales se relacionan a continuación:

- GEOCING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RIO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014.
- Estudios hidrológicos hidráulicos y de socavación para la micro cuenca del rio Oro del Municipio de Neiva, Estudios Basicos para el diseño del puente Mesitas de la Ciudad de Neiva

Para el contrato No.1112 de 2017 cuyo Objeto es “*REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.*” realizado por GEOCING S.A.S.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	41
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Matriz de criterios metodología AHP determinación de alternativas; en el respectivo Capitulo se Determinar la alternativa más viable de la Avenida Circunvalar de Oriente en el municipio de Neiva, luego de la evaluación de los criterios económicos, sociales y ambientales, empleando el método de estimación por el Análisis de Procesos Jerárquicos (AHP por sus siglas en inglés), que consiste en utilizar el juicio de expertos, para ayuda en la toma de decisiones debido a que se basa en múltiples criterios de decisión.

El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas. Esta matriz fue determinada por el grupo de expertos de la consultoria, avalada y aprobada por el supervisor y el grupo del POT del Municipio de Neiva.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	42
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL.</p>		

2. INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO

2.1 OBJETO CONTRACTUAL

“REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA”.

2.2 ENCARGADOS

- Entidad contratante: Municipio de Neiva
- Contratista: GEOCING S.A.S.
- Supervisión: INGENIERO ANDRÉS G. ZAPATA PAREDES

2.3 PLAZO DE EJECUCIÓN

CLÁUSULA SÉPTIMA. – PLAZO: El plazo máximo previsto para la ejecución del contrato se ha estimado en TRES (3) MESES, contados a partir del acta de inicio sin superar el 31 de Diciembre de 2017.

Fecha de iniciación: 1 de Noviembre del 2017

Fecha de finalización inicial: 31 de Diciembre del 2017

Otro SI N° 01: “(...) Que el día 01 del mes noviembre de 2017 se suscribió acta de inicio. C). Que el contrato a la fecha se encuentra en ejecución. D) Que el plazo de ejecución establecido en la cláusula séptima, el plazo máximo previsto para la ejecución del contrato se ha estimado en tres (3) meses, contados a partir del acta de inicio sin superar el 31 de diciembre de 2.017. E) Que el 15 de Noviembre de 2017, la firma Geocing S.A.S., remite el oficio No. GE-17 4260/416 0005 al supervisor del contrato, el Ing. Andrés G. Zapata P. en el cual solicita prorroga al contrato de consultoría No. 1112 de 2017 en un plazo de Treinta (30) días más para garantizar los trabajos del contrato, para que en total se ejecute en un PLAZO de Cuatro (04) meses, esto es hasta el 1 de Marzo de 2018.”

Fecha de finalización Actual: 1 de Marzo del 2018.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	43
Fecha: 28/02/2018					

 	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA. CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017	
INFORME FINAL.		

2.4 VALOR CONTRATO

El valor del contrato es la suma de ciento cuarenta y siete millones mil ciento sesenta y siete pesos con cincuenta y seis centavos (\$147.001.167,56) incluido IVA, en la Tabla 1 se presenta el presupuesto oficial:

Tabla 1 Presupuesto Oficial

1. COSTOS DE PERSONAL							
ÍTEM	CANTIDAD	DEDICACION (%)	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD UNIDAD DE MEDIDA	VALOR UNITARIO	FACTOR PRESTACIONAL	VALOR TOTAL
Mano de Obra Calificada							
DIRECTOR DE CONSULTORÍA – INGENIERO CIVIL. Deberá acreditar mínimo (5) años de experiencia general como ingeniero civil y experiencia específica de acuerdo al pliego de condiciones.	1	50%	mes	3.0	4,150,000	2.209515	\$ 13,754,231
INGENIERO CIVIL (Ingeniero Civil con mínimo un contrato de consultoría de estudios, diseños o trazados de vías.	1	70%	mes	3.0	2,500,000	2.209515	\$ 11,599,954
INGENIERO CIVIL CON ESPECIALIZACIÓN EN VÍAS.Deberá acreditar mínimo cinco (05) años en experiencia general y experiencia específica de acuerdo al pliego de condiciones.	1	40%	mes	3.0	3,200,000	2.209515	\$ 8,484,538
INGENIERO CIVIL CON ESPECIALIZACIÓN EN GEOTECNIA. Deberá acreditar mínimo cinco (05) años en experiencia general y experiencia específica de acuerdo al pliego de condiciones.	1	50%	mes	3.0	3,200,000	2.209515	\$ 10,605,672
GEOLOGO. Geologo (con experiencia específica mínimo un (1) contrato de consultoría de estudios o diseños de vías en el cargo de Geologo	1	70%	mes	3.0	2,500,000	2.209515	\$ 11,599,954
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS. Ing. Civil con Especialización en Estructuras (con experiencia específica mínimo un (1) contrato de consultoría de estudios o diseños de vías en el cargo de especialista en Estructuras)	1	40%	mes	3.0	3,200,000	2.209515	\$ 8,484,538
INGENIERO AMBIENTAL. Ing. Ambiental (con experiencia específica mínima en un (1) contrato de consultoría de estudios o diseños de vías en el cargo de especialista en Hidráulica o ingeniero de consultoría)	1	40%	mes	3.0	2,500,000	2.209515	\$ 6,628,545
ESPECIALISTA EN HIDRAULICA. Ing. Civil con Especialización en Hidráulica (con experiencia específica mínima de un (1) contrato de consultoría de estudios o diseños de vías en el cargo de especialista en Hidráulica o ingeniero de consultoría)	1	50%	mes	3.0	3,200,000	2.209515	\$ 10,605,672
INGENIERO CATASTRAL. Ingeniero Catastral (con experiencia específica mínima de un (1) contrato de consultoría de estudios o diseños de vías en el cargo de Ingeniero residente o profesional de consultoría)	1	50%	mes	3.0	2,500,000	2.209515	\$ 8,285,681
ESPECIALISTA EN TRANSPORTE. Ing. Civil con Especialización en transporte (con experiencia específica mínima de un (1) contrato de consultoría de estudios o diseños de vías en el cargo de especialista en Transporte o ingeniero consultoría)	1	40%	mes	3.0	3,200,000	2.209515	\$ 8,484,538
DIBUJANTE	2	100%	mes	3.0	1,350,000	2.209515	\$ 17,897,072
SUBTOTAL PERSONAL (Mano de Obra Calificada)							\$ 116,430,393
2. COSTOS DIRECTOS							
ÍTEM			UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD UNIDAD DE MEDIDA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	
Vehículo de 2000 c.c (Incluye conductor)			Mes	2	\$ 2,300,000	\$ 4,600,000	
Edición de informes, papelería, reproducción de documentos, planos,			Mes	2.5	\$ 1,000,000	\$ 2,500,000	
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS						\$ 7,100,000	
SUBTOTAL (Costos Personal + Costos Directos)						\$ 123,530,393	
Subtotal antes de IVA						\$ 123,530,393	
IVA						19%	\$ 23,470,775
TOTAL						\$ 147,001,168	

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	44
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

2.5 PERSONAL QUE LABORÓ

A continuación se presenta el personal profesional para el desarrollo del proyecto:

Tabla 2 Personal profesional del Proyecto.

CARGO	PERSONAL
DIRECTOR DE CONSULTORÍA – INGENIERO CIVIL.	Flabio Soler Sierra
INGENIERO CIVIL.	Jair Andrés Parra G
INGENIERO CIVIL CON ESPECIALIZACIÓN EN VÍAS.	Carlos Hernández Zamora
INGENIERO CIVIL CON ESPECIALIZACIÓN EN GEOTECNIA.	Milton Vieda
GEÓLOGO.	Henio Pinzón
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS.	Lucas Montaña
INGENIERO AMBIENTAL.	Sergio Rocero
ESPECIALISTA EN HIDRÁULICA.	German Monsalve
INGENIERO CATASTRAL	Michael Alexander Soriano Mateus
ESPECIALISTA EN TRANSPORTE.	Juan Chilatra Perdomo
DIBUJANTE No 1	Yuliet Ceron
DIBUJANTE No 2	Camilo García

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	45
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

3. LOCALIZACIÓN

La ciudad de Neiva está localizada en la zona alta del río Magdalena, margen derecha, y al norte del Departamento del Huila, a 312 Kms al sur de Bogotá. Tiene una altura media de 442 msnm y temperatura promedio de 28°C. Limita con los municipios de Aipe, Tello, Rivera, Palermo y San Vicente del Caguán en el Departamento del Caquetá. El sistema hidrográfico del municipio comprende las corrientes que descienden por las vertientes de las dos cordilleras hasta el río Magdalena, entre los cuales se destacan los ríos Baché, Ceibas, Fortalecillas y del Oro.

El área urbana del municipio está ubicada en el sector alto del valle transversal del río Magdalena. El terreno se escalona con curvas de nivel en sentido predominante sur – norte, siendo tres las principales vertientes del centro que corren aproximadamente paralela a la carrera 1, la del Altico paralela a la carrera 10 y la de la parte oriental que configura las terrazas orientales donde se asientan los barrios de La Gaitana, Monserrate y el Jardín. Las zonas montañosas tienen alturas que van desde los 430 msnm, punto localizado en la desembocadura de la quebrada el Venado en el Río Magdalena hasta su cota más alta 581 msnm, situada en su sector oriental en el barrio Las Palmas.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	46
Fecha: 28/02/2018					

LOCALIZACIÓN GENERAL NEIVA

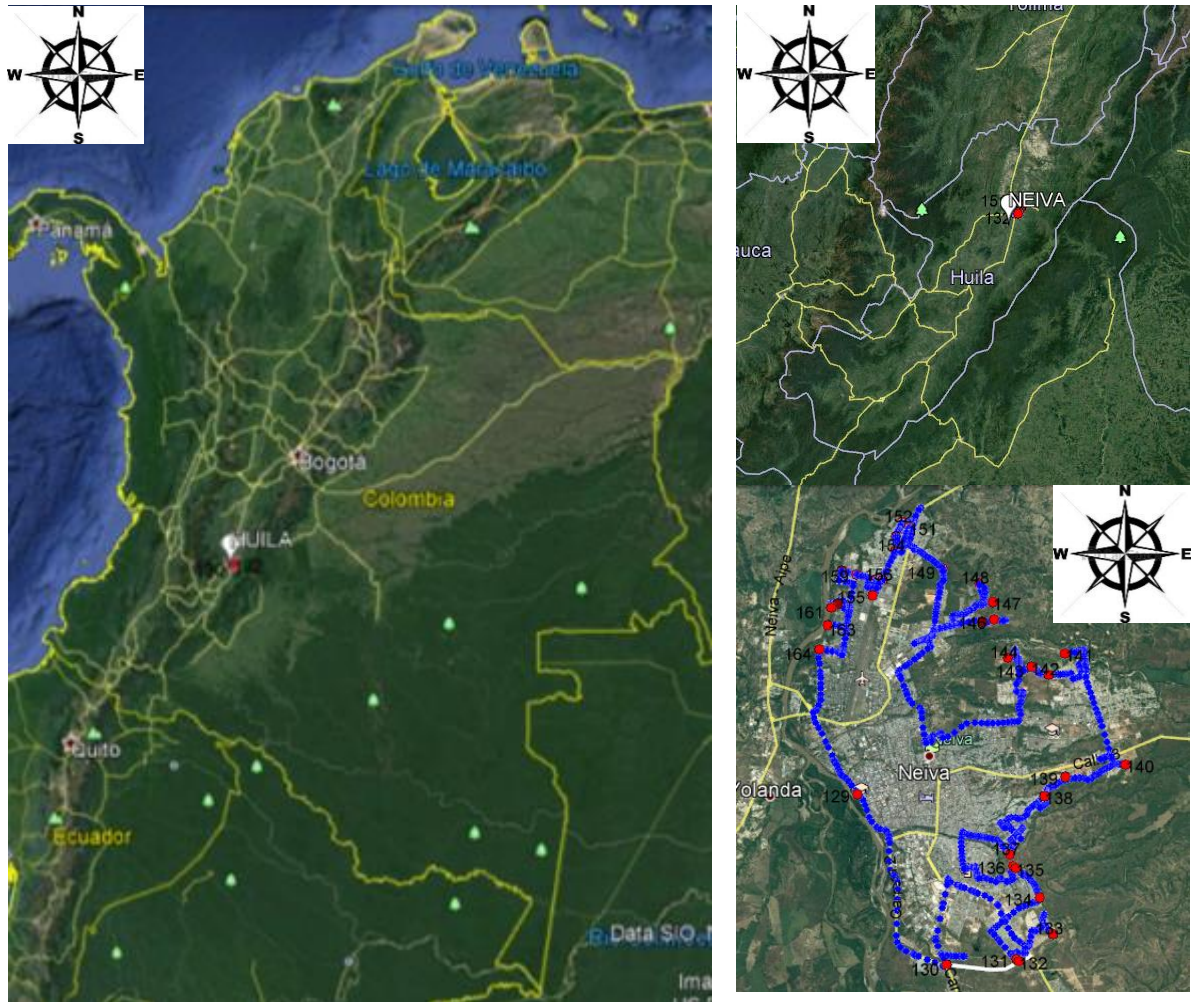


Ilustración 1 Localización general

Fuente: Google Earth, 2017

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	47
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Se compiló y analizó la información existente entregada por parte del Equipo del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio de Neiva, liderado por el Arquitecto Miguel Serrato, información disponible de la zona de estudio como inventarios detallados de movimientos en masa, estudios geológicos, geotécnicos, pluviométricos, cartografía base, entre otros.

La siguiente información existente correspondiente a la zona de estudio, fue recopilada para realizar el respectivo análisis acerca de la situación actual de la zona, para esto fue necesario solicitar dicha información a las entidades mencionadas con anterioridad.

Teniendo en cuenta los antecedentes de las unidades hidrográficas, hidrológicas, geológicas, geomorfológicas y geología estructural del área de estudio; a continuación se realiza el análisis de la información obtenida por cada entidad.

4.1 INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

En este apartado se compila la información de cartografía, referente a planos de localización, geología, geomorfología, suelos, sismología, uso y cobertura, entre otros, con relación a las zonas de estudio, el cual se encuentra en Digital en el Anexo 1.

Tabla 3 Compilación de cartografía existente.

ENTIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN	AÑO	FORMATO	ESCALA
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	CG-01 Clasificación General del Territorio	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	CG-02 Patrimonio Arquitectónico, Cultural e Histórico	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	CG-03 Áreas Turísticas Prioritarias	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-01 Localización General	Plano	2009	pdf	Indicadas

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	48
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

ENTIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN	AÑO	FORMATO	ESCALA
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-02 Localización Resguardo Indígena	Plano	2009	pdf	Indicadas
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-03 Urbano Regional	Plano	2009	pdf	1:30.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-04 Mapa Basico	Plano	2009	pdf	1:30.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-05 Hidrografía	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-06 Unidades Climáticas	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-07 Zonas de Vida	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-08 Geología	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-9 Geomorfología	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-10 Suelos	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-11 Cobertura y uso actual del suelo	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-12 Capacidad de Uso	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-13 Conflictos por uso del suelo	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE	D-14 Pendientes	Plano	2009	pdf	1:75.000

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	49
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

ENTIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN	AÑO	FORMATO	ESCALA
NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.					
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-15 Susceptibilidad a Amenazas	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	D-16 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FR-01 División Político Administrativa	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FR-02 Sistema Ambiental	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FR-03 Plan Vial	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FR-04 Equipamientos	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FR-05 Perímetros Centros Poblados	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FR-06 Minero Energético	Plano	2009	pdf	1:75.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-01 Mapa Básico	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-02 División Político Administrativa	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-03 Distribución Físico Espacial y de Desarrollo Funcional	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE	FU-04 Sistema Hídrico	Plano	2009	pdf	1:12.000

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	50
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

ENTIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN	AÑO	FORMATO	ESCALA
NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.					
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-05 Sistema Ambiental	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-06 Amenazas	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-07 Riesgos	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-08 Zonificación Ambiental	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-09 Perfiles del Plan Vial	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-10 Sistema Vial Estructurante	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-11 Sistema de Transporte Publico Colectivo	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-12 Espacio Publico	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-13 Equipamientos Urbanos	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-14 Red Acueducto	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-15 Red Alcantarillado	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-16 Áreas para la disposición de escombros	Plano	2009	pdf	1:12.000

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	51
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

ENTIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN	AÑO	FORMATO	ESCALA
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-17 Localización Predios VIS	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-18 Tratamientos Urbanísticos	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-19 Usos del Suelo	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-20 Planes Parciales	Plano	2009	pdf	1:12.000
MUNICIPIO DE NEIVA – EQUIPO TÉCNICO P.O.T.	FU-21 Cono de Aproximación	Plano	2009	pdf	1:15.000
Epam s.a. esp.	Localización de estaciones para monitoreo de ruido y aire	Plano	2012	dwg	1:10.000
Epam s.a. esp	Modelos de dispersión: CO, NOx, SOx, THC, PM10 Promedio 24 horas anual 2011-2012	Plano	2012	dwg	1:10.000
Epam s.a. esp	Nivel sonoro Equivalente diurno ambiental en dB (Laeqd) 3.1	Plano	2012	dwg	1:10.000
Epam s.a. esp	Nivel sonoro Equivalente diurno ambiental en dB (Laeqd) 3.2	Plano	2012	dwg	1:10.000
Epam s.a. esp	Nivel sonoro Equivalente según modelo INM en dB (Laeqd)	Plano	2012	dwg	1:10.000
Epam s.a. esp	Nivel sonoro Equivalente diurno Laeqd (dB) Modelo INM 3.4	Plano	2012	dwg	1:10.000
Epam s.a. esp	Nivel sonoro Equivalente	Plano	2012	dwg	1:10.000

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	52
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

ENTIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN	AÑO	FORMATO	ESCALA
	diurno Laeqd (dB) Modelo INM 3.5				
Epam s.a. esp	Nivel sonoro Equivalente diurno Laeqd (dB) Modelo INM 3.6	Plano	2012	dwg	1:10.000
Idom	Susceptibilidad De Los Procesos De Remoción En Masa Método Bivariante	Plano	No Indica	pdf	1:18.000
Idom	Inundaciones, periodo de retorno 3 años	Plano	No Indica	pdf	1:10.000
Idom	Inundaciones, periodo de retorno 25 años	Plano	No Indica	pdf	1:10.000
Idom	Inundaciones, periodo de retorno 50 años	Plano	No Indica	pdf	1:10.000
Idom	Inundaciones, periodo de retorno 100 años	Plano	No Indica	pdf	1:10.000
Idom	Perdida Anual Esperada	Plano	No Indica	pdf	1:3.500
Idom	Peligrosidad, periodo de retorno 475 años	Plano	No Indica	pdf	1:35.000
Idom	Peligrosidad, periodo de retorno 975 años	Plano	No Indica	pdf	1:35.000

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	53
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

ENTIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN	AÑO	FORMATO	ESCALA
Idom	Vulnerabilidad	Plano	No Indica	pdf	1:35.000
Idom	Riesgo Sísmico	Plano	No Indica	pdf	1:30.000
Idom	Mapa de limitantes constructivas	Plano	No Indica	pdf	1:15.000
CONSORCIO V y V INGENIERÍA	Localización general Planta, perfil, Geometría cantidades totales de materiales	Plano	2009	dwg	Indicadas
CONSORCIO V y V INGENIERÍA	Estribo Dimensionamiento y refuerzo, Cantidades de materiales Altura = 6.00 m	Plano	2009	dwg	Indicadas
CONSORCIO V y V INGENIERÍA	Viga en concreto potensado Lc= 30.00 m Dimensionamiento y reforzamiento (Tensionado y no Tensionado)	Plano	2009	dwg	Indicadas
CONSORCIO V y V INGENIERÍA	Placa y riostras en concreto reforzado Lc=30.00 m Ancho Tablero = 9.60 m Dimensionamiento y Refuerzo, Cantidades de Materiales	Plano	2009	dwg	Indicadas
CONSORCIO V y V INGENIERÍA	Detalles generales Placa de Acceso, Drenes, Barandas, Juntas, Apoyos de Neopreno Ancho Tablero = 9.60 m	Plano	2009	dwg	Indicadas
CONSORCIO V y	Plano de Altitudes de la	Plano	2009	pdf	Indicadas

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	54
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

ENTIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN	AÑO	FORMATO	ESCALA
V INGENIERÍA	micro cuenca en estudio				
CONSORCIO V y V INGENIERÍA	Delimitación del área de estudio de la microcuenca	Plano	2009	dwg	Indicadas
CONSORCIO V y V INGENIERÍA	Diseño Urbanístico	Plano	2009	dwg	Indicadas
CONSORCIO V y V INGENIERÍA	Planta Perfil Geométrico de la Vía	Plano	2009	dwg	Indicadas
MUNICIPIO DE NEIVA	Redes existentes Cra 6 W Calle 48 a 64 Municipio de Neiva-Huila 1	Plano	2015	dwg	No Indica
MUNICIPIO DE NEIVA	Redes existentes Cra 6 W Calle 48 a 64 Municipio de Neiva-Huila 2	Plano	2015	dwg	No Indica
MUNICIPIO DE NEIVA	Redes existentes Cra 6 W Calle 48 a 64 Municipio de Neiva-Huila 3	Plano	2015	dwg	No Indica
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	Plano general detalles estructuraras aguas lluvias	Plano	2014	pdf	Sin Escala
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	Plano general palna Aguas lluvias	Plano	2014	pdf	Sin Escala
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	Plano general perfil aguas lluvias	Plano	2014	pdf	Sin Escala
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	Planta perfil del diseño de la vía abscisa k0+000 al k0+940	Plano	2015	dwg	H: 1:1000 V:1:1000

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	55
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

ENTIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN	AÑO	FORMATO	ESCALA
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	Planta perfil del diseño de la vía abscisa k0+940 al k1+140	Plano	2015	dwg	H: 1:1000 V:1:1000
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	Perfil puente Carrera 6W entre Calles 51 y 54	Plano	2015	dwg	1:100
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	CORTE LONGITUDINAL PUENTE CARRERA 6W ENTRE CALLES 51 Y 54 -PLANTA GENERAL PUENTE CARRERA 6W ENTRE CALLES 51 Y 54	Plano	2015	dwg	1:100
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	PLANTA CIMENTACIÓN PLANTA ESTRUCTURAL	Plano	2015	dwg	1:100
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	CORTE TRANSVERSAL ESTRIBO K0+378.50 DIMENSIONES Y ARMADURA ARMADURA DE PILOTES	Plano	2015	dwg	1:50
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	ARMADURA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE LA LOSA DE TABLERO. ARMADURA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DEL DIAFRAGMA TIPICO. SECCION EN EL CENTRO DE LA LUZ.	Plano	2015	dwg	1:50
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	CORTE TRANSVERSAL PILA 1 K0+410.50 -DIMENSIONES Y ARMADURA PILA 1 K0+410.50 -ARMADURA DE PILOTES -ARMADURA DE ZAPATAS -SECCION COLUMNAS Y SECCION VIGA	Plano	2015	dwg	1:50

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	56
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

ENTIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN	AÑO	FORMATO	ESCALA
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	CONTRATO No. 890 DE 2014 OBJETO: ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTINUACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRERA 6W ENTRE LAS CALLES 48 A LA 64. COMUNA 1 MUNICIPIO DE NEIVA -DEPARTAMENTO DEL HUILA	Plano	2015	dwg	1:50
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	-CORTE TRANSVERSAL PILA 3 K0+474.50 -DIMENSIONES Y ARMADURA PILA 3 K0+474.50 -ARMADURA DE PILOTES -ARMADURA DE ZAPATAS -SECCIONE COLUMNAS Y SECCION VIGA	Plano	2015	dwg	1:50
INGESUELOS DE COLOMBIA LDA.CONSORCIO	-CORTE TRANSVERSAL ESTRIBO K0+506.50 -DIMENSIONES Y ARMADURA ESTRIBO K0+506.50 -ARMADURA DE PILOTES	Plano	2015	dwg	1:50

Fuente: GEOCING SAS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	57
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

5. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El sector oriental del Municipio de Neiva carece de infraestructura vial para conectarse de Sur-oriental o Nor –oriental y viceversa, esta carencia de vía hace que los habitantes de este sector realicen el desplazamiento al interior del municipio (hacia el centro de la Ciudad), generando trancones en horas pico, presentando aumento de tiempo en los desplazamientos y afectando la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Por otro lado las vía perimetral del costado Oriental se encuentra en afirmado y no tiene adecuadas conexiones donde se presentan quebradas, de igual manera el ancho de vía existente es irregular en el sector, no presenta un buen desarrollo urbano en los barrio El Oasis, Limonar, Bella Vista, para cruzar el río del Oro se requiere construir un puente de luz aproximadamente de 80 m, de igual manera en el barrio Panorama, Rafael Azuero Manchona, hay una zona sin desarrollar con pendiente de aproximadamente 12 grados, donde se conecta a la vía existente de la Carrera 52 la cual se encuentra pavimentada en asfalto y tiene un perfil vial tipo V-2 hasta llegar a la intersección de la Carrera 52 con Calle 26.

Continuamente en el sector de los Barrios Olaya herrera, La Amistad Oro Negro, Antonio Nariño el tesoro sector el Cóndor Se encuentra una vía perimetral al río Ceibas en afirmado con un ancho variable y sin un adecuado desarrollo urbano, careciendo de una adecuada vía generando riesgo a los transeúntes de este corredor vial.

De lo anteriormente descrito y para facilitar el análisis de la avenida circunvalar de oriente en el municipio de Neiva, se realizó una Matriz DOFA.

A continuación se da una breve explicación de la matriz DOFA; es una herramienta sencilla utilizada como mecanismo de análisis de la realidad y de la toma de decisiones; su nombre proviene de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas, es una metodología que analiza la situación externa e interna. La situación externa se compone de dos factores no controlables, Oportunidades y Amenazas, mientras que la situación interna se compone de dos factores controlables, Fortalezas y Debilidades. Su objetivo es determinar las ventajas competitivas y la estrategia a emplear en función de las características propias y del mercado en que se mueve. De la combinación de las Fortalezas y las Oportunidades surgen las fuerzas que muestran el camino para llegar a las acciones importantes, y de la combinación de las debilidades y las amenazas surgen fuerzas que se limitan y advierten sobre los problemas. La elaboración de

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	58
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

la matriz DOFA para la avenida circunvalar de oriente del Municipio de Neiva se presenta en la Tabla 4.

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Factores críticos internos	<p>Con la avenida circunvalar de oriente y el crecimiento de la infraestructura vial del Municipio de Neiva se desarrollan fuerzas internas positivas, que ofrecen ventajas para la mejora y logro de los objetivos:</p> <p>1- Vincula la ciudad de Neiva de Sur-oriente a Nor-oriente y viceversa, llevando desarrollo y ampliando mercados en la ciudad de Neiva.</p> <p>2- Generación de empleo, reducción de la pobreza, acceso a servicios públicos y médicos, mejora nivel de ingresos.</p> <p>3- Mejora la transitabilidad, reduce tiempos de recorrido, ahorros de combustibles.</p> <p>4- Crea estímulos al comercio de la ciudad de Neiva.</p> <p>5- Aplicación de conceptos de la planeación para fijar objetivos y solucionar problemas.</p>	<p>1- Gran atraso de obras de infraestructura del sector Oriental de la ciudad de Neiva, carece de una vía que comunique adecuadamente la ciudad.</p> <p>2- Falta de una visión y gestión más integral y sistémica para manejar la incertidumbre y dar un uso eficiente a los recursos para inversiones.</p> <p>3- Estudios y Diseños incompletos, baja asignación presupuestal y deficiencias en la estructuración de los proyectos para la zona oriental de la ciudad de Neiva.</p> <p>4- Los presupuestos programados presentan deficiencias por imprevistos que no se contemplan en la ejecución de los contratos, los cuales se demoran más del tiempo estipulado y las metas de los contratos se retrasan.</p>
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
<p>1- La ciudad de Neiva tiene una ubicación geográfica estratégica en el Sur del País.</p> <p>2- Se crea mayor desarrollo de la competitividad y la Inserción de la economía ya que se reduce tiempos en trasladarse ahorra combustible y mejora el estilo de vida de los habitantes de la ciudad de Neiva.</p> <p>3- Condiciones favorables para el funcionamiento de los mercados reduciendo los precios.</p> <p>4- La reducción de los costos de transporte genera mayor rentabilidad en las actividades productivas.</p> <p>5- Neiva tendría su primer circuito vial el cual descongestionaría el centro de la ciudad.</p> <p>6- Mejorar el sistema vial para el sector oriental de la ciudad de Neiva.</p>	<p>Usa las fuerzas internas para aprovechar las ventajas de las oportunidades externas:</p> <p>1- Para conseguir mayor desarrollo y crecimiento de la infraestructura vial se debe aprovechar la situación que se está presentando hoy día con la globalización de la economía y las condiciones favorables para el funcionamiento de los mercados creando ventajas competitivas y estímulos que se logran con la reducción de los costos del transporte generando mayores rentabilidades en las actividades productivas al mejorar la transitabilidad y vinculación de la ciudad de Neiva de Nor-oriente a Sur-oriente y viceversa, de igual manera generando el primer circuito vial de la ciudad, para que toda la población de Neiva sea beneficiada y se pueda conectar, ahorrando tiempo de traslado, reduciendo consumo de combustible, mejorando las condiciones de vida de los ciudadanos.</p> <p>2- Se deben aplicar los conceptos de la planeación para superar los problemas y manejar la incertidumbre con la realización de programas de mejoramiento de la integración y desarrollo del Municipio de Neiva a través de las inversiones para generar beneficios económicos y sociales con el aumento de la</p>	<p>Superar las debilidades internas valiéndose de las oportunidades externas, teniendo en cuenta que se pueden manifestar debilidades internas que imposibiliten aprovechar las oportunidades externas:</p> <p>1- Con una adecuada planeación y una visión y gestión más integral y sistémica, se podría llegar a superar el gran atraso que presenta la infraestructura vial en el costado Oriental de la ciudad de Neiva aprovechando las condiciones favorables para el desarrollo de la competitividad y de la integración de la economía del Municipio de Neiva con la economía de Colombiana y a su vez con la economía mundial.</p> <p>2- Programación de los presupuestos de inversión para la ejecución de los contratos de las demás Fases, bien planeados y contando con las fuentes de financiación necesarias.</p>

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	59
Fecha: 28/02/2018					

	calidad de vida de la población.	
AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
<p>1- Existe incertidumbre con relación a la capacidad del Municipio de Neiva para la ejecución del presupuesto que se destina a la infraestructura vial de la Avenida de Oriente del Municipio de Neiva.</p> <p>2- Dificultades y demoras en los trámites de la gestión social y adjudicación de las licencias ambientales.</p> <p>3- Dificultades y demoras en la adquisición de los predios por donde pasan los Trazados de las Alternativas.</p> <p>4- Dificultades, demoras y falta de definiciones de las empresas de servicios públicos para el traslado de las redes que interceptan la construcción de las obras para la circunvalar de Oriente en el Municipio de Neiva.</p> <p>5- Los obstáculos para la construcción de las obras son: Limitaciones financieras, geografía complicada y adversa, el cambio climático, las comunidades asentadas en zonas donde pasa el trazado de la avenida circunvalar de Oriente, lo que conlleva a demoras en la adquisición de los predios para las obras.</p>	<p>Utiliza las fuerzas internas para reducir las consecuencias de las amenazas:</p> <p>1- Aprovechar las fuentes de inversión actuales en el país, como lo son las concesiones actualmente la que se encuentra funcionando Girardot Neiva.</p> <p>2- Ante las recomendaciones de estudios previos, de ciudades Sostenibles realizado por IDOM en el año 2016, donde recomiendan de limitar el crecimiento de la ciudad de Neiva expandirse a lo largo y ancho del territorio, se recomendó limitar su expansión por lo cual se aprovecharía como límite de la ciudad en el costado oriental el trazado de la avenida circunvalar de oriente, para que la ciudad se densificara y creciera verticalmente.</p>	<p>Procedimientos defensivos que intentan reducir las debilidades internas y remediar las amenazas del ambiente externo, se debe reducir las debilidades y evitar las amenazas:</p> <p>1- Para reducir el atraso y aprovechar mejor los recursos con que se cuenta se deben planear y programar con criterios más acertados los presupuestos que hay que invertir en las obras para garantizar una ejecución completa de la avenida circunvalar de Oriente en la ciudad de Neiva.</p> <p>2- Garantizar que las obras al momento del inicio tengan definidos los Estudios y Diseños, las Licencias Ambientales, la adquisición de los Predios necesarios y definidos los problemas de traslado de redes, porque estos problemas son los que más demoras causan y los presupuestos se acaban esperando estas definiciones.</p>

Tabla 4 Analisis matriz DOFA, para la Circunvalar de Oriente de Neiva

Del análisis de la matriz DOFA se obtiene una visión muy importante del problema del estado actual de la infraestructura vial del costado Oriental de la Ciudad de Neiva, al respecto se desarrollan cuatro tipos de estrategias que posibilitan el cambio mediante el círculo del estado actual al futuro requerido y deseado. Estas estrategias surgen de las fortalezas y oportunidades (FO), estrategias de debilidades y oportunidades (DO), estrategias de fuerzas y amenazas (FA) y estrategias de debilidades y amenazas (DA). Por medio de la matriz DOFA se observaron los factores internos y externos claves para integrar el proceso que anticipen o minimicen las amenazas u obstáculos observados del medio, el fortalecimiento de las debilidades mencionadas, el potenciamiento de las fortalezas internas y para el aprovechamiento de las oportunidades que se nos están presentando actualmente.

Despues de realizar el recorrido de campo, y realizar un análisis de la información existente expuesta en el capítulo anterior y principalmente con el trazado inicial el

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	60
Fecha: 28/02/2018					

cual se encuentran a lo largo y ancho del municipio de Neiva y según el acuerdo 026 de 2009 Plan de Ordenamiento Territorial POT y vigente a la fecha.

Por otro lado la sección transversal para los nuevos trazados de las alternativas se determinó de acuerdo a las mesas de trabajo y plano (FU-09 Perfiles del Plan Vial) entregado para tener el perfil a implementar en la Avenida circunvalar de Oriente el cual se presenta a continuación:



Ilustración 2 Sección típica

El proyecto contempla el diseño y construcción de una carretera en configuración de una calzada vehicular de 10 m, separador de 3 m, zona verde 1 m, andén de 2.5 m y 13 m de protección Ambiental conformada por dos carriles de circulación tal como se muestra en la Ilustración 2.

De no realizarse la Avenida circunvalar de Oriente, el Municipio perdería la oportunidad de mejorar la calidad de vida de las personas que viven en la zona donde se proyecta esta importante avenida, de igual manera afectara la creación de empleo y facilidad de accesos a las zonas urbanas en desarrollo.

Se deben mejorar los recursos disponibles, los cuales son las vías barriales que se encuentran perimetralmente por el costado oriental de la ciudad de Neiva, las cuales su gran mayoría sin una adecuada estructura de pavimento, se encuentran en capa de rodadura en afirmado, se recomienda hacer estudios geotécnicos con recuperación de muestras para caracterizar las propiedades mecánicas de los suelos, para los diseños adecuados de las estructuras de las vías a mejorar.

Se debe mejorar en la planeación de las zonas a urbanizar en el sector oriental de la ciudad, en las visitas técnicas de campo se identificaron viviendas que no cuentan con las construcciones de acuerdo a las normas sísmo resistentes vigentes NSR-10, orientando a la comunidad y educándola para que se realicen las construcciones de acuerdo a las normas vigentes.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	61
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

6. ELABORACIÓN DE ESTUDIO CARTOGRAFÍA REGIONAL

Un Modelo Digital de Terreno (MDT) es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua.

El tipo de Modelo Digital del Terreno (MDT) más conocido es el Modelo Digital de Elevaciones (MDE), un caso particular del MDT, en el que la variable representada es la cota del terreno en relación a un sistema de referencia. No obstante, no hay un uso normalizado en la literatura científica de los términos Modelo Digital de Elevaciones (MDE), Modelo Digital del Terreno (MDT) y Modelo Digital de Superficie (MDS). En la mayoría de los casos, el término Modelo Digital de Superficie se refiere a la superficie de la tierra e incluye todos los objetos que esta contiene (edificios, construcciones, vegetación, etc.). En cambio un MDT únicamente representa la superficie de la tierra en su estado natural y sin ningún objeto.

En definitiva un MDT representa un falso 3D de la topografía (altimetría y/o batimetría) de una zona terrestre en una forma adaptada a su utilización mediante un computador. Sus usos son muy variados y a continuación se presentan algunos:

- Extracción de los parámetros del terreno.
- Trazados de perfiles topográficos.
- Modelización de la escorrentía del agua o del movimiento de masa
- Creación de mapas en relieve.
- Tratamiento de visualizaciones en 3D.
- Planificación de vuelos en 3D.
- Creación de modelos físicos (incluyendo creación de mapas de relieve).
- Rectificación geométrica de fotografías aéreas o de imágenes satelitales.
- Reducción (corrección del terreno) de las medidas de gravedad (gravimetría, geodesia física).
- Los análisis del terreno en geomorfología y geografía física.
- Cartografía de base.
- Simulación de vuelo.
- Análisis de superficie (mapas Temáticos morfométricos)

Para efectos del proyecto, el MDT se genera en base a las curvas de nivel obtenidas de la información IGAC en escala 1:25000 y las curvas entregadas por la Alcaldía escala 1:2000 del Casco Urbano del municipio de Neiva.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	62
Fecha: 28/02/2018					

6.1 GENERACIÓN DE MDT (MODELO DIGITAL DE TERRENO)

Un **Modelo Digital del Terreno (DEM - MDT)** es una forma de representación de la superficie del terreno en formato Raster.

Contando con la versión final de las curvas de nivel se realiza un proceso de comparación e interpolación respecto a la altura en metros sobre el nivel del mar, para llegar a una representación del terreno lo más real posible respecto a la escala requerida.

Por otro lado, la metodología seguida para el desarrollo del DEM o modelo digital de terreno a escala 1:10000 comprende los siguientes pasos:

- Recopilación, revisión y análisis de información secundaria.
- Verificación de la información.
- Corrección de elevaciones.
- Empalme de curvas.
- Interpolación para la generación de cartografía 1:10000.

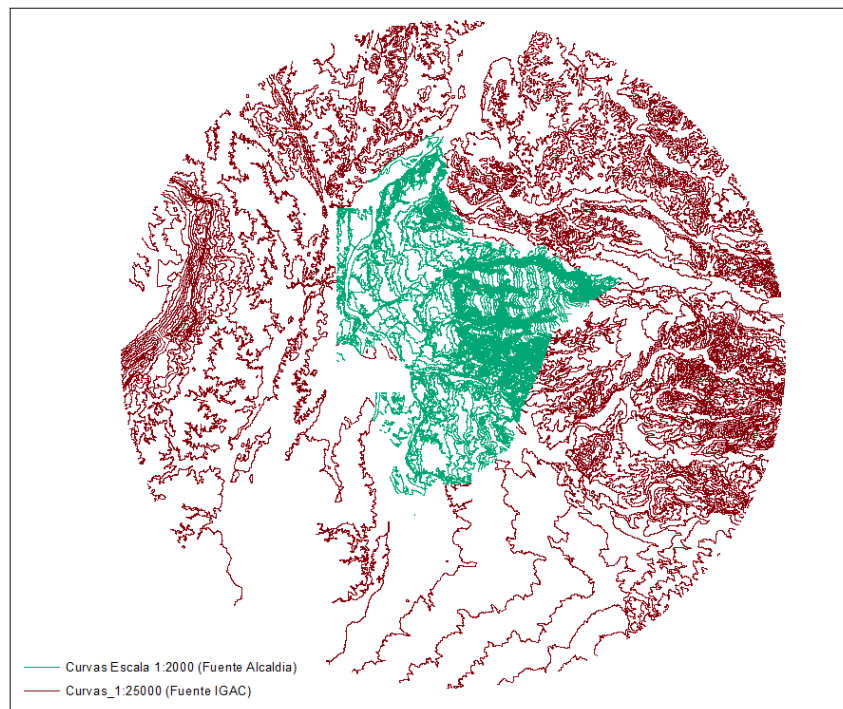


Ilustración 3 Insumos para generar MDT

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	63
Fecha: 28/02/2018					

Para lograr el 100% de cubrimiento para la generación del DEM respecto del área del municipio, se tomaron como base las curvas del IGAC tomadas de las planchas en escala 1:25000 que comprenden la longitud del perímetro del proyecto obteniendo el siguiente resultado, el cual se puede observar en el Plano cartografía General Plano 1.

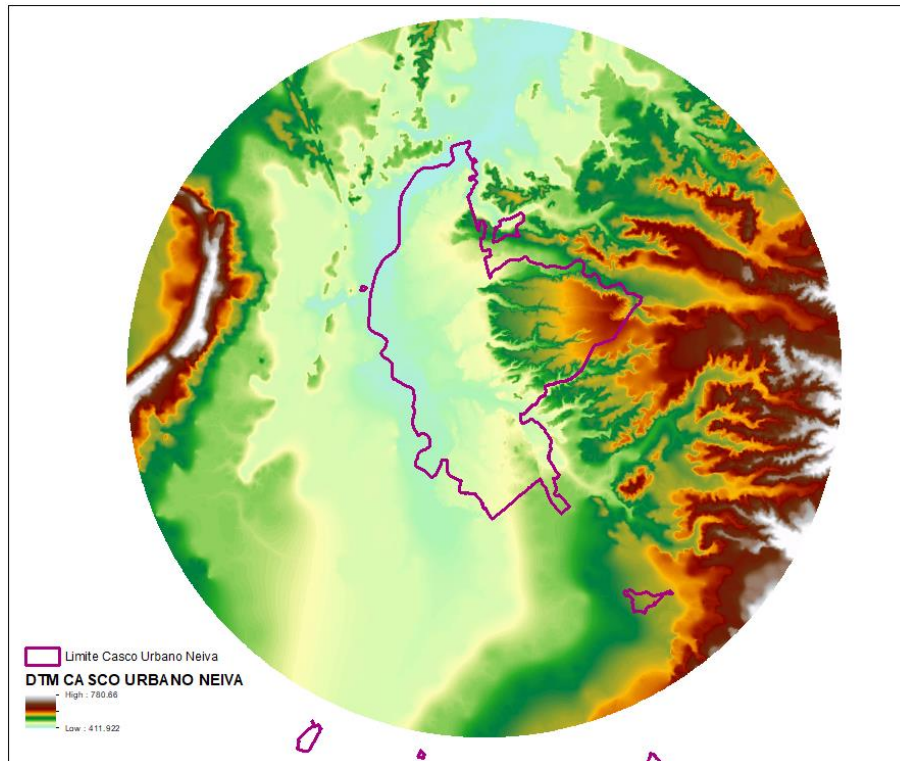


Ilustración 4 Resultado MDT

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	64
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CARTOGRAFÍA

Para la siguiente fase se debe realizar un levantamiento topográfico detallado, de los corredores viales que se analizaron para las alternativas presentadas en el presente informe.

La construcción de la Avenida circunvalar de Oriente en la ciudad de Neiva podrá generar las siguientes condiciones:

- Mejora la trasitabilidad del Sur-Oriente al Nor-Oriente y viceversa del Municipio de Neiva sin introducirse al centro de la ciudad, por lo que no congestiona el centro en horas pico.
- Conlleva a un crecimiento económico a la ciudad y al sector Oriental del Municipio de Neiva, creando oportunidades de empleo y facilidad de acceso a las zonas Urbanísticas de Desarrollo.
- Mejorara la calidad de vida de las personas que vivan perimetralmente en la avenida circunvalar de oriente, ya que mejorarían la atención en los servicios públicos, facilitaría la atención en emergencias y urgencias en el Oriente de la Ciudad de Neiva.
- Incentivación de desarrollo en las Zonas Urbanísticas aledañas, contempladas en el plan de desarrollo, con valorización y seguridad.
- Creación y Establecimiento de nuevas rutas de transporte y posible implementación de un medio masivo de transporte.
- Vía alterna de desviación del tránsito pesado que circula de sur a norte y viceversa de la ciudad de Neiva y el departamento del Huila.
- Mejora la transitabilidad, reduce tiempos de recorrido y ahorros de combustibles.
- Crea estímulos al comercio de la ciudad de Neiva.

De no realizarse la Avenida circunvalar de Oriente, el municipio perdería la oportunidad de mejorar la calidad de vida de las personas que viven en la zona donde se proyecta esta ambiciosa avenida, de igual manera derrocharía la creación de empleo y facilidad de accesos a las zonas urbanas en desarrollo.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	65
Fecha: 28/02/2018					

7. RECORRIDO DE CAMPO

A continuación presentamos las consideraciones técnicas de la visita técnica realizada el mes de Noviembre de 2017 por parte de la compañía Geocing SAS, Supervisor del contrato y representantes de la Alcaldía de Neiva equipo del POT.

Previo al inicio del recorrido de campo, se realizó una planeación de las actividades a desarrollar, localización de puntos de intersección de los trazados de la proyectada circunvalar de Oriente los cuales se presentan a continuación en la Ilustración 5.



Ilustración 5 Se traza en color Azul (El recorrido realizado) y en rojo (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente y los proyectados).

Fuente: Adaptado Google Earth.

7.1 SECTOR AV. SURABASTOS – BARRIO LIMONAR (LONG. CERCANA A. 3.5 KM)

Se inició recorrido en la intersección Carrera 2 con Carrea 5 sector conocido como Surabastos (Punto en Color Rojo 130, ver Ilustración 6) de la vía, con el fin de darle continuidad a la conocida Avenida circunvalar, formando un anillo vial sobre el perímetro de la ciudad de Neiva.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	66
Fecha: 28/02/2018					

En este sector la línea cruza por terrenos aledaños al Jardín Botánico, que comunica con la vía principal que conduce al corregimiento del Caguan, después de esta intersección continúa hasta los Puntos en Color Rojo 131, 132 y 134 paralelo al rio existente, hasta encontrar la entrada al barrio el Limonar (Punto en Color Rojo 134) ver Ilustración 6 y registro fotográfico Foto 1 a Foto 4.



Ilustración 6 En color rojo (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente y los proyectados.

Fuente: Adaptado Google Earth.



Foto 1 Vista desde el punto 130, se observa la Carrera 5 via Campoalegre Neiva



Foto 2 Vista desde el punto 130, terrenos aledaños al Jardín Botánico

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	67
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Foto 3 Toma desde el punto 131, cruza por terrenos aledaños al Jardín Botánico



Foto 4 Vista desde el punto 132, cruza por terrenos aledaños al Jardín Botánico

7.2 SECTOR LIMONAR – PANORAMA – RAFAEL AZUERO MANCHOLA (2 KM APROX.)

Este sector se inicia en el Barrio Limonar, la vía está ubicada entre el límite perimetral del barrio y el río del Oro ver Foto 5 a Foto 6. En este punto se hace necesario atravesar el río ver Foto 7 a Foto 8, con el fin de continuar sobre el perímetro de la ciudad y no introducirnos en ella. Después de realizar el cruce del río con la construcción de un puente de aproximadamente 80 metros de longitud, se encuentran los barrios Acacias, Villa Amarilla y Los Arrayanes, barrio Panorama hasta encontrarse el barrio Rafael Azuero Manchola ver Foto 9 a Foto 10.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	68
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 7 En color rojo (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente y los proyectados, se traza en color azul, de acuerdo a recorrido de campo).



Foto 5 Toma desde el punto 134, Carrera 41 Barrio Limonar.



Foto 6 Vista general, Carrera 41 Barrio Limonar.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	69
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Foto 7 Toma desde el punto 136, Se observa el río Oro.



Foto 8 Vista general, Del sector donde se tiene proyectado el puente sobre el río Oro.



Foto 9 Toma desde el punto 138, Se aprecia el Barrio Rafael Azuero Manchola.



Foto 10 Vista general, Rafael Azuero Manchola.

7.3 SECTOR RAFAEL AZUERO – CENTRO COMERCIAL SANTA LUCIA PLAZA (2 KM APROX.)

Este sector comprende el oriente de la ciudad, este tramo de la vía actualmente es un carreteable que se encuentra en afirmado bordea la parte alta de la ciudad, paralela a la Calle 8 y diferentes conjuntos residenciales ver Foto 11 a Foto 12 e Ilustración 8. En este punto la vía se encuentra con la Calle 8 que es la única vía principal que tiene este sector de la ciudad como alternativa para acceder a cualquier destino, y que además es la vía para salir de Neiva hacia San Antonio – Vegalarga.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	70
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Foto 11 Toma desde el punto 138, Se aprecia el Barrio Rafael Azuero Manchola.



Foto 12 Vista general, Calle paralela a la Calle 8, Bordeando parte alta de la ciudad de Neiva.



Foto 13 Toma desde el punto 140, Vista General Calle paralela a la Calle 8 entre las urbanizaciones existentes.



Foto 14 Se observa la vía (Carreteable) en afirmado.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	71
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

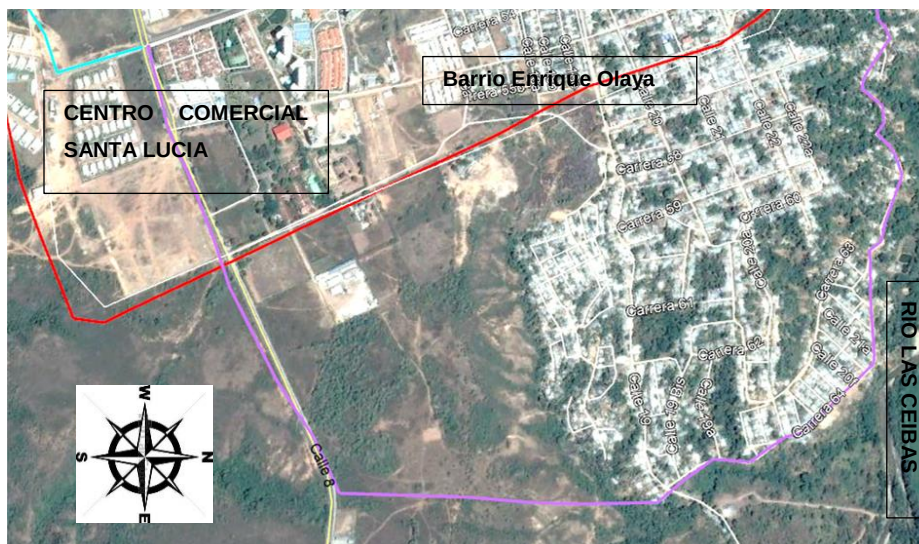


Ilustración 8 En color rojo Alternativa 2 (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente y los proyectados, la cual cruza la Carrera 56. En morado alternativa 1, la cual se trasa por la Carrera 64.

Fuente: Adaptado Google Earth.

7.4 SECTOR CENTRO COMERCIAL SANTA LUCIA – GRANJAS COMUNITARIAS (5.5 KM)

Desde el Centro Comercial Santa Lucia, continúa por entre los barrios Víctor Félix Díaz y la Urbanización Siglo XXI Oriente, atravesando los barrios Las Palmas, El Triunfo, Ciudad Salitre, Enrique Olaya; Los Machines, La Amistad, San Bernardo. Continúa paralelo al lecho del río las Ceibas hasta encontrar el sitio adecuado en el cual se atraviesa con un Puente de longitud aproximada de 100 metros, hasta llegar a Granjas Comunitarias, las vías se encuentran en afirmado las cuales se pueden observar en las Foto 15 a la Foto 22.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	72
Fecha: 28/02/2018					



Ilustración 9 En color morado Unidad funcional 3 alternativa 1.

Fuente: Adaptado Google Earth.



Foto 15 Toma desde el punto 141, Vista general donde se proyecta la Avenida Circunvalar de Oriente.



Foto 16 Vista desde el punto 141, Se observa vía en afirmado, parte baja trazado de color azul ver Ilustración 9.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	73
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Foto 17 Toma desde el punto 142, Vista general Barrio Enrique Olaya Herrera.



Foto 18 Se observa vía en afirmado acceso a Caña Brava.



Foto 19 Toma desde el punto 143, Vista general donde se proyecta la Avenida Circunvalar de Oriente.



Foto 20 Vista punto 144, Se observa sector donde se proyecta la Avenida Circunvalar de Oriente.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	74
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Foto 21 Toma desde el punto 147, Vista general donde se proyecta la Avenida Circunvalar de Oriente.



Foto 22 Vista desde el punto 147, al sector Caña Brava.

7.5 SECTOR GRANJAS COMUNITARIAS – BARRIO CALAMARI (4.14 KM)

En este sector inicia desde el sector Granjas Comunitarias, este tramo tiene una longitud aproximada de 4.14 km, el trazado del tramo bordeando la quebrada El Venado paralelo al lecho del río, cruza por varios barrios de la ciudad como lo son Brisas del Venado, Dolcey Andrade, La Estrella, La Primavera, Ciudad Limpia, aquí se aprecia una vía en afirmado ver Foto 23 y Foto 24, cruzando por la Calle 81 D hasta llegar a la altura de la Carrera 3 al Barrio Luis Carlos Galán y cruzándolo por la Carrera tercera sentido Norte sur hasta llegar a la Calle 74, tomando la misma Calle sentido oriente Occidente, después bordeando los barrios Tercer Milenio, el Madrigal, Minuto de Dios Norte, Colmenar y sus Etapas hasta llegar a la intercesión de la Calle 71 por Carrera 4 W Barrio Calamarí, como se aprecia en la en la Ilustración 10.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	75
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 10 En color rojo (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente, y en color naranja el nuevo trazado el cual entra al Barrio Carbonel y sale a la avenida y conecta con el barrio Luis I Andrade).

Fuente: Adaptado Google Earth.



Foto 23 Toma desde el punto 149, Vista general costado Oriente, vía en afirmado.



Foto 24 Vista desde el punto 149, se observa costado Occidental, vía en afirmado.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	76
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Foto 25 Toma desde el punto 154, Vista general Carrera 3 por Calle 80 B.



Foto 26 Vista desde el punto 156, Proyección de la continuación de la avenida Circunvalar de Oriente llegando a la Calle 74.



Foto 27 Toma desde el punto 159, Vista general Calle 74 por Carrera 1 Oeste.



Foto 28 Vista general Calle 74 por Carrera 1 g Oeste.

7.6 SECTOR BARRIO CALAMARI – INTERSECCIÓN CALLE 48 CON CARRERA 6 W (1.8 KM)

Continuando con el trazado desde el Barrio Calamari como se describió en el anterior numeral, e iniciando desde la intersección de la Calle 71 con Carrear 4 W la vía, continuando por la Carrera 4 W sentido norte sur hasta llegar a la intersección de la Calle 64 con Carrera 4 w con una longitud cercana a los 0.6 Km, sigue por la Calle 64 sentido Occidente-Oriente hasta llegar a la Carrera 1 donde

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	77
Fecha: 28/02/2018					

bordea los Barrios Madrigal, la inmaculada, Villa Magdalena del Norte, La Fortaleza, Chicalá, Falla Bernal, Las Mercedes, Cándido Leguizamón, Torres de Ipacarai 1 y 2, Torres el Yuma, Carlos Pizarro, Portal de Acazula sentido Norte a sur, hasta llegar a la calle 48 da un giro sentido oriente-Occidente, bordeando La Planta de Productos Coca cola, esta vía a su vez bordea los barrios San Silvestre, Camilo Torres, Santa Inés y la Universidad Surcolombiana, en este sector se deja establecida la posibilidad de construir la continuidad de la avenida Circunvalar existente la cual finaliza (o inicia) con Carrera 6 W, conectando el primer anillo vial para la ciudad de Neiva.

Para el alineamiento de la Carrera 6 W se evidencia cambios de alturas bruscos (accidentes topográficos) donde se observaron pasos de quebradas que llegan al río Magdalena, por lo anteriormente descrito uno de los trazados y estudios previos estimó la realización de un viaducto de aproximadamente de 1.4 Km de longitud para este sector, el cual iniciaría desde la Calle 64 con Carrera 4 W paralelo al río Magdalena, hasta conectar con la vía existente a la altura de la Calle 48 por Carrera 6 W. (ver Ilustración 11), basados en los estudios existentes previos “Estudios y diseños para la construcción de la Carrera 6 W entre las Calles 48 a la 64- Comuna Noroccidental 1- Municipio de Neiva Departamento del Huila”, Ver Anexo 1.



Ilustración 11 En color rojo (Los puntos donde se intersectan los trazados de la circunvalar de Oriente según P.O.T. vigente en color azul el nuevo trazado).

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	78
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

Fuente: Adaptado Google Earth.



Foto 29 Toma desde el punto 160, Vista general Calle 74 por Carrera 1 Oeste.



Foto 30 Vista desde el punto 156, Proyección de la continuación de la avenida Circunvalar de Oriente por la Carrera 6 Oeste por Calle 64.



Foto 31 Vista general de la Carrera 4 W donde se proyecta la continuidad de la Avenida Circunvalar.



Foto 32 Vista general proyección de la continuación de la avenida Circunvalar de Oriente por la Carrera 4 W por Calle 64.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	79
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Foto 33 Vista desde el punto 161, Proyección de la continuación de la avenida Circunvalar de Oriente por la Carrera 4 W con Calle 64.



Foto 34 Toma desde el punto 163, Vista general Carrera 5 W con Calle 56.



Foto 35 Vista desde el punto 164, Proyección de la continuación de la avenida Circunvalar de oriente, cerrando el anillo vial con la circunvalar existente, se observa la Carrera 6 Oeste con Calle 48.



Foto 36 Toma desde el punto 164, Vista general Carrera 6 W con Calla 47.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	80
Fecha: 28/02/2018					

8. NORMATIVIDAD VIGENTE APLICABLE AL PROYECTO.

Las obras de infraestructura sobre todo las relacionadas con la construcción de vías conllevan a la intervención del medio natural el cual se ve impactado por las diversas actividades desarrolladas, así como con el uso de materiales de construcción. Estos impactos se ven reflejados en los componentes biótico, abiótico y socioeconómico.

Este uso y disposición de recursos naturales fue reglamentado por el gobierno nacional con el fin de racionalizar la utilización de los materiales de construcción y su impacto sobre el medio ambiente comenzando con el decreto 2811 de 1974.

Una vez iniciado el camino en pro de la conservación y protección al medio ambiente se desarrollaron las leyes necesarias específicamente para componentes como agua, aire, suelo, flora y fauna, inclusive las comunidades que pueden ser afectadas por los proyectos ejecutados.

Ahora bien, los impactos no solo se desarrollan en el lugar de ejecución de las obras, pues la elaboración y la consecución de los materiales utilizados genera un cambio en los sitios de origen, motivo por el cual se establece el uso de materiales que cuenten con permiso de las autoridades ambientales y dentro de lo posible el reciclaje de los materiales excavados y escombros en la misma obra.

La comunidad como actor fundamental en la ejecución de las obras tiene leyes que protegen sus derechos y su seguridad, pues están expuestos a accidentes y riesgos durante el tiempo que se demore la construcción de la obras

Dicho esto a continuación se presenta las normas aplicables a la construcción de la alternativa seleccionada de la avenida circunvalar de oriente del municipio de Neiva.

8.1 NORMATIVA GENERAL

Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974 (presidencia) por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	81
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL.</p>		

Ley 99 del 22 de diciembre de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

Ley 388 de julio 19 de 1997 Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.

Esta ley establece los mecanismos para lograr un verdadero ordenamiento territorial a través de la autonomía territorial de las diferentes entidades descentralizadas.

Decreto 2041 de octubre 15 de 2014 por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

Resolución 1076 de mayo 26 de 2015 por el cual se reglamenta el Decreto Único Reglamentario Sector Ambiental.

Ley 99 (1993). Congreso de la República de Colombia: Por la cual se reorganiza el Sistema Nacional Ambiental SINA, artículos, 10, 11, 15, 07, 108, 109 y 110.

Decreto-Ley 1791 (1996). Presidencia de la República de Colombia: "Por medio del cual se establece el Régimen de Aprovechamiento Forestal", aplican todos los artículos de la norma.

Decreto 1608 (1978). Presidencia de la República de Colombia: Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.

Decreto 1715 (1978). Presidencia de la República de Colombia: Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto- Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.

Decreto 2803 (2010). Presidencia de la República de Colombia: Por el cual se reglamenta la Ley 1377 de 2010, sobre registro de cultivos forestales y sistemas agroforestales con fines comerciales, de plantaciones protectoras - productoras la movilización de productos forestales de transformación primaria y se dictan otras disposiciones.

Resolución MAVDT 0848 de 2008: Por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	82
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL.</p>		

país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones.

Resolución 415 (2010). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Por la cual se reglamenta el Registro Único de Infractores Ambientales (RUIA) y se toman otras determinaciones.

Ley 685 (2001). Congreso de la República de Colombia: Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.

Ley 1252 (2008). Congreso de la República de Colombia: Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

Ley 1259 (2008). El Congreso de Colombia: Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.

Decreto 2981 (2013). El Presidente de La República De Colombia: Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

Resolución 472 (2017). Ministerio del Medio Ambiente: Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición-RCD y se dictan otras disposiciones.

Resolución 541 (1994). Ministerio del Medio Ambiente: Por medio de la cual se regula cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

Resolución 2107 (1995). Ministerio del Medio Ambiente: por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.

Decreto 948 (1995). Ministerio del Medio Ambiente: Contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire, mediante el cual se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire generada por fuentes contaminantes fijas y móviles.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	83
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Resolución 8321 (1983). Ministerio de Salud: Por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.

Resolución 0601 (2006). Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial: Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.

Resolución 610 (2010). Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.

Resolución 627 (2006). Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Resolución 0910 (2008). Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial: Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.

Resolución 3768 (2013). Ministerio de Transporte: Por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los Centros de Diagnóstico Automotor para su habilitación, funcionamiento y se dictan otras disposiciones.

Ley 373 (1997). Congreso de la República de Colombia: Sobre uso eficiente del agua.

Decretos 2811 (1974). Presidencia de la República de Colombia: Establece todo lo relativo al permiso para su aprovechamiento o concesión, normas específicas para los diferentes usos que se dé al recurso: minero, agropecuario, industrial y doméstico. Señala los requisitos para la intervención de corrientes de agua y canalizaciones.

Decreto 1541 (1978). Presidencia de la República de Colombia: Referente a la recuperación de agua para nuevo uso y cumplir con la zona de ronda de cuerpos de agua.

Decreto 2858 (1981). Por el cual se reglamenta parcialmente el Artículo 56 del Decreto Ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	84
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Decreto 1106 (1986). Se define las características de las Rondas o Área Forestal Protectora, se adoptan criterios para el manejo de sus zonas aledañas y áreas de influencia.

Decreto 321 (1999). Ministerio del Interior: Relacionado con el plan de contingencia contra derrames accidentales de hidrocarburos o cualquier otra sustancia nociva para la salud.

Decreto 3930 (2010). Presidencia de la República de Colombia: "Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI-Parte 11I- Libro 11del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos liquidas y se dictan otras disposiciones". Deroga el Decreto 1594 de 1984.

Resolución 1433 (2004). Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial: "Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones".

Ley 9 (1979). Establece la obligación de contar con un Programa de Salud Ocupacional.

Resolución 1016 (1989). Reglamentación de programas de salud ocupacional.

Ley 100 (1993). Crea e implementa el Nuevo Sistema de Seguridad Social.

Resolución 2013 (1986.) Reglamentación de los comités paritarios de salud ocupacional.

Decreto Ley 1295 (1994). Determina la organización y administración del sistema de riesgos laborales.

Resolución 2400 (1979). Disposición sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

Ley 1562 (2012). Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupación.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	85
Fecha: 28/02/2018					

9. DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS

9.1 Introducción

La vía perimetral de oriente es la comunicación vial más importante y ambiciosa para mitigar en gran parte la comunicación vial de la ciudad, pues se espera que el tránsito de vehículos de carga no tenga la necesidad de transitar por el centro de la ciudad de Neiva. Por lo tanto se deben estudiar los posibles impactos relacionados con la implementación de las alternativas diseñadas.

9.2 Objetivos

9.2.1 Objetivo General

Realizar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) para cada una de las tres alternativas propuestas para la construcción de la avenida circunvalar de oriente del Municipio de Neiva; con el fin de identificar, evaluar y cuantificar los impactos que podrían ocurrir como consecuencia de las actividades del proyecto y finalmente, proponer las medidas para prevenir, mitigar o compensar los potenciales impactos, así como un plan de contingencia para las emergencias ambientales.

9.2.2 Objetivos específicos

-  Elaborar el diagnóstico ambiental (medios físico, biótico y social) del área de intervención.
-  Analizar el marco legal ambiental aplicable.
-  Identificar y cualificar los efectos ambientales derivados de las actividades de construcción de las obras diseñadas.
-  Cuantificar los impactos ambientales identificados para diferentes componentes del proyecto, utilizando la metodología propuesta por CONESA para establecer la importancia de cada impacto.
-  Establecer los impactos ambientales significativos de las actividades de construcción propias del proyecto.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	86
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

-  Analizar los resultados de la evaluación ambiental con el propósito de priorizar y atacar los impactos que más afectan el medio ambiente para incluirles medidas de manejo.
-  Diseñar y elaborar un plan de contingencias y emergencias, el cual se utilice como herramienta de gestión que permita responder ante eventualidades de orden natural u operativo, mediante la aplicación procedimientos para optimizar las acciones de control de la emergencia, y así proteger el entorno, la infraestructura, los equipos y el recurso humano involucrado en las actividades de obra de la construcción de la avenida circunvalar de oriente del Municipio de Neiva, durante la fase de construcción.
-  Reducir las causas de emergencia durante la construcción del Proyecto.
-  Establecer acciones para evitar una cadena de accidentes que provoque un daño mayor al inicial.
-  Garantizar la seguridad del personal involucrado en las actividades de emergencia y de terceras personas.

9.2.3 Metodología

La metodología general seguida para la realización del Diagnóstico Ambiental de Alternativas, consiste en recopilación de información secundaria y los diseños del proyecto.

Cumplida esta fase se puede hacer la determinación de los componentes ambientales: abiótico, biótico y social.

La metodología para la evaluación de impactos se encuentra descrita en el numeral 5 de este documento.

Una vez determinados los impactos se desarrolla el Plan de Manejo Ambiental. A la vez que se plantea el Plan de emergencias y contingencias de las obras.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	87
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL.</p>		

9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

9.3.1 Localización

La localización general del proyecto se presenta en la **Ilustración 12**. El proyecto se localiza en la ciudad de Neiva la cual está localizada en la zona alta del río Magdalena, margen derecha, y al norte del Departamento del Huila, a 312 Kms al sur de Bogotá. Tiene una altura media de 442 msnm y temperatura promedio de 28°C. Limita con los municipios de Aipe, Tello, Rivera, Palermo y San Vicente del Caguán en el Departamento del Caquetá. El sistema hidrográfico del municipio comprende las corrientes que descienden por las vertientes de las dos cordilleras hasta el río Magdalena, entre los cuales se destacan los ríos Baché, Ceibas, Fortalecillas y del Oro.

El área urbana del municipio está ubicada en el sector alto del valle transversal del río Magdalena. El terreno se escalona con curvas de nivel en sentido predominante sur – norte, siendo tres las principales vertientes del centro que corren aproximadamente paralela a la carrera 1, la del Altico paralela a la carrera 10 y la de la parte oriental que configura las terrazas orientales donde se asientan los barrios de La Gaitana, Monserrate y el Jardín. Las zonas montañosas tienen alturas que van desde los 430 msnm. Punto localizado en la desembocadura de la quebrada el Venado en el Río Magdalena hasta su cota más alta 581 msnm. Situada en su sector oriental en el barrio Las Palmas.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	88
Fecha: 28/02/2018					

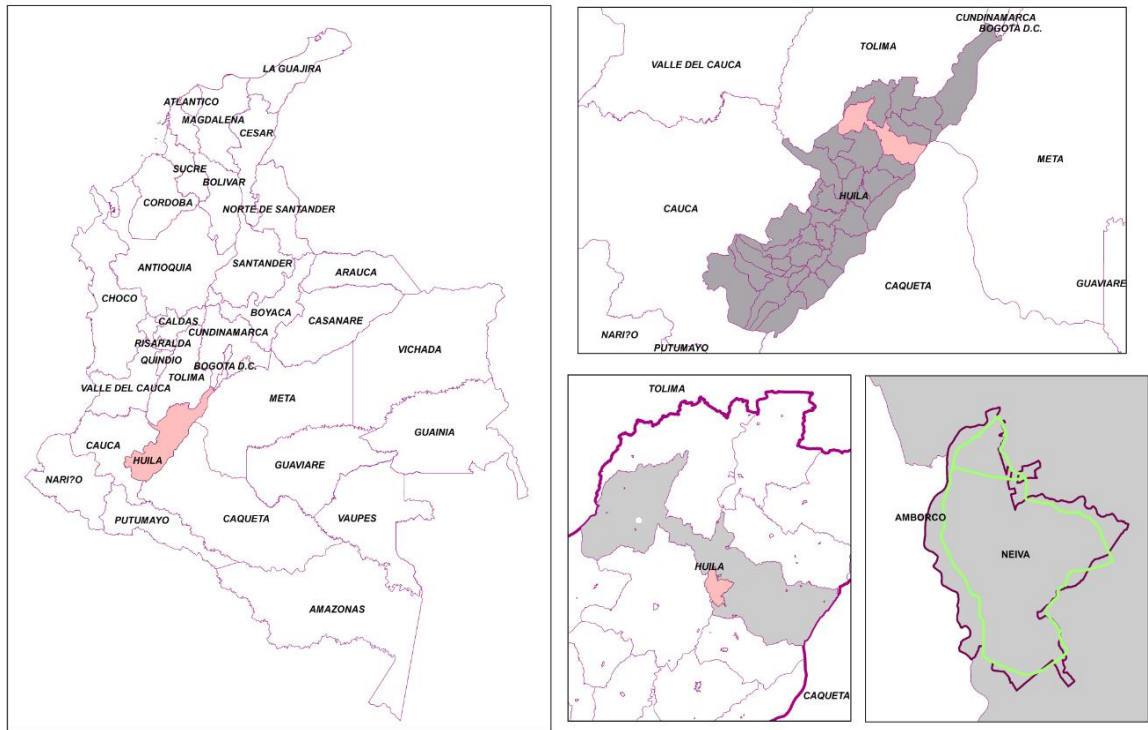


Ilustración 12 Localización General de la Zona de Proyecto.,
Fuente: Geocing S.A.S, 2018

9.3.2 ALTERNATIVA NO. 1 (POLÍGONO COLOR AZUL)

Trazado de la Alternativa No. 1, la cual contempla las Unidades funcionales anteriores mentes descritas, las cuales se combinan y se presentan en la Ilustración 181 de color azul el trazado de las seis unidades funcionales para la Alternativa No.1.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	89
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

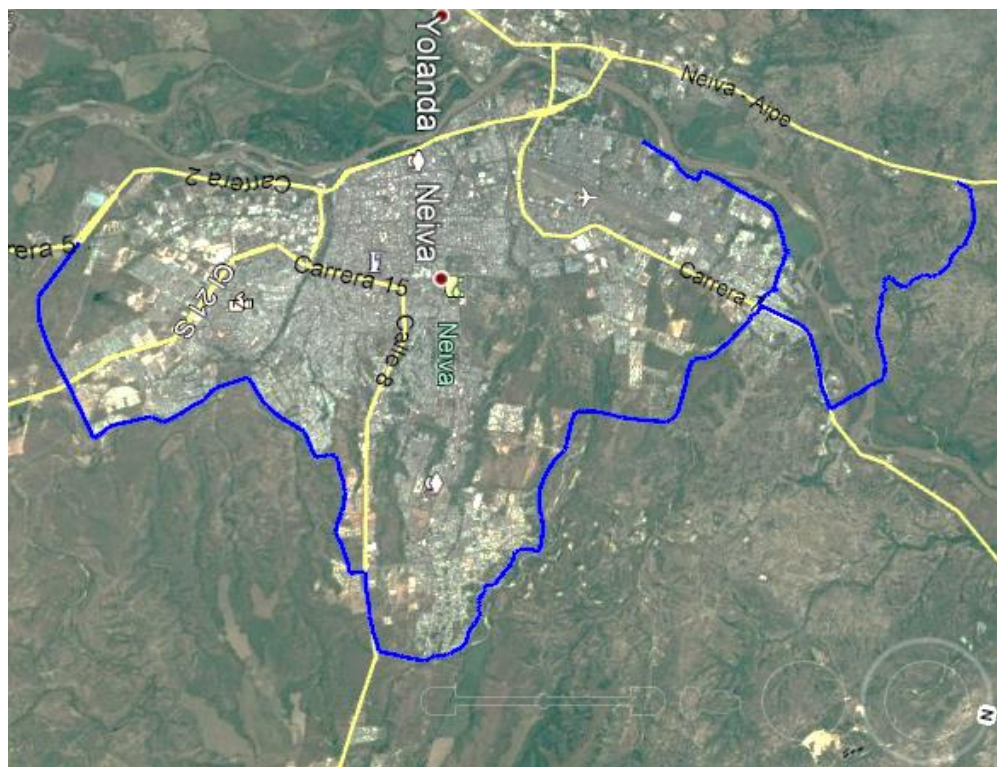


Ilustración 13 Se traza en color Azul la alternativa No. 1 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

9.3.3 ALTERNATIVA NO. 2 (POLIGONO COLOR ROJO – ACUERDO 026 DE 2009 P.O.T. VIGENTE DE LA CIUDAD DE NEIVA)

Se inicia el recorrido en la intersección Carrera 2 sur con Carrera 5 Sur sector conocido como surabastos, con el fin de darle continuidad a la conocida Avenida Circunvalar, formando un anillo vial sobre el perímetro de la ciudad de Neiva.

En este sector la línea cruza por la planta de gas Neiva, Cementerio Jardines el paraíso, terrenos aledaños al jardín botánico, que comunica con la vía principal que conduce al corregimiento del Caguan y borde los barrios San Luis de la Paz, Torres Bosques de San Luis, después de esta intersección continúa bordeando los barrios Cuarto Centenario Etapa I II III, Villa Paula hasta hacer un giro de sur a oriente tratando de no introducirse en el lecho del río existente hasta encontrar entrada al barrio limonar el cual hasta este punto se obtiene una longitud de 3.5 km, en donde la vía está ubicada entre el limite perimetral del barrio y el Río Oro,

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	90
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

con el fin de continuar sobre el perímetro de la ciudad y no introducirnos en ella, después de realizar el cruce del río con la construcción de un puente de aproximadamente 80 metros de longitud, se encuentran Escuela Policía Carabineros, los barrios Las Acacias III Etapa, Villa Amarilla, los Arrayanes, barrio Panorama hasta encontrarse con los barrios Rafael Azuero Manchola, barrio La Cristalina, barrio La Paz en este sector se obtiene una longitud de 2 km aproximadamente.

Se continúa el tramo que comprende el sector oriente de la ciudad, este tramo de la vía se encuentra en afirmado bordea la parte alta de la ciudad paralela a la calle 8 y conjuntos residenciales, En este punto la vía cruza por un conjunto residencial Nueva Terra, y un terreno despoblado se realiza un giro de Suroriente a Noroccidente hasta tomar la intercesión con la Calle 8 que es la única vía principal que tiene este sector de la ciudad como alternativa para acceder a cualquier destino, y que además es la vía para salir de Neiva hacia San Antonio – Vegalarga Bordeando el colegio Aspen Gimnasio Yumana continua por un terreno despoblado a su vez bordeando los barrios San Miguel Arcangel, Siglo XXI, Las Palmas, hasta la intercesión de la carrera 52 con calle 27 bordeando los barrios La Amistad, Enrique Olaya Herrera, Oro Negro, los Machines, Villa Rosa, Oasis de Oriente y Continúa paralelo al río las Ceibas paralelo a los lotes de Gorki Muñoz y el Barrio Villa Mar hasta encontrar el sitio adecuado en el cual se atraviesa con un Puente de longitud aproximada de 100 metros, hasta llegar a la vía Campo Tello en donde toma un carreteable por un terreno despoblado bordeando los barrios Venecia, Los Pinos, La Trinidad, y a su vez bordea la quebrada El Venado sin introducirse en el lecho de la Quebrada, el tramo cruza por varios asentamientos e invasiones de la ciudad como lo son Brisas del Venado, Dolceý Andrade, La Estrella, La Primavera, Ciudad Verde, aquí se aprecia una vía en afirmado llegando a la carrera 7 cruzando por los barrios Galindo, Carbonell, Luis Ignacio Andrade, siguiendo la vía Neiva – se da un giro de Nororiente a Noroccidente hasta llegar al borde del río Magdalena este tramo cuenta con una longitud de 4.32 km, esta vía bordea los Barrios Villa Colombia, Villa Magdalena, El Dorado, Álvaro Leyva Lievano, Conjunto Residencial Las Manguitas, La Vorágine Calamari, la Inmaculada tomando la calle 70 oeste hasta el barrio Bajo Chicalá y a su vez bordeando el barrio chicalá, el barrio falla vernal, Madrigal, la inmaculada, Villa Magdalena del Norte, La Fortaleza, Chicalá, Falla Bernal, Torres de Ipacarai 1 y 2, Torres el Yuma, Carlos Pizarro, Mansiones del Norte hasta intersectar con la calle 48 y la 6 w bordeando La Planta de Productos Coca cola esta vía a su vez bordea los barrios San Silvestre, Camilo Torres, Santa Inés y la Universidad Surcolombiana. En este sector se deja establecida la posibilidad de construir la continuidad de la avenida Circunvalar existente la cual finaliza (o inicia) con Carrera 6 W, se toma el intercambiador vial vía el Tizón este tramo tiene una

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	91
Fecha: 28/02/2018					

longitud de 3.0 km, se aprecia la vía Avenida Circunvalar hasta la Carrera 2, tomando la Avenida Inés García Durán hasta llegar al punto de inicio sector conocido como Surabastos, formado un circuito, este trayecto del tramo toma una longitud de 6.60 km.

En esta alternativa se pretende construir una vía alterna que conecte la zona oriente y la zona occidente de la ciudad, esta iniciaría en el barrio los Pinos cruzando por los barrios Venecia, La Trinidad, Conjunto Residencial Divino Niño, cruzando también el lote Fronteras del Milenio de Gorki Muñoz bordeando la sede del Sena – Industrial a su vez intersectando la carrera 7 tomando la calle 70 que bordeando los barrio Tercer Milenio, Conjunto Residencial Villa Rosa, Los Girasoles, hasta intersectar con la carrera 2 bordeando los barrios, Madrigal, La Inmaculada hasta unirse con el tramo que bordea el Río Magdalena y continua con el circuito.

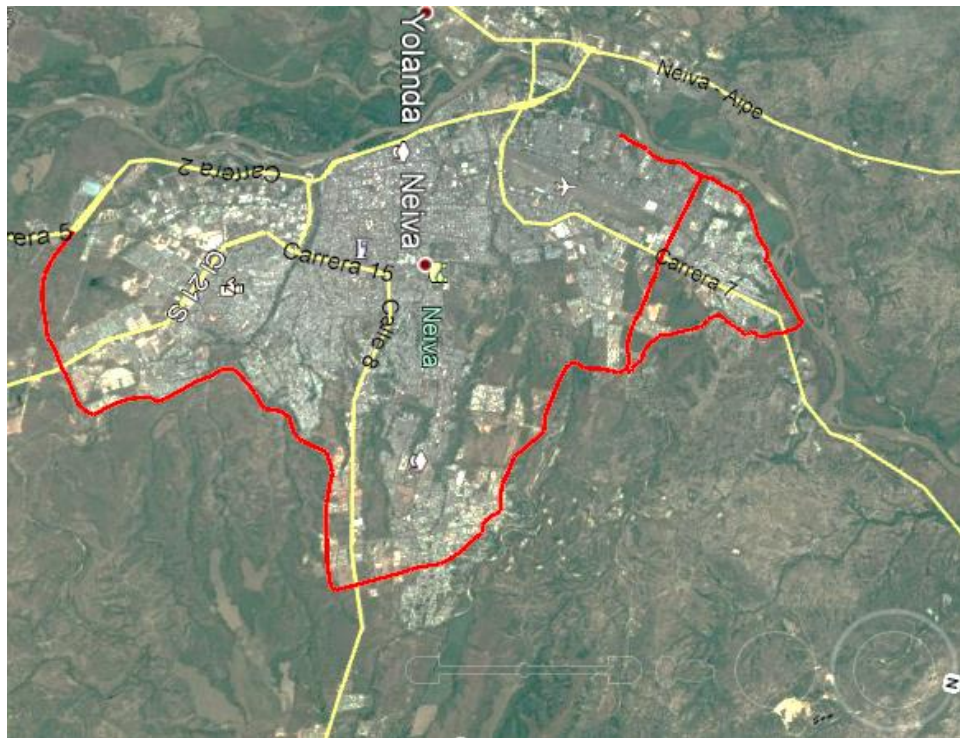


Ilustración 14 Se traza en color Rojo la alternativa No. 2 según acuerdo 026 de 2009 POT vigente para la ciudad de Neiva.

Fuente: Adaptado Google Earth.

9.3.4 ALTERNATIVA NO. 3 (POLÍGONO COLOR VERDE)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	92
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

A continuación se presenta la Ilustración 183 La cual contempla las Unidades funcionales anterior mente descrita, las cuales se combinan en color verde y se presenta el trazado de las seis unidades funcionales para la Alternativa No.3.

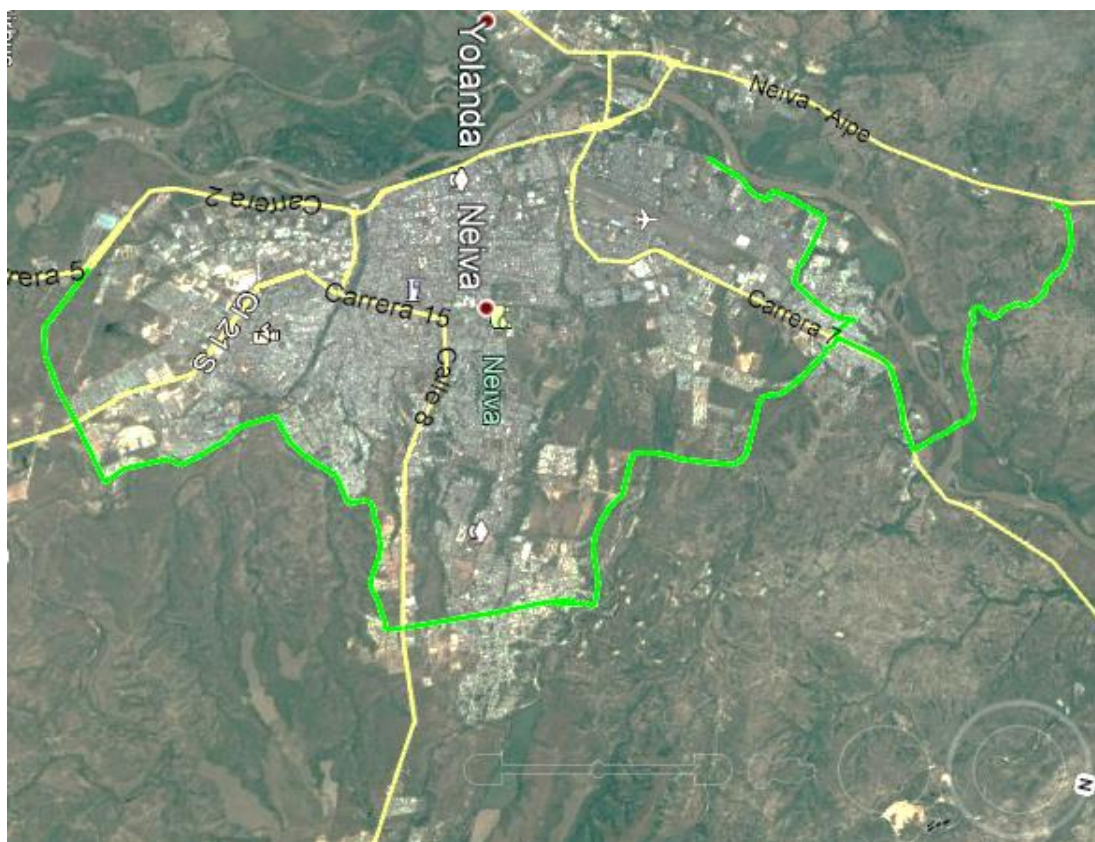


Ilustración 15 Se traza en color verde la alternativa No. 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

9.4 Alternativas de diseño

Como resultado del análisis del corredor, se estudiaron varias alternativas generando un trazado que tuviera las suficientes ventajas técnicas sociales y económicas sobre las alternativas existentes, con el fin de realizar un proyecto que intercomunique de Nor-Oriente al Sur-Oriente y viceversa la Ciudad de Neiva, y descongestionando el centro de la ciudad.

Las Alternativas de trazado para el presente diseño, se realiza un breve descripción de acuerdo a la Ilustración 16, en la Alternativa 1 Se presenta las Unidades Funcionales en color Azul UF1, Cian UF 2, Morada UF 3, Roja Unidad

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	93
Fecha: 28/02/2018					

Funcional 4, UF 5 Color Marrón y UF 6 Color Amarillo, Alternativa No. 2 según POT de 2009 Color Rojo, Alternativa No. 3 la UF 3 color Blanco y UF 5 color Naranja, se resalta que la Alternativa 3 comparte las unidades Funcionales 1, 2, 4 y 6 con la Alternativa 1.

A continuación se presentan los trazados de las alternativas evaluadas en conjunto, con sus Unidades funcionales.

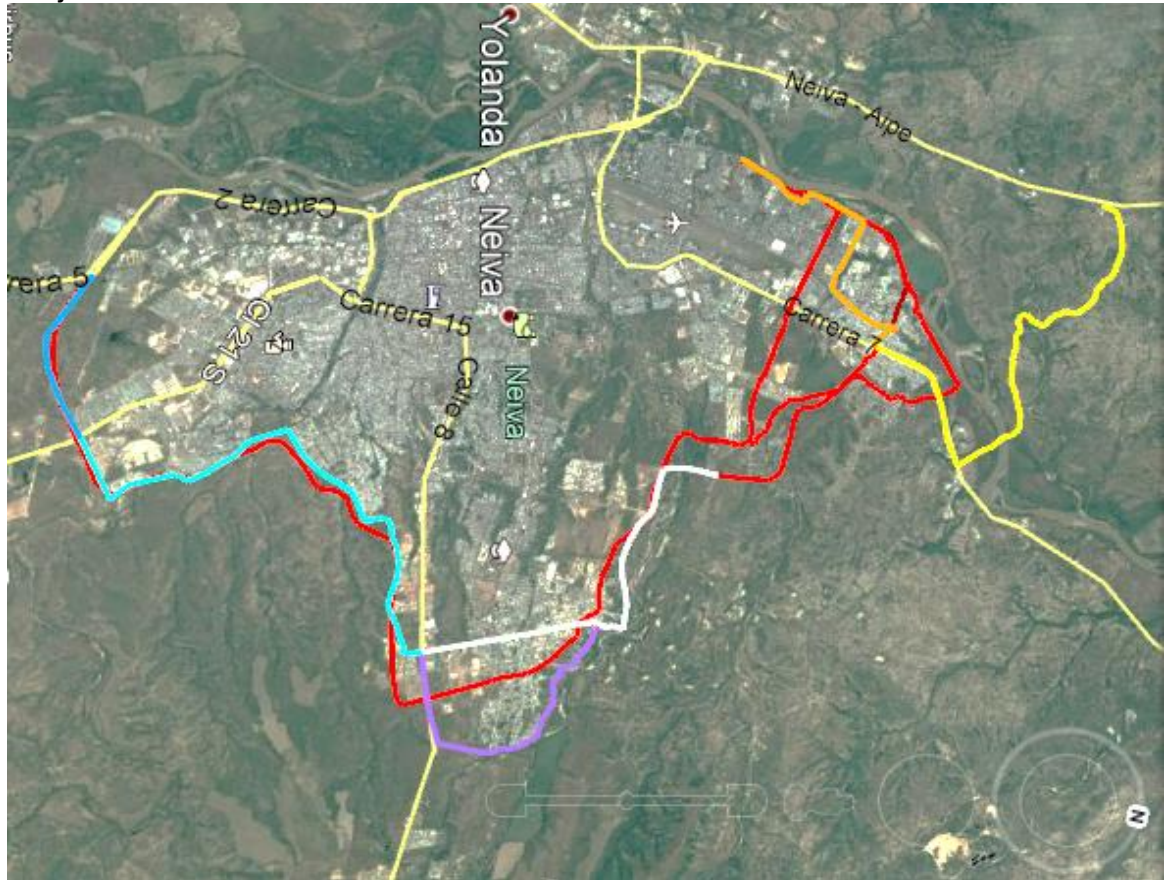


Ilustración 16 Alternativas de trazado (Alternativa 1 Se presenta las Unidades Funcionales en color Azul UF1, Cian UF 2, Morada UF 3, Roja Unidad Funcional 4, UF 5 Color Marrón y UF 6 Color Amarillo, Alternativa No. 2 según POT de 2009 Color Rojo, Alternativa No. 3 la UF 3 color Blanco y UF 5 color Naranja), se resalta que la Alternativa 3 comparte las unidades Funcionales 1, 2, 4 y 6 con la Alternativa 1.

Fuente: Adaptado Google Earth.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	94
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

9.5 OBRAS A EJECUTAR

ETAPA DE PRECONSTRUCCIÓN

Instalación de infraestructura temporal para campamentos y sitios de acopio: Corresponde a la infraestructura que se deberá proveer temporalmente como campamentos, patios de equipos y demás espacios que sean requeridos para la correcta administración y ejecución de la obra.

Socialización: Esta actividad corresponde al proceso informativo a las comunidades del área de influencia del proyecto, de las actividades inherentes al mismo en cada una de sus fases, la relación de los estudios a desarrollar, la presentación del PAGA, y toda la información asociada al desarrollo de obras y operación de la vía, con los consecuentes impactos en cada fase.

Contratación de personal: Consiste en la vinculación de todas las personas requeridas para la ejecución de los trabajos y cumpliendo con las disposiciones legales sobre contratación del personal, se dará prioridad a la contratación de mano de obra local.

Recuperación del derecho de vía: Esta actividad se refiere a las acciones que se deben realizar para la recuperación del derecho de vía donde aplique. Lo anterior de acuerdo con lo establecido en la ley 1228 de 2008.

Entrega del terreno y replanteo: De acuerdo con los diseños de las obras y una vez recibido el terreno, se realiza el replanteo y la materialización de los diseños.

ETAPA CONSTRUCTIVA

Señalización y demarcación temporal: Consiste en la instalación de elementos de señalización en la calzada existente para determinar el área de intervención, con el fin de evitar mayor afectación al tránsito automotor, buscando en todo momento la seguridad vial. Lo anterior con el manual de señalización del INVIAS.

Afirmados: Para la construcción en el sitio diseñado, se requiere colocar material de sub-base y base granular, incluye extendida y compactada.

Conformación de la calzada existente: Escarificación, la conformación, re nivelación y compactación del afirmado existente, con o sin adición de material de

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	95
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

afirmado o de sub-base granular; así como la conformación o reconstrucción de cunetas.

Colocación de pavimento flexible: Suministro de productos bituminosos, mezclas elaboradas, suministradas y compactadas en obra, para este caso se aplicara mezcla densa en caliente, MDC-2.

Fresado de pavimento asfáltico: Obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente, mediante el fresado en frío parcial o total de las capas asfálticas, de acuerdo con los alineamientos, cotas y espesores indicados en los documentos del proyecto.

Instalación de prefabricados (incluye postes y luminarias): Se refiere a la instalación de elementos tales como tuberías, estructuras en hierro, metálicas, entre otras.

Recolección, transporte, acopio y/o disposición de material sobrante (escombros y material estéril): Esta actividad consiste en el manejo adecuado de los materiales y residuos provenientes de las actividades propias de la obra.

Transporte de materiales, maquinaria y equipos: Esta actividad consiste en el transporte de los materiales de construcción hacia los centros de producción y frentes de obra, así como el traslado de la maquinaria y equipo hacia la zona del proyecto y los frentes de obra.

Funcionamiento de campamentos, talleres y oficinas: Corresponde a la operación de estas áreas.

Pintura y señalización horizontal y vertical: Esta actividad se realiza en señales, barandas y pavimentos y demás elementos de señalización localizados sobre la vía.

CIERRE Y ABANDONO

Desmantelamiento, limpieza y abandono de instalaciones temporales: En caso de haberse instalado campamentos temporales, se requiere limpiar el área, demoler estructuras de concreto y recuperar el área intervenida y realizar la entrega a su propietario.

Recuperación de áreas intervenida: Adecuación paisajística de las áreas intervenidas, tales como: fuentes de materiales utilizadas, sitios de disposición, taludes, entre otros.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	96
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Limpieza final de los sitios de trabajo: Comprende el retiro del sitio de trabajo todo el equipo de construcción, los materiales sobrantes, escombros y obras temporales de toda clase.

Actividades sociales de cierre: Realizar sesiones de información a las comunidades del área de influencia del proyecto, cerrar todas las solicitudes de la comunidad; informe final de actividades.

9.6 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO

9.6.1 Áreas de Estudio y Áreas de Influencia

- **Área de influencia directa (AID)**

El área de influencia de todo el proyecto corresponde al corredor vial, las zonas zodmes (escombreras temporales), las cabeceras municipales y centros poblados que comunica la vía, lo anterior teniendo en cuenta aspectos tales como la importancia de la vía, la conectividad y las áreas protegidas que atraviesa el corredor, ya que las obras se ejecutaran en diferentes tramos teniendo en cuenta que tendrá su trazado por zonas ya intervenidas desde hace bastante tiempo y por zonas donde no hay intervención aún, entonces el área de influencia del proyecto se delimita al corredor vial y a los centros poblados conectados por esta vía, junto con los predios donde se conformaran los zodmes.

9.6.2 Medio abiótico

Geología

A continuación se describen las principales unidades litoestratigráficas que afloran en el municipio de Neiva.

- CENOZOICO
- **GRUPO HONDA (Ngh)**

Consiste en una intercalación de areniscas y arcilloitas con lentes de conglomerados todos ellos con un claro carácter cuneiforme. Los estratos

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	97
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

oscilan entre 3 a 6 m de espesor. Las areniscas son gris verdosas con estratificación cruzada. Los conglomerados alcanzan hasta 6 m de espesor y están constituidos con cantos volcánicos (plutonitas, chert) las arcillas son verdes ga rojizas en ocasiones grises. Los niveles arenosos en ocasiones presentan concreciones arenosas con cemento calcáreo de hasta 60 cm de diámetro.

En detalle se divide en las formaciones Victoria y Villavieja. Se estima una potencia de la unidad de 600 m.

- **FORMACIÓN GIGANTE (NgQgi)**

Se trata de depósitos tobáceos depositados discordantemente sobre la Fm Neiva, con un espesor de entre 250- a 300 m en la zona de Neiva. Dentro de la formación se distinguen tres secciones en el muro se observan areniscas tobáceas (hasta 60 m de potencia) sobre las que superyacen tobas arenosas de grano fino con cenizas volcánicas (80 m de potencia) para finalizar a techo con areniscas tobáceas tabulares (120 m de potencia). Ver Ilustración 17.

Ilustración 17 Depósitos de la Formación Gigante



Fuente: IDOM

- **DEPÓSITOS CUATERNARIOS**
- **Abanicos antiguos.**

Abanicos aluviales, glaciares y conos de deyección de grandes dimensiones, producto de la peniplanización de los relieves existentes. se depositan de manera discordante sobre los materiales del Paleógeno o del Neógeno. Se trata de materiales coluviales y aluvio coluviales en forma de arenas y gravas con cantos, en general subangulosos, poco re trabajados por la acción hídrica lo que implica transportes cortos. Los materiales que los componen son el producto de la erosión de materiales antiguos aflorantes en la zona. La matriz

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	98
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

podrá ser areno arcillosa si bien en algunos casos los materiales pueden presentarse granosoportadas.

- **Terrazas.**

Depósitos aluviales compuesto por gravas arenas limos y arcillas, los materiales que los componene suelen presentarse bien redondeados por el transporte fluvial. En la zona de Neiva se observan tres niveles como mínimo. Los espesores de éstos oscilan entre tres y 8 m. Generalmente a techo de la secuencia deposicional se encuentra un nivel de arcillas o limos que en ocasiones alcanzan y supera el metro de espesor.

- **Depósitos coluviales.**

Depósitos de ladera producto de los deslizamientos y otros procesos de erosión de las mismas. Su litología es muy variada desde bloques y gravas angulosas, arenas y limos y arcillas. Se trata de depósitos heterogéneos poco clasificados de espesores muy variables en función de las dimensiones del proceso denudativo.

- **Depósitos aluviales.**

Depósitos existentes en las llanuras de inundación actuales de los cursos de agua existentes. Se trata de bloques, gravas arenas y arcillas bien redondeadas que apenas presentan compactación.

9.6.3 Geomorfología

La zona de estudio se caracteriza por distintos dominios geomorfológicos. Los principales motores de la zona de estudio son el tectonismo, vulcanismo y erosión hídrica que ha dado lugar al modelizado de la cuenca del Alto Magdalena.

La zona se caracteriza por unos relieves jóvenes generados por las etapas compresivas del borde occidental sudamericano. Estas etapas compresivas dieron lugar a las cordilleras central y oriental, principales dominios geomorfológicos existentes en la zona de estudio.

El desarrollo tectónico del lugar dio lugar a una zona central entre ambas cordilleras donde los materiales cenozoicos, más flexibles, sufrieron el plegamiento de sus unidades dando un relieve más llano sobre el que se instaló la red hidrológica.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	99
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Ya durante el cuaternario los procesos erosivos de origen hídrico han sido los predominantes dando lugar a la erosión de los valles fluviales así como a los depósitos de glaciares, terrazas y abanicos aluviales. También existe un agente modelador de menor intensidad como es el proceso de regularización de las pendientes. Los distintos procesos gravitacionales han dado lugar a depósitos coluviales de diversa entidad que se encuentran principalmente en las zonas de pendientes medias y altas.

A nivel regional el sector pertenece a la Unidad Fisiográfica Valle del río Magdalena, la cual está subdividida en dos unidades de paisaje, sobre las cuales se encuentra ubicada el área urbana de Neiva:

9.6.3.1.1 Unidad Valle Aluvial:

Compuesta por los depósitos recientes asociados al río Magdalena y demás drenajes permanentes que surcan la ciudad; posee morfología predominantemente plana y en ella se manifiesta la dinámica fluvial. En esta unidad domina la agradación sobre la degradación y se alcanzan las cotas topográficas más bajas (420 msnm, al norte del área urbana de Neiva, cerca de la confluencia del río Magdalena con la quebrada El Venado).

La unidad de paisaje Valle Aluvial se encuentra a su vez subdividida en dos unidades geomorfológicas: Unidad Aluvial (que abarca los canales activos y aluviones Qal dentro de las denominadas llanuras de inundación) y Unidad de Terrazas, las cuales están asociadas a los ríos Magdalena, Las Ceibas y del Oro.

UNIDAD DE TERRAZAS

Una terraza aluvial, es un depósito de tope plano formado por una corriente de agua, que ha sido abandonado y actualmente se encuentra en un nivel más alto que el nivel activo de dicha corriente. Las terrazas se diferencian básicamente por la altura a la que se encuentran con respecto a la corriente que las originó. En el área de estudio se describirán las terrazas de acuerdo con el drenaje al cual estén asociadas.

Terrazas asociadas al Río Magdalena. Se presentan en franjas alargadas adyacentes a éstos ríos, ocupan una gran parte del área urbana, en ellas se pueden diferenciar 4 niveles, los cuales se describirán a continuación.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	100
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

- Terraza alta del Río Magdalena (T1m). Se localiza sobre la margen derecha, entre la quebrada El Venado y el Río Las Ceibas, zona del aeropuerto y barrios La Inmaculada, Las Mercedes, Bosques de Tamarindos, Las Granjas, entre otros. También se observan sobre la margen izquierda, frente a la desembocadura del Río Las Ceibas y tanto al norte como al sur de ésta. Esta terraza presenta una altura, en la zona del barrio La Inmaculada, de 28 m con un ligero basculamiento hacia el Oeste; su escarpe posee una pendiente aproximada de 5°
- Terraza media del Río Magdalena (T2m). Se localiza adyacente directamente al río ó separados de éste por niveles más bajos. Sobre la margen derecha, se presenta preferencialmente al sur de la desembocadura de la quebrada El Venado, en los barrios Villa Magdalena, Chicalá y Calamarí; al norte del Río Las Ceibas, en la Universidad Surcolombiana y los barrios Cándido Leguizamo, Santa Inés, Acrópolis, entre otros; entre Río Las Ceibas y Río del Oro en la zona del Parque Santander y al sur del río del Oro (zona industrial), conformando una franja discontinua. Sobre la margen izquierda, se presenta como una franja disectada que cubre casi todo el frente de la ciudad. Su tope se presenta a una altura de 15 m aproximadamente, respecto al río; su escarpe presenta una pendiente muy vertical.
- Terraza baja del Río Magdalena (T3m). Se localiza sobre la margen izquierda, principalmente al norte y al sur de la desembocadura del Río Las Ceibas, y también como pequeños remanentes al norte de la ciudad, frente a los barrios Darío Echandía, Calamarí, entre otros. Su altura con respecto al río es aproximadamente 3.5 m; su talud es de longitud corta y pendiente fuerte.
- Terraza muy baja del Río Magdalena (T4m). Se ubica principalmente al norte de la ciudad, sobre la margen derecha, en una zona relativamente despoblada frente a los barrios Darío Echandía, Minuto de Dios, La Inmaculada, entre otros; también en inmediaciones de la desembocadura del Río las Ceibas, tanto al norte como al sur, y al sur de la desembocadura del Río del Oro. Sobre la margen izquierda, se localizan al norte del puente Santander. Presenta una altura de entre 1,5 y 2 m respecto a la corriente; su talud presenta una pendiente muy suave.
- Terrazas del Río Las Ceibas. Se diferencian dos niveles de terrazas, que en algunas ocasiones se observan encajadas en el abanico.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	101
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

- **Terraza media del Río Las Ceibas (T1c).** Se ubica en una zona del barrio Palmas II y en un área despoblada sobre la margen izquierda. Su altura con respecto al río varía de 15-25 m aproximadamente; su talud es casi vertical (Ver Foto 8).
- **Terraza muy baja del Río Las Ceibas (T2c).** Se localizan sobre su margen derecha, en la zona de los barrios Villa Milena, Santa Lucía, Granjas, Gualanday, entre otros, y en la zona de la desembocadura de la Quebrada Avichente y parte baja de ésta, así como también, en un área despoblada sobre la margen izquierda, frente al barrio Villa Cecilia. Su altura con respecto al río es de 1.5 a 2 m; su talud es corto, con pendiente suave y generalmente modificado por acciones antrópicas.

Terraza baja del Río del Oro (T1o). Se localiza sobre la margen izquierda, en la zona de los barrios Santa Isabel, Los Nazarenos, Las Lajas, entre otros, conformando una franja delgada y alargada, y también en inmediaciones de los barrios Altos del Limonar y Limonar, en un área más equidimensional. Además, se presentan sobre la margen derecha, al norte de la quebrada La Cabuya, zona del Barrio San Martín y en inmediaciones de los barrios Pozo Azul, Las Acacias y Villa Amarilla.

Terraza de la Quebrada El Venado. Se puede observar sobre la margen izquierda de la quebrada, en inmediaciones de las partes bajas de los barrios Carbonel, Luis Ignacio Andrade y Eduardo Santos. Presentan su tope a una altura aproximada de 1,5 a 2 m sobre el nivel de la corriente.

UNIDAD ALUVIAL

Comprende las llanuras de inundación de las diferentes corrientes de agua. Una llanura de inundación se caracteriza por tener forma plano cóncava, ser anegada por la corriente de agua periódicamente y estar ubicada inmediatamente adyacente a la misma. Estas se diferencian sólo teniendo en cuenta la corriente que las originó y que las inunda periódicamente, es decir, cada corriente se asocia con una llanura de inundación que es producto de la acción natural de la misma. A continuación se hará una breve descripción de las llanuras identificadas.

- **Llanura de inundación asociada al Río Magdalena (LI1m).** Se presenta como grandes áreas en forma discontinua, localizadas a ambos márgenes del río, su amplitud se hace más acentuada hacia el sur del área urbana de la ciudad.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	102
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

- Llanura de inundación asociada al Río Las Ceibas (LI1c). La llanura de inundación del Río las Ceibas es una franja cuya amplitud en el área urbana de Neiva se aumenta cerca al antiguo Barrio Los Alamos, presentando un estrechamiento antes de llegar al barrio los Andes en donde vuelve a ampliarse para finalmente continuar como una franja con una amplitud promedio de 1000m.
- Llanura de inundación asociada al Río del Oro (LI1o). Es una franja que presenta una amplitud aproximada de 72 m, la cual se hace un poco más amplia en cercanías al barrio Altos del Limonar.

9.6.3.1.2 Unidad de Piedemonte:

Localizada sobre el flanco occidental de la Cordillera Oriental; está conformada principalmente por rocas del Jurásico y Terciario, suprayacidas localmente por depósitos del Cuaternario, con estructuras geológicas regionales. Son comunes los procesos degradacionales, especialmente los de erosión hídrica, laminar y concentrada, y localmente de remoción en masa.

Dentro de la unidad de paisaje de Piedemonte se reconocen a nivel urbano la Unidad Vertientes y Escarpes de la Formación Gigante y el Abanico de Neiva.

Vertientes y escarpes de Gigante. Se localizan al Norte, en las vertientes de la quebrada El Venado y en los escarpes de los diferentes niveles de terrazas que allí se presentan, donde se encuentran barrios como Carbonel, Eduardo Santos, Calamarí, La Inmaculada, entre otros. Al centroriente en las vertientes y escarpes del Río Las Ceibas y de la Quebrada la Toma y otras quebradas menores. (Ilustración 18).

Ilustración 18 Izquierda, planicie generada por el abanico de Neiva sobre la que se instala la ciudad. Derecha, vertientes y escarpes de la Fm Gigante.



Fuente: IDOM

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	103
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Abanico de Neiva: Se pueden reconocer tres planicies principales: Planicie Norte, ubicada entre las quebradas Avichente y La Toma (barrios Los Colores, Los Libertadores y Enrique Olaya Herrera); Planicie Central (barrios El Jardín, Bugambiles, La Orquídea, Los Guaduales, El Vergel, Villa Café); y Planicie Sur (barrios Las brisas, La Floresta y urbanizaciones Ipanema, Villa Milena, etc.). Estas planicies se amplían y unen en una sola, más hacia el oriente. Las mayores altitudes del casco urbano de Neiva, cercanas a 560 msnm, se alcanzan en esta zona.

9.6.3.1.3 Agentes geomorfológicos actuales

A nivel urbano se han definido los siguientes agentes geomorfológicos.

Erosión Laminar o difusa. Se da en las zonas en las que se presenta alta precipitación y poseen altas pendientes, poca cobertura vegetal, alta erodabilidad, es decir, el sustrato está compuesto por rocas o depósitos recientes deleznable o muy fracturados, lo que permite el fácil arrastre de las partículas de suelo por el agua, y no tienen canal de drenaje definido.

Erosión Concentrada en Surcos y Cárcavas. Este tipo de erosión se presenta cuando el agua de escorrentía se concentra formando pequeños canales, que se denominan surcos, de poca profundidad y donde se produce arrastre de partículas de suelo, que pueden ser observadas dentro de los canales cuando éstos están secos. Cuando se da una mayor concentración del flujo de escorrentía, las irregularidades del terreno propician la unión de varios surcos, hasta convertirse en canales mucho más largos, amplios y profundos, conocidos con el nombre de cárcavas.

La formación de surcos y cárcavas se presenta generalmente en suelos poco permeables, en los que la escorrentía excede ampliamente a la infiltración durante las lluvias, y depende también de la pendiente del terreno, la cobertura vegetal y el régimen de lluvias (Moreno y Múnera, 1994).

Erosión Fluvial. Este tipo de erosión se produce cuando en épocas de lluvias el aumento de los caudales de ríos y quebradas trae como consecuencia el aumento en la capacidad de carga y poder erosivo de las corrientes, dando lugar al socavamiento lateral de los cauces o a la profundización de los mismos, que puede llegar a desestabilizar los taludes aledaños.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	104
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL.</p>		

La deforestación de las márgenes de los ríos y quebradas, así como el establecimiento de cultivos limpios en los taludes que dan hacia las corrientes favorece ampliamente la ocurrencia de la erosión fluvial (Bahamón & Gaitán, 1981).

Remociones en masa. Este término se utiliza de manera general para designar una variedad de procesos mediante los cuales masas de suelo y roca son movidas, como una sola unidad o en pocas unidades discretas, por acción de la fuerza de gravedad, en forma rápida o lenta, de un lugar a otro (Bahamón & Gaitán, 1981).

La gran mayoría de las remociones en masa que ocurren se presentan en suelos bien desarrollados y son desencadenadas como consecuencia de las fuertes lluvias. Los principales factores que favorecen el desencadenamiento de remociones en masa son el relieve, la geología, el clima e, indudablemente, la acción antrópica.

9.6.4 Hidrología

La hidrología del municipio está comprendida por tres grandes Ríos; El Río Magdalena, El Río Oro y El Río Las Ceibas, los cuales comprenden la mayor cantidad de recurso hídrico para este municipio

Río Las Ceibas

El Río Las Ceibas, tiene su nacimiento en la cuchilla El Refugio (cerro de Alto Rosalía), en la frontera con el departamento del Caquetá, en la divisoria de aguas de la cordillera Oriental, (sector denominado Reserva Forestal Santa Rosalía), a una altura aproximada de 2.800 msnm y después de un recorrido de 55 kilómetros, desemboca en la margen derecha aguas abajo, del Río Grande de la Magdalena a una altura de 431 msnm.

Rio del Oro

La cuenca del Rio del Oro se localiza en la parte media de la cordillera oriental, sobre la vertiente occidental. Esta cordillera es un sistema montañoso relativamente joven y de origen sedimentario, angosta y baja en lo que abarca en el departamento del Huila y drena sus aguas hacia el río Magdalena. Se sitúa sobre una zona de origen terciario del Magdalena, presenta terrazas fluviales cuaternarias alteradas por la acción erosiva del Río del Oro que ha disminuido en

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	105
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

gran proporción los sedimentos de esta formación. Parte de sus aguas drenan desde el casco urbano del Municipio de Neiva presentando afluentes cortos, de bajo caudal, en la parte alta de la cuenca se presentan drenajes de tipo intermitente. Abarca las veredas de Caguán, Ceibas Afuera, El centro sur, Normandia y parte del Municipio de Neiva. Nace en la Cuchilla Terpella, ramificación del cerro Neiva, a 1.000 m.s.n.m. su cuenca ocupa un área que se aproxima a las 6.576 hectáreas, de las cuales tan solo el 12% está cubierta con bosque nativos.

A lo largo de su recorrido, esta corriente es alimentada por las quebradas El Tigre, El Madroño, El Banquillo, La Florentina, Zanja Honda y la Cabuya, las que, además, contribuyen acrecentamiento de su problema de contaminación.

En la parte media y baja de la microcuenca se observa una mayor intervención antrópica. Por su cercanía al casco urbano de la ciudad sus riberas se encuentran invadidas, la vegetación a desaparecido en un 95%.

Río Magdalena

El Río Grande de La Magdalena, como lo denominaron los conquistadores españoles, nace en la laguna que lleva su mismo nombre, la cual se localiza a 3350 de elevación sobre el páramo de las Papas, en el Macizo Colombiano. Su cuenca alta incluye todo el territorio del departamento del Huila, con una extensión de 19.890 Km², más 1.523 Km² del territorio del Cauca (correspondiente a la cuenca alta y media del río Páez), con lo que la superficie total de la cuenca que drena en este sector alcanza los 21.413 km².

Desde su origen, en territorios del Macizo Colombiano, hasta las desembocaduras de los ríos Patá y Cabrera, en límites con el departamento del Tolima, el río Magdalena pasa por 24 de los 37 municipios huilenses, a saber: Isnos, Saladoblanco, Oporapa, Tarqui, Pital, Agrado, Paicol, Tesalia, Yaguará, Palermo y Aipe, por la margen izquierda del río; Pitalito, Timaná, Elías, Altamira, Garzón, Hobo, Campoalegre, Rivera, Tello y Villavieja, por la margen derecha del río; y con territorios en las dos márgenes del mismo río se encuentran San Agustín, Gigante y Neiva. Después de pasar por los municipios de Aipe y Villavieja, y bordear el costado occidental del Desierto La Tatacoa, el río Magdalena abandona el Huila y penetra al departamento Tolima.

A su paso por tales municipios, el Magdalena es alimentado por varios ríos y quebradas, entre los cuales, los más caudalosos son los siguientes: Por la margen derecha, de sur a norte, sobresalen los ríos Guarapas y Suaza, las quebradas

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	106
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Garzón, Majo y Rioloro, así como los ríos Neiva, Frío (del municipio de Rivera), Arenoso, Ceibas, Fortalecillas, Villavieja y Cabrera y, por la margen izquierda, en la misma dirección, se destacan el río Bordones, la quebrada La Yaguilga y los ríos Páez, Yaguará, Baché, Aipe y Patá. El Desierto de La Tatacoa drena sus flujos de agua y sedimentos sobre la margen derecha del Magdalena, en especial, a través del río Cabrera y las quebradas Las Lajas, La Tatacoa y La Arenosa.

9.6.5 Hidrogeología

Los materiales que infrayacen a la ciudad de Neiva se han descrito como un acuífero libre, con un espesor de zona no saturada de entre 5 a 10 m de profundidad. Dicho acuífero se ha clasificado con una índice de vulnerabilidad de 0.95 (vulnerabilidad extrema).

Algunos estudios han cifrado un total de 46 pozos profundos, 146 pozos de gran de diámetro o aljibes y 40 manantiales en la zona urbana de Neiva y aledaños. De los pozos profundos el 37% se encuentran abandonados debido especialmente a fallas de tipo mecánico en su construcción y el 17% se encuentran actualmente como pozos sin utilizar pero en reserva. El potencial de las unidades acuíferas explotadas los constituyen las primeras capas acuíferas las más sensibles hacer afectadas y las de potenciales de explotación más limitados.

Para el caso de los acuíferos profundos se identificó un bajo número de pozos y su explotación apenas empieza, el número de pozos activos también es todavía es bajo con respecto al potencial de los acuíferos.

Toda el área urbana es considera como zona de recarga excepto donde afloran rocas del Miembro Superior de la Formación Honda. Para la zona acuífera de mayor interés constituido por el paquete basal conglomerático del Miembro Medio de la Formación Gigante y de todo el Miembro Inferior de dicha Formación, se espera recarga por goteo de las capas suprayacentes del acuífero semiconfinado constituido por areniscas tobáceas y limolitas del Miembro Medio de la Formación Gigante. Adicionalmente se considera zona especialmente de recarga, el área donde aflora en superficie el paquete acuífero de mayor interés localizado al Oeste del área de estudio en una franja de dirección Sur - Noreste, caracterizada geomorfológicamente por unas colinas alargadas, y el eje de la cuenca hidrográfica de la Quebrada Cuicinde. Unidades acuíferos por porosidad

Grupo Honda Villarroel y otros (1996), consideran que las areniscas, areniscas conglomeráticas y conglomerados arenosos son el 75% de la unidad, mientras

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	107
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

las arcillolitas, lodolitas y limolitas y representan un 25% de la formación; en lo observado en campo se considera que el porcentaje de arcillolitas y limolitas puede alcanzar un 30 a 40%, y que las areniscas resaltan por su mayor dureza y resistencia a los agentes meteóricos.

La unidad se constituye como un potencial acuífero principalmente en el sector del denominado “Desierto de la Tatacoa”, ya que las areniscas son muy porosas, pero hay que tener en cuenta que las intercalaciones arcillosas son abundantes. Su espesor estimado es de 800 m, para el área del “Desierto de la Tatacoa”.

Fm Gigante y Fm Neiva: Por su litología y su extensión geográfica, la Formación Gigante se constituye como el acuífero más importante de la zona de Neiva y sus alrededores y hacia el sur donde se encuentra cubierto por abanicos aluviales. Se considera que la unidad presenta buena porosidad primaria y secundaria, especialmente los niveles conglomeráticos superior e inferior; el nivel medio volcanoclástico, presenta unos niveles muy permeables, pero también presenta niveles muy arcillosos, que le disminuyen las posibilidades como acuífero.

Materiales cuaternarios. Abanicos aluviales y terrazas tienen un elevado potencial acuífero dada su naturaleza granular. Su disposición topográfica y relación con el nivel freático decidirá la presencia de un acuífero o no en su interior. De cualquier manera son unidades permeables que permiten la infiltración de agua de lluvia facilitando la recarga del acuífero.

9.7 Medio biótico

Los ecosistemas de los cuales depende directamente el funcionamiento y bienestar de los habitantes de la ciudad de Neiva y áreas aledañas, deben ser considerados estratégicos, por múltiples razones: Dependencia de los procesos básicos de las comunidades, en pocas palabras la provisión de bienes y servicios ambientales, entre otros:

- La producción de agua
- Su alta importancia Ecológica
- Conservación de equilibrios hidrográficos y climáticos

Área De Reserva Forestal Protectora Cuenca Hidrográfica Río Las Ceibas

En la parte más alta de la cuenca, linderos con el Departamento del Caquetá y Municipio de Rivera, áreas de nacimientos de ríos y quebradas, pendientes altas, cotas superiores a los 2000 m.s.n.m., con características del suelo, uso actual y cobertura vegetal del suelo además de otras características singulares, se localizan dos Ecosistemas de gran valor regional tanto en Huila, como en el

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	108
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Caquetá, dos ecosistemas estratégicos de valor incalculable, La Siberia y Zona de Amortiguación de PNN.

Los Picachos, reconocidos en diversos estudios adelantados en la zona, se destacan por cumplir una función de regulación hídrica y climática de importancia regional para los Municipios de Neiva, Campoalegre, Algeciras y Rivera, donde nacen muchas fuentes de agua entre las que se destacan las siguientes:

Río Neiva (Algeciras y Campoalegre), Quebrada San Bartolo y Motilón principales afluentes de las riberas Ceibas (Neiva), Río frío (Campoalegre), Río Frío (Rivera), Las Ceibas (Neiva), fuentes abastecedoras de los acueductos de los municipios referidos.

9.8 Medio Socioeconómico

El modelo de ciudad planteado por el Plan de Ordenamiento Territorial vigente, se define como una ciudad compacta y multipolar. Para llevar a cabo un diagnóstico socioeconómico es importante entender la distribución de la población dentro del territorio con el fin de identificar qué zonas geográficas específicas se encuentran rezagadas en términos socioeconómicos y por ende hacia donde se deberá orientar el gasto público en la búsqueda de una ciudad más equitativa, incluyente y justa y acorde con el modelo de ciudad planteado por el POT.

9.8.1 Estratos socioeconómicos

- Estrato Alto

Se localiza principalmente en el centro tradicional en donde se encuentran usos comerciales y se presenta diversidad de actividades económicas, financieras, intercambios y de prestación de servicios de salud. A partir de esta zona, se desprende un (1) eje bien diferenciado de uso residencial hacia el oriente coincidente con el eje vial de la calle 8.

- Estrato Medio

Se localiza en las áreas aledañas al centro fundacional (expansión del centro histórico) y se desprende sobre dos (2) ejes principales; el primer eje sobre la carrera 26 en cercanías al Aeropuerto Benito Salas con actividades comerciales y residenciales hasta la vía que conduce al centro poblado de

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	109
Fecha: 28/02/2018					

Fortalecillas y el segundo eje que proviene del centro de Neiva y se extiende al oriente coincidente con el eje vial de la avenida Bugarviles.

- Estrato Bajo

Se localiza principalmente en las zonas periféricas de la ciudad en áreas de alto riesgo, vulnerabilidad y exclusión y se extiende principalmente hacia el eje que sale del centro de la ciudad hacia el sur con actividades residenciales y comerciales.

9.9 DEMANDA DE RECURSOS NATURALES

9.9.1 RECURSOS FÍSICOS

9.9.2 PERSONAL MÍNIMO REQUERIDO

Aunque no se conoce el procedimiento a ser utilizado por el constructor se estima un mínimo de personal para la ejecución POR UNIDAD FUNCIONAL en la cual se requerirán 81 empleados para mano de obra no calificada y 11 profesionales para el desarrollo de las actividades de obra. En la siguiente tabla se presenta la oferta de cargos a nivel profesional que se requerirán para cada UNIDAD FUNCIONAL como mínimo.

Tabla 5 Personal de obra calificado para desarrollo de las obras

PROFESIONALES	CANTIDAD
Director de obra	1
Ingeniero Residentes	2
Ingeniero Especialista en Vias	1
Ingeniero Especialista Estructural	1
Profesional HSQ	1
Ingeniero Auxiliar	1
Residente SISOMA	1
Residente Social	1
Esp. Ambiental	1
Esp. En geotecnia	1
Profesional en costos y presupuestos	1
Dibujante	1
Topógrafo	2
Total	15

Fuente: Geocing 2017

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	110
Fecha: 28/02/2018					

Tabla 6 Personal de obra no calificado para desarrollo de las obras

PERSONAL GENERAL	CANTIDAD
Cadenero	4
Obreros	52
Oficial	25
Total	81

Fuente: Geocing 2017

9.9.3 EQUIPO MÍNIMO REQUERIDO

En la Tabla 7 se relacionan las cantidades de maquinaria y equipos necesarios para el desarrollo de las obras.

Tabla 7 Listado de maquinaria y equipos

EQUIPO Y MAQUINARIA	CANTIDAD
Equipo de Topografía Estación	2
Nivel de precisión	2
Radios de comunicación	6
Herramienta menor	70
Motobomba 4 pulgadas	4
Tractor de orugas	1
Motoniveladora	2
Carrotanque para humectación	1
Rodillo compactador	1
Rodillo vibratorio	1
Escarificador de dientes fijos	1
Finisher	1
Camión imprimador	1
Barredora	2
Volquetas	2
Buldozer, Potencia al volante de 140 HP, motor de 2200 RPM, longitud de hoja 4,80m.	2
Retroexcavadora sobre oruga, potencia 138 HP, balde de 1,5 m3.	2
Vibrador de concreto, Motor de 3 hp a 18.000 rpm Mangueras de 4 mt	4
Mezcladora de concreto 1 bulto	4
Grúa con torre capacidad 1 ton en la punta.	1
Motobomba de concreto	2
Retroexcavadora A25C	1

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	111
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

EQUIPO Y MAQUINARIA	CANTIDAD
Cizalla manual de 90 cm.	6
Bomba de inyección de lechada	2
Planta eléctrica	2
Bomba para gato de tensionamiento	2
Compresor 120 HP, con martillo.	2
Equipo de perforación (TRACKDRILL), potencia 40 HP, 2100 golpes / minuto	2
Equipo de oxicorte, Capacidad de corte: hasta 6'' (152mm)	2
Bomba de concreto, Producción: 30 m3/h, POTENCIA: 67 HP, MAX PRESION DE CONCRETO: 1150 PSI	2

Fuente: Geocing 2017

9.10 EVALUACIÓN AMBIENTAL

9.10.1 METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

Para la identificación y valoración de posibles impactos que genere la construcción de las Obras, se escogió la metodología matricial de causa-efecto y la propuesta por Vicente Conesa¹. Se partió de la caracterización del área, la cual se basa en el análisis de la forma en la que el proyecto puede modificar el entorno o ambiente.

La evaluación ambiental incluye procedimientos cualitativos y cuantitativos cuyos resultados se analizan contemplando dos escenarios:

- Escenario sin proyecto
- Escenario con proyecto sin medidas Ambientales

El Escenario Sin Proyecto consiste en la estructura y dinámica actual ambiental de la zona de estudio, sin considerar las obras del proyecto mientras que en los escenarios (Con Proyecto sin Medidas de Manejo Ambiental) se consideran las principales incidencias de las obras en la etapa de construcción sin medidas de manejo.

¹

CONESA VICENTE. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4ta edición. Ediciones. Mundi-Prensa. Madrid – España. 2010.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	112
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	ASPECTO AMBIENTAL
	demás espacios que sean requeridos para la correcta administración y ejecución de la obra.	
Contratación mano de obra	Consiste en la vinculación de todas las personas requeridas por el constructor para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por él, quien deberá cumplir con todas las disposiciones legales sobre la contratación del personal colombiano y extranjero. El constructor debe asumir la responsabilidad de la ejecución de la obra ante INVIAS, para quienes regirán, además, todas las disposiciones del Pliego de Condiciones, las especificaciones del contrato en relación con asuntos laborales, de salud y seguridad, ambientales, de control y de calidad.	Se considera susceptible de producir impactos debido a que puede causar falsas expectativas en la comunidad; generación de conflictos se pueden presentar sobre demanda de servicios públicos y sociales y conflictos sociales y culturales por la llegada de personal foráneo. Además, puede promover actividades de tala, caza y pesca, que afecten los recursos naturales.
Entrega del terreno y Replanteo	Una vez recibido el terreno, el Constructor replantea el trazado de la obra.	Es susceptible de generar impactos por posibles falsas expectativas o conflictos con las comunidades.
Desmonte y limpieza	Consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparan las obras, y las zonas o fajas laterales del derecho de vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte	Es susceptible de producir impactos debido a la generación de residuos sólidos, al arrastre de material a los cuerpos de agua, a la pérdida de la cobertura vegetal y al ruido que puede generar los equipos.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	114
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	ASPECTO AMBIENTAL
	apta para iniciar los demás trabajos. El trabajo incluye, también, la disposición final de los residuos.	
Demoliciones y Remoción	Demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas requeridas del proyecto, y la remoción y disposición final de los materiales provenientes de la demolición. Incluye, también, el retiro, cambio, restauración o protección de las instalaciones de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto, así como el manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes; la remoción de cercas de alambre, de especies vegetales y otros obstáculos.	Esta actividad genera escombros, ruido y emisiones que pueden producir impactos sobre los componentes ambientales y sociales.
Excavaciones	Excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras, incluye el volumen de material que hay que remover, mecánica o manualmente, transportar y disponer, para la ejecución de las obras y la limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.	Puede producir impactos debido a la generación de escombros, emisiones de material particulado, a la operación de la maquinaria y vehículos, que generan emisión de gases, ruido, vibraciones, derrames.
Rellenos o Terraplenes	Escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado para colocar un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza; eventual descapote y retiro de material inadecuado; demolición; drenaje y sub-drenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y	Para llevar a cabo esta actividad, se requiere el suministro y manejo de los materiales, los cuales generan residuos y emisiones de material Particulado

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	115
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	ASPECTO AMBIENTAL
	compactación de materiales.	
Mejoramiento Subrasante	Disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final.	Se derivan del suministro y manejo de los materiales y de la generación de partículas.
Escarificación y homogeneización de la subrasante	Consiste en disgregar la superficie del suelo, permitiendo que adquiera una condición suelta	Producción de emisiones –gases y ruido
Humectación del suelo de subrasante	De acuerdo a la humedad especificada del material ha compactar, éste puede humedecerse mediante los sistemas de riego tradicionales	Producción de emisiones –gases y ruido
Aireación del suelo de subrasante	Si la humedad natural es mayor que la óptima, se deberá airear el suelo removiéndolo de un lado a otro por medio de una motoniveladora	Producción de emisiones –gases y ruido
Compactación de la subrasante	se realiza una compactación con un rodillo compactador pata de cabra, y/o rodillo vibratorio dependiendo del tipo de material	Por el suministro y manejo de materiales y emisiones de material Particulado, Producción de emisiones –gases y ruido
Capa de subbase	Para el proceso de conformación de la capa sub-base, se realiza el suministro de agregados granulares para su colocación en conformidad con los alineamientos verticales, pendientes y dimensiones indicadas en los planos	Por el suministro y manejo de materiales y emisiones de material Particulado, Producción de emisiones –gases y ruido
Capa de base	se realiza el suministro de agregados granulares, que se colocaran de conformidad con los alineamientos verticales, pendientes y dimensiones indicadas en los planos	Por el suministro y manejo de materiales y emisiones de material Particulado, Producción de emisiones –gases y ruido
Escarificación del	Se procederá a escarificar el	Producción de emisiones

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	116
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	ASPECTO AMBIENTAL
material de protección de la sub-base	material de protección colocado sobre la superficie de la sub-base, para ser mezclado y homogenizado con el nuevo material que se colocara para conformar la capa de base.	–gases y ruido
Colocación del material de base	El material granular de base, se colocara sobre la superficie de la subbase evitando su segregación,	Producción de emisiones –gases y ruido
Distribución del material de base	El material de base en estado suelto, será esparcido con un contenido de humedad de $\pm 2\%$ con respecto a la humedad óptima, en un espesor necesario para que después de ser compactado, tenga el espesor de diseño.	Producción de emisiones –gases y ruido
Compactación de la capa de base	La compactación deberá avanzar gradualmente, en las tangentes, desde los bordes hacia el centro y en las curvas desde el borde interior al exterior, paralelamente al eje de la carretera y traslapando uniformemente la mitad del ancho de la pasada anterior	Producción de emisiones –gases y ruido
Riego de imprimación	El riego de imprimación se realizara con un ligante asfáltico y un material secante, que cumplan con la especificación y deben cubrir toda la superficie de la capa base, de acuerdo a una tasa de riego ya preestablecida	Por el suministro y manejo de materiales, la movilización de maquinaria y vehículos, generación de emisiones.
Actividades para la colocación del Pavimento Flexible	Suministro de productos bituminosos, mezclas elaboradas, suministradas y compactadas en obra, de acuerdo con lo exigido en la especificación.	Se relacionan con el suministro y manejo de materiales, producción de emisiones –gases y ruido, generación de escombros, altas temperaturas para manejo

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	117
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	ASPECTO AMBIENTAL
		del asfalto y a la probabilidad de derrame de los mismos
Concreto Estructural	Consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en genera	Por el suministro y manejo de materiales, la movilización de maquinaria y vehículos, generación de emisiones.
Estructuras de Acero	<p>ESTRUCTURAS DE ACERO: Consiste en el diseño, fabricación, transporte, montaje y pintura de estructuras de acero, soldadas y/o pernadas. Comprende, además, el suministro de todos los materiales requeridos para la fabricación de las estructuras, tales como láminas, perfiles, platinas, pernos, remaches, elementos para soldadura y piezas o metales especiales.</p> <p>ACERO DE REFUERZO: consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación, de barras de acero en estructuras de concreto.</p> <p>ACERO DE PREESFUERZO: Consiste en el suministro, colocación y tensionamiento de acero de preesfuerzo, de acuerdo con los detalles indicados en los planos. El acero de preesfuerzo podrá consistir de cables de acero de alta resistencia de siete alambres, alambre de acero de alta resistencia, o barras de alta</p>	Esta actividad es susceptible de generar impactos, por el manejo de materiales y de los residuos.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	118
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	ASPECTO AMBIENTAL
	resistencia del tipo y grado. ANCLAJES: Consiste en la perforación de barrenos y eventual colocación de conductos de protección para la perforación; en la introducción de barras o cables de acero con dimensiones adecuadas para resistir las exigencias de su tensionamiento; en la inyección de la lechada o mortero de cemento y en el tensionamiento del elemento de anclaje. DEFENSAS METÁLICAS: Consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de defensas metálicas a lo largo de los bordes de la vía.	
Transporte de materiales escombros	Esta actividad consiste en el transporte de los materiales y residuos provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, y otros y el transporte de los materiales provenientes de derrumbes.	Los vehículos pueden generar emisiones de material Particulado, ruido, emisiones de gases, vibraciones, derrames, acciones que son susceptibles de generar impactos
Desmantelamiento y abandono instalaciones temporales	Actividades de desmantelamientos del campamento, talleres, centros de acopio y demás aéreas utilizadas durante el desarrollo del proyecto.	Esta actividad es susceptible de generar impactos, por la generación de escombros y conflictos con la comunidad.
Recuperación áreas intervenidas	Adecuación paisajística de las aéreas intervenidas, tales como: fuentes de materiales utilizadas, sitios de disposición de escombros, taludes, servidumbres, etc.	Es susceptible de generar impactos debido a la generación de escombros orgánicos y residuos sólidos.
Limpieza final del sitio de los trabajos	A la terminación de cada obra, el constructor deberá retirar del sitio de trabajo todo el equipo de	Son susceptibles de generar impactos, por el manejo inadecuado de los

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	119
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	ASPECTO AMBIENTAL
	construcción, los materiales sobrantes, escombros y obras temporales de toda clase, dejando la totalidad de la obra y el sitio de los trabajos en un estado de limpieza satisfactorio.	residuos.
Actividades Sociales de Cierre	Al final de cualquier proyecto, el contratista debe : Realizar la reunión de finalización. Hacer el desmantelamiento y entrega de los Puntos Satélites a los propietarios o responsables de los sitios donde se instalaron. Cierre de todas las manifestaciones ciudadanas presentadas. Levantamiento de las Actas de Vecindad de Cierre en el Área de Influencia Directa. Cierre de los acuerdos pactados en las Actas de Compromiso realizadas. Informe final de los proyectos productivos realizados. Traslado de todas las Unidades Sociales que se encontraban en las áreas requeridas por el proyecto. Restablecimiento o mejoramiento de las condiciones socioeconómicas iniciales de las Unidades Sociales trasladadas.	El incumplimiento de estas actividades es susceptible de generar conflictos con las comunidades y con las autoridades locales.
Cerramientos	Este trabajo consiste en el suministro de materiales y la construcción de cercas de alambre con postes de madera o de concreto. Esta actividad puede darse al inicio, durante la ejecución y/o abandono del proyecto.	Puede generar impactos en el manejo de materiales, disposición de residuos y conflictos con las comunidades.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	120
Fecha: 28/02/2018					

9.10.4 ANÁLISIS DE MATRICES

De acuerdo a lo evaluado en las matrices de impacto en cada alternativa (anexo 1), se pudo establecer que las actividades que menos magnitud de impacto presentan son las realizadas en la alternativa 1. A continuación se presenta el análisis de impactos por las actividades más relevantes por su impacto en cada alternativa y su respectiva calificación.

Señalización y demarcación temporal:

Alternativa 1:

Señalización y demarcación temporal	Alteración del paisaje	Moderado
	Emisiones sonoras	Moderado
	Dispersión de material particulado	Moderado
	Generación de residuos sólidos	Moderado
	Conflicto con la comunidad	Irrelevante

Alternativa 2:

Señalización y demarcación temporal	Alteración del paisaje	Moderado
	Emisiones sonoras	Moderado
	Dispersión de material particulado	Moderado
	Generación de residuos sólidos	Moderado
	Conflicto con la comunidad	Irrelevante

Alternativa 3:

Señalización y demarcación temporal	Alteración del paisaje	Severo
	Emisiones sonoras	Moderado
	Dispersión de material particulado	Moderado
	Generación de residuos sólidos	Moderado
	Conflicto con la comunidad	Moderado

De acuerdo a los diseños de los trazados de las alternativas 1,2 y 3, la alternativa 3 causa más impactos en cuanto a la alteración del paisaje y conflictos con la comunidad por la intervención que tendría la ejecución de las obras en el medio biótico, abiótico y social. Ya que la mayoría de sus unidades funcionales están ubicadas en zonas sin intervención antrópica.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	121
Fecha: 28/02/2018					

Excavación de terreno:

Alternativa 1:

Excavación de terreno	Emisiones sonoras	Moderado
	Emisiones de Gases	Moderado
	Dispersión de material particulado	Moderado
	Alteración del paisaje	Severo
	Afectación de infraestructura urbana	Severo
	Afectación de predios y construcciones	Severo
	Generación de material sobrante	Moderado
	Conflicto con la comunidad	Moderado

Alternativa 2:

Excavación de terreno	Emisiones sonoras	Severo
	Emisiones de Gases	Severo
	Dispersión de material particulado	Severo
	Alteración del paisaje	Severo
	Afectación de infraestructura urbana	Severo
	Afectación de predios y construcciones	Severo
	Generación de material sobrante	Moderado
	Conflicto con la comunidad	Moderado

Alternativa 3

Excavación de terreno	Emisiones sonoras	Severo
	Emisiones de Gases	Severo
	Dispersión de material particulado	Severo
	Alteración del paisaje	Severo
	Afectación de infraestructura urbana	Severo
	Afectación de predios y construcciones	Severo
	Generación de material sobrante	Severo
	Conflicto con la comunidad	Moderado

En cuanto a las excavaciones que se van a desarrollar en las alternativas planteadas, la alternativa 1 presenta menos cantidad de movimientos de tierra por

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	122
Fecha: 28/02/2018					

lo que la calificación recibida es más moderada que severa, diferente a lo observado en las alternativas 2 y 3.

Afirmado:

Alternativa 1:

Afirmado	Emisiones sonoras	Moderado
	Emisiones de Gases	Moderado
	Dispersión de material particulado	Moderado
	Alteración del paisaje	Severo
	Afectación de infraestructura urbana	Severo
	Afectación de predios y construcciones	Severo
	Conflicto con la comunidad	Moderado

Alternativa 2:

Afirmado	Emisiones sonoras	Severo
	Emisiones de Gases	Severo
	Dispersión de material particulado	Severo
	Alteración del paisaje	Severo
	Afectación de infraestructura urbana	Severo
	Afectación de predios y construcciones	Severo
	Conflicto con la comunidad	Moderado

Alternativa 3:

Afirmado	Emisiones sonoras	Severo
	Emisiones de Gases	Severo
	Dispersión de material particulado	Severo
	Alteración del paisaje	Severo
	Afectación de infraestructura urbana	Severo
	Afectación de predios y construcciones	Severo
	Conflicto con la comunidad	Moderado

La actividad de afirmado tiene un impacto menor en la alternativa 1, pues esta tendrá una intervención sobre vías ya construidas por lo que disminuye el compromiso del medio biótico, abiótico y social.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	123
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

De los anteriores análisis se puede establecer que la alternativa 1 presenta impactos de menor magnitud que pueden ser controlados por las medidas de prevención, mitigación, control, compensación y corrección generadas en el Plan de Manejo Ambiental formulado por el constructor.

9.11 PLAN DE CONTINGENCIA

9.11.1 ALCANCE

La Prevención y Reducción de Riesgos, se realiza a partir de la identificación de las amenazas naturales y humanas y del análisis de vulnerabilidad que pueden contribuir a la potenciación de los riesgos y la optimización de recursos (naturales, humanos, tecnológicos y económicos). Lo anterior se enmarca dentro del contexto de las estrategias para la prevención de desastres y la mitigación de riesgos, para la ejecución de las obras de mejoramiento.

9.11.2 DEFINICIONES

- Riesgo

El riesgo se define como una situación potencial, con posibilidad de generar daños o perjuicios a la salud de las personas, pérdidas económicas, pérdidas o daños ambientales o a la comunidad.

El riesgo tiene 2 elementos clave: amenaza y vulnerabilidad, los cuales actúan juntos o con relación de interdependencia.

- Amenaza

La amenaza es la probabilidad (alta, media o baja) de que ocurra un evento natural o inducido por el hombre de forma accidental o provocado, con la capacidad de generar daños y pérdidas en el tiempo, espacio y a un medio social y/o ambiental. Las amenazas se clasifican de acuerdo con su origen en: naturales, socio-naturales, y antrópicas; las amenazas socio-naturales hacen referencia a fenómenos que comúnmente se asocian a la naturaleza pero que en su ocurrencia y/o magnitud tienen influencia humana debido a procesos insostenibles de uso y ocupación del territorio, es cuando la degradación ambiental genera amenazas, por ejemplo la tala de bosques muy frecuentemente incrementa la probabilidad de ocurrencia de inundaciones y deslizamientos en las cuencas hidrográficas, o el uso intensivo de agroquímicos que puede provocar la generación de plagas. Las amenazas antrópicas por su parte, se definen como fenómenos generados por los

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	124
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

desequilibrios y contradicciones sociales, tales como los accidentes tecnológicos, industriales o químicos y problemas de contaminación por mal manejo de tecnologías o falta de mantenimiento.

- Vulnerabilidad

La vulnerabilidad hace referencia a la susceptibilidad o debilidad que presenta una sociedad, frente a las amenazas que la afectan y su capacidad de sobreponerse luego de la afectación. La vulnerabilidad es un fenómeno eminentemente social relacionado con las carencias de desarrollo que presenta una sociedad. La vulnerabilidad se compone de los siguientes factores:

- Fragilidad física o de exposición, este factor es la condición o grado de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su falta de resistencia física ante los mismos.
- Fragilidad social, este factor se refiere a la predisposición que surge como resultado del nivel de marginalidad y discriminación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa por factores socioeconómicos.
- Falta de resiliencia, factor que expresa las limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, falta de preparativos para atender emergencias, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto que producen los desastres y su rehabilitación o recuperación post desastres.
- Generación del riesgo

El riesgo se construye cuando coinciden en un territorio, al mismo tiempo, condiciones de vulnerabilidad en situaciones específicas de amenaza. Las amenazas naturales, son propias de las condiciones físicas del territorio, pero no son ellas, de forma independiente, las que generan el riesgo, se requiere de la presencia de condiciones de debilidad ante dichas amenazas (por ejemplo, infraestructura hecha con técnicas o materiales de construcción no adecuados o en lugares no aptos frente a tales amenazas, etc.), y es en este caso donde la vulnerabilidad y las amenazas socio naturales se convierten en el elemento activo de la generación del riesgo.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	125
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

- Prevención y reducción del riesgo

La Prevención y Reducción de Riesgos se refiere a la tarea de actuar integralmente sobre los factores que generan el riesgo (amenazas y vulnerabilidades) con el fin de evitarlo o reducir su nivel, aportando con esto al desarrollo de las áreas intervenidas. Reducir el riesgo totalmente es prácticamente imposible, por lo que se requiere establecer un nivel de “riesgo aceptable”, que se refiere al umbral de daños y pérdidas que la sociedad está en condiciones de asumir, como consecuencia de la ocurrencia de un desastre en particular. El nivel de riesgo aceptable define el horizonte de acciones de Prevención y Reducción de Riesgos que se deben hacer, el no definirlo supone que la sociedad está asumiendo el riesgo existente en su totalidad.

La Prevención y Reducción de Riesgos está compuesta por acciones que se toman antes de los desastres (ex ante) que tienen por objetivo evitar su ocurrencia y reducir su impacto potencial, así como aquellas dirigidas al de los desastres (ex post) que buscan restablecer las condiciones de vida de las poblaciones afectadas luego del impacto, con el fin de no generar nuevos riesgos.

Dentro de las acciones “ex ante” se encuentran: la prevención, la mitigación y la preparación.

Por prevención se definen todas las acciones tendientes a evitar que ocurra el desastre, esto se logra interviniendo el riesgo que ya existe, a través de medidas estructurales o físicas como la construcción de muros de contención, la estabilización de taludes, la rectificación de cauces, construcción de diques o canales y el control de inundaciones; o interviniendo el riesgo potencial (que aún no existe) a través de medidas no estructurales como la incorporación de normas para la construcción segura de edificaciones y la elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial que consideren y regulen la ocupación de terrenos susceptibles a amenazas naturales o socio naturales.

La mitigación se refiere a la reducción del riesgo hasta llevarlo a un nivel de riesgo aceptable.

Cuando se trata de riesgo asociado a amenazas naturales, la mitigación toma lugar exclusivamente con relación a la vulnerabilidad. Son ejemplos de acciones de mitigación el reforzamiento de edificaciones públicas y privadas para mejorar su resistencia a fenómenos detonantes como sismos, tsunamis, vendavales y huracanes y el reasentamiento de población o la reubicación de infraestructuras en zonas de alto riesgo.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	126
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

La preparación consiste en el diseño e implementación de protocolos apropiados para un oportuno y eficiente manejo de los desastres y el mejoramiento en términos de dotación y entrenamiento de las entidades encargadas de la respuesta y reconstrucción. La preparación se considera una acción ex ante, no obstante, que su materialización y puesta a prueba toma lugar en el escenario de desastre. Son acciones de preparación la elaboración de Planes de Emergencia y Contingencia por eventos (PLEC's), la realización de simulacros, la compra de equipo especializado para el manejo de desastres y el entrenamiento de las entidades encargadas de la atención de emergencias y desastres a nivel municipal, incluyendo a la comunidad.

Las acciones ex post son: la atención, la rehabilitación y la reconstrucción.

La atención se refiere a las acciones inmediatas que toman lugar luego de la ocurrencia de un desastre, y tienen por objetivo evitar y aliviar el sufrimiento de las personas afectadas. En la atención se ponen en marcha las acciones de preparación que se diseñaron previamente. Son acciones de atención la búsqueda y rescate de las personas afectadas, la atención médica a heridos y enfermos, la construcción y administración de albergues temporales, prestación de servicios públicos básicos, la asistencia alimentaria y la prevención y manejo de enfermedades asociadas al desastre durante la fase de emergencia y la ayuda psicológica.

Por rehabilitación se entienden todas las acciones que busquen reactivar los niveles básicos de autosuficiencia de las comunidades afectadas, tales como la remoción de escombros, la apertura de vías, la reconstrucción de puentes y el restablecimiento de servicios públicos indispensables y de las líneas vitales.

Las acciones de reconstrucción se entrelazan con las de rehabilitación, pero difieren en que éstas se ocupan de la recuperación de la infraestructura destruida de forma permanente. Una preocupación constante de la Prevención y Reducción de Riesgos en relación con la reconstrucción es la de evitar la generación de nuevas condiciones de riesgo, de allí que las acciones deben ir más allá de la reparación del daño y deben propender por el mejoramiento de las condiciones de vulnerabilidad existentes.

9.12 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Teniendo en cuenta que la construcción de infraestructura vial en el perímetro de la ciudad de Neiva genera impactos tanto positivos como negativos, es importante

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	127
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

resaltar que el impacto ambiental que se genera con la construcción de dicha obra al medio ambiente es crítico. Después de realizar la evaluación de impacto ambiental de las 3 alternativas planteadas para la ejecución de la obra vial se determinaron los impactos y la magnitud que se va a generar para cada una de las actividades de obra.

La calificación para cada uno de los efectos que se generan por cada una de las actividades de obra, van a variar significativamente, debido a que entre cada alternativa varia la longitud, el movimiento de tierras, los costos de ejecución, afectación al medio y el uso de recursos tanto humanos como naturales. Por lo tanto el impacto ambiental va a variar considerablemente entre una alternativa y otra.

Se analizó la afectación que las diferentes alternativas van a tener en los diferentes componentes de la zona de implantación de la infraestructura vial como se describe a continuación:

El componente abiótico cuenta básicamente con 3 elementos (agua, suelo y aire) los cuales son susceptibles a ser afectados por la realización de las diferentes actividades que tienen lugar durante una construcción. Para el caso de la avenida circunvalar de oriente del Municipio de Neiva. Estos elementos se verán impactados por actividades como excavaciones y rellenos en los tramos nuevos propuestos dada la cantidad de material particulado que se produce y el cambio en el uso del suelo, el cruce de la vía por dos ríos que atraviesan la ciudad de Neiva (Oro y Ceibas), en algún caso 3 cruces dependiendo de la alternativa evaluada. Ahora bien, aunque se van a realizar afectaciones al medio también se presentan medidas que permiten prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos presentados por las actividades de construcción, sin embargo, se requiere elegir la alternativa que presente el menor impacto en la zona de intervención.

El componente biótico tiene en cuenta elementos tales como la fauna y la flora presentes en el sitio de intervención, sin embargo, el impacto generado en este componente es menor debido a que la mayoría de los tramos se encuentran en zonas intervenidas por lo que no es necesario realizar labores de tala y fragmentación de los ecosistemas presentes en el área de las alternativas del proyecto. Aunque es de resaltar que en la zona norte de los trazados se encuentran el área rural, donde se presenta la zona de expansión del municipio.

Por último el componente socioeconómico en el cual se presentan las dos clases de impactos posibles (positivos y negativos), pues si tenemos en cuenta varias de

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	128
Fecha: 28/02/2018					

las alternativas cruzan por sitios habitados y edificados los cuales tendrían que ser reasentados para permitir la ejecución de las obras lineales, así como los inconvenientes de movilización e incomodidades ocasionadas.

En cuanto a los impactos positivos podemos evidenciar la contratación de mano de obra no calificada y dependiendo de la empresa constructora mano de obra calificada, además de la facilidad de movilidad y eliminación del tránsito de vehículos de paso.

A continuación se discriminan los impactos evaluados por cada alternativa presentada:

9.12.1 ALTERNATIVA 1:

Componente biótico: Este componente no se encuentra impactado en una gran magnitud de acuerdo a los diseños presentados debido a que las actividades de obra o unidades funcionales se plantearon en zonas intervenidas en las que no hay presencia de ecosistemas estratégicos que puedan verse afectados. Sin embargo, deben tomarse medidas en cuanto al cruce de la vía por cuerpos de agua como ríos o quebradas, para igualmente mitigar y controlar los impactos que puedan causar las actividades de obra, en el caso de la unidad funcional cercana a la quebrada la Torcaza el diseño contempla que se debe realizar la adecuación de la vía por la carrera 31B.

Componente abiótico: En cuanto a componentes como aire, suelo y agua, esta alternativa, presenta impactos mitigables y controlables por medio de medidas específicas en el Plan de Manejo Ambiental. Por el movimiento de tierras a realizar y la utilización de materiales pétreos.

Componente social: Este componente no será impactado de gran manera pues los diseños presentados intervienen puntualmente los barrios aledaños a la obra propuesta, adicionalmente se pueden ver los impactos positivos resultantes de dicha obra en cuanto a contratación de mano de obra no calificada y compra de materiales de obra.

9.12.2 ALTERNATIVA 2:

Componente biótico: Este componente no se encuentra impactado en una gran magnitud de acuerdo a los diseños presentados debido a que las actividades de obra o unidades funcionales se plantearon en zonas intervenidas en las que no hay presencia de ecosistemas estratégicos que puedan verse afectados. Sin

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	129
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

embargo, deben tomarse medidas en cuanto al cruce de la vía por cuerpos de agua como ríos o quebradas, para igualmente mitigar y controlar los impactos que puedan causar las actividades de obra.

Componente abiótico: En cuanto a componentes como aire, suelo y agua, esta alternativa, presenta impactos mitigables y controlables por medio de medidas específicas en el Plan de Manejo Ambiental. Por el movimiento de tierras a realizar y la utilización de materiales pétreos, aunque en esta alternativa la cantidad de tierra a mover es mayor que en la alternativa 1.

Componente social: Este componente será impactado de gran manera pues los diseños presentados intervienen puntualmente dos tramos los barrios aledaños a la obra propuesta, aunque en este caso se pueden ver los impactos positivos resultantes de dicha obra en cuanto a contratación de mano de obra no calificada y compra de materiales de obra.

9.12.3 ALTERNATIVA 3:

Componente biótico: Este componente no se encuentra impactado en una gran magnitud de acuerdo a los diseños presentados debido a que las actividades de obra o unidades funcionales se plantearon en zonas intervenidas en las que no hay presencia de ecosistemas estratégicos que puedan verse afectados. Sin embargo, deben tomarse medidas en cuanto al cruce de la vía por cuerpos de agua como ríos o quebradas, para igualmente mitigar y controlar los impactos que puedan causar las actividades de obra.

Componente abiótico: En cuanto a componentes como aire, suelo y agua, esta alternativa, presenta impactos mitigables y controlables por medio de medidas específicas en el Plan de Manejo Ambiental. Por el movimiento de tierras a realizar y la utilización de materiales pétreos.

Componente social: Este componente será impactado de gran manera pues los diseños presentados intervienen puntualmente dos tramos los barrios aledaños a la obra propuesta, aunque en este caso se pueden ver los impactos positivos resultantes de dicha obra en cuanto a contratación de mano de obra no calificada y compra de materiales de obra.

En conclusión se puede establecer que la alternativa 1 no presenta impactos considerables teniendo en cuenta los componentes presentes en la zona (biótico, abiótico y socioeconómico) por lo que la ejecución de las obras con su respectivo Plan de Manejo Ambiental, minimizarán los efectos de las actividades en el medio permitiendo cumplir con la necesidad de la ejecución de la obra.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	130
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

10. EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO EXISTENTE

Teniendo en cuenta los datos obtenidos del informe realizado por la secretaria de tránsito del municipio de Neiva cuyo objeto fue el “Estudio para establecer el tránsito que a futuro circulará por la vía perimetral de oriente, con base en La toma de información de campo y su proyección, determinando la matriz origen - destino de dicha vía, así como el nivel de servicio de diseño, ver Anexo 3 Cálculo de Tráfico de las Estaciones.

En este caso se recomendó que para atender un mayor número de usuarios, se debería conectar la vía con la malla vial de la ciudad en algunos puntos intermedios.

- Calle 21 Sur x carrera 34
- Calle 24 Sur x carrera 41
- Carrera 31B
- Carrera 40C x Calle 1C
- Carrera 47 x Calle 8
- Carrera 52 x Calle 19
- Carrera 52 x Calle 29
- Carrera 28 x Calle 51
- Carrera 36A x Calle 8

Para el caso de los camiones, teniendo en cuenta que en el año 2007 no se obtuvieron las matrices para este tipo de vehículos, la matriz fue calculada solo a partir de las encuestas realizadas por el estudio, representando un total de 6.394 viajes a 2011

Teniendo que el tránsito a 2020, sería el siguiente:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	131
Fecha: 28/02/2018					

 	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA. CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017	
INFORME FINAL.		

Tabla 8 VOLUMEN DIARIO POR TRAMO²

DESCRIPCION	TRAMO	AÑO	AUTOS	TCP	CAMIONES	TAXIS	MOTOS	MOTO - TAXI	TOTAL
Carrera 36A x Calle 8	Tamo 1	Volumen 2011	1087	123	481	13	128	0	1832
		Volumen 2020	1260	117	559	14	125	0	2075
Carrera 28 x Calle 51	Tamo 2	Volumen 2011	1355	123	481	13	156	0	2128
		Volumen 2020	1544	117	559	14	152	0	2386
Carrera 52 x Calle 29	Tamo 3	Volumen 2011	1521	259	481	13	146	27	2447
		Volumen 2020	1706	245	559	14	144	25	2693
Carrera 52 x Calle 19	Tamo 4	Volumen 2011	1485	211	489	13	171	27	2396
		Volumen 2020	1674	203	569	14	171	25	2656
Carrera 47 x Calle 8	Tamo 5	Volumen 2011	2098	211	498	13	196	27	3043
		Volumen 2020	2346	203	578	14	195	25	3361
Carrera 40C x Calle 1C	Tamo 6	Volumen 2011	1861	190	462	13	170	27	2723
		Volumen 2020	2104	183	542	14	170	25	3038
Carrera 31B	Tamo 7	Volumen 2011	1835	110	453	13	132	27	2570
		Volumen 2020	2075	104	531	14	130	25	2879
Calle 24 Sur x carrera 41	Tamo 8	Volumen 2011	1732	42	531	13	53	27	2398
		Volumen 2020	1972	39	531	14	54	25	2635
Calle 21 Sur x carrera 34	Tamo 9	Volumen 2011	1713	42	453	13	53	27	2301
		Volumen 2020	1952	39	531	14	54	25	2615
Sur Abastos	Tamo 10	Volumen 2011	25	0	0	0	24	0	49
		Volumen 2020	28	0	0	0	27	0	55

² Estudio para establecer el tránsito que a futuro circulará por la avenida perimetral de Oriente, con base en la toma de información de campo y su proyección, determinando la matriz de origen destino de dicha vía, así como el nivel de servicio de diseño.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	132
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

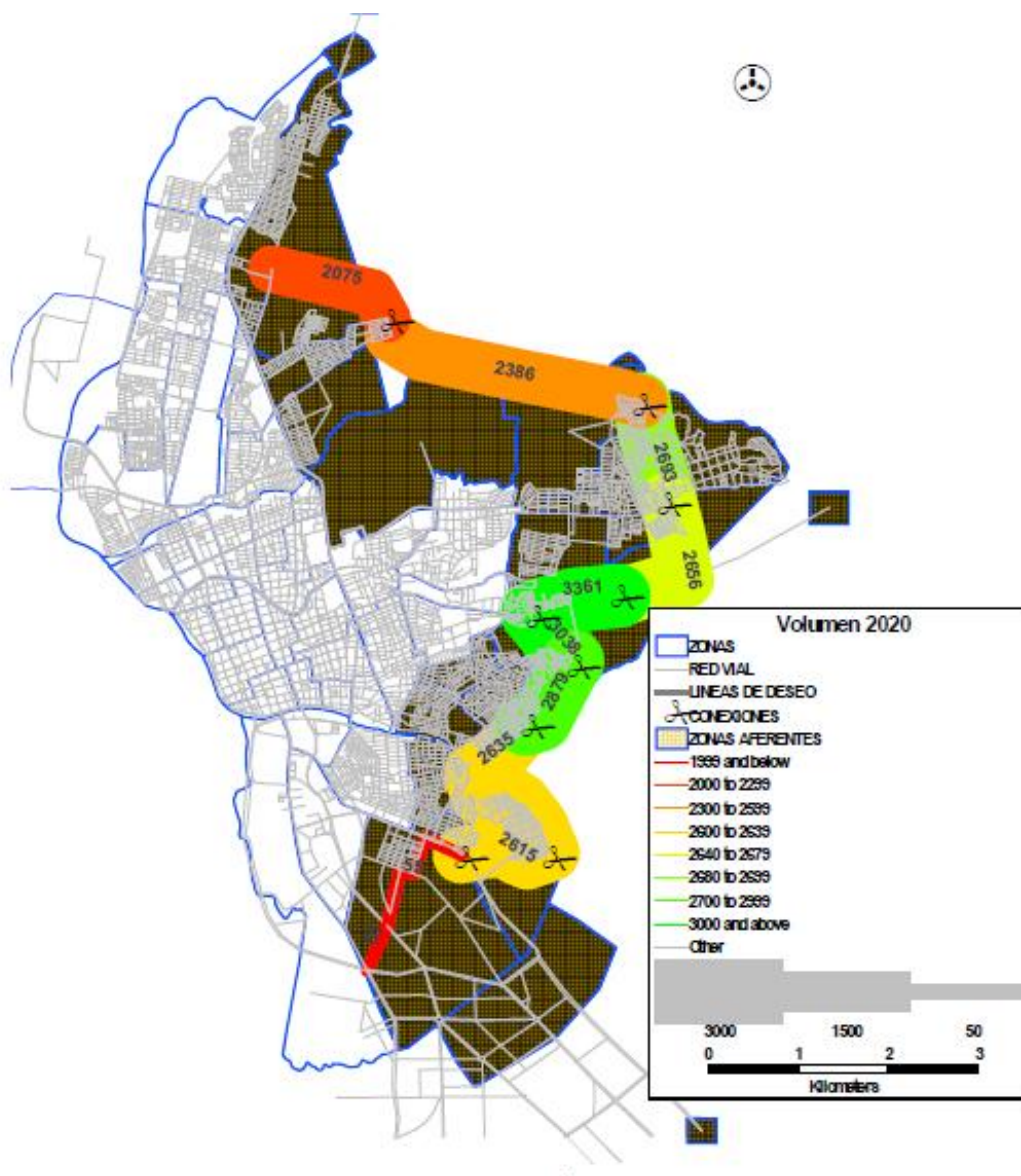


Ilustración 19 Volúmenes via perimetral de Oriente³.

³ Estudio para establecer el tránsito que a futuro circulará por la avenida perimetral de Oriente, con base en la toma de información de campo y su proyección, determinando la matriz de origen destino de dicha vía, así como el nivel de servicio de diseño.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	133
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

10.1 ESTIMACIÓN DEL TRAFICO FUTURO

10.1.1 CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO (TPD)

El tráfico promedio es el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor de un año, dividido entre el número de días del periodo.

ESTACION	TOTAL	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5
1 (Calle 21 Sur x carrera 34)	1936	1260	117	167,7	111,8	139,75	139,75
2 (Calle 24 Sur x carrera 41)	2220	1544	117	167,7	111,8	139,75	139,75
3 (Carrera 31B)	2510	1706	245	167,7	111,8	139,75	139,75
4 (Carrera 40C x Calle 1C)	2419	1647	203	170,7	113,8	142,25	142,25
5 (Carrera 47 x Calle 8)	3127	2346	203	173,4	115,6	144,5	144,5
6 (Carrera 52 x Calle 19)	2829	2104	183	162,6	108,4	135,5	135,5
7 (Carrera 52 x Calle 29)	2710	2075	104	159,3	106,2	132,75	132,75
8 (Carrera 28 x Calle 51)	2542	1972	39	159,3	106,2	132,75	132,75
9 (Carrera 36A x Calle 8)	2522	1952	39	159,3	106,2	132,75	132,75

El tráfico promedio diario teniendo en cuenta las nueve (9) estaciones seria: 2535 veh/día.

10.1.2 CLASIFICACIÓN VEHICULAR PROMEDIO

A partir de los resultados de clasificación vehicular (ver Ilustración 20), se procedió a determinar la composición vehicular de la muestra, la cual está conformada de la siguiente manera:

TOTAL	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5
2535	1845	139	165	110	138	138
	73%	5%	7%	4%	5%	5%

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	134
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

AUTO	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
					

Ilustración 20 Tipos de vehículos.

10.1.3 VARIACIÓN DIARIA

A partir de los datos de campo procesados, se puede deducir que el mayor volumen de tráfico se presenta el día viernes, sábado y lunes.

10.2 PROYECCIONES DE TRÁNSITO FUTURO

En vista que el diseño del pavimento de la vía, se basa tanto en el tráfico actual, así como en los incrementos de tránsito que se espera utilicen la Avenida circunvalar de Oriente, resulta necesario realizar las proyecciones de Tránsito Futuro.

En primer lugar, resulta necesario determinar el periodo de proyección del tráfico, el cual está en función de la vida útil del pavimento, así como las tasas de crecimiento, las cuales están en función de las tasas de crecimiento demográficas y macroeconómicas.

10.2.1 VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO

Para el presente caso se ha establecido un periodo de diseño de 20 años. Los datos del año 2020 fueron tomados del informe de la alcaldía municipal, que están calculado con base en aforos realizados en 2011 y 2007.

10.2.2 VOLUMEN DE TRANSITO PROYECTADO

El volumen de tránsito futuro (TF), se deriva a partir del tránsito actual (TA) y del incremento de tránsito (IT) esperado al final del periodo de vida útil del pavimento esperado.

$$TF = TA + IT$$

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	135
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

El incremento de tránsito, es el volumen que se espera use la carretera construida en el año futuro seleccionado como de proyecto, éste tránsito se compone del Crecimiento Normal del Tránsito (CNT).

El Crecimiento Normal del tránsito, es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos. El cual se cuantifica a través de una tasa de crecimiento vehicular, para un periodo de diseño de “n” años, empleando la siguiente fórmula:

$$CNTF = TA ((1+i)^{n-1})$$

10.2.3 TASAS DE CRECIMIENTO

Las tasas de crecimiento vehicular varían dependiendo del tipo de vehículo, la determinación de las mismas se realiza a partir de series históricas de tráfico, en base a estudios anteriores del tramo en estudio o de otras vías de naturaleza similar. Para el presente tramo en estudio se han encontrado información histórica o estadística de tráfico en la alcaldía municipal de Neiva, que pueda resultar de utilidad. Una metodología alternativa o complementaria en el caso de no contar con información histórica o en caso que la misma resulte insuficiente es realizar un análisis elástico de las variables macroeconómicas (PBI, Demografía, etc.) del área de influencia del proyecto, considerando los resultados de una encuesta de origen - destino.

En el presente caso, compuesto básicamente por unidades ligeras y vehículos pesados, se ha considerado como tasa de crecimiento del tráfico ligero a la proyección de la tasa de crecimiento de 3% para el periodo 2020-2040 del municipio de Neiva y como tasa de crecimiento del tráfico pesado el 3%.

En resumen, las tasas de crecimiento del tráfico vehicular ligero y pesado que han sido consideradas para la proyección del tráfico ver Tabla 9

Tabla 9 Tasas De Crecimiento

Tipo de Vehículo	Tasa % Anual
Vehículos Ligeros	3
Vehículos pesados	3

10.3 CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	136
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

El número de ejes equivalentes resulta necesario para el diseño de pavimentos, dicho cálculo se desarrolla sobre la base de los factores destructivos del pavimento, los cuales son determinados a partir de un censo de cargas en donde se realice el pesaje y medida de la presión de llantas de una muestra representativa de vehículos que circulan por las vías de influencia cerca del objeto de estudio.

Habida cuenta que, en el presente estudio, el censo de cargas no forma parte de los alcances de los servicios a prestar por el consultor y siendo el mismo no representativo debido a los bajos volúmenes que registra, hemos precedido a calcular el número de ejes equivalentes con base a las máximas cargas permitidas para el tipo de vehículo correspondiente.

10.3.1 ESTIMACIÓN DE PESOS POR EJE

De las encuestas, se ha obtenido la clasificación de tráfico diario por sentido, en esta clasificación se han seleccionado los tipos de vehículos, así como la composición de los ejes en cada uno de ellos (ejes simples, dobles).

Las fórmulas para el cálculo de los ejes equivalentes empleados corresponden a las planteadas por la AASHTO y analizadas por la Transportation Research Laboratory:

- Eje simple: $(P/8200)^{4.5}$
- Eje tandem: $(P/15300)^{4.5}$

En vista que los vehículos pesados que circulan por la vía no se encuentran con carga máxima, por no ser temporada máxima de transporte (generalmente a mediados y a final de año), se ha visto conveniente emplear los cargas máximas permitidas por la Norma de Pesos y Dimensiones de Vehículos Para la circulación en las Carreteras de la Red Vial Nacional, publicado por el MINISTERIO DE TRANSPORTES, que para un Peso Vehicular en Carretera indica el peso máximo por eje independiente o grupos de ejes para el tipo de vehículos que circulan por la presente carretera, los cuales deben tener un peso máximo de 52000 kg. Ver Tabla 10:

Tabla 10 Pesos Vehiculares Por Eje

Ejes	Neumáticos	Kg
Simple	02	6,000
Simple	04	11,000
Doble (Tandem)	06	15,000

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	137
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Se ha considerado afectar por el FC factor camión para:

- los vehículos ligeros FC= 0.245
- buses FC= 2.39
- camiones de 3,4 y más FC= 3.996

10.3.2 CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES (EAL)

A partir del tráfico proyectado y los factores de carga se procede a calcular el número de ejes equivalentes para el último año de diseño, obteniéndose los siguientes resultados para cada una de las estaciones, es decir para cada uno de los tramos de la nueva vía proyectada

Estación 1	Transito Normal : 1.69E+07
	Transito Atraído : 2.23E+06
	Transito Generado : 1.52E+06
	Total : 2.07E+07

Estación 5	Transito Normal : 1.84E+07
	Transito Atraído : 2.43E+06
	Transito Generado : 1.66E+06
	Total : 2.25E+07

Estación 2	Transito Normal : 1.69E+07
	Transito Atraído : 2.23E+06
	Transito Generado : 1.52E+06
	Total : 2.07E+07

Estación 6	Transito Normal : 1.72E+07
	Transito Atraído : 2.27E+06
	Transito Generado : 1.55E+06
	Total : 2.10E+07

Estación 3	Transito Normal : 1.84E+07
	Transito Atraído : 2.43E+06
	Transito Generado : 1.65E+06
	Total : 2.25E+07

Estación 7	Transito Normal : 1.60E+07
	Transito Atraído : 2.11E+06
	Transito Generado : 1.44E+06
	Total : 1.95E+07

Estación 4	Transito Normal : 1.81E+07
------------	----------------------------

Estación 8	Transito Normal : 1.52E+07
------------	----------------------------

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	138
Fecha: 28/02/2018					

	Transito Atraído : 2.39E+06
	Transito Generado : 1.63E+06
	Total : 2.22E+07

	Transito Atraído : 2.01E+06
	Transito Generado : 1.37E+06
	Total : 1.86E+07

Estación 9	Transito Normal : 1.52E+07
	Transito Atraído : 2.01E+06
	Transito Generado : 1.37E+06
	Total : 1.86E+07

Para el cálculo del diseño de pavimentos se sugiere tomar el mayor valor de las estaciones presentadas.

10.4 ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

El presente capítulo pretende elaborar un diagnóstico de la capacidad y nivel de servicio para la vía en estudios de pre factibilidad para la avenida circunvalar de oriente del Municipio de Neiva, con base en la información existente, utilizando el modelo colombiano descrito por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS en su “Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles” del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS)

Para determinar la capacidad de una vía, se parte de una capacidad ideal de la misma (3200 automóviles por hora en ambos sentidos), la cual se ve reducida al ser multiplicada por varios factores de corrección que representan la medida aproximada en que la vía real se aleja de las condiciones ideales. El producto de multiplicar la capacidad ideal de la vía por los diferentes factores de corrección representa la capacidad para las condiciones específicas de la vía en vehículos de todas las clases por hora.

$C_i = 3200 \text{ automóviles/hora/ambos sentidos}$

$$C_{60} = 3200 * F_{pe} * F_d * F_{cb} * F_p$$

Dónde:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	139
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

C60 = Capacidad en vehículos mixtos por hora sin considerar variaciones aleatorias

Fpe = Factor de corrección a la capacidad por pendiente (Tabla 11)

Fd = Factor de corrección a la capacidad por distribución por sentidos (Tabla 12)

Fcb = Factor de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma (Tabla 13)

Fp = Factor de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (Tabla 14)

Debido a que las condiciones de demanda no son uniformes, sino que existen variaciones aleatorias que generan situaciones indeseables en el flujo vehicular, se ha optado por reducir la capacidad mediante un factor de hora pico (FHP) que considera dichas variaciones aleatorias en un periodo de cinco minutos, de modo que se tiene:

$$CS = C60 * FHP$$

Donde:

CS = Capacidad en vehículos mixtos por hora considerando variaciones aleatorias.

A continuación se relacionan las tablas correspondientes a los diferentes factores de corrección.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	140
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Tabla 11 Factores de corrección a la capacidad por pendiente - Fpe

PEND. ASC. %	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)											
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
2	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
3	0.98	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
4	0.98	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
5	0.98	0.95	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91
6	0.97	0.95	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	0.89
7	0.96	0.93	0.91	0.89	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86
8	0.96	0.92	0.89	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.83	0.84
9	0.94	0.89	0.85	0.83	0.82	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
10	0.92	0.85	0.81	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74
11	0.90	0.81	0.76	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.68	0.68
12	0.87	0.76	0.71	0.68	0.67	0.64	0.64	0.63	0.63	0.61	0.61	0.61

Tomado: “Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles” del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS)

Tabla 12 Factores de corrección a la capacidad por distribución de sentidos - Fd

DISTRIBUCION POR SENTIDOS A/D	PORCENTAJE DE ZONAS DE NO REBASE					
	0	20	40	60	80	100
50/50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
60/40	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85	0.83
70/30	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74	0.71
80/20	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63
90/10	0.69	0.66	0.64	0.61	0.58	0.56
100/100	0.64	0.61	0.58	0.56	0.53	0.50

Tomado: “Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles” del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS)

Tabla 13 Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma - Fcb

ANCHO UTILIZABLE DE LA BERMA EN METROS	ANCHO DE CARRIL (m)				
	3.65	3.50	3.30	3.00	2.70
1.80	1.00	0.99	0.98	0.96	0.92
1.50	0.99	0.99	0.98	0.95	0.91
1.20	0.99	0.98	0.97	0.95	0.91
1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.90
0.50	0.98	0.97	0.96	0.93	0.89
0.00	0.97	0.96	0.95	0.92	0.88

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	141
Fecha: 28/02/2018					

 	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA. CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017	
INFORME FINAL.		

Tomado: “Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles” del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS)

Tabla 14 Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes - Fp

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
0	TODAS	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78
1	0.5	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78
	1.0	0.94	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77
	1.5	0.93	0.88	0.85	0.82	0.80	0.77
	2.0	0.92	0.87	0.85	0.82	0.79	0.76
	3.0	0.91	0.87	0.84	0.82	0.79	0.76
	4.0	0.91	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75
	≥5.0	0.90	0.87	0.83	0.81	0.78	0.75
2	0.5	0.94	0.90	0.85	0.83	0.80	0.77
	1.0	0.93	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76
	1.5	0.92	0.88	0.84	0.81	0.79	0.76
	2.0	0.90	0.86	0.83	0.80	0.78	0.75
	3.0	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73
	4.0	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72
	≥5.0	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74	0.72
3	0.5	0.94	0.89	0.84	0.81	0.78	0.75
	1.0	0.92	0.87	0.83	0.80	0.77	0.75
	1.5	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	0.73
	2.0	0.87	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71
	3.0	0.86	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70
	4.0	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70
	≥5.0	0.84	0.80	0.78	0.75	0.72	0.69

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	142
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
4	0.5	0.93	0.88	0.83	0.80	0.76	0.74
	1.0	0.89	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71
	1.5	0.84	0.81	0.77	0.74	0.72	0.69
	2.0	0.83	0.79	0.76	0.73	0.70	0.68
	3.0	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.66
	4.0	0.81	0.77	0.74	0.71	0.68	0.65
	≥5.0	0.80	0.77	0.73	0.70	0.67	0.64
5	0.5	0.92	0.86	0.82	0.78	0.75	0.73
	1.0	0.85	0.80	0.77	0.74	0.71	0.69
	1.5	0.82	0.78	0.75	0.71	0.69	0.65
	2.0	0.80	0.77	0.73	0.70	0.67	0.63
	3.0	0.79	0.75	0.72	0.69	0.66	0.63
	4.0	0.78	0.74	0.71	0.68	0.65	0.62
	≥5.0	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64	0.62
6	0.5	0.90	0.84	0.79	0.76	0.73	0.70
	1.0	0.81	0.77	0.73	0.70	0.67	0.65
	1.5	0.79	0.75	0.71	0.68	0.65	0.63
	2.0	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64	0.62
	3.0	0.76	0.72	0.69	0.66	0.63	0.61
	4.0	0.75	0.72	0.68	0.65	0.63	0.60
	≥5.0	0.75	0.71	0.67	0.64	0.62	0.59
7	0.5	0.89	0.82	0.78	0.74	0.71	0.68
	1.0	0.78	0.74	0.71	0.67	0.64	0.61
	1.5	0.76	0.72	0.68	0.65	0.62	0.59
	2.0	0.74	0.70	0.67	0.63	0.60	0.57
	3.0	0.72	0.68	0.67	0.61	0.58	0.56
	4.0	0.71	0.67	0.64	0.60	0.57	0.55
	≥5.0	0.71	0.67	0.63	0.60	0.57	0.54

Tomado: “Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles” del Instituto
Nacional de Vías de Colombia (INVIAS)

Tabla 15 Factores de pico horario basado en periodos de cinco minutos suponiendo
llegadas de vehículos aleatorios -FPH

VOLUMEN HORARIO TOTAL veh/h (C60)	FACTOR DE PICO HORARIO	VOLUMEN HORARIO TOTAL veh/h (C60)	FACTOR DE PICO HORARIO
100	0.68	1600	0.90
200	0.70	1800	0.92
300	0.72	2000	0.93
400	0.74	2200	0.95
600	0.78	2400	0.95
800	0.81	2600	0.96
1000	0.84	2800	0.97
1200	0.86	≥ 3000	0.97
1400	0.89		

Tomado: “Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles” del Instituto
Nacional de Vías de Colombia (INVIAS)

Teniendo en cuenta lo anterior, tenemos que la capacidad de la vía sería de:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	143
Fecha: 28/02/2018					

$$C60 = 3200 * 0,95 * 1 * 0,99 * 0,75$$

$$C60 = 2257 \text{ veh/hora/en ambos sentidos}$$

Ahora teniendo en cuenta el factor hora pico tenemos:

$$CS = C60 * 0,68$$

$$CS = 2257 * 0,68$$

$$CS = 1534 \text{ veh/hora/en ambos sentidos}$$

Si tenemos que el TPD promedio de la vía es de 2535 veh/día/en ambos sentidos, por consiguiente el valor de los vehículos que podría transitar en una hora seria de 105 veh/hora/en ambos sentidos.

10.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TRANSITO

- La vía presenta un tráfico medio.
- El Factor Equivalente de Carga de Ejes simples (EAL) de diseño para el pavimento de la vía será: $EAL = 2.25E+07$.
- Se recomienda tomar nuevamente las mediciones de aforos de campo en el momento de diseño de pavimento en Fase III con el objetivo de verificar que las condiciones del tráfico actuales son las mismas que al momento de construcción.
- El estudio de la Capacidad de una vía y de su Nivel de Servicio, constituye un paso preliminar para el diseño y la planeación de posibles intervenciones viales. En este sentido, se espera que el presente documento contribuya como punto de partida para la planeación por parte del municipio de Neiva de la futura vía.
- El cálculo presentado se basa en un diseño geométrico y perfil longitudinal de una vía doble calzada que cumple con la normatividad vigente y presentado en mayor detalle en otros capítulos de este estudio

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	144
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

- La oferta de tráfico que tiene la vía es de 1534 veh/hora/en ambos sentidos y la demanda que según el tráfico obtenido de datos municipales es de 105 veh/hora/en ambos sentidos por lo que se considera que la capacidad de la vía es suficiente y asegura el tráfico futuro.
- Teniendo en cuenta que la oferta de tráfico supera la demanda ampliamente se puede considerar realizar el proyecto en fases, de acuerdo a las consideraciones financieras, administrativas y técnicas con las que cuente el Municipio para el proyecto.
- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las proyecciones de tráfico del proyecto y su crecimiento con base en el tránsito generado y atraído por la vía a construir, consideramos como una buena oportunidad la posibilidad de ejecutar el proyecto por etapas. Una primera etapa podría inicialmente contemplar la construcción de dos (2) carriles en cada sentido y una segunda etapa que culmine la totalidad de las obras proyectadas en este estudio incluyendo un tercer carril por cada sentido. La construcción de la primera etapa garantizaría el flujo de tráfico proyectado y serviría para dar inicio al servicio y uso de los usuarios que necesitan nuevas vías de transporte.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	145
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

11. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

A continuación se introduce al lector con una descripción general de la geología, regional y local para “REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA”.

La metodología empleada para la elaboración del modelo geológico inicia con la revisión de información secundaria de estudios de regionales y locales del Departamento del Huila, de las planchas escala 1:100.000 publicadas por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), para obtener el detalle de la escala de trabajo 1:25.000, surge la necesidad de interpretar las imágenes satelitales mediante la utilización de sistemas remotos y fotointerpretación con el objeto determinar la continuidad y el cierre de las estructuras y logrando la unificación de la nomenclatura de las formaciones geológicas, obteniendo como resultado la cartográfica del mapa geológico preliminar en una base topográfica condensada de planchas 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi- IGAC., el cual es verificado mediante puntos de control en campo con la finalidad de alcanzar el detalle, donde se realiza la descripción macroscópica de los afloramientos, teniendo en cuenta parámetros, tales como: espesor de los estratos, estructuras sedimentarias, interestratificaciones, tamaño de grano, redondez, % de matriz, color, datos estructurales, etc.

Regionalmente el área de estudio se encuentra localizada en la cuenca del Valle Superior del Río Magdalena (VSM), donde afloran las Formaciones geológicas que van desde el Precámbrico hasta el Cuaternario. La cuenca forma una estructura de Geosinclinal donde se identifican dos grandes dominios tectónicos: el flanco occidental de la Cordillera Oriental y el flanco Occidental la Cordillera Central.

Geomorfológicamente el Departamento del Huila presenta los relieves planos a suavemente ondulada en donde se disponen los Depósitos Cuaternarios (depósitos aluviales, fluvio-volcánicos y fluvio-torrenciales) y la zona montañosa, compuesto principalmente por rocas ígneas intrusivas, rocas sedimentarias de edades Mesozóica a Cenozóica ; y en menor proporción rocas metamórficas e ígneas de edades Paleozóica y Precámbrica.

En este apartado se describen el marco geológico del área de estudio abarcando desde la evolución geológica de la cuenca, la geología local y estructural.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	146
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

11.1 GEOLÓGIA REGIONAL

La orogenia más temprana que puede ser reconocida en el área es la Orogenia Nickeriana en el Macizo de Garzón, hace alrededor de 1200 Ma. Las rocas suprayacentes del Grupo Garzón fueron dejadas en un margen continental tipo cordillerano. El metamorfismo y las simultáneas intrusiones de los granitos de Guapotón y Mancagua posiblemente se debieron a un evento orogénico tipo colisión continental. La deposición epicontinental de sedimentos marinos y subsecuente metamorfismo es evidenciado por las rocas metamórficas del Paleozoico inferior en la parte más oeste del área de estudio. Como resultado de este evento orogénico, posiblemente caledoniano, la Cordillera Central emergió como una estructura positiva, no para ser sumergida nuevamente.

Los sedimentos marinos devónicos y carboníferos sin metamorfismo registran por su dispersa ocurrencia una amplia transgresión del Paleozoico Superior formando un mar de plataforma superficial atrás de la Cordillera Central. La mayoría de los sedimentos desde entonces parecen haber desaparecido por una posterior erosión. Aún no se puede establecer si la sedimentación continuó en la base calcárea de la Formación Saldaña.

Las rocas volcánicas e intrusivas magmáticas ácidas a intermedias de la Formación Saldaña marcan un importante evento magmático en el Triásico-Jurásico, diferente del magmatismo cenozoico. Los magmas calcoalcalinos probablemente fueron generados por anatexis parcial de los sedimentos y corteza más antigua en partes más profundas de una zona de subducción tipo cordillerana. La extrusión tuvo lugar en un ambiente marino somero a continental. La extrusión fue seguida por una intrusión evidenciada en el metamorfismo de contacto de las rocas volcánicas. El levantamiento y erosión llevó a la formación de una superficie denudacional Jurásica.

En el Cretáceo una extensa transgresión tuvo lugar, iniciando en el Aptiano con los gruesos depósitos de playa de la Formación Caballos, seguido por los shales generadores de petróleo de la Formación Villeta depositados en un ambiente anaeróbico de mar interior tras la barrera de la Cordillera Central. El levantamiento gradual resultó en la somerización de las aguas y finalmente en una regresión, durante lo cual las arenas y cherts de la Formación Guadalupe fueron depositadas. Conforme la emergencia continuó, en el tope de la secuencia

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	147
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

cretácica marina, arcillas y arenas continentales a lacustres de la Formación Guaduas fueron depositadas. El posterior surgimiento de bloques solewantados de la Cordillera Central causó la erosión de los estratos cretácicos e infrayacentes, dando lugar a los típicos depósitos molásicos de la Formación Gualanday en el Eoceno – Oligoceno. El vulcanismo calcoalcalino inició en el Mioceno, tal cual se registran en las molasas de la Formación Honda. La Formación Gigante del Plioceno registra un sustancial incremento en la actividad volcánica.

No existen muchas discordancias angulares entre el Cretácico inferior y el Plioceno en la mayor parte de la cuenca sedimentaria. El cambio en los ambientes sedimentarios de la cuenca registra fallamiento de bloque en el área de procedencia. La principal fase de plegamiento tuvo lugar al final del Plioceno, cuando la Cordillera Oriental fue levantada hasta su altura actual. Grandes cantidades de materiales volcánicos fueron arrojados desde la Cordillera Central. El marcado incremento de flujos de lodos volcánicos comparados con las formaciones Honda y Gigante inferior probablemente se debió al levantamiento de la Cordillera Central por encima de la línea de nieve y el inicio de la glaciación pleistocena. Erupciones violentas formaron calderas y depositaron una capa de ignimbrita sobre la mayor parte oriental del área. Varias aberturas volcánicas brotaron lejos al este de la Cordillera Central, erupcionando principalmente lavas y piroclastos. Después de que la actividad tectónica, volcánica, orogénica plio-pleistocénica se ralentizó, los ríos fueron disectados y depósitos más jóvenes formaron terrazas y abanicos aluviales en varios niveles de los valles principales. El valle de Tarqui del Río Magdalena registra actividad volcánica más reciente, también como el rocío regular de cenizas volcánicas sobre el área, que ocurren de forma intercalada con los depósitos lacustres de la cuenca de Pitalito y dieron lugar a andosoles típicos de superficies más estables.

El Valle Superior del Magdalena es un rasgo morfotectónico de aproximadamente 20000 k2 de área, 400 k de longitud y 10 a 45 k de ancho, cuyo límite Sur se halla cerca de Pitalito (Huila), en la bifurcación de las Cordilleras Central y Oriental, y que por el Norte se prolonga hasta el sitio donde la Falla de Cambras cruza el Río Magdalena, a la altura de Municipio de Honda (Tolima).

Desde el punto de vista tectónico, el VSM es una estructura bien marcada, delimitada en los bordes por fallas inversas (al Occidente el sistema de fallas de Chusma y al Oriente el sistema de fallas de Garzón - Suaza), que ocupa el vértice interno de la bifurcación de las Cordilleras Central y Oriental. Presenta una

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	148
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

tendencia estructural predominante SSW – NNE, y se subdivide en dos unidades: la Sub-cuenca de Neiva, al Sur, y la Sub-cuenca de Girardot, al Norte, las cuales están separadas por el umbral o alto del basamento de Patá o de Natagaima (Mojica, 1990).

Estructuralmente el VSM está relacionado con el levantamiento de las Cordilleras Oriental y Central, con una progresiva colmatación de la Cuenca a partir de la erosión de esta última principalmente, aunque hacia el área de la Sub-cuenca de Neiva el material proviene en su mayoría del Macizo de Garzón (Mp3mg) y alrededores.

A escala regional, la Sub-cuenca de Neiva corresponde a un moderado sinclinorio donde en el núcleo se encuentran sedimentos neógenos que reposan discordantemente sobre el basamento pre – Cretáceo y la secuencia pre – Miocena, estando estos últimos intensamente plegados y fallados, y cuya exposición superficial ocurre en los márgenes de la estructura.

El espesor de la secuencia sedimentaria en el VSM, en cuya nomenclatura estratigráfica se basa la presente descripción, alcanza los 5000 m, abarcando desde la meta-sedimento del Grupo Cajamarca (Proterozoico) hasta depósitos de terrazas aluviales cuaternarias. Sin embargo, en la Sub-cuenca de Neiva la columna litológica no está completa, por lo tanto, sobre el basamento cristalino (Macizo de Garzón, Macizo de La Plata, que se les ha asignado una edad Proterozoico, representado por rocas ígneas y metamórficas como neises, granulitas, migmatitas y granitoides) que aflora a ambos lados de la depresión, se encuentran lechos rojizos de edad Pre - Cretácea que se han correlacionado con base en sus similitudes litológicas con la Formación Girón de edad Jura - Triásica.

Suprayaciendo los lechos rojizos se encuentran la secuencia Cretácea representada por las Formaciones Caballos, Villeta y Guadalupe; la Formación Seca marca la división entre el Cretáceo y el Terciario, no teniéndose clara la posición del límite se le asigna edad que oscila entre el Maestrichtiano Superior y el Paleoceno. Siguiendo con el Terciario se encuentra Formación Gualanday (con sus Miembros Inferior, Medio y Superior), la Honda; a la Formación Gigante que suprayace a la Formación Honda se le ha asignado edad Plio - Pleistoceno, es decir, se ubica en el límite entre el Terciario y el Cuaternario; finalmente se encuentran depósitos sedimentarios no consolidados de edad Cuaternario representados por terrazas y abanicos aluviales, principalmente. La columna

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	149
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

estratigráfica generalizada correspondiente al Valle Superior del Magdalena se presenta en la **Ilustración 21**

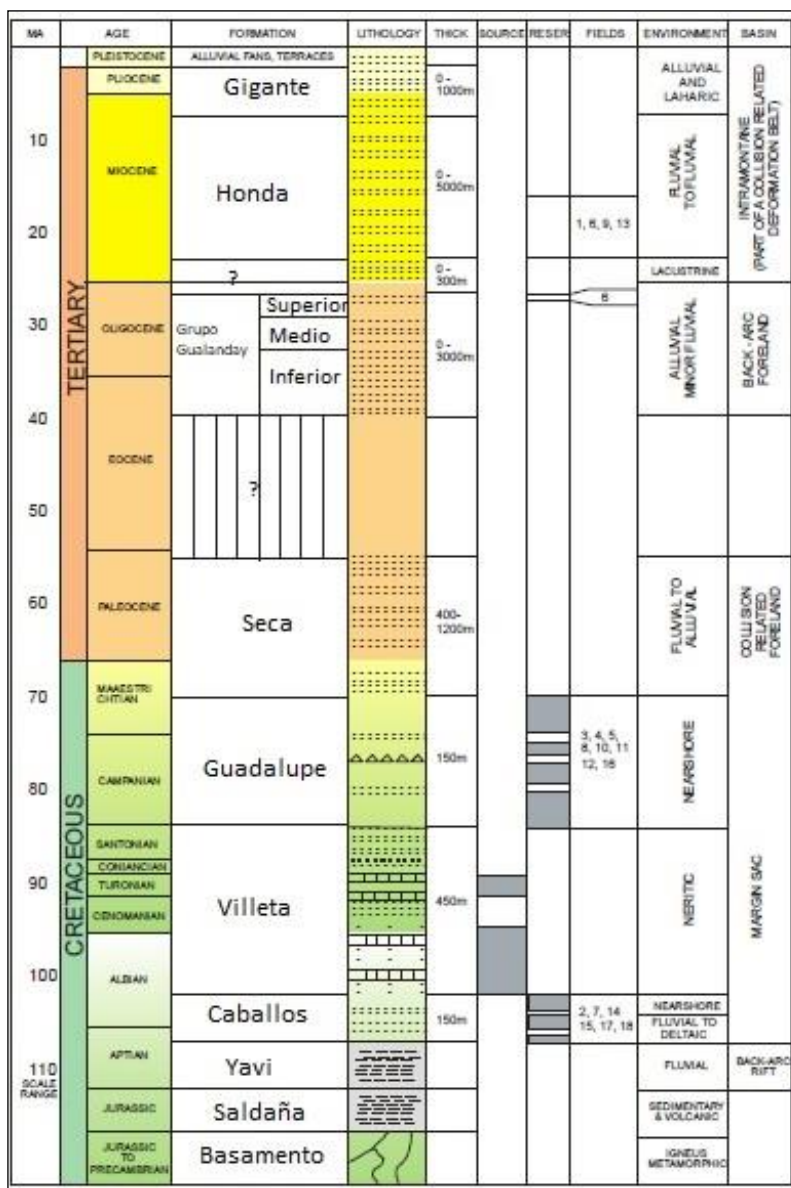


Ilustración 21 Columna Estratigráfica generalizada de la Cuenca del Valle Superior del Magdalena

Fuente: (ANH, UIS, 2009)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	150
Fecha: 28/02/2018					

A continuación se describe brevemente las principales unidades geológicas regionales:

- **Macizo de Garzón (Mp3mg):** Principalmente se encuentran rocas metamórficas de alto grado, migmatitas, granulitas y anfibolitas asociadas a un cuerpo intrusivo de composición granítica, se encuentra cortado por diques de composición ácida y venas de cuarzo. El Macizo de Garzón es intruido por granitos jurásicos, a su vez está en contacto discordante en su parte superior con sedimentos del Paleozoico.
- **Formación Saldaña (T2Jsal):** Formación de carácter vulcano-sedimentario compuesta por riolitas, riodacitas, ignimbritas y aglomerados volcánicos. La textura de las riolitas y riodacitas varía de porfirítica a afanítica, mientras las ignimbritas presentan una textura afanítica y alta pseudoestratificación (Burgos & Moreira, 1982). Se encuentran tobas líticas, cristalinas y vítreas de composición dacítica a andesítica, flujos de lava de composición andesítica. La secuencia sedimentaria contiene capas de areniscas tobáceas rojizas, areniscas ricas en feldespato, limolitas, calizas bioclásticas y conglomerados. La formación es suprayacida discordantemente por la Formación Caballos (INGEOMINAS, Memoria explicativa. Mapa Geológico del Departamento del Huila, 2001). Las edades radiométricas (Jaramillo et al., 1980) indican edades entre 170 ± 2 y 183 ± 3 Ma. (Ver Ilustración 22)

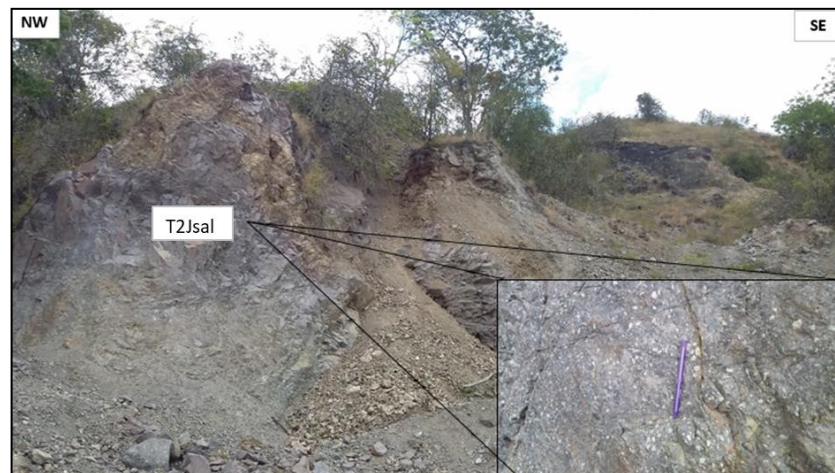


Ilustración 22 Afloramiento de la Formación Saldaña Coordenadas E: 876010; N: 854861

Fuente: GEOCING S.A.S

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	151
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

- **Batolito de Ibagué (J3i):** Cuerpo intrusivo de composición monzogranítica dominante, atravesado en múltiples instancias por diques dioríticos, su textura varía entre fanerítica y afanítica. Se ha hecho datación radiométrica para este cuerpo, arrojando edades desde 131 ± 2 Ma (Sillitoe et al., 1982) hasta 183 ± 5 Ma (Priem et al. 1989), que corresponden con el Jurásico temprano – Jurásico tardío. Mantiene una relación fallada con Formación Gualanday, la Formación Seca, Formación Guadalupe y el Grupo Villeta a través del Sistema de Fallas de Chusma, se encuentra cubierto discordantemente por la Formación Guacacallo. En su costado occidental intruye rocas metamórficas del Ortogranito de La Plata, la Formación Saldaña y el Complejo Aleluya.
- **Formación Caballos (K1c):** En su base afloran areniscas cuarzosas porosas grises, de granulometría media a gruesa, equiglanular de redondez intermedia. Presenta una intercalación de láminas finas a muy finas de lodolitas carbonosas físlas sub-paralelas (INGEOMINAS, 1999). En la parte intermedia se encuentran areniscas cuarzosas en capas gruesas onduladas con laminación interna, presentan intercalación con shales carbonaceos (INGEOMINAS, 1999). Según (Burgos & Moreira, 1982) la parte media posee lutitas negras con lentes de areniscas glauconíticas y areniscas fosilíferas. Hacia la parte superior se encuentran amplios bancos de areniscas de grano medio cementado, se encuentra laminación interna paralela a sub-paralela fina a gruesa, se reporta presencia de glauconita. La formación descansa discordantemente sobre la Formación Saldaña y limita en su tope de forma transicional con el Grupo Villeta, su espesor aproximado en la zona es de 80-100m (Burgos & Moreira, 1982). Se le atribuye una edad de Aptiano-Albiano (Mendivelso, 1982). (Ver Ilustración 23)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	152
Fecha: 28/02/2018					



Ilustración 23 Afloramiento de la Formación Caballos (K1c)

Fuente: GEOCING S.A.S

- **Grupo Villeta (K2v):** Lodolitas y arcillolitas de color gris y negro, físoles, con concreciones, se presentan intercalaciones de capas de calizas y areniscas (INGEOMINAS, 1999). Lutitas negras con foraminíferos con presencia de niveles calcáreos en forma de nódulos con fósiles de pelecípodos y amonoideos, su espesor va de 400 a 500m (Burgos & Moreira, 1982). El contacto con la Formación Caballos en la base es transicional, el contacto superior con la Formación Guadalupe es concordante neto (Ferreira et al en prep.). Esta formación es correlacionable con las formaciones Hondita – Loma Gorda. (Ver Ilustración 24)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	153
Fecha: 28/02/2018					

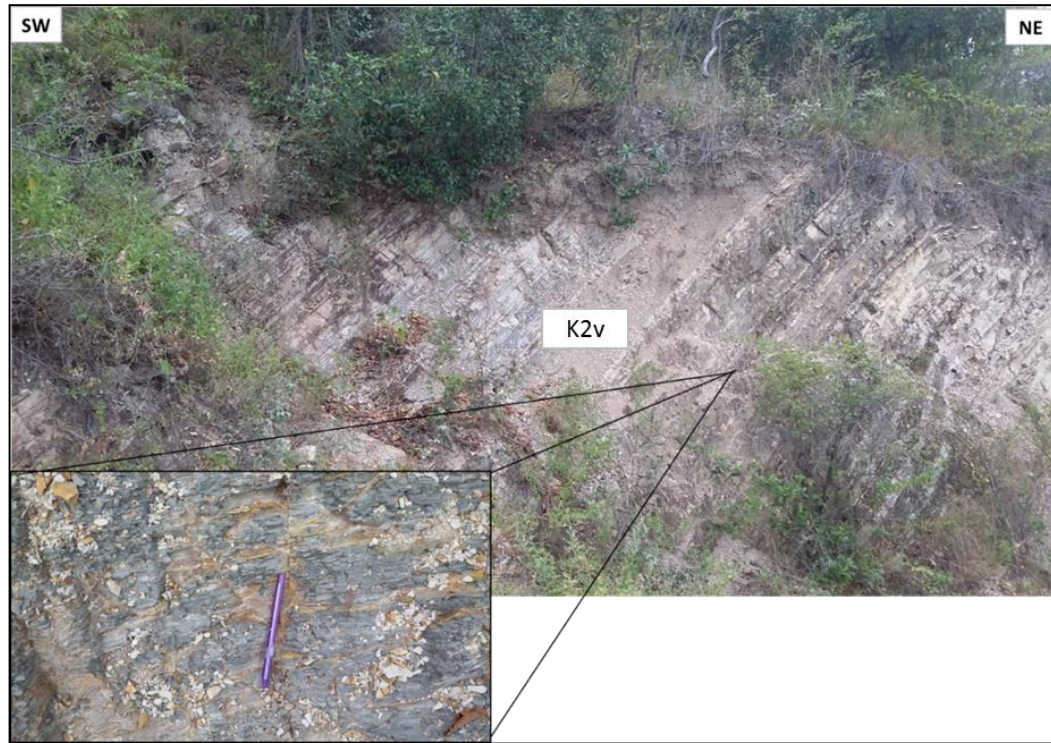


Ilustración 24 Afloramiento del Grupo Villeta (K2v) Coordenadas E: 876010; N: 854861

Fuente: GEOCING S.A.S

- Formación Guadalupe (K2g):** Predomina la presencia de areniscas cuarzosas de grano fino a medio con intercalaciones de cherts y lutitas, hay ocurrencia de fósiles, bioturbación y nódulos silicio-calcáreos. Su espesor aproximado es de 100m. Su límite inferior es transicional sobre el Grupo Villeta, su límite superior es concordante neto con la Formación Seca (Velandia et al., 1996). La parte superior al paquete de areniscas se identifica por una intercalación de areniscas arcillolitas y lodolitas, dichas areniscas presentan una granulometría media a gruesa con laminación cruzada, hacia su base se halla bioturbación (INGEOMINAS, 1999). (Esta formación es correlacionable con las formaciones Olini – La Tabla). (Ver Ilustración 25 E Ilustración 26)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	154
Fecha: 28/02/2018					



Ilustración 25 Afloramiento del Formación Guadalupe (K2g) Coordenadas E: 854870; N: 830463

Fuente: GEOCING S.A.S

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	155
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 26 Afloramiento del Formación Guadalupe (K2g) Coordenadas E: 892250;
N: 840423

Fuente: GEOCING S.A.S

- Formación Seca (K2E1sc):** Constituida por una intercalación de arcillolitas varicoloreadas con capas de areniscas y conglomerados. El tamaño de grano en las areniscas es de fino a medio, equigranulares y poco angulosos, contorneados por una matriz arcillosa, presentan estratificación cruzada. De igual manera los conglomerados poseen matriz, siendo arenolodosa con granos embebidos que llegan hasta tamaño guijo. El contacto inferior con la Formación Guadalupe (K2g) es concordante neto, mientras que en la parte superior, el límite con el Grupo Gualanday varía de transicional a discordante según el autor. Se estima un espesor entre 250 y 390m (INGEOMINAS, 1999). La Formación Seca es de edad maastrichtiana – paleocena según De Porta (en Julivert, 1968). (Ver Ilustración 27)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	156
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

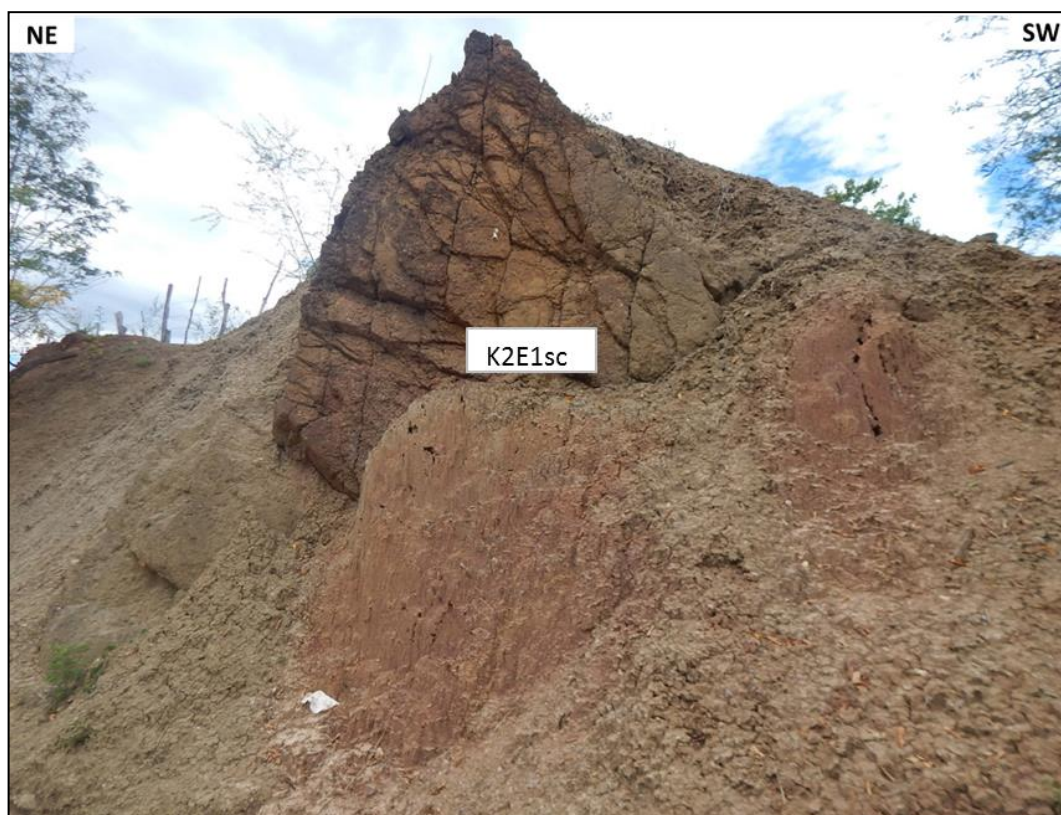


Ilustración 27 Afloramiento del Formación Seca (K2E1sc) Coordenadas E: 892650; N: 840518

Fuente: GEOCING S.A.S

- Grupo Gualanday

Originalmente Scheibe (1934), denominó esta unidad constituida por arcillolitas y areniscas grises, rojas amarillentas a blancas y conglomerados como “Pisos de Gualanday”. Posteriormente Suescún y Taborda (1949) utilizan el término Formación Gualanday y la dividen en dos miembros en la sección tipo. Royo y Gómez (1942), extienden la Formación Gualanday hasta el departamento del Huila y en base a fósiles la consideran de edad Eoceno-Oligoceno. Raasveldt (1956) hace una división en tres miembros informales, la cual ha sido frecuentemente utilizada por ser práctica en los trabajos cartográficos. Esta división corresponde a Gualanday Inferior, Gualanday Medio y Gualanday Superior. Van Hauten and Travis (1968) la suben al rango de grupo y sus divisiones al rango de formación:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	157
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 28 Secuencia estratigráfica de la Formación Gualanday E: 851401; N: 829983

Fuente: GEOCING S.A.S

- Gualanday Inferior (E2gyi):** Se presentan conglomerados inequigranulares con variaciones en la escala de tamaño guijo. El material a su vez se encuentra rodeado por una matriz de arena gruesa a media mal seleccionada, las capas presentan estratificación cruzada. Estos conglomerados se encuentran intercalados con capas de areniscas y lodolitas grises, con buena selección y grano medio a fino. (Ver Ilustración 29)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	158
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 29 Afloramiento de la Formación Gualanday Inferior E: 900685; N: 854969

Fuente: GEOCING S.A.S

- Gualanday Medio (E2gym):** Miembro poco competente del Grupo Gualanday, caracterizado por arcillolitas y lodolitas fisibles grises y marrones intercaladas con algunas capas de areniscas y conglomerados, se presenta bioturbación en algunos niveles arenosos, posiblemente ricos en material fosfático (INGEOMINAS, 1999). (Ver Ilustración 30)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	159
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 30 Afloramiento de la Formación Gualanday Medio E: 900685; N: 854969

Fuente: GEOCING S.A.S

- Gualanday Superior (E2gys):** Se encuentran conglomerados ricos en cuarzo, intercalados con niveles competentes de areniscas conglomeráticas y lodolitas rojas. Los principales fragmentos encontrados en los conglomerados son clastos de cuarzo, chert y algunos fragmentos de rocas volcánicas (Burgos & Moreira, 1982).(Ver Ilustración 31)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	160
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 31 Afloramiento de la Formación Gualanday Medio E: 900685; N: 854969

Fuente: **GEOCING S.A.S**

- Formación Honda (N1h):** Se encuentra una secuencia de areniscas y conglomerados de grano fino que presentan niveles calcáreos intercalados en forma de nódulos de tamaño variado, también se presentan intercalaciones con rocas arcillosas rojizas, tobas y areniscas tobáceas. Los clastos que componen los conglomerados son cuarzo, chert y clastos provenientes de rocas ígneas y metamórficas. En su base el contacto es transicional, mientras que en el tope es discordante con la Formación Gigante. Se establece una edad de Mioceno medio de acuerdo con mediciones isotópicas y paleomagnéticas (Hayashida, 1984).(Ver Ilustración 32)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	161
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 32 Afloramiento de la Formación Honda E: 859751; N: 827120

Fuente: GEOCING S.A.S

- **Formación Gigante (N2gi)**

Howe (1969) denominó Formación Gigante, a una de las tres unidades de roca que forman el Grupo Mesa y que afloran al occidente de Honda en el departamento del Tolima. Butler (1942) describe la localidad tipo al noroeste de la ciudad de Honda como una secuencia predominantemente volcánica que reposa sobre la Formación Honda en la sub-cuenca de Honda. El Servicio Geológico Nacional (1957, 1959) correlacionó en algunos mapas geológicos las rocas de esta formación en los alrededores de la ciudad de Honda con las rocas de la sub-cuenca de Neiva.

Van Houten and Travis (1968) dividió la formación en tres unidades informales, describiendo la parte inferior y superior conglomerática y la parte media volcanoclástica. Van Der Wiel (1991) describe la sección y localidad tipo en la quebrada Guandinosita con un espesor de 870 m, la divide de la base al techo en los miembros Nivel Inferior (N2gii), Nivel Medio (N2gim) y Nivel Superior (N2gis),

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	162
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

correspondiendo los miembros Nivel Inferior (N2gii) y Nivel Superior (N2gis) a secuencias predominantemente conglomeráticas y el Miembro Nivel Medio (N2gim) a la parte volcanoclástica. Guerrero (1993) propone formalmente el nombre de Grupo Huila para esta secuencia y lo subdivide en las formaciones Neiva y Gigante con un espesor total de 800 m para el grupo. En la carretera del Hobo a la Represa de Betania el espesor medido es aproximadamente de 1400 m.

La unidad suprayace a la Formación Honda en un posible contacto transicional en los alrededores de la Represa de Betania, donde la secuencia es muy espesa y muestra que hacia el núcleo de la cuenca de Depositación de la Formación Gigante el proceso fue continuo; mientras hacía borde de la cuenca el aporte de sedimentos fue menor y hubo erosión de la Formación Honda antes de presentarse depositación de sedimentos de la Formación Gigante. Guerrero (1993) describe el contacto inferior del Nivel Inferior (N2gii), discordante sobre el Grupo Honda, otros autores como Wellman 1970), Howe (1969) y Wiel (1991) lo consideran transicional. El contacto superior es discordante con los depósitos cuaternarios. Esta formación corresponde al Mioceno tardío (van der Wiel, 1991).

- **Nivel Inferior (N2gii):** Se presentan conglomerados de clastos parcialmente seleccionados, subredondeados, inequigranulares de chert, cuarzo y fragmentos de rocas extrusivas de la Formación Saldaña y otros intrusivos y metamórficos del Macizo de Garzón, todo esto en una matriz areno-lodosa pobremente seleccionada. Estas rocas se encuentran intercaladas con areniscas lodosas y conglomeráticas mostradas como lentes con estratificación cruzada, presentan concreciones y bioturbación, así como también con capas de arcillas varicoloreadas (INGEOMINAS, 1999).
- **Nivel Medio (N2gim):** Secuencia volcanoclástica de capas paralelas entre sí, poco consolidadas, constituidas de intercalaciones de tobas, pumitas y conglomerados polimícticos. Los niveles pumíticos y tobáceos varían su tamaño entre ceniza y lapilli, con fragmentos angulosos de pómez y vidrio. En los niveles arenosos y conglomeráticos, se observan fragmentos líticos de rocas extrusivas de composición intermedia, chert, cuarzo, rocas intrusivas y fragmentos de gneis y esquisto entre subangulosos y subredondeados.(Ver Ilustración 33)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	163
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 33 Afloramiento de la Formación Gigante medio E: 875342; N: 831641

Fuente: GEOCING S.A.S

- **Nivel Superior (N2gis):** Principalmente conglomerados inequigranulares, matriz soportados con clastos de granodioritas, granitos, granulitas, gneises migmatíticos, ignimbritas, pórfidos andesíticos a dacíticos, dacitas, tobas, chert y cuarzo. Se intercalan con capas de areniscas de grano fino a muy grueso y arcillolitas grises y amarillas (INGEOMINAS, 1999).
- **Coluviales (Q2c):** Material erodado y redepositado en la base de los taludes, caracterizados por su mala selección y clastos angulosos con cantos de granodioritas, tobas y vulcanitas recientes, se encuentran en una matriz limo-arcillosa (INGEOMINAS, 1999).
- **Depósitos de Lahares (Q2lh):** Conglomerados con grandes bloques de rocas volcánicas, en una matriz areno-tobácea soldada, tiene un

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	164
Fecha: 28/02/2018					

espesor de 40 a 50m compuesto de materiales de origen volcánico como flujos tipo lahar y cenizas (Burgos & Moreira, 1982).

- **Depósitos de terraza alta (Q1al):** Depósitos de topografía plana, parcialmente consolidados con intercalaciones de gravas polimícticas, arenas y limos. Los clastos tienen buena redondez y están compuestos principalmente por migmatitas, granitos, andesitas, cuarzo y chert emplazados en una matriz de arena gruesa angulosa. (Ver Ilustración 34)

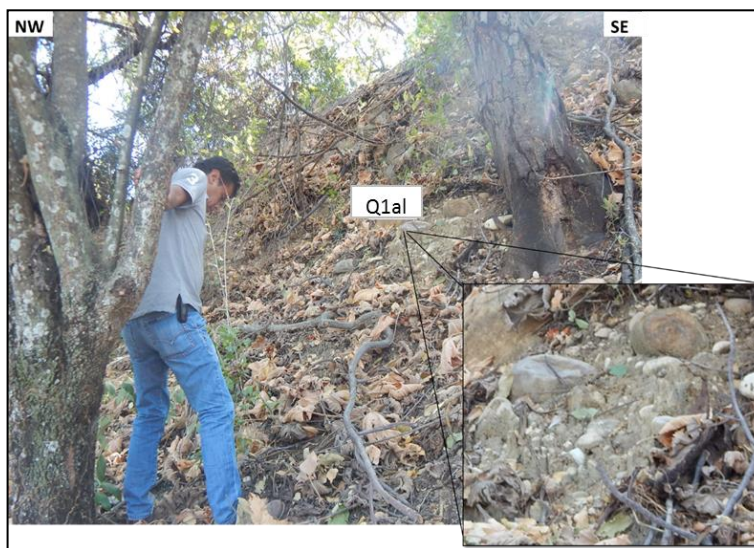


Ilustración 34 Depósitos Aluviales de Abanico antiguo (Q1al) E: 875643; N: 831412

Fuente: GEOCING S.A.S

- **Depósitos de terraza baja (Q2al):** Depósitos fluvio-volcánicos de bajo espesor (5-6m), no consolidados de gravas subred ondeadas compuestas por fragmentos de cuarzo, chert, granitos, migmatitas y gneises biofísicos embebidos en una matriz arenosa, pobremente seleccionada.
- **Depósitos fluviolacustres (Q1fl):** Compuesto por materiales que evidencian sucesivos episodios de flujos de escombros acumulados en un área cerrada. Se estima una posible edad del Pleistoceno hasta el Holoceno.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	165
Fecha: 28/02/2018					

- **Depósitos aluviales recientes (Qalr):** Depósitos recientes no consolidados de origen fluvial, ubicados en la llanura de inundación de ríos y quebradas, unidades de bajo espesor compuestas por arena, limo y grava. Ver Ilustración 35



Ilustración 35 Depósitos Aluviales recientes E: 890189; N: 840843

Fuente: GEOCING S.A.S

11.2 GEOLOGÍA LOCAL

En este ítem se describe brevemente las principales unidades geológicas, para el presente estudio. Los códigos de las unidades han sido modificados de acuerdo con las normas del Código Estratigráfico Internacional (IUGS, 2017) y con la nomenclatura estratigráfica. Los colores empleados para las diferentes unidades geológicas en el Plano de Geología escala 1:25.000, se utilizaron con base el informe de Estándares Cartográficos de Mapas Geológicos (SGC, 2012), ver plano de Geología Local.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	166
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL.</p>		

11.2.1 FOTOINTERPRETACIÓN

Con el objeto de unificar la nomenclatura se realiza la fotointerpretación de imágenes satelitales del cual se obtiene el mapa geológico escala 1:25.000 con una mejor continuidad de las estructuras y correlación lateral de las unidades geológica.

11.2.2 GEOLOGÍA LOCAL DE LA ZONA URBANA Y ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE NEIVA.

La zona de asentamiento y la zonas de expansión urbanística de la ciudad de Neiva, presentan una morfología plana ligeramente ondulada, donde en superficie afloran depósitos cuaternarios conformados principalmente por terrazas del río Magdalena y por depósitos de abanicos aluviales (Q1al) y (Q2al) y de edad Mioceno Superior el nivel medio de la Formación Gigante(N2gi).

- **Formación Honda (N1h):** Se encuentra una secuencia de areniscas y conglomerados de grano fino que presentan niveles calcáreos intercalados en forma de nódulos de tamaño variado, también se presentan intercalaciones con rocas arcillosas rojizas, tobas y areniscas tobáceas. Los clastos que componen los conglomerados son cuarzo, chert y clastos provenientes de rocas ígneas y metamórficas.

- **Formación Gigante (N2gi):**

Sobre la margen derecha del río Magdalena, aguas arriba de la confluencia con el río Loro, se observa de base a techo: areniscas de moderada consolidación, mal seleccionadas, de color amarillo por meteorización (Ilustración 36).le suprayace una capa de 1,5 metros de conglomerado, con gravas de diámetro promedio de 10 centímetros en matriz areno – limosa. Le suprayace una capa de arenisca con espesor aproximado al metro, mal seleccionada con predominio de granos tamaño arena media, con matriz arcillosa. Le suprayace un depósito de tobas angulosas, en matriz arenosa de color blanco, tobáceas, con abundante proporción de plagioclasas y pumitas, bien consolidado (Ilustración 37). Más al sur, en escarpes y cortes se observan depósitos de tobas.

Las areniscas tobáceas son de grano grueso a muy grueso, subangulosas, moderadamente sorteados, compuesto por granos de cuarzo, feldespato, plagioclasa, con una matriz arcillosa tobácea, friables. Las tufas son grises con cristales de hornblenda y cuarzo. Las arcillolitas son de color amarillo y

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	167
Fecha: 28/02/2018					

los conglomerados polimícticos con cantos subredondeados, compuestos por vulcanitas recientes, granito, tonalitas, neises, cher, cuarzo, los clastos con diámetros promedio de 5 cm, pero que alcanzan hasta 10 cm, en matriz areno. También se hallan niveles de caídas de ceniza, finos y algunas con retrabajamiento, compactas y con contenido de restos vegetales fósiles.



Ilustración 36. Coordenadas: E=865188, N=814560, orientación al sur. Arenitas de la Formación Gigante.



Ilustración 37. Coordenadas: E=865188, N=814560, orientación al sureste. Escarpe en rocas de la Formación Gigante.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	168
Fecha: 28/02/2018					



Ilustración 38. Escarpe en rocas de la Formación Gigante (N2gi); deposito aluvial resiente (Qalr) asociado al rio Ceibas.

- **Depósitos de abanicos aluviales y/o terrazas altas (Q1al):**

Se observan en el sector oriental y occidental presentándose como remanentes en las partes altas de los cerros; también se hallan hacia el sur donde en pequeñas excavaciones dejan al descubierto la Formación Gigante sobre la cual reposan en discordancia. Estos depósitos generan una morfología de planicies suaves.

Estos Depósitos de abanicos aluviales y/o terrazas altas (Q1al) están conformados por bloques muy grandes, que alcanzan hasta 50 cm de diámetro, subanguloso y angulosos, conformados principalmente por granitoides y vulcanitas, se hallan en una matriz arenosa-lodosa, amarillo rojiza. Los depósitos son de poco espesor se calcula que no sobrepasan los 10 m, pero en general se observa solo 2-3 de metros de espesor. Estos depósitos se presentan en la mayor parte de la Ciudad de Neiva. Localmente, cubren discordantemente, rocas de la formación gigante ver Ilustración 39.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	169
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 39. Coordenadas: E=863811, N=812800, orientación al noreste. Terraza alta en depósitos aluviales subrecientes.

- **Depósitos de terrazas baja (Q2al):**

Son depósitos no consolidados, de poca extensión, conformados por conglomerados polimícticos, con clastos hasta de 20 cm, subredondeados, compuestos por granitos, migmatitas, cher, cuarzo, con una matriz arenosa-limosa, mal seleccionada, con cantos imbricados, se estiman de 5 a 6 metros de espesor.

Localmente, cubren discordantemente, rocas de la formación gigante ver Ilustración 40.



Ilustración 40. Coordenadas: E= 865.305, N= 812.878, orientación al sureste. Escarpe en depósitos aluviales

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	170
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

- **Depósitos aluviales recientes (Qalr):**

Ubicados en la llanura de inundación, de los ríos actuales están compuestos por gravas, arenas y limos.

En el sector se hallan varios pliegues suaves con dirección principal NE-SW, pero fuera del área de influencia directa del estudio como se observa en la Mapa geológico escala 1:25.000.

En la Tabla 16, se presenta el resumen de las unidades geológicas presentes en el área de estudio

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	171
Fecha: 28/02/2018					

Tabla 16 Unidades de Geología

Unidad Geológica				
ERA	Período	Simbología	Unidad Geológica	Descripción
Cenozoico	Cuaternario	Qalr	Depósitos Aluvial Reciente	Ubicados en la llanura de inundación, de los ríos actuales están compuestos por gravas, arenas y limos.
		Q2al	Depósitos de Terraza baja	Depósito fluvio-volcánicos de bajo espesor no consolidados de gravas subredondeadas compuestas por fragmentos de cuarzo, chert, granitos, migmatitas y gneises boníticos
		Q1al	Depósitos de Terraza alta	Depósito parcialmente consolidado con intercalaciones de gravas, arenas y limos
	Neógeno	N2gim	Formación Gigante medio	Intercalaciones de capas tabulares de tobas, pumitas y conglomerados polimícticos
		N1h	Formación Honda	Areniscas y conglomerados de grano fino que presenta niveles calcáreos intercalados en forma de nódulos

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	172
Fecha: 28/02/2018					

En las Ilustración 41, (**Plano GE-416-GEO-001**) se presenta el Mapa Geológico, escala 1:25:000, donde se superpone cada una de las alternativas propuestas para el estudio.

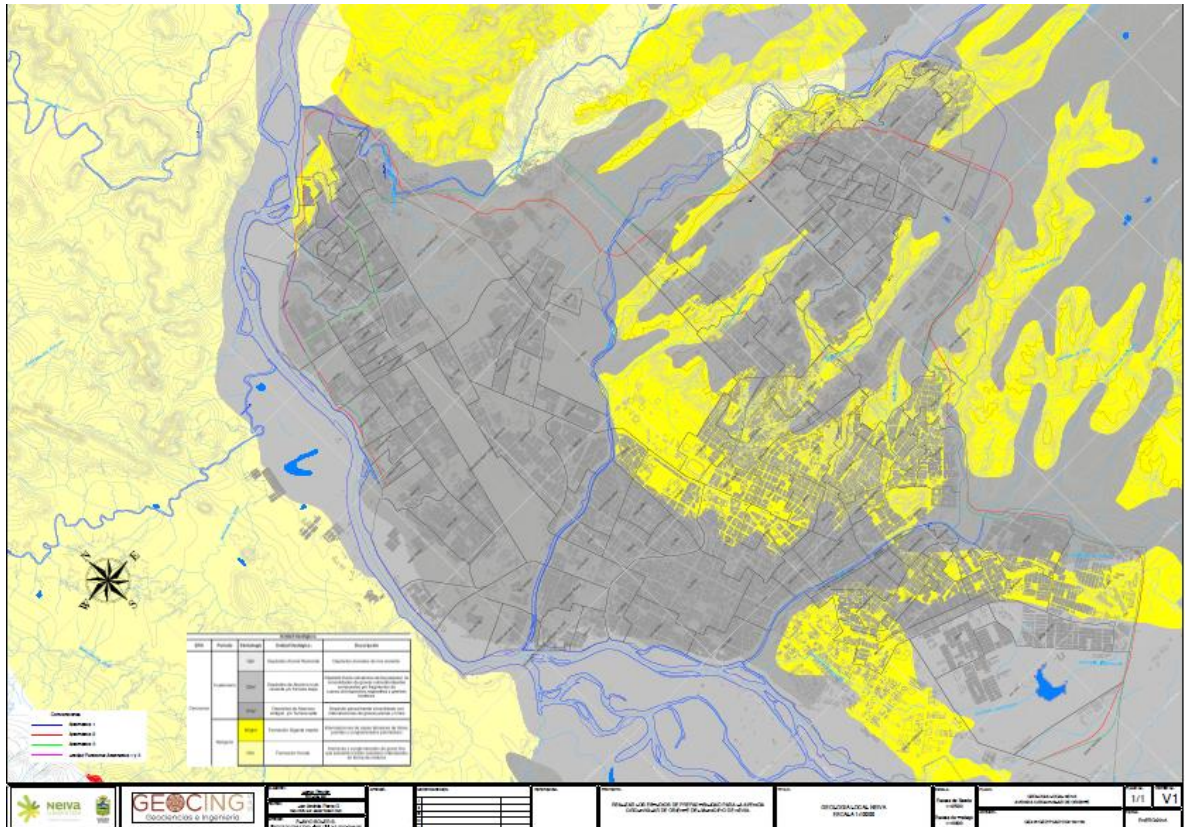


Ilustración 41 Mapa Geológico escala 1:25.000. En línea continua color azul se presenta la Alternativa -1, En línea continua color rojo se presenta la Alternativa -2, En línea continua color verde se presenta la Alternativa -3.

Fuente: GEOCING S.A.S

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	173
Fecha: 28/02/2018					

Tabla 17 porcentaje de Unidades Geológicas que se encuentran en cada tramo de alternativa vial

Simbología	Unidad Geológica	PORCENTAJE QUE SE PRESENTA EN CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS			
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
Q2al	Depósitos de Terraza baja	13%	13%	13 %	12%
Q1al	Depósitos de Terraza alta	64%	69%	57%	44%
N2gim	Formación Gigante medio	14%	18%	23%	15%
N1h	Formación Honda	10 %	0%	7%	29%

11.2.3 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (ESC. 1:25.000), USG

Para el desarrollo de este estudio, se llevó a cabo el levantamiento cartográfico de las unidades que se encuentran en el área de investigación, al igual que los elementos geomorfológicos, a escala de detalle y su caracterización correspondiente.

De acuerdo con los reconocimientos de campo, los depósitos y demás materiales rocosos presentes en el sitio, para su cartografía y caracterización con propósitos ingenieriles, se han clasificado según la definición de Unidades Geológicas Superficiales, UGS.

Unidad Geológica Superficial (Hermelin, Michel, 1987), se denomina al conjunto de materiales rocosos con características y propiedades geomecánicas propias, que conforman la superficie de los terrenos hasta profundidades en que estos materiales cambian sus características. Estas unidades superficiales incluyen:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	174
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

rocas con diferentes grados de meteorización y/o fracturamiento, suelos residuales y depósitos normalmente consolidados (de origen aluvial, coluvial antiguos y recientes, volcánicos y antrópicos), así como la mezcla de estos.

Desde el punto de vista metodológico, para la caracterización de los materiales geológicos, se realizó un reconocimiento al área de estudio, mediante la ejecución de controles de campo en diferentes puntos o afloramientos de los materiales geológicos presentes en: los cortes y/o taludes de las vías de acceso, afloramientos mostrados por los cortes de los diferentes drenajes, entre otros, para su correspondiente observación y/o descripción de las características litológicas, estructurales y demás aspectos atinentes a la investigación temática.

A continuación en la Tabla 18, resumen las descripciones de las Unidades Geología Superficial de los materiales aflorantes en el polígono del área de estudio ordenados del más antiguo al más reciente

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	175
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

Tabla 18 Unidades de Geología Superficial (UGS)

Unidades Geológicas Superficial					Peso específico del suelo y (KN/m ³)		Ángulo de fricción Φ (grados)			Cohesión C(KN/m ²)		
Simbología UGS	TIPO	Origen	Descripción		Mín. Valor	Máx. Valor	Mín.	Prome dio	Máx .	Mín.	prome dio	Máx.
Sa	Suelo Antrópico	Antrópico	Depósitos antrópicos utilizados para el asentamiento de obras civiles y viales principalmente		-	-	-	-	-	-	-	-
Stf3	Suelo Transportado	Fluvial	Aluviones de lechos o cauces fluviales moderadamente meteorizado		17	18	29	33	35	1	2	4
Stf2	Suelo Transportado	Fluvial	Aluviones de llanuras y/o terrazas aluviales moderadamente meteorizados		17	18	33	35	37	2	4	5
Stf1	Suelo Transportado	Fluvial	Aluviones de llanuras y/o terrazas aluviales moderadamente meteorizados		17	18	29	35	36	2	4	6
Srs3	Suelo Residual	Roca sedimentaria detrítica	Suelo residual de roca parental de textura clástica, moderadamente cementada y de granulometría media a gruesa (areniscas y conglomerados tobáceos) poco meteorizado		21	23	30	33	41	7	9	11

Estos son valores de referencia, “Geocing SAS – CAM; ADELANTAR ACCIONES DE MANEJO, EN EL COMPONENTE GESTIÓN DE RIESGO DEL PLAN DE ORDENACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO LAS CEIBAS, MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE LOS “ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN LA MICRO CUENCA DE LA QUEBRADA MOTILON Y EN LA VEREDA SANTA LUCIA SOBRE LA MICRO CUENCA DE LA QUEBRADA LOS MICOS TRIBUTARIOS DEL RIO DE LAS CEIBAS DEL MUNICIPIO DE NEIVA- CONTRATO DE CONSULTORÍA 305 DE 2016” para la siguiente fase se deben verificar con exploración geotécnica de acuerdo a la Normatividad vigente.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	176
Fecha: 28/02/2018					

En las Ilustración 42, (**Plano GE-416-UGS-001**) se presenta el Mapa de Unidades de Geología Superficial (UGS) escala 1:25:000, donde se superpone cada una de las alternativas propuestas para el estudio.

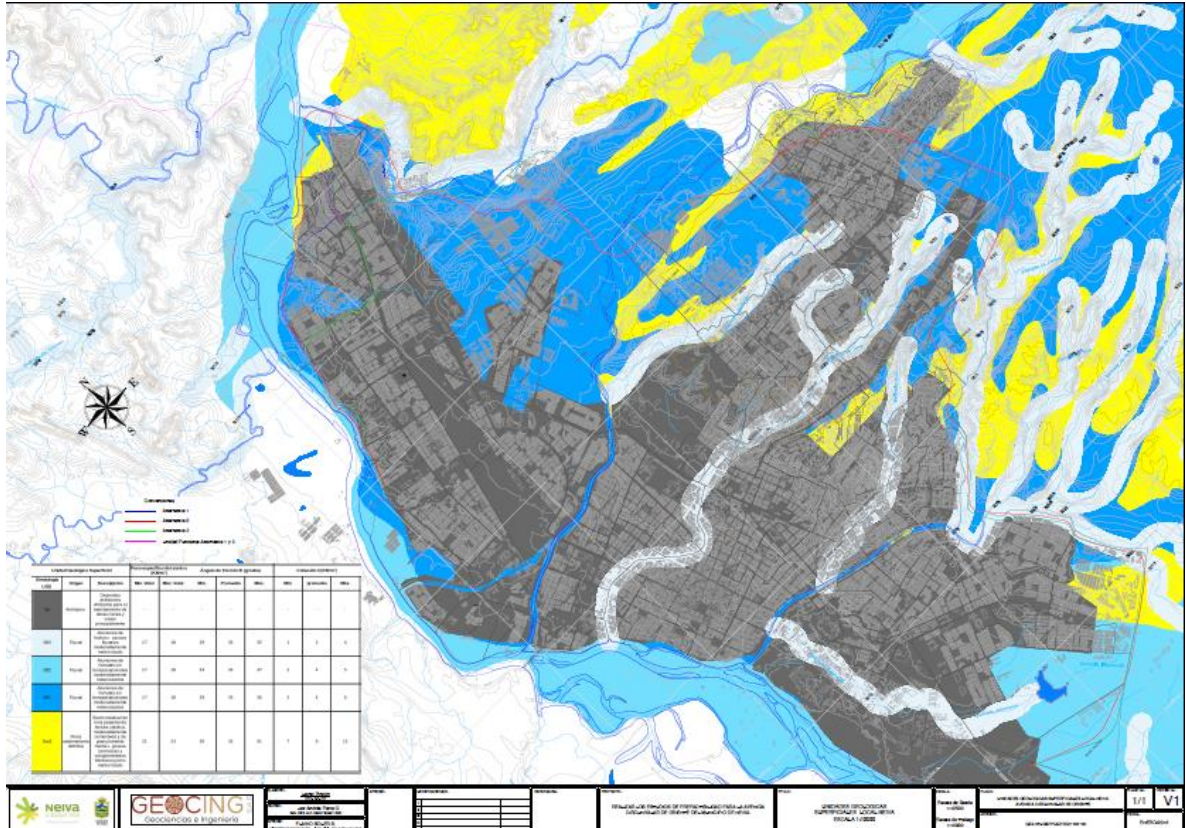


Ilustración 42 Mapa UGS escala 1:25.000. En línea continua color azul se presenta la Alternativa -1, En línea continua color rojo se presenta la Alternativa -2, En línea continua color verde se presenta la Alternativa -3

Fuente: GEOCING S.A.S

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	177
Fecha: 28/02/2018					

Tabla 19 porcentaje de Unidades Geomorfológicas que se encuentran en cada tramo de alternativa vial

Simbología UGS	TIPO	PORCENTAJE QUE SE PRESENTA EN CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS			
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
Sa	Suelo Antrópico	43 %	35 %	33 %	45 %
Stf3	Suelo Transportado	15%	13 %	13 %	18 %
Stf2	Suelo Transportado	30%	38 %	33 %	18 %
Stf1	Suelo Transportado	10%	12 %	19 %	16 %
Srs3	Suelo Residual	2%	2%	2%	3%

Fuente: GEOCING S.A.S

11.3 GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología estudia las formas actuales y antiguas en la superficie terrestre y los procesos que las generan. Dentro de este estudio, los aspectos más importantes corresponden a la génesis de las formas, los procesos que las crearon, la relación con las estructuras infrayacentes, su evolución y su interacción con el medio ambiente circundante, la atmósfera, hidrosfera y biosfera.

Para la identificación y clasificación morfológica se utiliza la metodología del sistema ITC de Holanda (Verstappen y Van Zuidam, 1992), e implementada en la metodología para la temática de la geomorfología aplicada a la ingeniería (Carvajal, Henry et al, 2005), así como la “Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:10.000”, (SGC, 2012).

A continuación se presenta la descripción de las unidades morfogenéticas presentes en área de estudio, según el ambiente que los género:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	178
Fecha: 28/02/2018					

11.3.1 AMBIENTE DENUDACIONAL

- Lomeríos disectados – Dldi (Ambiente denudacional)**

Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas redondeadas y amplias, de laderas cortas a moderadamente largas de forma rectas, cóncavas y convexas, con pendientes muy inclinadas a muy abruptas, con índice de relieve bajo. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la moderada disección, generando valles en U con fondo redondeado a plano. Se presentan movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional con superficie de falla poco profundos. Susceptible en sus bordes, por mal manejo de aguas de escorrentía, a generar procesos de erosión laminar y en cárcavas, que pueden progradar a deslizamiento traslacional; estos procesos no son cartografiables a la escala de salida de este estudio.



Ilustración 43 Se observa unidad geomorfológica Lomeríos disectados – Dldi (Ambiente denudacional)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	179
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.



Ilustración 44 Proceso estabilizado, se observa antiguo Escarpe

11.3.2 AMBIENTE FLUVIAL

- **Terraza de acumulación antigua (Ftan)**

Franja alomada de varios kilómetros de extensión, de laderas moderadamente largas, con formas cóncavas y convexas, pendientes suaves a inclinadas. Se caracterizan por presentar pendientes de 5° a 10° en las partes mas altas, limitadas por escarpes, de disección en forma de “V” amplia que localmente pueden alcanzar inclinaciones de 20° . La mayoría de las veces están colgadas, inclinadas y discordantes sobre rocas especialmente de la formación Gigante. Hacen parte de la antigua llanura de inundación y que fueron basculados y sometidos a procesos denudativos intensos que dejaron una morfología alomada, de formas lobuladas y localmente cómica. Su origen está asociado a la existencia de planicies aluviales antiguas, muy disectadas y localmente tectonizadas. Compuestas por gravas, arenas y arcillas.

- **Terraza de acumulación subreciente (Ftas).**

Franja plana y suavemente inclinadas, remanentes de terrazas, de morfología ondulada y disectada, localmente basculada con inclinaciones de pendiente del orden de 3° a 5° , aunque en sectores pueden alcanzar los

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBO	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	180
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL.</p>		

10°, limitada por escarpes de 5 a 20 m. Su origen está relacionado cuando el río amplía el valle al ganar importancia la erosión en sus márgenes. La superficie de la anterior llanura aluvial queda adosada a las márgenes del valle en forma de escalón o resalte topográfico que constituye la terraza. Puede estar cubierta por niveles arcillosos que pertenecen a la unidad de suelos recientes de origen fluvial. Compuestas por arenas y arcillas, localmente con intercalaciones de arenas arcillosas y grava fina.

- **Plano o llanura de inundación (Fpi)**

Franja de terreno plana, de morfología baja y ondulada susceptible a ser inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se incluyen los planos fluviales menores en formas de “U” o “V” y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos. En regiones montañosas donde las corrientes fluviales tienden a unirse con sus tributarios para formar el cauce principal se presentan como superficies estrechas, alargadas y profundas, que presentan una red de drenaje de tipo subparalelo de mediana densidad. Algunas veces, de esta superficie sobresalen pequeñas colinas producto de la erosión y acumulación de sedimentos. Estas geoformas también se pueden presentar controladas principalmente por estructuras sinclinales. Se constituye de sedimentos finos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial.

En la Tabla 20 se presenta el resumen de las unidades morfogenéticas delimitadas para el área de estudio.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	181
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

Tabla 20 Unidades Morfogenéticas

Unidad morfogenéticas				
Ambiente	Nombre	Simbología	Descripción	Procesos
Fluvial	Plano o llanura de inundación	Fpi	Franja de terreno plana, de morfología baja y ondulada eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se incluyen los planos fluviales menores en formas de “U” o “V” y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos.	Zona de llanura de Inundación, altamente susceptible a inundaciones, socavación lateral en sus bordes, socavación de fondo en el lecho.
Fluvial	Terraza de acumulación subreciente	Ftas	Franja plana y suavemente inclinadas, remanentes de terrazas de edad subreciente de morfología ondulada y disectada, localmente basculada con inclinaciones de pendiente del orden de 3° a 5°, aunque en sectores pueden alcanzar los 10°, limitada por escarpes de 5 a 20 m.	Susceptible a generar procesos de erosión por escorrentía mal manejada.
Fluvial	Terraza de acumulación antigua	Ftan	Franja alomada de varios kilómetros de extensión, en forma de abanico ampliamente explayado, de laderas moderadamente largas, con formas cóncavas y convexas, pendientes suaves a inclinadas. Se caracterizan por presentar pendientes de 5° a 10° en las partes altas, limitadas por escarpes de disección en forma de “V” amplia que localmente pueden alcanzar inclinaciones de 20°.	Susceptible a generar procesos de erosión por escorrentía mal manejada.
Denudacional	Lomeríos disectados	Dldi	Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas redondeadas y amplias, de laderas cortas a moderadamente largas de forma rectas, cóncavas y convexas, con pendientes muy inclinadas a muy abruptas, con índice de relieve bajo	Susceptible a generar procesos de remoción por escorrentía concentrada.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JGC	FSS	AZP	182
Fecha: 28/02/2018					

 	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA. CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017	
INFORME FINAL.		

En las Ilustración 45, (**Plano GE-416-GEOM-001**) se presenta el Mapa Geomorfológico escala 1:25:000 para el área de estudio, donde se superpone cada una de las alternativas propuestas.

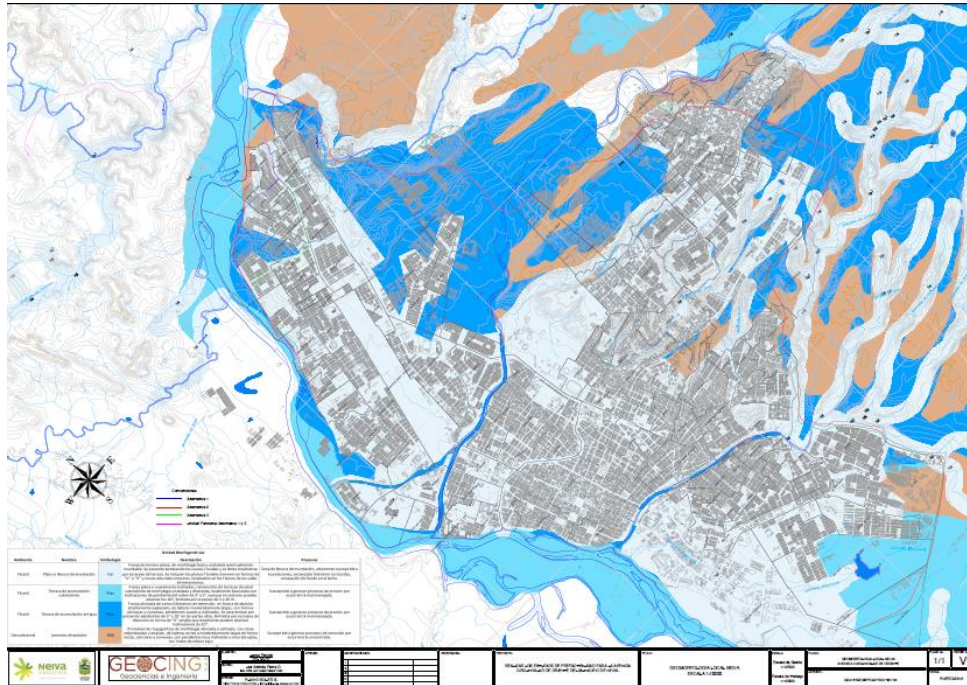


Ilustración 45 Mapa de Geomorfología escala 1:25.000. En línea continua color azul se presenta la Alternativa -1, En línea continua color rojo se presenta la Alternativa -2, En línea continua color verde se presenta la Alternativa -3.

Fuente: GEOCING S.A.S

Tabla 21 porcentaje de Unidades Geomorfológicas que se encuentran en cada tramo de alternativa vial

Simbología	PORCENTAJE QUE SE PRESENTA EN CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS		
	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Fpi	43%	35%	33%
Ftas	15%	13%	13%
Ftan	32%	41%	35%
Dldi	10%	12%	19%

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	183
Fecha: 28/02/2018					

 	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA. CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017	
INFORME FINAL.		

12. ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES ALTERNATIVA

El presente capítulo trata sobre los aspectos geotécnicos de la zona de interés, basados esencialmente en el reconocimiento en campo y la interpretación de los datos a lo largo de los sectores de la vía en estudio. Se presenta una recopilación de las obras características de estabilización y contención y los sitios críticos que tengan una afectación directa sobre la vía en estudio.

12.1 DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO

El diagnóstico comprende todo el conjunto de actividades que permiten estimar la severidad de los daños que pueden presentar un talud y las obras preventivas o de estabilización con el fin de mejorar su situación actual. En esta estimación se proponen cuatro grados de severidad de daños que van desde un grado nulo a un grado alto de severidad (Tabla 22).

De manera general, los daños de menor severidad (BAJO), pueden repararse mediante las actividades de mantenimiento que se proponen, mientras que los daños severos posiblemente requieran estudios y diseños detallados, cuya solución no se contempla en esta etapa de prefactibilidad en la Ilustración 46 se localizan los sitios críticos de los tramos de las Alternativas, con severidad Medio.

El objetivo es la conservación y preservación de todos los componentes principales de las estructuras de estabilidad, taludes y sitios críticos, lo cual asegura su adecuado funcionamiento y la identificación de posibles daños mayores que deben solucionarse con obras de mantenimiento periódico o de rehabilitación.

Tabla 22. Niveles de severidad

Calificación	Descripción
NULO	Sin daño, daño insignificante o con daño pequeño que no requiere reparación.
BAJO	Existe daño, la obra funciona como se diseñó, pero requiere medidas de rehabilitación.
MEDIO	Daño significativo, se requiere pronta reparación
ALTO	Daño grave o extremo se necesita inmediata reparación

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	184
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL.

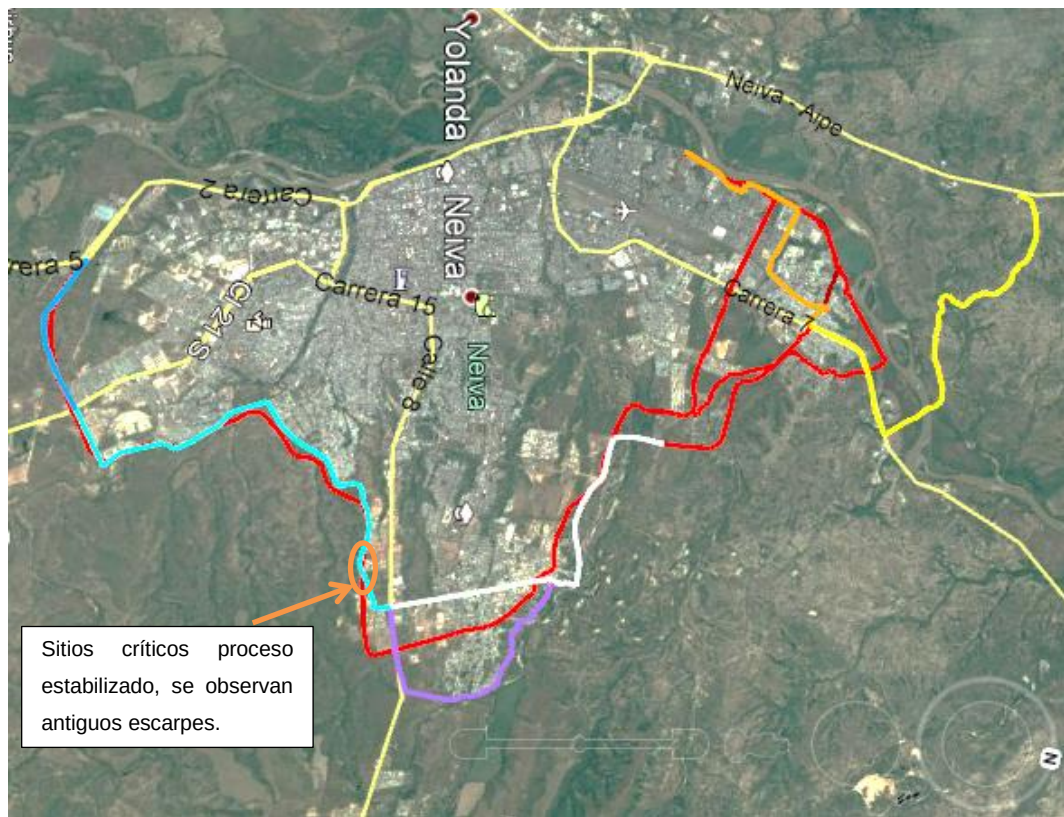


Ilustración 46 Alternativas de trazado (Alternativa 1 Se presenta las Unidades Funcionales en color Azul UF1, Cian UF 2, Morada UF 3, Roja Unidad Funcional 4, UF 5 Color Marrón y UF 6 Color Amarillo, Alternativa No. 2 según POT de 2009 Color Rojo, Alternativa No. 3 la UF 3 color Blanco y UF 5 color Naranja), se resalta que la Alternativa 3 comparte las unidades Funcionales 1, 2, 4 y 6 con la Alternativa 1



Ilustración 47 Sitio Critico, proceso estabilizado, se observa antiguo Escarpe

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	185
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL.</p>		

Tabla 23. Caracterización de los materiales.

Unidades Geológicas Superficial					Peso específico del suelo y (KN/m ³)		Ángulo de fricción Φ (grados)			Cohesión C(KN/m ²)		
UGS	Simbología UGS	TIPO	Origen	Descripción	Mín. Valor	Máx. Valor	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.	promedio	Máx.
	Sa	Suelo Antrópico	Antrópico	Depósitos antrópicos utilizados para el asentamiento de obras civiles y viales principalmente	-	-	-	-	-	-	-	-
	Stf3	Suelo Transportado	Fluvial	Aluviones de lechos o cauces fluviales moderadamente meteorizado	17	18	29	33	35	1	2	4
	Stf2	Suelo Transportado	Fluvial	Aluviones de llanuras y/o terrazas aluviales moderadamente meteorizados	17	18	33	35	37	2	4	5
	Stf1	Suelo Transportado	Fluvial	Aluviones de llanuras y/o terrazas aluviales moderadamente meteorizados	17	18	29	35	36	2	4	6
	Srs3	Suelo Residual	Roca sedimentaria detrítica	Suelo residual de roca parental de textura clástica, moderadamente cementada y de granulometría media a gruesa (areniscas y conglomerados tobáceos) poco meteorizado	21	23	30	33	41	7	9	11

Se aclara que estos son parametros tipicos, no son valores de ensayos de laboratorio, para la siguiente fase se recomiendan hacer una exploracion geotecnica de acuerdo a las normas vigentes del INVIAS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	186
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

A lo largo del tramo de estudio sólo se identificó un nivel de severidad (Medio), para el cual señala en la Ilustración 46, así como también su respectivo diagnóstico (descripción de los daños presentados, causas) y recomendaciones para su intervención.

Nivel de severidad MEDIO

- Obra de estabilización.

Corresponde a un talud con una altura comprendida entre 15 m o 20 m, conformado por Lomeríos disectados – Dldi (Ambiente denudacional) con cimas redondeadas y amplias (ver informe de estudio para geología)

- Daño en común.

Procesos de erosión laminar y en cárcavas, que pueden progradar a deslizamiento traslacional

- Descripción del Daño

Susceptible en sus bordes, por mal manejo de aguas de escorrentía, a generar procesos de erosión laminar y en cárcavas, que pueden progradar a deslizamiento traslacional.

- Posibles Causas del deterioro
 - Mal manejo de aguas de escorrentía.
 - Falta de cunetas en la corona del talud.
- Intervención Recomendada

Para la estabilización de la ladera se contempla, realizar obra de manejo de aguas de escorrentía superficial y la recuperación de sitios desprovistos de vegetalización para mitigar los procesos erosivos y reducir al mínimo la escorrentía superficial.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	187
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

13. DISEÑO GEOMETRICO

El tramo vial al que hace referencia el proyecto, se ubica al Oriente de la Ciudad de Neiva, en el departamento del Huila, la vía proyectada articuladora de Norte a sur la ciudad, siendo el primer circuito vial de la ciudad de Neiva.

La vía perimetral de oriente es el tramo vial más ambicioso e importante para mitigar las zonas de la ciudad que presenta déficit vial, principalmente en la zona Oriente de la Ciudad de Neiva.

La avenida Circunvalar de Oriente es la suma de varios tipos de perfiles viales de comunicación arterial urbana, los cuales se describen cada uno a continuación:

1. Unidad Funcional 1 ALTERNATIVAS 1 Y 3: La proyección del tramo inicia desde la intersección Carrera 2 sur con Carrera 5 Sur sector conocido como Surabastos, con el fin de darle continuidad a la conocida Avenida Circunvalar, formando el primer circuito vial del perímetro de la ciudad de Neiva.

En este sector la proyección cruza por la planta de gas Neiva, Cementerio Jardines el paraíso, terrenos aledaños al jardín botánico, que comunica con la vía principal que conduce al corregimiento del Caguan y borde los barrios San Luis de la Paz, Torres Bosques de San Luis. Con una longitud cercana de 2 km . Para este tramo se proyecta con el perfil vial Tipo V-E de acuerdo a las mesas de trabajo y plano (FU-09 Perfiles del Plan Vial) entregado para tener el perfil a implementar en la Avenida circunvalar de Oriente.

2. Unidad Funcional 2 ALTERNATIVAS 1 Y 3: Inicia desde la intersección de la vía Caguan y borde los barrios San Luis de la Paz, Torres Bosques de San Luis. Después de esta intersección continúa bordeando los barrios Cuarto Centenario Etapa I II III, Villa Paula hasta hacer un giro de sur a norte tratando de no introducirse en el lecho del río existente, hasta encontrar la entrada al barrio limonar, en donde la vía está proyectada entre el limite perimetral del barrio y el Río Oro, con el fin de continuar sobre el perímetro de la ciudad y no introducirnos en ella, el tramo vial continua conectando los barrios Las Acacias III Etapa, los Arrayanes. Para este tramo se proyecta con el perfil vial Tipo V-E de acuerdo a las mesas de trabajo y plano (FU-09 Perfiles del Plan Vial) entregado para tener el perfil a implementar en la Avenida circunvalar de Oriente.

Para cruzar el rio Oro se proyecta construir un puente de aproximadamente 80 metros de longitud y el ancho debe tener el mismo que el perfil vial tipo V-E, aclarando que se debe conservar el ancho de las calzadas con su respectivo separador, el puente se proyecta a la altura de la Escuela Policía Carabineros, después de cruzar el puente sigue por un terreno despoblado de unos 3.8 km de longitud hasta tomar el tramo que comprende la calle 8 con carrera 52 vía Neiva hacia San Antonio – Vegalarga.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	188
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

3. Unidad Funcional 3 ALTERNATIVA 1: Inicia desde la Calle 8 con Carrera 52 en sentido de la avenida nacional Neiva hacia San Antonio – Vegalarga bordeando los conjuntos residenciales Altamurani, Reserva de la Sierra, Portal de la Sierra y el colegio Aspen Gimnasio Yumana en donde continua el tramo hasta dar un giro de Suroriente a Nororiente en un autoservicio de carros y motos continua por un terreno despoblado y seguido bordea el asentamiento Álvaro Uribe Vélez y los barrios , Palmas III, Pedregal, La Victoria, Neiva Ya, Las Camelias, Los Machines, San Bernardo, Granjas Bajo San Bernardo, barrio Oro Negro, Altos de Oriente, Villa Teresa, Oasis de Oriente, La Pradera y Continúa sobre el lecho del río las Ceibas paralelo a los lotes de Gorki Muñoz y el Barrio Villa Mar hasta encontrar el sitio adecuado en el cual se atraviesa con un Puente de longitud aproximada de 100 metros hasta llegar a la vía Campo Tello.

4. Unidad Funcional 3 ALTERNATIVAS 3: Inicia desde la Calle 8 con Carrera 52 Siguiendo por la Carrera 52 bordea los conjuntos residenciales Altamurani, Reserva de la Sierra, Portal de la Sierra, y a su vez los barrios San Miguel Arcangel, Víctor Félix Díaz y sus etapas, de esta forma cruzado la calle 19 bordeando los barrios el Triunfo, Palmas I, los Comuneros, Ciudad Salitre, Antonio Baraya, Enrique Olaya Herrera, Palmas II, La Amistad, Los Machines, San Bernardo, Oro Negro, Oasis de Oriente, en la intersección de la Carrera 52 con Calle 27 A se proyecta realizar un par vial para aprovechar la vía construida en el costado Oriental sobre la Carrera 52 B desde la Calle 27 A hasta la Calle 30, se proyectaría por la Carrera 52 con Calle 27 A hasta la Calle 30 la sección V-E pero solo la proyección de una sola calzada, de acuerdo a las mesas técnicas con el equipo de POT de la Alcaldía, supervisor y contratista, con el objeto de aprovechar los tramos de vía existentes en la Ciudad de Neiva.

5. UNIDAD FUNCIONAL 4 ALTERNATIVAS 1 Y 3: Inicia des de la vía existente en Campo Tello que intersecta un carretable que cruza los barrios Bajo Mirador, el Pinal, Granjas Comunitarias, este tramo tiene una longitud cercana a los 4.13 km.
En este sector bordeando la quebrada El Venado sin introducirse en el lecho del rio, el tramo cruza por varios asentamientos de la ciudad como lo son Brisas del Venado, Dolcey Andrade, La Estrella, La Primavera, Ciudad Verde, donde se presenta una vía en afirmado llegando a la carrera 7.

6. Unidad Funcional 5 ALTERNATIVA 1: Inicia desde la intersección de la Carrera 7 con Calle 81 C el cual se baja en dirección occidental asía el rio magdalena hasta llegar a la Carrera 4 W, la cual gira hasta llegar a la 6 W existente..

7. Unidad Funcional 5 ALTERNATIVA 3: Inicia desde la intersección de la Carrera 7 con Calle 81 C el cual se baja en dirección occidental Hasta la Carrera 3 gira asía el sur hasta

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	189
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

la Calle 74 y gira en sentido Occidental asía el río Magdalena hasta llegar a la Carrera 4 W, la cual gira hasta llegar a la 6 W existente.

8. Unidad Funcional 6 ALTERNATIVAS 1 Y 3: Inicia desde la calle 81 C con la Carrera 7 con dirección sur norte, cruzando por los barrios Galindo, Carbonell, Luis Ignacio Andrade, siguiendo la vía Neiva – Tello se da un giro de Nororiente a Noroccidente hasta llegar al borde del río Magdalena este tramo cuenta con una longitud de 4.32 km, esta vía bordea los Barrios Villa Colombia, Villa Magdalena el cual bordea el río Magdalena y más adelante se propone construir un puente de longitud aproximada de 220 metros que atraviese el río Magdalena hasta llegar a un carretable que conduce al corregimiento de San Andrés de Busiraco y este intersecta la concesión Neiva – Girardot 2 km más adelante del peaje Neiva.

La localización espacial se puede ver en la Ilustración 48.

El resumen de los tramos se presenta en la Tabla 24

Alternativa 1	Longitud Aproximada Km	DESDE	HASTA
Unidad Funcional 1	2	Carrera 2	Carrera 33
Unidad Funcional 2	6,35	Carrera 33	Carrera 52 con Calle 8
Unidad Funcional 3	6,871	Carrera 52 con Calle 8	Calle 51 Campo Petrolero
Unidad Funcional 4	2,9	Calle 51 Campo Petrolero	Carrera 7 con Calle 81 C
Unidad Funcional 5	4,18	Carrera 7 con Calle 81 C	Calle 48 empalmando con la vía existente Carrera 6 W
Unidad Funcional 6	6,712	Carrera 7 con Calle 81 C	2 Km Adelante vía Nacional
TOTAL	29,013		

Tabla 24 Unidades funcionales viales para la Circunvalar de Oriente

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	190
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

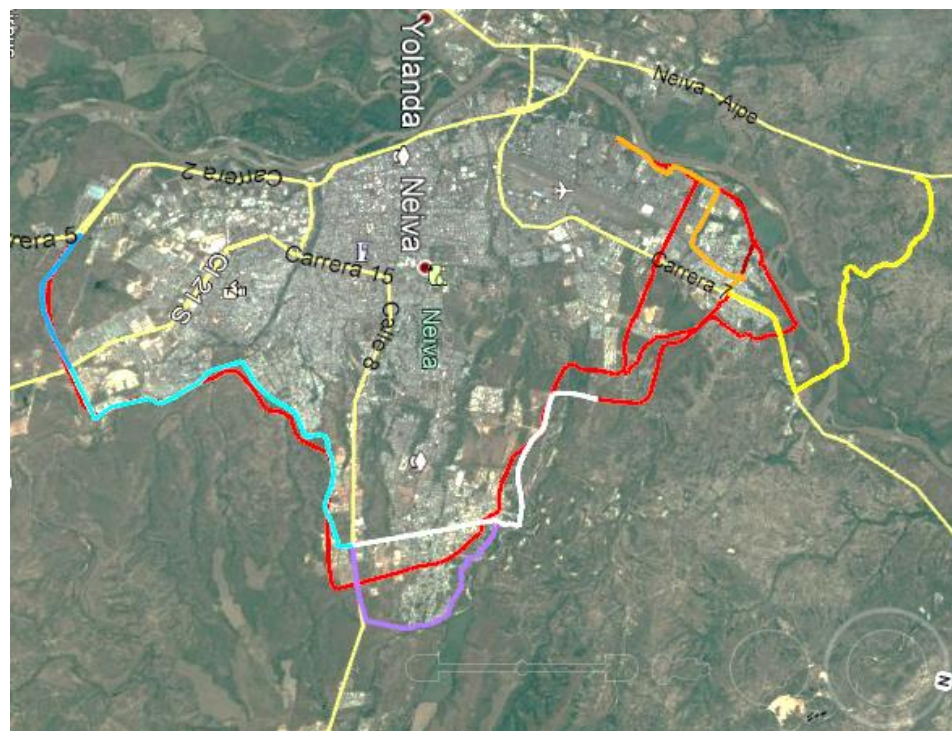


Ilustración 48. Alternativas de trazado (Alternativa 1 Se presenta las Unidades Funcionales en color Azul UF1, Cian UF 2, Morada UF 3, Roja Unidad Funcional 4, UF 5 Color Marrón y UF 6 Color Amarillo, Alternativa No. 2 según POT de 2009 Color Rojo, Alternativa No. 3 la UF 3 color Blanco y UF 5 color Naranja), se resalta que la Alternativa 3 comparte las unidades Funcionales 1, 2, 4 y 6 con la Alternativa 1.

Fuente: Adaptado de Google Earth por Geocing SAS (2018)

13.1 SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad la ciudad de Neiva no cuenta con un tramo vial al Oriente de la Ciudad que conecte de Nor-Oriente al Sur-Oriente y viceversa, en esta zona carece de infraestructura vial, las vías existentes perimetrales se encuentran en afirmado y no presenta pasos adecuados (puentes) en los ríos que la atraviesan la ciudad de Neiva por el Oriente, los cuales se resaltan el rio Ceibas, Oro y Venado.

Adicional no hay una adecuada conexión con las vías existentes en el costado Oriental de la Ciudad, como ejemplo para ir de sur-Oriente o nor a Oriente se deben tomar vías barriales las cuales son angostas en algunos sectores carecen de andenes, generando restricción de velocidad de las vías y presentando riesgos viales ya que se presentan transeúntes en las calzadas vehiculares, de igual manera carecen de señalización y semaforización.

Por otro lado el costado oriental de la ciudad de Neiva presenta una geografía con accidentes geográficos que dificultan la movilidad por este sector.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	191
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

La construcción de esta vía traerá para la ciudad las siguientes Ventajas:

- Rápido Desplazamiento entre el Sur, el Norte y Oriente de la ciudad, sin circular por el centro de la misma, evitando congestiones en las horas pico.
- Facilidad de acceso a las zonas Urbanísticas de Desarrollo.
- Facilidad de atención en emergencias, urgencias y servicios.
- Incentivación de desarrollo en las Zonas Urbanísticas aledañas, contempladas en el plan de desarrollo, con valorización y seguridad.
- Creación y Establecimiento de nuevas rutas de transporte y posible implementación de un medio masivo de transporte.
- Desviación del tránsito pesado que circula de sur a norte de la ciudad, y de sur a norte del departamento.

13.2 PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMETRICO

En la Tabla 25 se presentan los parámetros generales de diseño adoptado o calculado para el proyecto de diseño geométrico.

Tabla 25 Parámetros Generales de Diseño Geométrico – Valores Mínimos de Diseño Referencia (INVIAS).

PARÁMETRO	UNIDAD	Vd 80 Km/H	OBSERVACIONES
VELOCIDAD	Km/H	80.00	
RADIO MÍNIMO	m.	229.00	
ANGULO DE DEFLEXIÓN MAX. PARA PQ		1°	
LONGITUD MÍNIMA DE ESPIRALES PARA Rmin	m.	85.00	
COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL		0.141	INVIAS/2008 – TABLA 3.1
PENDIENTE LATERAL NORMAL	%	2.00%	
PERALTE MÁXIMO	%	8.00%	
PENDIENTE LONGITUDINAL MÁXIMA	%	7.00%	
PENDIENTE LONGITUDINAL MÍNIMA	%	0.50%	
PARÁMETRO K - CURVA CONVEXA		26.00	INVIAS/2008 - TABLA 4.4
PARÁMETRO K - CURVA CÓNCAVA		30.00	INVIAS/2008 - TABLA 4.4
LONGITUD MÍNIMA DE CURVA VERTICAL		40.00	

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	192
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

PARÁMETRO	UNIDAD	Vd 80 Km/H	OBSERVACIONES
PENDIENTE BASE			
DISTANCIA VISIBILIDAD PARADA	m.	130.00	
DISTANCIA VISIBILIDAD SOBREPASO	m.	583.00	

13.3 METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO GEOMETRICO

Como el diseño geométrico es una de las actividades más importantes en el desarrollo del proyecto, pues es la base para las demás especialidades y áreas técnicas del mismo, y teniendo en cuenta que en él se establece la configuración geométrica definitiva de la solución propuesta, éste se presenta cumpliendo los objetivos fundamentales del diseño: funcionalidad, seguridad, comodidad, integración con el entorno, armonía, estética y economía.

13.4 DISEÑO EN PLANTA

Para el diseño geométrico se ha dado cumplimiento a las especificaciones y lineamientos establecidos por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS 2007 normativa a nivel nacional. Adicionalmente los diseñadores del proyecto se han apoyado en otros documentos normativos internacionalmente aceptados, especialmente en la norma "A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS 2004" elaborada por la Asociación Americana de Vías y Transporte AASHTO.

En general, el proyecto contempla el cálculo de un eje central de proyecto procurando la mayor simetría posible en cuanto al número de carriles. La cantidad de carriles varía a lo largo del proyecto de acuerdo con los requerimientos establecidos en el proyecto.

Las actividades de detalle que contempla el Diseño geométrico en planta son:

- Ubicación y descripción de las restricciones constructivas y geométricas.
- Diseño del alineamiento horizontal para el eje principal con base en los requerimientos normativos y criterios establecidos.
- Cálculo y proceso de elementos de las concatenaciones de curvas establecidas.
- Generación y proceso en programas tipo CAD del dibujo de los ejes y sus cuadros de elementos de curvatura.
- Edición del dibujo de diseño en planta incorporado con la topografía base, escala 1:10000.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	193
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Como resultado en planta se presentan los planos de diseño correspondiente en los cuales se plasma la geometría general del proyecto con los elementos de respaldo para su localización y replanteo (Ver planos de diseño Geométrico).

13.5 DISEÑO DE RASANTE

Teniendo en cuenta los criterios técnicos y parámetros establecidos se procedió al diseño del alineamiento vertical, teniendo en cuenta el diseño de alineamiento horizontal.

Como resultado del diseño altimétrico se presentan los planos de perfil que incluyen el perfil longitudinal del terreno correspondiente al eje de diseño con su respectiva información de la rasante proyectada y de los alineamientos y curvas verticales. Además contienen la información de las curvas verticales, como longitud de la curva vertical, medida en su proyección horizontal, PCV (principio de curva vertical), PIV (punto de intersección vertical), PTV (principio de tangente vertical) y el parámetro K para cada curva vertical. Adicionalmente se muestra la información de pendientes, cota roja y cota negra (cada 500 metros).

13.6 DISEÑO TRASVERSAL

Con base al diseño geométrico general se realizó el cálculo, generación y procesamiento en AutoCAD del dibujo de secciones transversales de terreno y de diseño cada 500 metros a lo largo del eje determinado como eje de abscisado, con base en la topografía obtenida del proceso de restitución.

La cobertura de las secciones transversales contempla todo el corredor de diseño y además se incorporan las secciones transversales que se requieran en las intersecciones a nivel y a desnivel para garantizar el correspondiente empalme entre éstas y el corredor principal incluyendo las bocacalles y los sitios donde ocurran convergencias y/o divergencias de calzadas.

13.7 OBRAS REQUERIDAS CORREDOR BASE

Teniendo en cuenta los criterios establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras Versión 2008, emitido por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS – y valido para los proyectos que se desarrollen en el Territorio Nacional, se han establecido los requerimientos básicos de diseño geométrico del proyecto para el Corredor Base.

De acuerdo con lo anterior se han determinado los siguientes requerimientos:

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| - TIPO DE VÍA | CARRETERA PRIMARIA |
| - TIPO DE TERRENO | MONTAÑOSO A ONDULADO |
| - VELOCIDAD DE DISEÑO | 70 A 80 KILÓMETROS POR HORA |
| - PENDIENTE MÁXIMA | 7.0 % |

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	194
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

13.8 SECCION TIPICA DE DISEÑO

Las secciones transversales para el corredor se han dimensionado a partir de las condiciones de diseño geométrico para una velocidad de diseño de 70 - 80Km/h y los requerimientos de separador central del Ministerio de Transporte.

El proyecto contempla el diseño y construcción de una carretera en configuración de una calzada vehicular de 10 m, separador de 3 m, zona verde 1 m andén de 2.5 m y 13 m de protección Ambiental conformada por dos carriles de circulación tal como se muestra en la Ilustración 49. La sección transversal típica está conformada por un carril de 3.65 m de ancho, berma de 1 m.

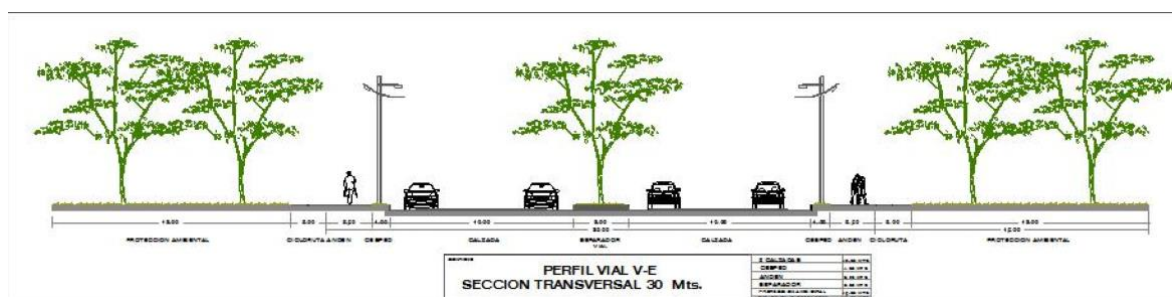


Ilustración 49 Sección típica

13.9 INTERSECCIONES

El proyecto debe contemplar el diseño de intersecciones en los puntos en los cuales se considere conveniente. De acuerdo con las evaluaciones realizadas, se planteará su diseño y construcción a nivel o a desnivel en donde sea requerido.

13.10 SEÑALIZACIÓN

Durante la ejecución de los estudios y diseños en Fase II el Contratista deberá elaborar los diseños detallados de la señalización requerida en la vía teniendo en cuenta como mínimo lo establecido en el Manual de Señalización Vial, Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombia, expedido por el Ministerio de Transporte.

Para efecto de lo anterior, los dispositivos de regulación del tránsito proyectados deberán cumplir con los principios de funcionalidad, visibilidad, uso y conservación y adicionalmente cumplir con las normas establecidas en lo que refiere a diseño, dimensionamiento y materiales a utilizar, instalación y mantenimiento.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	195
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Todos los elementos del proyecto de señalización se presentaran conformes a la geometría definitiva del proyecto y en ningún momento se utilizara el proyecto de señalización para suplir deficiencias en el diseño geométrico.

A continuación se describen las características generales de la señalización requerida de acuerdo con lo establecido en el Manual de Señalización:

13.11 DEFINICIÓN PARA LA SEÑALIZACIÓN

La señalización vial es el conjunto de elementos físicos empleados para indicar a los usuarios de la vía la forma más correcta y segura de transitar por la misma entregando información que permita la toma de decisiones y advirtiendo sobre condiciones específicas de la misma. Para lo anterior el usuario de la vía debe conocer su significado y, acatar sus indicaciones.

13.12 SENALIZACION A PROYECTAR

13.12.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, 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.

De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

- Señales preventivas
- Señales reglamentarias
- Señales informativas

La señalización vertical está conformada por las señales convencionales descritas y adicionalmente por la señalización elevada tipo bandera, doble bandera y pasavías, las cuales corresponden a estructuras de gran tamaño, utilizadas sobre todo para entregar al usuario información sobre destinos y advertencias de seguridad vial.

Requisitos que deben cumplir las señales

Estado y conservación: Todos los símbolos deberán ser iguales a los que se presentan en el Manual. Las condiciones idénticas deberán siempre anunciarse con el mismo tipo de señal, independientemente de dónde ocurran. No obstante, el juicio del ingeniero es esencial para el uso adecuado de las señales, igual que con los otros dispositivos que sea necesario instalar para la regulación del tránsito.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	196
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Todas las señales deben permanecer en su posición correcta, limpias y legibles en todo tiempo; se deben reemplazar aquéllas que por la actuación de agentes externos que las deterioren, no cumplan el objetivo para el cual fueron diseñadas e instaladas.

Dentro del programa de mantenimiento se deben reemplazar las señales defectuosas, las que por cualquier causa no permanezcan en su sitio, y retirar las que no cumplan una función específica porque han cesado las condiciones que obligaron a instalarlas.

Visibilidad: Las señales que se instalen deberán ser legibles para los usuarios y su ubicación debe ser acorde con lo establecido en el manual, para permitir una pronta y adecuada reacción del conductor aun cuando éste se acerque a la señal a alta velocidad. Esto implica que los dispositivos cuenten con buena visibilidad, tamaño de letras adecuado, leyenda corta, símbolos y formas acordes con lo especificado en el Manual.

Las señales preventivas, reglamentarias e informativas deberán elaborarse con material retrorreflectante Tipo I o de características superiores, que cumpla con las coordenadas cromáticas en términos del Sistema Colorimétrico Standard y las demás especificaciones fijadas en la norma técnica colombiana NTC 4739. Las entidades contratantes deberán exigir a los fabricantes de señales las certificaciones de cumplimiento de dicha norma, la cual deberá ser expedida por el proveedor de dicho material.

13.12.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas.

La demarcación desempeña funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de regulación del tránsito. En algunos casos, son usadas para complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como las señales verticales y semáforos; en otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas entendibles.

Para que la señalización horizontal cumpla la función para la cual se usa, se requiere que se tenga una uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado.

13.12.3 SEÑALIZACIÓN DE OBRA

Por tratarse de un proyecto de construcción, el Contratista debe tener en cuenta la proyección de señalización en los puntos cercanos (acceso y salida) a la infraestructura existente en los cuales exista circulación de maquinaria y materiales para la obra, con el fin de implementar la señalización temporal requerida para advertir dichas condiciones a los usuarios de las vías aledañas a la zona del proyecto.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	197
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

13.12.4 SEÑALIZACIÓN ESPECIAL

El Contratista debe proyectar, instalar, construir y mantener la señalización especial requerida en los puntos que corresponden a obras especiales dentro del corredor objeto del proyecto:

- Intercambiadores viales, rampas especiales y zonas de aumento / disminución de carriles
- Zonas de Peaje
- Túneles
- Aproximaciones a obstrucciones
- Puentes y Viaductos

13.13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño geométrico presentado corresponde al estudio en perfectibilidad para avenida circunvalar de Oriente para la Ciudad de Neiva realizado por Geocing SAS con las modificaciones de sección típica de acuerdo a las mesas de trabajo con la Supervisión y el equipo de Planeación del Municipio de Neiva (POT) para la Avenida circunvalar de Oriente.

El diseño se realizó cumpliendo los alcances de un estudio en Prefactibilidad, elaborado a partir de la restitución cartográfica en escala 1:10.000.

Para la fase de construcción es necesario realizar los diseños de acuerdo con lo especificado en los pliegos o términos de Referencia del INVIAS de Fase II y Fase III, cumpliendo los criterios normativos establecidos y la verificación de parámetros de consistencia de diseño geométrico con base en el Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008 y en el manual de la AASHTO para velocidad de diseño de 80 Km/h en la vía de la Circunvalar de Oriente de Neiva, conservando los elementos incluidos en la sección transversales en lo que refiere a ancho de carriles, separadores, andenes de acuerdo a los planos entregados por el grupo del POT de la Alcaldía de Neiva para los diseños de perfectibilidad.

El inicio del proyecto tal como se menciona en el informe, se encuentra localizado en el sector conocido como Sur Abastos y presenta varios corredores existentes y proyectados tal como se presenta a continuación:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	198
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 26 Unidades Funcionales viales para la Circunvalar de Oriente

Alternativa 1	Longitud Aproximada Km	DESDE	HASTA
Unidad Funcional 1	2	Carrera 2	Carrera 33
Unidad Funcional 2	6,35	Carrera 33	Carrera 52 con Calle 8
Unidad Funcional 3	6,871	Carrera 52 con Calle 8	Calle 51 Campo Petrolero
Unidad Funcional 4	2,9	Calle 51 Campo Petrolero	Carrera 7 con Calle 81 C
Unidad Funcional 5	4,18	Carrera 7 con Calle 81 C	Calle 48 empalmando con la vía existente Carrera 6 W
Unidad Funcional 6	6,712	Carrera 7 con Calle 81 C	2 Km Adelante vía Nacional
TOTAL	29,013		

Las variantes hacen parte integral del proyecto como infraestructura de conexión al realizar empalme entre los perfiles de vía existente y los proyectados. Las condiciones de diseño geométrico de los perfiles existentes son menores a los perfiles proyectados en lo que refiere a velocidad de diseño y sección transversal requerida. Estas condiciones pueden variar de acuerdo con la evaluación de tráfico que se realice en las siguientes Fases.

13.14 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA

- En el desarrollo de los estudios y diseños que deberán realizarse en los estudios posteriores a este estudio Básico, se deberá cumplir con las siguientes normas y criterios:
- Requisitos Técnicos Mínimos Y Normatividad Sobre El Contenido De Los Estudios En Fase II. Anexo No. 12 del INVIAS
- Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Instituto Nacional de Vías INVIAS, Ministerio de Transporte, agosto de 2008.
- Manual de Señalización Vial. Ministerio de Transporte 2004. Dispositivo para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Customary U.S. Units, 4th Edition with 2008

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	199
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- U.S. Edition Interim, and AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, SI Units, 4th Edition.
- AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 2009 Interim Revisions.
- Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes de 1995 (CCP-200-94) y el Adendo No. de 1996 adoptado mediante Resolución 3600 de 1996 (Ministerio de Transporte – INVIAS).
- Ley 105 de diciembre 30 de 1993. Diario Oficial No. 41.158. Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones.
- Ley 1228 de julio 16 de 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 074 de Enero 30 de 2001, el cual complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá D.C., y se identifican los límites de Micro zonificación Sísmica y se adoptan los espectros de diseño. Los cuales pueden ser modificados conforme a estudios de amenaza sísmica local como los que se exigen en los presentes términos de referencia.
- Decreto 33 de enero 9 de 1998, por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones Sismo Resistentes NSR98
- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS
- Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras del Instituto Nacional de Vías INVIAS
- Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras del Instituto Nacional de Vías INVIAS
- Resolución 007200 de Junio 4 de 2002 del Ministerio de Transporte mediante la cual se adopta el Manual de Estructura de Costos para proyectos de carreteras.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	200
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

14. PREFACTIBILIDAD DISEÑO OBRAS ESTRUCTURALES

14.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

14.1.1 OBJETIVOS

El presente documento describe el análisis y estudio de prefactibilidad de tres tipos de puentes definidos para la vía circunvalar de oriente en la ciudad de Neiva en el departamento del Huila, los puentes vehiculares están definidos por una sección del tablero de 21 metros, la cual debe costar de dos calzadas cada una con dos carriles con sus debidas bermas y barreras de protección y un separados central estimado de 1 metro, este tablero de cuatro carriles debe cubrir tres tipos de luces 40 metros, 80 metros y 220 metros de luz aproximadamente, la nueva estructura vial que soporta estas dos calzadas con su separados y las debidas barreras de protección a cada costado, generando un nuevo pontón con un ancho de 21 metros a lo largo del viaducto.

14.1.2 Alcances

Las estructuras están predimensionadas por medio de sistemas estructurales típicos en el territorio nacional y puntualmente para esta zona del país, apoyados en estribos de concreto de cimentación profunda como condición crítica al no contar en esta etapa para el presente proyecto con una caracterización detallada por algún especialista geotécnico; todos el predimensionamiento siguiendo los lineamientos de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14). Para el informe de prefactibilidad se contó con los estudios de geología y geomorfología realizados por la firma GEOCING S.A.S.

14.2 GENERALIDADES

Para el completo desarrollo del siguiente documento, fue necesaria la correcta definición de la distribución geométrica de la vía y del estudio de geología y geomorfología; debido a que para el alcance de este informe no se conoce la definición de la capacidad portante del suelo, el nivel recomendado de desplante de la cimentación ni tipo de cimentación recomendada para la estructura, estos aspectos han sido asumidos para definir una condición crítica de la estructura. Con este procedimiento como guía se procede a:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	201
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Elaborar un modelo estructural espacial que define la geometría en cuanto a incidencias, conectividades y restricciones de todos y cada uno de los elementos que conforman la estructura, en concordancia total con el proyecto vial.
- Dimensionar (de manera preliminar) los elementos estructurales basados en las luces, cargas probables inferidas del destino o uso de la estructura en particular, así como del tipo de materiales a emplear.
- Evaluar a manera de prefactibilidad las cargas verticales (permanentes, transitorias y accidentales) y horizontales (aquellas que se presentarían como resultado de una excitación sísmica o por acción del viento).
- Obtener el nivel de amenaza sísmica, los efectos de sitio, la caracterización de la amenaza sísmica, la clasificación operacional, las zonas de desempeño sísmico, factores de modificación de respuesta, de acuerdo con la sección 3.10 del CCP-14.
- Determinar los movimientos sísmicos mínimos
- Caracterizar la estructura de acuerdo con el sistema de resistencia sísmica, los materiales usados y su nivel de disipación de energía.
- Analizar la estructura obtenida a partir de la geometría y cargas previamente definidas y tomando en consideración las diferentes condiciones y combinaciones establecidas en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14). Con el análisis se determinan el comportamiento mecánico de la estructura (desplazamientos, deformaciones, esfuerzos de flexión, corte, axial y torsión) al igual que las reacciones que se transmiten a la fundación. Para este efecto se utiliza cálculos básicos de predimensionamiento, que permite el análisis de estructuras, con los resultados del análisis se perfecciona (o según sea el caso, se redefine) el modelo inicialmente propuesto hasta conseguir una solución confiable a un nivel de prefactibilidad tanto por seguridad como por economía; esta es diferente para cada caso en particular.
- Estimar las fuerzas sísmicas en la estructura basados en el análisis desarrollado y en los pasos anteriores.
- Estimar los desplazamientos horizontales de la estructura.
- Estudiar los resultados de las diferentes solicitaciones y combinaciones para proceder luego con el predimensionamiento de los elementos estructurales.
- Detallar las cantidades de materiales, en el estudio de prefactibilidad, ajustándolas a los materiales disponibles en el mercado. Esto se realiza en todos y cada uno de los elementos que constituyen la estructura (súperestructura y subestructura o cimentación) con objeto de producir los esquemas básicos.
- Preparar, revisar y aprobar los documentos definitivos del estudio como son este informe, los esquemas adjuntos.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	202
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

14.3 NORMAS APLICABLES

14.3.1 Normas Principales

Para el estudio de prefactibilidad se siguieron los lineamientos y reglamentos de acuerdo con la normatividad y leyes vigentes en legislación colombiana.

Normas Nacionales

- CCP-14: la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD.

14.3.2 Normas complementarias

En el caso de no existir reglamentación específica dentro de las normas anteriores se hace uso de los siguientes documentos.

Normas Internacionales

- American Association for State and Highway and transportation officials – AASHTO-2010
- American Concrete Institute – ACI 318/10S

14.4 CARGAS

En esta sección se describen los diferentes tipos de cargas a los que se encuentra sometida una estructura de estas características como lo es un puente vehicular.

14.4.1 Carga Muerta

La carga muerta corresponde al peso propio de las estructuras, así como los pesos de otros elementos que permanecen fijos durante la vida útil.

- Carga Muerta Carpeta Asfáltica⁴: 157.5 kgf/m²
- Carga Muerta Barandas en Concreto: 580 kgf/m
- Carga Muerta Iluminación e Instalaciones: 300 kgf/m

⁴ Se consideró una rodadura asfáltica de 7 cm de espesor como capa de rodadura como acabado del puente vehicular.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	203
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

14.4.2 Carga Viva

La carga viva corresponde a cargas gravitacionales que pueden variar durante la construcción, mantenimiento y operación de las estructuras, y que, por ser de naturaleza variable, debe considerarse en el estudio de prefactibilidad su existencia con el fin de determinar las condiciones críticas.

- Carga Viva Peatonal Andenes 360 kg/m^2
- Carga Viva Carril (ancho de carril) 3.60 m
- Carga Viva Camión Estándar y Línea de Carga⁵: C36 – 14
- Carga Viva Tándem⁶: 25 tonf

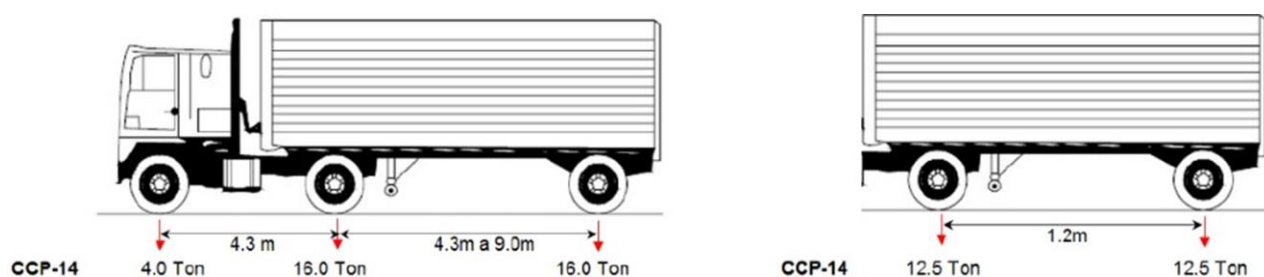


Figura 1. Camiones estándar según CCP-14. Fuente: CCP-14.

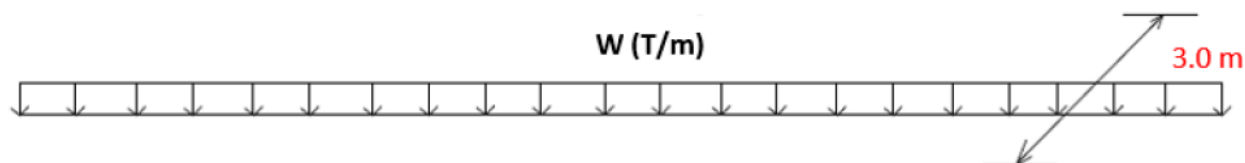


Ilustración 50 Cargas de Carril

14.5 CARGA DE IMPACTO

La carga de impacto se expresa como un porcentaje de la carga viva, esta se determina así:

- Carga de Impacto $I = 33\%$

⁵ El camión estándar considerado para el estudio de prefactibilidad de puentes vehiculares es el denominado por CCP-14 como C36-14.

⁶ El tándem establecido para este estudio de prefactibilidad se ha considerado distribuida en dos ejes de 12.5 toneladas separados a 1.20m.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	204
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

14.5.1 Carga de Sismo

La carga de sismo corresponde a la carga establecida por medio de los espectros prestablecidos por el CCP-14 para esta zona del país. Para el caso de la avenida circunvalar de oriente en la ciudad de Neiva en el Departamento del Huila, este espectro se encuentra en una zona de desempeño sísmico 4, es decir, la zona de desempeño sísmico más alta que se presenta en el país.

14.5.2 Espectro de Aceleración Sísmica

Para el cálculo del espectro con el que se estiman la fuerza sísmica en la estructura, se consideran los siguientes parámetros:

- Coeficiente de Aceleración Pico Efectiva⁷: $PGA = 0.35$
- Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para $0.2s^8$: $S_s = 0.80$
- Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para $1.0s^9$: $S_1 = 0.40$
- Tipo de Perfil de suelo¹⁰ D

⁷ Coeficiente bajo recomendaciones de la figura 3.10.2.1-1 propuesta por el CCP-14 “Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD” definida para la región 7. .

⁸ Coeficiente bajo recomendaciones de la figura 3.10.2.1-2 propuesta por el CCP-14 “Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD” definida para la región 8. .

⁹ Coeficiente bajo recomendaciones de la figura 3.10.2.1-3 propuesta por el CCP-14 “Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD” definida para la región 8. .

¹⁰ Si bien como condición crítica el perfil de suelo a considerar debería ser el perfil tipo E debido a sus menores capacidades, las definiciones del espectro de aceleraciones para esta zona de desempeño sísmico consideran aceleraciones espectrales menores al perfil de suelo tipo D, condición que genera aceleraciones espectrales de 0.98g, cerca de un 7.69% más alta. .

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	205
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

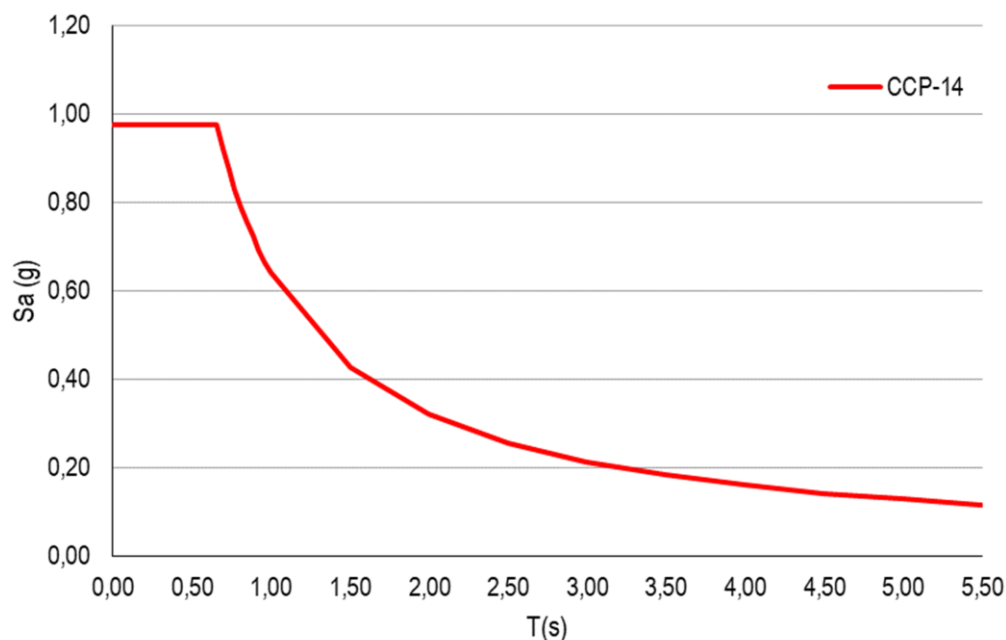


Ilustración 51 *Espectro de Aceleración Sísmica.*

- Factor de Sitio periodos de vibración 0: $F_{pga} = 1.15$
- Factor de Sitio periodos de vibración cortos: $F_a = 1.22$
- Factor de Sitio periodos de vibración largos: $F_v = 1.60$
- Periodo de vibración inicio de aceleración constante: $T_o = 0.20$
- Periodo de vibración transición de aceleración constante: $T_s = 0.66$
- Periodo de vibración transición d aceleración variable: $T_L = 1.00$

Bajo estas condiciones sísmicas la clasificación de la zona de desempeño sísmico con la que se identifica esta estructura es la siguiente.

- Zona de Desempeño Sísmico: $Z. D. S = 4$

14.5.3 Coeficiente de Disipación de Energía (R)

Si bien la entidad encargada del puente vehicular debe determinar la clasificación operacional del puente para este ejercicio se a determinado la condición más crítica para efectos sísmicos del mismo:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	206
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

– Clasificación Operacional:

Criticos

- **Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico**

- El valor del coeficiente de disipación de energía para la subestructura depende directamente del tipo de subestructura que soporta el puente vehicular, al considerarse como estructuras con clasificación operacional crítica, la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14) establece el mismo coeficiente de disipación de energía para los diferentes sistemas estructurales:

$$R_o = 1.50$$

Este mismo análisis, pero determinando la disipación de energía en las conexiones se consideró las recomendadas por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14) la cual no hace diferenciación para las categorías operacionales:

- Superestructura a estribo: $R_o = 0.8$
- Junta de expansión en un vano de la superestructura: $R_o = 0.8$
- Columnas, pilares, o pilas a la viga o a la superestructura: $R_o = 1.0$
- Columnas o pilares a la cimentación: $R_o = 1.0$

- **Irregularidad**

Al no tener conocimiento del diseño geométrico definitivo para el predimensionamiento establecido se han considerado puentes rectos y sin ningún tipo de irregularidad.

14.5.4 Efecto Sísmico para contención de tierra

La carga de sismo corresponde a la carga establecida por medio de los espectros definidos por el CCP-14 para esta zona del país. Para el caso de este tipo de puentes, este espectro presenta unas aceleraciones horizontales de $k_h = F_{pga}$.

$P G A = 0.40$, bajo esta premisa se determinó una aceleración vertical igual al 10% de la aceleración horizontal $k_v = 0.10 \cdot k_h = 0.04$.¹¹

Para determinar este efecto sísmico sobre los sistemas de contención planteados se dispone a determinar el ángulo de incidencia de esta fuerza según la formulación de Mononobe-Okabe.

¹¹ Bajo recomendaciones del numeral 11.6.5.2.1 del CCP-14 “Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14)”, para presiones laterales del suelo bajo carga sísmica, la aceleración vertical puede despreciarse, pero para este caso se toma un valor conservador del 10%.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	207
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

$$\theta = \text{atan}\left(\frac{k_h}{1 - k_v}\right) = 22.75^\circ$$

Para esta incidencia el coeficiente de presión activa de Coulomb-Coulomb teniendo en cuenta el efecto sísmico se determina de la siguiente manera, teniendo en cuenta los siguientes datos geotécnicos asumidos debido a que para efectos de esta prefactibilidad no se cuenta con estudio de suelos:

– Angulo de Fricción del Suelo de Relleno	$\varphi = 30^\circ$
– Pendiente Suelo de Relleno	$\alpha = 0^\circ$
– Pendiente Espaldar del Muro	$\beta = 90^\circ$
– Angulo de Fricción entre el Muro y el Suelo de Relleno	$\delta = 15^\circ$
– Peso Específico del Suelo	$\gamma = 2.00 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$

$$K_a = 0.30$$

Bajo esta definición del coeficiente de presión activa se determinó la presión de tierras generada con sismo para el estribo, donde se determinó el delta de presiones bajo efecto sísmico determinando la fuerza activa por unidad de longitud. Para determinar la presión activa sobre cada uno de los estribos se asume el coeficiente activo propuesto por el especialista geotécnico ($K_{ae} = 0.76$).

14.5.5 Carga de Presión de Tierras

La carga de presión de tierras corresponde a la carga establecida por medio de los niveles de suelo de aproximación de cada uno de los puentes, así como los niveles de contención requeridos para cada uno de los estribos en cada uno de los extremos de los estribos bajo las condiciones de suelo establecidas en el levantamiento topográfico.

Para este proyecto, esta presión de suelos se calculó para cada una de las condiciones establecidas, no solo por condiciones estáticas y dinámicas, sino con los diferentes sobreesfuerzos producidos por sobrecargas debidas a las condiciones de carga impuesta por los camiones anteriormente definidos, si bien al implementarse losas de aproximación la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14) establece que no hay

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	208
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

necesidad de implementar estas presiones debidas a estas sobrecargas, para diseñar de una manera conservadora se asume una sobrecarga equivalente a una presión uniforme de 0.60 m de suelo, es decir, $q = 2.00 \text{ tonf/m}^3 \cdot 0.60\text{m} = 1.20 \text{ tonf/m ml}$.

14.5.6 Cargas de presión de viento

14.5.7 Carga sobreimpuesta a la estructura

Para el cálculo de presión de viento generada sobre las estructuras en referencia se establece una carga máxima de viento para los sistemas estructurales más empleados, se consideran los siguientes parámetros:

- Presión superestructura transversal¹²: 240 kgf/m²
- Presión superestructura longitudinal: 58 kgf/m²
- Presión subestructura: 191.8 kgf/m²

14.5.8 Carga sobreimpuesta a la carga viva

Para el cálculo de presión de viento generada sobre la carga viva se establece una carga máxima de viento para este tipo de camión estándar donde se consideran los siguientes parámetros:

- Presión para cargas vivas¹³: 146 kgf/m
- Aplicación carga uniforme: 1.80/m

14.5.9 Otras Cargas

No se considerarán cargas adicionales para este tipo de estructuras a este nivel de prefactibilidad.

14.5.10 Combinaciones de Carga

Las combinaciones de cargas que se deben tener en cuenta dentro del análisis para este

¹² La Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14) establece una carga máxima para puentes aplicada horizontalmente a un ángulo de 90° con el eje longitudinal de la estructura. .

¹³ La Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14) establece la carga aplicada con un ángulo de 90° con el eje longitudinal de la estructura a 1.80 m sobre la calzada. .

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	209
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

tipo de estructuras se basan en la nomenclatura propuesta en el CCP-14 “La Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD” por medio de la tabla 3.4.1-1. Las combinaciones de carga se determinan tanto para la estimación por estado límite de resistencia (método de esfuerzos últimos) como para la estimación por estado límite de servicio (método elástico o método de esfuerzos de trabajo).

14.5.11 Metodologías de Estimación

La práctica actual para estimar este tipo de estructuras utiliza dos metodologías diferentes:

El método del estado límite de servicio (método elástico o método de esfuerzos de trabajo) y el método del estado límite de resistencia (método de los esfuerzos últimos), donde el primero investiga el comportamiento de los elementos estructurales utilizando las cargas de servicio y el segundo investiga los mecanismos que conducen a la falla los materiales en un sistema de cargas mayoradas.

- **Combinaciones de Carga para el Método del Estado Límite de Resistencia**

Bajo la metodología propuesta por el CCP-14 y las cargas evaluadas en los numerales anteriores el grupo de combinaciones se definen bajo los parámetros dados por la Tabla 3.4.1-1, se presentan las siguientes consideraciones:

Para estos coeficientes de carga se definen las siguientes combinaciones de carga para condiciones de ultimas:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	210
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 27. Coeficientes para análisis de Cargas CCP-14¹⁴

Estado límite de la combinación de carga	DC, DD, DW, EH, EV, ES, EL, PS, CR, SH	LL, IM, CE, BR, PL, LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez				
										EQ	BL	IC	CT	CV
Resistencia I (a menos que se indique)	γ_p	1,75	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia II	γ_p	1,35	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia III	γ_p	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia IV	γ_p	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	γ_p	1,35	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Evento Extremo I	γ_p	-	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-	-	-
Evento Extremo II	γ_p	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Servicio I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-	-	-
Fatiga I (Solo LL, IM & CE)	-	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga II (Solo LL, IM & CE)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Los factores para cargas permanentes (γ_p) fueron definidos según se expone en la siguiente tabla

Tabla 28 Factores de cargas permanentes CCP-14¹⁵

Tipo de carga, tipo de cimentación y Método para calcular la fricción negativa		Factor de carga	
		Máximo	Mínimo
DC: Componentes y accesorios		1,25	0,90
DC: Sólo resistencia IV		1,50	0,90
DD: Fricción negativa	Pilas, Método Tomlinson	1,40	0,25
	Pilas, Método	1,05	0,30
	Pozos perforados, Método O'Neil and Reese (1999)	1,25	0,35
DW: Superficie de rodadura e instalaciones		1,50	0,65
EH: Presión horizontal del suelo			
• Activa		1,50	0,90
• En reposo		1,35	0,90
• AEP para muros anclados		1,35	N/A
EL: Tensiones residuales de construcción		1,00	1,00

¹⁴ Tabla 3.4.1-1 de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14).

¹⁵ Tabla 3.4.1-2 de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14).

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	211
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

EV: Presión vertical de suelo	1,00	N/A
• Estabilidad general	1,35	1,00
• Muros de contención y estribos	1,30	0,90
• Estructuras rígidas enterradas	1,35	0,90
• Marcos rígidos		
• Estructuras flexibles enterradas	1,50	0,90
○ Alcantarillas metálicas y alcantarillas armadas estructurales corrugas profundas		
○ Alcantarillas termoplásticas	1,30	0,90
○ Todas las demás	1,95	0,90
ES: Sobrecarga de suelo	1,50	0,75

Donde:

CR	Flujo plástico	CV	Colisión barcos
DD	Fricción negativa (arrastre de suelo)	EQ	Sismo
DC	Peso estructura y elementos no estructurales	FR	Fricción
DW	Peso carpeta rodamiento e instalaciones	IC	Hielo
EH	Empuje horizontal suelo	IM	Incremento dinámico vehicular
EL	Fuerzas misceláneas de construcción	LL	Viva vehicular
ES	Sobrecarga suelo	LS	Sobrecarga viva
EV	Presión vertical de suelo	PL	Viva peatonal
PS	Fuerzas secundarias por pretensado	SE	Asentamiento
SH	Retracción	TG	Gradiente temperatura
BL	Explosión	TU	Temperatura uniforme
BR	Frenado vehicular	WA	Agua y presión de corriente
CE	Centrífuga vehicular	WL	Viento sobre carga viva
CT	Colisión vehicular	WS	Viento sobre estructura

14.6 CONSIDERACIONES MÍNIMAS

Con la idea de determinar el método de construcción y el tipo de sistema estructural a emplear en cada uno de los tramos expuestos en este estudio de prefactibilidad de la avenida circunvalar de oriente, puntualmente el sector que se constituye en la ciudad de Neiva en el departamento de Huila, se realizó un análisis técnico y económico de los pasos vehiculares aquí en referencia, teniendo en cuenta las condiciones de campo y las condiciones con las que cuenta el consultor para poder desarrollar la solución.

14.6.1 Análisis Técnico

14.6.2 Sistema Estructural y Métodos Constructivo.

- **Puente Vehicular (40 metros de luz)**

Bajo el estudio de prefactibilidad geométrico establecido para este tramo de la vía, la luz que se debe salvar con la solución propuesta debe estar alrededor de 40m de longitud, con una altura a salvar de alrededor 6.00m ; el tramo cuenta con un ángulo sobre la horizontal

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	212
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

de 2.00° aproximadamente especialmente para el manejo de aguas superficiales sobre el puente vehicular y por tratarse de un tramo recto no requiere ningún tipo de peralte.

Bajo estas características se realizó una comparación técnica entre los sistemas estructurales más empleados para estas especificaciones, eligiendo un grupo de ellos de los cuales se estudió su método constructivo, eligiendo un par de ellos para realizar un estudio económico y una prefactibilidad constructiva con base en la contextualización realizada en campo por el consultor.

Dado que la altura máxima que se presenta en la zona no es importante, es decir, no debe ser mayor a 6.00m, se decidió dividir el puente en una sola luz de 40m dejando sobre el papel sistemas estructurales que puedan cubrir fácilmente esta luz; frente a esta distancia que debe salvar el paso vehicular, surgen dos sistemas estructurales relevantes como lo son las vigas simplemente apoyadas las cuales pueden desarrollarse tanto en estructuras metálicas como en concreto preesforzado.

Ya que es fundamental no interrumpir el tráfico constante de la vía, se proponen los estribos extremos del paso en zonas donde estos no interfieran con la calzada actual generando zonas dentro del diseño geométrico actual a las cuales se les debe hacer un sistema de aproximación, soluciones que como primera medida y gracias al estudio geológico y geomorfológico de la vía, se determinó que el tramo de la luz a salvar se puede manejar por medio del desarrollo de la banca, los cuales establecen la luz fija preestablecida.

La recomendación para sistemas de vigas simplemente apoyadas presenta la propuesta técnica de una sola luz de 40m tanto para vigas preesforzadas como para vigas metálicas, esta últimas deben ser izadas y montadas después de estar perfectamente fraguados y listo los dos estribos, mientras que las vigas en concreto preesforzado pueden emplear este mismo sistema de izaje para elementos pretensados (prefabricados) como para elementos postensados (tensionamiento después de ser instaladas las vigas) o fundidas en sitio dada la poca altura a salvar y postensadas después de llegar a la resistencia óptima del concreto.

- **Puente Vehicular (80 metros de luz a salvar)**

Bajo el estudio de prefactibilidad geométrico establecido para este tramo de la vía, la luz que se debe salvar con la solución propuesta debe estar alrededor de 80m de longitud, con una altura máxima a salvar de alrededor 6.00m; el tramo cuenta con un ángulo sobre la horizontal de

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	213
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

2.00° aproximadamente especialmente para el manejo de aguas superficiales sobre el puente vehicular y por tratarse de un tramo recto no requiere ningún tipo de peralte

Bajo estas características se realizó una comparación técnica entre los sistemas estructurales más empleados para estas especificaciones, eligiendo un grupo de ellos de los cuales se estudió su método constructivo, eligiendo un par de ellos para realizar un estudio económico y una factibilidad constructiva con base en la contextualización realizada en campo por el consultor.

Dado que la altura máxima que se presenta en la zona no es importante, es decir, no debe ser mayor a 6.00m, se decidió dividir el puente en dos luces, generando vanos de 40m dejando sobre el papel sistemas estructurales que puedan cubrir fácilmente esta luz; frente a esta distancia que debe salvar el paso vehicular, surgen dos sistemas estructurales relevantes como lo son las vigas simplemente apoyadas las cuales pueden desarrollarse tanto en estructuras metálicas como en concreto preesforzado.

Ya que es fundamental no interrumpir el tráfico constante de la vía, se proponen los estribos extremos del paso en zonas donde estos no interfieran con la calzada actual generando zonas dentro del diseño geométrico actual a las cuales se les debe hacer un sistema de aproximación, soluciones que como primera medida y gracias al estudio geológico y geomorfológico de la vía, se determinó que los tramos de la luz a salvar se puede manejar por medio del desarrollo de la banca, los cuales establecen la luz fija preestablecida, es decir, dos luz de 40m aproximadamente.

La recomendación para sistemas de vigas simplemente apoyadas presenta la propuesta técnica de dividir la luz en dos tramos de 40m tanto para vigas preesforzadas como para vigas metálicas, estas últimas deben ser izadas y montadas después de estar perfectamente fraguados y listo el estribo central, mientras que las vigas en concreto preesforzado pueden emplear este mismo sistema de izaje para elementos pretensados (prefabricados) como para elementos postensados (tensionamiento después de ser instaladas las vigas) o fundidas in situ dada la poca altura a salvar y postensadas después de llegar a la resistencia óptima del concreto.

- **Puente Vehicular (220 metros de luz a salvar)**

Bajo el estudio de prefactibilidad geométrico establecido para este tramo de la vía, la luz que se debe salvar con la solución propuesta debe estar alrededor de 220m de longitud, con una altura máxima a salvar de alrededor 12.00m; el tramo cuenta con un ángulo sobre la horizontal

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	214
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

de 2.00° aproximadamente especialmente para el manejo de aguas superficiales sobre el puente vehicular y por tratarse de un tramo recto no requiere ningún tipo de peralte.

Bajo estas características se realizó una comparación técnica entre los sistemas estructurales más empleados para estas especificaciones, eligiendo un grupo de ellos de los cuales se estudió su método constructivo, eligiendo un par de ellos para realizar un estudio económico y una factibilidad constructiva con base en la contextualización realizada en campo por el consultor.

Dado que la altura máxima que se presenta en la zona es importante, es decir, mayor a 12.00m, se decidió dividir el puente en tres luces, generando vanos entre 70m y 80m dejando sobre el papel sistemas estructurales que puedan cubrir esta luz; frente a esta distancia que debe salvar el paso vehicular, surgen dos sistemas estructurales relevantes como lo son las vigas cajón las cuales pueden desarrollarse tanto en estructuras metálicas como en concreto preesforzado o puentes en arco principalmente desarrollados con elementos metálicos tipo celosía.

Ya que es fundamental no interrumpir el tráfico constante de la vía, se proponen los estribos extremos del paso en zonas donde estos no interfieran con la calzada actual generando zonas dentro del diseño geométrico actual a las cuales se les debe hacer un sistema de aproximación, soluciones que como primera medida y gracias al estudio geológico y geomorfológico de la vía, se determinó que los tramos de la luz a salvar se puede manejar por medio del desarrollo de la banca, los cuales establecen la luz fija preestablecida, es decir, dos luz de 70m y una luz central de 80m aproximadamente.

La recomendación para sistemas de vigas cajón presenta la propuesta técnica de dividir la luz en tres tramos uno central de 80m y dos tramos extremos cada uno de 70m, este sistema estructural debe estar planteado a través de un proceso constructivo de voladizos sucesivos partiendo de las dos pilas centrales por medio de carros articulados, elementos de encofrado y soporte instalados después de estar perfectamente fraguados y listo las pilas centrales esperando la debida unión en el centro del puente vehicular como primera medida para continuar con el apoyo en los estribos externos

La recomendación para sistemas en arco en estructura metálica tipo celosía igualmente pretende dividir la luz en tres tramos uno central de 80m y dos tramos extremos cada uno de 70m, este sistema estructural debe estar planteado a través de un proceso constructivo de voladizos sucesivos partiendo de las dos pilas centrales que por medio de grúas se instalan los elementos metálicos después de estar perfectamente fraguados y listo las pilas centrales esperando la debida unión en el centro del puente vehicular como primera medida para

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	215
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

continuar con el apoyo en los estribos externos.

14.6.3 Análisis Económico

14.6.4 Análisis de Mercado y Facilidad Constructiva.

- **Puente Vehicular (40 metros de luz)**

Bajo los dos sistemas estructurales definidos en el análisis técnico y los dos materiales principales analizados para este tipo de puentes vehiculares, se realizó un análisis de mercado y un estudio de las facilidades constructivas que se pueden identificar para el proyecto, para este punto fue importante conocer las características de obra y las condiciones con las que cuenta el consultor para definir los ítems más relevantes dentro del contrato.

Como primera medida se estableció en campo la inconveniencia de trabajar con estructuras metálicas, en primer lugar por la alta necesidad que este tipo de materiales requiere de un debido mantenimiento, en segundo lugar por los costos de flete que el transporte de las vigas metálicas pueden acarrear por la zona del país en donde se desarrolla el proyecto, ya que las empresas en capacidad de suministrar los elementos estructurales con los debidos requerimientos técnicos, se presentan a una distancia importante de la zona donde se va a construir los puentes.

- **Puente Vehicular (80 metros de luz a salvar)**

Dado que para este tipo de puente se han establecido dos luces de 40m el análisis de mercado y facilidad constructiva es similar al puente descrito en el punto anterior, sin embargo, para esta solución estructural es importante establecer el análisis al proceso constructivo en este punto para la pila central.

Frente a la facilidad constructiva se identificaron varios inconvenientes con el proceso de construcción de un apoyo central, dado que para la propuesta geométrica de la vía establecida para la circunvalar de oriente, la construcción de estos pasos vehiculares se debe desarrollar en su mayoría para salvar cuerpos de agua, puntualmente ríos o quebradas, condición que establece la importancia de localizar correctamente este apoyo central, ya que normalmente se establece donde la profundidad de desplante no sea tan crítica y la cimentación pueda desarrollarse de manera correcta sin afectar de ninguna manera la posible navegabilidad del cuerpo de agua.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	216
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

En este caso se ha hecho hincapié dentro del análisis técnico de la posibilidad de hacer una debida aproximación a través de la banca de la vía, con la idea de localizar adecuadamente este apoyo central no solo con la necesidad económica de reducir costos en su cimentación, sino la posibilidad de reducir problemas de socavación que se puedan presentar en este elemento estructural. Generalmente las cimentaciones propuestas para estas pilas son cimentaciones profundidad debidamente apoyadas sobre el lecho rocoso de sección circular (superior a 1.50m de diámetro) con la idea de generar una continuidad del elemento y que este continúe como elemento principal de un sistema aporticado, es decir, como una columna circular que se amarra a través de una viga cabezal donde se apoyan las vigas simplemente apoyadas; estos sistemas se emplean a lo largo del país y su ejecución en sitio es fácil, los tiempos de ejecución de este tipo de sistemas es adecuado para los tiempos del contrato y más importante aún los costos finales

- **Puente Vehicular (220 metros de luz a salvar)**

Bajo los dos sistemas estructurales definidos en el análisis técnico y los dos materiales principales analizados para este tipo de puentes vehiculares, se realizó un análisis de mercado y un estudio de las facilidades constructivas que se pueden identificar para el proyecto, para este punto fue importante conocer las características de obra y las condiciones con las que cuenta el consultor para definir los ítems más relevantes dentro del contrato.

Como primera medida se estableció en campo la inconveniencia de trabajar con estructuras metálicas, en primer lugar por la alta necesidad que este tipo de materiales requiere de un debido mantenimiento, en segundo lugar por los costos de flete que el transporte de las vigas metálicas pueden acarrear por la zona del país en donde se desarrolla el proyecto, ya que las empresas en capacidad de suministrar los elementos estructurales con los debidos requerimientos técnicos, se presentan a una distancia importante de la zona donde se va a construir los puentes.

Frente a la facilidad constructiva se identificaron inconvenientes con el proceso de armado de las vigas cajón, ya que al requerirse sistemas de voladizos sucesivos es necesario contar con carros de armado preestablecidos y en capacidad de cubrir esta luz, sin embargo, como es conocido estos sistemas se emplean a lo largo del país y su transporte al sitio del proyecto es fácil, los tiempos de ejecución de este tipo de sistemas es el más adecuado para los tiempos del contrato y más importante aún los costos, ya que para este tipo de procesos los precios son elevados en comparación a un sistema de arco, no solo por la disposición de los elementos metálicos, sino por las grúas fijas sobre cada apoyo

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	217
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

central necesarias para este tipo de izaje.

Nuevamente frente a la facilidad constructiva se identificaron inconvenientes con el proceso de construcción de un apoyo central, como ya se había resaltado en el punto anterior, sin embargo, para la propuesta geométrica de la vía establecida para la circunvalar de oriente, la construcción de este paso vehicular se debe desarrollar para salvar el río Magdalena puntualmente, condición que establece la importancia de localizar correctamente este apoyo central, ya que normalmente se establece donde la profundidad de desplante no sea tan crítica y la cimentación pueda desarrollarse de manera correcta sin afectar de ninguna manera la posible navegabilidad de este importante río.

En este caso se ha hecho hincapié dentro del análisis técnico de la posibilidad de hacer una debida aproximación a través de la banca de la vía, con la idea de localizar adecuadamente este apoyo central no solo con la necesidad económica de reducir costos en su cimentación, sino la posibilidad de reducir problemas de socavación que se puedan presentar en este elemento estructural. Generalmente las cimentaciones propuestas para estas pilas son cimentaciones profundidad debidamente apoyadas sobre el lecho rocoso de sección circular (superior a 1.50m de diámetro) con la idea de generar una continuidad del elemento y que este continúe como elemento principal de un sistema aporticado, es decir, como una columna circular que se amarra a través de una viga cabezal donde se apoyan las vigas cajón; estos sistemas se emplean a lo largo del país y su ejecución in situ es fácil, los tiempos de ejecución de este tipo de sistemas es adecuado para los tiempos del contrato y más importante aún los costos finales.

14.7 SISTEMAS IMPLEMENTADOS

- **Puente Vehicular (40 metros de luz)**

En conclusión, el sistema que se propone implementar en este punto en particular es el de un sistema de vigas simplemente apoyadas en concreto preesforzado salvando una luz de 40m en un solo tramo, apoyados en estribos en concreto reforzado, con una altura máxima a salvar de 6.00m, con un ángulo sobre la horizontal de 2.00° especialmente para el control de bombeo y sin peralte específico. Ya que no se debe interrumpir el tráfico de la vía, se proponen un sistema de aproximación desarrollando la banca de la vía según la disposición final del puente.

Debido a que no se cuenta con un estudio particular geotécnico de cada uno de los sitios donde se localizan los estribos extremos se idealiza un sistema de cimentación profunda por medio de Caissons en concreto reforzado

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	218
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- **Puente Vehicular (80 metros de luz a salvar)**

En conclusión, el sistema que se propone implementar en este punto en particular es el de un sistema de vigas simplemente apoyadas en concreto preesforzado salvando dos luces cada una de 40 m, apoyados en estribos extremos en concreto reforzado, con una altura máxima de 6.00 m y apoyados en un pilar central en un sistema aporticado en concreto reforzado, con una altura a salvar de 6.00 m, se desarrolla con un ángulo sobre la horizontal de 2.00° especialmente para el control de bombeo y sin peralte específico. Ya que no se debe interrumpir el tráfico de la vía, se proponen un sistema de aproximación desarrollando la banca de la vía según la disposición final del puente.

Debido a que no se cuenta con un estudio particular geotécnico de cada uno de los sitios donde se localizan los estribos extremos y la pila central se idealiza un sistema de cimentación profunda por medio de Caissons en concreto reforzado.

- **Puente Vehicular (220 metros de luz a salvar)**

En conclusión, el sistema que se propone implementar en este punto en particular es el de un sistema de vigas cajón de canto variable en concreto preesforzado salvando tres luces, una central de 80m, y dos luces externas cada una de 70m, apoyados en estribos extremos en concreto reforzado, con una altura máxima de 12.00m y apoyados en dos pilares centrales en un sistema aporticado en concreto reforzado, con una altura a salvar de 12.00m, se desarrolla con un ángulo sobre la horizontal de 2.00° especialmente para el control de bombeo y sin peralte específico. Ya que no se debe interrumpir el tráfico de la vía, se proponen un sistema de aproximación desarrollando la banca de la vía según la disposición final del puente.

Debido a que no se cuenta con un estudio particular geotécnico de cada uno de los sitios donde se localizan los estribos extremos y las pilas centrales se idealiza un sistema de cimentación profunda por medio de Caissons en concreto reforzado.

14.8 Especificaciones de los Materiales

14.8.1 Concreto Estructural

Donde se requiera el uso de elementos estructurales en concreto, se diseñarán con base en los estándares establecidos en la Sección 5 del CCP-14. Estableciendo como parámetros mínimos las características citadas a continuación:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	219
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

– Concreto Pobre

- Resistencia mínima a la compresión: $f'_c = 140 \text{ kgf/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del concreto: $E = 145925 \text{ kgf/cm}^2$

– Concreto Estructural Estribos, Apoyos Centrales y Tablero

- Resistencia mínima a la compresión: $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del concreto: $E = 209165 \text{ kgf/cm}^2$

– Concreto Estructural Vigas Postensados y Riostras

- Resistencia mínima a la compresión: $f'_c = 350 \text{ kgf/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del concreto: $E = 233854 \text{ kgf/cm}^2$

14.8.2 Acero de Refuerzo

Donde se requiera el uso de refuerzo estructural para elementos en concreto, se diseñarán con base en los estándares establecidos en la Sección 5 del CCP-14. Estableciendo como parámetros mínimos las características citadas a continuación:

– Acero de Refuerzo

- Esfuerzo de Fluencia (Tensión): $F_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$
- Esfuerzo de Fluencia (Cortante): $F_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad: $E_s = 2040000 \text{ kgf/cm}^2$

14.8.3 Acero de Preesfuerzo

Donde se requiera el uso de refuerzo estructural para elementos en concreto, se diseñarán con base en los estándares establecidos en la Sección 5 del CCP-14. Estableciendo como parámetros mínimos las características citadas a continuación:

– Acero de Preesfuerzo

- Tipo de Acero de Preesfuerzo: *Varillas de Alta Resistencia*
- Esfuerzo de Fluencia: $f_{py} = 16100 \text{ kgf/cm}^2$
- Esfuerzo Último: $f_{pu} = 18940 \text{ kgf/cm}^2$

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	220
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Módulo de Elasticidad: $E_{ps} = 2040000 \text{ kgf/cm}^2$
- Tipo de Ductos de Preesfuerzo: *Metal Galvanizado*
- Tipo de Preesfuerzo según Ductos: *Torones con Alivio de Esfuerzos*
- Coeficientes por deformaciones no intencionales: $K = 0.00066 \text{ 1/m}$
- Coeficientes de fricción dada la curvatura: $\mu = 0.15 \text{ 1/rad}$
- Tolerancia Mecánica del Anclaje: $\Delta_L = 6.00 \text{ mm}$
- Porcentaje de Humedad Relativa: $RH = 70.00\%$
- Tiempo al cual se transfiere el tensionamiento: $t = 24 \text{ h}$
- Adherencia del Preesfuerzo: *Torones Suelto*
- Tipo de Tensionamiento: *Por un Costado*

14.8.4 Neopreno Reforzado

Donde se requiera el uso de neoprenos reforzados para elementos de apoyo, se diseñarán con base en los estándares establecidos en la Sección 14 CCP-14. Estableciendo como parámetros mínimos las características citadas a continuación:

- Neopreno Reforzado Grado 70
 - Tensión y Alargamiento del Neopreno: $F_{yn} = 160 \text{ kgf/cm}^2$
 - Alargamiento (mínimo): $A_n = 300\%$

14.9 PROYECTO ESTRUCTURAL

14.9.1 Avalúo de Cargas

A continuación, se presenta el avalúo de cargas verticales en las diferentes zonas del puente:

14.9.2 Avalúo de Carga Losa en Voladizo

- Carga Muerta losa superior ($e = 0.20\text{m}$): 480 kgf/m^2
- Carga Muerta rodadura asfáltica ($e = 0.07\text{m}$): 157.5 kgf/m^2

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	221
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Carga Muerta de baranda: 580 kgf/m
- Carga Muerta de instalaciones: 300 kgf/m
- Carga Viva andén: 360 kgf/m²

14.9.3 Avalúo de Carga Tablero

- Carga Muerta losa superior (e = 0.20m): 480 kgf/m²
- Carga Muerta rodadura asfáltica (e = 0.07m): 157.5 kgf/m²
- Carga Muerta de instalaciones: 300 kgf/m
- Carga Viva de camión (rueda trasera): 8000 kgf

14.9.4 Avalúo de Carga Vigas Principales

- Carga Muerta losa superior (e = 0.20m): 480 kgf/m²
- Carga Muerta rodadura asfáltica (e = 0.07m): 157.5 kgf/m²
- Carga Muerta andén: 600 kgf/m²
- Carga Muerta de baranda: 580 kgf/m
- Carga Muerta de instalaciones: 300 kgf/m
- Carga Viva andén: 300 kgf/m²
- Carga Viva de camión (C36-14): 36000 kgf

14.9.5 Avalúo de Carga o Andén

- Carga Lateral de Impacto: 750 kgf/m

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	222
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

14.10 DISPOSICIÓN ESTRUCTURAL

El análisis estructural se realiza por medio de métodos numéricos. Estos se usan introduciendo modelos e idealizaciones que reflejan de la mejor manera posible el comportamiento de la estructura. Para el estudio de prefactibilidad estructural se recurrirá a herramientas de predimensionamiento dispuestas La Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14) y algunas propuestos por ciertos autores

Bajo las características de la estructura se desarrollaron varios modelos a manera de idealizar de la mejor manera los puentes vehiculares, el primer grupo se caracteriza por ser estructuras de vigas preesforzadas simplemente apoyadas, elementos que soportan una placa maciza en concreto reforzado; la superestructura se encuentra apoyada en una subestructura compuesta por estribos en cada extremo del puente conformado por muros de contención cimentados por medio de Caissons para el caso particular del puente vehicular de 80 m de luz a salvar este presenta un apoyo central dispuesto por medio de pórticos de concreto reforzado debidamente cimentados igualmente por medio de Caissons. El último puente se caracteriza por ser una estructura de vigas cajón preesforzadas de canto variable; la superestructura se encuentra apoyada en una subestructura compuesta por estribos en cada extremo del puente conformado por muros de contención cimentados por medio de Caissons, igualmente presenta dos apoyos centrales dispuestos por medio de pórticos de concreto reforzado debidamente cimentados igualmente por medio de Caissons.

Debido a que los tres puentes vehiculares tienen la misma sección el prediseño del tablero o losa superior es similar debido a que en los tres casos la una distribución estructural es similar, es decir, se deben cubrir luces de 2.6 m el predimensionamiento que propone La Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14) es similar:

$$0.07 \cdot L = 0.07 \cdot 2.60m = 0.182m$$

Dado que este es un ejercicio de prefactibilidad se determina una altura mayor a este Predimensionamiento Incrementando El Espesor Del Tablero Un 10%, Es Decir, A 0.20m .

- Puentes Vehiculares (40 metros de luz y 80 metros de luz a salvar)

Debido a que estos dos pasos vehiculares se presentan bajo una distribución estructural

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	223
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

similar, es decir, se deben cubrir luces de 40m el predimensionamiento que propone la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (CCP-14) es similar:

$$0.045 \cdot L = 0.045 \cdot 40m = 1.80m$$

Dado que este es un ejercicio de prefactibilidad se determina una altura mayor a este predimensionamiento incrementando la altura de la viga un 10%, es decir, a 2.00m .

- Puente Vehicular (220 metros de luz a salvar)

Dado que este paso vehicular se presenta bajo una condición mayor, es decir, se deben cubrir luces de 70m y 80m respectivamente, el predimensionamiento que propone la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD (ccp-14) es similar:

$$0.045 \cdot L = 0.045 \cdot 80m = 3.60m$$

Debido que este es un ejercicio de prefactibilidad se determina una altura mayor a este predimensionamiento incrementando la altura de la viga un 10%, es decir, a 4.00m, ya que se ha considerado que la viga cajon preesforzada sea de canto variable se propone que esta varíe en forma de arco de 6.00m a 2.00m.

Disposición Superestructura

Bajo las condiciones plasmadas en el predimensionamiento desarrollado con anterioridad se preestableció la superestructura donde se idealizaron las vigas preesforzadas principales, el tablero o losa superior del puente y las riostras del tramo principal.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	224
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

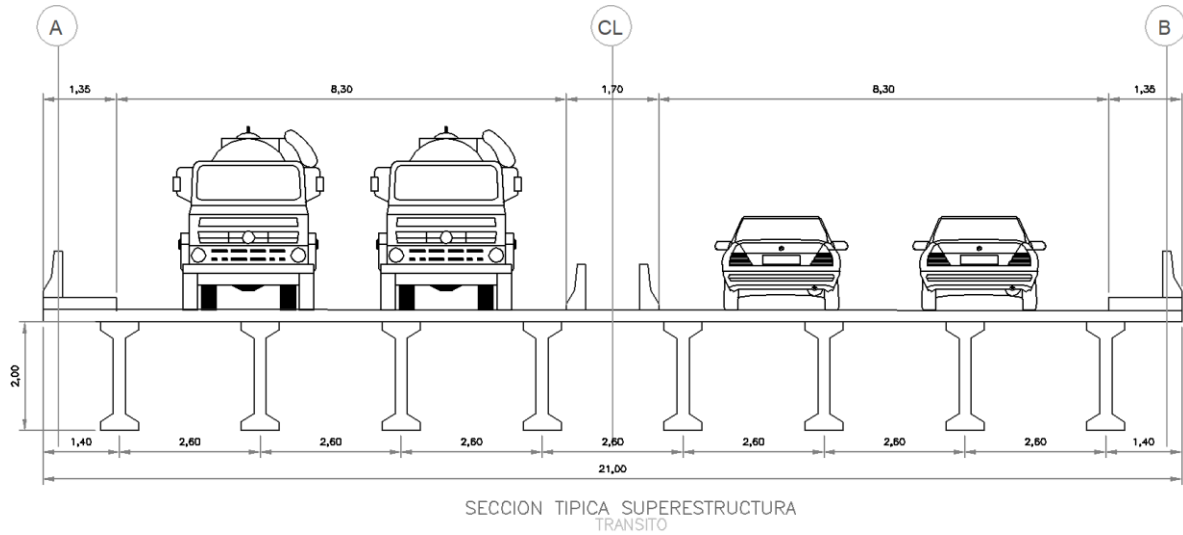


Ilustración 52 Disposición superestructura 40 metros de luz y 80 metros de luz a salvar

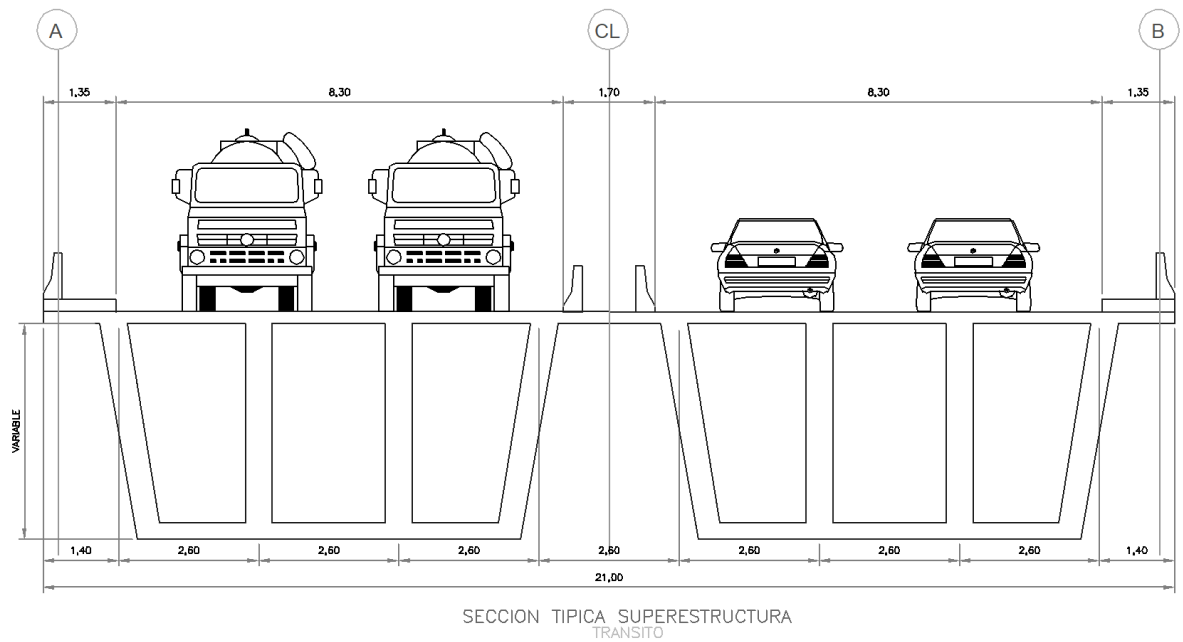


Ilustración 53 Disposición superestructura 40 metros de luz y 80 metros de luz a salvar

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	225
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

14.10.1 TABLERO

Para estimar el refuerzo de los elementos en concreto se realiza una aproximación a los modelos matemáticos simples bajo las cargas a las cuales se encuentra sometido resaltadas en secciones anteriores, en este caso se idealizan las vigas o nervaduras de la viga cajón como apoyos simples y el peso propio y cargas se estiman como una carga uniformemente distribuida.

14.10.2 Refuerzo Transversal Superior e Inferior

Para calcular el momento actuante sobre la losa, se usaron las combinaciones para cargas verticales determinadas con anterioridad donde el momento máximo que debe soportar la losa superior es de $6.63 \text{ ton} \cdot \text{m}$ y el momento mínimo es de $9.55 \text{ ton} \cdot \text{m}$.

Para estas condiciones últimas se calcula el refuerzo necesario para la losa en los dos puntos críticos, es decir, donde se produce el momento máximo y el momento mínimo.

- Altura del tablero: $h = 0.20 \text{ m}$
- Recubrimiento: $r = 0.050 \text{ m}$
- Altura efectiva de la riostra: $d = 0.15 \text{ m}$
- Momento Máximo Negativo, $K = \frac{M_U}{bd^2}$ $K = 424444.44 \text{ kgf/m}^2$
- Momento Máximo Positivo, $K = \frac{M_U}{bd^2}$ $K = 294666.67 \text{ kgf/m}^2$
- $A = 0.59 \frac{f_y}{f'_c}$ $A = 8.85$
- Momento Máximo Negativo, $C = \frac{K}{0.9f_y}$ $C = 1.12\%$
- Momento Máximo Positivo, $C = \frac{K}{0.9f_y}$ $C = 0.78\%$
- Cuantía necesaria Refuerzo Superior: $\rho_{nec} = \frac{1 - \sqrt{1 - 4AC}}{2A} = 1.12\%$
- Cuantía necesaria Refuerzo Inferior: $\rho_{nec} = \frac{1 - \sqrt{1 - 4AC}}{2A} = 0.78\%$
- Área de Acero Superior: $A_s = 16.82 \text{ cm}^2$
- Área de Acero Inferior: $A_s = 11.78 \text{ cm}^2$

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	226
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

14.10.3 Refuerzo Longitudinal Inferior

Para calcular el refuerzo longitudinal inferior o de distribución se usó el requerimiento exigido por el CCP-14 como valor mínimo de refuerzo como sigue

– Refuerzo de Distribución franja media ($L = 2.60 \text{ m}$)¹³: $\frac{121.43}{\sqrt{S}} = 75.30\% \leq 67.0\%$

Es decir, como refuerzo de distribución en la franja media del tablero debe disponerse así:

$$11.78 \text{ c m}^2 \cdot 67\% = 7.89 \text{ c m}^2$$

Adicional como refuerzo de distribución en los cuartos exteriores del tablero se dispone un 50% del acero proporcionado como acero de distribución en la franja media¹⁶.

$$8.24 \text{ cm}^2 \cdot 50\% = 3.95 \text{ cm}^2$$

14.10.4 Refuerzo Longitudinal Superior

Para calcular el refuerzo longitudinal superior o refuerzo de temperatura se usó el requerimiento exigido por el CCP-14 como valor mínimo de refuerzo como sigue

14.10.5 Refuerzo de Temperatura:

$$A_s = 3.00 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

De la misma manera este refuerzo debe cumplir con los siguientes requisitos de separación exigidos por la norma.

$$\leq 3 \cdot = 60 \text{ c m}$$

$$S_{max} \leq 45 \text{ c m}$$

14.10.6 Cordón Inferior Vigas Cajón

¹⁶ Ídem

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	227
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Para estimar el refuerzo de los elementos en concreto se realiza una aproximación a los modelos matemáticos simples bajo las cargas a las cuales se encuentra sometido resaltadas en secciones anteriores, en este caso se idealizan las nervaduras de la viga cajón como apoyos simples y el peso propio y cargas se estiman como una carga uniformemente distribuida. Bajo este supuesto el refuerzo de este cordón inferior se estima igual al tablero dispuesto en la sección típica de los tres puentes vehiculares.

14.10.7 Barrera de Protección

Para verificar la barrera de protección típico se hace una verificación para que la fuerza ejercida por el camión estándar no sobrepase la capacidad por corte de este elemento estructural, para el prediseño de este elemento se consideró mayorar la carga establecida por la norma en 1.75 y adicionalmente aumentar un 33% dado el impacto de la misma por considerarse como una carga viva.

- Carga: $750 \cdot 1.75 \cdot 1.33 = 1745.63 \text{ kgf}$
- Esfuerzo Cortante Nominal: $\phi v_n = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c} = 7.54 \text{ kgf/cm}^2$
- Área de Contacto: $A = 100\text{cm} \cdot 35\text{cm} = 3500 \text{ cm}^2$
- Cortante Nominal: $\phi V_n = 26384.07 \text{ kgf}$

Es decir, la capacidad de la barrera de protección altamente la carga impuesta teniendo un factor de seguridad de 15.11, el acero estimado se dispone únicamente para controlar esfuerzos debidos a retracción por temperatura.

14.10.8 Riostras

Para verificar el prediseño de la riostra se hace una verificación para que la fuerza ejercida por una rueda del camión estándar en su centro de la luz no sobrepase la capacidad por corte y flexión de este elemento estructural. Como carga muerta ejercida sobre esta, únicamente se consideró el peso propio de la sección mayorandola con un factor de 1.50 (mayor coeficiente para carga muerta para este tipo de condiciones de carga) y como carga viva se consideró mayorar la carga establecida en 1.75 y adicionalmente aumentar un 33% dado el impacto de la misma por considerarse como una carga viva.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	228
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Carga Muerta distribuida (Peso Propio): $W_d = 1368 \text{ kgf/m}$
- Carga Viva puntual (30% de impacto): $P_L = 8000 \times 1.3 = 10640 \text{ kgf}$
- Momento debido a Carga Muerta: $M_d = \frac{W_d L^2}{10} = 692.55 \text{ kgf} \cdot \text{m}$
- Momento debido a Carga Viva: $M_L = \frac{0.80 \cdot P_L}{4} = 2128 \text{ kgf} \cdot \text{m}$
- Cortante debido a Carga Muerta: $V_d = \frac{W_d L}{2} = 1539 \text{ kgf}$
- Cortante debido a Carga Viva: $V_L = P_L = 8000 \text{ kgf}$

Condiciones últimas

- Momento Ultimo: $M_U = 1.50M_d + 1.75M_L = 4762.83 \text{ kgf} \cdot \text{m}$
- Cortante Ultimo: $V_U = 1.50V_d + 1.75V_L = 16308.5 \text{ kgf}$

Para estas condiciones últimas se calcula el refuerzo necesario para la riostra

- Altura de la riostra: $h = 1.90 \text{ m}$
- Recubrimiento: $r = 0.050 \text{ m}$
- Altura efectiva de la riostra: $d = 1.85 \text{ m}$
- $K = \frac{M_U}{bd^2}$ $K = 4638.74 \text{ kgf/m}^2$
- $A = 0.59 \frac{f_y}{f'_c}$ $A = 7.08$
- $C = \frac{K}{0.9f_y}$ $C = 0.0123\%$
- Cuantía necesaria: $\rho_{nec} = \frac{1 - \sqrt{1 - 4AC}}{2A} = 0.0123\%$
- Cuantía Definitiva: $\rho = 0.33\%$
- Área de Acero: $A_s = 18.32 \text{ cm}^2$
- Esfuerzo Cortante Nominal: $\phi v_n = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} = 8.43 \text{ kgf/cm}^2$
- Área de Contacto $A = 185\text{cm} \cdot 30\text{cm} = 5550 \text{ cm}^2$
- Cortante Nominal: $\phi V_n = 46775.86 \text{ kgf}$

Es decir, la capacidad de la riostra soporta altamente la carga impuesta teniendo un factor de seguridad superior a 2.87.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	229
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

14.10.9 Vigas o Nervaduras Preesforzadas

14.10.10 Condiciones Carga

- Condiciones Carga Muerta (40 metros de luz)

Bajo las condiciones establecidas en el avalúo de cargas se define las condiciones para carga muerta.

- Carga Muerta Tablero ($e = 0.20\text{m}$): 480 kgf/m²
- Carga Muerta Rodadura asfáltica ($e = 0.07\text{m}$): 157.5 kgf/m²
- Carga Muerta Andén ($N_{\text{Andenes}} = 2$): 1200 kgf/m
- Carga Muerta de Barrera de Protección ($N_{\text{Barrera}} = 4$): 2320 kgf/m
- Carga Muerta de Instalaciones: 300 kgf/m
- Peso Propio Riostras ($N_{\text{Riostras}} = 5$): 5200 kgf/m
- Peso Propio Vigas Principales ($N_{\text{Vigas}} = 8$): 12500 kgf/m
 - Carga Muerta: $W_d = 34592.5 \text{ kgf/m}$
 - Carga Muerta por viga: $W_d = 4324 \text{ kgf/m}$
- Momento debido a Carga Muerta por viga: $M_d = \frac{W_d \cdot L^2}{8} = 864.81 \text{ tonf} \cdot \text{m}$
- Cortante debido a Carga Muerta por viga: $V_d = \frac{W_d \cdot L}{2} = 86.48 \text{ tonf}$

- Condiciones Carga Muerta (80 metros de luz)

Bajo las condiciones establecidas en el avalúo de cargas se define las condiciones para carga muerta.

- Carga Muerta Tablero ($e = 0.20\text{m}$): 480 kgf/m²
- Carga Muerta Rodadura asfáltica ($e = 0.07\text{m}$): 157.5 kgf/m²
- Carga Muerta Andén ($N_{\text{Andenes}} = 2$): 1200 kgf/m
- Carga Muerta de Barrera de Protección ($N_{\text{Barrera}} = 4$): 2320 kgf/m
- Carga Muerta de Instalaciones: 300 kgf/m
- Carga Muerta Cordón Inferior ($e = 0.20\text{m}$): 480 kgf/m²
- Peso Propio Nervaduras ($N_{\text{Nervaduras}} = 8$): 35520 kgf/m
 - Carga Muerta: $W_d = 62492.5 \text{ kgf/m}$
 - Carga Muerta por nervadura: $W_d = 7811.5 \text{ kgf/m}$
- Momento debido a Carga Muerta por viga: $M_d = \frac{W_d \cdot L^2}{8} = 6249.3 \text{ tonf} \cdot \text{m}$
- Cortante debido a Carga Muerta por viga: $V_d = \frac{W_d \cdot L}{2} = 156.2 \text{ tonf}$

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	230
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Condiciones Carga Viva (40 metros de luz)

Bajo las condiciones establecidas en el avalúo de cargas se define las condiciones para carga muerta.

- Momento máximo por Carga Viva: $M_{max} = 448.50 \text{ tonf} \cdot \text{m}$
- Cortante máximo por Carga Viva: $V_{max} = 54.02 \text{ tonf}$

Bajo las condiciones establecidas en el avalúo de cargas se define las condiciones para carga viva más carga de impacto.

- Momento máximo por Carga Viva + Impacto: $M_{max+I} = 528.53 \text{ tonf} \cdot \text{m}$
- Cortante máximo por Carga Viva + Impacto: $V_{max+I} = 65.05 \text{ tonf}$

- Condiciones Carga Viva (80 metros de luz)

Bajo las condiciones establecidas en el avalúo de cargas se define las condiciones para carga muerta.

- Momento máximo por Carga Viva: $M_{max} = 1316.50 \text{ tonf} \cdot \text{m}$
- Cortante máximo por Carga Viva: $V_{max} = 75.91 \text{ tonf}$

Bajo las condiciones establecidas en el avalúo de cargas se define las condiciones para carga viva más carga de impacto.

- Momento máximo por Carga Viva + Impacto: $M_{max+I} = 1479.03 \text{ tonf} \cdot \text{m}$
- Cortante máximo por Carga Viva + Impacto: $V_{max+I} = 87.36 \text{ tonf}$

- Condiciones Carga Viva Peatonal (40 metros de luz)

Bajo las condiciones establecidas con anterioridad se define la condición crítica la cual se determina cuando los tres andenes, cada uno con un ancho efectivo de $1.00m$ son ocupados por la carga máxima en el andén, es decir, proporcionan a la superestructura la siguiente carga:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	231
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Carga Viva de Anden: 360 kgf/m²
- Numero de Andenes: $N_{\text{Andenes}} = 3$
- Carga Viva Distribuida de Anden: $W_{\text{Anden}} = 3240 \text{ kgf/ml}$
- Carga Viva Distribuida de Anden por Viga: $W_{\text{Anden Viga}} = 405 \text{ kgf/ml}$
- Momento debido a Carga Viva Anden: $M_{L \text{ Anden}} = \frac{W_{\text{Anden Viga}} \cdot L^2}{8} = 81 \text{ tonf} \cdot \text{m}$
- Cortante debido a Carga Muerta: $V_{L \text{ Anden}} = \frac{W_{\text{Anden Viga}} \cdot L}{2} = 8.1 \text{ tonf}$

- Condiciones Carga Viva Peatonal (80 metros de luz)

Bajo las condiciones establecidas con anterioridad se define la condición crítica, la cual se determina cuando los tres andenes, cada uno con un ancho efectivo de 1.00 m son ocupados por la carga máxima en el andén, es decir, proporcionan a la superestructura la siguiente carga:

- Carga Viva de Anden: 360 kgf/m²
- Numero de Andenes: $N_{\text{Andenes}} = 3$
- Carga Viva Distribuida de Anden: $W_{\text{Anden}} = 3240 \text{ kgf/ml}$
- Carga Viva Distribuida de Anden por Viga: $W_{\text{Anden Viga}} = 405 \text{ kgf/ml}$
- Momento debido a Carga Viva Anden: $M_{L \text{ Anden}} = \frac{W_{\text{Anden Viga}} \cdot L^2}{8} = 324 \text{ tonf} \cdot \text{m}$
- Cortante debido a Carga Muerta: $V_{L \text{ Anden}} = \frac{W_{\text{Anden Viga}} \cdot L}{2} = 16.2 \text{ tonf}$

14.10.11 Preesfuerzo

Para el sistema estructural planteado para el puente vehicular es importante definir las especificaciones de preesfuerzo a utilizar, características que se determinan dependiendo del proceso constructivo a emplear, dado las fases constructivas de la viga estructural planteada en la superestructura, las perdidas por preesfuerzo se dividen en dos grandes grupos, las pérdidas generadas durante la construcción y las pérdidas generadas por el tiempo. Dado que este ejercicio se da dentro de un contexto de prefactibilidad se estiman las perdidas tanto para la fase de construcción como las pérdidas en el tiempo como un porcentaje conservados del esfuerzo de último de tensionamiento del cable: 0.30 *fpu*

Para calcular la fuerza de preesfuerzo en cada uno de los ductos que van a conformar la viga se determina un acero aproximado bajo las condiciones planteadas por las condiciones del paso vehicular. Al elegir cables de Preesfuerzo de 5/8" de diámetro, los cuales tienen un área

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	232
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

nominal de 1.39 cm^2 , el número de cables que se pueden disponer en ductos de 2.5" generando un numero particular de cables por ducto proporcionando el área de acero por ducto que requiere cada una de las vigas o nervaduras.

La metodología planteada para esta estimación de refuerzo no solo se da gracias a la cuantía proporcionada por el acero de preesfuerzo ya que se considera un acero de refuerzo adicional que no solo sirve para contralar las condiciones de retracción y temperatura sino ayudan a soportar los esfuerzos tanto a flexión como a corte, la siguiente imagen muestra la distribución geométrica de la viga de preesfuerzo, distribución que aplica para las nervaduras de la viga cajón.

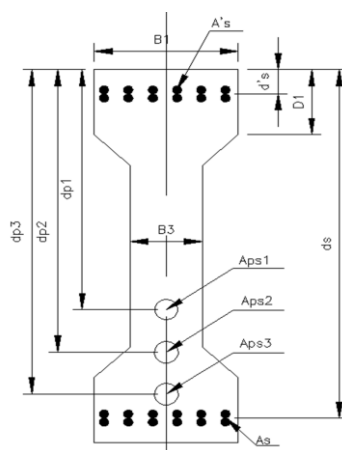


Ilustración 54. Distribución geométrica viga o nervadura estructural.

14.10.12 Estribos y Pilas de Apoyo

En esta sección se describe la estimación que se realizó para los estribos extremos de cada uno de los puentes vehiculares que hacen parte de este estudio de prefactibilidad de la avenida circunvalar de oriente para la ciudad de Neiva en el departamento del Huila.

14.10.13 Estimación Geotécnica

Actualmente no se cuenta con un estudio de suelos detallado de cada una de las zonas donde se piensa disponer de los pasos vehiculares y el estudio geológico y geomorfológico no da referencias claras al tipo de suelos que se pueden encontrar no solo en la zona sino puntualmente donde se deben disponer los estribos de cada puente por esta razón para la estimación de estos elementos estructurales se definirán unos parámetros críticos a forma

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	233
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

de prefactibilidad.

- **Parámetros de Suelo**

Para los efectos de la estimación de estos elementos se plantearon por parte del especialista geotécnico una sola alternativa de cimentación, puntualmente una cimentación profunda considerando Caissons con un diámetro 1.50 m con una longitud de 30.0 m, a continuación, se muestra las condiciones críticas con las cuales se ha definido el pilote típico a emplear en cada uno de los estribos del paso vehicular. Es importante resaltar en este punto que si bien la estimación sísmica que se realizó se basó en un perfil de suelos tipo D debido a la mayor aceleración espectral para la zona la estimación de este tipo de cimentación se realizó para un perfil de suelos tipo E dado las menores capacidades portantes (punta y fuste) que normalmente se presentan en una cimentación de este tipo.

- Angulo de Fricción del Suelo de Relleno $\phi = 30^\circ$
- Pendiente Suelo de Relleno $\alpha = 0^\circ$
- Pendiente Espaldar del Muro $\beta = 90^\circ$
- Angulo de Fricción entre el Muro y el Suelo de Relleno $\delta = 15^\circ$
- Peso Específico del Suelo $\gamma = 2.00 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$

Como se ha resaltado lo largo del documento la estimación de este tipo de cimentación se hace bajo ciertos parámetros como los son capacidades por fuste y punta para las cargas verticales y módulos de reacción horizontal típicos con la idea de garantizar el correcto funcionamiento para cargas horizontales, puntualmente las que se pueden ejercer ya sea por cuestiones de sismo o presiones de tierras, dada esta condición es importante garantizar que la profundidad de la viga cabezal para este tipo de sistemas debe estar por debajo de la línea de socavación esperada ya que debemos garantizar que la cimentación profunda siempre se encuentre confinada para controlar este tipo de esfuerzos.

14.10.14 Disposición Estribos Extremos (40 metros de luz y 80 metros de luz a salvar)

Bajo los parámetros establecidos en el numeral anterior y las recomendaciones hidráulicas previamente citadas, se ha definido la geometría requerida en cada uno de los extremos de los puentes, geometría que debería cumplir con los gálibos necesarios para el buen funcionamiento del paso de agua de ser requerido.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	234
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

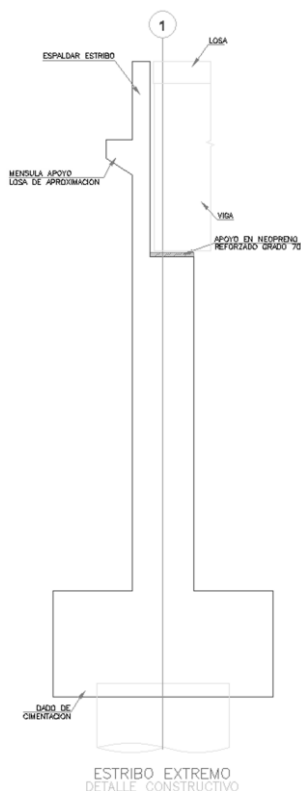


Ilustración 55 Geometría Estribos Extremos Tipo 1

El estribo extremo para cada uno de estos puentes vehiculares se ha definido de 19.40 m de ancho con la idea de poder soportar adecuadamente los 19 m aproximadamente que necesitan las vigas preesforzadas de apoyo con sus debidos topes sísmicos. De la misma manera para cumplir con gálibos y definir alturas críticas para que el estribo este en capacidad de soportar la banca de la vía se ha definido que la altura del estribo es de 6.0 m, adicional el estribo está compuesto por el dado de transferencia de los Caissons, y la ménsula de apoyo para la losa de aproximación.

14.10.15 Disposición Pilar Central (Puente 80 metros de luz a salvar)

Bajo los parámetros establecidos en el numeral anterior y las recomendaciones hidráulicas previamente citadas, se ha definido la geometría requerida en la pila central del puente, geometría que debería cumplir con los gálibos necesarios para el buen funcionamiento del paso de agua de ser requerido.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	235
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

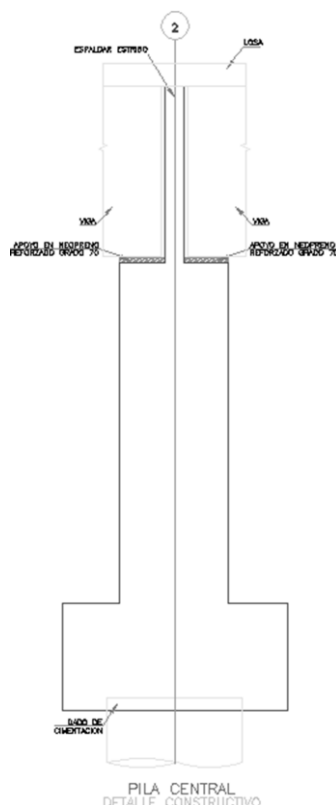


Ilustración 56. *Geometría Pila Central Tipo 1*

La pila central del puente de 80 m de luz a salvar se ha definido de 19.40 m de ancho con la idea de poder soportar adecuadamente los 19 m aproximadamente que necesitan las vigas preesforzadas de apoyo con sus debidos topes sísmicos. De la misma manera para cumplir con gálibos y definir alturas críticas para que la pila este en capacidad de soportar las cargas sobreimpuesta en ellas definiendo una altura 6.0 m, adicional la pila está compuesta por la dado de transferencia de los Caissons, y un pórtico compuesto por columnas circulares amarradas en su extremo por una viga cabezal que a su vez sirve como apoyo de la superestructura

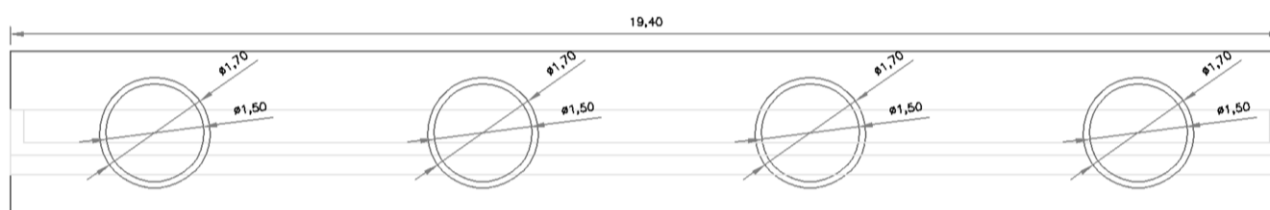
14.10.1 Disposición Caissons Estribos Extremos y Pila Central (40 metros de luz y 80 metros de luz a salvar)

Bajo los parámetros establecidos en los numerales anteriores se ha dispuesto una distribución de Caissons que soporta las cargas a las cuales está siendo sometida la estructura bajo las cargas evaluadas con anterioridad. Los Caissons dispuestos han sido de 1.50m de diámetro bajo una cuantía mínima establecida para estos elementos, es decir, ρ

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	236
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

= 0.01 mínima establecida para estos tipos de elemento estimando una profundidad de anclaje de 30 m para los estribos extremos y de 40m para los Caissons de la pila central, para las vigas cabezales y vigas de amarre se han dispuesto las mínimas dimensiones para el correcto desarrollo de las columnas del pórtico y la cimentación superficial estimando una cuantía volumétrica de $\rho_v = 170 \text{ kg/m}^2$, para las columnas principales del pórtico para la pila central se ha estimado una cuantía volumétrica de $\rho_v = 250 \text{ kg/m}^2$ y por ultimo para los muros de carga de los estribos extremos se ha estimado una cuantía volumétrica de $\rho_v = 150 \text{ kg/m}^2$



PLANTA TÍPICA DADO DE CIMENTACION ESTRIBOS
DIMENSIONES

Ilustración 57. Dado de Transferencia – Distribución de Caissons Tipo 1

14.10.2 Disposición Estribos Extremos (puente vehicular de 220 metros de luz a salvar)

Bajo los parámetros establecidos en el numeral anterior y las recomendaciones hidráulicas previamente citadas, se ha definido la geometría requerida en cada uno de los extremos de los puentes, geometría que debería cumplir con los gálibos necesarios para el buen funcionamiento del paso de agua de ser requerido.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	237
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

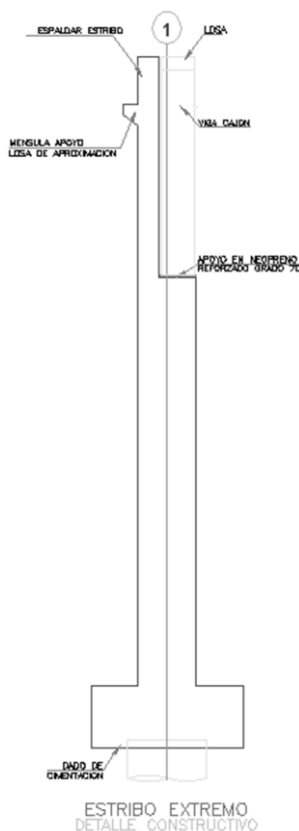


Ilustración 58. Geometría Estribos Extremos Tipo 2

El estribo extremo para cada uno de estos puentes vehiculares se ha definido de 19.40 m de ancho con la idea de poder soportar adecuadamente los 19 m aproximadamente que necesitan la viga cajón predimensionadas. De la misma manera para cumplir con gálibos y definir alturas críticas para que el estribo este en capacidad de soportar la banca de la vía se ha definido que la altura del estribo es de 12.0 m, adicional el estribo está compuesto por el dado de transferencia de los Caissons, y la ménsula de apoyo para la losa de aproximación.

14.10.3 Disposición Pilar Central (puente vehicular de 220 metros de luz a salvar)

Bajo los parámetros establecidos en el numeral anterior y las recomendaciones hidráulicas previamente citadas, se ha definido la geometría requerida en la pila central del puente, geometría que debería cumplir con los gálibos necesarios para el buen funcionamiento del paso de agua de ser requerido.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	238
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

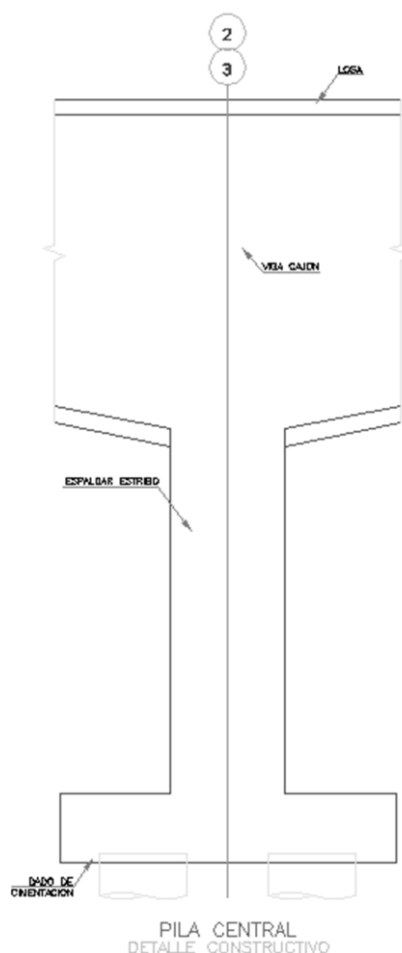


Ilustración 59. Geometría Pila Central Tipo 2

La pila central del puente de 220 m de luz a salvar se ha definido con dos pórticos cada uno de 7.50 m de ancho con la idea de poder soportar adecuadamente las dos vigas cajón que componen el puente. De la misma manera para cumplir con gálibos y definir alturas críticas para que la pila este en capacidad de soportar las cargas sobrepuesta en ellas definiendo una altura 12.0m, adicional la pila está compuesta por el dado de transferencia de los Caissons, y dos pórticos compuestos por columnas circulares amarradas en su extremo por una viga cabezal que a su vez sirve de elemento de empotramiento para las vigas cajón que se desarrolla por medio de voladizos sucesivos.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	239
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

14.10.4 Disposición Caissons Estribos Extremos (puente vehicular de 220 metros de luz a salvar)

Bajo los parámetros establecidos en los numerales anteriores se ha dispuesto una distribución de Caissons que soporta las cargas a las cuales está siendo sometida la estructura bajo las cargas evaluadas con anterioridad. Los Caissons dispuestos han sido de 1.50 m de diámetro bajo una cuantía mínima establecida para estos elementos, es decir, $\rho = 0.01$ mínima establecida para estos tipos de elemento estimando una profundidad de anclaje de 40 m, para los dados de transferencia se han dispuesto las mínimas dimensiones para el correcto desarrollo de la cimentación superficial estimando una cuantía volumétrica de $\rho_v = 190 \text{ kg/m}^2$ y por ultimo para los muros de carga se ha estimado una cuantía volumétrica de $\rho_v = 160 \text{ kg/m}^2$

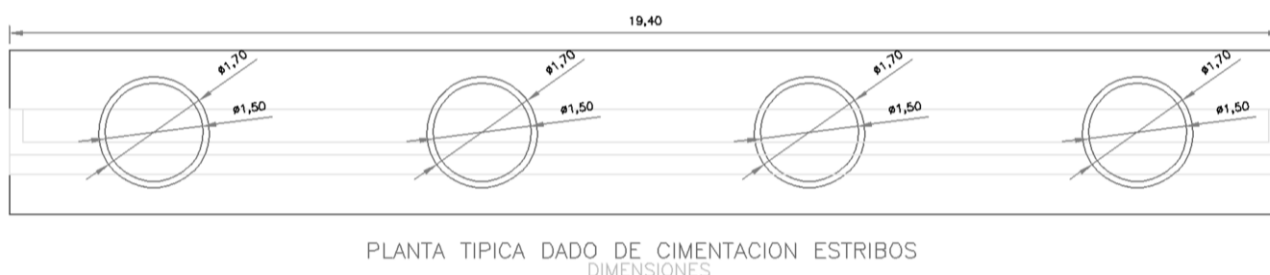


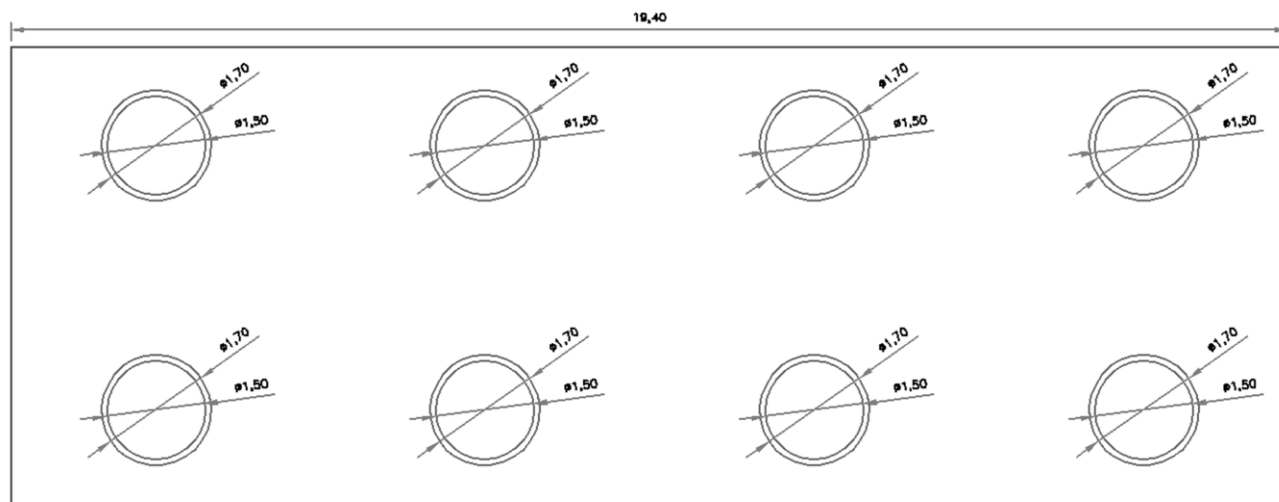
Ilustración 60 Dado de Transferencia – Distribución de Caissons Tipo 1

14.10.5 Disposición Caissons Pila Central (puente vehicular de 220 metros de luz a salvar)

Bajo los parámetros establecidos en los numerales anteriores se ha dispuesto una distribución de Caissons que soporta las cargas a las cuales está siendo sometida la estructura bajo las cargas evaluadas con anterioridad. Los Caissons dispuestos han sido de 1.50 m de diámetro bajo una cuantía mínima establecida para estos elementos, es decir, $\rho = 0.01$ mínima establecida para estos tipos de elemento estimando una profundidad de anclaje de 50m, para las vigas cabezales y vigas de amarre se han dispuesto las mínimas dimensiones para el correcto desarrollo de las columnas del pórtico y la cimentación superficial estimando una cuantía volumétrica de $\rho_v = 190 \text{ kg/m}^2$ y por ultimo para las columnas principales del pórtico para la pila central se ha estimado una cuantía volumétrica de $\rho_v = 270 \text{ kg/m}^2$.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	240
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		



PLANTA TÍPICA DADO DE CIMENTACION PILA
DIMENSIONES

Ilustración 61 Dado de Transferencia – Distribución de Caissons Tipo 2

14.10.6 Losa de Aproximación

La losa de aproximación se predimensiona como lo estipula el CCP-14, es decir, bajo los requerimientos de losas con refuerzo principal paralelo al tráfico, para el prediseño de la losa se idealizan las condiciones críticas de carga.

14.10.7 Avalúo de Carga

Bajo los parámetros establecidos se define un ancho de distribución E y sobre este determina los esfuerzos a los cuales está sometida la losa.

– Carga Muerta losa superior (e = 0.30m):	720 kgf/m ²
– Carga Muerta estructura de pavimento (e = 0.25m):	500 kgf/m ²
– Carga Viva de camión (rueda trasera):	8000 kgf
– Carga de Impacto (S = 6.00m):	$\frac{16}{S+40} = 34.7\% \leq 30.0\%$
– Ancho de Distribución (E = 1.20 + 0.06S):	1.56 m
– Distribución de Carga (P/E):	5.13 tonf/m
– Momento (M = 1.4S):	8.40 tonf · m
– Momento con Impacto:	11.17 tonf · m
– Momento Ultimo:	19.55 tonf · m

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	241
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

14.10.8 Refuerzo Transversal Superior e Inferior

Para estas condiciones de carga se obtuvieron las áreas de acero requeridas para controlar tanto momentos negativos como positivos.

- Altura de la losa: $h = 0.30 \text{ m}$
- Recubrimiento: $r = 0.05 \text{ m}$
- Altura efectiva de la riostra: $d = 0.25 \text{ m}$
- $K = \frac{M_U}{bd^2}$ $K = 379360 \text{ kgf/m}^2$
- $A = 0.59 \frac{f_y}{f'_c}$ $A = 8.85$
- $C = \frac{K}{0.9f_y}$ $C = 1.00\%$
- Cuantía necesaria ($\rho_{nec} = \frac{1 - \sqrt{1 - 4AC}}{2A}$): $\rho_{nec} = 1.11\%$
- Cuantía Definitiva: $\rho = 1.11\%$
- Área de Acero: $A_s = 27.83 \text{ cm}^2$

Refuerzo Longitudinal Inferior

Para calcular el refuerzo longitudinal inferior o de distribución se usó el requerimiento exigido por el CCP-14 como valor mínimo de refuerzo como sigue.

Refuerzo de Distribución franja media ($S = 6.00 \text{ m}$): $\rho = 22.45\% \leq 50.0\%$

Es decir, el refuerzo de distribución en la franja media de la losa superior debe disponerse así:

$$25.05 \text{ cm}^2 \cdot 22.45\% = 6.25 \text{ cm}^2$$

14.10.9 Refuerzo Longitudinal Superior

Para calcular el refuerzo longitudinal superior o refuerzo de temperatura se usó el requerimiento exigido por el CCP-14 como valor mínimo de refuerzo como sigue

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	242
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

/

$$A_s = 3.00 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

- Refuerzo de Temperatura:
- De la misma manera este refuerzo debe cumplir con los siguientes requisitos de separación exigidos por la norma.

$$\leq 3 \cdot = 90 \text{ cm}$$

$$S_{max} \leq 45 \text{ cm}$$

14.10.10 Viga de Borde

Bajo los parámetros establecidos se define un momento para luces simples y sobre este determina los refuerzos requeridos por la losa de borde.

- Carga Viva de camión (rueda trasera):
80
00 kgf
- Momento ($M = 0.10 \cdot P \cdot S$):
tonf · m 4.80
- Momento con Impacto:
tonf · m 6.38
- Momento Ultimo:
tonf · m 11.72

Para estas condiciones de carga se obtuvieron las áreas de acero requeridas para controlar tanto momentos negativos como positivos.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	243
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Altura de la viga: h = 0.50 m
- Recubrimiento: r = 0.005 m
- Altura efectiva de la riostra: d = 0.45 m
- $K = \frac{M_U}{bd^2}$ K = 62717.78 kgf/m²
- $A = 0.59 \frac{f_y}{f'_c}$ A = 8.85
- $C = \frac{K}{0.9f_y}$ C = 0.17%
- Cuantía necesaria ($\rho_{nec} = \frac{1 - \sqrt{1 - 4AC}}{2A}$): $\rho_{nec} = 0.17\%$
- Cuantía Definitiva: $\rho = 0.33\%$
- Área de Acero: $A_s = 3.71 \text{ cm}^2$

14.11 FASES DEL PROYECTO

14.11.1 Estudio de alternativas

El estudio de las alternativas para la solución presentada dentro del desarrollo de infraestructura se basó en el análisis realizado con anterioridad donde se determinaron las consideraciones mínimas y se evaluaron las características técnicas y económicas para este tramo de la avenida circunvalar de oriente, teniendo en cuenta las condiciones de campo y las condiciones con las que cuenta el contratista para poder plantear la solución.

14.11.2 Contextualización para Determinar Alternativas

Para poder determinar las alternativas óptimas para este tipo de proyectos es importante definir técnicamente la necesidad que se pretende establecer para estos pasos vehiculares, si bien las características de los puentes se citaron con anterioridad se puntualizan para contextualizar la comparación de alternativas. Se establece en el estudio de prefactibilidad vial, las luces a salvar son de 40m, 80m a 220m de longitud, con una altura a salvar de 6.0 m para los dos primeros casos y de 12m para el puente más extenso; cada uno de los tramos cuenta con un ángulo sobre la horizontal de 2.00° aproximadamente para controlar específicamente el bombeo y sin ningún tipo de peralte debido a

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	244
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

que se han estimado en tramos rectos de la avenida sin ningún tipo de restricción geométrica.

El estudio de alternativas se realiza en función de dos puntos fundamentales que son la viabilidad técnica y los costos que la solución puede presentar no solo a corto sino a largo plazo. Bajo esta premisa se realizó una comparación entre los sistemas estructurales más empleados para estas especificaciones, analizando los métodos constructivos más usados para poder determinar el costo del mismo y la facilidad constructiva con base en las características de campo.

14.11.3 Alternativas Técnicas

Gracias a que la altura que se debe salvar es de solo 6.0m para los dos primeros puentes vehiculares, estos debe contar con uno o dos vanos los cuales generan luces de 40m estableciendo sistemas estructurales que puedan cubrir esa luz; frente a esta distancia que debe salvar el paso vehicular, surgen dos sistemas estructurales relevantes como lo son las vigas simplemente apoyadas y las vigas cajón las cuales pueden desarrollarse tanto en estructuras metálicas como en concreto preesforzado normalmente de canto cosntante como se muestra en la siguiente figura.

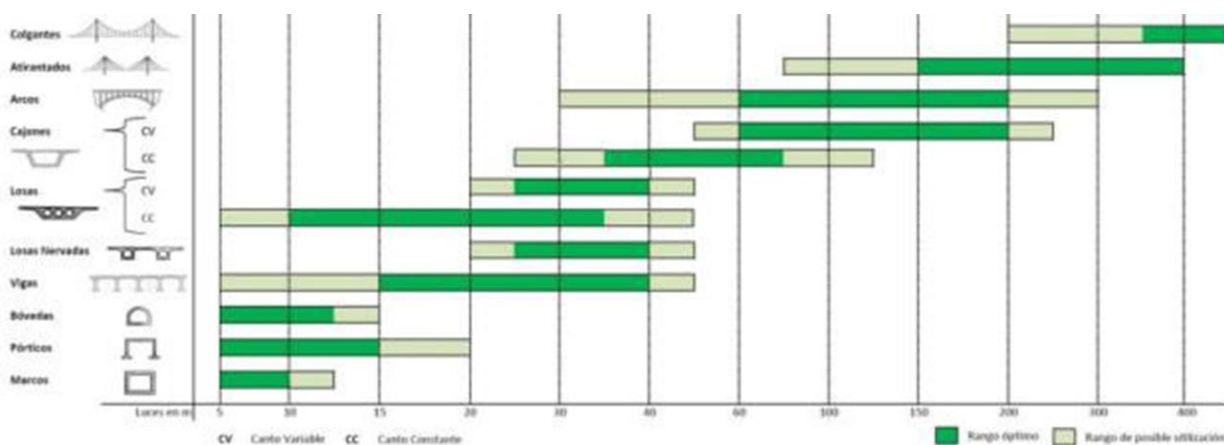


Ilustración 62 Sistemas Estructurales para Puentes en función de la Luz ¹⁷

¹⁷ Estudio de alternativas frente a sistemas estructurales realizado por el ingeniero José Antonio Agudelo Zapata.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	245
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Para el puente mas largo gracias a que la altura que se debe salvar es de 12m, estos debe contar con tres vanos los cuales generan luces de 70m a 80m estableciendo sistemas estructurales que puedan cubrir esa luz; frente a esta distancia que debe salvar el paso vehicular, surgen dos sistemas estructurales relevantes como lo son los arcos metálicos en celosía y las vigas cajón las cuales pueden desarrollarse tanto en estructuras metálicas como en concreto preesforzado normalmente de canto variable como se muestra en la figura anterior. Referente al método de construcción es importante enfatizar que para sistemas cajón se centraría en el método de voladizos sucesivos implementados bajo un apoyo central, del cual parten los dos tramos entre 70m a 80m a salvar, apoyando estos últimos en cada uno de los estribos extremos hablando de sistemas en concreto.

Para sistemas de vigas simplemente apoyadas planetadas para las dos primeras alternativas se define una única luz 40m tanto para vigas preesforzadas como para vigas metálicas, esta últimas deben ser izadas y montadas después de estar perfectamente fraguados y listos los dos apoyos (extremos o centrales), mientras que las vigas en concreto preesforzado pueden emplear este mismo sistema de izaje para elementos pretensados (prefabricados) o elementos postensados, o ser fundidas en sitio dada la poca altura del puente y estas últimas ser postensadas después de llegar a la resistencia óptima del concreto.

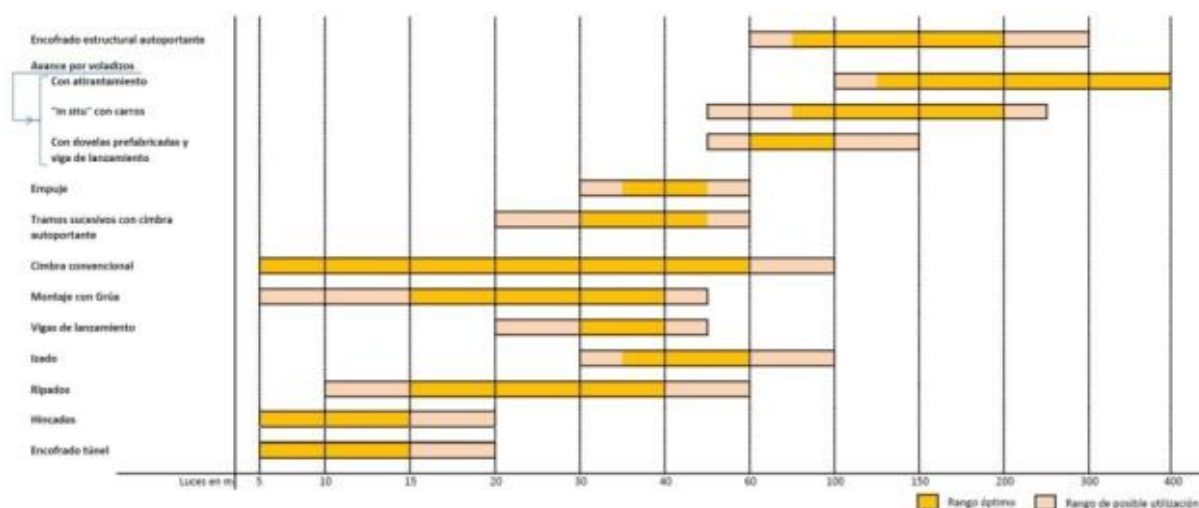


Ilustración 63 Procesos Constructivos para Puentes en función de la Luz ¹⁸

¹⁸ Estudio de alternativas frente a procesos constructivos realizado por el ingeniero José Antonio Agudelo Zapata.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	246
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Dada la viabilidad de los dos sistemas estructurales definidos técnicamente y los dos materiales a ser implementados para este tipo de puentes vehiculares, se realizó un análisis económico como se puede constatar en el numeral 14.6.3 y un análisis de alternativas frente al proceso de construcción citadas, para este punto fue importante conocer las características de obra y las condiciones contractuales con las que cuenta el contratista para definir los ítems más relevantes dentro del contrato.

Se determinó en campo la inconveniencia de trabajar con estructuras metálicas, en primer lugar por la alta necesidad de mantenimiento que este tipo de elementos, especialmente por encontrarse en un ambiente tan abrasivo dadas las condiciones de humedad y de precipitaciones que al año se presentan; en segundo lugar por los costos de flete que el transporte de elementos metálicos (vigas simples o vigas cajón) pueden acarrear por la zona del proyecto, ya que las empresas en capacidad de suministrar este tipo de materiales bajo los requerimientos técnicos que exigen las norma, se encuentran en otras ciudades y no dentro del casco urbano de la ciudad de Neiva.

Si bien para el proceso constructivo se identificaron varios inconvenientes con el armado de las vigas cajón, ya que al requerirse sistemas de voladizos consecutivos es necesario contar con carros de armado preestablecidos y en capacidad de cubrir esta luz, se reconoce que estos sistemas se emplean a lo largo del país y su transporte al sitio del proyecto es fácil, los tiempos de ejecución de este tipo de sistemas no son los más apropiados para los tiempos del contrato y más importante aún los costos, ya que para este proceso los precios son altos en comparación a la alternativa de vigas simplemente apoyadas, ya sean prefabricadas o fundidas en sitio. Por esta razón fundamental este sistema únicamente fue determinado para el puente vehicular de mayor luz y en especial por el cuerpo de agua que debe salvar, en este caso particular el río Magdalena, el cuerpo fluvial más importante del país.

14.11.4 Alternativa Elegida

La alternativa elegida dentro de este análisis se basa no solo en la comparación técnica realizada con anterioridad sino el análisis económico presentado con anterioridad en el numeral 14.6.3, donde se concluyó que el sistema a implementar es el de un sistema de vigas simplemente apoyadas en concreto preesforzado salvando una o dos luces de 40m en uno o dos tramos, apoyados en estribos en

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	247
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

concreto reforzado tipo pórtico para la pila central y estribos de muro portante para los extremos, con una altura máxima a salvar de 6.0m, con un ángulo sobre la horizontal de 2.00° y un tramo recto sin ningún tipo de peralte.

La solución planteada dentro de este análisis para el puente de mayor luz se basa nuevamente en la comparación técnica y el análisis económico realizado con anterioridad, donde se identificó que el sistema a implementar es el de un sistema de vigas cajón en concreto preesforzado salvando tres luces de 70m, 80m y 70m respectivamente, apoyados en estribos en concreto reforzado tipo pórtico para dos pilas centrales y estribos de muro portante para los extremos, con una altura máxima a salvar de 12m, con un ángulo sobre la horizontal de 2.00° y un tramo recto sin ningún tipo de peralte.

Para la Avaniada Circunvalar de Oriente en el Municipio de Neiva, se predimencionaron tres (3) tipos de puentes, con diferentes tipos de luz, la localizacion de los puentes se presentan en la Tabla 29 y en los planos de localizacion de Obras Hidraulicas para cada una de las alternativas.

Tabla 29. Localización Puentes con sus respectivas luces.

Estructura	Abscisa	Rio que cruza
Puente de 80 m de luz	4+552.04	Rio Oro
Puente de 80 m de luz	6+098.49	Rio Ceibas
Puente de 220 m de luz	2+599.31	Rio Magdalena
Puente de 40 m de Luz	4+158.32	Quebrada Buciraco
Puente de 40 m de Luz	5+819.42	Quebrada Buciraco

Fuente: Geocing SAS.

14.12 PRESUPUESTO

Con la idea de realizar una prefactibilidad ajustada a las condiciones económica del país y aún más importantes a la región, se ha estima un presupuesto general de cada uno de los puentes vehiculares evaluados, bajos los costos propuestos por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) definiendo los ítems más relevantes para este tipo de obras de infraestructura relacionándolos directamente con los códigos propuestos por el ente nacional, no solo garantizando se garanticen las especificaciones técnicas exigidas a nivel nacional, sino por el hecho de contar con

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	248
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

precios ajustados a la región dado que los siguientes presupuestos se dan en función de los costos estimados por el INVIAS para el departamento del Huila.

En este punto es importante resaltar que los costos tuvieron una afectación mínima por concepto de transporte debido a que el proyecto se presenta en las inmediaciones de una ciudad capital como lo es el caso de la ciudad de Neiva y en ella se puede contar con los insumos, materiales y mano de obra de forma fácil bajo las características planteadas en este informe de prefactibilidad; se hace hincapié en este aspecto debido a la importancia que tiene el componente de transporte en proyectos de infraestructura de estas características.

14.12.1 Puente Vehicular 40 metros de luz a salvar

ÍTEM	CÓDIGO INVIAS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1		SUBESTRUCTURA ESTRIBO 1				
1,1		EXCAVACIONES Y LLENOS				
1,1,1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar para estribos	m3	276,5	15.172	4.194.569
1,1,2	610.1.1	Lleno con material estructural para estribos	m3	618,0	37.832	23.380.200
1,2		CONCRETOS				
1,2,1	630.3.1	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para estribos. (Incluye vástago, pantalla, asiento y ménsula)	m3	99,0	574.107	56.836.633
1,2,2	630.3.2	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para aletas	m3	43,4	526.265	22.839.906
1,2,3	621.1.3	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,2 m	m	0,0	1.748.232	-
1,2,4	621.1.4	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,5 m	m	147,5	2.450.953	361.515.557
1,2,5	630.6.1	Concreto Clase F, f'c = 14 MPa, para limpieza	m3	0,0	289.817	-
1,3		ACERO DE REFUERZO				
1,3,1	640.1.2	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para estribos. (Incluye vástago, pantalla, asiento y ménsula)	kg	17.095,3	3.341	57.108.562
1,3,2	640.1.3	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para aletas	kg	4.502,3	3.341	15.040.261
		TOTAL SUBESTRUCTURA ESTRIBO 1				540.915.688
1		SUBESTRUCTURA ESTRIBO 2				
1,1		EXCAVACIONES Y LLENOS				
1,1,1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar para estribos	m3	276,5	15.172	4.194.569
1,1,2	610.1.1	Lleno con material estructural para estribos	m3	618,0	37.832	23.380.200
1,2		CONCRETOS				
1,2,1	630.3.1	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para estribos. (Incluye vástago, pantalla, asiento y ménsula)	m3	99,0	574.107	56.836.633
1,2,2	630.3.2	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para aletas	m3	43,4	526.265	22.839.906
1,2,3	621.1.3	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,2 m	m	0,0	1.748.232	-
1,2,4	621.1.4	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,5 m	m	147,5	2.450.953	361.515.557
1,2,5	630.6.1	Concreto Clase F, f'c = 14 MPa, para limpieza	m3	0,0	289.817	-

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	249
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

1,3		ACERO DE REFUERZO				
1,3,1	640.1.2	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para estribos. (Incluye vástago, pantalla, asiento y ménsula)	kg	17.095,3	3.341	57.108.562
1,3,2	640.1.3	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para aletas	kg	4.502,3	3.341	15.040.261
		TOTAL SUBESTRUCTURA ESTRIBO 2				540.915.688
2		SUPERESTRUCTURA				
2,1		CONCRETOS				
2,1,1	630.3.3	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para losa reforzada (e=0,20 m)	m3	197,5	741.555	146.457.190
2,1,2	630.1.1	Concreto Clase A, f'c = 35 MPa, para vigas en "I" postensadas	m3	240,0	876.213	210.291.019
2,1,3	630.3.4	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para viga rectangular	m3	0,0	755.908	-
2,1,4	630.3.5	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para vigas diafragma	m3	26,3	765.477	20.093.759
2,1,5	630.3.6	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para topes sísmicos	m3	0,0	751.124	-
2,1,6	630.3.7	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para barreras tipo New Jersey	m3	35,0	550.186	19.256.519
2,1,7	630.4.1	Concreto Clase D, f'c = 21 MPa, para losa de aproximación	m3	72,5	405.841	29.423.501
2,2		ACERO DE REFUERZO		0,0		-
2,2,1	640.1.4	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para losa (e=0,20 m)	kg	33.962,5	3.341	113.455.466
2,2,2	640.1.1	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para vigas en "I"	kg	32.187,5	3.341	107.525.883
2,2,3	640.1.5	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para viga rectangular	kg	0,0	3.341	-
2,2,4	640.1.6	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para vigas diafragma	kg	3.120,0	3.341	10.422.703
2,2,5	640.1.7	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para topes sísmicos	kg	1.590,0	3.341	5.311.570
2,2,6	640.1.8	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para barreras tipo New	kg	6.300,0	3.341	21.045.843
2,2,7	640.1.9	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para losa de aproximación	kg	5.570,0	2.805	15.624.815
3		OTROS				
3,3,1	641.1.1	Acero de preesfuerzo para vigas postensadas, torones de	kg	160.327,5	1.011	162.021.083
3,3,2	642.1.1	Apoyos elastoméricos reforzados, PL. 1/8 " de acero A36.	und	16,0	280.394	4.486.296
3,3,3	642.1.2	Apoyos elastoméricos adosados en topes sísmicos (0,30m x	und	8,0	125.336	1.002.687
3,3,4	642.1.3	Apoyos elastoméricos adosados en topes sísmicos (11,0m x	und	4,0	1.934.715	7.738.861
3,3,5	663.1.1	Tubería perforada PVC, ASTM D 1785, de Diámetro 100 mm	m	22,5	26.896	605.166
3,3,6	674.2.1	Dren horizontal de longitud mayor a 10 m (Puentes típicos)	m	55,0	139.583	7.677.044
3,3,7	673.2.1	Material granular drenante para filtro	m3	81,0	53.897	4.365.633
3,3,8	673.1.1	Geotextil tipo NT 1800	m2	360,0	6.512	2.344.310
3,3,9	650.2.1	Barandas metálica peatonal fy=36 Ksi-Acero A-36 ASTM	kg	0,0	6.429	-
3,3,10	700.1.1	Líneas de demarcación con pintura en frío	m	390,0	1.310	510.753
3,3,11	700.3.1	Marca vial con pintura en frío (Barreras New Jersey)	m2	327,5	25.285	8.280.714
3,3,12	701.1.1	Tachas reflectivas Bidireccionales	und	25,0	6.378	159.456
3,3,13	701.1.2	Tachas reflectivas Unidireccionales	und	25,0	4.796	119.891
3,3,14	710.1.1	Señal vertical de tránsito tipo I con lámina retrorreflectiva tipo	und	10,0	275.019	2.750.195
3,3,15	710.2.1	Señal vertical de tránsito tipo V con lámina retrorreflectiva	m2	20,0	251.194	5.023.880
3,3,16	740.1.1	Captafaros (Barreras New Jersey)	und	45,0	14.035	631.590
		TOTAL SUPERESTRUCTURA			COP	906.625.826
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (SE1+SE2+SUP)			COP	1.988.457.20
		ADMINISTRACIÓN, IMPREVISTOS Y UTILIDAD (AIU)			%	30,0%
					COP	596.537.160
		COSTO ESTIMADO PARA INTERVENTORIA			COP	198.845.720
		COSTOS AMBIENTALES ESTIMADOS			COP	159.076.576
		COSTO TOTAL			COP	2.942.916.65
		PRECIO POR METRO LINEAL DE PUENTE			COP	73.572.916

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	250
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

		PRECIO POR METRO CUADRADO DE PUENTE			COP	3.503.472
--	--	-------------------------------------	--	--	-----	-----------

14.12.2 Puente Vehicular 80 metros de luz a salvar

ÍTEM	CÓDIGO INVIAS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1		SUBESTRUCTURA ESTRIBO 1				
1,1		EXCAVACIONES Y LLENOS				
1,1,1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar para estribos	m3	276,5	15.172	4.194.569
1,1,2	610.1.1	Lleno con material estructural para estribos	m3	618,0	37.832	23.380.200
1,2		CONCRETOS				
1,2,1	630.3.1	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para estribos. (Incluye vástago, pantalla, asiento y ménsula)	m3	99,0	574.107	56.836.633
1,2,2	630.3.2	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para aletas	m3	43,4	526.265	22.839.906
1,2,3	621.1.3	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,2 m	m	0,0	1.748.232	-
1,2,4	621.1.4	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,5 m	m	147,5	2.450.953	361.515.557
1,2,5	630.6.1	Concreto Clase F, f'c = 14 MPa, para limpieza	m3	0,0	289.817	-
1,3		ACERO DE REFUERZO				
1,3,1	640.1.2	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para estribos. (Incluye vástago, pantalla, asiento y ménsula)	kg	17.095,3	3.341	57.108.562
1,3,2	640.1.3	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para aletas	kg	4.502,3	3.341	15.040.261
		TOTAL SUBESTRUCTURA ESTRIBO 1				540.915.688
1		SUBESTRUCTURA PILA				
1,1		EXCAVACIONES Y LLENOS				
1,1,1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar para pila	m3	414,7	15.172	6.291.853
1,1,2	610.1.1	Lleno con material estructural	m3	309,0	37.832	11.690.100
1,2		CONCRETOS				
1,2,1	630.3.1	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para pila. (Incluye vástago, viga cabezal, asiento)	m3	198,0	574.107	113.673.266
1,2,2	630.3.2	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para aletas	m3	43,4	526.265	22.839.906
1,2,3	621.1.3	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,2 m	m	0,0	1.748.232	-
1,2,4	621.1.4	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,5 m	m	177,5	2.450.953	435.044.145
1,2,5	630.6.1	Concreto Clase F, f'c = 14 MPa, para limpieza	m3	0,0	289.817	-
1,3		ACERO DE REFUERZO				
1,3,1	640.1.2	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para pila. (Incluye vástago, viga cabezal, asiento)	kg	34.190,5	3.341	114.217.125
1,3,2	640.1.3	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para aletas	kg	4.502,3	3.341	15.040.261
		TOTAL SUBESTRUCTURA PILA				718.796.655
1		SUBESTRUCTURA ESTRIBO 3				
1,1		EXCAVACIONES Y LLENOS				
1,1,1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar para estribos	m3	276,5	15.172	4.194.569
1,1,2	610.1.1	Lleno con material estructural para estribos	m3	618,0	37.832	23.380.200
1,2		CONCRETOS				
1,2,1	630.3.1	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para estribos. (Incluye vástago, pantalla, asiento y ménsula)	m3	99,0	574.107	56.836.633
1,2,2	630.3.2	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para aletas	m3	43,4	526.265	22.839.906
1,2,3	621.1.3	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,2 m	m	0,0	1.748.232	-
1,2,4	621.1.4	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,5 m	m	187,5	2.450.953	459.553.674
1,2,5	630.6.1	Concreto Clase F, f'c = 14 MPa, para limpieza	m3	0,0	289.817	-

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	251
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

1,3		ACERO DE REFUERZO				
1,3,1	640.1.2	Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa, para estribos. (Incluye vástago, pantalla, asiento y ménsula)	kg	17.095,3	3.341	57.108.562
1,3,2	640.1.3	Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa, para aletas	kg	4.502,3	3.341	15.040.261
		TOTAL SUBESTRUCTURA ESTRIBO 3				638.953.805
2		SUPERESTRUCTURA				
2,1		CONCRETOS				
2,1,1	630.3.3	Concreto Clase C, $f'_c = 28$ MPa, para losa reforzada ($e=0,20$ m)	m ³	434,5	741.555	322.205.819
2,1,2	630.1.1	Concreto Clase A, $f'_c = 35$ MPa, para vigas en "I" postensadas	m ³	528,0	876.213	462.640.242
2,1,3	630.3.4	Concreto Clase C, $f'_c = 28$ MPa, para viga rectangular	m ³	0,0	755.908	-
2,1,4	630.3.5	Concreto Clase C, $f'_c = 28$ MPa, para vigas diafragma	m ³	57,8	765.477	44.206.270
2,1,5	630.3.6	Concreto Clase C, $f'_c = 28$ MPa, para topes sísmicos	m ³	0,0	751.124	-
2,1,6	630.3.7	Concreto Clase C, $f'_c = 28$ MPa, para barreras tipo New Jersey	m ³	77,0	550.186	42.364.342
2,1,7	630.4.1	Concreto Clase D, $f'_c = 21$ MPa, para losa de aproximación	m ³	159,5	405.841	64.731.701
2,2		ACERO DE REFUERZO				-
2,2,1	640.1.4	Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa, para losa ($e=0,20$ m)	kg	74.717,5	3.341	249.602.025
2,2,2	640.1.1	Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa, para vigas en "I"	kg	70.812,5	3.341	236.556.943
2,2,3	640.1.5	Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa, para viga rectangular	kg	0,0	3.341	-
2,2,4	640.1.6	Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa, para vigas diafragma	kg	6.864,0	3.341	22.929.947
2,2,5	640.1.7	Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa, para topes sísmicos	kg	3.498,0	3.341	11.685.454
2,2,6	640.1.8	Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa, para barreras tipo New	kg	13.860,0	3.341	46.300.854
2,2,7	640.1.9	Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa, para losa de aproximación	kg	12.254,0	2.805	34.374.594
3		OTROS				
3,3,1	641.1.1	Acero de preesfuerzo para vigas postensadas, torones de	kg	352.720,5	1.011	356.446.382
3,3,2	642.1.1	Apoyos elastoméricos reforzados, PL. 1/8 " de acero A36.	und	32,0	280.394	8.972.592
3,3,3	642.1.2	Apoyos elastoméricos adosados en topes sísmicos (0,30m x	und	16,0	125.336	2.005.374
3,3,4	642.1.3	Apoyos elastoméricos adosados en topes sísmicos (11,0m x	und	8,0	1.934.715	15.477.722
3,3,5	663.1.1	Tubería perforada PVC, ASTM D 1785, de Diámetro 100 mm	m	49,5	26.896	1.331.365
3,3,6	674.2.1	Dren horizontal de longitud mayor a 10 m (Puentes típicos)	m	121,0	139.583	16.889.496
3,3,7	673.2.1	Material granular drenante para filtro	m ³	178,2	53.897	9.604.393
3,3,8	673.1.1	Geotextil tipo NT 1800	m ²	792,0	6.512	5.157.481
3,3,9	650.2.1	Barandas metálica peatonal $f_y=36$ Ksi-Acero A-36 ASTM	kg	0,0	6.429	-
3,3,10	700.1.1	Líneas de demarcación con pintura en frío	m	858,0	1.310	1.123.658
3,3,11	700.3.1	Marca vial con pintura en frío (Barreras New Jersey)	m ²	720,5	25.285	18.217.570
3,3,12	701.1.1	Tachas reflectivas Bidireccionales	und	55,0	6.378	350.802
3,3,13	701.1.2	Tachas reflectivas Unidireccionales	und	55,0	4.796	263.761
3,3,14	710.1.1	Señal vertical de tránsito tipo I con lámina retrorreflectiva tipo	und	22,0	275.019	6.050.428
3,3,15	710.2.1	Señal vertical de tránsito tipo V con lámina retrorreflectiva	m ²	44,0	251.194	11.052.535
3,3,16	740.1.1	Captafaros (Barreras New Jersey)	und	99,0	14.035	1.389.497
		TOTAL SUPERESTRUCTURA			COP	1.991.931.24
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (SE1+SE2+SUP)			COP	3.890.597.39
		ADMINISTRACIÓN, IMPREVISTOS Y UTILIDAD (AIU)			%	30,0%
					COP	1.167.179.21
		COSTO ESTIMADO PARA INTERVENTORÍA			COP	389.059.740
		COSTOS AMBIENTALES ESTIMADOS			COP	311.247.792
		COSTO TOTAL			COP	5.758.084.14
		PRECIO POR METRO LINEAL DE PUENTE			COP	71.976.052
		PRECIO POR METRO CUADRADO DE PUENTE			COP	3.427.431

14.12.3 Puente Vehicular 220 metros de luz a salvar

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	252
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

ÍTEM	CÓDIGO INVIAS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1		SUBESTRUCTURA ESTRIBO 1				
1,1		EXCAVACIONES Y LLENOS				
1,1,1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar para estribos	m3	608,2	15.172	9.228.051
1,1,2	610.1.1	Lleno con material estructural para estribos	m3	1.359,6	37.832	51.436.439
1,2		CONCRETOS				
1,2,1	630.3.1	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para estribos. (Incluye vástago, pantalla, asiento y ménsula)	m3	217,8	574.107	125.040.592
1,2,2	630.3.2	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para aletas	m3	95,5	526.265	50.247.793
1,2,3	621.1.3	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,2 m	m	0,0	1.748.232	-
1,2,4	621.1.4	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,5 m	m	324,5	2.450.953	795.334.226
1,2,5	630.6.1	Concreto Clase F, f'c = 14 MPa, para limpieza	m3	0,0	289.817	-
1,3		ACERO DE REFUERZO				
1,3,1	640.1.2	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para estribos. (Incluye vástago, pantalla, asiento y ménsula)	kg	37.609,6	3.341	125.638.837
1,3,2	640.1.3	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para aletas	kg	9.905,0	3.341	33.088.575
		TOTAL SUBESTRUCTURA ESTRIBO 1				1.190.014.51
1		SUBESTRUCTURA PILA 1				
1,1		EXCAVACIONES Y LLENOS				
1,1,1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar para pila	m3	912,3	15.172	13.842.076
1,1,2	610.1.1	Lleno con material estructural	m3	679,8	37.832	25.718.219
1,2		CONCRETOS				
1,2,1	630.3.1	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para pila. (Incluye vástago, viga cabezal, asiento)	m3	435,6	574.107	250.081.184
1,2,2	630.3.2	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para aletas	m3	95,5	526.265	50.247.793
1,2,3	621.1.3	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,2 m	m	0,0	1.748.232	-
1,2,4	621.1.4	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,5 m	m	390,5	2.450.953	957.097.119
1,2,5	630.6.1	Concreto Clase F, f'c = 14 MPa, para limpieza	m3	0,0	289.817	-
1,3		ACERO DE REFUERZO				
1,3,1	640.1.2	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para pila. (Incluye vástago, viga cabezal, asiento)	kg	75.219,1	3.341	251.277.675
1,3,2	640.1.3	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para aletas	kg	9.905,0	3.341	33.088.575
		TOTAL SUBESTRUCTURA PILA 1				1.581.352.64
1		SUBESTRUCTURA PILA 2				
1,1		EXCAVACIONES Y LLENOS				
1,1,1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar para pila	m3	912,3	15.172	13.842.076
1,1,2	610.1.1	Lleno con material estructural	m3	679,8	37.832	25.718.219
1,2		CONCRETOS				
1,2,1	630.3.1	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para pila. (Incluye vástago, viga cabezal, asiento)	m3	435,6	574.107	250.081.184
1,2,2	630.3.2	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para aletas	m3	95,5	526.265	50.247.793
1,2,3	621.1.3	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,2 m	m	0,0	1.748.232	-

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	253
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

1,2,4	621.1.4	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,5 m	m	390,5	2.450.953	957.097.119
1,2,5	630.6.1	Concreto Clase F, f'c = 14 MPa, para limpieza	m3	0,0	289.817	-
1,3		ACERO DE REFUERZO				
1,3,1	640.1.2	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para pila. (Incluye vástago, viga cabezal, asiento)	kg	75.219,1	3.341	251.277.675
1,3,2	640.1.3	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para aletas	kg	9.905,0	3.341	33.088.575
		TOTAL SUBESTRUCTURA PILA 2				1.581.352.64
1		SUBESTRUCTURA ESTRIBO 3				
1,1		EXCAVACIONES Y LLENOS				
1,1,1	600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar para estribos	m3	608,2	15.172	9.228.051
1,1,2	610.1.1	Lleno con material estructural para estribos	m3	1.359,6	37.832	51.436.439
1,2		CONCRETOS				
1,2,1	630.3.1	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para estribos. (Incluye vástago,	m3	217,8	574.107	125.040.592
1,2,2	630.3.2	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para aletas	m3	95,5	526.265	50.247.793
1,2,3	621.1.3	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,2 m	m	0,0	1.748.232	-
1,2,4	621.1.4	Pilas de concreto vaciado in situ, de diámetro 1,5 m	m	324,5	2.450.953	795.334.226
1,2,5	630.6.1	Concreto Clase F, f'c = 14 MPa, para limpieza	m3	0,0	289.817	-
1,3		ACERO DE REFUERZO				
1,3,1	640.1.2	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para estribos. (Incluye vástago,	kg	37.609,6	3.341	125.638.837
1,3,2	640.1.3	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para aletas	kg	9.905,0	3.341	33.088.575
		TOTAL SUBESTRUCTURA ESTRIBO 3				1.190.014.51
2		SUPERESTRUCTURA				
2,1		CONCRETOS				
2,1,1	630.3.3	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para losa reforzada	m3	2.628,7	741.555	1.949.345.20
2,1,2	630.1.1	Concreto Clase A, f'c = 35 MPa, para vigas cajon postensadas	m3	3.194,4	876.213	2.798.973.46
2,1,3	630.3.4	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para viga rectangular reforzada.	m3	0,0	755.908	-
2,1,4	630.3.5	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para vigas diafragma	m3	0,0	765.477	-
2,1,5	630.3.6	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para topes sísmicos	m3	0,0	751.124	-
2,1,6	630.3.7	Concreto Clase C, f'c = 28 MPa, para barreras tipo New Jersey	m3	232,9	550.186	128.152.135
2,1,7	630.4.1	Concreto Clase D, f'c = 21 MPa, para losa de aproximación	m3	482,5	405.841	195.813.396
2,2		ACERO DE REFUERZO				
2,2,1	640.1.4	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para losa	kg	452.040,9	3.341	1.510.092.25
2,2,2	640.1.1	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para vigas en cajon postensadas	kg	428.415,6	3.341	1.431.169.50
2,2,3	640.1.5	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para viga rectangular reforzada	kg	0,0	3.341	-
2,2,4	640.1.6	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para vigas diafragma	kg		3.341	-
2,2,5	640.1.7	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para topes sísmicos	kg	10.581,5	3.341	35.348.497
2,2,6	640.1.8	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para barreras tipo New Jersey	kg	41.926,5	3.341	140.060.084
2,2,7	640.1.9	Acero de refuerzo fy = 420 MPa, para losa de aproximación	kg	37.068,4	2.805	103.983.146
3		OTROS				
3,3,1	641.1.1	Acero de preesfuerzo para vigas postensadas, torones de Diam	kg	2.133.959,0	1.011	2.156.500.60
3,3,2	642.1.1	Apoyos elastoméricos reforzados, PL. 1/8 " de acero A36. Dureza	und	48,0	280.394	13.458.889
3,3,3	642.1.2	Apoyos elastoméricos adosados en topes sísmicos (0,30m x	und	24,0	125.336	3.008.062
3,3,4	642.1.3	Apoyos elastoméricos adosados en topes sísmicos (11,0m x	und	12,0	1.934.715	23.216.583
3,3,5	663.1.1	Tubería perforada PVC, ASTM D 1785, de Diámetro 100 mm (4")	m	149,7	26.896	4.027.379
3,3,6	674.2.1	Dren horizontal de longitud mayor a 10 m (Puentes típicos)	m	366,0	139.583	51.090.726
3,3,7	673.2.1	Material granular drenante para filtro	m3	539,1	53.897	29.053.290
3,3,8	673.1.1	Geotextil tipo NT 1800	m2	2.395,8	6.512	15.601.380
3,3,9	650.2.1	Barandas metálica peatonal fy=36 Ksi-Acero A-36 ASTM	kg	0,0	6.429	-
3,3,10	700.1.1	Líneas de demarcación con pintura en frío	m	2.595,5	1.310	3.399.064

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	254
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

3,3,11	700.3.1	Marca vial con pintura en frío (Barreras New Jersey)	m2	2.179,5	25.285	55.108.149
3,3,12	701.1.1	Tachas reflectivas Bidireccionales	und	166,4	6.378	1.061.177
3,3,13	701.1.2	Tachas reflectivas Unidireccionales	und	166,4	4.796	797.877
3,3,14	710.1.1	Señal vertical de tránsito tipo I con lámina retrorreflectiva tipo IV	und	66,6	275.019	18.302.545
3,3,15	710.2.1	Señal vertical de tránsito tipo V con lámina retrorreflectiva tipo IV	m2	133,1	251.194	33.433.920
3,3,16	740.1.1	Captafaros (Barreras New Jersey)	und	299,5	14.035	4.203.230
		TOTAL SUPERESTRUCTURA			COP	10.705.200.5
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (SE1+SE2+SUP)			COP	16.247.934.8
		ADMINISTRACIÓN, IMPREVISTOS Y UTILIDAD (AIU)			%	30,0%
					COP	4.874.380.46
		COSTO ESTIMADO PARA INTERVENTORÍA			COP	1.624.793.48
		COSTOS AMBIENTALES ESTIMADOS			COP	1.299.834.79
		COSTO TOTAL			COP	24.046.943.6
		PRECIO POR METRO LINEAL DE PUENTE			COP	109.304.289
		PRECIO POR METRO CUADRADO DE PUENTE			COP	5.204.966

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	255
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA

15.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se presentan todos los análisis hidrológicos e hidráulicos realizados, tendientes a encontrar los caudales en eventos de crecientes máximas para el periodo de retorno de 2.33, 5, 10, 15, 25, 50, 100 años, para este procedimiento se utilizara la metodología del modelo lluvia - escorrentía.

Para esto, previamente se debe realizar la descripción y evaluación de la red de estaciones hidrológicas en la cuenca y su red de influencia, un inventario de infraestructuras hidráulicas en la cuenca y su región de influencia, análisis de los sistemas lenticos localizados en las cuencas, calcular los índices establecidos por el IDEAM, la estimación de la oferta y la demanda hídrica y por último el cálculo de caudales ambientales.

Para el contrato No.1112 de 2017 cuyo Objeto es *“REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.”* realizado por GEOCING S.A.S.

15.2 ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS O HIDRÁULICOS

El presente documento constituye la descripción metodológica y entrega de resultados, de una búsqueda cuidadosa de sucesos históricos hidrológicos ocurridos en el tramo vial de la avenida circunvalar de Oriente del Municipio de Neiva, los cuales se deben tener en cuenta como premisa para la definición de parámetros de diseño en los componentes de hidrología e hidráulica, para de esta forma proponer y definir soluciones constructivas eficientes y duraderas en el tiempo útil del corredor vial.

Se destacan en particular en este documento los detalles de la metodología de trabajo utilizada y un cuadro resumen de los caudales con sus respectivas obras propuestas para esta fase, pero se resalta que se debe de hacer un estudio con mayor de talle para cada una de las obras propuesta en las siguientes fases ya que el nivel de detalle debe ser más cercano a la realidad.

15.3 METODOLOGÍA

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	256
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

El proceso de búsqueda se inicia con una clasificación de la información: por un lado la búsqueda de documentos técnicos (estudios, informes) que se hayan hecho sobre el corredor vial Avenida circunvalar de oriente en los anteriores años. Por otro lado, la búsqueda de eventos históricos del corredor vial ocurridos en el mismo lapso y en donde la lluvia fue factor fundamental para su ocurrencia: derrumbes, inundaciones, avalanchas, socavación, niveles freáticos altos, procesos de reptación, procesos de meteorización y fallas geológicas que atraviesan el corredor vial y que con la acción de lluvias continuas desestabilizaron las vías.

Las fuentes de información fueron las siguientes:

Equipo del POT del Municipio de Neiva.

Documentos de contratistas del Municipio de Neiva.

Páginas de Internet.

Para este corredor vial se han clasificado los eventos históricos así como los eventos pronosticados en los estudios técnicos.

El oportuno trabajo de las estructuras hidráulicas puede permitir la no acumulación de aguas lluvias sobre los taludes del corredor vial y lograr que los materiales que lo componen no se saturen. Esto minimiza los fenómenos de reptación y caída de materiales sobre la vía.

En las visitas a campo, se hizo un inventario de los posibles cruces con estructuras hidráulicas, los cuales se presentan en los planos anexos.

15.4 CLIMATOLOGÍA

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	257
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.4.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para la toma y análisis, a partir de la información recibida del IDEAM, se revisó nuevamente la cantidad de registros de las estaciones escogidas preliminarmente (catálogo IDEAM), verificando que las estaciones escogidas finalmente presentaran registros iguales o mayores a 10 años en cada uno de los parámetros a analizar o que tuvieran registros de los años recientes. En la Tabla 30 se presentan las características de las estaciones que se definieron como puntos de medición de información relevante para el proyecto, de acuerdo con los criterios mencionados anteriormente.

Tabla 30 Estaciones climatológicas seleccionadas.

NOMBRE ESTACIÓN	CÓDIGO	MUNICIPIO	TIPO	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN
SANTA HELENA	21110400	NEIVA	PLUVIOGRÁFICA	0251 N	7506 W	1160
GIRONDA LA HAD	21110430	NEIVA	PLUVIOGRÁFICA	0254 N	7507 W	1060
NEIVA	21110460	NEIVA	PLUVIOMÉTRICA	0256 N	7514 W	593
APTO BENITO SALAS	21115020	NEIVA	SINÓPTICA SECUNDARIA	0256 N	7517 W	439
PALACIO-VEGALARGA	21115100	NEIVA	CLIMATOLÓGICA ORDINARIA	0256 N	7503 W	1100
PUEBLO NUEVO AUTOM	21117100	NEIVA	LIMNIGRÁFICA	0249 N	7505 W	1280
GUAYABO	21117080	NEIVA	LIMNIMÉTRICA	0255 N	7508 W	650
HATO BERMEJO	21117130	NEIVA	LIMNIMÉTRICA	0255 N	7510 W	740
LA PALMA	21117120	NEIVA	LIMNIMÉTRICA	0254 N	7508 W	880

Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	258
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

15.4.2 PRECIPITACIÓN TOTAL

15.4.3 Análisis De Lluvias

- Estación Girona la HDA.

Tabla 31 Totales mensuales de precipitación, estación Girona La HDA.

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	122.2	134.5	186.9	169.3	123.7	53.8	47	30.6	69.8	182.9	242.5	179.2	1542.4
MÁXIMO	418.4	427.6	393.6	446.3	269.8	188.8	160	109	223.5	360.1	617.2	426.7	617.2
MÍNIMOS	1.8	7.8	38.7	27.4	28.1	13.5	6.8	0	10.8	37.8	86.5	14.8	0

Fuente: Geocing S.AS.

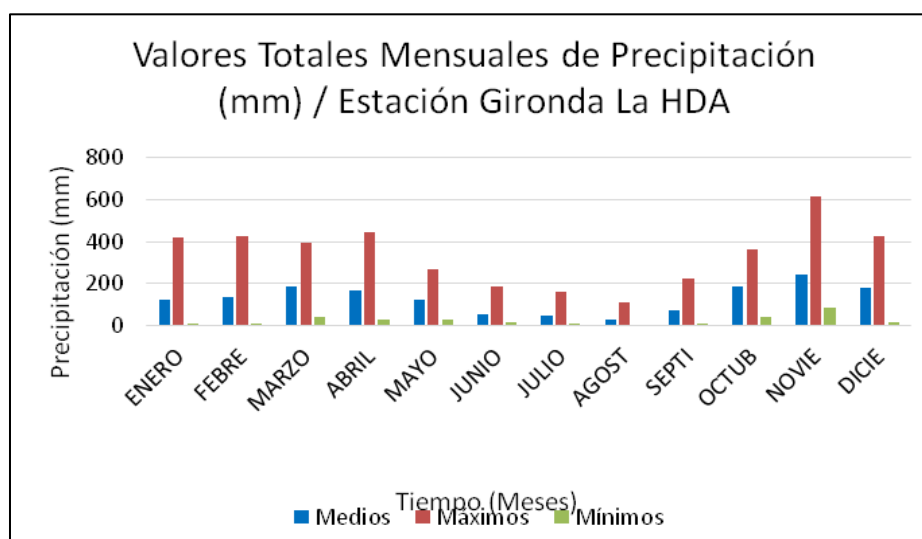


Ilustración 64. Totales mensuales de precipitación, estación Girona La HDA.

- Estación Apto Benito Salas

Tabla 32. Totales mensuales de precipitación, estación Apto Benito Salas

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	109	114.5	144.8	146.9	106.2	41.8	30.3	22.5	52.8	184	218.8	147.1	1318.9
MÁXIMO	331.2	648.7	358.4	442.2	430	218	251	106.5	224	474.2	506.7	381.5	648.7
MÍNIMOS	6	2.4	16	9	0	0	0	0	0	5	33.3	0	0

Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	259
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

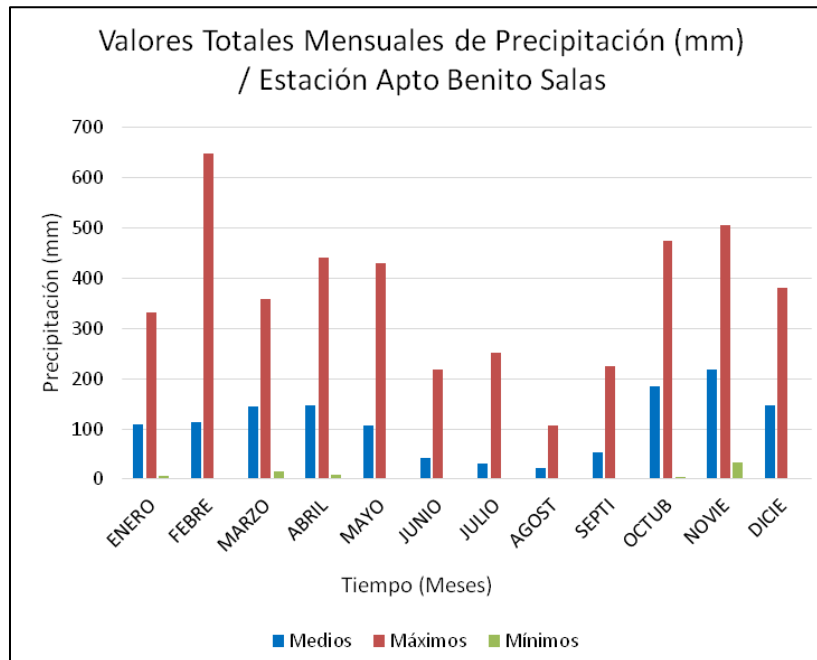


Ilustración 65. Totales mensuales de precipitación, estación Apto Benito Salas. Fuente: Geocing S.AS.

- Estación Palacio – Vegalarga

Tabla 33. Totales mensuales de precipitación, estación Palacio Vegalarga.

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	113	116.6	191.5	190	130.5	67.1	55.3	47.7	61.4	211.6	219.7	167.1	1571.5
MÁXIMO	481.6	271.7	741.1	488.6	247.4	122.6	173.2	144.9	188.3	405.7	564.6	407.7	741.1
MÍNIMOS	6.8	17.3	54.2	39.3	37.4	23.1	9.2	8.2	11.3	31.1	87.1	2.9	2.9

Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	260
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

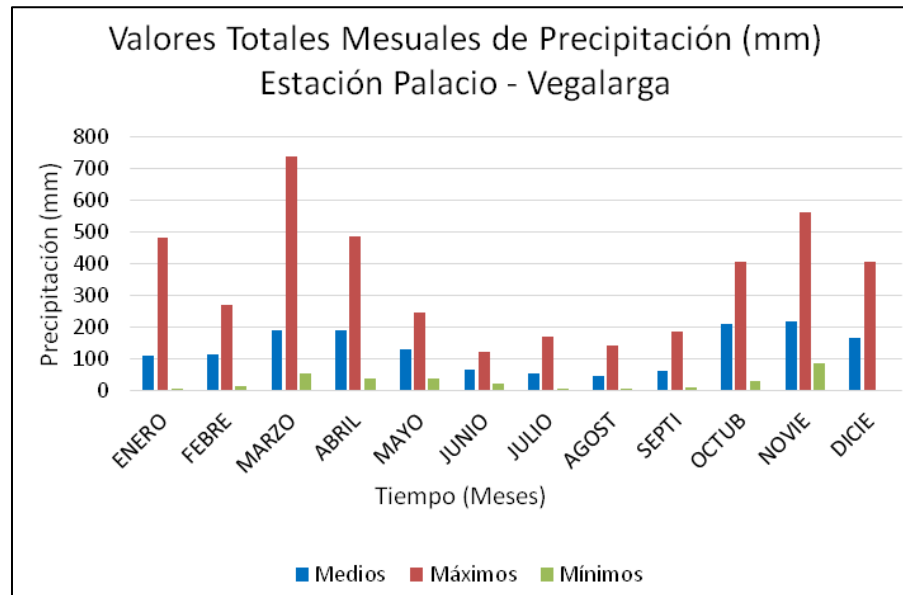


Ilustración 66. Totales mensuales de precipitación, estación Palacio Vegalarga. Fuente: Geocing S.AS.

- Estación Santa Helena

Tabla 34. Totales mensuales de precipitación, estación Santa Helena.

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	134.4	140.6	203	162.9	118.1	70.5	46.9	38.4	53.5	207.6	263.7	185.7	263.7
MÁXIMO	465.6	324.6	614.3	349	202.1	374	92.4	110.3	188.4	472.4	741	479	741
MÍNIMOS	10.6	23.7	65.8	59.6	34.7	16.4	6.4	9.2	14	38	125.3	3.8	3.8

Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	261
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

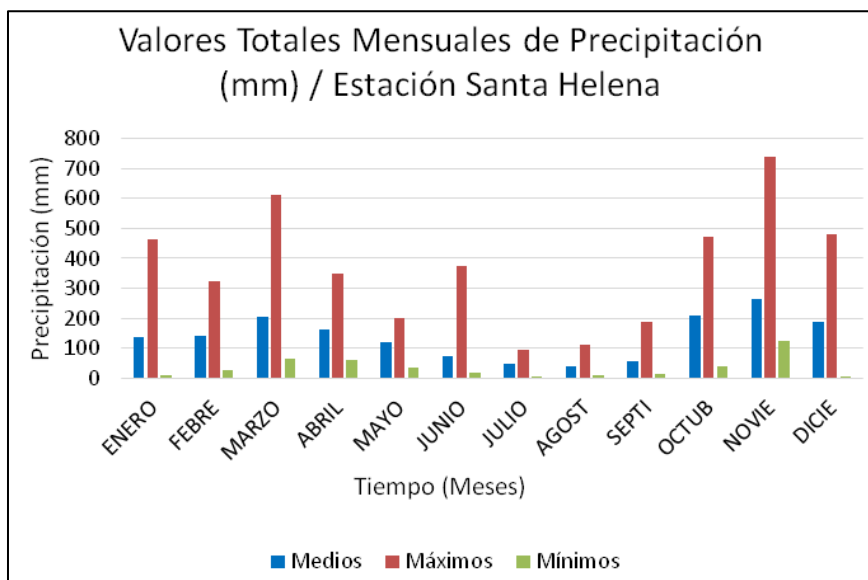


Ilustración 67. Totales mensuales de precipitación, estación Santa Helena. Fuente: Geocing S.AS.

15.4.4 Series Históricas De Precipitación Máxima En 24 Horas

- Estación Girona La Hda

Tabla 35. Precipitación máxima en 24 horas, estación Girona La HDA.

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	45.1	47.2	49.3	51.7	35.5	15.2	15.1	10.9	27.7	52.4	58.9	53.8	38.6
MÁXIMO	96.5	147.2	123	127.8	95	105	60.4	60.1	99.8	107.3	108	128.3	147.2
MÍNIMOS	1.5	3.5	8.7	11	9.5	4.4	2.9	0	3.6	10	19.3	13.5	0

Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	262
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

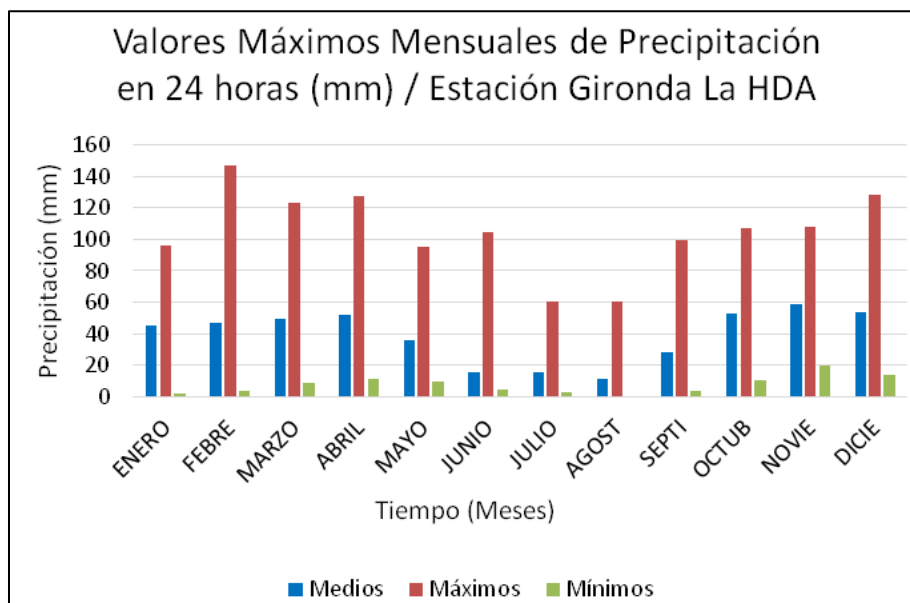


Ilustración 68. Precipitación máxima en 24 horas, estación Gironda La HDA. Fuente: Geocing S.AS.

- Estación Apto Benito Salas

Tabla 36. Precipitación máxima en 24 horas, estación APTO BENITO SALAS.

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	43.8	42	50.4	50.3	39.7	18.7	14.4	12	27.4	57.1	59.8	48.9	38.7
MÁXIMO	142.3	150	160.3	116.5	158.5	55.4	74.5	68.4	83.2	147	114.5	118	160.3
MÍNIMOS	2.6	1.3	7.2	6	0	0	0	0	0	5	8.4	0	0

Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	263
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

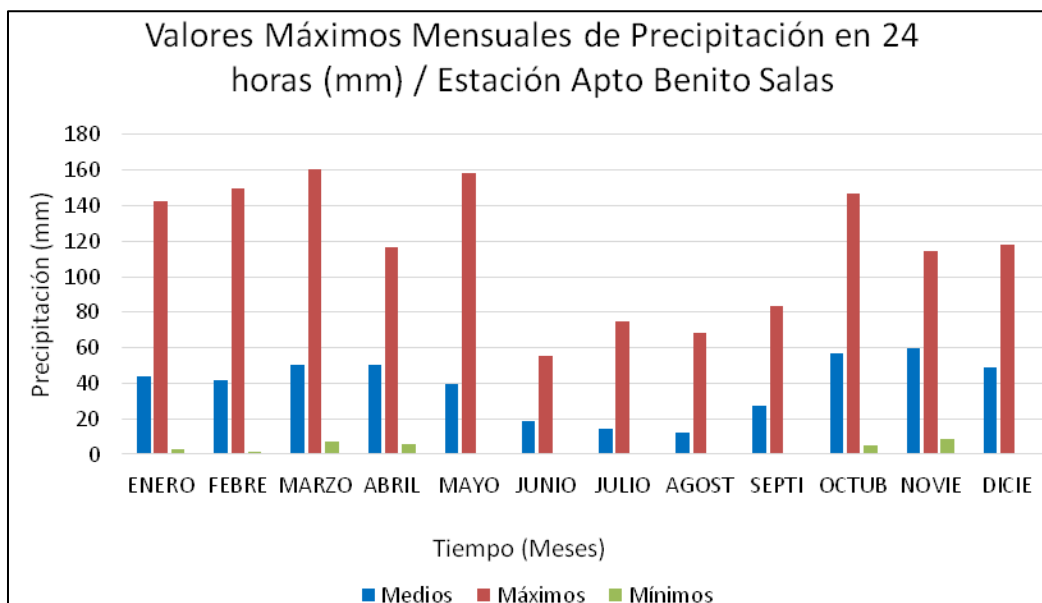


Ilustración 69. Precipitación máxima en 24 horas, estación APTO BENITO SALAS. Fuente: Geocing S.AS.

- Estación Palacio – Vegalarga

Tabla 37. Precipitación máxima en 24 horas, estación PALACIO VEGALARGA.

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	35.5	37	50	45.6	32.6	18.4	16.7	14.3	18.7	54.6	45.6	46	34.6
MÁXIMO	126.9	75	170	123.2	99.2	50.4	46.9	41.2	49.2	112.6	99.3	145.6	170
MÍNIMOS	3.1	5.2	11.3	6.1	7.2	6	2	2	4.2	8.4	13.4	2.4	2

Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	264
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

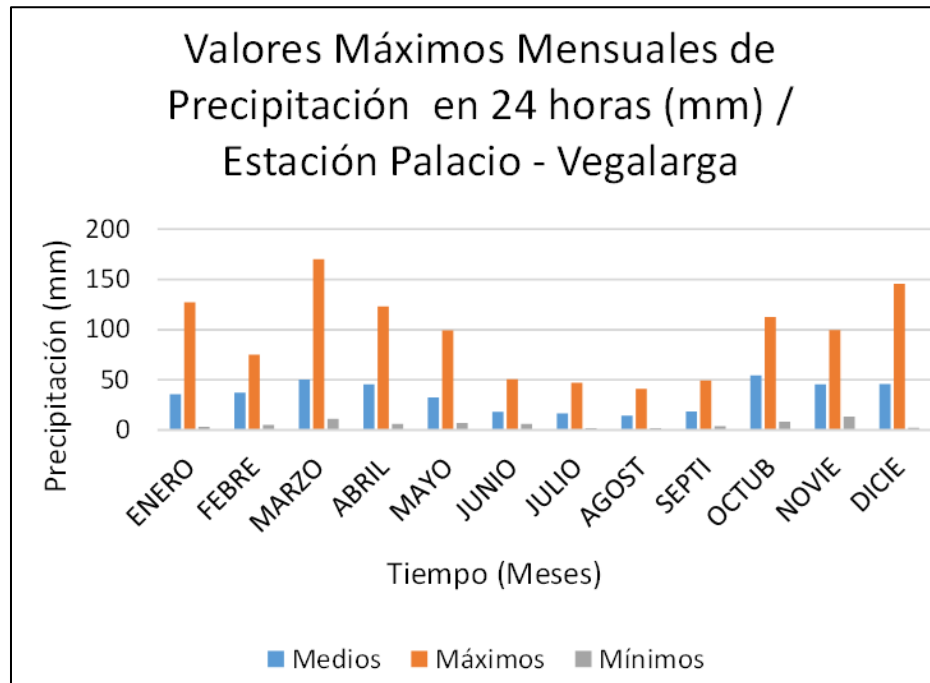


Ilustración 70. Precipitación máxima en 24 horas, estación PALACIO VEGALARGA. Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	265
Fecha: 28/02/2018					

- Estación Santa Helena

Tabla 38. Precipitación máxima en 24 horas, estación SANTA HELENA.

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	36.8	42	50.8	43.2	29.4	17.6	14.9	12.7	18.9	52	51.9	46	34.7
MÁXIMO	98.3	123	115.5	116.2	74	86	39	34	105.9	91.2	100	92.3	123
MÍNIMOS	4.5	6.4	18.8	12.2	5.8	4.3	3.7	2	3.6	10.7	25.2	1.4	1.4

Fuente: Geocing S.AS.

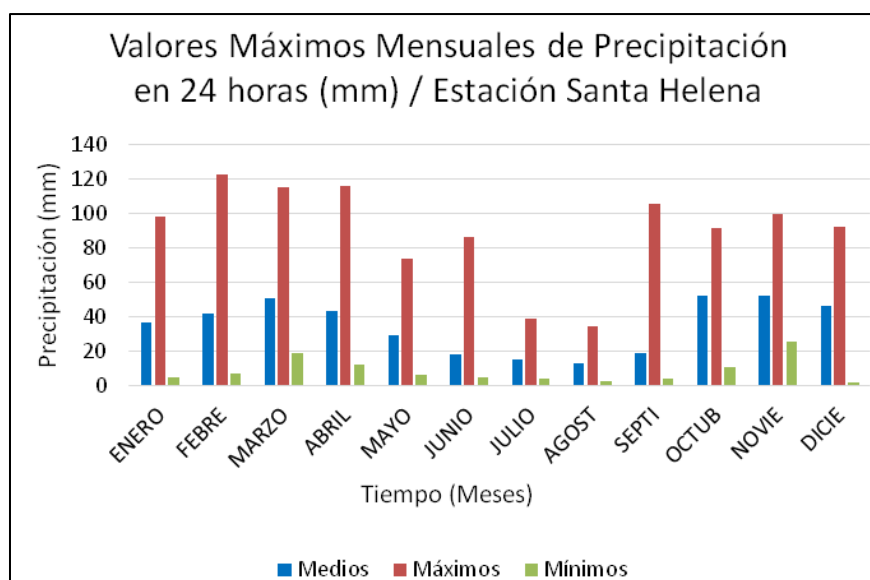


Ilustración 71. Precipitación máxima en 24 horas, estación SANTA HELENA. Fuente: Geocing S.AS.

15.4.5 Análisis De Frecuencia De Lluvias Máximas En 24 Horas

Para obtener las lluvias con diferentes períodos de retorno, a las precipitaciones máximas en 24 horas se les realizó un análisis de frecuencia utilizando las distribuciones Normal, Log Normal, Pearson tipo III, Log Pearson tipo III y Gumbel, con el propósito de seleccionar la que mejor represente el comportamiento de los datos disponibles.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	266
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Distribución Normal

La ecuación general de cálculo es:

$$P_T = \bar{P} + \sigma * K_1$$

P_T - es la precipitación con un determinado período de retorno, T.(mm)

$\bar{P}$ - es el valor medio de la serie de lluvias máximas en 24 horas (mm)

σ .- es la desviación estándar de los datos de la serie (mm).

K_1 - es el factor de frecuencia, propio de la distribución normal.

T - es el período de retorno (años).

La secuencia para la solución de la ecuación general es la siguiente:

- Se define la función de distribución de probabilidad: $F(P_p) = \frac{T-1}{T}$
- Se obtiene el factor de frecuencia K_1 , en función del valor $\frac{T-1}{T}$ (por tabla)
- Se calcula el valor medio de la serie de lluvias máximas en 24 horas, $\bar{P}$, (mm)
- Se determina la desviación estándar de los datos de la serie, σ , (mm).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}}$$

P_i - es cada uno de los valores de la serie, (mm)

n - es el número de datos de la serie.

- Distribución Log Normal

La ecuación general de cálculo es:

$$\ln P_T = \bar{P} + \sigma * K_2$$

$$P_T = e^{\bar{P} + \sigma K_2}$$

P_T - es la precipitación con un determinado período de retorno, T.(mm)

$\bar{P}$ - es el valor medio de la serie de lluvias máximas en 24 horas (mm)

σ .- es la desviación estándar de los datos de la serie (mm).

K_2 - es el factor de frecuencia, propio de la distribución normal.

T - es el período de retorno (años).

e - es la base de los logaritmos naturales.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	267
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

La secuencia para la solución de la ecuación general es la siguiente:

- Se define la función de distribución de probabilidad: $F(P_p) = \frac{T-1}{T}$
- Se obtiene el factor de frecuencia K_2 , en función del valor $\frac{T-1}{T}$ (por tabla)
- Se calcula el valor medio de los logaritmos la serie de lluvias máximas en 24 horas, $\bar{P}$, (mm)
- Se determina la desviación estándar de los logaritmos de los datos de la serie, σ , (mm).
- Distribución Pearson Tipo III

La ecuación general de cálculo es:

$$P_T = \delta_1 + y * \alpha_1$$

P_T - es la precipitación con un determinado período de retorno, T.(mm)

δ_1 - es el valor medio corregido de la serie de lluvias máximas en 24 horas (mm)

α_1 - es la desviación estándar corregida de los datos de la serie (mm).

y - es el factor de frecuencia, propio de la distribución Pearson Tipo III.

T - es el período de retorno (años).

La secuencia para la solución de la ecuación general es la siguiente:

- Se define la función de distribución de probabilidad: $F(P_p) = \frac{T-1}{T}$
- Se obtiene el coeficiente de sesgo, γ

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(P_i - \bar{P})^3}{n}}{\sigma^3}$$

P_i - es cada uno de los valores de la serie, (mm)

n - es el número de datos de la serie.

- Se calcula el parámetro β_1 de la función de densidad de probabilidad,

$$\beta_1 = \left(\frac{2}{\gamma} \right)^2$$

- Se determinan los grados de libertad de la ecuación

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	268
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

$$\nu = 2\beta_1$$

- Se define el parámetro χ^2 de la función de distribución en función de los grados de libertad de la ecuación (por tabla).
- Se calcula el factor de frecuencia, propio de la distribución Pearson Tipo III “y”.

$$y = \frac{\chi^2}{2}$$

- Se evalúa la desviación estándar corregida de los datos de la serie α_1 (mm).

$$\alpha_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{\beta_1}}$$

Se calcula el valor medio corregido de la serie de lluvias máximas en 24 horas δ_1 (mm)

$$\delta_1 = \bar{P} - \alpha_1 \beta_1$$

- Distribución Log Pearson Tipo III

La ecuación general de cálculo es:

$$\log P_T = \bar{P} + \sigma_{\log P} * K_3$$

P_T - es la precipitación con un determinado período de retorno, T.(mm)

$\bar{P}$ - es el valor medio de los logaritmos de la serie de lluvias máximas en 24 horas (mm)

$\sigma_{\log P}$ - es la desviación estándar de los logaritmos de la serie (mm).

K_3 - es el factor de frecuencia, propio de la distribución Log Pearson III.

T - es el período de retorno (años).

La secuencia para la solución de la ecuación general es la siguiente:

- Se calcula el valor medio de los logaritmos de la serie de lluvias máximas en 24 horas, $\bar{P}$, (mm)
- Se define la función de distribución de probabilidad: $F(P_p) = \frac{T-1}{T}$
- Se determina la desviación estándar de los logaritmos de los datos de la serie, (mm).

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	269
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

$$\sigma_{\log P} = \sqrt{\frac{\sum (\log P_i - \log \bar{P})^2}{n-1}}$$

- Se determina el coeficiente de asimetría de los logaritmos de los datos de la serie, A.

$$A = \frac{n \sum (\log P_i - \log \bar{P})^3}{(n-1)(n-2)(\sigma_{\log P})^3}$$

- Se obtiene el factor de frecuencia K_3 , en función del coeficiente de asimetría y del período de retorno (por tabla)
- Distribución Gumbel

La ecuación general de cálculo es:

$$P_T = \bar{P} + \sigma * K_4$$

P_T - es la precipitación con un determinado período de retorno, T.(mm)

$\bar{P}$ - es el valor medio de la serie de lluvias máximas en 24 horas (mm)

σ .- es la desviación estándar de los datos de la serie (mm).

K_4 - es el factor de frecuencia, propio de la distribución Gumbel.

T - es el período de retorno (años).

$$K_4 = \left(\frac{Y - Y_n}{\sigma_n} \right)$$

Y, Y_n – Son parámetros tomados en función de la longitud de la serie.

σ_n - Es la desviación estándar tomando en el denominador sólo n.

La secuencia para la solución de la ecuación general es la siguiente:

- Se obtiene el factor de frecuencia K_4 , en función de Y, Y_n (por tabla)
- Se calcula el valor medio de la serie de lluvias máximas en 24 horas, $\bar{P}$, (mm)
- Se determina la desviación estándar de los datos de la serie, σ , (mm).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}}$$

P_i - es cada uno de los valores de la serie, (mm)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	270
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

n - es el número de datos de la serie.

- Se calcula finalmente el valor P_T

15.4.6 Análisis De Frecuencia De Precipitaciones En 24 Horas

- Estación: Girona La Hda

Tabla 39. Comparativo de resultados para los diferentes tipos de distribuciones

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2.33	95.8	92.0	95.0	93.8	91.9	95.3
5	113.6	114.0	113.3	113.5	111.3	114.1
15	131.3	142.1	132.4	134.9	134.7	132.6
50	146.2	171.4	148.9	153.9	158.0	147.9
100	153.5	188.1	157.3	163.5	170.9	155.3
500	168.3	226.7	174.7	183.5	200.4	170.0
1000	174.0	243.3	181.5	191.3	213.1	175.6
chi 2	10.3	11.3	9.3	8.5	12.3	8.5

Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	271
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

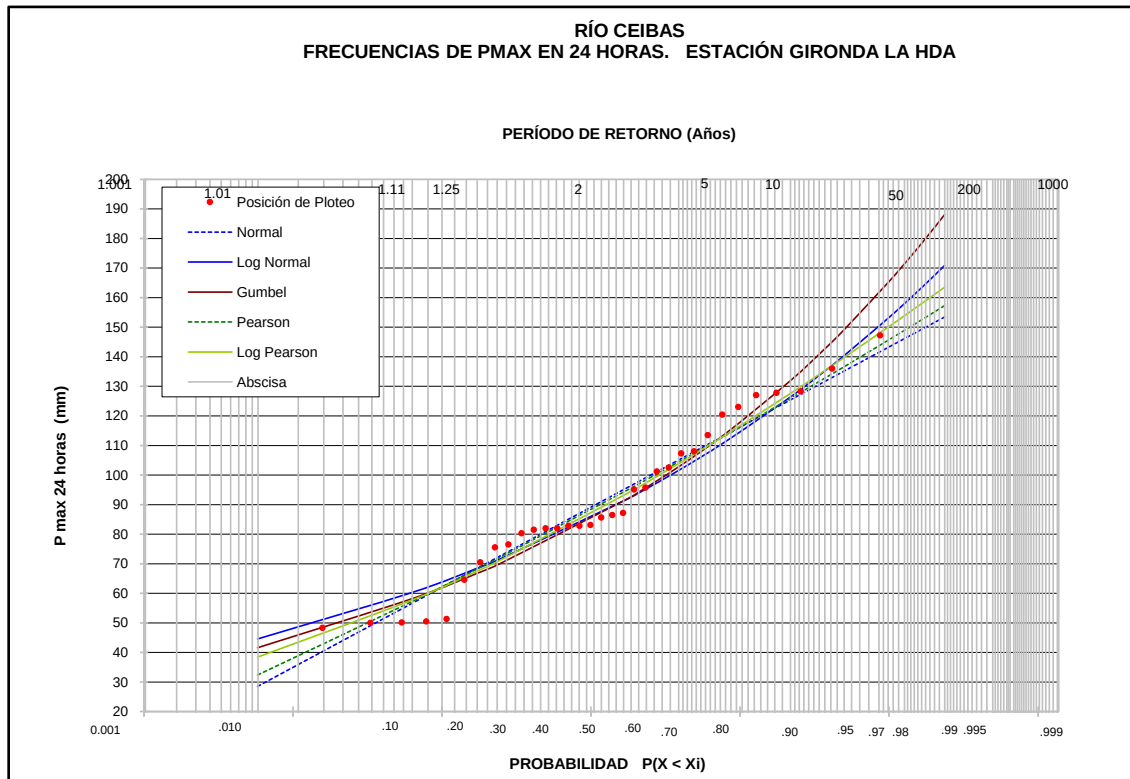


Ilustración 72. Comparativo gráfico de las diferentes distribuciones. Fuente: Geocing S.AS.

15.4.7 Resultados Del Análisis De Frecuencia De Precipitaciones En 24 Horas

- Estación: Santa Helena

Tabla 40. Comparativo de resultados para los diferentes tipos de distribuciones

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2.33	82.3	79.1	81.2	79.7	79.3	81.4
5	96.9	97.1	96.5	96.0	95.1	97.1
15	111.4	120.0	112.7	115.0	114.1	113.0
50	123.5	144.0	127.1	133.3	132.8	126.3
100	129.5	157.6	134.5	143.2	143.1	132.9
500	141.6	189.1	150.1	165.3	166.6	146.0
1000	146.3	202.7	156.3	174.5	176.6	151.0
chi 2	8.4	6.1	6.2	5.6	6.7	5.1

Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	272
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

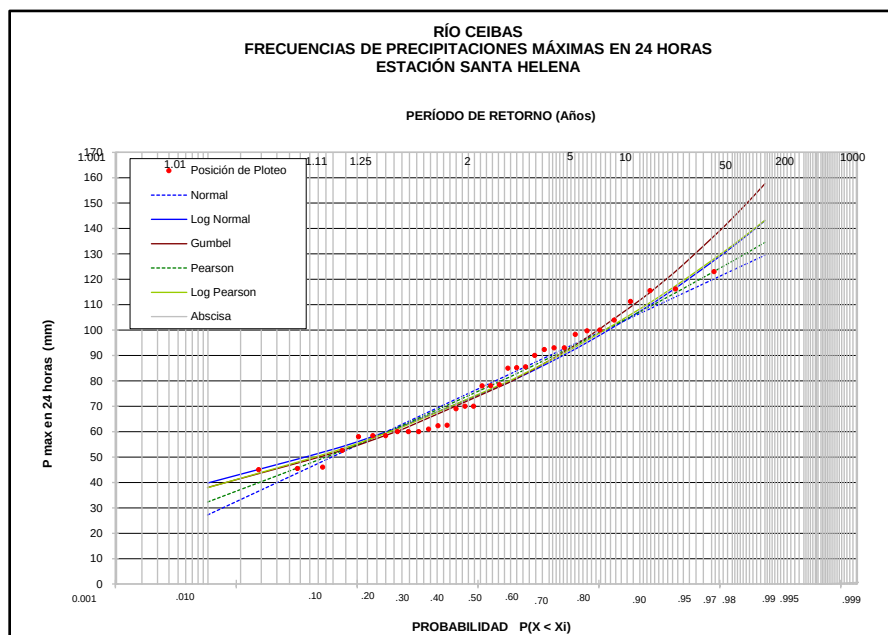


Ilustración 73. Comparativo gráfico de las diferentes distribuciones

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	273
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

- Curvas IDF – Estación Girona La HDA.

Tabla 41. Cálculo de la curva IDF, Estación Girona La HDA.

		PERIODOS DE RETORNO (AÑOS)								
		2.33	5	10	15	25	50	100	500	1000
DURACIÓN DE LA LLUVIA (MINUTOS)	5	238.59	273.74	310.12	333.60	365.72	414.32	469.38	627.10	710.43
	10	151.00	173.24	196.27	211.13	231.46	262.22	297.06	396.88	449.62
	15	115.54	132.57	150.18	161.55	177.11	200.65	227.31	303.70	344.05
	20	95.56	109.64	124.21	133.62	146.49	165.95	188.00	251.18	284.55
	30	73.13	83.90	95.05	102.24	112.09	126.99	143.86	192.20	217.74
	40	60.48	69.39	78.61	84.56	92.71	105.03	118.98	158.96	180.09
	50	52.20	59.89	67.85	72.98	80.01	90.64	102.69	137.20	155.43
	60	46.28	53.10	60.15	64.71	70.94	80.37	91.05	121.64	137.80
	70	41.80	47.96	54.33	58.45	64.08	72.59	82.24	109.87	124.47
	80	38.28	43.92	49.75	53.52	58.67	66.47	75.30	100.60	113.97
	90	35.41	40.63	46.03	49.52	54.28	61.50	69.67	93.08	105.45
	100	33.03	37.90	42.94	46.19	50.64	57.37	64.99	86.83	98.37
	110	31.02	35.59	40.32	43.37	47.55	53.87	61.03	81.53	92.37
	120	29.29	33.60	38.07	40.95	44.90	50.86	57.62	76.98	87.21
	130	27.78	31.88	36.11	38.85	42.59	48.25	54.66	73.02	82.73
	140	26.46	30.35	34.39	36.99	40.55	45.94	52.05	69.54	78.78
	150	25.28	29.00	32.86	35.34	38.75	43.90	49.73	66.44	75.27
	160	24.22	27.79	31.49	33.87	37.13	42.07	47.66	63.67	72.13
	170	23.27	26.70	30.25	32.54	35.68	40.42	45.79	61.17	69.30
	180	22.41	25.71	29.13	31.34	34.36	38.92	44.09	58.91	66.74

Fuente: Geocing S.AS.

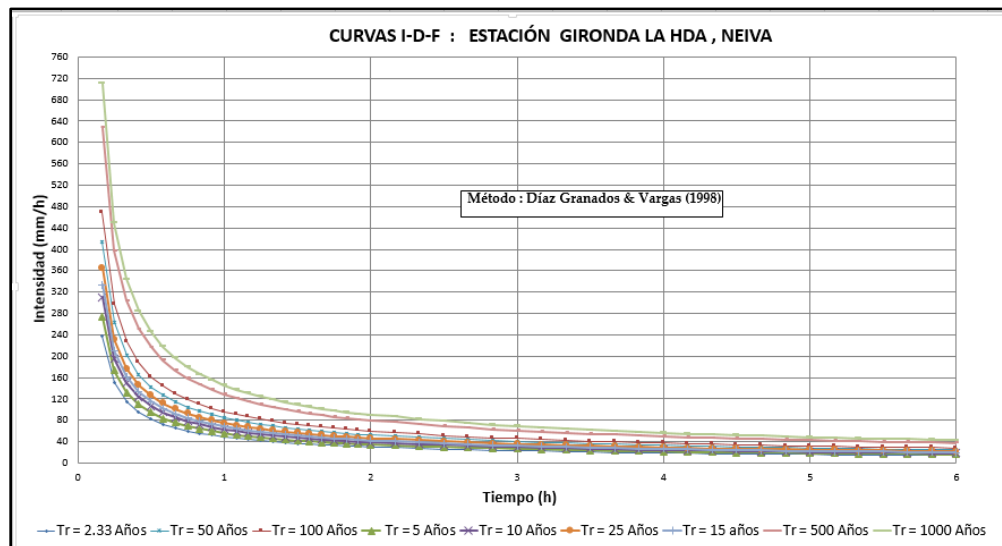


Ilustración 74. Curva IDF, Estación Girona La HDA

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	274
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

• **Histograma De Precipitación Totales Estación Gironda La HDA.**

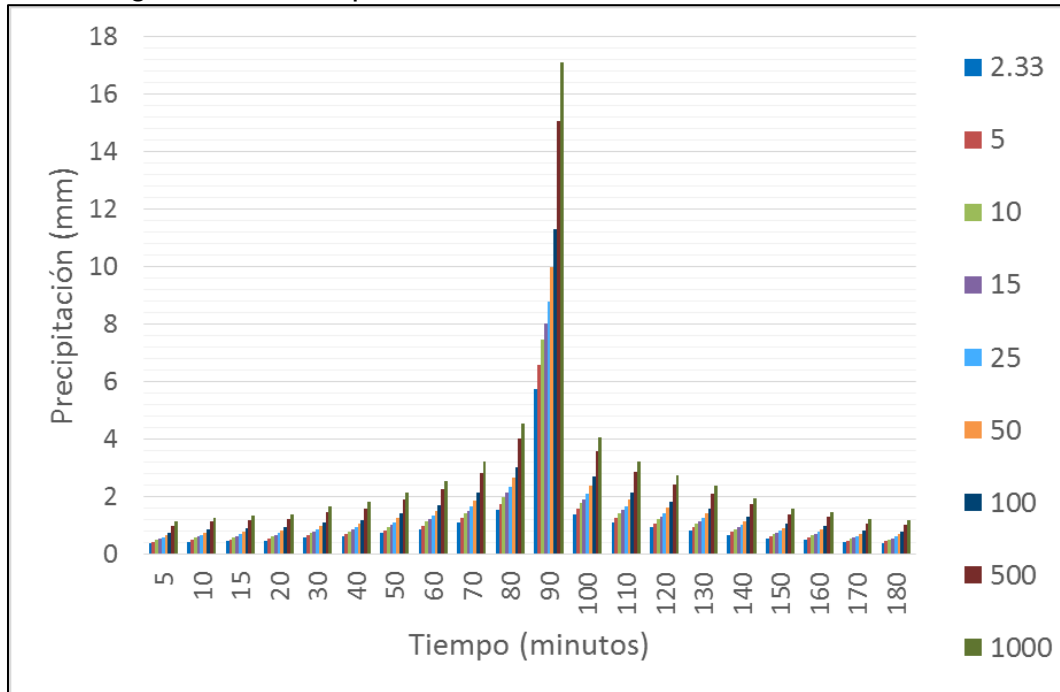


Ilustración 75. Histograma de precipitación total. Estación Gironda la HDA.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	275
Fecha: 28/02/2018					

15.4.8 Registro Y Análisis De Series Históricas De Caudales

La estación Guayabo es la más representativa de la zona de estudio, por tal motivo a continuación se presentan los registros de caudales máximos, medios y mínimos.

- Caudales Medios Mensuales, Estación: Guayabo

Tabla 42. Medios mensuales de caudales, estación GUAYABO.

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	4,929	4,948	5,812	5,153	4,7	4,973	5,177	4,496	3,801	4,013	5,617	5,533	4,929
MÁXIMO	9,451	10,85	18,35	11,51	11,74	9,987	8,016	6,115	7,488	8,48	12,95	14,66	18,35
MÍNIMOS	1,501	1,607	1,839	0,976	0,8	2,478	3,128	2,431	1,699	1,056	2,084	0,781	0,781

Fuente: Geocing S.AS.

Como se aprecia en la Ilustración 76, en términos de valores medios, se presentan máximos de 18 m³/seg, medios sobre los 10 m³/seg y mínimos menores a 1 m³/seg.

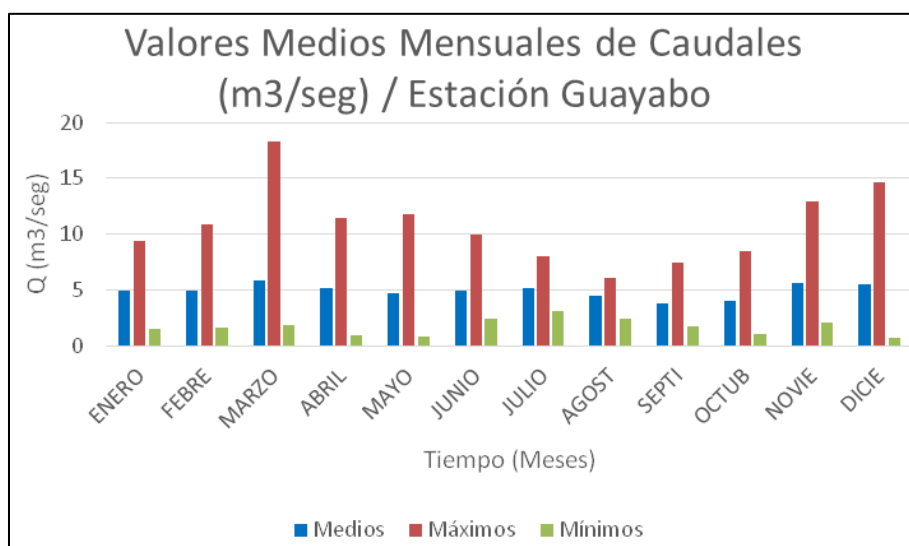


Ilustración 76. Medios mensuales de caudales, estación GUAYABO. Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	276
Fecha: 28/02/2018					

- Caudales Máximos Mensuales, Estación: Guayabo

Tabla 43. Máximos mensuales de caudales, estación GUAYABO

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	20,304	24,26383	29,034	22,0584	12,4604	12,625	11,0528	8,3714	7,51579	17,2519	26,3468	25,168	18,0377
MÁXIMO	74,92	93,4	98,08	84,12	50,24	45,88	21,74	21,36	28	94,1	93,21	117,9	117,9
MÍNIMOS	2,77	3,19	4,454	4,6	3,56	4,627	4,16	3,75	2,619	1,562	6,18	1,26	1,26

Fuente: Geocing S.A.S.

Como se aprecia en la Ilustración 77, en términos de valores máximos, se presentan máximos de 117.9 m3/seg, medios sobre los 80 m3/seg y mínimos cercanos a 1.30 m3/seg.

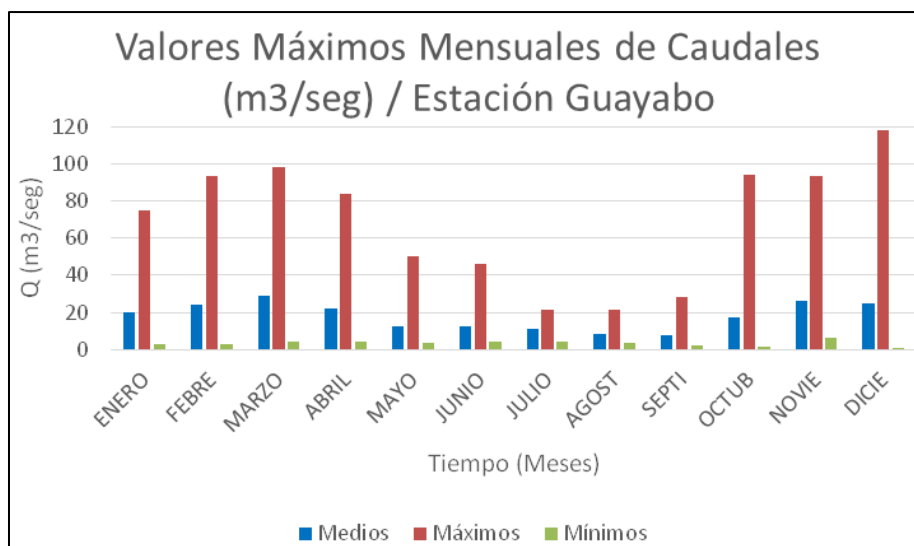


Ilustración 77. Máximos mensuales de caudales, estación GUAYABO.

Fuente: Geocing S.A.S.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	277
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Caudales Mínimos Mensuales, Estación: Guayabo

Tabla 44. Mínimos mensuales de caudales, estación GUAYABO

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	3,38	3,333	3,499	3,76	3,731	3,782	3,959	3,614	3,229	2,912	3,36	3,702	3,52
MÁXIMO	6,471	6,076	7,4	7,83	7,43	6,62	6,18	5,764	6,2	5,14	6,14	8,764	8,76
MÍNIMOS	0,8	0,8	0,99	0,8	0,8	1,53	2,37	1,66	1,4	0,708	0,984	0,386	0,39

Fuente: Geocing S.AS.

Como se aprecia en la Ilustración 78, en términos de valores mínimos, se presentan máximos de 8.76 m³/seg, medios sobre los 6 m³/seg y mínimos en promedio de 0.80 m³/seg.

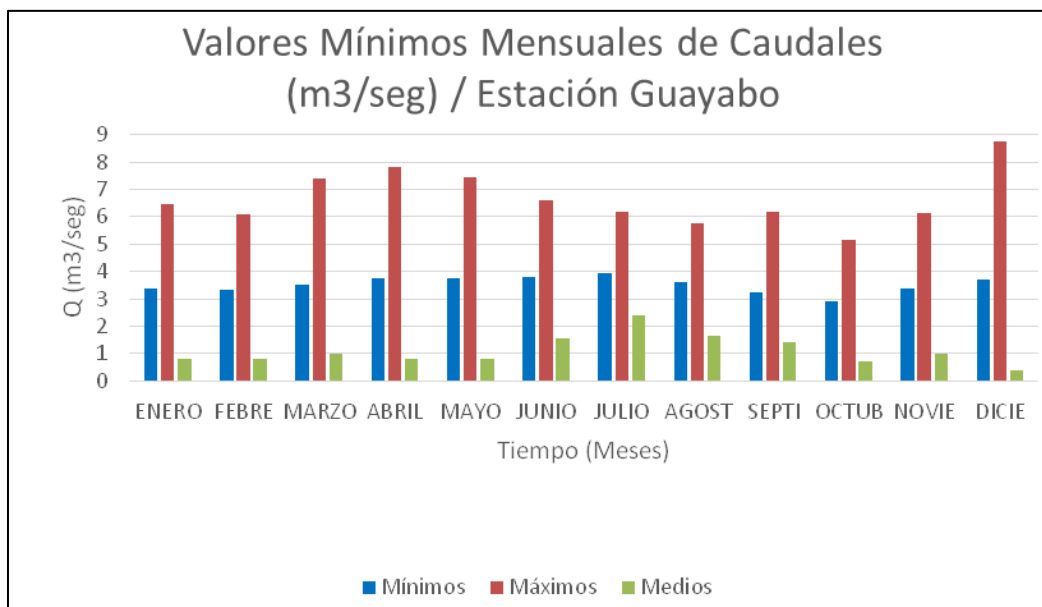


Ilustración 78. Mínimos mensuales de caudales, estación GUAYABO.

Fuente: Geocing S.AS.

- Integración De Máximos, Medios Y Mínimos - Estación: Guayabo

Con el objeto de valorar de forma integral los caudales máximos, medios y mínimos, a continuación se presentan los valores representativos de las 3 series, es decir, los valores máximos de la serie máxima, los valores promedio de la serie de medios y los mínimos presentes en la serie de mínimos. Esto permite visualizar los extremos o las diferencias marcadas entre las series.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	278
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 45. Integración de máximos, medios y mínimos mensuales de caudales, estación GUAYABO

AÑO	VALORES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS DE CAUDALES (m3/seg)												PROM
	Estación Guayabo - Código: 21117080 - Municipio: Neiva - Departamento: Huila.												
	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	4,929	4,948	5,812	5,153	4,7	4,973	5,177	4,496	3,801	4,013	5,617	5,533	4,92933
MÁXIMO	74,92	93,4	98,08	84,12	50,24	45,88	21,74	21,36	28	94,1	93,21	117,9	117,9
MÍNIMOS	0.8	0.8	0.99	0.8	0.8	1.53	2.37	1.66	1.4	0.708	0.984	0.386	0.386

Fuente: Geocing S.AS.

En términos numéricos, los máximos predominan sobre los 80 m3/seg, con su máximo absoluto en 117.9 m3/seg, los medios están entre los 3.8 y los 5.5 m3/seg y el mínimos absoluto es de 0.389 m3/seg.

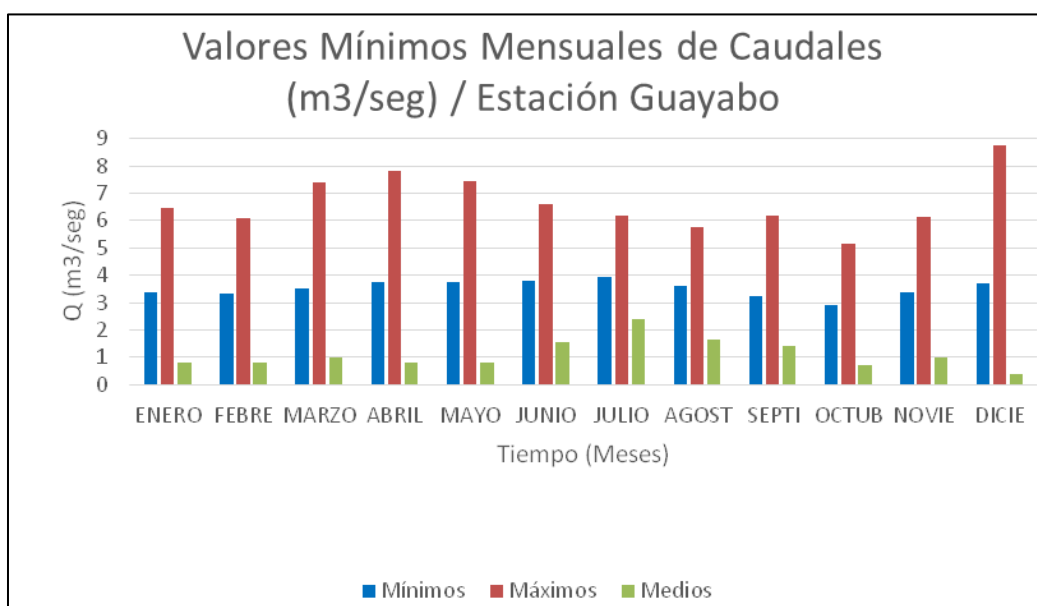


Ilustración 79. Integración de máximos, medios y mínimos mensuales de caudales, estación GUAYABO.

Fuente: Geocing S.AS.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	279
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.4.9 Modelo: Lluvia Caudal

Para el cálculo de las crecientes del río Ceibas se utilizó un modelo lluvia-caudal, con el fin de generar caudales producto de las áreas de drenaje. Para su aplicación se parte del análisis de las series existentes de lluvias máximas en 24 horas. Además, se consideran las características morfométricas y de infiltración de la cuenca y se producen los hidrógramas correspondientes. La creciente se calcula en el sitio de interés donde inicia la modelación hidráulica.

El desarrollo del modelo lluvia-caudal se fundamentó en las series existentes de lluvias máximas en 24 horas de la región, en las características morfométricas de la cuenca y en las condiciones de infiltración de los suelos, es decir, se partió de información secundaria.

La aplicación del modelo lluvia-caudal para definir las crecientes se inicia con un estudio detallado de los aguaceros que producen los caudales máximos y se complementa con una caracterización completa de la cuenca aferente en el río Palo para culminar con la construcción de los hidrógramas correspondientes.

Para determinar el caudal generado por la lluvia se aplica el modelo lluvia-caudal del Soil Conservation Service de los E.U.A., dado que el método racional sobrevalora el caudal cuando se usa en cuencas rurales con una extensión superior a 100 ha. Para el efecto, se definen las áreas aferentes, se selecciona el período de retorno del aguacero de diseño, se calcula el valor de la tormenta con el período de retorno requerido, se evalúan los tiempos de concentración, se selecciona el Número de Curva CN el cual es un concepto similar al coeficiente de escorrentía y, finalmente, se calculan los caudales de diseño para el tramo de estudio.

- Análisis De Frecuencia De Lluvias Máximas En 24 Horas Y Determinación Del Aguacero De Diseño

El modelo lluvia-caudal del Soil Conservation Service requiere, como insumo, el valor de la precipitación máxima diaria con un período de retorno predeterminado. Para el efecto, se seleccionó la estación GIRONDA LA HDA como representativa de la cuenca del río Ceibas desde su nacimiento hasta el sitio de interés del estudio. Los datos de la estación GIRONDA LA HDA y su ubicación se presentaron anteriormente.

Para el cálculo de las crecientes, la cuenca se dividió en 10 Subcuencas. A las Subcuencas se le asignaron las lluvias de la estación GIRONDA LA HDA por ser la más representativa de toda la cuenca.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	280
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Modelación Hidrológica Con Hec Hms

Las crecientes se calcularon por medio del programa HEC- HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System) de los Estados Unidos de América (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>), el cual posee un gran número de aplicaciones, además de la mencionada.

El procedimiento para determinar el hidrógrama de la creciente en este caso consiste en dividir la cuenca del río Ceibas hasta el sector de estudio o interés en una serie de subcuencas homogéneas y calcular el hidrógrama de la creciente producido hasta dicho sector.

HEC HMS transita el hidrógrama obtenido a lo largo del cauce principal hasta encontrar el siguiente punto de confluencia, ya sea en la margen derecha o en la izquierda. Este tránsito se puede realizar con el método de Muskingum o con otro similar. En ese punto de confluencia se calcula el hidrógrama de la corriente que llega a él y el hidrógrama (o hidrógramas) de las subcuencas aportante hasta ese nodo y se suman al hidrógrama transitado considerando el desfase entre ellos para obtener el hidrógrama final de ese sitio.

El anterior procedimiento se continúa hasta llegar al sitio de interés, es decir, hasta el nodo ubicado frente al casco urbano del municipio de Neiva, en el cual se calcula la creciente final.

Para construir de manera sintética los hidrógramas de las crecientes en cada una de las subcuencas homogéneas se aplica un modelo lluvia-caudal con el método del Soil Conservation Service de los Estados Unidos de Norteamérica. Este modelo determina la escorrentía producida por un aguacero considerando la condición de humedad antecedente y el complejo suelo-cobertura.

Todos los procedimientos orientados a calcular el hidrógrama de una creciente mediante modelos lluvia-caudal requieren convertir la lluvia original en lluvia efectiva, que es la que realmente produce la creciente, descontando las pérdidas, es decir, las abstracciones por diferentes conceptos.

15.4.10 Esquema Del Modelo Hidrológico En HEC HMS.

La cuenca se dividió en 10 Subcuencas, pero es importante resaltar que la división de las Subcuencas se ubicó en los diferentes sitios de análisis e interés.

Las Subcuencas identificadas en el modelo son los siguientes en el sentido del flujo:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	281
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

- Ceibas Alto.
- Motilón 1.
- Motilón 2.
- Q Negra 1.
- Q Negra 2.
- Ceibas Medio.
- El Mico Alto.
- El Mico bajo.
- Ceiba Bajo.
- Ceiba Cierre Final.

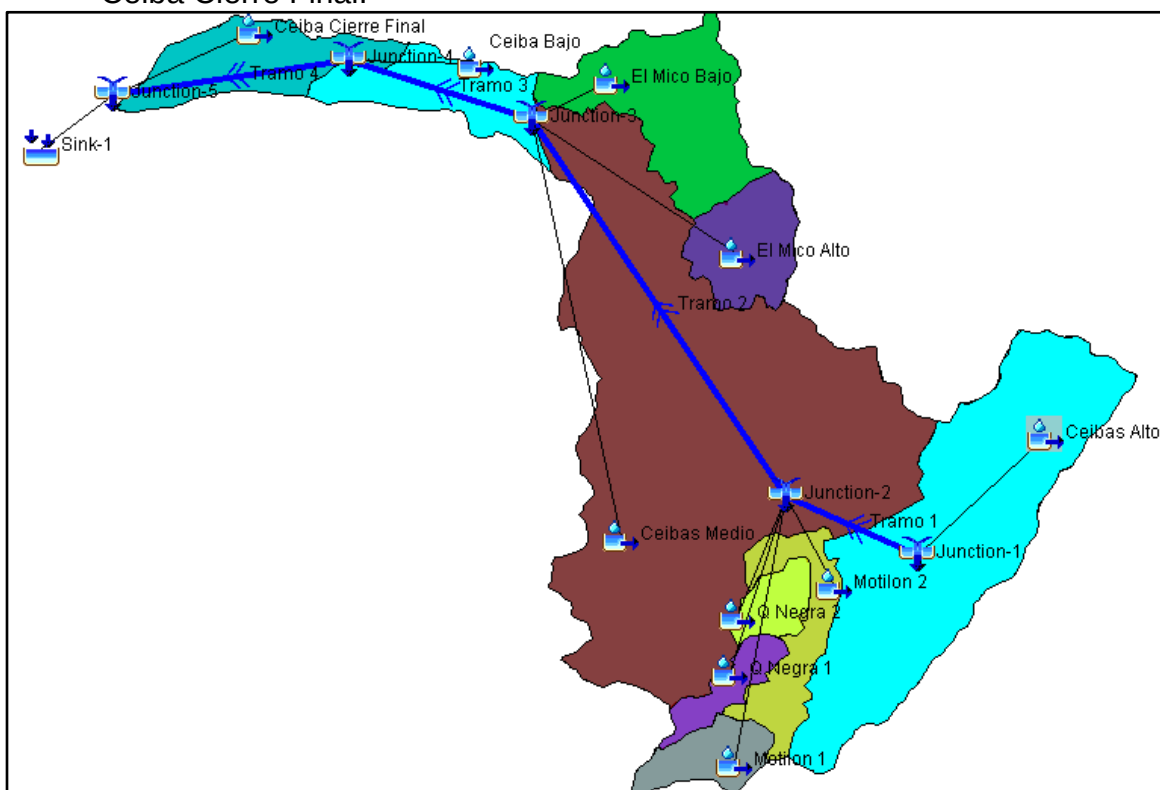


Ilustración 80. Modelo Hidrológico implementado en HEC HMS.

Fuente: Geocing S.A.S.

- Resultados Del Modelo HEC HMS.

Como resultados del modelo HEC-HMS, se obtienen los hidrógramas de caudales al inicio y fin de cada uno de los tramos, la visualización de estos se realiza a través de

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	282
Fecha: 28/02/2018					

la herramienta denominada Junction, ya que cada punto, posee aportes de caudal, que corresponden a los caudales de las Subcuencas, áreas de aporte aferentes al tramo y los caudales que se tienen como resultados del comportamiento hidrológico aguas arriba del punto que se está analizando, se presentan los hidrógramas obtenidos para cada uno de los tramos y que van a corresponder a los caudales con que se realiza el respectivo análisis hidráulico, posterior a la presente modelación hidrológica.

15.4.10.1 Hidrógramas De Creciente

A continuación se muestran los hidrógramas obtenidos al aplicar la metodología anteriormente expuesta con los parámetros indicados para la cuenca del río Ceibas hasta final de dicha cuenca. Se incluyen los hidrógramas en el sitio de interés, para los distintos períodos de retorno de 2.33, 5, 10, 15, 25, 50, 100, 500 y 1000 años en cada uno de esos nodos.

- Periodo De Retorno: 2.33 Años

Caudal Pico = 47.7 m³/seg

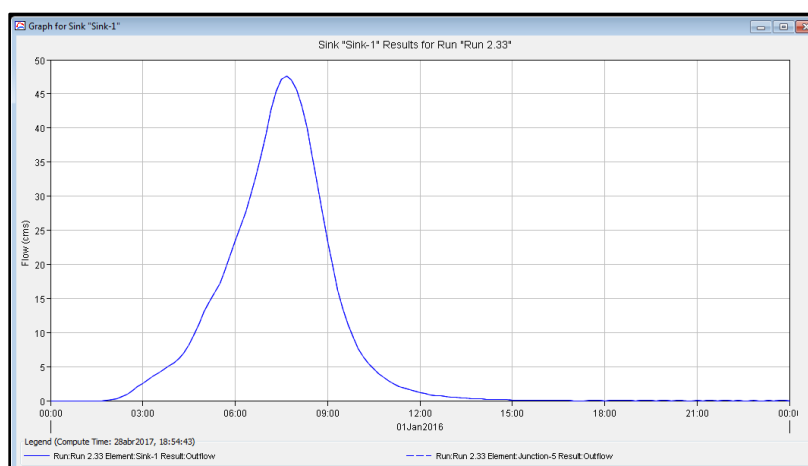


Ilustración 81. Hidrógrama de creciente para 2.33 años.

Fuente: Geocing S.AS.

- Periodo De Retorno: 5 Años

Caudal Pico = 73.5 m³/seg

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	283
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

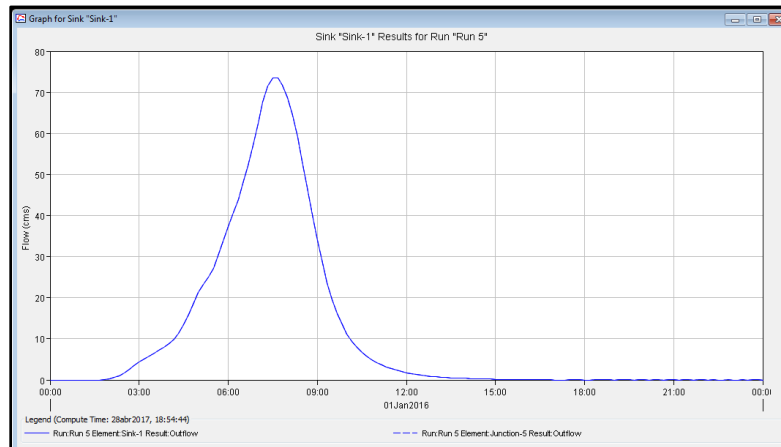


Ilustración 82. Hidrógrama de creciente para 5 años.

Fuente: Geocing S.AS.

- Periodo De Retorno: 10 Años
Caudal Pico = 105.3 m3/seg

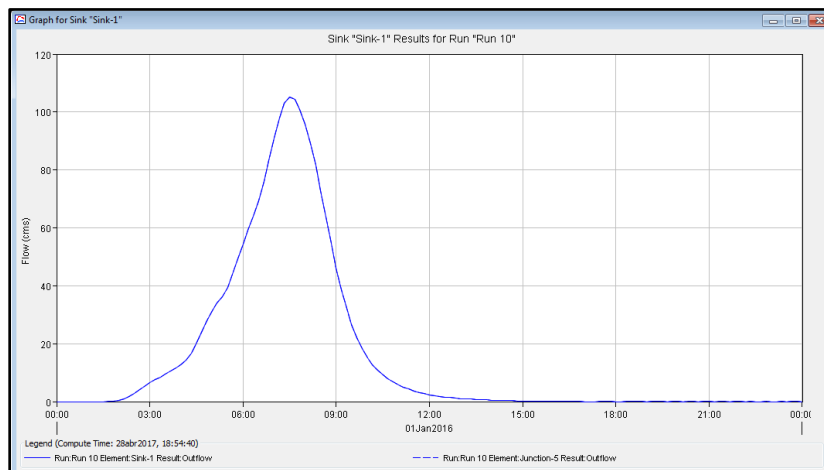


Ilustración 83. Hidrógrama de creciente para 10 años.

Fuente: Geocing S.AS.

- Periodo De Retorno: 15 Años

Caudal Pico = 127.7 m3/seg

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	284
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

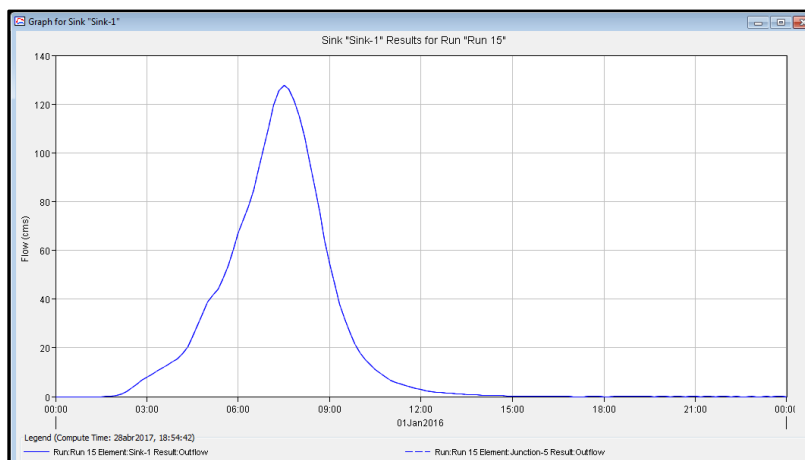


Ilustración 84. Hidrógrama de creciente para 15 años.
 Fuente: Geocing S.AS.

- Periodo De Retorno: 25 Años

Caudal Pico = 160.9 m3/seg

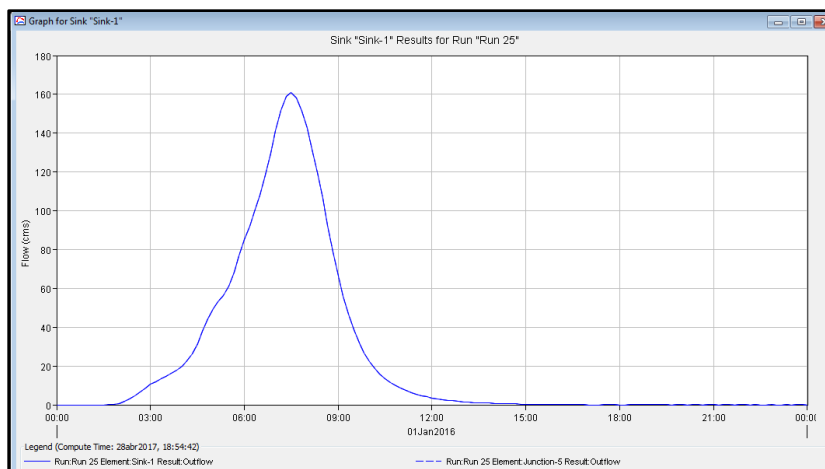


Ilustración 85. Hidrógrama de creciente para 25 años.
 Fuente: Geocing S.AS.

- Periodo De Retorno: 50 Años

Caudal Pico = 215.4 m3/seg

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	285
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

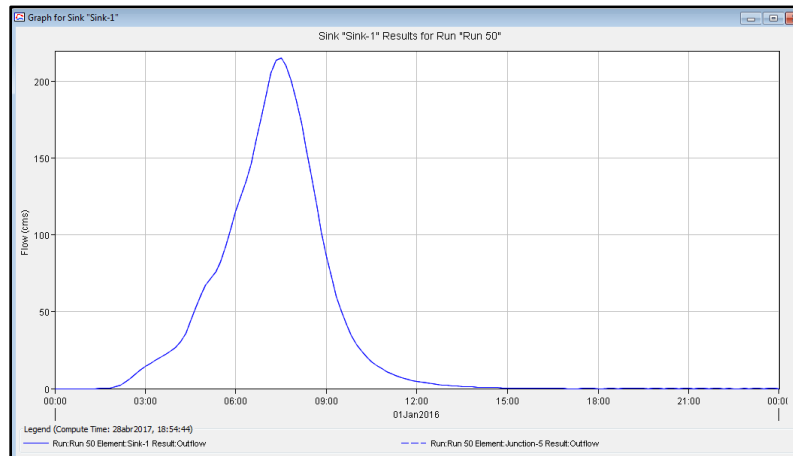


Ilustración 86. Hidrógrama de crecienta para 50 años.
 Fuente: Geocing S.A.S.

- Periodo De Retorno: 100 Años

Caudal Pico = 282.5 m3/seg

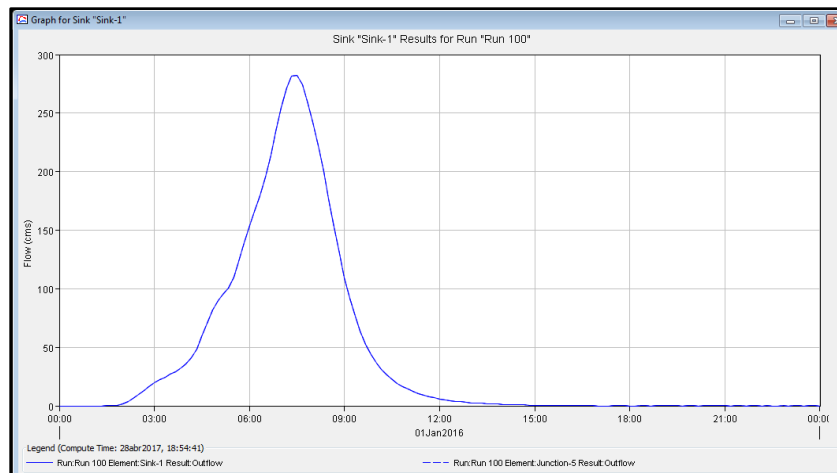


Ilustración 87. Hidrógrama de crecienta para 100 años.
 Fuente: Geocing S.A.S.

- Periodo De Retorno: 500 Años

Caudal Pico = 501.0 m3/seg

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	286
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

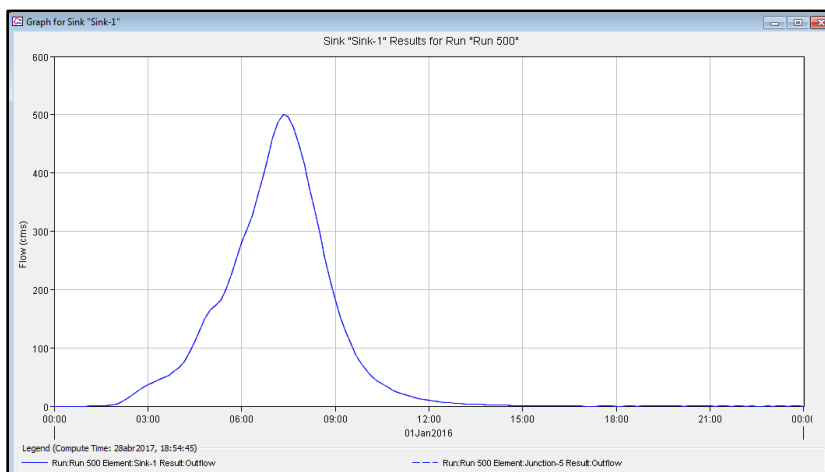


Ilustración 88. Hidrógrama de creciente para 500 años.

Fuente: Geocing S.AS.

- Periodo De Retorno: 1000 Años

Caudal Pico = 627.2 m³/seg

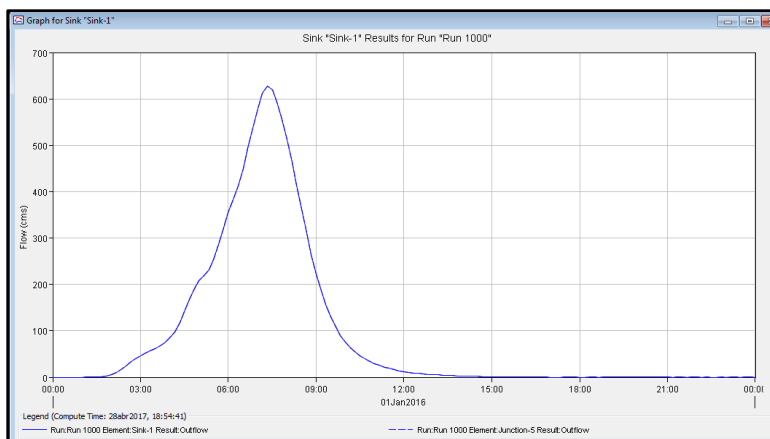


Ilustración 89. Hidrógrama de creciente para 1000 años.

Fuente: Geocing S.AS.

- Caudales Máximos Generados Para Los Diferentes Periodos De Retorno

Finalmente se presentan los caudales al final de la cuenca del Río Ceibas, al cual se le realizará la modelación hidráulica, como se había mencionado anteriormente en el

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	287
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

modelo hidrológico, se dejaron junctions en los sitios donde se necesitan valores de caudal.

Tabla 46. Caudales máximos generados en HEC HMS.

CAUDALES GENERADOS	
HEC HMS	
<i>Tr</i>	<i>Caudal</i>
<i>años</i>	<i>m3/s</i>
2.33	47.70
5	73.50
10	105.30
15	127.70
25	160.90
50	215.40
100	282.50
500	501.00
1000	627.20

Fuente: Geocing S.AS.

15.5 ETUDIO DE CLIMATOLOGIA

El clima es el conjunto de fenómenos atmosféricos que caracterizan el ambiente de una determinada región, el cual se determina por el análisis espacio-tiempo de los elementos que lo definen y los factores que lo afectan. En el presente estudio se analizan parámetros como: Precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, brillo solar, vientos y nubosidad, siendo los dos primeros los más importantes, ya que permiten definir, clasificar y zonificar el clima de una región dada, mientras que los otros proporcionan atributos caracterizadores.

15.6 Selección De La Estación Meteorológica

La caracterización climatológica de la zona de estudio se efectúa con base en la información registrada en la estación climatológica ordinaria denominada Palacio – Vegalarga, la cual es operada y administrada por el Instituto de Hidrología,

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	288
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Se seleccionó ésta estación, teniendo en cuenta que es la única climatología ordinaria dentro de la zona del proyecto con información suficiente para el análisis requerido. En la Tabla 47 se indican las características de la estación en análisis.

Tabla 47. Estación seleccionada para el área de estudio.

Nombre Estación	Código	Municipio	Tipo	Localización		
				LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN
PALACIO - VEGALARGA	21115100	Neiva	Climatológica ordinaria	0256 N	7503 W	1100

Fuente: IDEAM.

15.6.1 Análisis de registros históricos en la estación Palacio – Vegalarga

A modo general, en las series que se analizan a continuación, se reporta información de aproximadamente cuarenta y cinco (45) años que abarcan desde 1971 hasta 2016, para los siguientes parámetros: Brillo Solar (horas), evaporación (mms), humedad relativa (%), nubosidad (octas), punto de rocío (°C), precipitación (mm), temperatura (°C), tensión de vapor (Mb).

Para los parámetros antes mencionados, se presenta a continuación la distribución temporal:

- Brillo Solar (Horas):

En la siguiente tabla se puede observar la serie histórica que reporta valores totales mensuales de brillo solar, medidos en la estación Palacio – Vegalarga. Esta estación es representativa para la cuenca de estudio, y mide parámetros que permiten el desarrollo y análisis del capítulo de climatología.

Tabla 48. Valores totales mensuales de Brillo Solar (Horas).

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	157,7	125,4	108	103,9	121,3	126,4	137,8	142,1	122,8	119,4	106,7	134,2	125,475
MÁXIMO	226,6	182,1	160,8	133,7	164,5	172,6	193,3	196,4	180,4	166,1	142,2	212,2	226,6
MÍNIMOS	102,7	66,6	50,8	67,4	77	76,7	96,1	85	35,9	33,9	47,9	71	33,9

Fuente: IDEAM.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	289
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

De acuerdo a lo que se observa en la Ilustración 90, los valores máximos de brillo solar para la zona de estudio, se reportan en los meses de enero y diciembre, seguidos de agosto y julio.

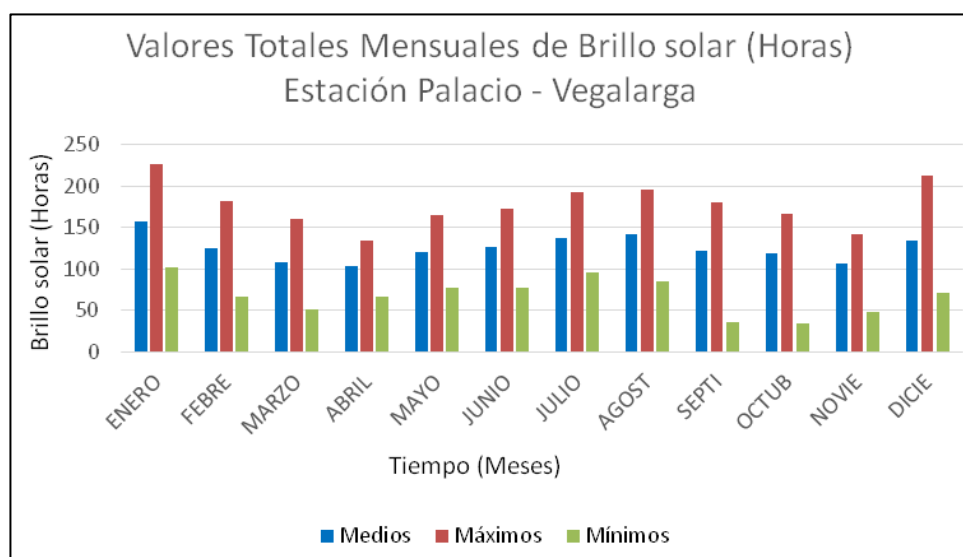


Ilustración 90. Valores totales mensuales de Brillo Solar (Horas).

Fuente: Geocing S.A.S.

El valor promedio multianual de brillo solar es de 125. 475 horas; el valor máximo es de 226.6 horas, y el valor mínimo de 33.9 horas.

- Evaporación (mms):

Los siguientes valores reportados en la serie histórica que cuenta con información que data desde el año 1971 al 2016, corresponden a la evaporación total mensual, medida en mm de altura de lámina de agua evaporada:

Tabla 49. Valores totales mensuales de evaporación (mms).

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	127,2	110,6	109,6	98,2	103,9	106,9	121,2	131,2	132,5	116	93,9	102,2	112,78
MÁXIMO	201,5	158	175,4	151,3	135,5	143,5	151,1	168,3	172,7	163,6	129,2	161	201,5
MÍNIMOS	64,7	72,1	56,5	60,2	74,7	74,9	73,6	82,8	97,1	66,2	52,9	60,3	52,9

Fuente: IDEAM.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	290
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

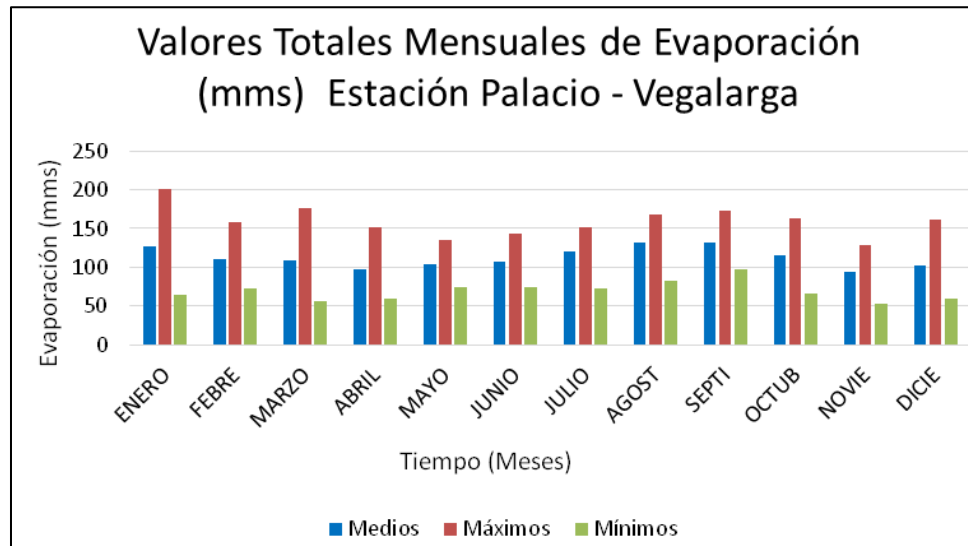


Ilustración 91. Valores totales mensuales de evaporación (mms).

Fuente: Geocing S.A.S.

Como puede observarse, los meses que presentan mayores registros de evaporación corresponden a los meses de enero y marzo.

El valor promedio multianual de evaporación es de 112.78 mms, el valor máximo es de 201.5 mms y el valor mínimo de 52.9 mms.

- Humedad Relativa (%):

Como puede observarse en la siguiente tabla, el valor promedio multianual en la zona de estudio corresponde a 74,96 %; el valor máximo es de 89 %, y el valor mínimo de 53%.

Tabla 50. Valores medios mensuales de Humedad Relativa (%).

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	74,90	74,31	77,82	78,51	77,25	74,13	71,59	67,50	68,39	75,53	80,46	79,11	74,96
MÁXIMO	86	85	87	87	88	85	83	80	81	85	89	87	89
MÍNIMOS	56	61	62	70	67	63	62	56	53	59	70	61	53

Fuente: IDEAM.

La humedad relativa presenta valores que no cambian de manera importante a través del tiempo, como puede verse en la Ilustración 92:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	291
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

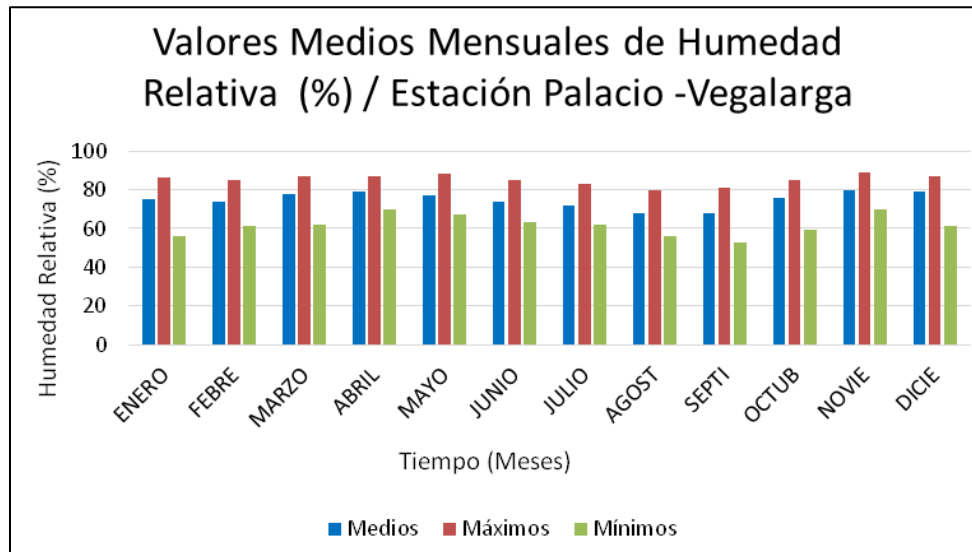


Ilustración 92. Valores Medios Mensuales de Humedad (%).

Fuente: Geocing S.A.S.

- Nubosidad (Octas):

El valor promedio multianual de nubosidad es de 6 Octas, el valor máximo es de 7 Octas y el valor mínimo de 4 Octas, como lo muestran los datos que se reportan en la serie histórica del IDEAM para este parámetro en el área de análisis:

Tabla 51. Valores Medios Mensuales de Nubosidad (Octas).

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
MÁXIMO	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
MÍNIMOS	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4

Fuente: IDEAM.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	292
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

En las siguientes ilustraciones se puede observar que la nubosidad a lo largo del tiempo presenta valores similares para cada mes, ya sea si analiza a nivel medio, máximo o mínimo, y que dichos valores oscilan entre 4 y 7 Octas.

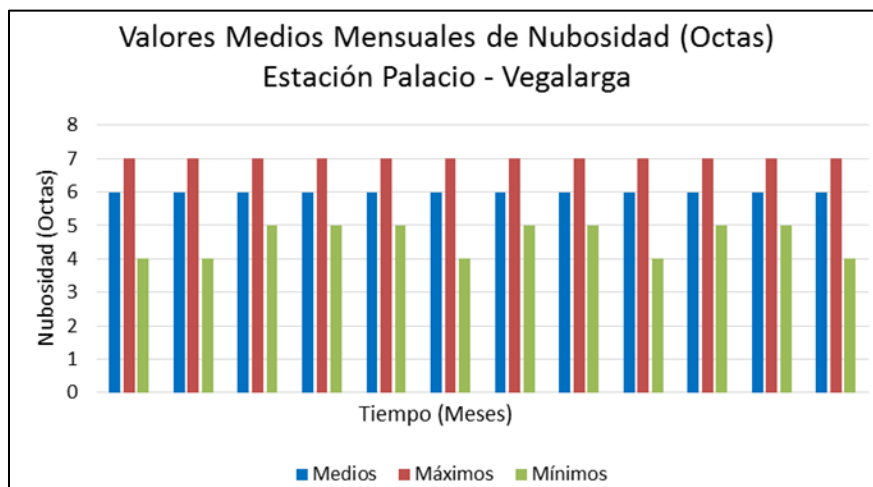


Ilustración 93. Valores Medios Mensuales de Nubosidad (Octas).

Fuente: Geocing S.A.S.

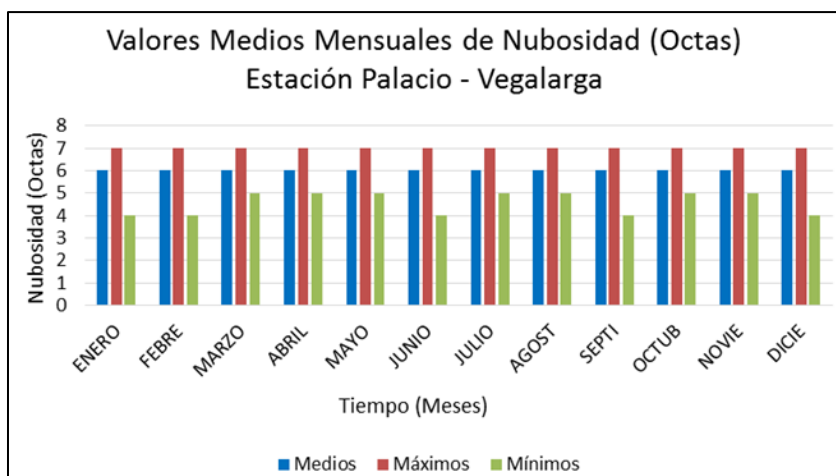


Ilustración 94. Valores Medios Mensuales de Nubosidad (Octas).

Fuente: Geocing S.A.S.

Punto de Rocío (°C):

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	293
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

El punto de rocío o temperatura de rocío es la temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire, produciendo rocío, neblina, etc. Los valores medios mensuales de punto de rocío reportados por el IDEAM para la zona de estudio, corresponden a los siguientes:

Tabla 52. Valores Medios Mensuales de Punto de Rocío (°C).

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	17,7	17,7	18,1	18,1	18,1	17,4	16,9	16,4	16,7	17,8	18,4	18,2	17,625
MÁXIMO	19,7	19,7	19,6	20,5	19,6	20	18,9	18,4	19,4	19,9	20,2	19,8	20,5
MÍNIMOS	15,2	15,1	15,6	16,6	16,5	15,6	14,4	13,7	13,5	14,6	17	15,7	13,5

Fuente: IDEAM.

A través de la Ilustración 95 se muestra que los valores medios mensuales de punto de rocío más altos, se presentan en los meses de abril y noviembre:

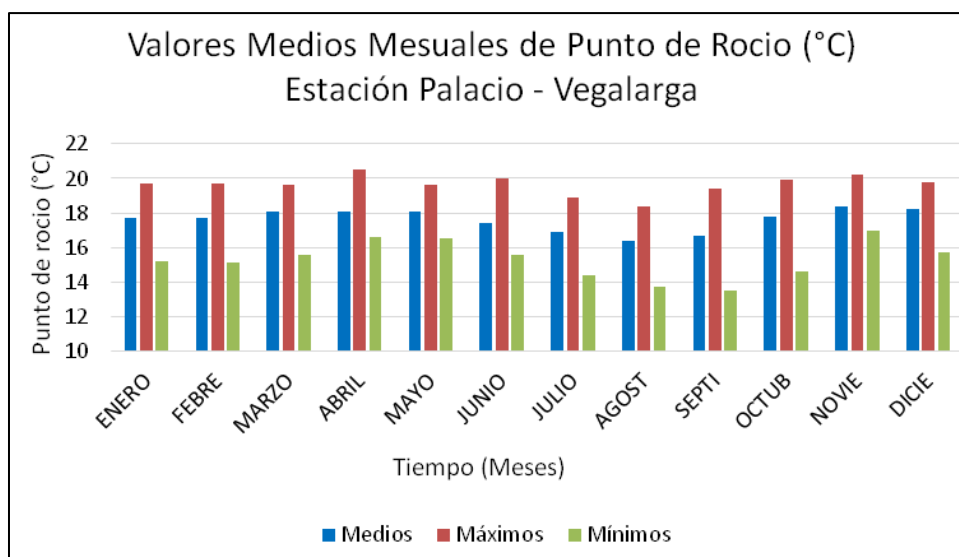


Ilustración 95. Valores Medios Mensuales de Punto de Rocío (°C).

Fuente: Geocing S.A.S.

- Precipitación (mm):**

El IDEAM reporta en la Estación Palacio – Vegalarga como valores de precipitación, a nivel total mensual, los siguientes:

Tabla 53. Valores Totales Mensuales de Precipitación (mm).

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	294
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	113	116,6	191,5	190	130,5	67,1	55,3	47,7	61,4	211,6	219,7	167,1	130,96
MÁXIMO	481,6	271,7	741,1	488,6	247,4	122,6	173,2	144,9	188,3	405,7	564,6	407,7	741,1
MÍNIMOS	6,8	17,3	54,2	39,3	37,4	23,1	9,2	8,2	11,3	31,1	87,1	2,9	2,9

Fuente: IDEAM.

Como promedio multianual de precipitación total mensual se tienen 130.96, como valor mínimo de este parámetro 2.9 mm y como valor máximo de precipitación total mensual multianual se tienen 130.96 mm.

La Ilustración 96 permite establecer que los meses donde se presentan los valores máximos de precipitación, corresponden a marzo y noviembre.

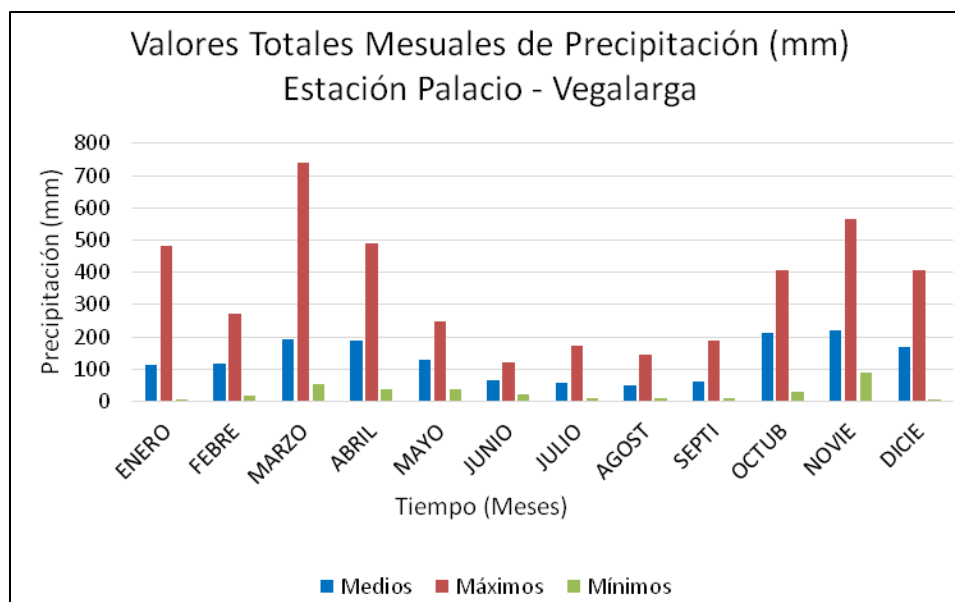


Ilustración 96. Valores Totales Mensuales de Precipitación (mm).

Fuente: Geocing S.A.S.

Así mismo, en la estación mencionada anteriormente se reportan valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas, como se observa en la tabla que se presenta a continuación:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	295
Fecha: 28/02/2018					

Tabla 54. Valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas (mm).

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	35,5	37	50	45,6	32,6	18,4	16,7	14,3	18,7	54,6	45,6	46	34,58
MÁXIMO	126,9	75	170	123,2	99,2	50,4	46,9	41,2	49,2	112,6	99,3	145,6	170
MÍNIMOS	3,1	5,2	11,3	6,1	7,2	6	2	2	4,2	8,4	13,4	2,4	2

Fuente: IDEAM.

El valor máximo multianual de precipitación máxima en 24 horas corresponde a 170 mm; como valor medio se tienen 34.58 mm y como valor mínimo: 2 mm.

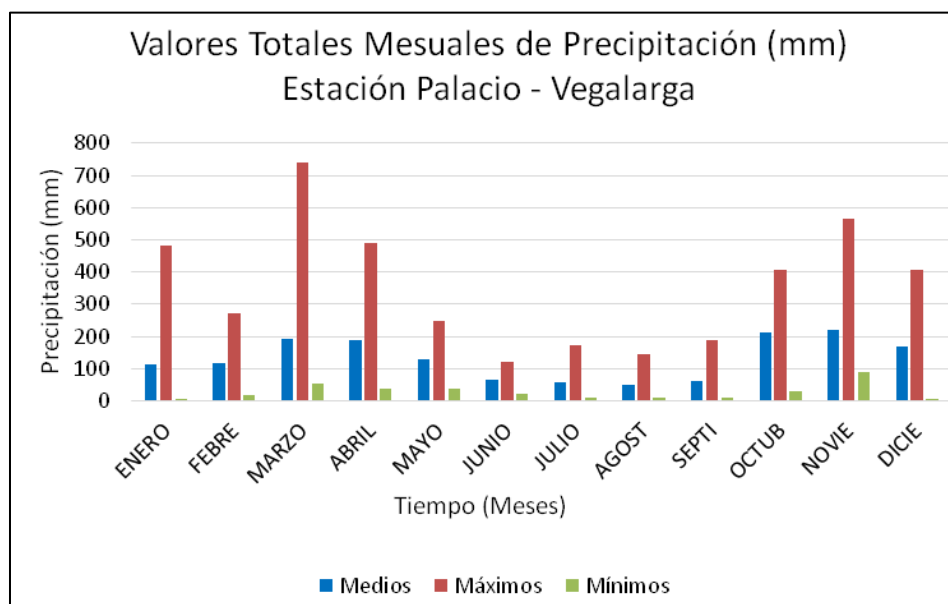


Ilustración 97. Valores Máximos Mensuales de Precipitación en 24 horas (mm).

Fuente: Geocing S.A.S.

Los valores máximos mensuales de precipitación máximo en 24 horas se presentan en los meses de marzo y diciembre.

• Temperatura (°C)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	296
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

De acuerdo a los datos reportados por el IDEAM, la mayor temperatura media mensual vista a nivel multianual, corresponde a: 25.8 °C; la media a: 22.46 °C, y la mínima a: 20.5 °C.

Tabla 55. Valores Medios Mensuales de Temperatura (°C).

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	22,5	22,7	22,4	22,2	22,3	22,4	22,4	22,9	23	22,6	22	22,1	22,46
MÁXIMO	24,9	25,3	24,3	23,6	23,8	23,8	23,8	24,9	24,9	25,8	23,6	24	25,8
MÍNIMOS	21	20,9	20,8	20,9	20,9	21	20,6	21,6	20,9	20,8	20,7	20,5	20,5

Fuente: IDEAM.

A continuación se observa que en el mes de octubre se reportan el valor más alto de temperatura:

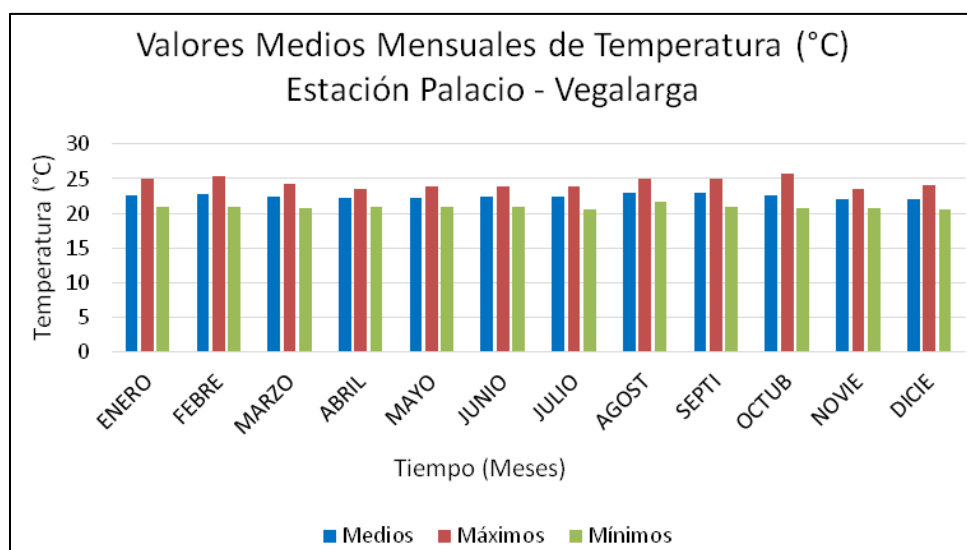


Ilustración 98. Valores Medios Mensuales de Temperatura (°C).

Fuente: Geocing S.A.S.

- **Tensión de vapor (Mb)**

Con respecto a este parámetro, se encontró la siguiente serie histórica, donde se observa que el valor promedio multianual de tensión de vapor es de 20.32 Mb, el valor máximo es de 24.4 Mb y el valor mínimo de 15.5 Mb:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	297
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 56. Valores Medios Mensuales de Tensión de Vapor (Mb).

	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
MEDIOS	20,5	20,4	21	21	20,8	20	19,4	18,8	19,2	20,5	21,2	21	20,32
MÁXIMO	23,1	23,1	22,9	24,4	22,9	23,7	22,1	21,5	22,8	23,4	23,8	23,2	24,4
MÍNIMOS	17,5	17,4	17,9	19	18,8	17,8	16,5	15,8	15,5	16,7	19,5	18,1	15,5

Fuente: IDEAM.

Los valores que se reportan como medios mensuales de Tensión de Vapor, muestran que a lo largo de todos los años de registro (1972 - 2016), éstos son muy similares, y presentan una pequeña variabilidad en abril, donde se presenta el dato más alto.

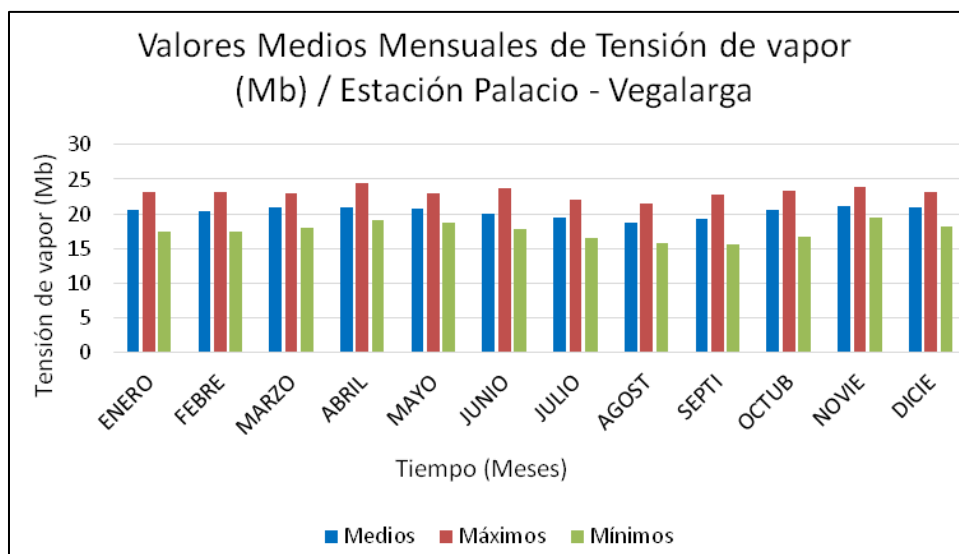


Ilustración 99. Valores Medios Mensuales de Tensión de Vapor.

Fuente: Geocing S.A.S.

En el área evaluada la evaporación total media mensual multianual corresponde a 2044 mm., presentando los valores más altos entre los meses de Julio a Septiembre con un valor total medio mensual multianual de 227 mm. y el resto del año, los valores se encuentran por debajo de los 174,6 mm. con un mínimo total medio mensual multianual de 60.1 mm. en el mes de marzo.

15.7 ESTUDIO DE HIDROLOGÍA RÍO MAGDALENA

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	298
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.7.1 Labores De Campo

- Levantamiento Ortofotomosaico

El río Magdalena en el área de estudio se clasifica como río trenzado, por lo que su cauce en algunos sectores presenta diversificación de canales, que generan una dinámica acentuada del río, conllevando posiblemente a modificar constantemente el curso del canal principal o canales que presenta el cauce, por lo cual, se optó por realizar la identificación de cambios de los cursos en el río, mediante el uso del ortomosaico en una longitud de 10,7 Km, a fin de garantizar la fiabilidad de los datos cartográficos de las condiciones actuales del río.

A continuación, se presenta el ortofotomosaico, tomado para actualizar el cauce del río Magdalena, en el área de influencia del casco urbano del municipio de Neiva. (Ver Ilustración 100).

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	299
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL



Ilustración 100 Ortofotomosaico de localización general del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Una vez obtenida dicha información del ortofotomosaico, se logró identificar los cauces actuales, abandonados e islas del río Magdalena bajo las condiciones de estiaje, con el fin de identificar los diferentes canales para realizar el levantamiento batimétrico para la construcción del modelo hidráulico. Adicionalmente, la restitución topográfica del ortofotomosaico permitió apoyar la generación del modelo de elevación del terreno del cauce seco y valle del río Magdalena, como se observa en la Ilustración 101.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	300
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

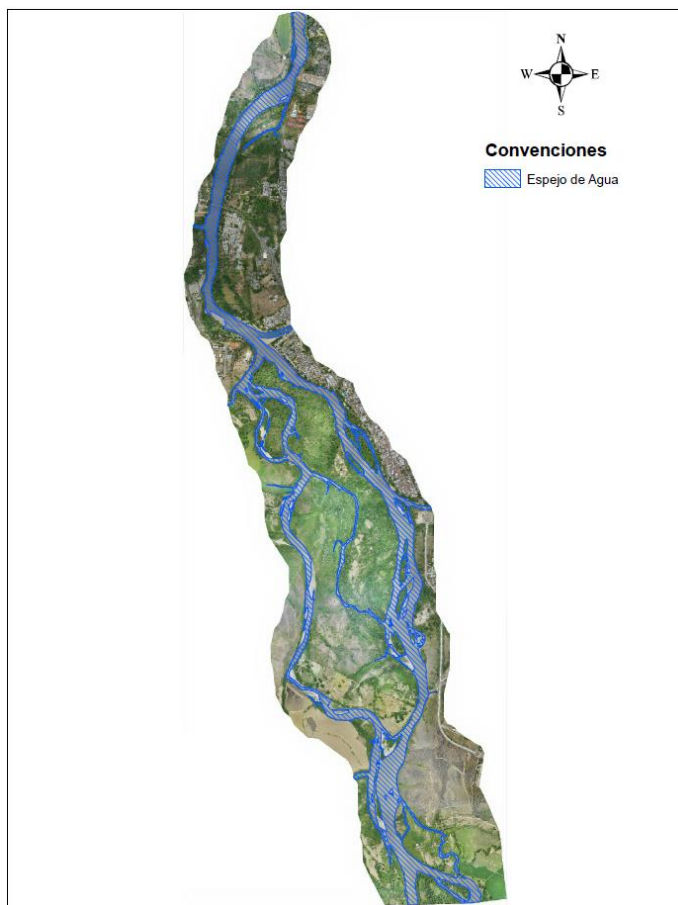


Ilustración 101 Restitución del ortofotomosaico, identificación de los cauces secos y mojados del río Magdalena; entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	301
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

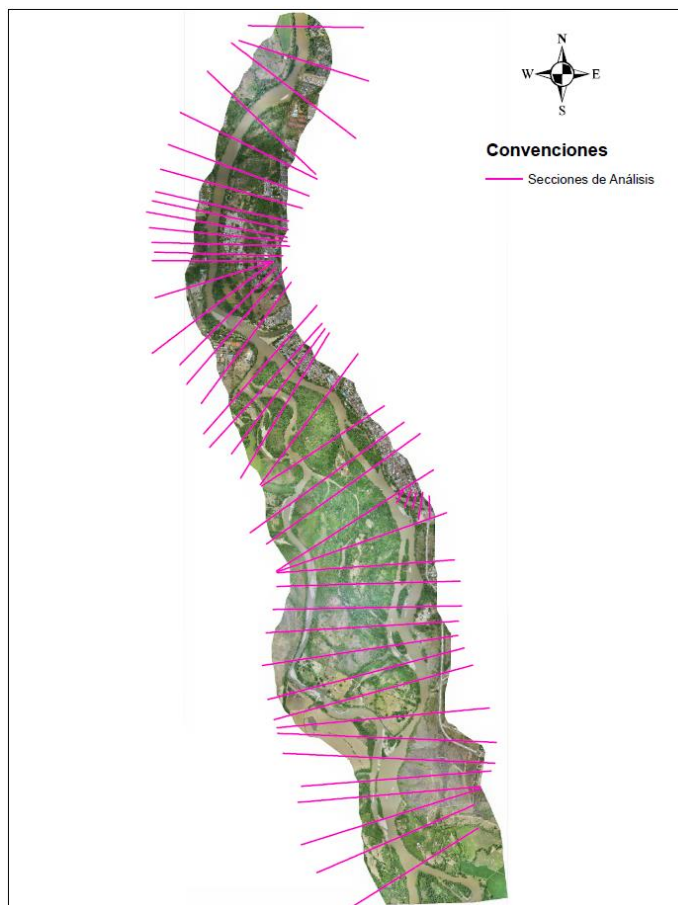


Ilustración 102 Ortofotomosaico de localización general del área de influencia del río Magdalena, entre los municipios de Palermo, casco urbano de Neiva y secciones de análisis en el río Magdalena.

15.7.2 Levantamiento Hidrotopográfico

Dichas labores de campo consistentes en el levantamiento planimétrico y altimétrico de la zona de estudio del río Magdalena, las cuales, sirvieron de insumo para la realización del presente estudio.

El levantamiento de la información de campo, se fundamentó en la obtención de una nube de puntos, tanto en agua como en tierra (Ver Ilustración 103), con el fin de conseguir un modelo de elevación digital del terreno (Ver Ilustración 104), por lo cual, se realizó de manera simultánea, las batimetrías del Río Magdalena, además del levantamiento topográfico en tierra, por medio de la restitución del ortofotomosaico y fotocontrol.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	302
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Los trabajos de topografía fueron realizados con GPS de doble frecuencia, topografía convencional y por medio de Dron.



Ilustración 103 Nube de puntos obtenida en el levantamiento hidrotopográfico del área de influencia del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	303
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

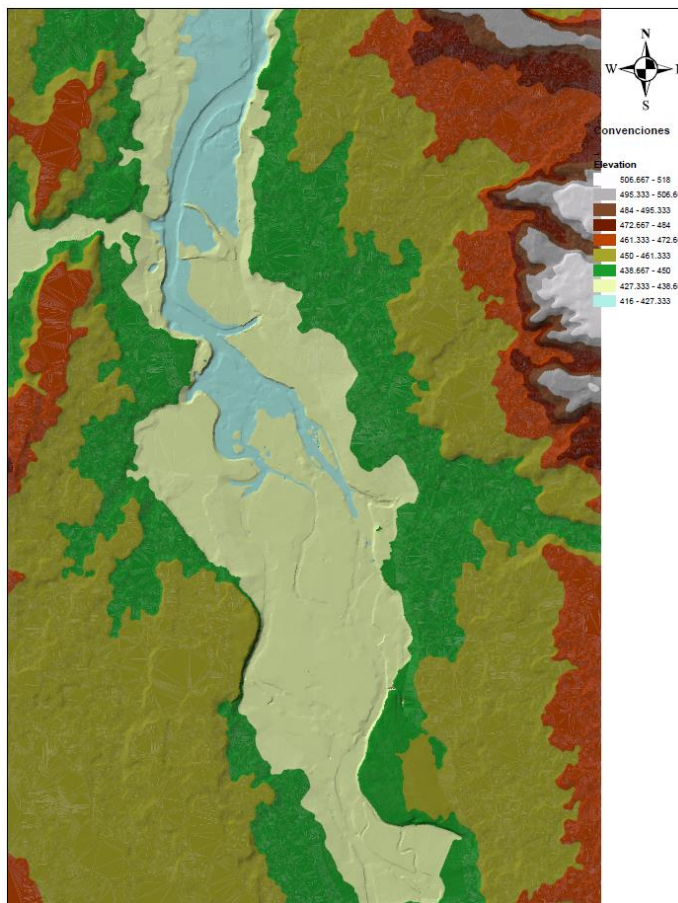


Ilustración 104 Modelo de elevación digital del terreno – TIN del levantamiento hidrotopográfico del área de influencia del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Finalmente, con base en el modelo de elevación digital del terreno – TIN, se obtuvieron 37 secciones hidrotopográficas sobre el río Magdalena (Ver Ilustración 105).

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	304
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

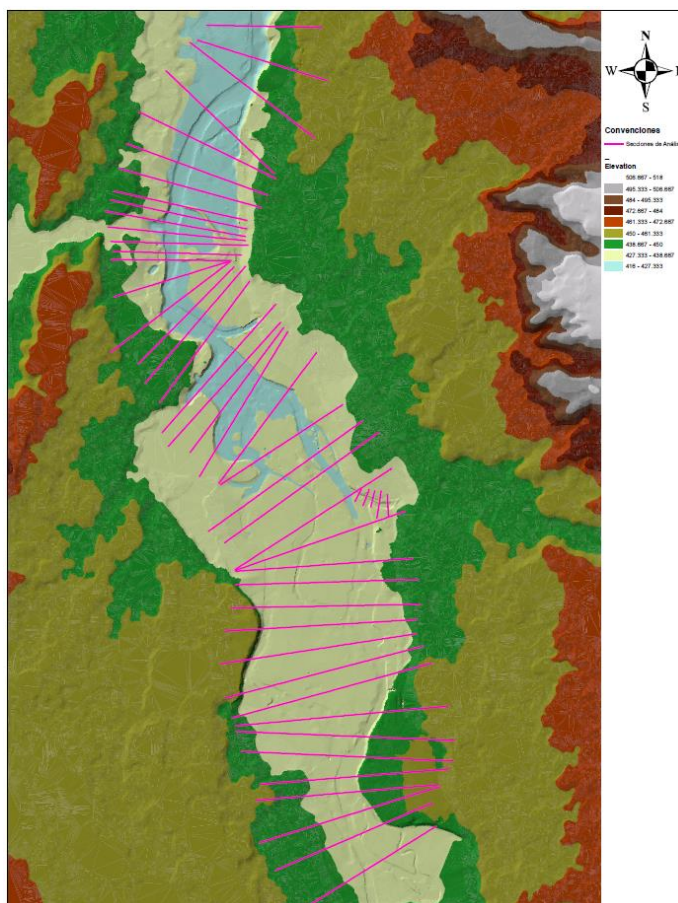


Ilustración 105 Modelo de elevación digital del terreno – TIN del área de influencia del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva y secciones de análisis.

15.8 Hidrología

En este capítulo se presenta la actualización y caracterización hidrológica del río Magdalena en la zona de estudio, con base en el análisis de los caudales y niveles máximos de las crecientes extremas.

15.8.1 Hidrología Regional Y Del Área De Influencia

Teniendo en cuenta la caracterización de las cuencas vertientes y la red de drenaje del sector; además de lo analizado en el estudio “Análisis de la estabilidad de las islas ubicadas en el río Magdalena frente a la ciudad de Neiva – Universidad

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	305
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Nacional de Colombia, año 2006”, donde se destaca que “Los caudales máximos estimados en la estación El Guayabo (río Ceibas) corresponden a menos del 3% de los caudales estimados en la estación Puente Santander (río Magdalena), por lo que su aporte es muy reducido. Con respecto al río Loro su cuenca de drenaje es aproximadamente un tercio de la de las Ceibas, y su contribución deberá ser aún más reducida”; concluyendo que “los aportes del río El Loro y el río Las Ceibas al caudal registrado en la estación Puente Santander, representan menos del 5% del caudal del río Magdalena en esta estación, y en este sentido el tramo estudiado pudiera considerarse con condiciones de flujo aproximadamente permanente”.

Por lo anterior, se concluye que a nivel regional el Río Magdalena gobierna el régimen hidrológico de los niveles y caudales de los cuerpos de agua adyacentes al mismo en la zona de estudio, principalmente en las épocas donde el río presenta altos niveles, por lo cual, se optó por determinar los niveles de crecientes máximas probables en el Río Magdalena, con el fin de cuantificar la amenaza de inundación por desbordamientos, ante la ocurrencia de crecientes máximas probables en el Río Magdalena.

Finalmente, se destaca que el análisis de niveles y caudales máximos del Río Magdalena a la altura del casco urbano del municipio de Neiva, se centra en la actualización del análisis de las series históricas de niveles y caudales registrados en la estación Puente Santander, con código 21097070, operada por el IDEAM, en la cual, inicialmente, se analizó la calidad de la información, mediante pruebas de homogeneidad a las series de niveles y caudales diarios y máximos absolutos, luego se realizó el análisis de frecuencia de eventos extremos para determinar las crecientes extremas probables y registradas en el Río Magdalena, asociadas a distintos periodos de retorno.

15.8.2 Metodología De Trabajo

El análisis de la hidrografía e hidrología se fundamentó en la recopilación y análisis de información primaria y secundaria, como se indica a continuación.

Actualización y validación de la información hidrológica del IDEAM, para el río Magdalena, en el área de influencia del casco urbano del municipio de Neiva - Huila.

Determinación del régimen hidrológico del sector, por medio de la estimación de los niveles y caudales de crecientes de eventos extremos, con períodos de retorno de 2, 5, 15, 25, 50, 100, 500 y 1000 años; en el área de influencia del casco urbano del municipio de Neiva - Huila.

Para cumplir con los objetivos del proyecto se adelantaron las actividades que se describen a continuación:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	306
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.8.3 Recopilación Y Análisis De La Información Hidrológica Existente

Revisión de la información existente sobre la zona de estudio, con relación a la hidrología e hidráulica del sector, además de la información hidrométrica de niveles y caudales del Río Magdalena en el área de influencia del casco urbano del municipio de Neiva, información existente y disponible en el IDEAM.

Para el análisis hidrológico del área de estudio, se realizó la consulta de la información hidrométrica e hidrológica disponible y actualizada en el IDEAM, y localizada en el área de influencia del proyecto, por lo anterior, se realizó el análisis de la estación 21097070 - Puente Santander, relacionada a continuación:

Tabla 57 Estación Hidrométrica Utilizada Para Caracterizar el Área de Estudio.

CÓDIGO	TE	NOMEST	CORRIENTE	DPTO.	ELEVACIÓN	AÑO INST.	ESTE	NORTE
21097070	LG	PUENTE SANTANDER	MAGDALENA	HUILA	430	1960	863132	817223

Fuente: IDEAM

TE : Tipo de LM : LG :
Estación Limnimétrica Limnigráfica

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	307
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		



Ilustración 106 Localización general del área de estudio y la estación hidrológica utilizada

15.8.4 Análisis De La Calidad De La Información Hidrométrica Existente

El análisis regional de niveles y caudales máximos del Río Magdalena a la altura de la estación Puente Santander, se centra en el análisis de las series históricas diarias y mensuales registrados antes, durante y después de la construcción de la CHB en el año 1987, en los cuales inicialmente, se analizó la calidad de la información de la estación Puente Santander, mediante pruebas de homogeneidad a las series de niveles y caudales diarios, mensuales y máximos, para finalmente realizar el análisis de frecuencia de eventos extremos de cada estación, con el fin determinar las crecientes extremas registradas en el Río Magdalena, asociadas a distintos periodos de retorno. (Ver Ilustración 107 e Ilustración 108)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	308
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

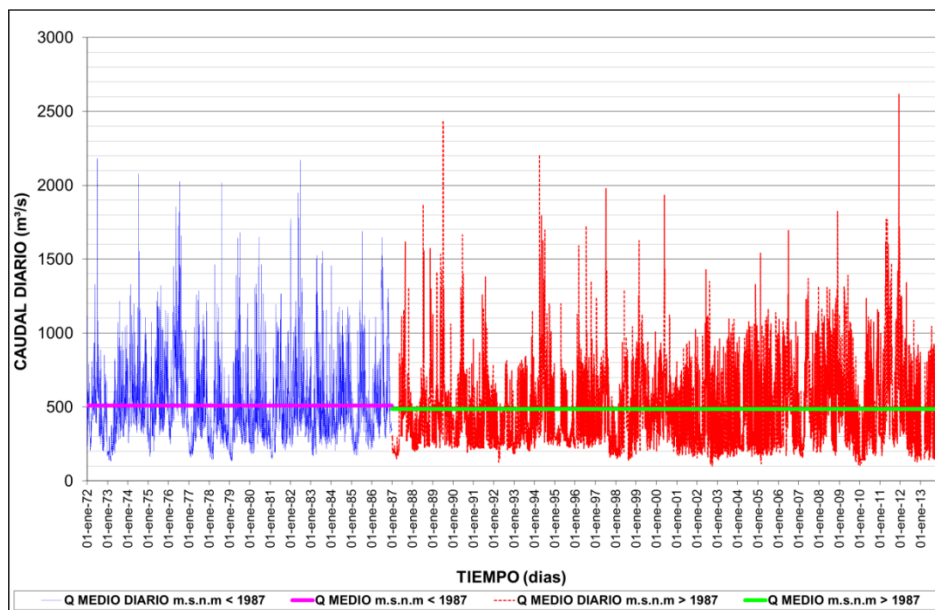


Ilustración 107 Serie de tiempo de caudales medios diarios Río Magdalena - Estación Puente Santander – enero 01 de 1972 a diciembre 31 de 2013

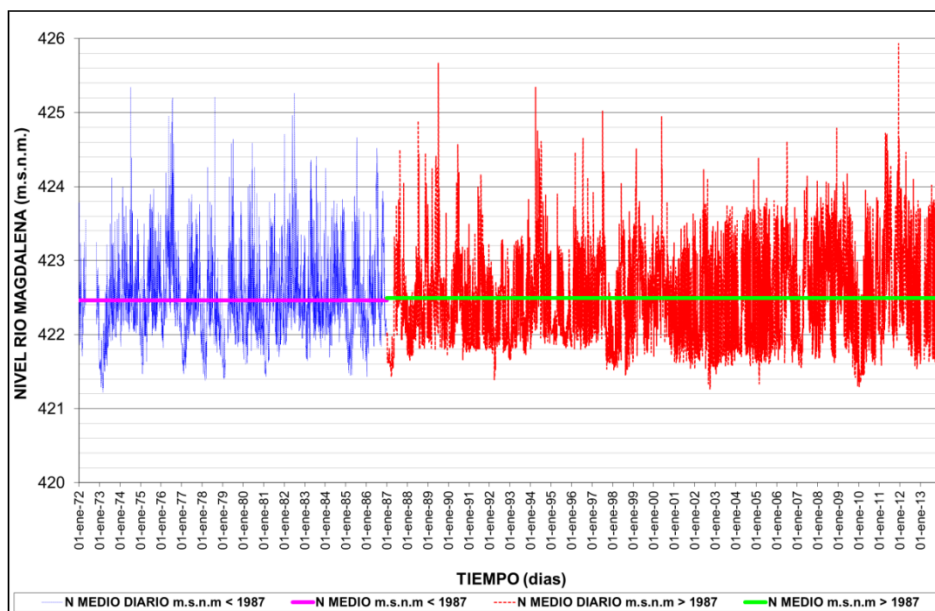


Ilustración 108 Serie de tiempo de niveles diarios Río Magdalena - Estación Puente Santander – enero 01 de 1972 a diciembre 31 de 2013

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	309
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

En el Anexo 5 ¹⁹–Amenaza por inundación – N diarios IDEAM estación Puente Santander 21097070, se presentan los registros de niveles y caudales diarios para la estación Puente Santander, periodo de registro 1972-2013.

15.8.5 REGISTROS HISTÓRICOS DE CRECIENTES EN EL RÍO MAGDALENA

Una vez realizada la revisión de la información hidrométrica existente, en relación a los niveles y caudales máximos maximorum (niveles y caudales máximos anuales multianuales), registrados en la estación Puente Santander - 21097070; donde a su vez, se está incluyendo la validación de datos existentes y complementación de datos faltantes; se logró concluir que la estación hidrológica presenta en sus registros históricos 1972-2011, dos escenarios hidrológicos; limitados por la Central Hidroeléctrica de Betania – CHB, donde se destaca que la construcción se desarrolló durante los años 1981-1986, el llenado del embalse noviembre a mayo de 1987 y entrada en operación abril de 1987 (CHB, 2006).

Teniendo en cuenta los escenarios anteriormente mencionados, se destaca que el presente estudio se realiza con base en los datos hidrológicos del escenario actual, correspondiente a la operación de la Central Hidroeléctrica de Betania – CHB, por lo cual, se optó por analizar en la estación Puente Santander – 21097070 el periodo de registro 1987-2011.

15.8.6 Río Magdalena

Luego de la entrada en operación de la Central Hidroeléctrica de Betania – CHB (año 1987), en julio de 1989 se registró la creciente de mayor magnitud en niveles y caudales del Río Magdalena, según reportes históricos consignados, en la estación Puente Santander - 21097070, durante el período posterior a la construcción de la CHB, periodo de registro (1987 a 2011), tal como se relaciona en la Tabla 58, dicha creciente registró una lectura de mira de 656 cms de lectura de mira, correspondiente a una cota de 426,42 m.s.n.m., que transitaron un caudal del orden

¹⁹ GEOCING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RÍO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	310
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

de 3018 m³/s, presentando una jerarquía de primer orden respecto al periodo de análisis de registro de niveles y caudales en el Río Magdalena.

Se destaca que para la estimación de la cota máxima de la creciente se levantó la cota cero de la estación Puente Santander - 21097070, la cual presenta un valor de 419,86 m.s.n.m.

Tabla 58 Cotas y Niveles Máximos Anuales Multianuales Registrados En La Estación Hidrométrica Puente Santander - 21097070 Utilizada Para Caracterizar Las Crecientes Del Río Magdalena

ESTACION PTE SANTANDER 21097070			ESTACION PTE SANTANDER 21097070		
AÑO	CAUDAL MAXIMO ANUAL	JERARQUIA CRECIENTE	AÑO	NIVEL MAXIMO ANUAL	JERARQUIA CRECIENTE
1987	1800	12	1987	490	12
1988	2165	5	1988	544	5
1989	3018	1	1989	656	1
1990	1730	13	1990	480	13
1991	1513	17	1991	449	17
1992	938	25	1992	363	25
1993	1282	23	1993	416	23
1994	2486	4	1994	588	4
1995	1289	22	1995	417	22
1996	1926	10	1996	508	10
1997	2094	6	1997	532	6
1998	1422	20	1998	436	20
1999	2514	3	1999	592	3
2000	1968	8	2000	514	8
2001	1144	24	2001	396	24
2002	1464	19	2002	442	19
2003	1345	21	2003	425	21
2004	1471	18	2004	443	18
2005	1730	13	2005	480	13
2006	1730	13	2006	480	13
2007	1989	7	2007	517	7
2008	1905	11	2008	505	11
2009	1954	9	2009	512	9
2010	1597	16	2010	461	16
2011	2752	2	2011	626	2

15.8.7 Información Básica

La información utilizada para la ejecución del análisis hidrológico, se basó en los registros históricos de niveles y caudales de la estación hidrométrica Puente Santander - 21097070, operadas por el IDEAM, con periodo entre el año 1987 a 2011, considerada como representativa para el área de influencia del casco urbano del municipio de Neiva.

15.8.8 Análisis de Niveles y Caudales Medios

Una vez realizado el análisis de la calidad de la información hidrométrica de las series diarias de niveles y caudales, se procedió a efectuar el análisis de la variabilidad anual de la series mediante la construcción de las curvas estacionales, las curvas de duración y los histogramas mensuales de niveles y de caudales medios diarios mostradas en las Ilustración 109 a la Ilustración 114.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	311
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Se destaca con base en el estudio “Análisis de la estabilidad de las islas ubicadas en el río Magdalena frente a la ciudad de Neiva – Universidad Nacional de Colombia, año 2006”, “que no existe un comportamiento homogéneo de las series correlacionado con la climatología de la cuenca alta del río Magdalena (períodos lluviosos en mayo y octubre), sino que indistintamente se presentan niveles altos y bajos durante los diferentes días del año, producto de la operación de Betania, mostrando así el claro control que ejerce el embalse sobre los niveles y caudales en el tramo del río Magdalena estudiado”

Sin embargo lo anterior, se observa que los niveles y caudales diarios y mensuales en el Río Magdalena, en la estación hidrométrica Puente Santander - 21097070, para el período posterior a la construcción de la CHB, muestran un comportamiento de tipo bimodal, con valores medios máximos en los meses de abril a agosto y noviembre a diciembre, considerada en promedio como la época de caudales y niveles altos, en tanto que los valores mínimos en promedio ocurren durante el período de bajos niveles y caudales, comprendido generalmente por los meses de enero a marzo y septiembre a octubre, como se muestra en la Ilustración 109 a la Ilustración 114.

De otra parte, se tiene que las curvas de duración de niveles y de caudales no tienen en cuenta el efecto cronológico de las series de tiempo; sin embargo, esquematizan el régimen de la corriente a nivel anual. En relación con las curvas de duración de caudales medios diarios de la estación Puente Santander - 21097070 (1972-1986 y 1987-2011) puede concluirse que no es muy notoria la regulación que hace la CHB, puesto que existe un gran rango de variación en los caudales medios diarios.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	312
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

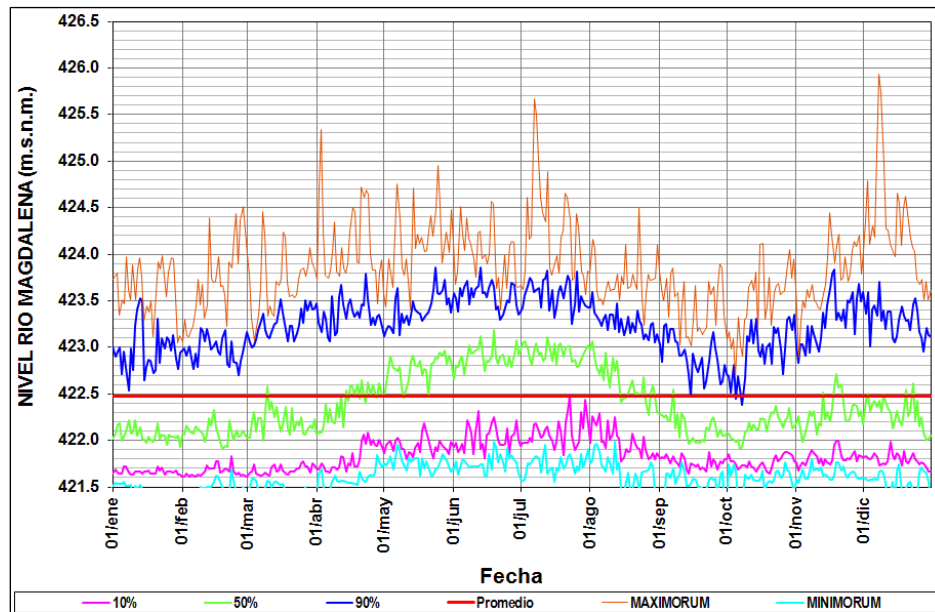


Ilustración 109 Curva estacional de niveles diarios Río Magdalena - Estación Pte. Santander - 21097070 – 1987 - 2011

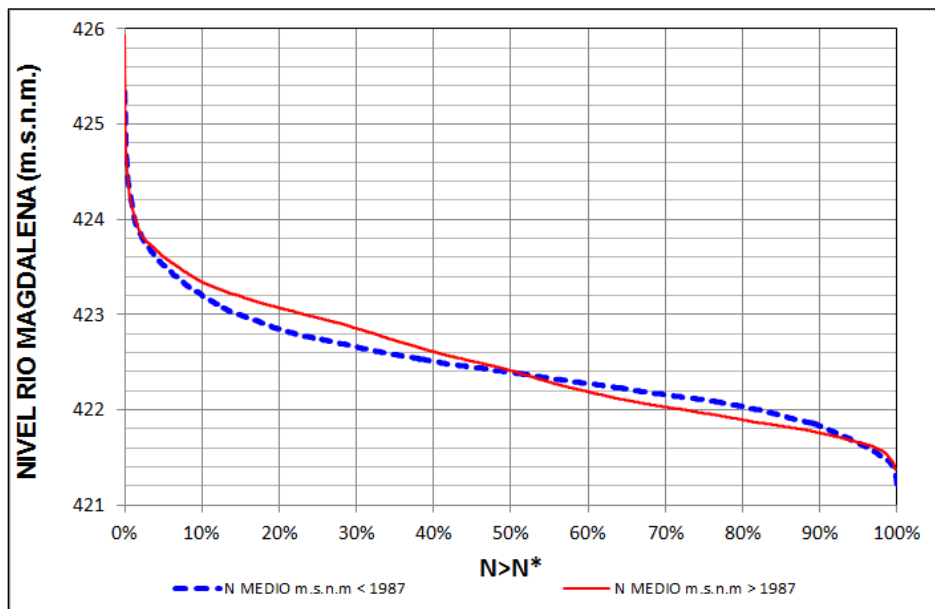


Ilustración 110 Curva de duración de niveles diarios Río Magdalena - Estación Pte. Santander - 21097070

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	313
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

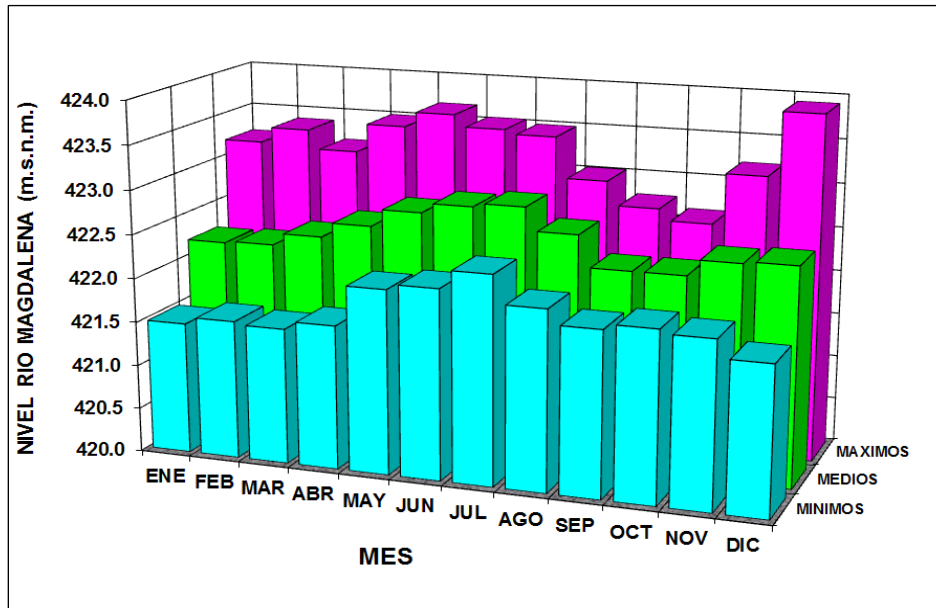


Ilustración 111 Distribución de niveles medios mensuales multianuales Río Magdalena - Estación Pte. Santander - 21097070 – 1987 - 2011

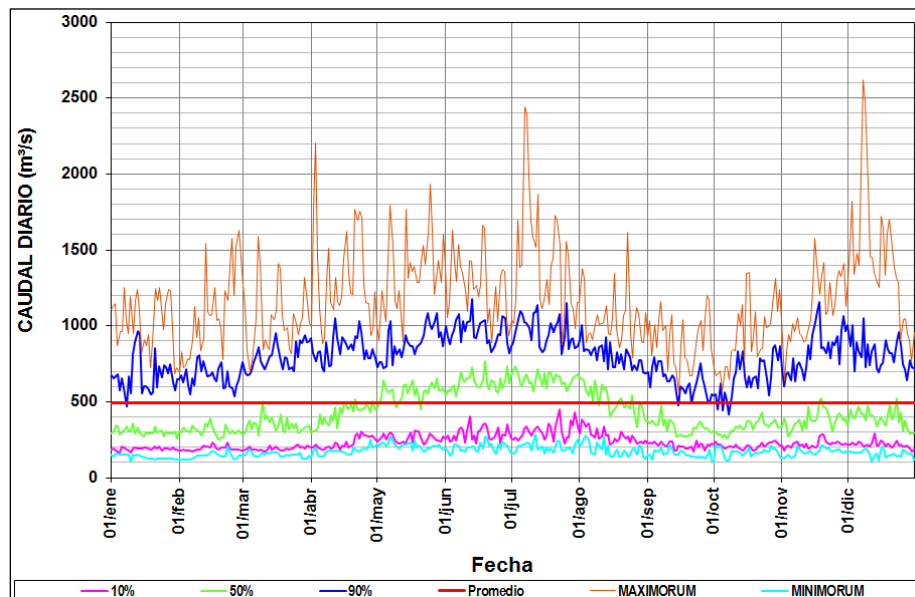


Ilustración 112 Curva estacional de caudales diarios Río Magdalena - Estación Pte. Santander - 21097070 – 1987 - 2011

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	314
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

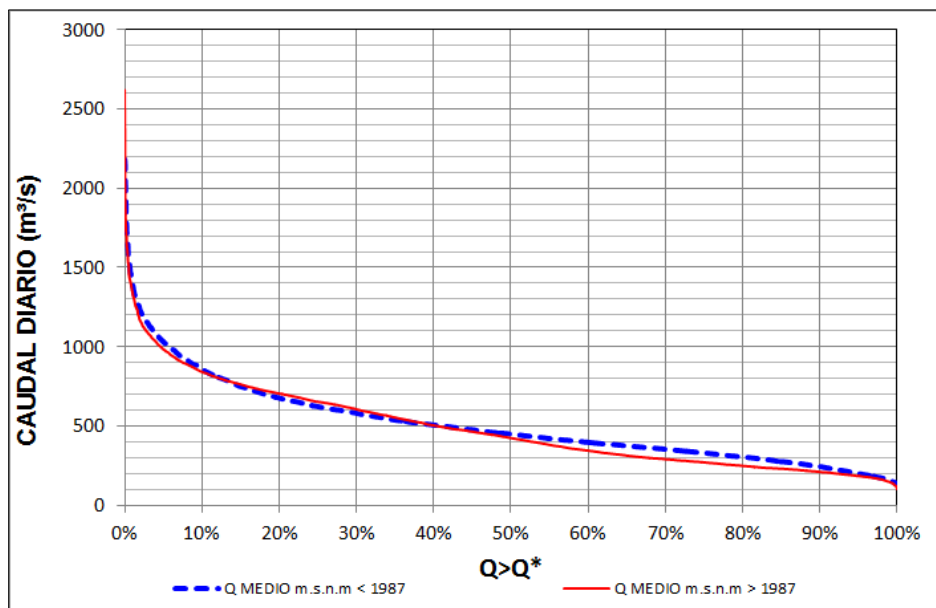


Ilustración 113 Curva de duración de caudales diarios Río Magdalena - Estación Pte. Santander – 21097070

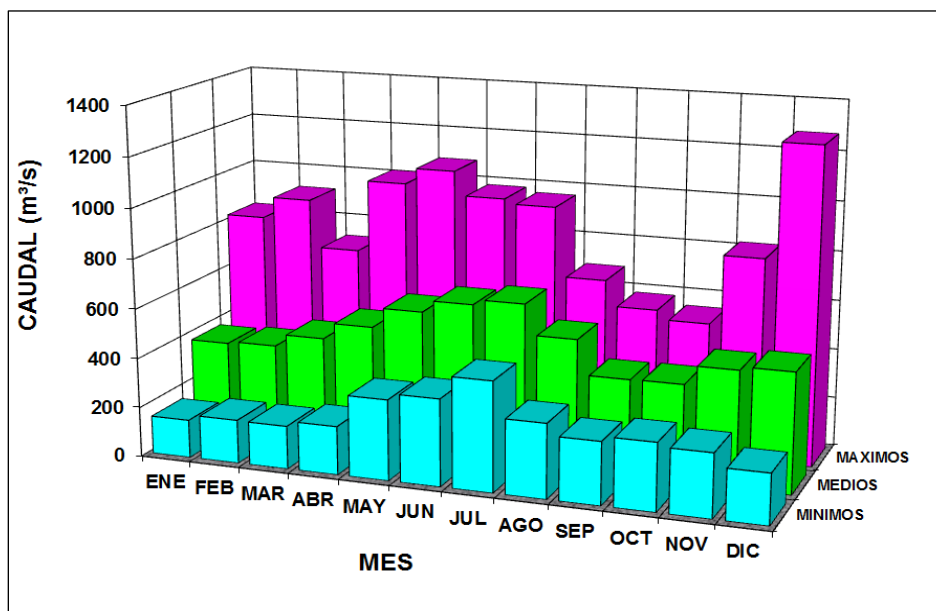


Ilustración 114 Distribución de caudales medios mensuales multianuales Río Magdalena - Estación Pte. Santander - 21097070 – 1987 - 2011

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	315
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.8.9 Análisis de Niveles y Caudales Máximos

La probabilidad de ocurrencia de los niveles y caudales máximos anuales instantáneos ocurridos en el Río Magdalena, que fueron registrados en la estación hidrométrica representativa Puente Santander – 21097070, entre los años 1987 a 2011 y que fueron validados, se evaluaron por diversas metodologías adecuadas para valores extremos tales como: Normal, Log-Normal 2, Log-Normal 3, Tipo 1 Extrema (Gumbel), Pearson Tipo 3 y Log-Pearson 3, utilizando el modelo de Frequency and Risk Analyses in Hydrology de G.W. Kite del Water Resources

El análisis se efectuó tanto por el método de momentos como por el de máxima verosimilitud, según el mínimo error estándar de las pruebas estadísticas, con base en el test de Kolmogorov-Smirnov y con un nivel de significancia del 95%; la distribución de mejor ajuste en el Río Magdalena fue la Gumbel o extrema Tipo I, siendo los valores obtenidos los relacionados a continuación.

- Niveles máximos Río Magdalena Estación Puente Santander – 21097070**

Tabla 59 Periodo De Retorno De Niveles Máximos (m.s.n.m.) Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011

Periodo de Retorno Tr (años)	NORMAL	LOG-NORMAL 2	LOG-NORMAL 3	PEARSON 3	LOG PEARSON 3	GUMBEL EXTREMA TIPO I
1000	426.98	427.47	427.54	427.79	427.53	428.61
500	426.83	427.24	427.30	427.51	427.28	428.19
100	426.62	426.92	426.97	427.13	426.95	427.64
50	426.44	426.67	426.70	426.83	426.68	427.22
25	426.24	426.41	426.43	426.52	426.41	426.80
15	426.02	426.12	426.14	426.19	426.11	426.37
10	425.84	425.90	425.90	425.93	425.88	426.06
5	425.69	425.71	425.71	425.72	425.69	425.80
2	425.37	425.35	425.34	425.33	425.33	425.35

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	316
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

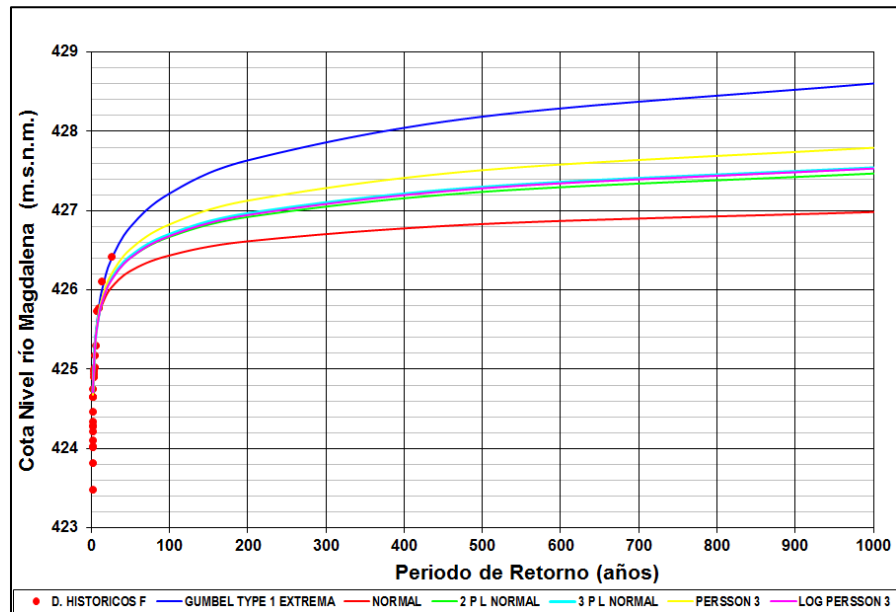


Ilustración 115 Periodos de retorno Vs. Niveles Máximos Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	317
Fecha: 28/02/2018					

Tabla 60 Niveles Máximos Esperados Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%)	PERIODO DE RETORNO (Años)	NIVEL DE MIRA LAMINA DE AGUA (cms)	NIVEL LAMINA DE AGUA m.s.n.m.
0,001	1000	875	428.61
0.2%	500	833	428.19
1.0%	100	778	427.64
2.0%	50	736	427.22
4.0%	25	694	426.80
6.7%	15	651	426.37
10.0%	10	619	426.06
20.0%	5	594	425.80
42.9%	2	549	425.35

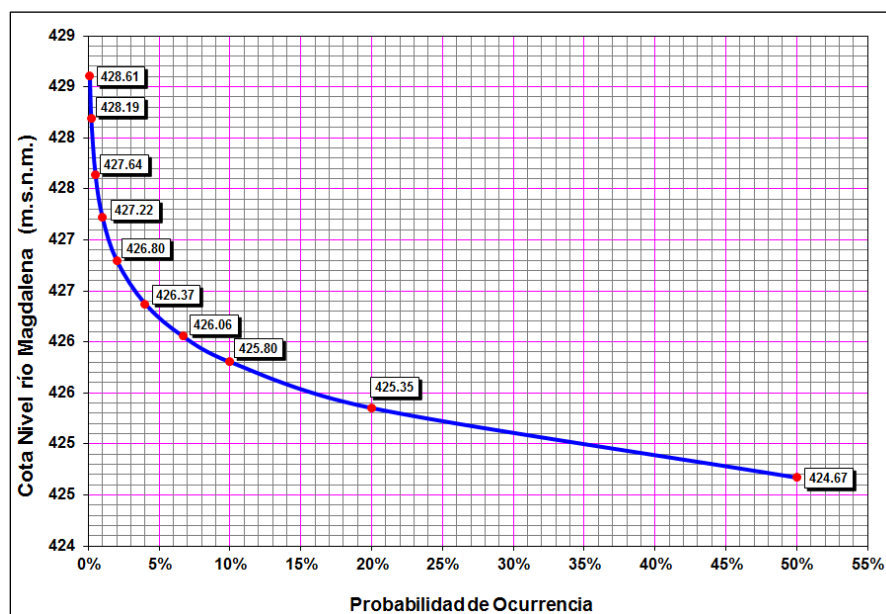


Ilustración 116 Probabilidad de ocurrencia de Niveles Máximos Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	318
Fecha: 28/02/2018					

- Caudales máximos Río Magdalena Estación Puente Santander – 21097070**

Tabla 61 Periodo De Retorno De caudales Máximos (m³/s) Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011

Periodo de Retorno Tr (años)	NORMAL	LOG-NORMAL 2	LOG-NORMAL 3	PEARSON 3	LOG PEARSON 3	GUMBEL EXTREMA TIPO I
1000	3369	4061	3818	4017	4123	4511
500	3262	3832	3636	3805	3897	4217
100	3109	3528	3389	3517	3594	3828
50	2983	3295	3195	3294	3360	3533
25	2846	3058	2993	3063	3120	3237
15	2693	2814	2781	2823	2871	2939
10	2566	2627	2613	2635	2678	2715
5	2456	2475	2475	2483	2521	2538
2	2234	2194	2211	2198	2227	2220

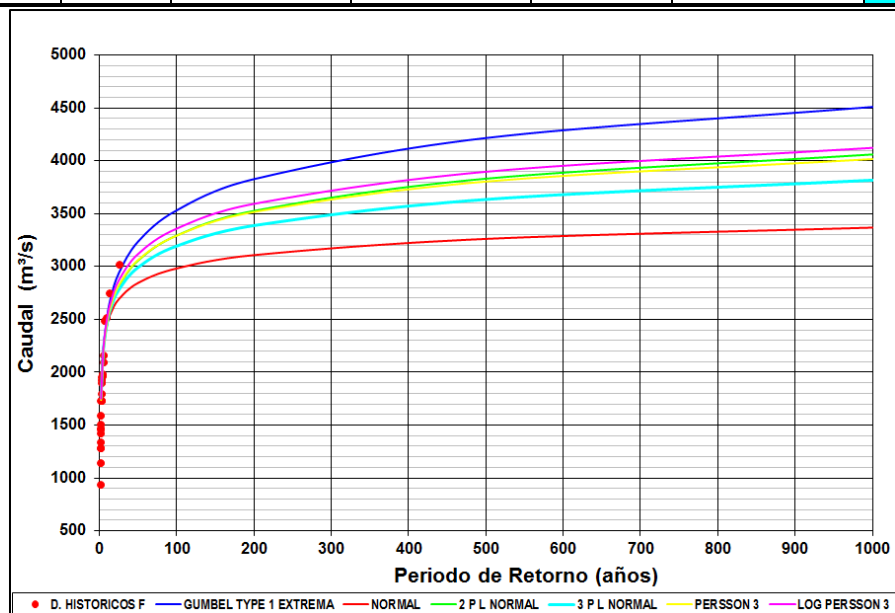


Ilustración 117 Periodos de retorno Vs. Caudales Máximos Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	319
Fecha: 28/02/2018					

Tabla 62 Caudales Máximos Esperados Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%)	PERIODO DE RETORNO (Años)	CAUDAL (m³/s)
0,001	1000	4511
0.2%	500	4217
1.0%	100	3828
2.0%	50	3533
4.0%	25	3237
6.7%	15	2939
10.0%	10	2715
20.0%	5	2538
42.9%	2	2220

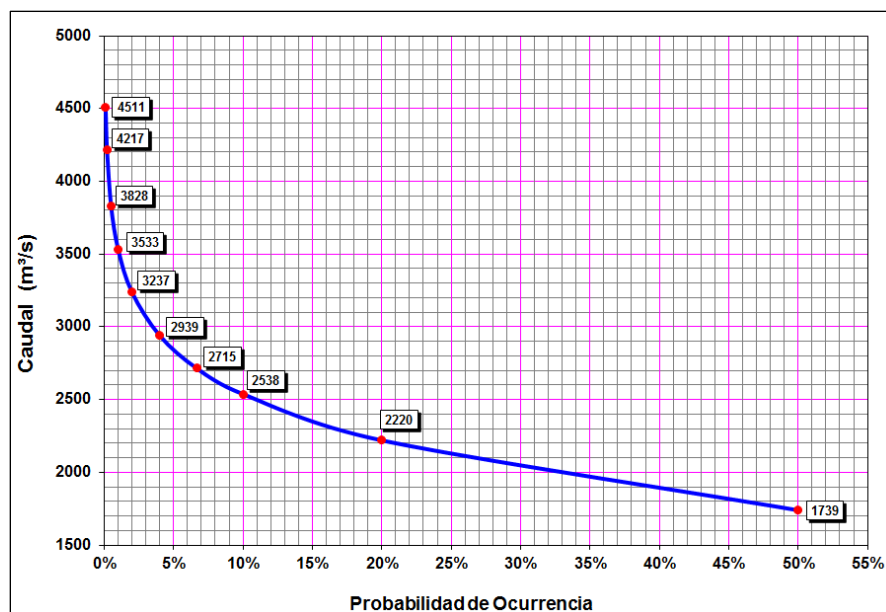


Ilustración 118 Probabilidad de ocurrencia de Caudales Máximos Río Magdalena - Estación Puente Santander – 1987 – 2011

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	320
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.9 ESTUDIO HIDRÁULICO TRANSITO DE CRECIENTES

15.9.1 Metodología De Trabajo

El estudio hidráulico se fundamentó en el análisis y tránsito de las crecientes probables, que se puedan presentar en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, tal como se indica a continuación:

Determinación de los parámetros hidráulicos de las diferentes crecientes de periodos de retorno de 2, 5, 15, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, que se puedan presentar en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva; así como la determinación de los respectivos niveles y caudales de las crecientes analizadas.

El objetivo de este capítulo es evaluar la capacidad hidráulica del Río Magdalena, en función de sus secciones transversales y características de disposición para transitar los niveles y/o caudales de las crecientes máximas probables, a que se verán exigidas, frente al casco urbano de Neiva.

Adicionalmente, los trabajos se desarrollaron teniendo en cuenta los requerimientos de CORPORACIÓN AUTÓNOMA DEL ALTO MAGDALENA - CAM, entre los cuales se destaca, presentar un análisis de crecientes máximas con periodos de retorno de 2, 5, 15, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, frente al área de influencia del proyecto.

15.9.2 Generalidades

Para hallar los parámetros de dinámica fluvial en los tramos del Río Magdalena, se utilizó el Modelo Matemático denominado HEC-RAS (Versión 4.1) y su extensión en ArcGIS GEO-RAS, del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, utilizando el modelo de elevación digital del terreno -TIN (Ver Ilustración 105), a partir del cual, se obtuvieron 37 secciones transversales al cauce del río, frente al área de influencia localizada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva (Ver Ilustración 105); además de los niveles y/o caudales de crecientes máximas, estimados en la estación Puente Santander, considerado picos de crecientes con niveles de periodos de retorno de 2 años a 1000 años.

15.9.3 Secciones de Análisis

A partir del levantamiento hidrotopográfico suministrado por Geocing S.A.S., se obtuvieron 37 secciones transversales al cauce del Río Magdalena, correspondientes a un tramo de 10,7 Km de análisis en el Río Magdalena (Ver

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	321
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Ilustración 105), donde se incluye la totalidad del valle y/o planicies, terrazas y la zona aluvial; tal como se identifican y/o numeran en la Tabla 63, y se ilustran en la Ilustración 105 e Ilustración 119.

Se destaca que para la construcción del modelo hidráulico, en lo referente a sus secciones hidrotopográficas de análisis, se condicionó la ubicación de una sección de análisis frente a la estación hidrométrica utilizada, denominada Puente Santander, operada por el IDEAM. Por lo anterior, la sección H11, localizada sobre el Río Magdalena, se ubicó frente a la estación limnigráfica Puente Santander – 21097070. (Ver Ilustración 105, Ilustración 119 y Tabla 63).

El anterior condicionamiento del modelo hidráulico, permitirá verificar y validar, que el tránsito de las crecientes, presentes en las secciones M-11. Adicionalmente, dicho condicionamiento en la sección M-11, permitirá exigir al modelo hidráulico, que las crecientes transitadas para los diferentes periodos de retorno (2, 5, 10, 15, 25, 50, 100, 500 y 1000 años), presenten los mismos niveles o caudales de periodos de retorno estimados para la estación Puente Santander – 21097070.

Finalmente, el modelamiento de las diferentes crecientes queda sujeto únicamente a la variación de niveles, con el fin de determinar los diferentes niveles de periodo de retorno, estimados en la estación Puente Santander, donde se ubica la sección M-11.

Tabla 63 Secciones Hidrotopográficas Del Río Magdalena Utilizadas En La Modelación Hidráulica

RIO	ID SECCIÓN	ABSCISA	DISTANCIA ENTRE SECCIONES MARGEN IZQUIERDA	DISTANCIA ENTRE SECCIONES POR EL EJE	DISTANCIA ENTRE SECCIONES MARGEN DERECHA	OBSERVACIONES
Magdalena	M-37	K10+201.65	495.5	366.23	244.6	
Magdalena	M-36	K9+835.42	333.5	234.19	185.3	
Magdalena	M-35	K9+601.23	442.7	244.13	21.4	
Magdalena	M-34	K9+357.1	171.5	175.04	197.3	
Magdalena	M-33	K9+182.06	391.9	232.25	90.5	
Magdalena	M-32	K8+949.81	214.8	224.87	216.4	
Magdalena	M-31	K8+724.94	59.1	281.31	365.3	
Magdalena	M-30	K8+443.63	89.4	383.13	477.7	
Magdalena	M-29	K8+60.5	219.5	202.09	198.8	
Magdalena	M-28	K7+858.41	357.7	202.70	146.2	

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	322
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

RIO	ID SECCIÓN	ABSCISA	DISTANCIA ENTRE SECCIONES MARGEN IZQUIERDA	DISTANCIA ENTRE SECCIONES POR EL EJE	DISTANCIA ENTRE SECCIONES MARGEN DERECHA	OBSERVACIONES
Magdalena	M-27	K7+655.71	342.50	202.65	148.70	
Magdalena	M-26	K7+453.07	253.70	195.34	162.00	
Magdalena	M-25	K7+257.72	242.70	270.35	258.80	
Magdalena	M-24	K6+987.37	141.50	211.29	227.30	
Magdalena	M-23	K6+776.08	9.60	387.20	497.10	
Magdalena	M-22	K6+388.88	9.40	341.92	466.70	
Magdalena	M-21	K6+46.96	300.20	363.03	401.10	
Magdalena	M-20	K5+683.93	206.10	196.12	206.10	
Magdalena	M-19	K5+487.81	500.20	284.26	266.80	
Magdalena	M-18	K5+203.55	21.30	446.28	607.30	
Magdalena	M-17	K4+757.27	214.60	321.94	369.40	
Magdalena	M-16	K4+435.33	453.60	234.22	122.10	
Magdalena	M-15	K4+201.11	154.90	156.71	195.50	
Magdalena	M-14	K4+44.4	544.40	486.00	504.70	
Magdalena	M-13	K3+558.41	481.50	319.36	166.40	
Magdalena	M-12	K3+239.05	963.90	495.71	15.80	
Magdalena	M-11	K2+743.34	188.60	176.64	237.60	Estación IDEAM Puente Santander
Magdalena	M-10	K2+566.7	322.20	208.97	94.40	
Magdalena	M-9	K2+357.73	229.00	197.46	168.60	
Magdalena	M-8	K2+160.27	240.50	208.68	198.90	
Magdalena	M-7	K1+951.58	268.80	218.84	145.80	
Magdalena	M-6	K1+732.74	356.30	291.57	193.40	
Magdalena	M-5	K1+441.17	511.80	323.25	53.30	
Magdalena	M-4	K1+117.92	386.90	471.55	559.50	
Magdalena	M-3	K0+646.37	80.50	300.50	609.10	
Magdalena	M-2	K0+345.87	184.00	345.87	558.60	
Magdalena	M-1	K0+00	0.00	0.00	0.00	

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	323
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.9.4 Descripción General del Modelo Hec – Ras

El Modelo Matemático HEC-RAS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos denominado "Water Surface Profiles", calcula los perfiles superficiales del agua para las condiciones de un flujo permanente o no permanente y gradualmente variado en canales naturales o artificiales. Este procedimiento está basado en solucionar la ecuación unidimensional de energía con las pérdidas por fricción evaluadas por medio de la ecuación de Manning; en el presente estudio se consideraron condiciones de flujo permanente y uniforme

Los parámetros básicos de entrada del programa HEC-RAS son la geometría del cauce (secciones transversales de las Ilustración 105, Ilustración 119 e Ilustración 120), distancia de separación entre las secciones transversales seleccionadas, las rugosidades y las condiciones de niveles aguas abajo y/o arriba, dependiendo del régimen del flujo, que para este caso fue modelado en flujo subcrítico.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	324
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p>INFORME FINAL</p>		

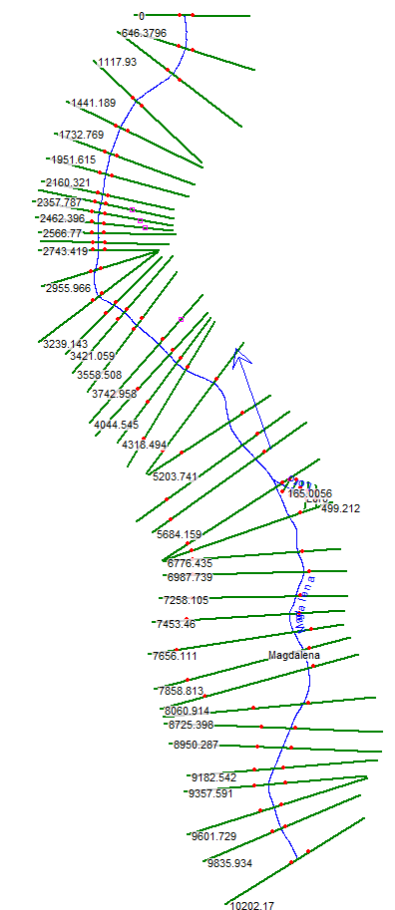


Ilustración 119 Modelo hidráulico HEC-RAS del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	325
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

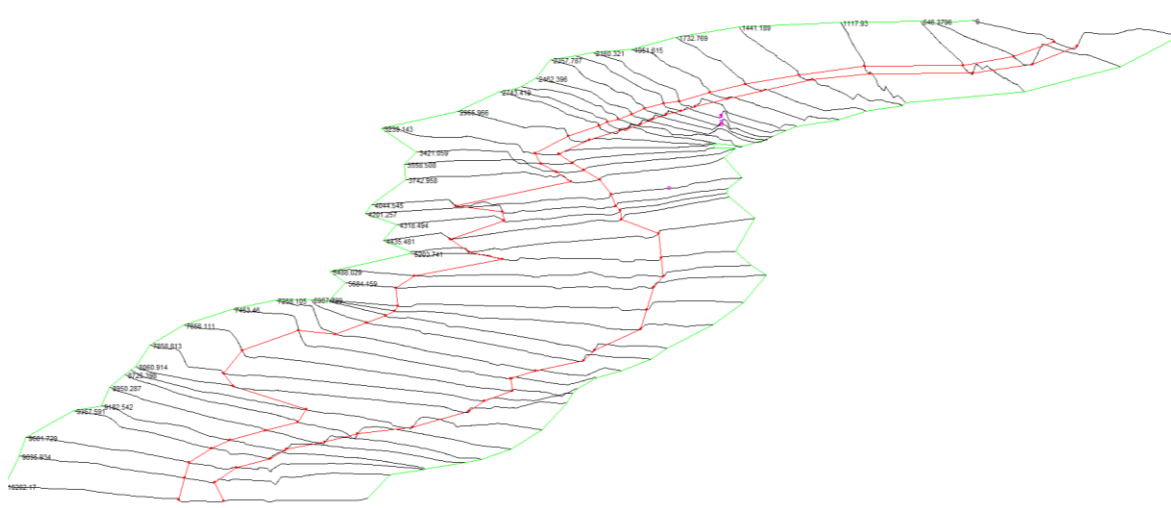


Ilustración 120 Modelo 3D HEC-RAS del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

15.9.5 Calibración del Modelo

Para la calibración del modelo, inicialmente el día 26 del mes Noviembre se realizó una campaña de medición de niveles de la lámina de agua del río, en 9 sitios distribuidos a lo largo del tramo en estudio, con la ayuda de GPS doble frecuencia, a los cuales se les realizó su corrección respectiva de aumento o descenso de nivel durante la toma de los registros en campo; adicionalmente; se tomó la lectura de mira en la estación Puente Santander, correspondiente a 1.78 cms, equivalentes a una cota de 421,64 m.s.n.m., y que con la utilización de la curva de calibración del Río Magdalena, en la estación Puente Santander, se logró determinar un caudal de 144.4 m³/s; además de los coeficientes de rugosidad de Manning a lo largo de las diferentes secciones hidráulicas, obteniendo en la calibración del modelo, valores rugosidad de 0.035 para el fondo del cauce, 0.0245 para las bancas.

En las demás áreas aledañas al cauce del Río Magdalena; se adoptaron valores teóricos de rugosidad de Manning de y 0.05 a 0.08, donde se encuentran las islas con vegetación y zonas urbanizadas respectivamente, las cuales también son influenciadas con el periodo de retorno de las diferentes crecientes en análisis; acorde con las características de la zona, respecto de sus coberturas y morfologías.

Tabla 64 Puntos De Medición De Nivel De Lámina De Agua Del Rio Magdalena Utilizadas Para La Calibración Del Modelo Hidráulico

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	326
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

ID SEC	EST NIVEL	NORTE	ESTE	COTA (m.s.n.m.)	OBS
M1	H1	819529.27	864086.99	418.63	
M8	H2	817777.29	863193.19	421.14	
M11	H0	817207.07	863065.48	421.64	ESTACIÓN PTE SANTANDER
M16	H3	816084.69	863962.45	424.92	
M17	H4	815814.21	864408.25	425.52	
M21	H5	814906.25	864917.24	427.57	
M23	H6	813822.06	865278.62	429.06	
M27	H7	813160.94	865262.29	431.37	
FUERA	H8	809164.11	865224.21	436.67	

A continuación se presentan los perfiles de flujo y velocidades resultantes de la calibración del modelo hidráulico; adicionalmente, en el Anexo 5 ²⁰– Amenaza por inundación – Calibración, se presenta el modelo de calibración hidráulica en Hec-Ras

²⁰GEOCING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RIO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	327
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

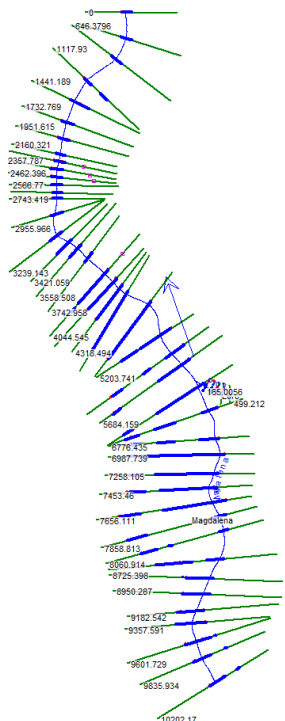


Ilustración 121 Modelo HEC-RAS del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Caudal de calibración

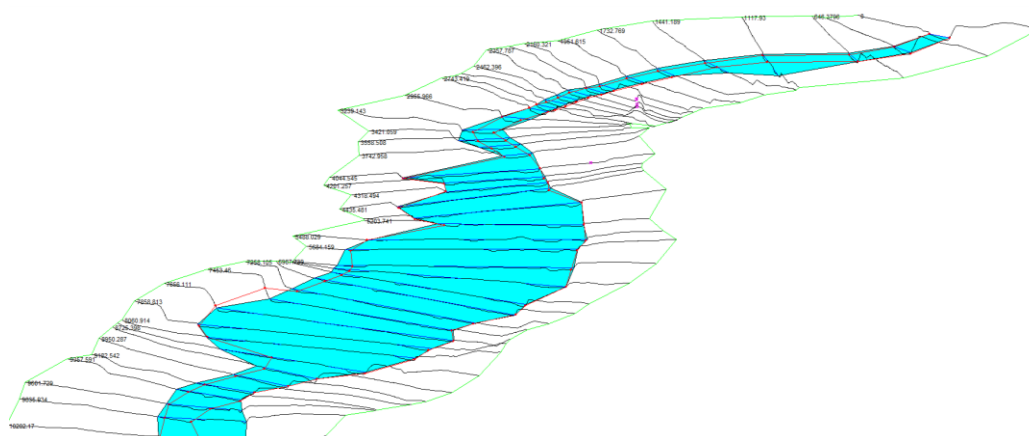


Ilustración 122 Modelo 3D HEC-RAS del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Caudal de calibración

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	328
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

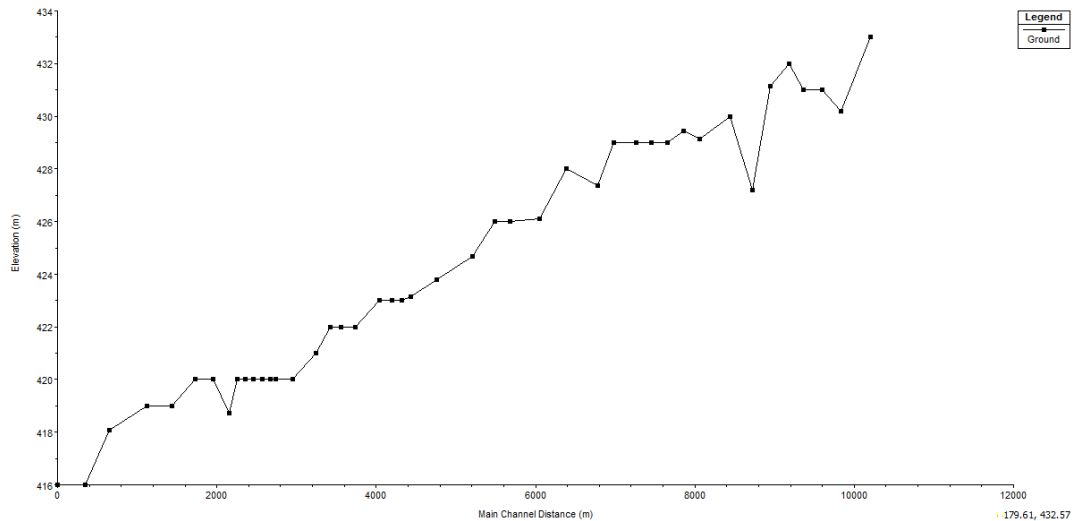


Ilustración 123 Perfil longitudinal del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Caudal de calibración

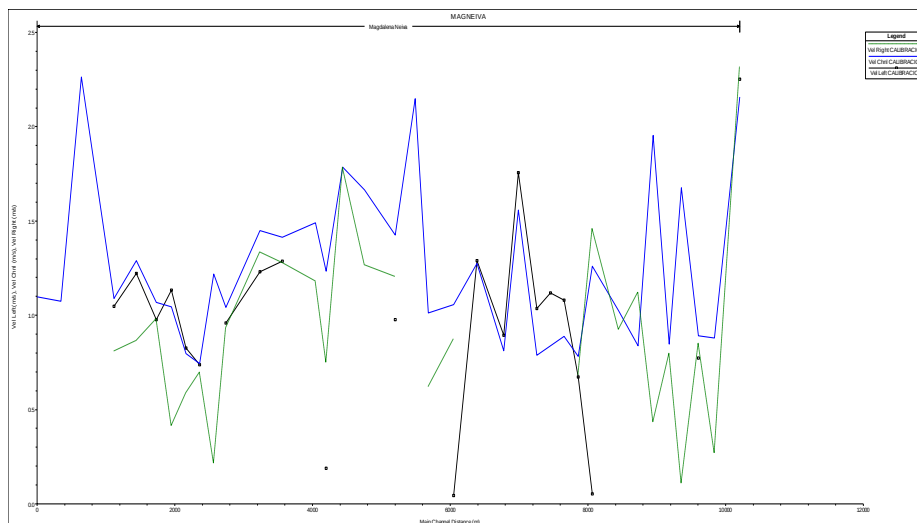


Ilustración 124 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Caudal de calibración

15.9.6 Modelación Hidráulica Del Pico De Crecientes

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	329
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Corresponde a la modelación hidráulica del Río Magdalena en la zona de influencia entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, donde se transitaban 9 tipos de crecientes, con niveles picos de periodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, tal como se presenta a continuación en la Tabla 65.

Tabla 65 Niveles y caudales de las Crecientes Pico Estimadas y Modeladas en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

CRECIENTE	RIO MAGDALENA NIVEL SECCIÓN M-11 ESTACIÓN PUENTE SANTANDER (Cms)	RIO MAGDALENA NIVEL SECCIÓN M-11 ESTACIÓN PUENTE SANTANDER (m.s.n.m.)	RIO MAGDALENA CAUDAL SECCIÓN M-11 ESTACIÓN PUENTE SANTANDER (m³/s)
Tr=2 años	549	425.35	2220
Tr=5 años	594	425.8	2538
Tr=10 años	619	426.06	2715
Tr=15 años	651	426.37	2939
Tr=25 años	694	426.8	3237
Tr=50 años	736	427.22	3533
Tr=100 años	778	427.64	3828
Tr=500 años	833	428.19	4217
Tr=1000 años	875	428.61	4511

Con base en los caudales y niveles estimados para las crecientes a transitar, a continuación se hace referencia a cada una de ellas.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	330
Fecha: 28/02/2018					

15.9.7 Creciente periodo de retorno 2 años

Corresponde a la creciete esperada con periodo de retorno de 2 años en el Río Magdalena, por lo cual, en la estación Puente Santander, se estima que se registré una lectura de mira de 549 cms, equivalentes a una cota de lámina de agua de 425,35 m.s.n.m, a la altura de la sección M-11 del modelo HEC-RAS.

Con este condicionamiento en la sección M-11, el modelo hidráulico Hec-Ras, permitió estimar los caudales picos de las crecientes del Río Magdalena, obteniendo un valor de 2220 m³/s, los cuales fueron transitados, permitiendo calcular el perfil hidráulico de la lámina de agua y el perfil de velocidades para dicha creciete. (Ver Ilustración 125 e Ilustración 126).

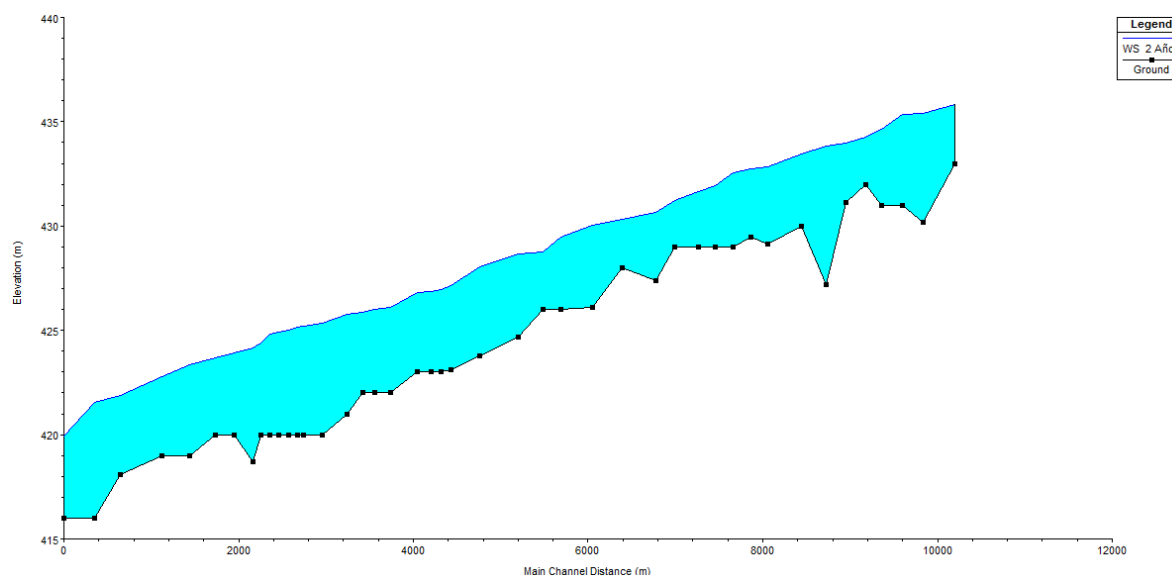


Ilustración 125 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciete con periodo de retorno de 2 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	331
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

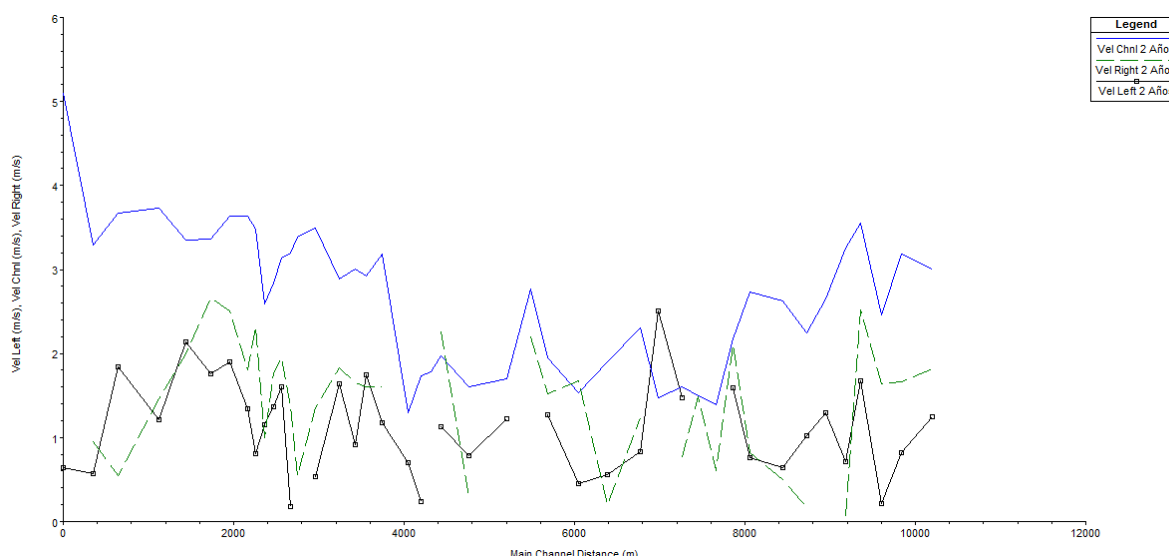


Ilustración 126 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 2 años

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, respecto de los perfiles hidráulicos de las láminas de aguas de las crecientes del Río Magdalena con periodo de retorno de 2 años, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, no es posible determinar una cota única de inundación para la creciete transitada, puesto que el Río Magdalena presenta gradientes diferentes e independientes en sus perfiles de la creciete registrada, indicando que la cota de la lámina de agua de la creciete transitada, depende de manera univoca al sitio en el que se localice.

En el Anexo 5 ²¹–Amenaza por inundación – Creciente Tr 2 años, se presentan los resultados del tránsito de la creciete con periodo de retorno de 2.0 años, en las diferentes secciones de análisis del Río Magdalena.

Seguidamente, con la ayuda del ArcGIS, por medio de la herramienta Geo-Ras; además del modelo de elevación digital del terreno – TIN (Ver Ilustración 105), fue posible espacializar y caracterizar en altura dicha creciete, tal como se ilustra a continuación en las Ilustración 127 e Ilustración 128.

²¹ GEOGING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RIO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	332
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Se destaca, que la caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 2.0 años (Ver Ilustración 128), permite determinar de manera espacial y local, las diferentes alturas de lámina de agua presentes en el área inundada por los desbordamientos del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Adicionalmente, se aprecia con la especialización y tránsito de la creciente de periodo de retorno de 2 años (Ver Ilustración 127 e Ilustración 128), que se presentan pequeños desbordamientos, localizados principalmente hacia las zonas bajas de las márgenes del río y de las islas principalmente, las cuales, presentan diversificación de brazos y/o canales, por lo cual se generan anegaciones del orden hasta 6.8 m.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	333
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

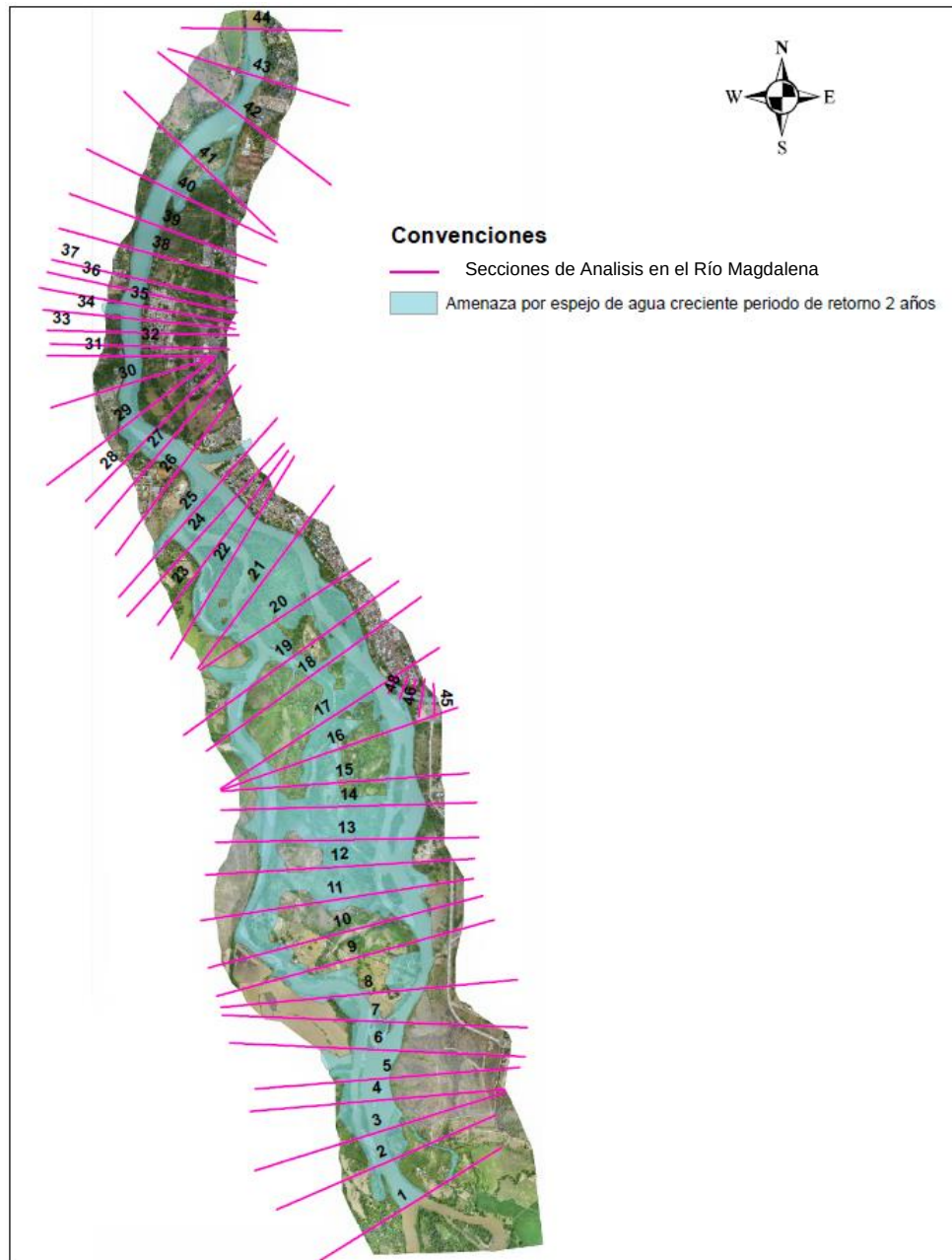


Ilustración 127 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 2 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	334
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

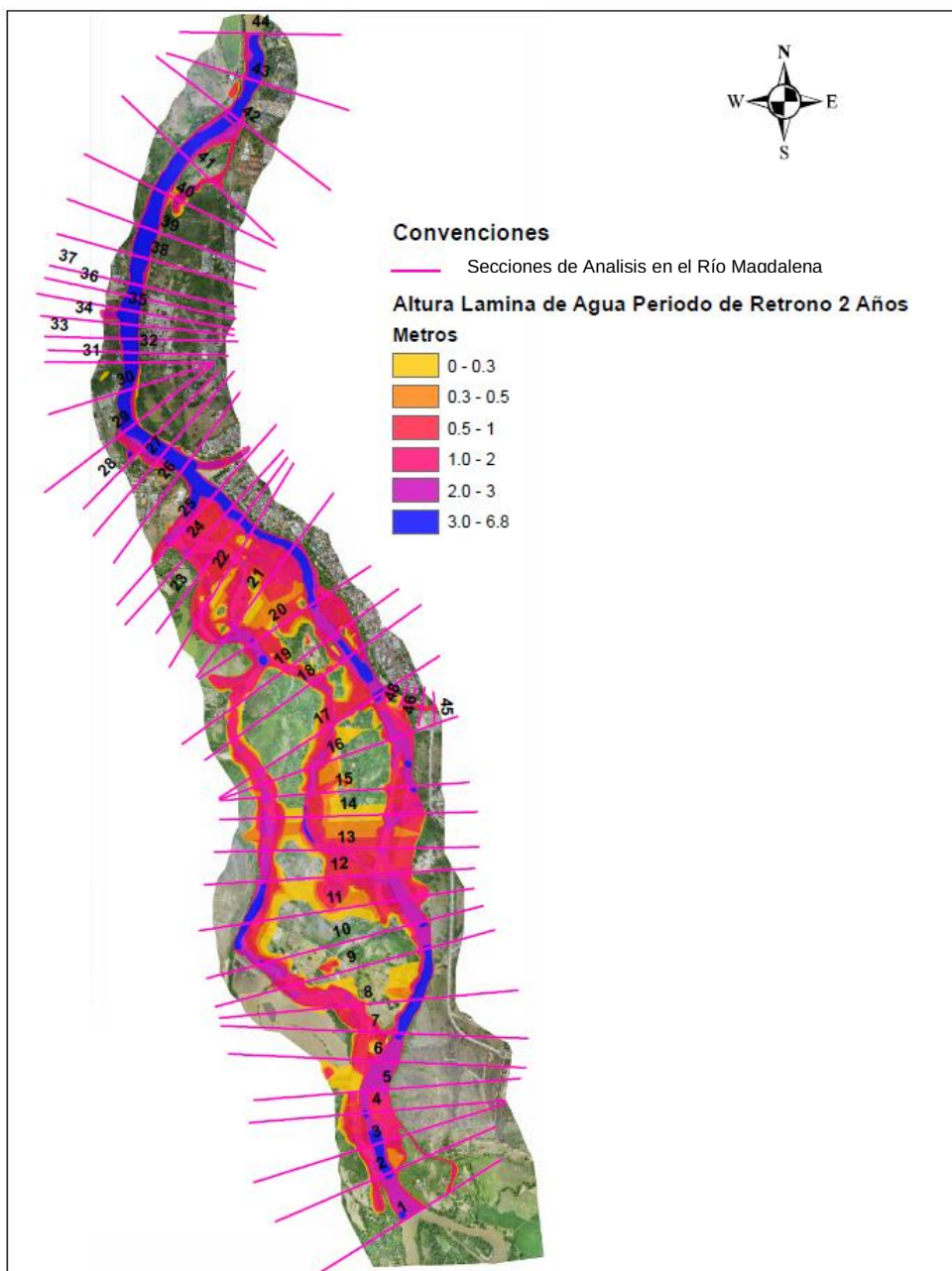


Ilustración 128 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 2,0 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

15.9.8 Creciente periodo de retorno 5 años

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	335
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Corresponde a la creciente esperada con periodo de retorno de 5 años en el Río Magdalena, por lo cual, en la estación Puente Santander, se estima que se registró una lectura de mira de 594 cms, equivalentes a una cota de lámina de agua de 425.8 m.s.n.m, donde se localiza la sección M-11 del modelo HEC-RAS.

Con dicho condicionamiento en la sección M-11, el modelo hidráulico Hec-Ras, permitió estimar el caudal pico de la creciente del Río Magdalena, obteniendo valores de 2538 m³/s, los cuales fueron transitados, permitiendo calcular el perfil hidráulico de la lámina de agua y el perfil de velocidades para dicha creciente. (Ver Ilustración 129 e Ilustración 130).

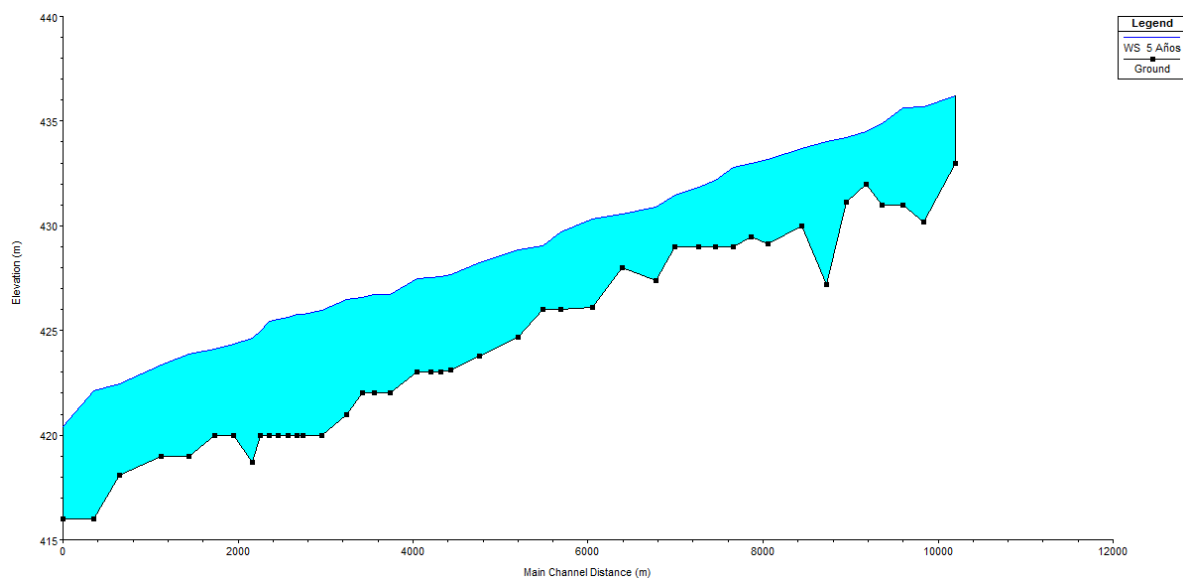


Ilustración 129 Perfil longitudinal de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 5 años en el Río Magdalena

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	336
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

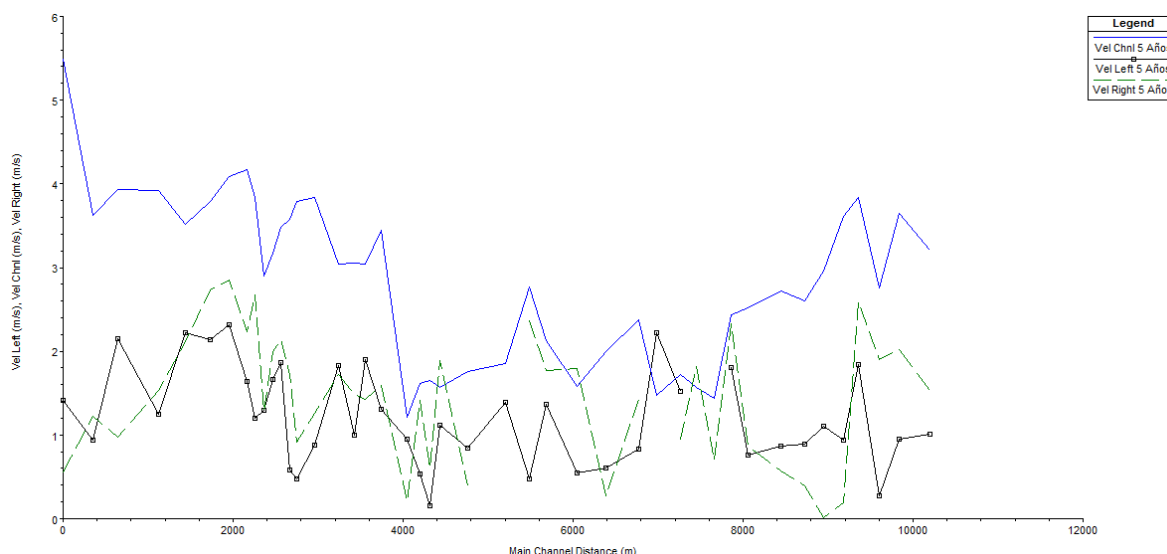


Ilustración 130 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 5 años

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, respecto de los perfiles hidráulicos de las láminas de aguas de las crecientes del Río Magdalena con periodo de retorno de 5 años, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, no es posible determinar una cota única de inundación para la creciente transitada, puesto que el Río Magdalena presenta gradientes diferentes e independientes en sus perfiles de la creciente registrada, indicando que la cota de la lámina de agua de la creciente transitada, depende de manera unívoca al sitio en el que se localice.

En el Anexo 5²² –Amenaza por inundación – Creciente Tr 5 años, se presentan los resultados del tránsito de la creciente con periodo de retorno de 5 años, en las diferentes secciones de análisis, del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Seguidamente, como se mencionó anteriormente, con la ayuda del ArcGIS, por medio de la herramienta Geo-Ras; además del modelo de elevación digital del terreno – TIN (Ver Ilustración 105), fue posible espacializar y caracterizar en altura

²² GEOGING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RIO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	337
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

dicha creciente, tal como se ilustra a continuación en las Ilustración 131 e Ilustración 132.

Se destaca, que la caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 5 años (Ver Ilustración 132), permite determinar de manera espacial y local, las diferentes alturas de lámina de agua presentes en el área inundada por los desbordamientos del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Adicionalmente, se aprecia con la especialización y tránsito de la creciente de periodo de retorno de 5 años (Ver Ilustración 131 e Ilustración 132), que se presentan pequeños desbordamientos, localizados principalmente hacia las zonas bajas de las márgenes del río (margen izquierda secciones 3 a 7, 13 a 19, 25 a 29 y por la margen derecha, secciones 38 a 42) y de las islas principalmente, generando láminas de agua con alturas de hasta 7.0 m.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	338
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

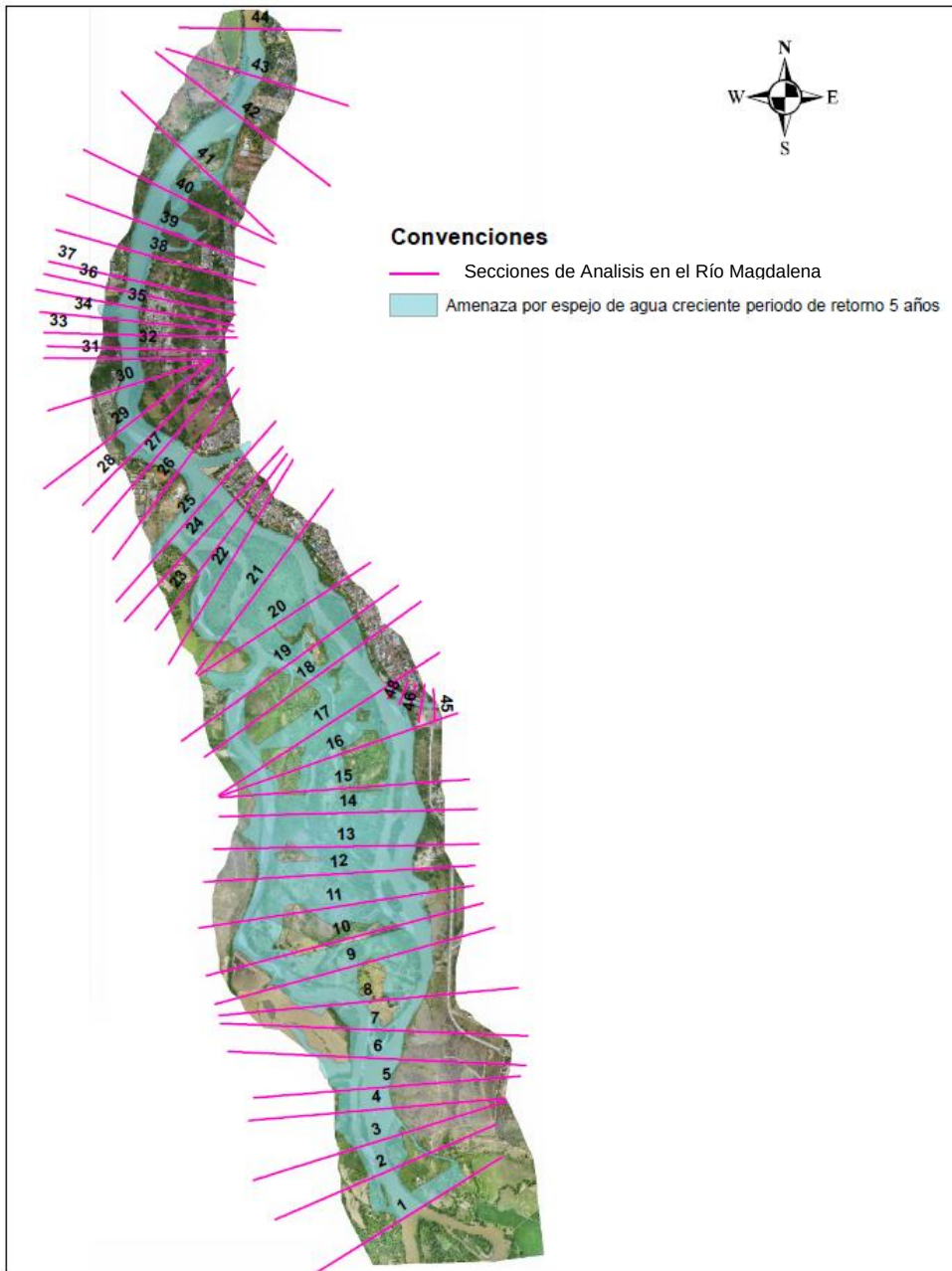


Ilustración 131 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 5 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	339
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

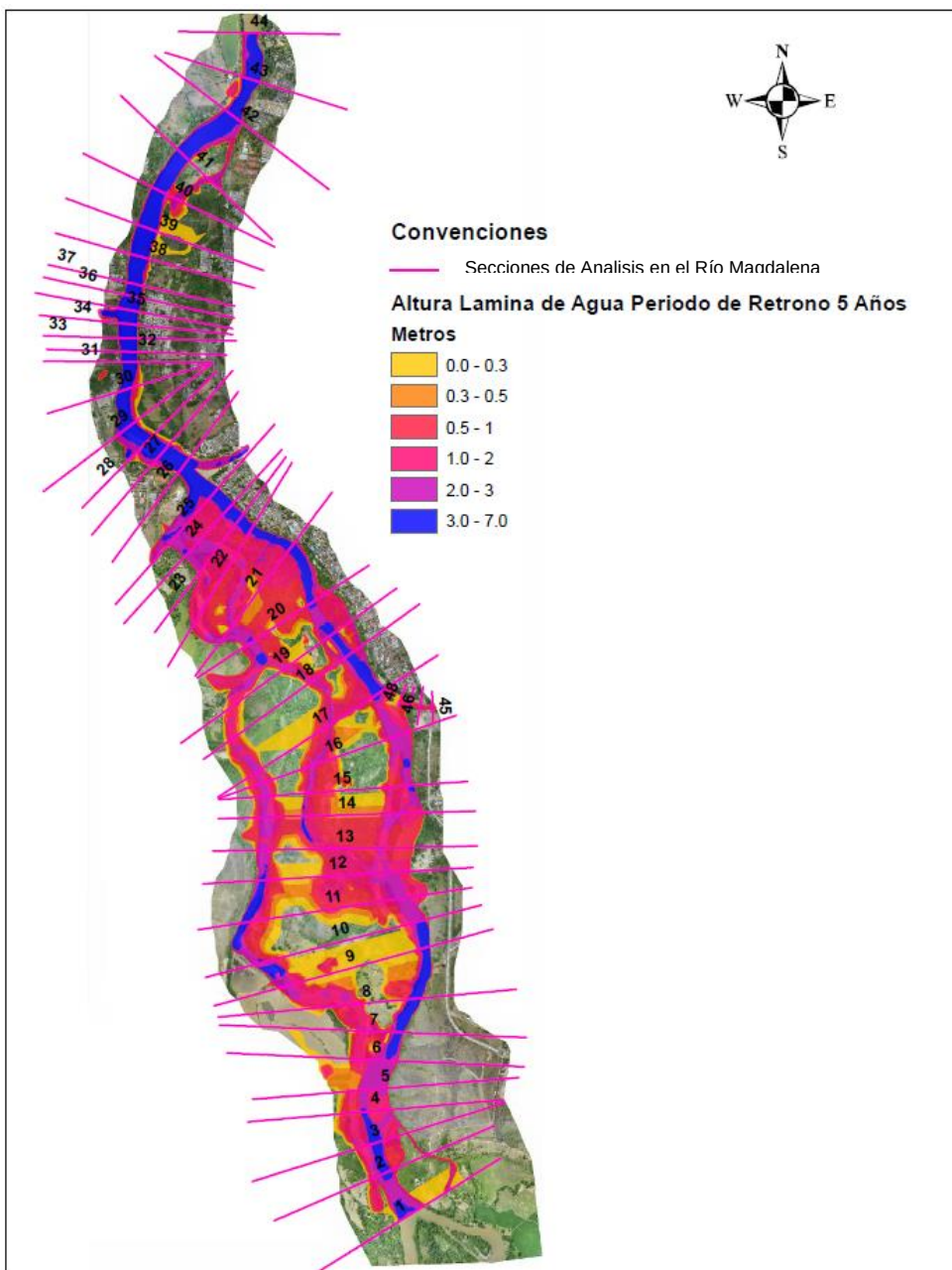


Ilustración 132 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 5 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	340
Fecha: 28/02/2018					

15.9.9 Creciente periodo de retorno 15 años

Corresponde a la creciente esperada con periodo de retorno de 15 años en el Río Magdalena, por lo cual, en la estación Puente Santander, se estima que se registró una lectura de mira de 651 cms, equivalentes a una cota de lámina de agua de 426.37 m.s.n.m, donde se localiza la sección M-11 del modelo HEC-RAS.

Con dicho condicionamiento en la sección M-11, el modelo hidráulico Hec-Ras, permitió estimar el caudal pico de la creciente del Río Magdalena, obteniendo valores de 2939 m³/s, los cuales fueron transitados, permitiendo calcular el perfil hidráulico de la lámina de agua y el perfil de velocidades para dicha creciente. (Ver Ilustración 133 e Ilustración 134).

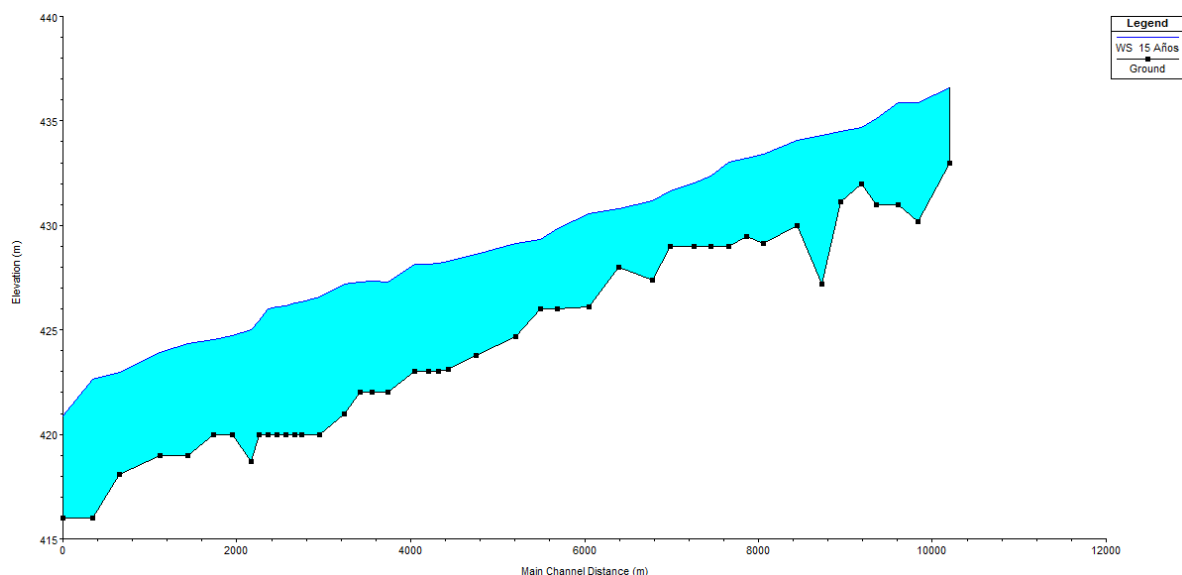


Ilustración 133 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 15 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	341
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

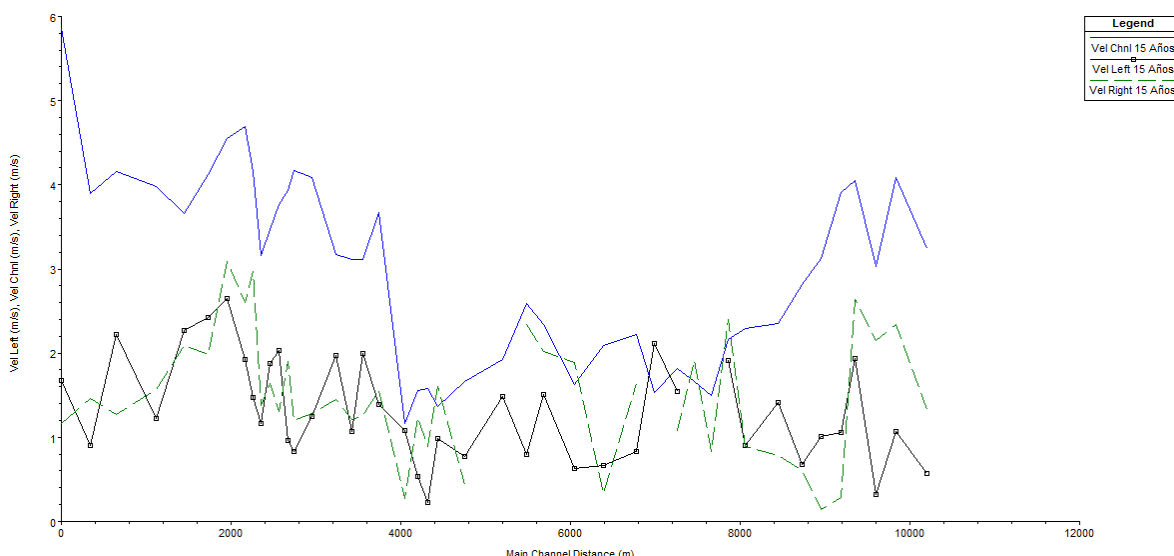


Ilustración 134 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 15 años

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, respecto de los perfiles hidráulicos de las láminas de aguas de las crecientes del Río Magdalena con periodo de retorno de 15 años, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, no es posible determinar una cota única de inundación para la creciente transitada, puesto que el Río Magdalena presenta gradientes diferentes e independientes en sus perfiles de la creciente registrada, indicando que la cota de la lámina de agua de la creciente transitada, depende de manera univoca al sitio en el que se localice.

En el Anexo 5 ²³– Amenaza por inundación – Creciente Tr 15 años, se presentan los resultados del tránsito de la creciente con periodo de retorno de 15 años, en las diferentes secciones de análisis, del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Seguidamente, como se mencionó anteriormente, con la ayuda del ArcGIS, por medio de la herramienta Geo-Ras; además del modelo de elevación digital del terreno – TIN (Ver Ilustración 105), fue posible espacializar y caracterizar en altura

²³ GEOGING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RIO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	342
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

dicha creciente, tal como se ilustra a continuación en las Ilustración 135 e Ilustración 136.

Se destaca, que la caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 15 años (Ver Ilustración 136), permite determinar de manera espacial y local, las diferentes alturas de lámina de agua presentes en el área inundada por los desbordamientos del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Adicionalmente, se aprecia con la especialización y tránsito de la creciente de periodo de retorno de 15 años (Ver Ilustración 135 e Ilustración 136), que igualmente se presentan desbordamientos, en ambas márgenes del río (margen izquierda secciones 1 a 10, 13 a 20, 26 a 29, 41 a 42 y por la margen derecha, secciones 1 a 2 y 38 a 42) y de las islas principalmente, generando alturas de láminas de agua de hasta 7.4 m.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	343
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

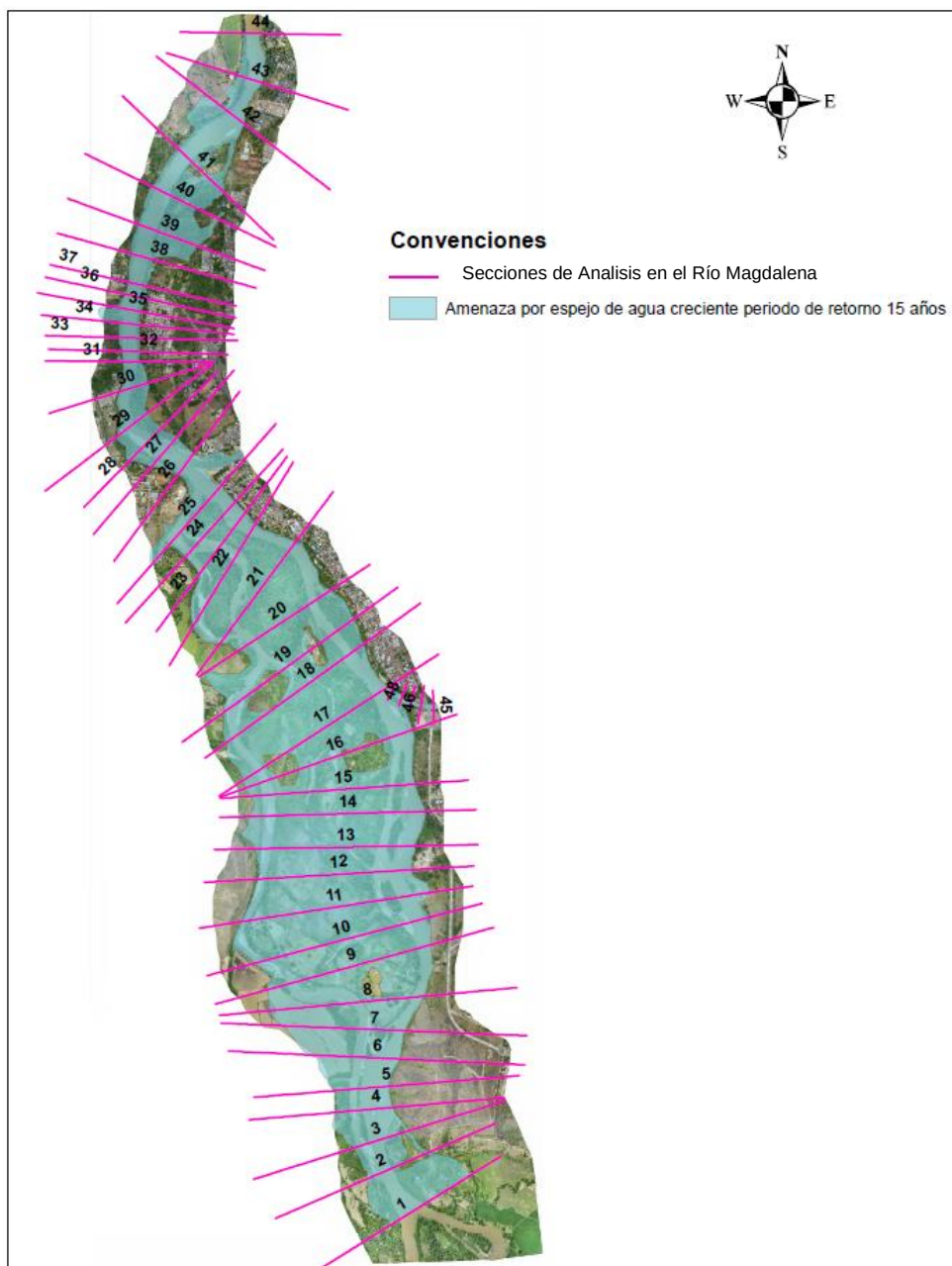


Ilustración 135 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 15 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	344
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

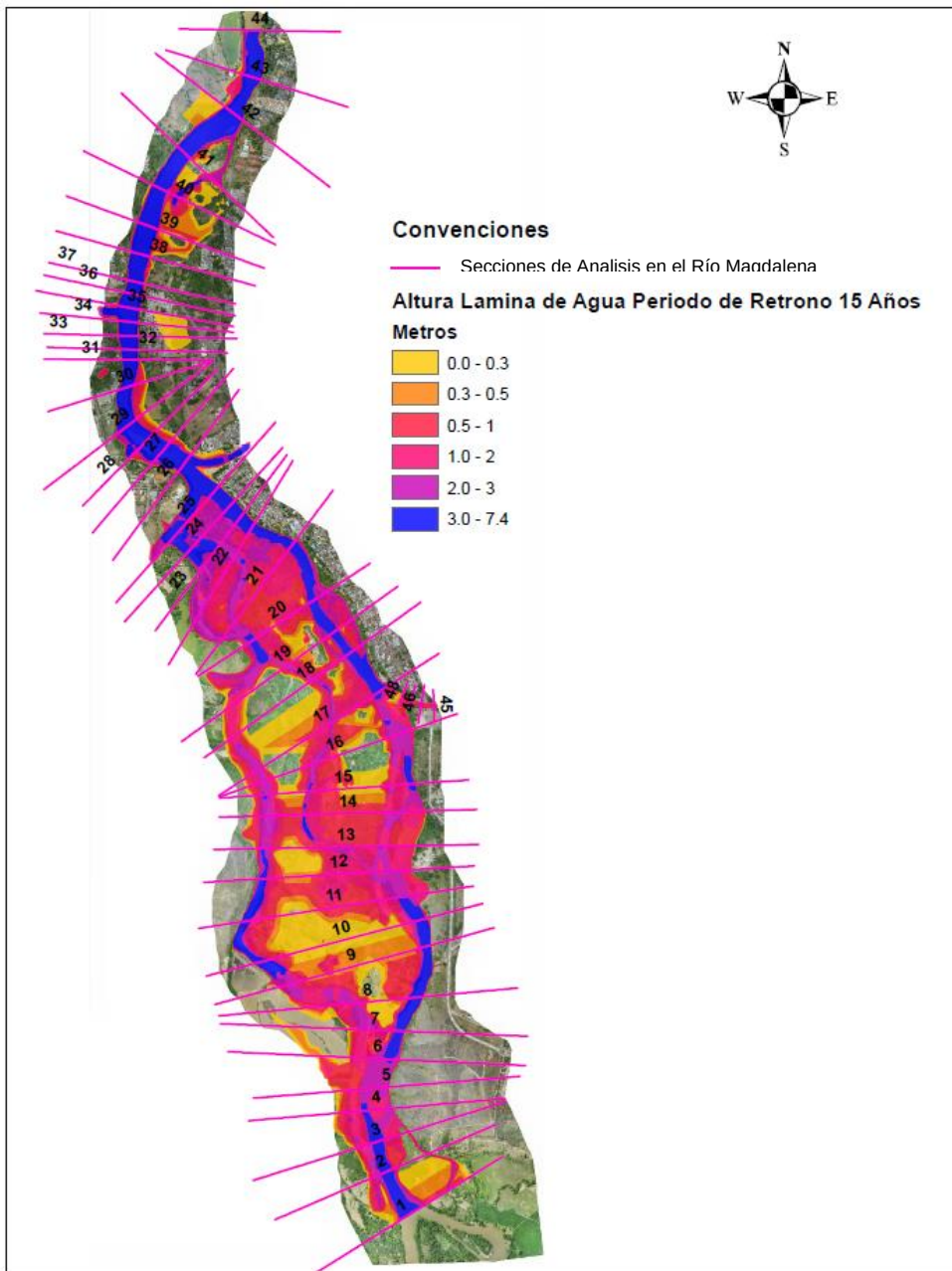


Ilustración 136 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 15 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

15.9.10 Creciente Periodo de retorno 25 años

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	345
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Corresponde a la creciente esperada con periodo de retorno de 25 años en el Río Magdalena, por lo cual, en la estación Puente Santander, se estima que se registró una lectura de mira de 694 cms, equivalentes a una cota de lámina de agua de 426.8 m.s.n.m, donde se localiza la sección M-11 del modelo HEC-RAS.

Con dicho condicionamiento en la sección M-11, el modelo hidráulico Hec-Ras, permitió estimar el caudal pico de la creciente del Río Magdalena, obteniendo valores de 3237 m³/s, los cuales fueron transitados, permitiendo calcular el perfil hidráulico de la lámina de agua y el perfil de velocidades para dicha creciente. (Ver Ilustración 137 e Ilustración 138).

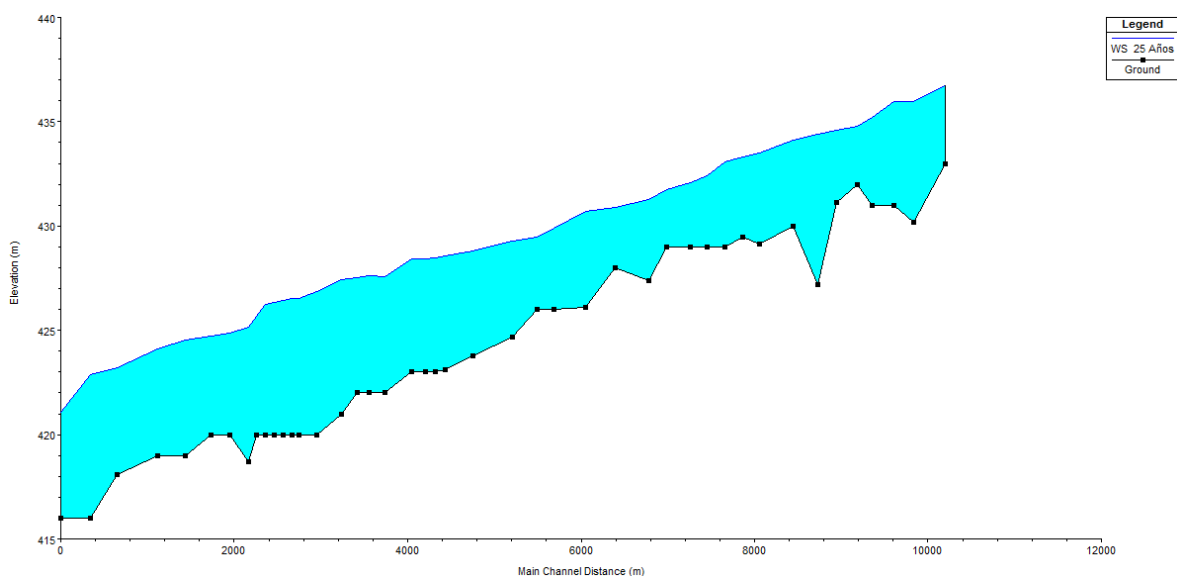


Ilustración 137 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 25 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	346
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

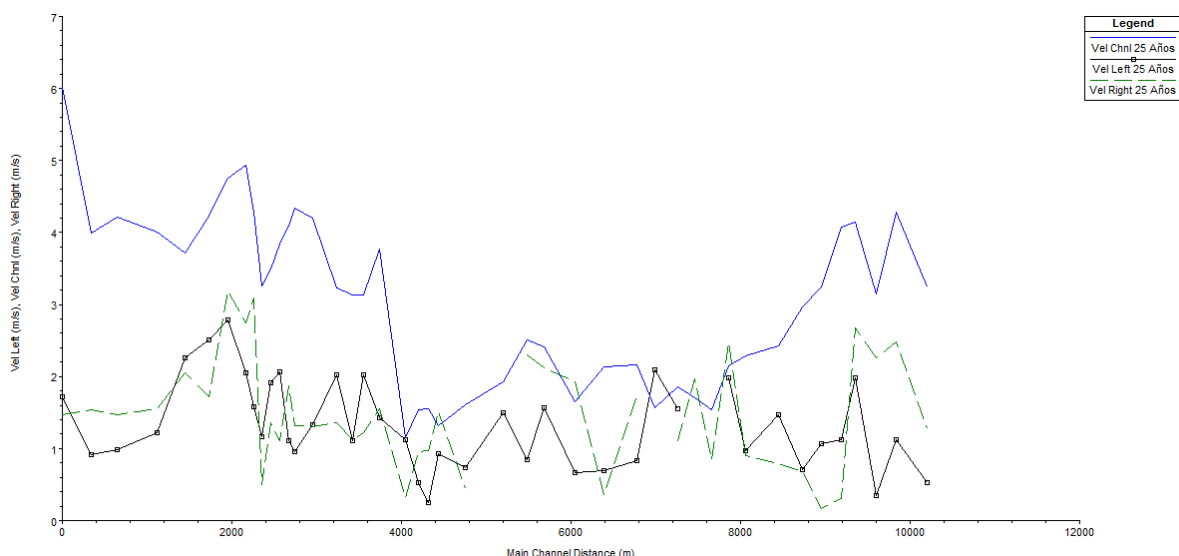


Ilustración 138 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 25 años

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, respecto de los perfiles hidráulicos de las láminas de aguas de las crecientes del Río Magdalena con periodo de retorno de 25 años, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, no es posible determinar una cota única de inundación para la creciente transitada, puesto que el Río Magdalena presenta gradientes diferentes e independientes en sus perfiles de la creciente registrada, indicando que la cota de la lámina de agua de la creciente transitada, depende de manera unívoca al sitio en el que se localice.

En el Anexo 5 ²⁴ – Amenaza por inundación – Creciente Tr 25 años, se presentan los resultados del tránsito de la creciente con periodo de retorno de 25 años, en las diferentes secciones de análisis, del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Seguidamente, como se mencionó anteriormente, con la ayuda del ArcGIS, por medio de la herramienta Geo-Ras; además del modelo de elevación digital del terreno – TIN (Ver Ilustración 105), fue posible espacializar y caracterizar en altura

²⁴ GEOGING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RIO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	347
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

dicha creciente, tal como se ilustra a continuación en las Ilustración 139 e Ilustración 140.

Se destaca, que la caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 25 años (Ver Ilustración 140), permite determinar de manera espacial y local, las diferentes alturas de lámina de agua presentes en el área inundada por los desbordamientos del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Adicionalmente, se aprecia con la especialización y tránsito de la creciente de periodo de retorno de 25 años (Ver Ilustración 139 e Ilustración 140), que igualmente se presentan desbordamientos, en ambas márgenes del río (margen izquierda secciones 1 a 10, 13 a 20, 26 a 29, 41 a 43 y por la margen derecha, secciones 1 a 4, 25 a 30 y 38 a 42) y de las islas principalmente, generando alturas de láminas de agua de hasta 7.7 m.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	348
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

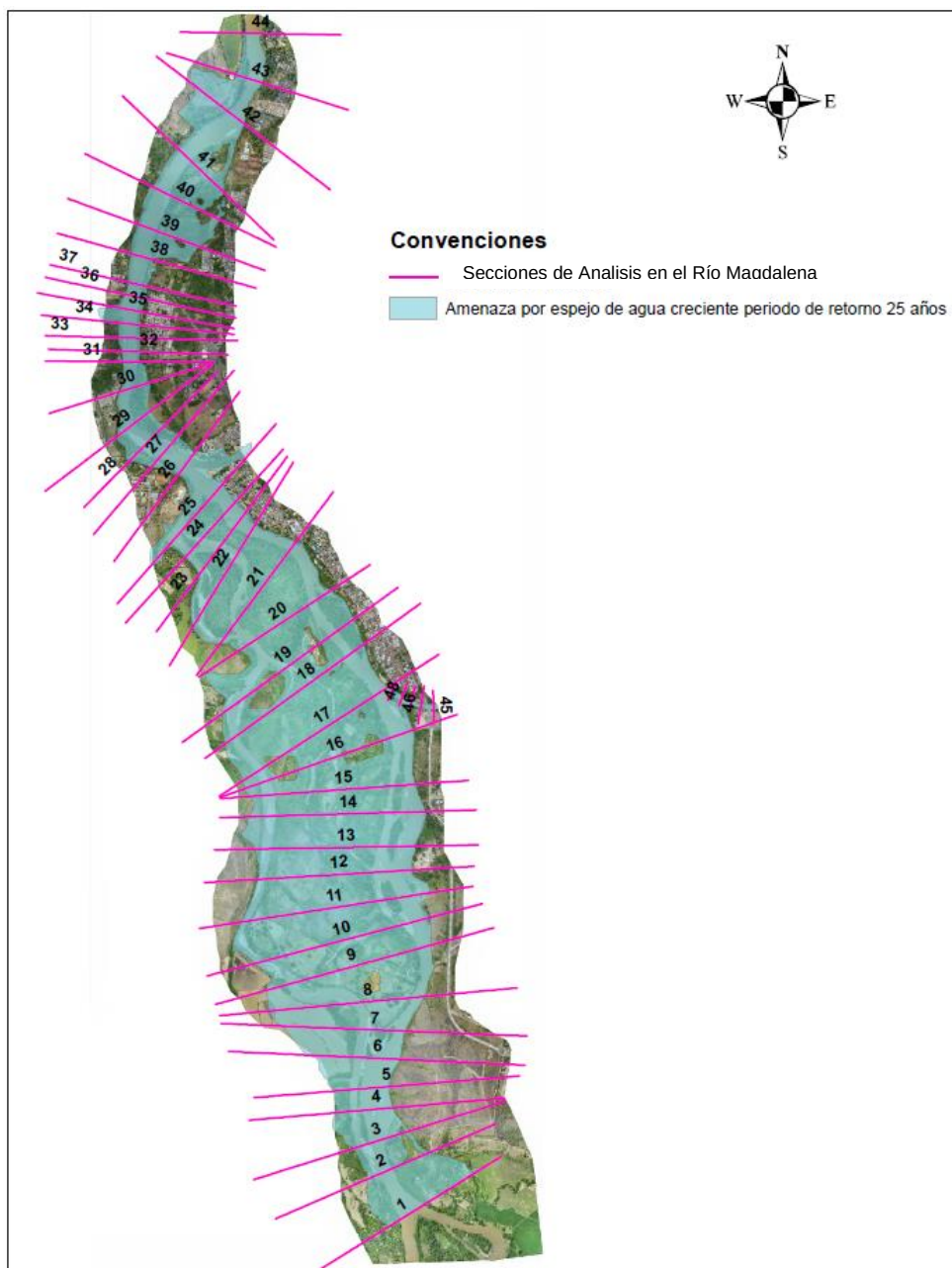


Ilustración 139 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 25 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	349
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

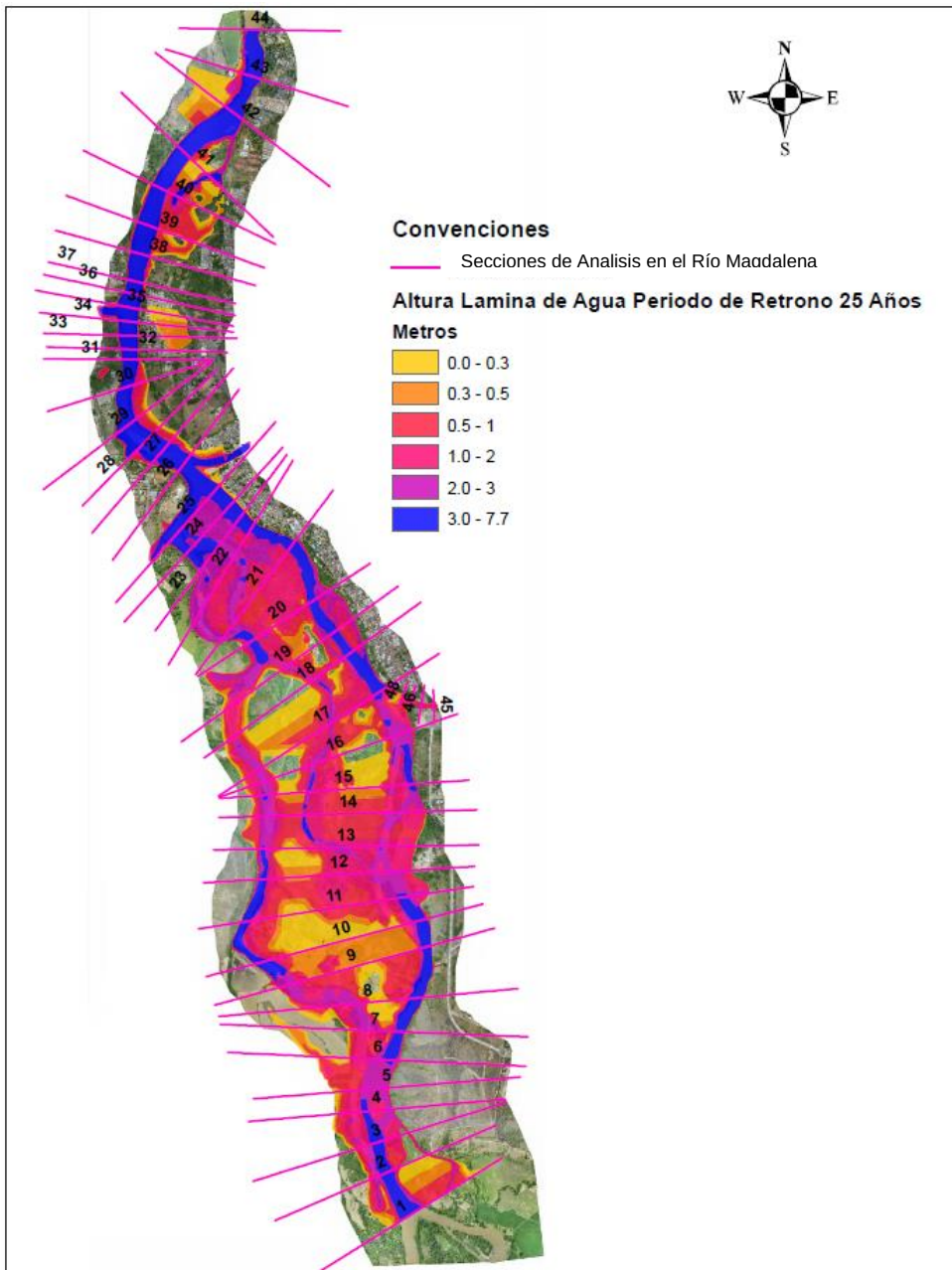


Ilustración 140 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 25 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	350
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.9.11 Creciente Periodo Retorno 50 años

Corresponde a la creciente esperada con periodo de retorno de 50 años en el Río Magdalena, por lo cual, en la estación Puente Santander, se estima que se registró una lectura de mira de 736 cms, equivalentes a una cota de lámina de agua de 427.22 m.s.n.m, donde se localiza la sección M-11 del modelo HEC-RAS.

Con dicho condicionamiento en la sección M-11, el modelo hidráulico Hec-Ras, permitió estimar el caudal pico de la creciente del Río Magdalena, obteniendo valores de 3533 m³/s, los cuales fueron transitados, permitiendo calcular el perfil hidráulico de la lámina de agua y el perfil de velocidades para dicha creciente. (Ver Ilustración 141 e Ilustración 142).

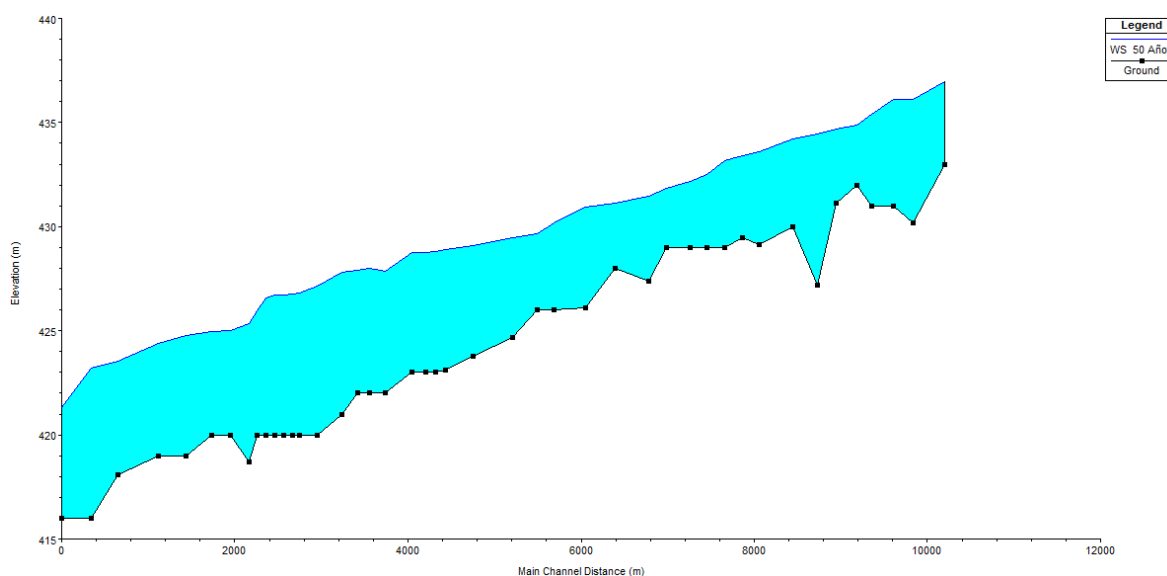


Ilustración 141 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 50 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	351
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

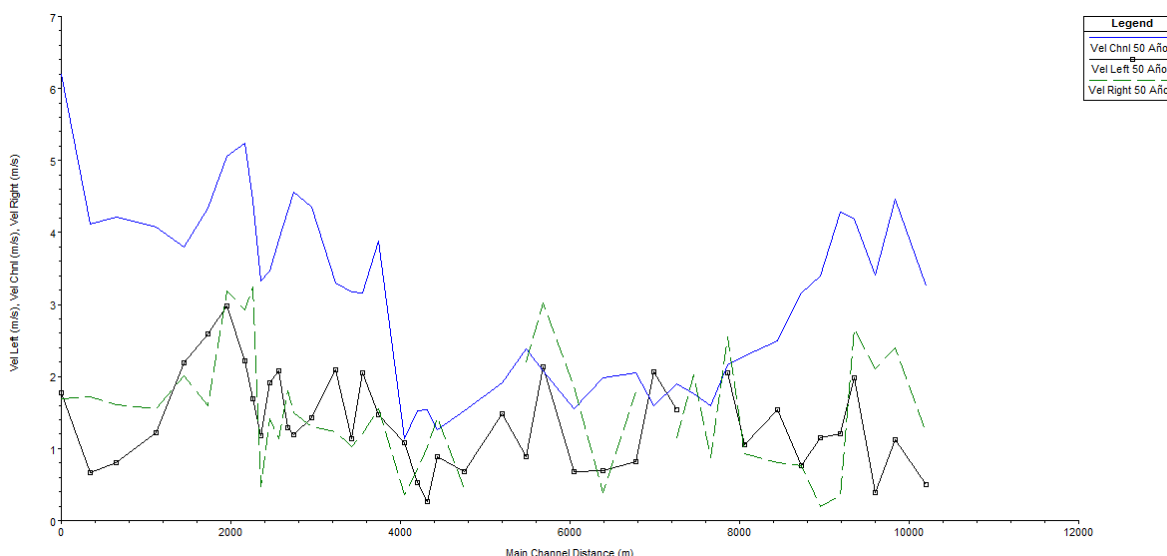


Ilustración 142 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 50 años

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, respecto de los perfiles hidráulicos de las láminas de aguas de las crecientes del Río Magdalena con periodo de retorno de 50 años, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, no es posible determinar una cota única de inundación para la creciente transitada, puesto que el Río Magdalena presenta gradientes diferentes e independientes en sus perfiles de la creciente registrada, indicando que la cota de la lámina de agua de la creciente transitada, depende de manera univoca al sitio en el que se localice.

En el Anexo 5 ²⁵– Amenaza por inundación – Creciente Tr 50 años, se presentan los resultados del tránsito de la creciente con periodo de retorno de 50 años, en las diferentes secciones de análisis, del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Seguidamente, como se mencionó anteriormente, con la ayuda del ArcGIS, por medio de la herramienta Geo-Ras; además del modelo de elevación digital del terreno – TIN (Ver Ilustración 105), fue posible espacializar y caracterizar en altura

²⁵ GEOGING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RIO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	352
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

dicha creciente, tal como se ilustra a continuación en las Ilustración 143 e Ilustración 144.

Se destaca, que la caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 50 años (Ver Ilustración 144), permite determinar de manera espacial y local, las diferentes alturas de lámina de agua presentes en el área inundada por los desbordamientos del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Adicionalmente, se aprecia con la especialización y tránsito de la creciente de periodo de retorno de 50 años (Ver Ilustración 143 e Ilustración 144), que igualmente se presentan desbordamientos, en ambas márgenes del río (margen izquierda secciones 1 a 10, 13 a 20, 25 a 29, 41 a 43 y por la margen derecha, secciones 1 a 4, 25 a 30 y 34 a 42) y de las islas principalmente, generando alturas de láminas de agua de hasta 8.0 m.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	353
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

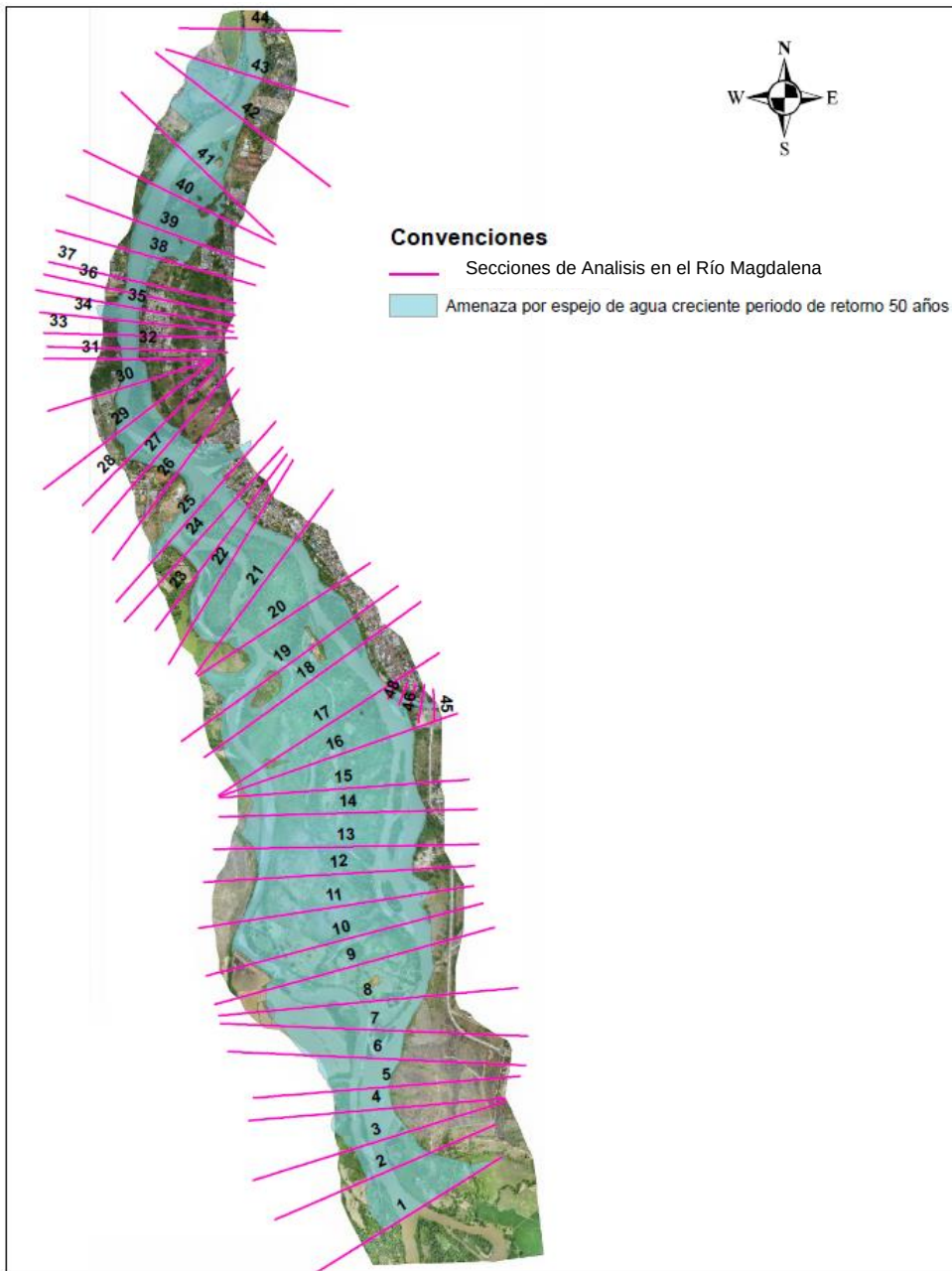


Ilustración 143 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 50 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	354
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

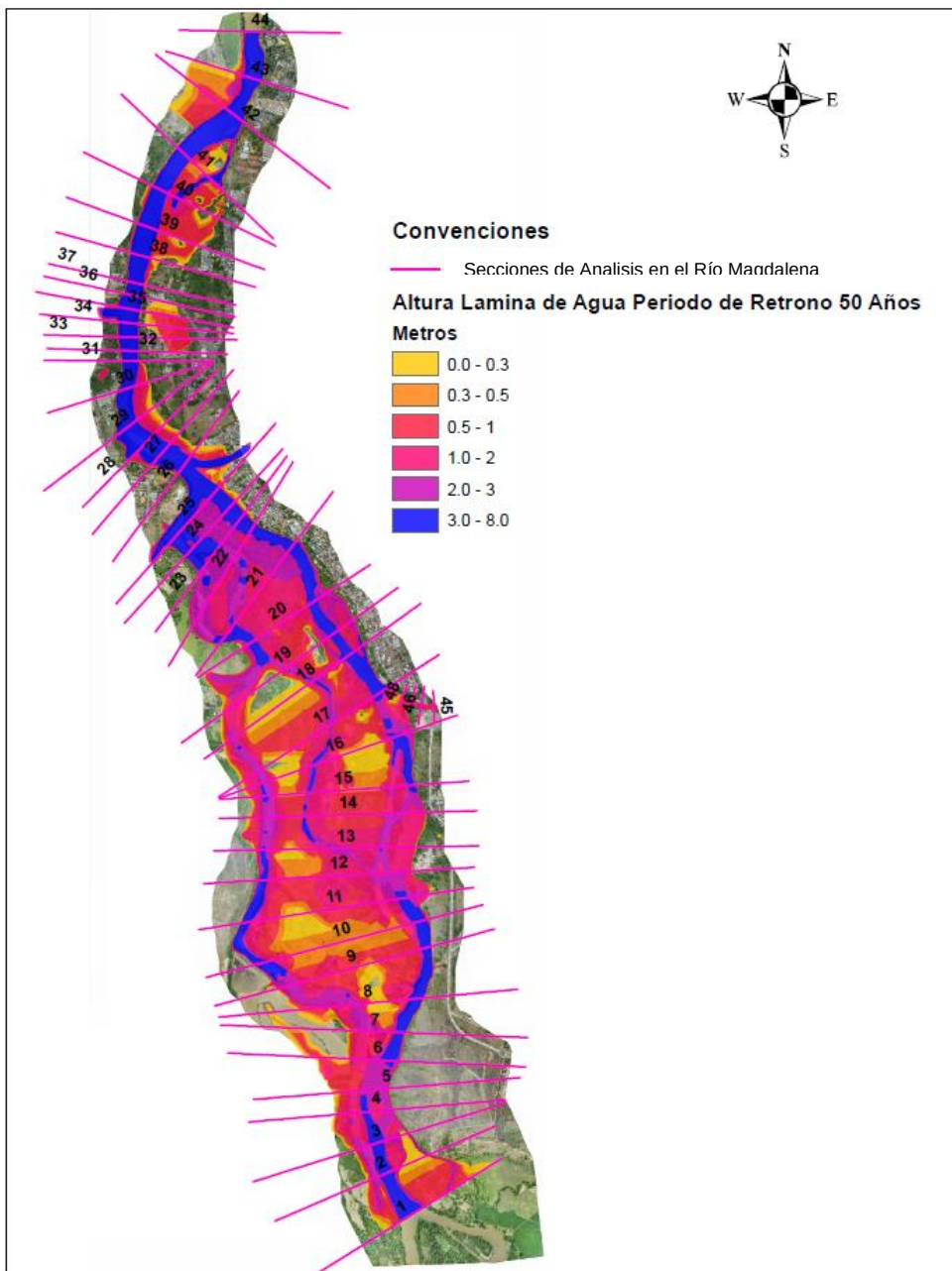


Ilustración 144 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 50 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	355
Fecha: 28/02/2018					

15.9.12 Creciente Periodo Retorno 100 años

Corresponde a la creciete esperada con periodo de retorno de 100 años en el Río Magdalena, por lo cual, en la estación Puente Santander, se estima que se registró una lectura de mira de 778 cms, equivalentes a una cota de lámina de agua de 427.64 m.s.n.m, donde se localiza la sección M-11 del modelo HEC-RAS.

Con dicho condicionamiento en la sección M-11, el modelo hidráulico Hec-Ras, permitió estimar el caudal pico de la creciete del Río Magdalena, obteniendo valores de 3828 m³/s, los cuales fueron transitados, permitiendo calcular el perfil hidráulico de la lámina de agua y el perfil de velocidades para dicha creciete. (Ver Ilustración 145 e Ilustración 146).

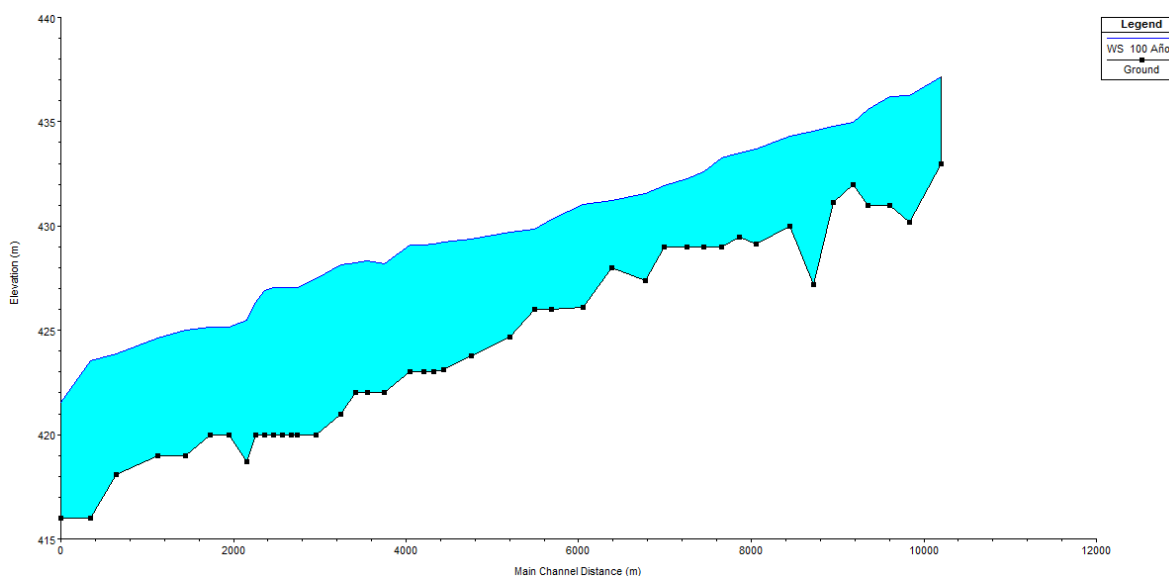


Ilustración 145 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciete con periodo de retorno de 100 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	356
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

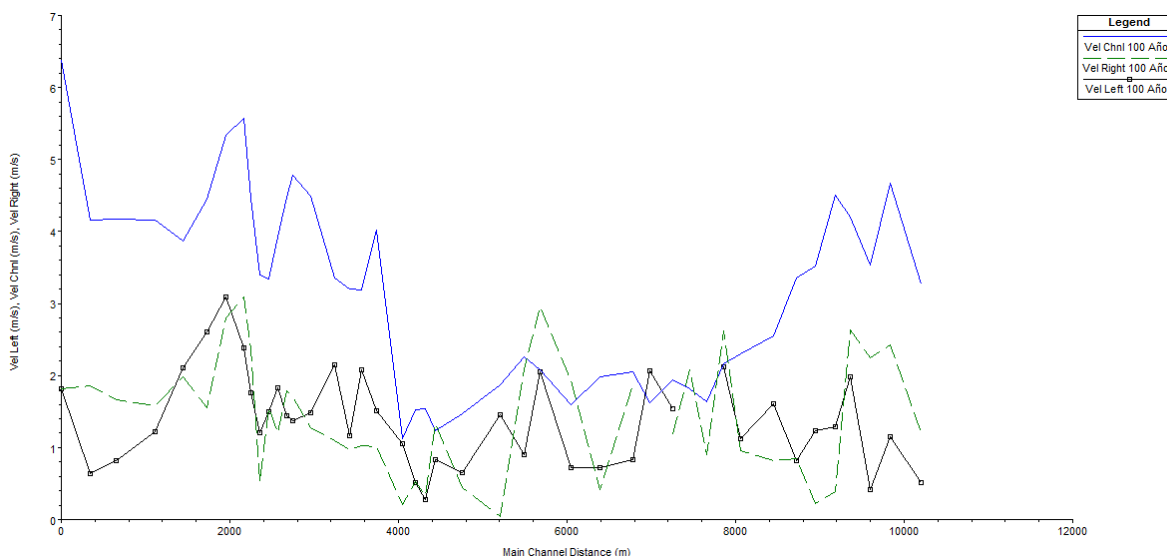


Ilustración 146 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 100 años

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, respecto de los perfiles hidráulicos de las láminas de aguas de las crecientes del Río Magdalena con periodo de retorno de 100 años, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, no es posible determinar una cota única de inundación para la creciente transitada, puesto que el Río Magdalena presenta gradientes diferentes e independientes en sus perfiles de la creciente registrada, indicando que la cota de la lámina de agua de la creciente transitada, depende de manera unívoca al sitio en el que se localice.

En el Anexo 5²⁶ – Amenaza por inundación – Creciente Tr 100 años, se presentan los resultados del tránsito de la creciente con periodo de retorno de 100 años, en las diferentes secciones de análisis, del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Seguidamente, como se mencionó anteriormente, con la ayuda del ArcGIS, por medio de la herramienta Geo-Ras; además del modelo de elevación digital del terreno – TIN (Ver Ilustración 105), fue posible espacializar y caracterizar en altura

²⁶ GEOGING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RIO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	357
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

dicha creciente, tal como se ilustra a continuación en las Ilustración 147 e Ilustración 148.

Se destaca, que la caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 100 años (Ver Ilustración 148), permite determinar de manera espacial y local, las diferentes alturas de lámina de agua presentes en el área inundada por los desbordamientos del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Adicionalmente, se aprecia con la especialización y tránsito de la creciente de periodo de retorno de 100 años (Ver Ilustración 147 e Ilustración 148), que igualmente se presentan desbordamientos, en ambas márgenes del río (margen izquierda secciones 1 a 11, 13 a 21, 25 a 29, 31 a 35, 38 a 43 y por la margen derecha, secciones 1 a 4, 22 a 30 y 32 a 42) y de las islas principalmente, generando alturas de láminas de agua de hasta 8.3 m.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	358
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

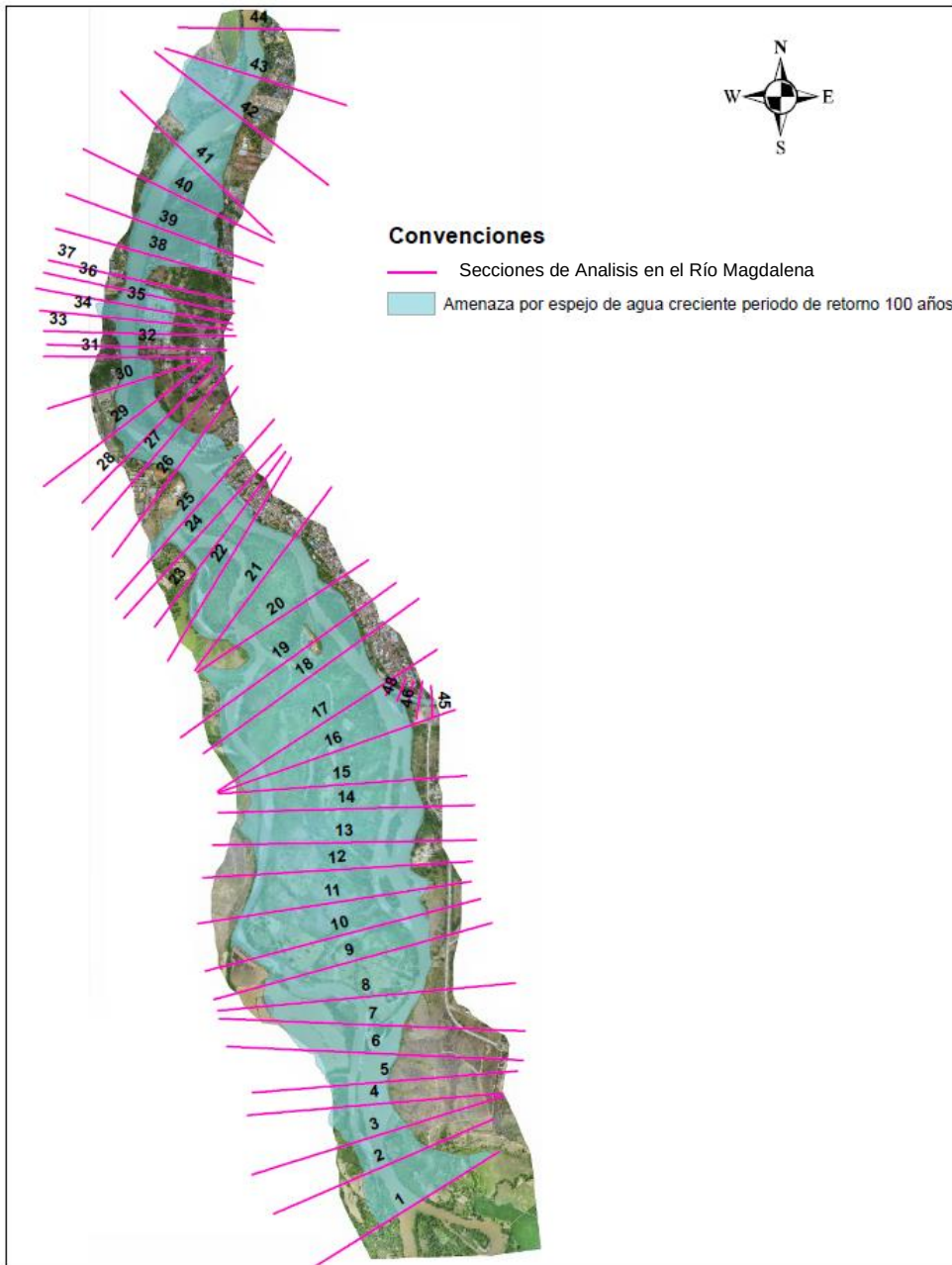


Ilustración 147 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 100 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	359
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

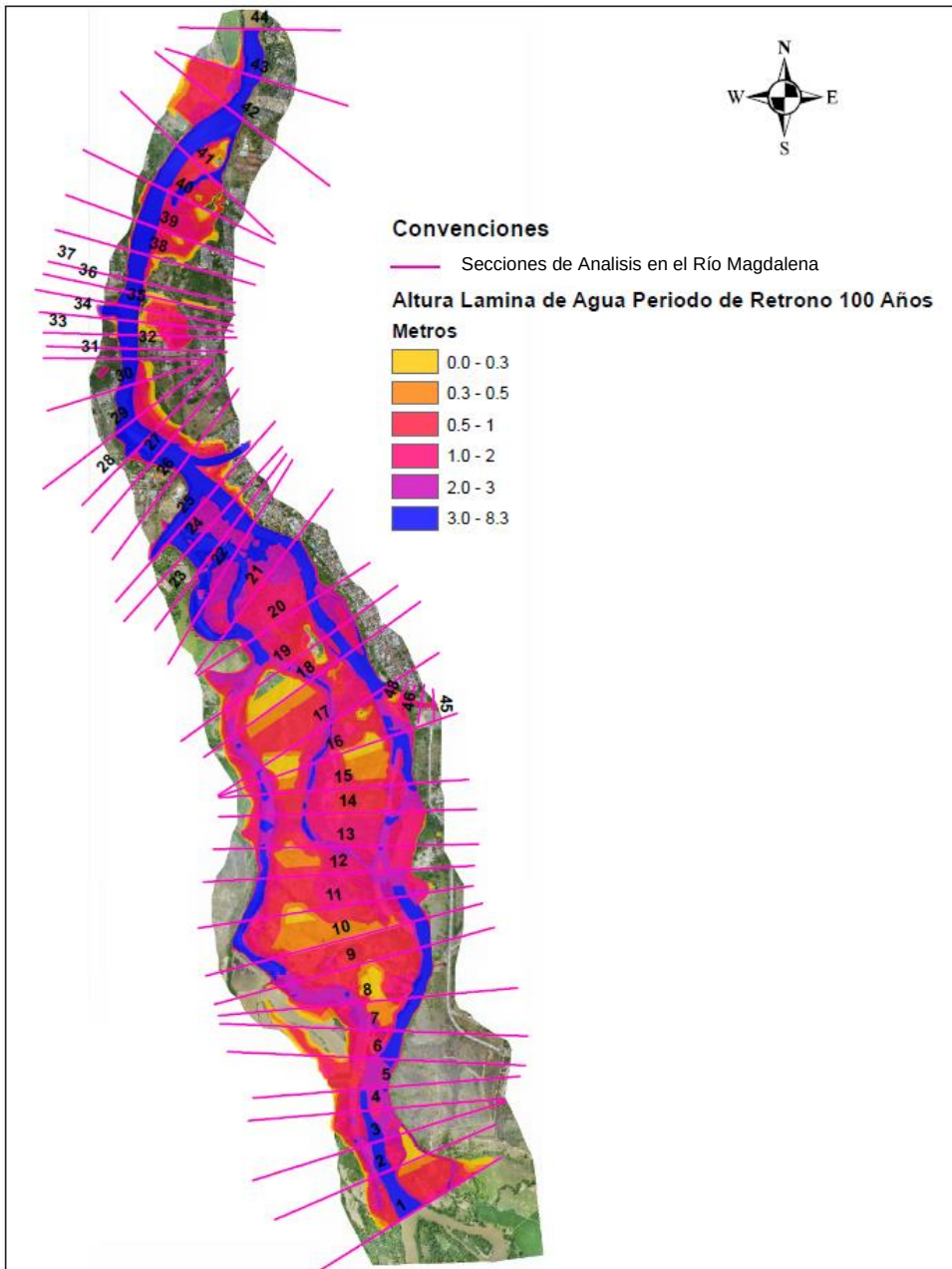


Ilustración 148 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 100 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	360
Fecha: 28/02/2018					

15.9.13 Creciente Periodo Retorno 500 años

Corresponde a la creciente esperada con periodo de retorno de 500 años en el Río Magdalena, por lo cual, en la estación Puente Santander, se estima que se registró una lectura de mira de 833 cms, equivalentes a una cota de lámina de agua de 428.19 m.s.n.m, donde se localiza la sección M-11 del modelo HEC-RAS.

Con dicho condicionamiento en la sección M-11, el modelo hidráulico Hec-Ras, permitió estimar el caudal pico de la creciente del Río Magdalena, obteniendo valores de 4217 m³/s, los cuales fueron transitados, permitiendo calcular el perfil hidráulico de la lámina de agua y el perfil de velocidades para dicha creciente. (Ver Ilustración 149 e Ilustración 150).

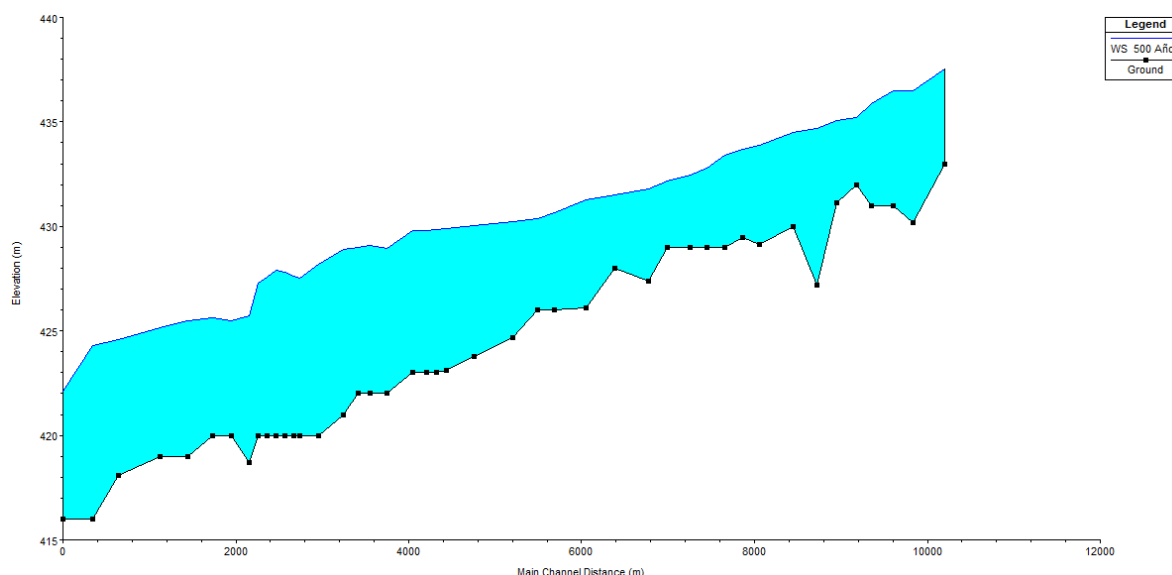


Ilustración 149 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 500 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	361
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

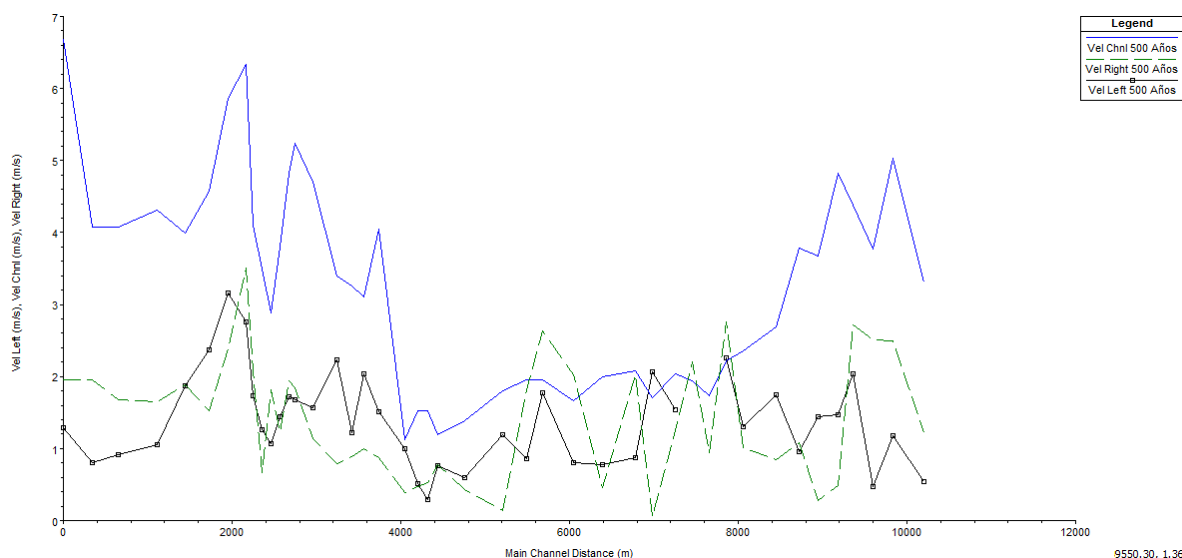


Ilustración 150 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 500 años

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, respecto de los perfiles hidráulicos de las láminas de aguas de las crecientes del Río Magdalena con periodo de retorno de 500 años, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, no es posible determinar una cota única de inundación para la creciente transitada, puesto que el Río Magdalena presenta gradientes diferentes e independientes en sus perfiles de la creciente registrada, indicando que la cota de la lámina de agua de la creciente transitada, depende de manera unívoca al sitio en el que se localice.

En el Anexo 5 ²⁷- Amenaza por inundación – Creciente Tr 500 años, se presentan los resultados del tránsito de la creciente con periodo de retorno de 500 años, en las diferentes secciones de análisis, del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Seguidamente, como se mencionó anteriormente, con la ayuda del ArcGIS, por medio de la herramienta Geo-Ras; además del modelo de elevación digital del terreno – TIN (Ver Ilustración 105), fue posible espacializar y caracterizar en altura

²⁷ GEOCING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RIO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	362
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

dicha creciente, tal como se ilustra a continuación en las Ilustración 151 e Ilustración 152.

Se destaca, que la caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 500 años (Ver Ilustración 152), permite determinar de manera espacial y local, las diferentes alturas de lámina de agua presentes en el área inundada por los desbordamientos del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Adicionalmente, se aprecia con la especialización y tránsito de la creciente de periodo de retorno de 500 años (Ver Ilustración 151 e Ilustración 152), que igualmente se presentan desbordamientos, en ambas márgenes del río (margen izquierda secciones 1 a 11, 13 a 21, 25 a 29, 31 a 35, 38 a 43 y por la margen derecha, secciones 1 a 4, 22 a 30 y 31 a 42) y de las islas principalmente, generando alturas de láminas de agua de hasta 8.9 m.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	363
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

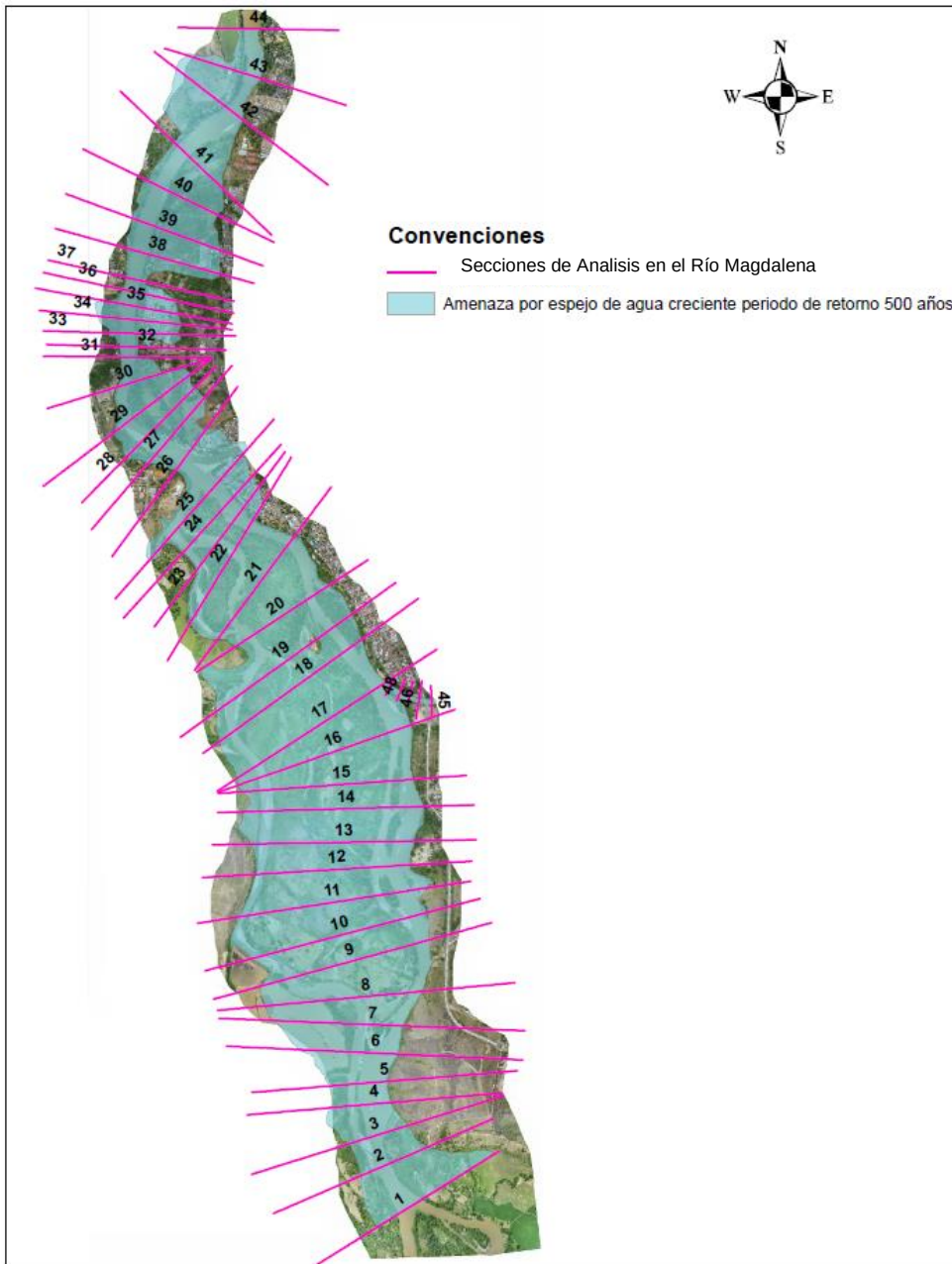


Ilustración 151 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 500 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	364
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

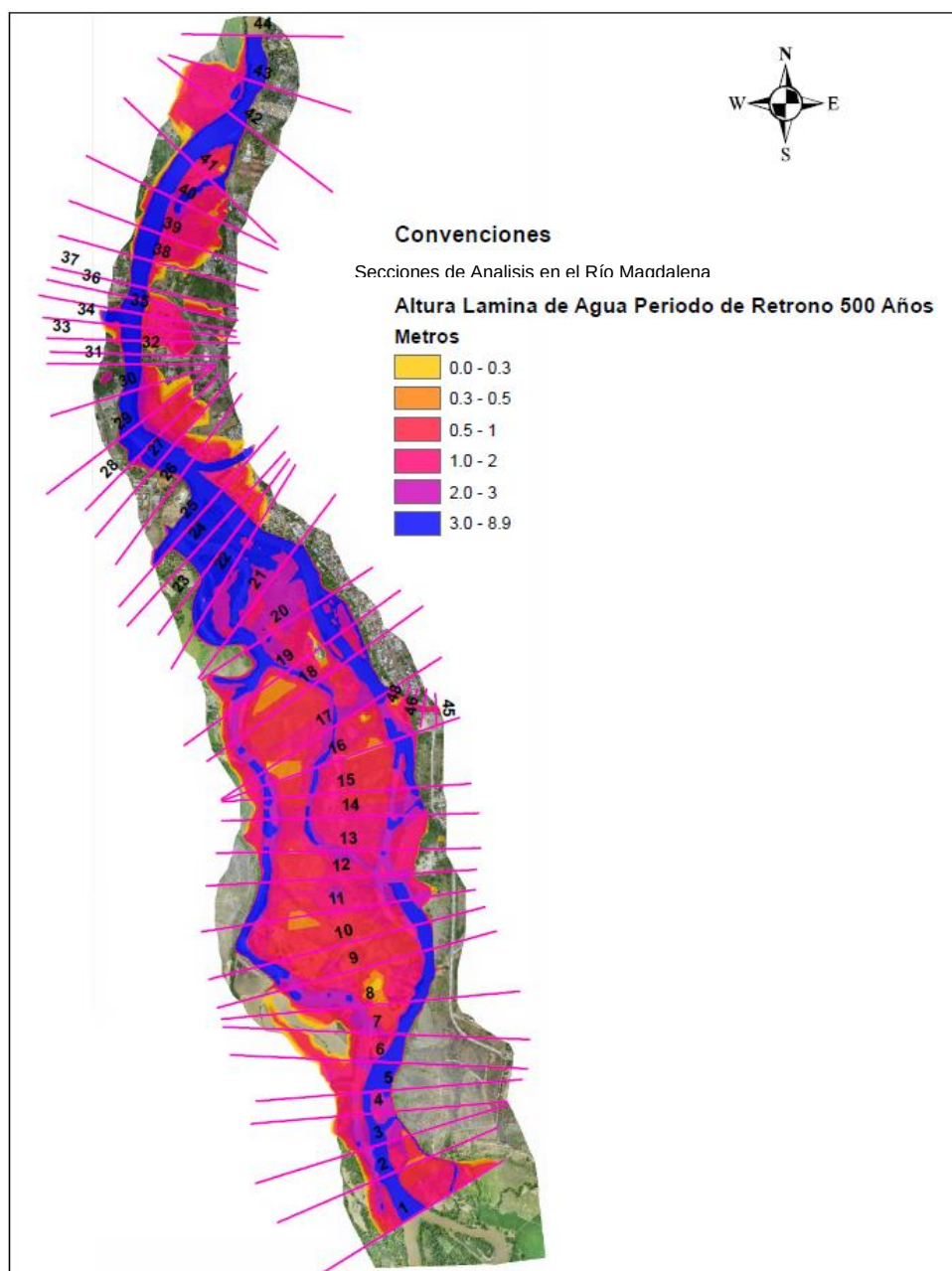


Ilustración 152 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 500 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	365
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.9.14 Creciente Periodo Retorno 1000 años

Corresponde a la creciete esperada con periodo de retorno de 1000 años en el Río Magdalena, por lo cual, en la estación Puente Santander, se estima que se registró una lectura de mira de 875 cms, equivalentes a una cota de lámina de agua de 428.61 m.s.n.m, donde se localiza la sección M-11 del modelo HEC-RAS.

Con dicho condicionamiento en la sección M-11, el modelo hidráulico Hec-Ras, permitió estimar el caudal pico de la creciete del Río Magdalena, obteniendo valores de 4511 m³/s, los cuales fueron transitados, permitiendo calcular el perfil hidráulico de la lámina de agua y el perfil de velocidades para dicha creciete. (Ver Ilustración 153 e Ilustración 154).

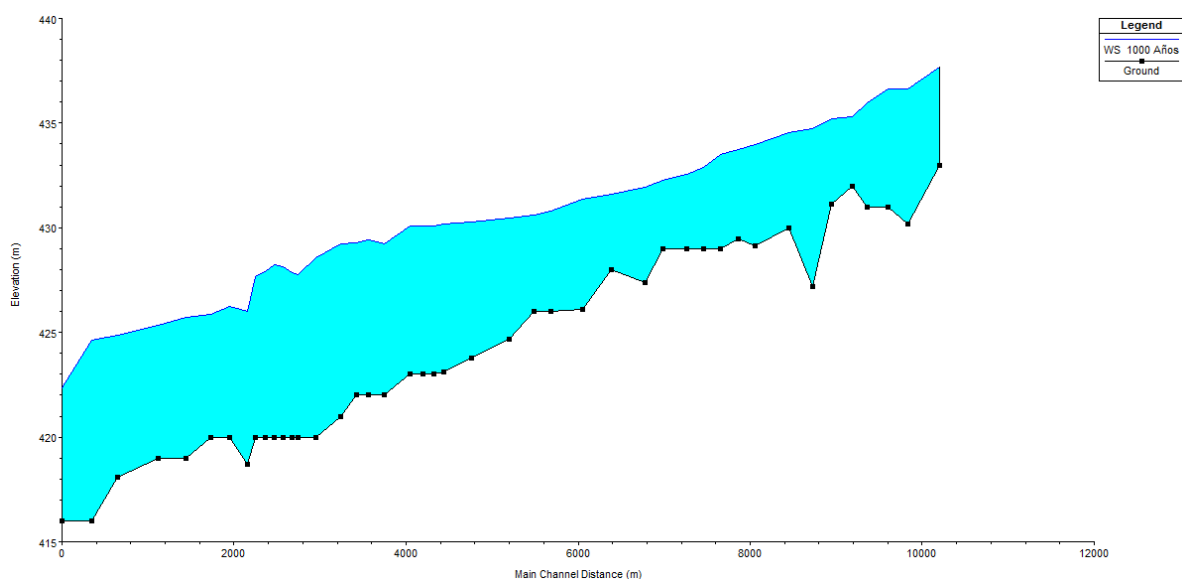


Ilustración 153 Perfil hidráulico de la lámina de agua de la creciete con periodo de retorno de 1000 años en el Río Magdalena, a la altura del casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	366
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

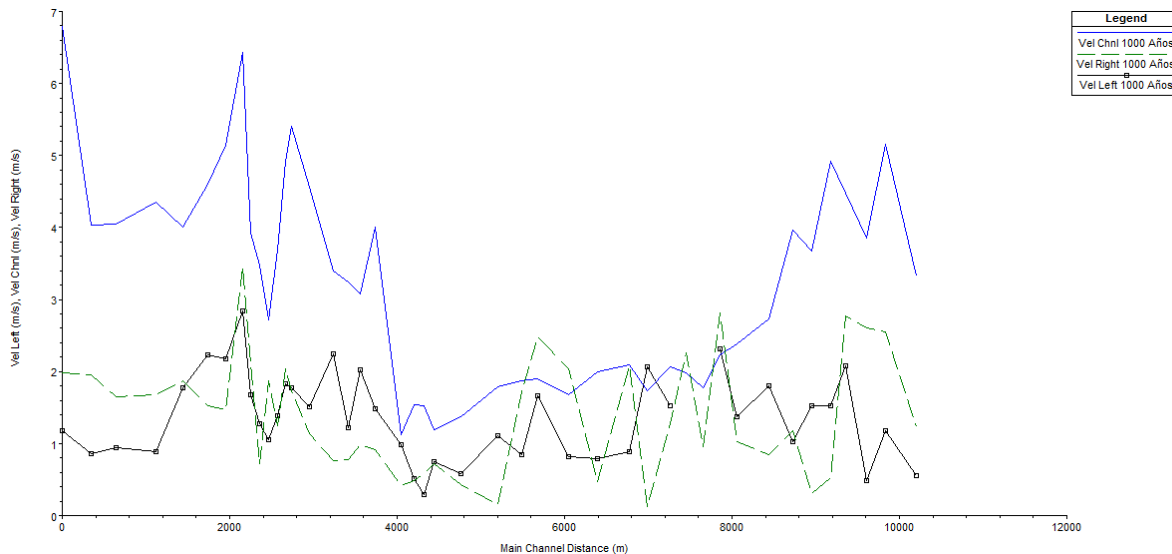


Ilustración 154 Perfil de velocidades del Río Magdalena, en el área de influencia ubicada entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva - Creciente con periodo de retorno de 1000 años

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, respecto de los perfiles hidráulicos de las láminas de aguas de las crecientes del Río Magdalena con periodo de retorno de 1000 años, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, no es posible determinar una cota única de inundación para la creciente transitada, puesto que el Río Magdalena presenta gradientes diferentes e independientes en sus perfiles de la creciente registrada, indicando que la cota de la lámina de agua de la creciente transitada, depende de manera unívoca al sitio en el que se localice.

En el Anexo 5 ²⁸– Amenaza por inundación – Creciente Tr 1000 años, se presentan los resultados del tránsito de la creciente con periodo de retorno de 1000 años, en las diferentes secciones de análisis, del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Seguidamente, como se mencionó anteriormente, con la ayuda del ArcGIS, por medio de la herramienta Geo-Ras; además del modelo de elevación digital del terreno – TIN (Ver Ilustración 105), fue posible espacializar y caracterizar en altura

²⁸ GEOGING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RIO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	367
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

dicha creciente, tal como se ilustra a continuación en las Ilustración 155 e Ilustración 156.

Se destaca, que la caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 1000 años (Ver Ilustración 156), permite determinar de manera espacial y local, las diferentes alturas de lámina de agua presentes en el área inundada por los desbordamientos del río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva.

Adicionalmente, se aprecia con la especialización y tránsito de la creciente de periodo de retorno de 1000 años (Ver Ilustración 155 e Ilustración 156), que igualmente se presentan desbordamientos, en ambas márgenes del río (margen izquierda secciones 1 a 11, 13 a 21, 25 a 29, 31 a 35, 36 a 43 y por la margen derecha, secciones 1 a 4 y 22 a 42) y de las islas principalmente, generando alturas de láminas de agua de hasta 9.2 m.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	368
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

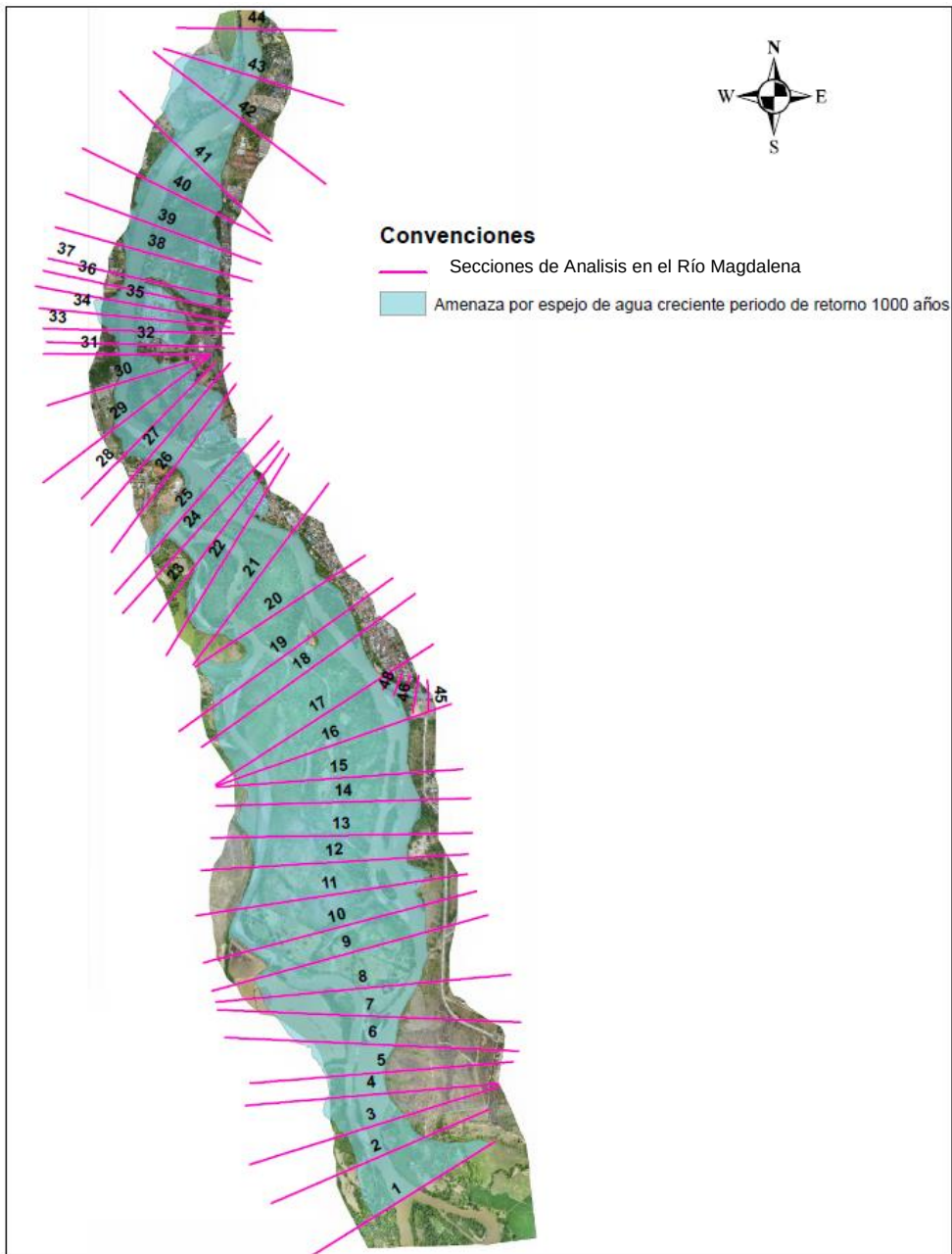


Ilustración 155 Especialización de la creciente con periodo de retorno de 1000 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	369
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

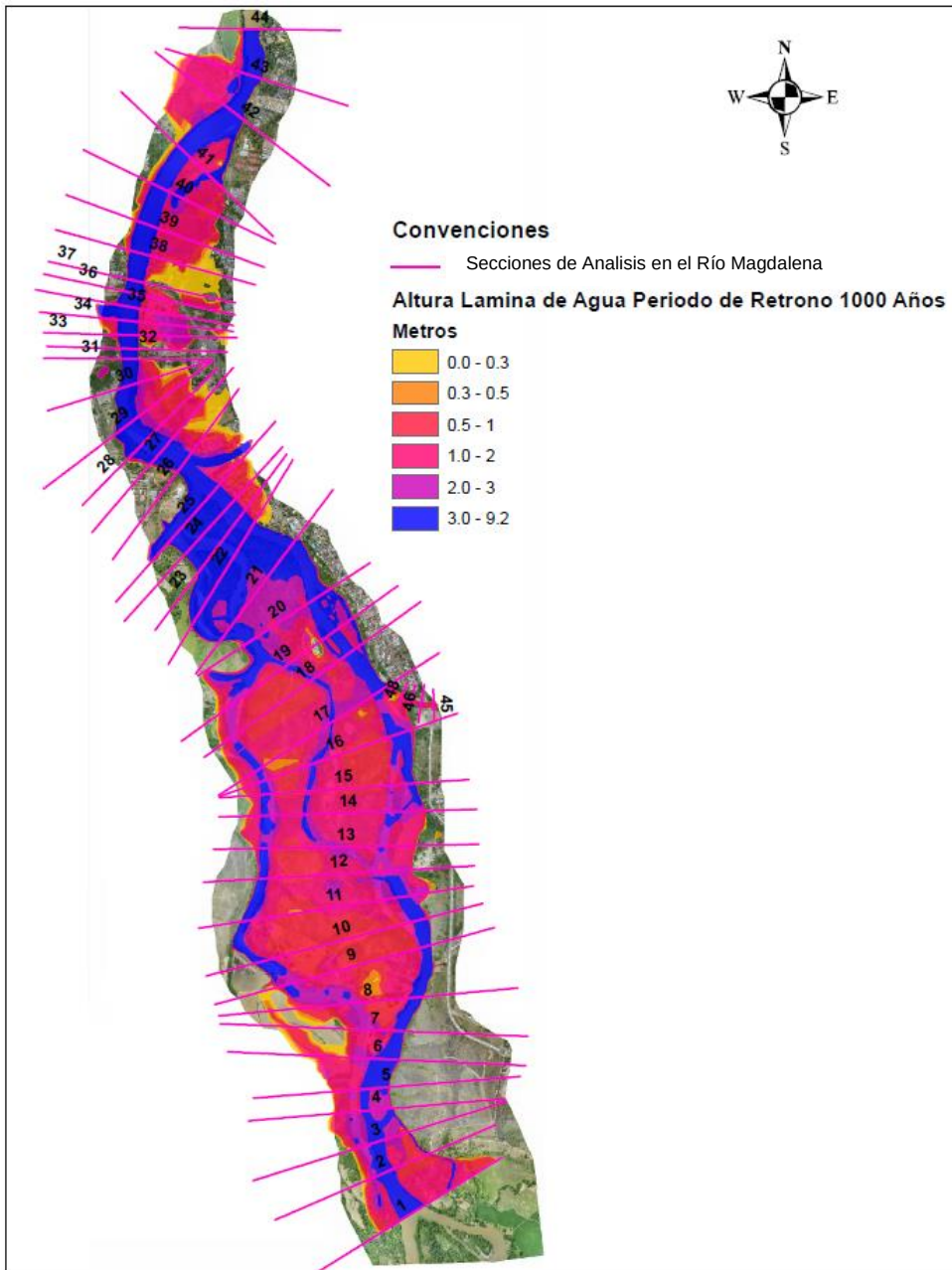


Ilustración 156 Caracterización de las alturas de la lámina de agua de la creciente con periodo de retorno de 1000 años en el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	370
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Con base en los resultados obtenidos de la modelación hidráulica de las diferentes crecientes, se observa que a partir de la creciente de periodo de retorno de 15 años se presentan desbordamientos del Río Magdalena por ambos márgenes; sin embargo, se observan algunos desbordamiento en la margen derecha (en sentido del flujo), que afectan parcialmente zonas urbanizadas, localizadas en la margen derecha del rio Ceibas, a la altura de su descarga en el rio Magdalena, tal como se observa en la espacialización de las crecientes y alturas de láminas de agua de las Ilustración 135 a la Ilustración 156.

Finalmente, se considera que la caracterización de las alturas de las láminas de agua de las diferentes crecientes con periodos de retorno de 2, 5, 15, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, permite determinar de manera espacial y local, las alturas mínimas requeridas para las obras a proyectar y/o implementar en las áreas inundadas por los posibles desbordamientos, con el fin de reducir y/o mitigar la condición de amenaza y riesgo de inundación de las viviendas existente y la infraestructura proyectada y/o a construir en dicha zona inundable, siempre y cuando se tome dicha creciente como criterio de diseño o escenario de amenaza al cual será sometido el proyecto. Lo anterior, permite proyectar y desarrollar obras de infraestructura, en cualquier parte de la zona inundable, siempre y cuando las alturas mínimas de dichas obras sean superiores a las alturas máximas de la lámina de agua a la creciente que se planee reducir, el sitio o sitios a intervenir.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	371
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.10 ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR DESBORDAMIENTO

15.10.1 Criterios Para Zonificación De Amenazas

Los criterios usados para zonificar las amenazas de inundación por desbordamientos del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, fueron suministrados por la CORPORACIÓN AUTÓNOMA DEL ALTO MAGDALENA – CAM, los cuales se relacionan a continuación:

15.10.2 Áreas de amenaza baja

Aquellas zonas donde la frecuencia de inundación por desbordamiento del Río Magdalena con períodos de retorno de $Tr = 1000$ años y $Tr = 500$ años.

15.10.3 Áreas de amenaza media

Son las áreas afectadas y comprendidas entre los bordes de la inundación por desbordamiento del Río Magdalena con períodos de retorno de $Tr = 500$ años y $Tr = 100$ años.

15.10.4 Áreas de amenaza alta

Son aquellas en donde la frecuencia de inundaciones por desbordamiento del Río Magdalena, no exceden los 100 años período de retorno, es decir, la frecuencia de inundación es menor de una vez en 100 años.

15.10.5 Distribución Espacial De Las Amenazas Y Categorización De Las Mismas

Al realizar el ejercicio hidráulico consistente en transitar las crecientes máximas de 100, 500 y 1000 años esperables para el Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, se encontró que con el tránsito de las diferentes crecientes se producirá afectación de inundación por desbordamientos en viviendas, principalmente aguas abajo de la confluencia del río Ceibas con el río Magdalena, incluyendo ambas márgenes del Ceibas en su confluencia. (Ver Ilustración 157).

A continuación, en la Tabla 66 se presenta la categorización de la amenaza por inundación y en la Ilustración 157 se presentan las zonas que serían afectadas por las inundaciones por desbordamiento del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva, y donde se califica dicha amenaza como alta, media y baja.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	372
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 66 Categorización de la amenaza por inundación

Categoría Amenaza	Probabilidad Relativa	Rango de Frecuencia (1/año)	Probabilidad de falla anual del fenómeno, P(Dz)1	Significado
Alta	Casi Seguro	>1/100	>1%	El fenómeno de inundación puede ser inminente. Los eventos ocurrirían con un período de retorno menor a 100 años.
Media	Posible	1/100 - 1/500	1% - 0.2%	La ocurrencia de un fenómeno de inundación durante el término de un tiempo de vida es poco probable, pero es posible que ocurra bajo condiciones adversas. Los eventos ocurrirían con un periodo de retorno mayor a 100 años y menor que 500 años.
Baja	Improbable	1/500 - 1/1000	0.2% - 0.1%	El evento puede ser concebible pero únicamente bajo circunstancias excepcionales. Corresponde al límite de probabilidad de excedencia de la inundación. La probabilidad de ocurrencia corresponde a un periodo de retorno mayor a 500 años y menor 1000 años.

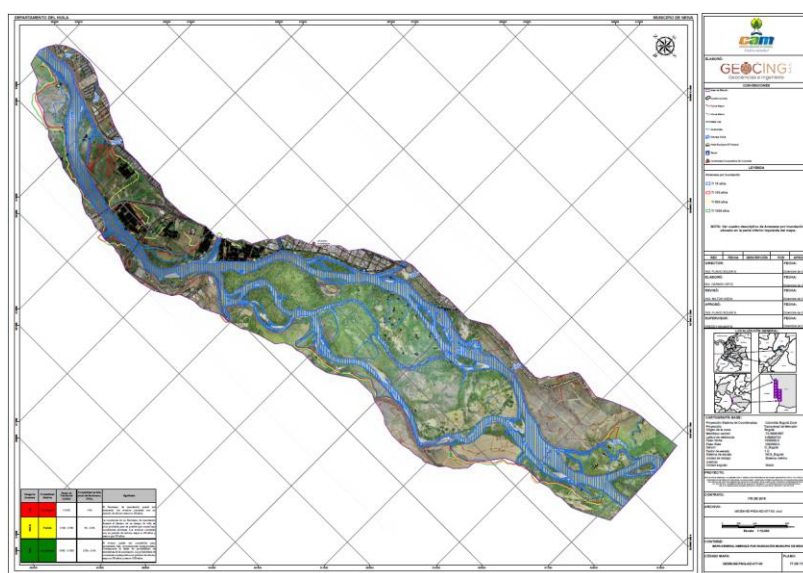


Ilustración 157 Mapa de amenaza de inundación por desbordamiento del Río Magdalena, entre los municipios de Palermo y el casco urbano de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	373
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.10.6 Distribución Espacial De Las Amenazas Y Categorización De Las Mismas Con Implantación de Obras

Una vez implementadas las obras de mitigación, planteadas por esta consultoría en el capítulo anterior, se procedió a realizar una simulación modificando el DEM-Modelo digital del terreno, para así confirmar que dichas obras de mitigación lograban disminuir la amenaza por inundación, a continuación en la Ilustración 158 se presenta el mapa de amenaza por inundación para el Municipio de Neiva con implantación de obras o Amenaza Futura.

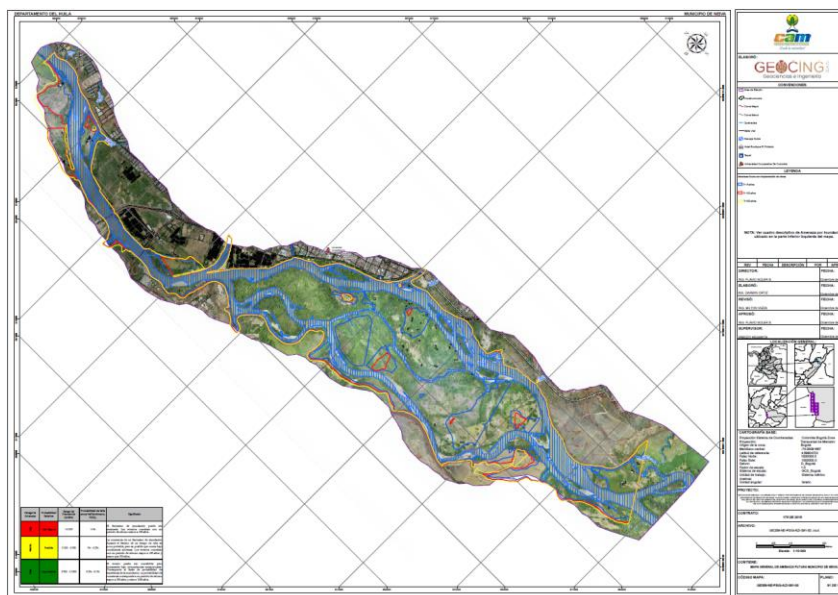


Ilustración 158 Mapa de amenaza de inundación por desbordamiento del Río Magdalena con Obras-Amenaza Futura

Como se observa en la Ilustración 158 las obras de mitigación consiguen la disminución de la amenaza en los sitios críticos, este análisis permite determinar que es necesario realizar dichas obras. Para mayor detalle ver Anexo 9 ²⁹– Mapas y Obras – Amenaza por inundación con Obras

²⁹ GEOCING SAS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO Y/O HIDROLÓGICO (FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES) EN EL RÍO MAGDALENA (ÁREA DE INFLUENCIA DEL SECTOR URBANO DE MUNICIPIO DE NEIVA), EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 332 DE 2014, CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE NEIVA Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, ENMARCADOS EN LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1807 DE 2014

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	374
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

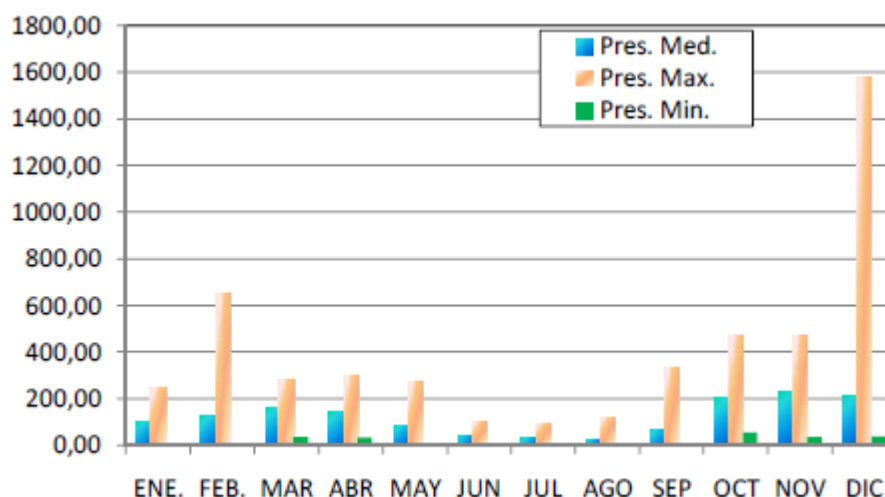
15.11 ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR DESBORDAMIENTO

- Estación Aeropuerto Benito

Tabla 67 Valores de Precipitación mensual multianual Estación Aeropuerto Benito

COMP	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
MED.	96,9	123,64	162,50	140,95	81,17	35,98	27,54	23,17	69,67	204,30	233,75	214,27	1413,93
MAX	247	648,7	285,3	300,2	268,8	101,4	92,6	115,1	332,9	474,2	470,8	1581,6	3163,20
MIN.	7,3	2,4	32,5	30,2	4,6	3,6	1,3	1,4	5,5	52,2	33,3	34,9	1021,40

Ilustración 159 Histograma de precipitación mensual multianual



El comportamiento de la distribución de la precipitación mensual presenta una distribución de tipo bimodal, caracterizada por dos períodos de invierno y dos de verano; el primer período de lluvias está comprendido entre finales del mes de Enero y el mes Mayo, con valores de precipitación media mensual de 121.05 mm/mes. El segundo periodo de lluvias abarca los meses de Octubre a Diciembre con precipitación medio mensual de 217.44 mm/mes; en el periodo de verano comprendido entre el mes de junio y septiembre la precipitación media mensual es de 39.09 mm/mes.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	375
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- **Precipitación máxima en 24 horas.**

La precipitación máxima diaria es útil para determinar los procesos de escorrentía y en consecuencia, predecir los caudales y el potencial erosivo de la lluvia sobre la cuenca.

Tabla 68 Valores de Precipitación máxima en 24 horas en la estación Aeropuerto

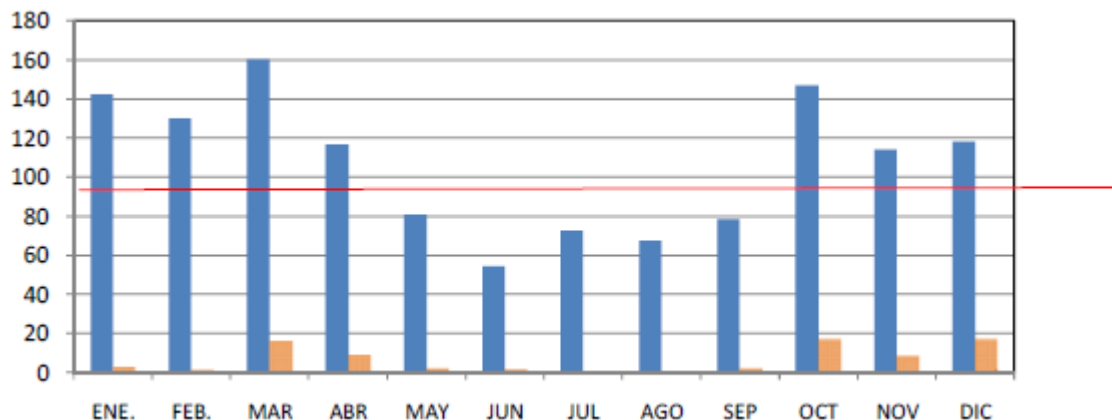
AÑO	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
MED.	43,92	40,40	53,68	48,61	31,75	18,02	16,02	13,00	30,04	63,21	65,72	57,70	94,35
MAX.	142,3	130	160,3	116,5	80,8	54,3	72,5	67,4	78,5	147	114,4	118	160,30
MIN.	2,6	1,3	16	9,2	1,8	1,7	0,6	0,8	1,9	17,3	8,4	17,2	55,20

PROMEDIO 40,396

DESV. TIPICA 30,726

No. VAL. 300

Ilustración 160 Histograma de Precipitaciones Máximas y Minimas en 24 horas. (Mm.)



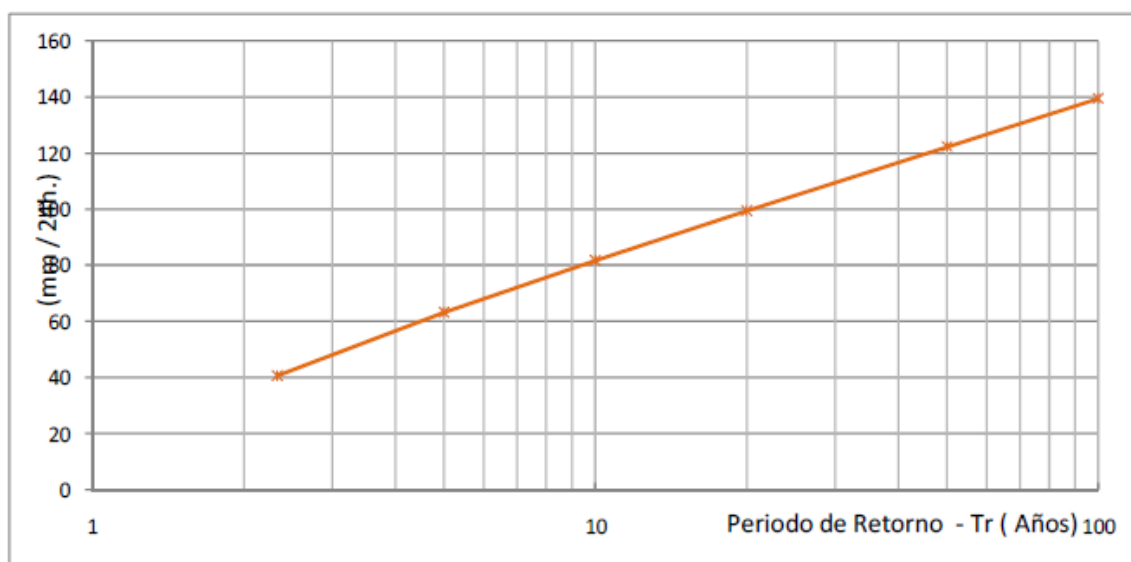
En el histograma se puede observar que las precipitaciones máximas se ajustan a los periodos de lluvias; estas se presentan en los meses de marzo y octubre. Con base en los datos de precipitación máxima en 24 horas, se conformaron series, que fueron ajustadas a una distribución de tipo Gumbel, mediante el método de momentos y se calcularon los valores máximos de precipitación en 24 horas para diferentes períodos de retorno.

Tabla 69 Valores de precipitación máxima estimados según probabilidad de Gumbel

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	376
Fecha: 28/02/2018					

Tr	P (mm / 24h)	I (mm / h)
2,33	40,6	20,3
5	63,3	31,65
10	81,8	40,9
20	99,5	49,75
50	122,4	61,2
100	139,6	69,8

Ilustración 161 Representación gráfica de la probabilidad de Gumbel para la precipitación



La precipitación máxima diaria con un periodo de retorno de 100 años es de 139.6 mm y presenta una probabilidad de no ocurrencia del 0.99. De presentarse estas lluvias sobre el área, estaría potencialmente expuesta a procesos erosivos intensos, dada la magnitud de estos eventos sobre las áreas desprotegidas por procesos antrópicos.

Estimación de la Intensidad máxima de precipitación

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	377
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Con el objeto de determinar los caudales máximos de diseño en las diferentes secciones transversales de la cuenca del río del oro especialmente en lo referente al tramo donde se localizó el ponteadero, se realizó el cálculo de la intensidad máxima de la precipitación con base en la ecuación del modelo de Intensidad – Duración - Frecuencia para la región.

Como se estableció en el cuadro anterior de precipitaciones máximas en 24 horas, según, aplicando un factor de una relación entre la precipitación más intensa en una hora y la precipitación máxima en 24 horas (P_{1h}/P_{24h}) = 0,5 (valor recomendado para estas zonas donde los aguaceros son cortos con alta intensidad).

Tabla 70 Valores de Intensidad en 24 horas en la estación Aeropuerto Benito Salas

AÑO	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX.
MED,	21,96	20,20	26,84	24,31	15,88	9,01	8,01	6,50	15,02	31,60	32,86	28,85	47,17
MAX.	71,15	65	80,15	58,25	40,4	27,15	36,25	33,7	39,25	73,5	57,2	59	80,15
MIN.	1,3	0,65	8	4,6	0,9	0,85	0,3	0,4	0,95	8,65	4,2	8,6	27,60

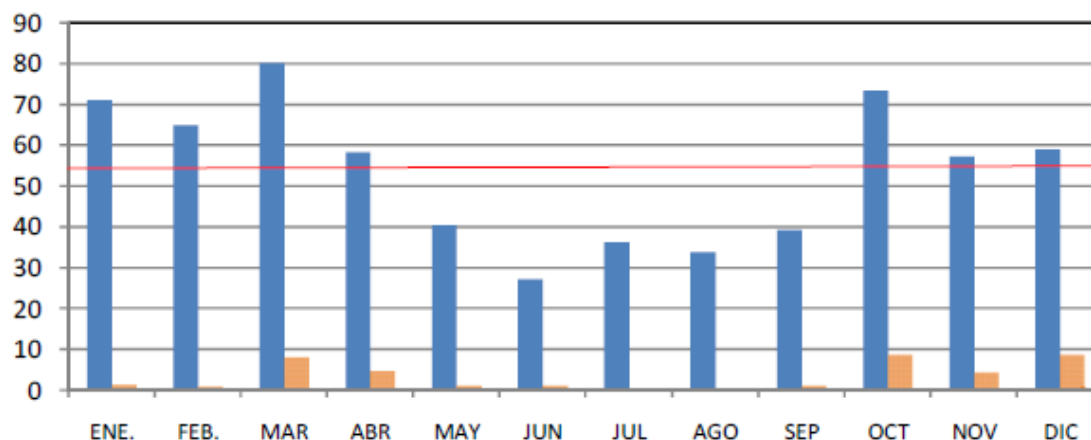
PROMEDIO 20,198

DESV. TÍPICA 15,363

No. VAL. 300

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	378
Fecha: 28/02/2018					

Ilustración 162 Histograma de Intensidades Máximas y Mínimas. (mm / h.)



Análisis del régimen de lluvias.

Para la obtención de la curva IDF generalizada, se aplica el método propuesto por Vargas y Diaz-Granados (1998), asados en los trabajos de Kothyari y Garde, para Tr entre 2 y 100 años, según el cual:

$$I \text{ (mm/h)} = a(Tb/ tc) M^b N^c PT^d \text{ Elev.}^g$$

Siendo:

M el promedio máximo anual de precipitación diaria en (mm)

21

N el número de días con lluvia al año

PT la precipitación media anual en (mm)

Elev. La elevación media de la cuenca en (msnm)

a,,b,,c,,d,,e,,f g valores hallados mediante correlación

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	379
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

100
94,35
1356,8
164
597

Periodo de retorno (años)

Precipitación máxima en 24 h, promedio multianual: mm

Precipitación media anual multianual: mm

Número de días con lluvia (promedio multianual): Altitud media de la Cuenca: (msnm)

Aplicando estos datos de entrada en la ecuación anterior se obtuvieron los valores de intensidad para diferente tiempo y períodos de retorno.

Tabla 71 Valores de intensidad para diferentes periodos de retorno.

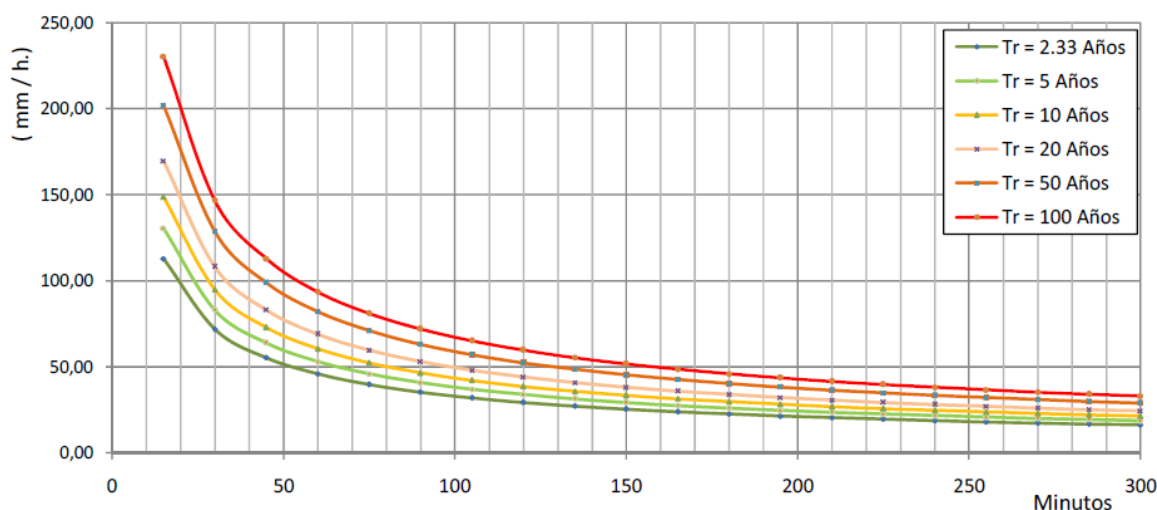
Duración [minutos]	Intensidad (mm / h.)					
	Tr = 2,33	Tr = 5	Tr = 10	Tr = 20	Tr = 50	Tr = 100
15	112,83	130,45	148,81	169,76	202,04	230,49
30	71,91	83,13	94,84	108,19	128,76	146,88
45	55,25	63,87	72,86	83,12	98,93	112,85
60	45,82	52,98	60,44	68,94	82,06	93,61
75	39,64	45,83	52,28	59,64	70,98	80,97
90	35,21	40,71	46,43	52,97	63,04	71,92
105	31,85	36,82	42,01	47,92	57,03	65,06
120	29,20	33,76	38,52	43,94	52,29	59,65
135	27,05	31,27	35,68	40,70	48,44	55,26
150	25,26	29,20	33,32	38,00	45,23	51,60
165	23,74	27,45	31,31	35,72	42,52	48,50
180	22,44	25,94	29,59	33,76	40,18	45,83
195	21,30	24,63	28,09	32,05	38,14	43,51
210	20,30	23,47	26,77	30,54	36,35	41,46
225	19,41	22,44	25,60	29,20	34,75	39,64
240	18,61	21,52	24,55	28,00	33,32	38,02
255	17,89	20,69	23,60	26,92	32,04	36,55
270	17,24	19,93	22,74	25,94	30,87	35,21
285	16,64	19,24	21,95	25,04	29,80	34,00
300	16,10	18,61	21,23	24,22	28,83	32,88

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	380
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL

A partir de estos datos se construyen las curvas de Intensidad Duración Frecuencia para la zona objeto de estudio, a fin de determinar la intensidad del 22 aguacero de diseño, para el cálculo del caudal máximo esperado en el sitio del puente.

**Gráfico 1 CURVAS IDF PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO
PARA LA ESTACION APTO. BENITO SALAS**



15.11.1 Estudios Hidráulicos³⁰

Una cuenca hidrográfica o cuenca de drenaje es el área limitada por un contorno al interior del cual las aguas de la lluvia que caen se dirigen hacia un mismo punto, denominado salida de cuenca; que para el caso particular en el presente estudio lo constituye el sitio seleccionado para el puente.

La cuenca hidrográfica actúa como un colector natural, encargada de evacuar parte de las aguas de lluvia en forma de escurrimiento. En esta transformación de lluvias en escurrimiento se producen pérdidas, o mejor, desplazamiento de agua fuera de la cuenca debido a la evaporación y la percolación.

³⁰ Estudios hidrológicos hidráulicos y de socavación para la micro cuenca del río Oro del Municipio de Neiva, Estudios Básicos para el diseño del puente Mesitas de la Ciudad de Neiva

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	381
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Para este tipo de estudios no solamente interesa el volumen total a la salida de la cuenca, sino también su distribución espacial y temporal, para lo cual se necesita tener un buen conocimiento de sus características.

El movimiento del agua en la naturaleza es una función compleja en la cual intervienen diversos factores, entre los cuales se pueden resaltar su clima y sus características fisiográficas; por tal motivo a continuación haremos el cálculo y clasificación de los índices y parámetros de la parte alta de la cuenca del Rio del Oro del Municipio de Neiva.

El proceso de determinación morfométrica de la cuenca se inició con la definición en la cartografía de la línea de delimitación, para esta delimitación o también llamada parte aguas se desarrolló un trabajo de campo que evaluó las condiciones topográficas del área drenante así también verificó las áreas externas que por condición de vía o conexión son incorporadas al interior de la microcuenca; circunscribiendo dentro de esta toda la red hidrológica o de drenaje que confluyan al sitio del puente.

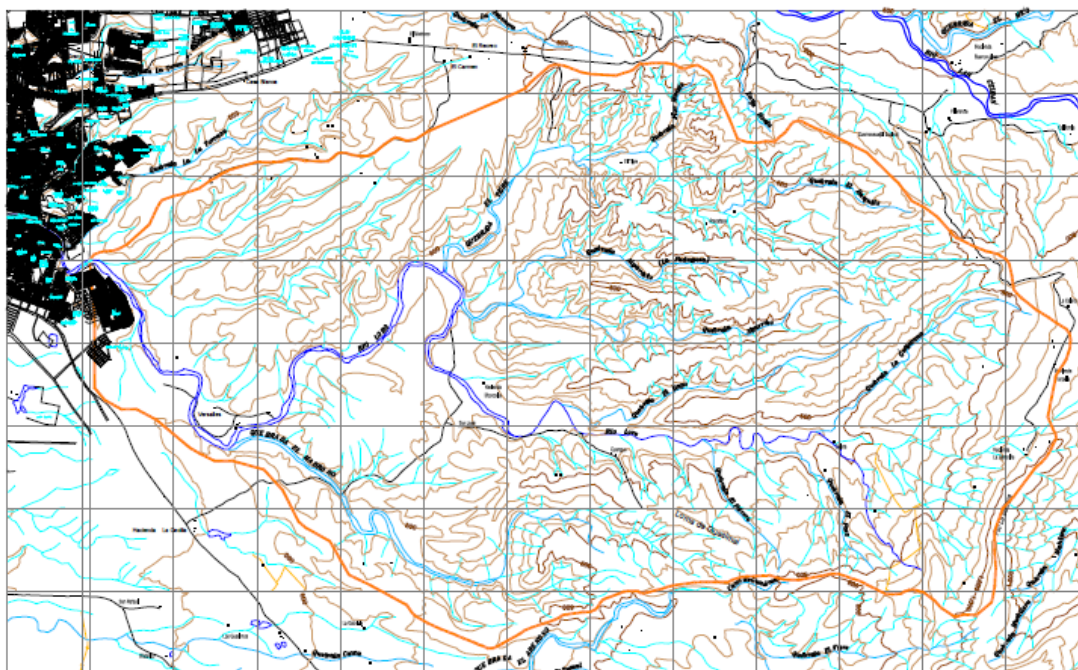


Ilustración 163 DELIMITACION DE LA CUENCA A ESTUDIAR (Parte alta del rio del Oro)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	382
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 72 Significado de los parámetros morfométricos.

MORFOMETRIA	SIGNIFICADO MORFOMETRICO
Longitud del cauce principal (km):	A mayor longitud, mayor Tc. Está influido por la pendiente
Elevación media (msnm):	Distribución espacial del escurrimiento v distribución térmica
Área (km2):	Tamaño relativo, a menor tamaño, menor capacidad de coleccionar agua y menor volumen de ésta. Se correlaciona directamente con su longitud e inversamente con la densidad de drenaje.
Desnivel (m):	Variación altitudinal, si es mayor hay más variedad climática y ecológica
Coef. de forma (Kf):	Grado de achatamiento. Valores altos indican tendencia a la concentración de aguas (formación de crecidas).
Coef. de compacidad (Kc):	Grado de circularidad. Valores cercanos a 1 indican tendencia a concentrar mayor volumen de escurrimiento
Coef. de alargamiento (Li):	Valores cercanos a 1 corresponde a ríos cortos y por tanto, con mejor respuesta a las lluvias.
Coef. de masividad (Km):	Una cuenca montañosa implica mayor energía y mayor precipitación en general
Orden:	Es el valor de la red de drenaje. Indica el grado de estructura que tiene. Un mayor orden indica mayor energía y mayor control estructural y en general, mayor erosión.
Densidad de drenaje (km/km2):	Valores altos indican mayor eficiencia de transporte y mayor velocidad de transporte.
Número de escurrimientos	A mayor número mayor capacidad de coleccionar agua y mayor erosión.
Pendiente del cauce principal:	A mayor pendiente mayor velocidad de desplazamiento del agua, menor tiempo de concentración y menor infiltración
Tiempo de concentración (Tc):	A mayor tiempo, mayor volumen de agua. También puede indicar un mayor escurrimiento.
Población:	A mayor cantidad menor disponibilidad de agua y mayor presión sobre el recurso.
Disponibilidad de agua:	Cantidad de agua disponible por cuenca en base a la población.

15.11.2 Longitud del cauce principal

Es la medida del escurrimiento principal de la cuenca, medido desde la parte más alta hasta la salida.

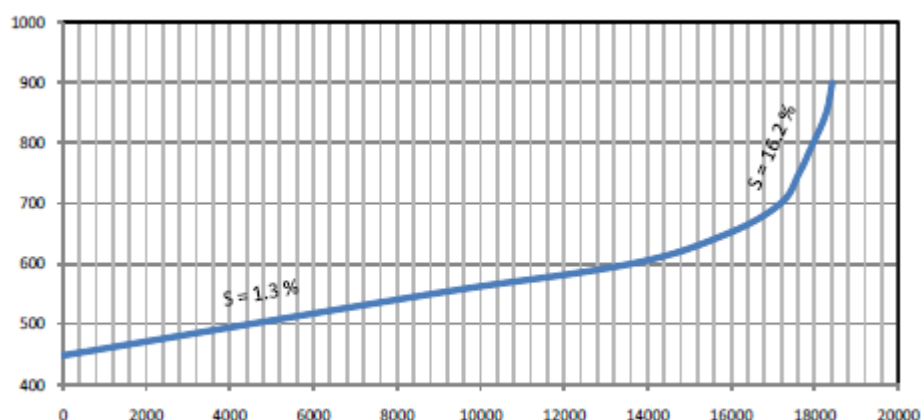
INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	383
Fecha: 28/02/2018					

Este parámetro influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos. Se obtiene a partir del mapa digitalizado de la red de drenaje.

Tabla 73 Clases de valores de longitud del cauce principal

RANGOS DE LONGITUD	CLASES DE LONGITUD DEL CAUCE
6,9 - 10,9	Corto
11 - 15	Mediano
15,1 - 19,1	Largo

Ilustración 164 Perfil longitudinal del cauce del rio del oro.



15.11.3 Elevación Media de la Cuenca

La variación altitudinal de una cuenca hidrográfica incide directamente sobre su distribución térmica y por lo tanto en la existencia de microclimas y hábitats muy característicos de acuerdo a las condiciones locales reinantes.

Constituye un criterio de la variación territorial del escurrimiento resultante de una región, el cual, da una base para caracterizar zonas climatológicas y ecológicas de ella.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	384
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.11.4 Método Área - Elevación

Para poder determinar la elevación media de una cuenca existen diferentes métodos, uno de ellos es la técnica Área – elevación, el cual se describe a continuación:

Para estimar la elevación por este método, es necesario disponer de un mapa con curvas de nivel cuya separación altitudinal sea idéntica de nivel a nivel.

Este método inicia con la medición del área de las diferentes franjas de terreno, delimitada por las curvas de nivel consecutivas y la divisoria de aguas.

$$E_m = A_i * e_i$$

A T

Donde:

Em: Elevación media de la cuenca en metros

Ai: Área de cada franja en (Km² o m²) de acuerdo al tamaño de la cuenca

ie: Promedio de las curvas de nivel que delimita cada franja. At: Área total de la cuenca en (Km² o m²)

Los valores ya clasificados se muestran en la Tabla 74

Tabla 74 Clases de valores de elevación media

RANGOS DE ELEVACION		CLASES DE ELEVACION			
1782,3 - 2072,2		Baja			
2072,4 - 2362,2		Moderada			
INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	385
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

2362,4 - 2652,2	Alta
-----------------	------

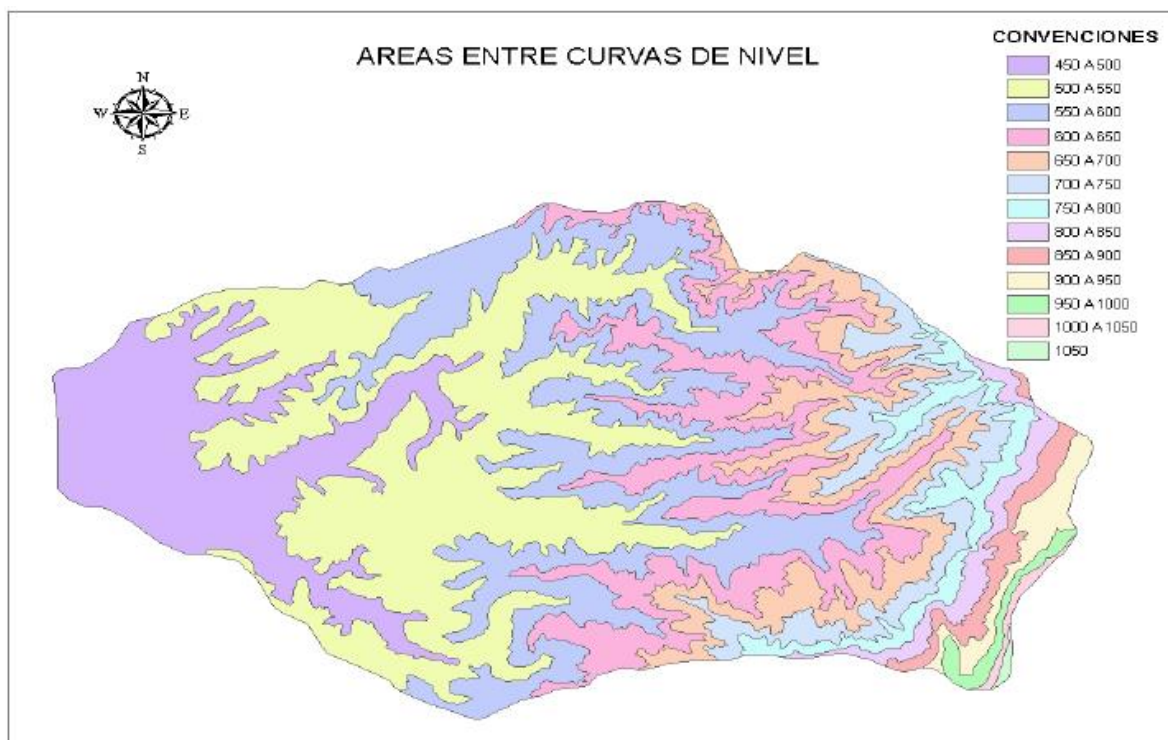
Tabla 75 Calculo de la Elevación media.

ALTITUD		AREA ENTRE CURVAS (Km 2)	Ai * ei
448	500	8,384	3974,065
500	550	15,240	8001,012
550	600	11,749	6755,710
600	650	7,416	4635,047
650	700	4,592	3099,770
700	750	3,175	2302,147
750	800	1,839	1425,564
800	850	1,179	972,570
850	900	0,936	819,276
900	950	0,933	863,193
950	1000	0,429	418,495
1000	1050	0,195	199,545
1050	1100	0,066	70,676
TOTAL		56,136643473	33537,072

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	386
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Ilustración 165 Áreas entre Curvas de Nivel



15.11.5 Área

Es el tamaño de la superficie de la cada cuenca en km². Se obtiene a partir de la digitalización y polinización de las cuencas en el SIG.

Se establecieron tamaños relativos a las mismas cuencas del Tancítaro, considerando los valores extremos y luego restando el mínimo al máximo y dividiendo entre cuatro para obtener cuatro clases de tamaño relativo (Tabla 39).

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	387
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 76 Clases de tamaño de cuencas (km²)

RANGOS DE AREAS	CLASES DE TAMAÑO
12,5 - 35	Muy Pequeña
35,5 - 58	Pequeña
58,5 - 81	Mediana
81,5 - 103,5	Grande

El área de una cuenca en general, se encuentra relacionada con los procesos que en ella ocurren. También se ha comprobado que la relación del área con la longitud de la misma es proporcional y también que esta inversamente relacionada a aspectos como la densidad de drenaje y el relieve relativo.

15.11.6 Desnivel altitudinal

Es el valor de la diferencia entre la cota más alta de la cuenca y la más baja. Se relaciona con la variabilidad climática y ecológica.

Una cuenca con mayor cantidad de pisos altitudinales puede albergar más ecosistemas al presentarse variaciones importantes en su precipitación y temperatura.

La tabla 40 muestra las clases de los valores agrupados de desnivel altitudinal.

Tabla 77 Clases de desnivel altitudinal (msnm)

RANGOS DE ALTITUDES	CLASES DE ALTITUDES
400 - 1220	Bajo
1221 - 1841	Mediano
1842 - 2462	Alto

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	388
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.11.7 Coeficiente de forma (Kf)

Este índice, propuesto por Gravelius, se estima a partir de la relación entre el ancho promedio del área de captación y la longitud de la cuenca, longitud que se mide desde la salida hasta el punto más alejado a ésta. Para el caso del estudio que nos ocupa la salida la constituye el sitio seleccionado como puente.

El factor de forma, viene dado por:

Donde:

$K_f = \frac{A}{L^3}$

L

L: Ancho promedio del área de captación

L: Longitud de la cuenca

A: Área de captación

Este factor relaciona la forma de la cuenca con la de un cuadrado, correspondiendo un $K_f = 1$ para regiones con esta forma, que es imaginaria.

Un valor de K_f superior a la unidad nos proporciona el grado de achatamiento de la cuenca o el de un río principal corto. En consecuencia, con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.

En este trabajo se han clasificado las cuencas de acuerdo con la Tabla 78.

Tabla 78 Clases de Forma

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	389
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

RANGOS DE K_f	CLASES DE FORMA
0,1 - 0,18	Muy poco achatada
0,18 - 0,36	Ligeramente achatada
0,36 - 0,54	Moderadamente achatada

15.11.8 Coeficiente de compacidad (K_c)

Designado por K_c e igualmente propuesto por Gravelius, compara la forma de la Cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. K_c se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parte aguas que la encierra y el perímetro de la circunferencia.

La ecuación que nos permite el cálculo de este coeficiente corresponde a:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{A^{1/2}}$$

A $^{1/2}$

Donde:

K_c : Coeficiente de compacidad

P: Perímetro de la cuenca (longitud de la línea de parte aguas)

A: Área de la cuenca

Este valor adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de 1 para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Los valores de

K_c nunca serán inferiores a 1. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento siendo más acentuado cuanto más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea K_c , mayor será la concentración de agua.

Existen tres categorías para la clasificación según el valor de este parámetro y que se muestran en la Tabla 79.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	390
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 79 Clases de valores de compacidad.

RANGOS DE K_c	CLASES DE COMPACIDAD
- 1,25	Redonda a oval redonda
1,25 - 1,50	De oval redonda a oval oblonga
1,50 - 1,75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Índice de alargamiento (I_a)

Este índice propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima encontrada en la cuenca, medida en el sentido del río principal y el ancho máximo de ella medido perpendicularmente; se lo calcula de acuerdo a la fórmula siguiente.

$$I_a = \frac{L}{m \cdot l}$$

Donde:

I_a : Índice de alargamiento

L : Longitud máxima de la cuenca

l : Ancho máximo de la cuenca

Cuando I_a toma valores muchos mayores a la unidad, se trata seguramente de cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una cuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto (Tabla 80).

Tabla 80 Clases de valores de alargamiento

RANGOS DE I	CLASES DE ALARGAMIENTO
0,0 - 1,4	poco alargada
1,5 - 2,8	Moderadamente alargada
2,9 - 4,2	Muy alargada

15.11.9 Coeficiente de masividad (K_m)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	391
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Este coeficiente representa la relación entre la elevación media de la cuenca y su superficie.

$K_m = \frac{\text{Altura media de la cuenca (m)}}{\text{Área de la cuenca (Km}^2\text{)}}$

Área de la cuenca (Km²)

Este valor toma valores bajos en cuencas montañosas y altos en cuencas llanas(Tabla 81).

Tabla 81 Clases de valores de masividad

RANGOS DE K_m	CLASES DE MASIVIDAD
0,0 - 35	Muy montañosa
35 - 70	Montañosa
70 - 105	Moderadamente montañosa

15.11.10 Orden de corriente

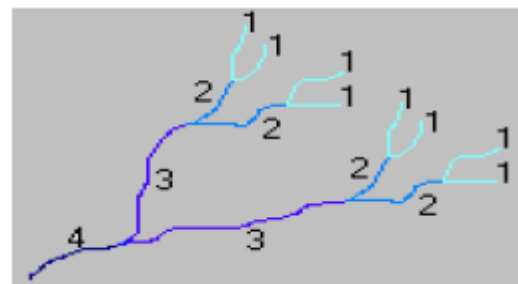
Existen diferentes métodos para obtener este índice (Gregory and Walling, 1985). Este estudio se utilizó el método de Strahler ya que es el más común, el más comprensible y el más fácil de relacionar con otros parámetros morfométricos.

Este índice se obtiene mediante la agregación de corrientes, considerando una corriente de primer orden a aquella que no tiene afluentes, una de segundo orden aquella donde se reúnen dos corrientes de primer orden, una de tercero donde confluyen dos de segundo orden y así sucesivamente (Ilustración 166).

Ilustración 166 Órdenes de corriente según Strahler (Gregory, Op. cit.).

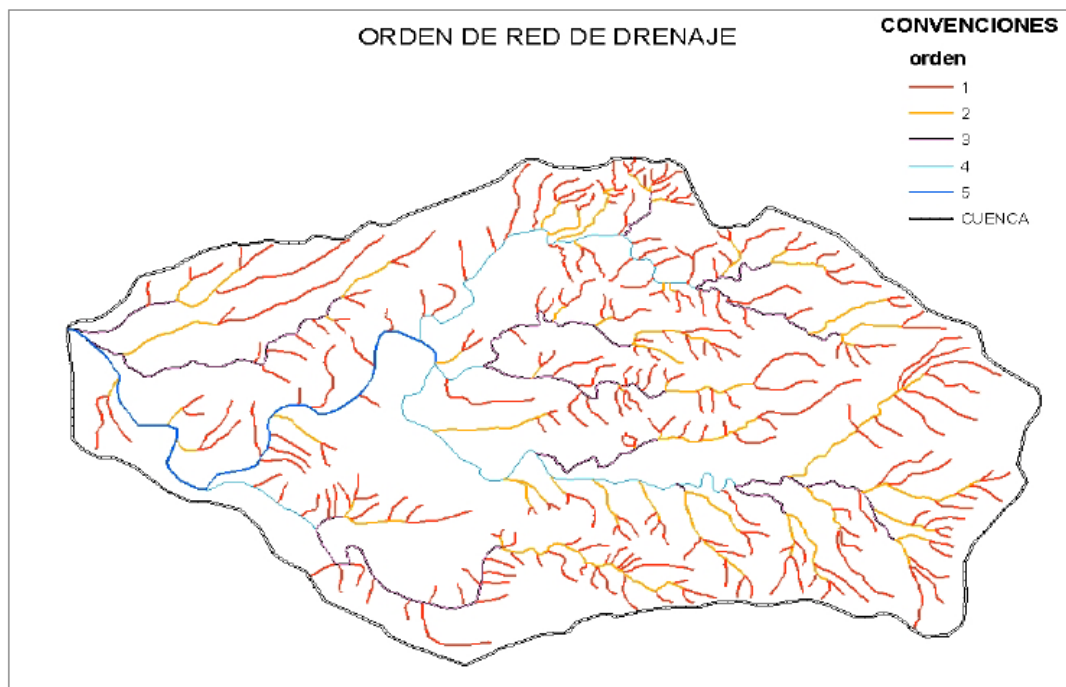
INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	392
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		



Este índice indica el grado de estructura de la red de drenaje. En general, mientras mayor sea el grado de corriente, mayor será la red y su estructura más definida.

Ilustración 167 Orden de Red de Drenaje



Asimismo, un mayor orden indica en general la presencia de controles estructurales del relieve y mayor posibilidad de erosión o bien, que la cuenca podría ser más antigua (en determinados tipos de relieve).

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	393
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 82 Clases de orden de corriente

RANGOS DE ORDENES	CLASES DE ORDEN
1 - 2	Bajo
2,1 - 4	Medio
4,1 - 6	Alto

Tabla 83 Cantidad y longitud del drenaje según el No. de orden

No. de orden	CANTIDAD	LONGITUD (Km.)
1	258	113,58
2	57	37,42
3	13	24,93
4	4	14,14
5	1	7,86
TOTAL	333	197,93

15.11.11 Densidad de drenaje (Dd)

Este índice permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. En general, una mayor densidad de escurrimiento indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien que existe mayor potencial de erosión.

Pero también, como indican Gregory and Walling (Op. Cit.), la densidad de drenaje provee una liga entre los atributos de forma de la cuenca y los procesos que operan a lo largo del curso de la corriente. Más precisamente, la densidad de drenaje 3 refleja controles topográficos, litológicos, pedológicos y vegetaciones, además de incorporar

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	394
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

la influencia del hombre. La densidad de drenaje se calcula dividiendo la longitud total de las corrientes de la cuenca por el área total que las contiene, o sea:

$$Dd = L / A$$

Siendo:

L: Longitud de las corrientes efímeras, intermitentes y perennes de la cuenca en (Km)

A: Área de la cuenca en (Km²)

La densidad de drenaje varía inversamente con la extensión de la cuenca. Con el fin de catalogar una cuenca bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje, se puede considerar que valores de Dd próximos a 0.5 km/km² o mayores indican la eficiencia de la red de drenaje.

La red de drenaje toma sus características, influenciada por las lluvias y la topografía. Por esto se tiene que para un valor alto de Dd corresponden grandes volúmenes de escurrimiento, al igual que mayores velocidades de desplazamiento de las aguas, lo que producirá ascensos de las corrientes.

En períodos de estiaje se esperan valores más bajos del caudal en cuencas de alta densidad de drenaje y de fuertes pendientes, mientras que en cuencas planas y de alta densidad de drenaje, se espera estabilidad del régimen de caudales, debido al drenaje sub superficial y al aporte subterráneo.

En la Tabla 84 muestra las clases de densidad de drenaje.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	395
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 84 Clases de densidad de drenaje

RANGOS DE ESCURRIMIENTO	CLASES
1 - 1,8	Baja
1,9 - 3,6	Media
3,7 - 5,6	Alta

15.11.12 Número de Escurrimientos

Es la cantidad de afluentes naturales de la cuenca. Se contabiliza mediante SIG a través del número de segmentos marcados en el mapa digitado. Constituye una medida de la energía de la cuenca, de la capacidad de captación de agua y de la magnitud de la red fluvial. Un mayor número de escurrimientos proporciona un mejor drenaje de la cuenca y por tanto, favorece el escurrimiento.

Los valores de escurrimiento se han agrupado en la Tabla 85.

Tabla 85 Clases de valores escurrimientos

RANGOS DE ESCURRIMIENTO	CLASES
0 - 170	Bajo
171 - 340	Medio
341 - 510	Alto

15.11.13 Pendiente del Cauce Principal

La pendiente del cauce se la puede estimar por diferentes métodos, uno de ellos es el de los valores extremos, el cual consiste en determinar el desnivel H entre los

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	396
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

puntos más elevado y más bajo del río en estudio y luego dividirlo entre la longitud del mismo cauce L, lo que significa:

$$S = H / L$$

Donde:

S: Pendiente media del cauce

H: Desnivel entre los puntos más elevado y más alto, para el caso 100 m

L: Longitud del cauce

La Tabla 86 nos muestra los valores agrupados en clases.

Tabla 86 Clases de valores de pendiente del cauce (grados)

RANGOS DE PÉNDIENTE	CLASES
0,01 - 0,05	Suave
0,06 - 0,11	Moderada
0,12 - 0,17	Fuerte

15.11.14 .Tiempo de concentración (Tc)

Es el tiempo transcurrido entre el final del hietograma de excesos y el final del escurrimiento directo, siendo ésta la definición que aparece reseñada en la literatura con mayor frecuencia. Sin embargo, otros autores reportan el Tc como el tiempo comprendido entre el centroide del hietograma de excesos y el punto de inflexión sobre la curva de recesión del hidrograma de escurrimiento directo.

Además se puede definir como el tiempo que demora en viajar una partícula de agua desde el punto más remoto hasta el punto de interés. Corresponde al lapso entre el final de la lluvia y el momento en que cesa el escurrimiento superficial.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	397
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
INFORME FINAL		

Existen una serie de fórmulas que permiten el cálculo de este tiempo desarrolladas por diversos autores.

Algunas de las fórmulas que se emplean para el cálculo de este tiempo son las siguientes:

AUTOR	ECUACION
KIRPICH (California)	$T_c = 0,055 L^{0,77} S^{-0,385}$
TEMEZ	$T_c = 0,0945 L^{0,76} S^{-0,19}$
U.S Corps of Engineers	$T_c = 0,0882 L^{0,76} S^{-0,19}$
CHOW	$T_c = 0,197 L^{0,64} S^{-0,32}$

Donde:

S: Pendiente del cauce principal (m/m)

L: Longitud del cauce principal en (Km)

Paras el presente estudio utilizaremos la formula de U.S Corps of Engineers.

Tabla 87 Clases de tiempo de concentración (min)

RANGOS DE T_c	CLASES
0 - 41,7	Rapido
41,6 - 83,2	Moderado
83,3 - 125,1	Lento

$T_c = 1.3$ horas.

$T_c = 79$ minutos. (Moderado)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	398
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.11.15 Población

La cuenca cuenta con una población conformada por la que reside en una parte del barrio el Limonar que es portante de aguas de escorrentía río del oro y la otra parte es la población residente en las fincas que se asientan en el área de la cuenca.

No se hizo la cuantificación de esta población teniendo en cuenta que en nada es requerida para el cálculo que nos ocupa.

15.11.16 Disponibilidad de agua

En el estudio de las cuencas se establece la disponibilidad de agua como parámetro para definir la cantidad de agua disponible para el uso humano en relación con la cantidad total de población.

Para el caso del presente estudio no se ha considerado este parámetro teniendo en cuenta que el objeto del estudio está orientado solo al comportamiento hidráulico de la cuenca en el sitio donde se puede generar la estructura del puente.

La disponibilidad actual de agua en la cuenca del Río del oro permite el aprovechamiento en la recreación.

Tabla 88 Resumen de las características morfométricas de la cuenca

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	399
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

MORFOMETRIA	CUANTIF.	CLASIFICACION
Perímetro (km):	31,91678	
Longitud del cauce principal (km):	18,42273	Largo
Longitud de la cuenca (km):	11,777	
Ancho de la cuenca (km):	6,52	
Elevación media (msnm):	597,44	Baja
Área (km2):	56,13	Pequeña
Altitud mínima:	448	
Altitud máxima:	1100	
Desnivel (m):	132	Bajo
Kf ¹ :	0,40	Moderadamente Achatada
Kc ² :	1,19	Redonda a oval redonda
I ³ :	1,81	Moderadamente Alargada
Km4	10,64	Muy Montañosa
Orden:	5	Alto
Densidad de drenaje (km/km2):	3,53	Media
Número de escurrimientos:	333	Medio
Pendiente del cauce principal:	1,30%	Fuerte
Tc* (min):	79	Moderado
Población:		Poblacion sin cuantificar
Disponibilidad de agua:	SI	Baja

15.12 ESTUDIOS HIDRÁULICOS

Los estudios hidráulicos en el presente estudio están orientados a determinar el comportamiento hidrodinámico del río del oro en el sitio del puente, tales como niveles, velocidades, áreas de ocupación, para diferentes escenarios determinados por los periodos de retorno.

15.12.1 Caudal de diseño.

15.12.2 Intensidad de la lluvia de diseño.

A partir de las curvas de IDF calculadas para la zona de estudio, se calcularon las intensidades para el tiempo de concentración de la cuenca, y diferentes periodos de retorno.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	400
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 89 Intensidad calculada para el tiempo de concentración.

Tr (Años)	I (mm / h.) T _c = 79 min.
2,33	38,32
5	44,30
10	50,54
20	57,66
50	68,62
100	78,28

15.12.3 Cálculo del caudal de diseño.

Para el cálculo del caudal de diseño se utilizó la formula racional.

$$Q = C I A T_r$$

Donde:

Q = Caudal para un período de retorno T_r , (m³/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de la lluvia de duración igual al tiempo de concentración de la

Sub cuenca (mm / hr)

A = Superficie de la sub cuenca (Km²)

A pesar de que las curvas de IDF se consideran representativas de la zona se tiene en cuenta que el foco de las lluvias allí representadas puede ocurrir en cualquier lugar de dicha zona, éstas son calculadas a partir de registros de precipitación puntual, la cual, se ha comprobado, no mantiene la misma intensidad a medida que

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	401
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

cubre áreas mayores, por esta razón, en los casos en que se utiliza el método racional para la estimación de los caudales de la cuenca en cada sección transversal, el valor de la intensidad utilizada en la fórmula racional se recomienda afectarlo por un coeficiente CA de reducción de la intensidad, en función de la superficie de cada sub cuenca, aplicable para áreas superiores a 200 ha y que se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$CA = 2.316A^{-0.159}$$

Donde:

CA = Coeficiente por el que se afecta el valor de la intensidad, leído en las curvas

I-D-F para determinar la intensidad en el área de drenaje de superficie A 10

A = Superficie del área de drenaje (Ha).

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	402
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 90 Cálculo del caudal de diseño para diferentes periodos de retorno.

Tr (Años)	I (mm / h.) Tc. = 79 min.	Q (m ³ / s.)
2,33	38,32	122,86
5	44,30	142,04
10	50,54	162,03
20	57,66	184,84
50	68,62	219,99
100	78,28	250,96

15.13 JUSTIFICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS EMPLEADAS

Los análisis hidrológicos contemplan el cálculo de los caudales máximos para el diseño y revisión hidráulica de los puentes, pontones y de las estructuras de drenaje de las vías del proyecto, aplicando los métodos hidrológicos que mejor se ajusten a la información disponible.

15.13.1 Análisis de precipitación

Se realizarán los siguientes análisis de precipitación:

Determinar la precipitación media, necesaria para caracterizar el régimen de lluvias en la zona del proyecto a nivel mensual.

Determinar la precipitación máxima en 24 horas para diferentes períodos de retorno, para el cálculo de los caudales máximos afluentes a los sitios de las estructuras de drenaje de las vías de del proyecto, utilizando modelos lluvia – escorrentía.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	403
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Para realizar los análisis de precipitación se requieren los registros de las estaciones pluviográficas y pluviométricas localizadas en las cuencas aferentes a las obras de drenaje o las más cercanas a la región hidrológica.

Se utilizaron las estaciones que preferiblemente dispongan de un período de registro igual o mayor que la mitad del período de retorno que se establezca para el diseño de la obra hidráulica.

La decisión final de adoptar los registros de las estaciones seleccionadas inicialmente dependerá de la disponibilidad de la información.

Para determinar la variación temporal y el régimen de la precipitación media en el sitio del proyecto se utilizarán los registros de las estaciones pluviográficas o pluviométricas seleccionadas.

La variación se espacial se obtendrá de los planos regionales de precipitación del IDEAM. Los análisis de precipitación máxima que se realizarán son los siguientes:

La magnitud de la lluvia de diseño se determinará mediante el ajuste estadístico de las precipitaciones máximas registradas en las estaciones de interés para el estudio.

El ajuste estadístico de las precipitaciones máximas anuales se realizará mediante el uso de funciones de distribución de probabilidad que se ajusten adecuadamente a la tendencia de los valores de precipitación máxima registrados en las estaciones seleccionadas.

La distribución temporal de una tormenta incide directamente en la respuesta hidrológica de la cuenca y se determina local o regionalmente; esta distribución se obtuvo a partir de la elaboración del hietograma con base en la metodología del hidrograma de tormenta sintético elaborado por el U.S. Soil Conservation Service para tormentas con una duración de seis horas.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	404
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.13.2 Caudales de diseño

El cálculo de los caudales de diseño se realizará para períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años. Se adoptarán para diseño los períodos de retorno establecidos en la Tabla 2.8 del Manual de Drenaje para Carreteras, (Ver Tabla 91).

Tabla 91. Período de Retorno de Diseño

Tipo de Obra	Período de Retorno
Alcantarillas de 0,90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0,90 m de diámetro	20
Puentes y Box-culvert menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes y Box-culvert de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50 m	100

Fuente: INVIAS, 2009

Para el cálculo de los caudales máximos para el diseño de las obras se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

15.13.3 Cuencas con registro de caudales máximos.

Para las cuencas que posean registros de caudales máximos anuales medidos en las estaciones hidrométricas en la corriente en estudio o en corrientes vecinas de características fisiográficas semejantes, se utilizarán métodos estadísticos para determinar la magnitud de los escurrimientos en el sitio de drenaje. Los caudales máximos asociados a diferentes períodos de retorno se calcularán mediante las metodologías de Gumbel o Log Pearson III recomendadas por el Manual de Drenaje para Carreteras.

Con datos históricos de caudal en el sitio de proyecto

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	405
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Si se cuenta con una estación hidrométrica sobre una corriente de agua de la hoya hidrográfica hasta el sitio de proyecto de cruce con la vía que se estudia, con datos históricos de caudal máximo instantáneo, se toman sus valores máximos instantáneos anuales, se ajustan a distribuciones probabilísticas conocidas, y se hacen inferencias estadísticas. Se debe tener en cuenta que los caudales máximo instantáneos son los valores de caudal máximo que cruzan por una sección hidrométrica en una corriente, y son registrados en estaciones limnigráficas a través de datos de lecturas de miras máximas instantáneas, integradas con la respectiva curva de calibración de caudales líquidos. En las estaciones limnimétricas solamente se pueden calcular valores puntuales de caudal en las horas del día en las cuales se leen las lecturas de mira de las mismas.

Transposición de datos de Caudal

Es posible que la estación hidrométrica sobre la corriente de agua que cruza la vía que se estudia no se encuentre exactamente en el sitio de proyecto de la obra de drenaje vial, sino en la misma hoya hidrográfica, en otra ubicación.

15.13.4 Cuencas sin registro de caudales máximos

Cuencas con el área de drenaje menor a 2,5 km²

Para cuencas hasta de 2,5 km² de área, se aplicará el Método Racional para el cálculo de los caudales máximos que se determina como límite superior dentro del Manual de Drenaje para Carreteras. Este método estima los caudales máximos a partir de datos de precipitación teniendo en cuenta el área de drenaje, el tiempo de concentración y los coeficientes de escorrentía que relacionan el volumen real del agua precipitada con el volumen real de la escorrentía. El coeficiente de escorrentía a su vez, considera la morfometría, tipo de suelo, cobertura vegetal y la humedad antecedente de cada cuenca.

Cuencas con el área de drenaje mayor a 2,5 km²

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	406
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Para estimar los caudales máximos en cuencas mayores de 2,5 km², se utilizará el método del Hidrograma Unitario del U.S. Soil Conservation Service que estima la escorrentía producida por una tormenta de diseño (hidrograma de la creciente) con base en la relación que existe entre la humedad antecedente del terreno y el complejo suelo-cobertura, y en el hidrograma unitario sintético del U.S. Soil Conservation Service de la cuenca. Este último se determina mediante parámetros como el tiempo de concentración y el tiempo LAG.

15.13.5 DELIMITACIÓN DE CUENCAS

Con base en el Modelo Digital de Elevación (DEM) con celdas de 30 m x 30 m, cartografía del IGAC a escala 1:25000, el trazado de la vía y la localización de las obras existentes se realizó la delimitación de las cuencas de drenaje.

Adicionalmente, se complementó la delimitación con la ayuda de ortofotos e imágenes de acceso gratuito como Google Earth y así mejorar el detalle de la delimitación.

En algunos casos no es posible realizar una delimitación más detallada y se tiene una cuenca drenando a más de una obra, y por lo tanto su caudal se estimó en función a la capacidad hidráulica ponderada de las obras que drenan esa cuenca.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	407
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

15.13.6 ESTIMACIÓN DE CAUDALES

15.13.7 Análisis de frecuencias de caudal

En cuencas donde se tienen estaciones de medición directa de caudales y/o registros históricos de las series de caudales máximos se estimaron los caudales máximos esperados para diferentes períodos de retorno utilizando diferentes distribuciones de probabilidad, entre ellas Normal, Gumbel, Pearson, Log-Pearson, Log-Normal y EV3. Finalmente, se seleccionó la distribución tipo Gumbel, con ánimo de ser conservadores en las estimaciones.

15.13.8 Método racional

Para el cálculo del caudal máximo correspondiente a un período de retorno mediante el Método

Racional se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{Tr} = 0,278 C I_{Tr} A$$

Dónde:

Q_{Tr}	Caudal máximo para el período de retorno Tr establecido	(m ³ /s)
C	Coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio.	
I_{Tr}	Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concentración T_c , para el período de retorno Tr establecido	(mm/h)
A	Área de drenaje de la cuenca	(km ²)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	408
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

El Método Gráfico desarrollado por el U.S. Soil Conservation Service para el cálculo de caudales máximos en cuencas pequeñas, consiste en la utilización de la gráfica que relaciona el tiempo de concentración, en horas, con el caudal pico unitario, teniendo en cuenta la precipitación, tipo de suelo, uso del suelo y condiciones de cobertura. Los parámetros de entrada para el cálculo del caudal máximo son: el período de retorno, la precipitación máxima en 24 horas, el número de curva (CN), el área de drenaje, la pendiente del cauce y la longitud hidráulica.

El caudal pico se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = q_p A E$$

Dónde:

Q : Caudal pico, (m³/s).

q_p : Caudal pico unitario (m³/s/km²/mm).

I : Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concentración T_c, para el período de retorno T_r establecido, (mm/h)

A : Área de drenaje de la cuenca, (km²)

E : Escorrentía (mm)

15.13.9 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía representa la relación que existe entre la escorrentía superficial generada por un aguacero al compararse con la precipitación caída. Éste coeficiente depende de numerosos factores, entre ellos: el tipo de precipitación (lluvia, granizo, nieve), de la cantidad de precipitación, de la intensidad de la lluvia, del tipo de cobertura vegetal del suelo, del tipo de terreno, entre otros, y su valor varía entre cero y uno.

Los coeficientes de escorrentía se seleccionaron de acuerdo al tipo de cobertura vegetal y al período de retorno para el cual se requiere calcular los caudales,

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	409
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

teniendo como referencia los valores consignados en la tabla 15.1.1 del libro "Hidrología aplicada" de Chow, Maidment y Mays, 1994.

15.13.10 Intensidad de precipitación

La intensidad de la lluvia de diseño se obtiene de las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) sintéticas estimadas por Vargas y Díaz-Granados, mediante la expresión:

$$I = a \frac{T^b}{t^c} M^d$$

Donde,

- I = Intensidad de la lluvia (mm/h).
 T = Periodo de retorno (años).
 t = Duración de la lluvia (min).
 M = Promedio de los máximos anuales de precipitación en 24 horas (mm)
 a, b, c, d = Coeficientes que dependen de la región del país.

15.13.11 Método del hidrógrama unitario

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	410
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Los hidrógramas unitarios se utilizan para estimar el caudal que se tendrá en un punto sobre la corriente a la salida de una cuenca, con base en la lluvia que se presente en dicha cuenca para un período de retorno dado.

El hidrógrama unitario utilizado fue el hidrógrama adimensional del Soil Conservation Service, en el cual el caudal en un tiempo t , se expresa por la relación entre dicho caudal (q), con respecto al caudal pico (q_p), y el tiempo se expresa por la relación entre dicho tiempo (t), con respecto al tiempo de ocurrencia del caudal pico en el hidrógrama unitario o tiempo de retardo (T_p). Conocidos los valores de caudal pico y tiempo de retardo el hidrógrama unitario puede estimarse a partir del hidrógrama sintético adimensional del SCS, el cual se presenta en la Ilustración 168.

$$q_p = \frac{0.2083 \times A \times E}{T_p}$$

$$t_p = \frac{t_r}{2} + 0,6t_c$$

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 0	JAP	JGC	FSS	JMM	411
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Donde,

- q_P = Caudal pico unitario (m³/s/mm).
 A = Área de drenaje (km²).
 E = Escorrentía unitaria (1 mm).
 tr = Duración de la lluvia efectiva (h)
 t_p = Tiempo de retardo de la cuenca (h).
 t_c = Es el tiempo de concentración (h).

El tiempo de retardo está dado por:

$$t_p = \frac{L^{0,8}[(1000/CN)-9]^{0,7}}{1900 S^{0,5}}$$

Donde,

t_p = Es el tiempo de retardo ($t_p = 0.6 t_c$) (h).

L = Longitud de la mayor trayectoria de flujo (ft)

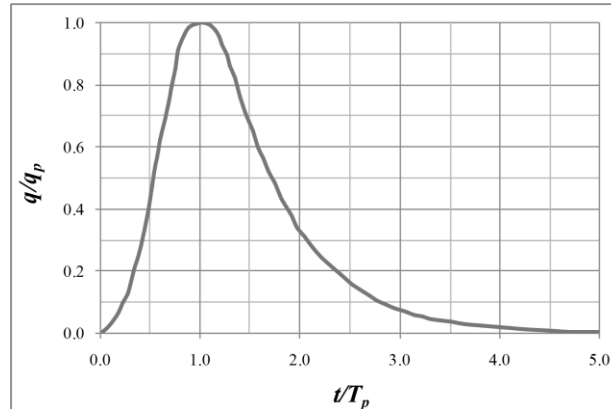
CN = Numero de curvas SCS, depende del tipo de suelo y la cobertura vegetal.

S = Es la pendiente promedio de la cuenca (%)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		412
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Ilustración 168 Hidrógrama adimensional del Soil Conservation Service (SCS).



Para conocer la cota de la lámina de agua para cada uno de los periodos de retorno se deberá realizar un estudio topo batimétrico detallado, en las abscisas donde se localicen las estructuras hidráulicas para la siguiente fase.

En el Anexo 4 se presentan los caudales de diseño estimados en las cuencas de drenaje mediante la aplicación de los métodos anteriormente expuestos, para la alternativa seleccionada.

15.14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis hidráulico se realizó para las crecientes asociadas a los diferentes periodos de retorno, teniendo en cuenta que la de diseño es la de un periodo de retorno de 50 años (manual de drenaje para carreteras del INVIAS). En cuanto a topografía se utilizó la de los planos suministrados por el equipo del POT y se realizó una restitución con la existente en la plataforma Google eart.

Para la determinación del coeficiente de rugosidad (n), se tuvo en cuenta lo observado en campo, estas condiciones se compararon con la literatura (Chow, 1994, Hidráulica de Canales Abiertos) y con las fotografías.

Las obras hidráulicas predimensionadas para la Avenida Circunvalar de Oriente

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		413
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

en el Municipio de Neiva, se presenta en la Tabla 92 y en los planos de localización de Obras Hidráulicas para cada una de las alternativas.

Tabla 92 Localización y tipos de obras Hidráulicas propuestas

Alternativa 1		
Abscisa	1+230.05	Alcantarilla de 36"
Abscisa	2+585.17	Box Coulvert 2x2 m
Abscisa	3+606.54	Box Coulvert 2x2 m
Abscisa	4+552.04	Puente en concreto luz aprox 80 m
Abscisa	4+794.78	Alcantarilla de 36"
Abscisa	5+801.85	Box Coulvert 2x2 m
Abscisa	1+949.10	Box Coulvert 2x2 m
Abscisa	3+098.64	Box Coulvert 2x2 m
Abscisa	5+015.46	Alcantarilla de 36"
Abscisa	6+098.49	Puente en concreto luz aprox 80 m
Abscisa	6+576.14	Box Coulvert 2x2 m
Abscisa	8+945.15	Alcantarilla de 36"
Abscisa	9+064.57	Alcantarilla de 36"
Abscisa	0+867.55	Alcantarilla de 36"
Abscisa	1+897.81	Box Coulvert 2x2 m
Abscisa	1+968.27	Alcantarilla de 36"
Abscisa	2+599.31	Puente en concreto luz aprox 220 m
Abscisa	4+158.32	Puente en concreto luz aprox 40 m
Abscisa	5+819.42	Puente en concreto luz aprox 40 m
Alternativa 2		
Abscisa	1+198.08	Alcantarilla de 36"
Abscisa	2+568.58	Box Coulvert 2x2 m
Abscisa	3+565.33	Box Coulvert 2x2 m
Abscisa	4+467.94	Puente en concreto luz aprox 80 m
Abscisa	4+687.43	Alcantarilla de 36"
Abscisa	5+699.29	Box Coulvert 2x2 m
Abscisa	13+186.93	Puente en concreto luz aprox 80 m
Abscisa	15+637.53	Puente en concreto luz aprox 50 m

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		414
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Abscisa	16+195.67	Alcantarilla de 36"
Abscisa	16+402.41	Alcantarilla de 36"
Abscisa	16+973.41	Puente en concreto luz aprox 50 m
Abscisa	18+479.82	Alcantarilla de 36"
Abscisa	18+877.43	Box Culvert 2x2 m
Abscisa	19+912.54	Box Culvert 2x2 m
Alternativa 3		
Abscisa	1+228.11	Alcantarilla de 36"
Abscisa	2+585.90	Box Culvert 2x2 m
Abscisa	3+607.24	Box Culvert 2x2 m
Abscisa	4+551.81	Puente en concreto luz aprox 80 m
Abscisa	4+793.51	Alcantarilla de 36"
Abscisa	5+802.35	Box Culvert 2x2 m
Abscisa	2+708.18	Puente en concreto luz aprox 80 m
Abscisa	3+185.35	Box Culvert 2x2 m
Abscisa	5+554.74	Alcantarilla de 36"
Abscisa	5+672.68	Alcantarilla de 36"
Abscisa	1+968.27	Alcantarilla de 36"
Abscisa	2+599.31	Puente en concreto luz aprox 220 m
Abscisa	4+158.32	Puente en concreto luz aprox 40 m
Abscisa	5+819.42	Puente en concreto luz aprox 40 m

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		415
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

16. GESTIÓN PREDIAL DE LAS ALTERNATIVAS

El presente informe se desarrolla básicamente en tres aspectos a saber:

Investigación predial y catastral: El catastro con fines de construcción de infraestructura consiste en la identificación de los inmuebles que el proyecto requiere para la construcción del proyecto. Basados en la Ley 14 de 1983 y la Resolución 070 de 2011 del IGAC, la cual reglamenta los procesos de formación, actualización de la formación y conservación catastral, se definen las Zonas Homogéneas Físicas como aquellos espacios geográficos dentro del perímetro urbano con características similares que permitan diferenciar estas áreas de las adyacentes, metodología adoptada para hacer la identificación de las zonas requeridas y el análisis de proyección económica al cual está enfocado el presente trabajo. De igual manera con la información suministrada por el equipo del POT de la Alcaldía de Neiva.

Aspecto Jurídico: Mediante la observación y revisión de los folios de matrícula de los predios afectados por el proyecto, se formularán las recomendaciones a que haya lugar desde el punto de vista jurídico.

Diagnóstico predial de obra pública (DPOP): Es un instrumento de proyección económica que analiza el valor de la gestión predial, esto con el fin de que sirva de soporte al aprovisionamiento presupuestal general del proyecto. El DPOP es una proyección del valor predial comercial basados en una interpretación técnica física y económica de los predios y no reemplaza los avalúos puntuales a realizar por cada uno de los inmuebles.

16.1 INVESTIGACIÓN PREDIAL

En desarrollo del estudio de análisis predial para el tramo nuevo fue fundamental llevar a cabo una investigación Predial, con la cual se obtuvo una primera aproximación sobre los predios que serán afectados por las obras y sobre la gestión predial que deberá realizarse.

Durante el progreso de la investigación se logró la recopilación de información predial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y suministrada por el equipo del POT del Municipio de Neiva. Dicha información contiene los predios en formato digital (SHP y Excel), identificados con el número de cedula catastral. Así mismo, se obtuvieron las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas, las cuales brindan

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		416
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

información acerca de las características físicas del terreno y de los valores catastrales de la zona.

Las áreas de afectación predial, se obtuvieron mediante la superposición del diseño geométrico y de la información predial, para ello se definieron las áreas de afectación teniendo en cuenta la zona de reserva para carreteras estipulada en la ley 1228 de 2008 que define los anchos de corredores mínimos para carreteras nacionales así:

“Establécense las siguientes fajas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión para las carreteras que forman parte de la red vial nacional:

En vías de doble calzada de cualquier categoría la zona de exclusión se extenderá mínimo veinte (20) metros a lado y lado de la vía que se medirán a partir del eje de cada calzada exterior”.

- 20 m a partir del eje de la calzada exterior.

“Carreteras de primer orden sesenta (60) metros”.

- 30 m a ambos lados del eje de la calzada.

Por tratarse éste de un estudio a nivel de prefactividad, las áreas de afectación requeridas se estimaron con base exclusiva en la información Predial suministrada por el equipo del POT del Municipio de Neiva, las ortofotos obtenidas por el sistema google earth, se utilizaron solamente como referencia gráfica.

En etapas posteriores del estudio se deberán determinar las áreas afectadas con base en medidas realizadas directamente en terreno incluyendo inventarios detallados de mejoras, cultivos y construcciones afectadas por el proyecto.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		417
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Con base en lo anterior se partió a realizar con las cuatro alternativas la estimación de la afectación predial la cual se presenta a continuación:

16.1.1 ALTERNATIVA 1

Se identificó la afectación de 1012 predios los cuales se relacionan en el anexo 5 A.

16.1.2 ALTERNATIVA 2

Se identificó la afectación de 818 predios los cuales se relacionan en el anexo 5 B.

16.1.3 ALTERNATIVA 3

Se identificó la afectación de 781 predios los cuales se relacionan en el anexo 5 C.

16.2 ASPECTO JURÍDICO

Con base en los predios identificados, se deberá obtener los certificados de matrículas inmobiliarias de los predios afectados con el fin de realizar la revisión de los aspectos jurídicos a tener en cuenta para la futura adquisición de las franjas de terreno requeridas.

Es de anotar que las áreas deberían ser coincidentes de acuerdo a lo estipulado en la instrucción administrativa conjunta IGAC No. 01 SNR No. 11 del 20 de mayo de 2010.

FALSA TRADICIÓN: el Artículo 245 de la Ley 1450 de 2011 establece el saneamiento automático de los títulos de los bienes adquiridos por los entes públicos por motivos de utilidad pública o interés social, frente a los posibles vicios en los títulos que aparezcan durante el proceso de adquisición o posterior a este.

“ARTÍCULO 245. SANEAMIENTOS POR MOTIVOS DE UTILIDAD PÚBLICA. La adquisición de inmuebles por los motivos de utilidad pública e interés social consagrados en las leyes, gozará del saneamiento automático en favor de la

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		418
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

entidad pública, respecto a su titulación y tradición, frente a aquellos posibles vicios en los títulos que aparezcan durante el proceso de adquisición o con posterioridad al mismo. Dichos vicios originan por ministerio de la ley meras acciones indemnizatorias que podrán dirigirse contra cualquiera de los titulares inscritos en el respectivo folio de matrícula inmobiliaria diferentes a la entidad pública adquirente”.

Hipotecas y/o embargos: En los casos en los que el predio se encuentra hipotecado, se debe o liberar el predio de manera total o parcial como requisito para el proceso de negociación.

Durante el proceso de negociación, usualmente se pactan dos contados cada uno equivalente al 50% del valor comercial del predio, para ser cancelados así: a) el primer contado con la firma de la promesa de compraventa, previa entrega del predio y b) un segundo contado contra escritura registrada y entrega del folio en donde aparezca inscrita la venta a favor del Municipio, en estos casos se puede entregar un primer contado superior a dicho porcentaje, pues el fin primordial es lograr que el bien se encuentre saneado antes del trámite de escrituración. En los casos de gravámenes el Concesionario deberá verificar que con el valor entregado al propietario se ha procedido por éste a sanear su bien. Para tal efecto, el concesionario deberá obtener un folio de matrícula actualizado en el cual figure la cancelación de todos los gravámenes, el cual allegará junto con la minuta de escritura para revisión del Municipio.

Servidumbres: : Con base en los diseños definitivos, se deberá determinar la afectación real de la servidumbre de acuerdo a los diseños, ya que la afectación puede ser del predio y no de la servidumbre, cuando se afecte la servidumbre registrada en el folio de matrícula inmobiliaria es necesario cuantificar en terreno la afectación real de la servidumbre y la manera de tratar su afectación de manera individualizada para cada uno de los predios durante la etapa de negociación, ya que pueden ser servidumbres de tránsito, permanentes, eléctricas, acueductos, poliductos, etc., por lo que una vez identificada la afectación de la servidumbre se identificará quién es el titular de esta para mirar la dificultad del levantamiento o reposición de la misma, de acuerdo al tipo de servidumbre que sea.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		419
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Usufructos y derecho de uso:

El derecho de uso es un derecho real que permite a un individuo tener y utilizar una cosa o bien del cual no es propietario legalmente, tomando en cuenta las necesidades del usuario y su familia. Los derechos y obligaciones del usuario se establecen en el título constitutivo y si este no se hubiere hecho, se regulan por lo que la legislación diga al respecto.

Cualquier tipo de bien susceptible de uso puede entrar en esta figura jurídica, ya sean muebles o inmuebles, y pueden ser titulares del derecho de uso tanto personas físicas como jurídicas, en el caso de las personas morales es necesario establecer un límite temporal. Es un derecho personalísimo, por lo tanto no puede ser enajenado ni tampoco arrendado.

En comparación con el usufructo, este derecho es limitado dado pues no otorga el goce o disfrute es por ese motivo, que un usufructuario podría arrendar la cosa, pero no hacerlo aquel que solo tiene el derecho de uso.

En los casos de los inmuebles que tienen constituido usufructo y/o derecho de uso, deberá revisarse individualmente el caso para cada uno de los predios, considerando levantar derecho de uso y usufructo como requisito para la negociación.

Los costos relacionados con la gestión predial a cargo del Concesionario, es decir, la elaboración de todos los insumos sociales, técnicos y jurídicos, así como el personal contratado para tales fines y para los trámites administrativos y los procesos de expropiación judicial o administrativa, deberán ser contemplados en el valor del contrato y por tanto correrán por cuenta y riesgo del Concesionario hasta la finalización de la gestión predial.

Si se llegase hacer el proyecto como una Asociación Publico Privada, en cuanto a la gestión del riesgo predial, se deberá dar aplicación a lo establecido en el documento CONPES 3760 de agosto 20 de 2013 PROYECTOS VIALES BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIONES PÚBLICO PRIVADAS: CUARTA GENERACIÓN

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		420
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

DE CONCESIONES VIALES, el cual establece para los proyectos de Asociación Público Privada de iniciativa privada que:

“La Agencia Nacional de Infraestructura deberá definir la matriz de riesgo de cada proyecto cuyo origen sea de iniciativa privada, teniendo en cuenta que el privado es quien cuenta con mayor información sobre el proyecto a desarrollar y se encuentra en mejor posición para la correcta administración de los riesgos. A continuación, se definen los riesgos que como mínimo se deben tener en cuenta en este tipo de proyectos: Gestión Predial y Mayores valores por adquisición predial”

A continuación, se presenta el modelo de valoración y análisis de riesgo predial, donde se estiman los sobrecostos de los predios de alto impacto del proyecto, en cumplimiento de la Ley 448 de 1998, el Decreto 423 de 2001, los CONPES 3107 y 3133 de 2001, y el CONPES 3760 de 2013, por medio de una valoración mediante el uso de la distribución chi-cuadrado de acuerdo con los lineamientos del Ministerio de Hacienda y crédito Público presentados en el documento "Metodología Valoración y Seguimiento de Riesgos en Contratos Estatales" de la Subdirección de Riesgo de la Dirección General de Crédito Público y Tesoro Nacional en el riesgo predial asociado al sobrecosto en adquisición predial.

De acuerdo con dichos lineamientos se utilizan cuatro grados de libertad de acuerdo con la cantidad de predios de alto impacto y el resultado del modelo se obtiene con un intervalo de confianza al 95% para estimar las posibles contingencias prediales que se pueden presentar en los predios críticos analizados, los cuales presentan una probabilidad alta de ocurrencia de eventos de riesgo para el proyecto.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		421
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

16.3 DIAGNÓSTICO PREDIAL DE OBRA PÚBLICA

El Diagnóstico de Obra Pública D.P.O.P ó análisis predial en la Etapa de Prefactibilidad se adelantó de acuerdo a los términos de referencia resolución 730 de 2012, cuyo objeto es el de determinar los valores proyectados de la gestión predial integral que comprenden los insumos respondiendo a las preguntas ¿cuánto valen los insumos como Fichas Prediales, Estudios de títulos, Avalúos , compensaciones sociales, valor proyectado de los predios como terreno ,construcciones, mejoras, anexos?, ¿cuánto vale el saneamiento de las áreas para poderlas adquirir al estado? y ¿Cuánto vale el proceso de adquisición por enajenación voluntaria o expropiación según sea el caso?.

Para establecer estos valores por unidad de área se adelantó un trabajo que consta de cinco etapas:

1. Análisis de la normatividad inmobiliaria
2. Análisis de la cartografía
3. Análisis cruzados de los usos aprobados por planeación con los usos actuales.
4. Determinación de potencialidad productiva del suelo.
5. Determinación de las zonas homogéneas físicas y geo económicas a nivel cartográfico tomando puntos de investigación en campo corroborando con el comportamiento económico del mercado inmobiliario de la zona de estudio.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		423
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

17. DISEÑO DE PAVIMENTO

17.1 EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO EXISTENTE

Se presenta en el Capítulo 9 la Evaluación del tránsito existente.

17.2 Alcance del Proyecto de Pavimentos

Análisis de las variables de diseño y materiales de construcción para definir la estructura de pavimento para la Rehabilitación y Mejoramiento de la proyectada Avenida Circunvalar de Oriente en la Ciudad de Neiva Huila.

17.3 Método de Diseño

El Método seleccionado es el desarrollado por la Asociación Americana de Administradores Estadales de Carreteras y Transporte (AASHTO).

Guía de diseño AASHTO-93

Manual SIECA

Programa de diseño de pavimentos desarrollado por la Asociación Americana de Pavimentos de Concreto (ACPA), versión WinPas, aplicación para pavimentos flexibles (1993).

17.4 Ecuación de diseño

$$\log_{10} Wt_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Wt₁₈: Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN acumuladas en el periodo de diseño (n).

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		424
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

ZR: Valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la Confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

So: Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

Δ PSI: Pérdida de Serviciabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la “planitud” (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción (Serviciabilidad Inicial (po) y su planitud al final del periodo de diseño (Servicapacidad Final (pt).

MR : Módulo Resiliente de la subrasante y de las capas de bases y sub-bases granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).

Variable dependiente:

SN: Número Estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

17.5 Estimación de las cargas de diseño (W_{t18})

$$W_{t18} = EEO * F$$

(Ecuación 2)

EEO = Cargas acumuladas en el primer año del periodo de diseño

$$EEO = TPDA * \%Vp * FC * fds * fuc * A * D$$

F = Factor de crecimiento

$$F = \{(1 + TC)^n - 1\} / TC$$

TC = tasa de crecimiento interanual

n = periodo de diseño

EEO = Cargas acumuladas en el primer año del periodo de diseño

$$EEO = TPDA * \%Vp * FC * fds * fuc * A * D$$

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		425
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual, para el primer año del periodo de diseño.
 %Vp = Porcentaje de vehículos de carga dentro del volumen de tráfico total
 FC = Factor Camión, o carga equivalente total por “camión promedio”
 fds = factor de distribución del tráfico por sentido de circulación
 fuc = factor de utilización del tráfico total por sentido en el canal de diseño
 A = factor de ajuste por tráfico desbalanceado
 D = Días por año en que circulará por el canal de diseño el tráfico definido por los términos anteriores (365 días en este proyecto).

17.6 Factores de equivalencia de cargas.

		SN = 4,0 y pt = 2,5		
Carga (kips)	Carga (ton)	FE(simples)	FE(dobles)	FE(triples)
2	0.91	0.0002	0.000	
4	1.82	0.003	0.0003	0.0001
6	2.72	0.013	0.0010	0.0004
8	3.63	0.041	0.0040	0.001
10	4.54	0.102	0.0090	0.002
12	5.45	0.213	0.0180	0.004
14	6.36	0.388	0.0330	0.008
16	7.26	0.645	0.0570	0.013
18	8.17	1.000	0.0920	0.021
20	9.08	1.470	0.1410	0.032
22	9.99	2.090	0.2070	0.048
24	10.90	2.890	0.2920	0.068
26	11.80	3.910	0.4010	0.095
28	12.71	5.210	0.5340	0.128
30	13.62	6.800	0.6950	0.170
32	14.53	8.800	0.8870	0.220
34	15.44	11.300	1.1100	0.281
36	16.34	14.400	1.3800	0.352
38	17.25	18.100	1.6800	0.436
40	18.16	22.500	2.0300	0.533
42	19.07	27.800	2.4300	0.644
44	19.98	34.000	2.8800	0.769
46	20.88	41.400	3.4000	0.911
48	21.79	50.100	3.9800	1.107
50	22.70	60.000	4.6400	1.250

Fuente: Guía AASHTO-93, para SN = 4.0 y pt = 2.5

17.7 RESUMEN:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		426
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

VIDA UTIL (años)	Cargas de diseño
20	<u>2,503,113</u>
15	<u>1,779,662</u>
10	<u>1,273,748</u>

17.8 Caracterización del material de sub-rasante.

Atendiendo al criterio establecido en el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito del INVÍAS, para la selección de la resistencia de la subrasante se adoptó el CBR luego de inmersión. En la Tabla 2-8 Se presenta el resultado del CBR³¹.

Tabla 94 Se presenta el resultado del CBR

<i>Tramo</i>	<i>Apique</i>	<i>Muestra</i>	<i>CBR inalterado %</i>	<i>CBR Sumergido %</i>
Variante Timaná	18--1	2	5,3	3,51

Correlación entre valores de CBR y Módulo Resiliente (MR)*

17.9 DISEÑO DE PAVIMENTO

De lo anterior, se establece que para el percentil del 75% corresponde un CBR de 3.0%.

De lo cual se emplea la fórmula para establecer el módulo de reacción de la subrasante como 10xCBR dando un módulo de 30 MPa

³¹ Fuente CONSULTORÍA ESPECIALIZADA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE CONCESIONES VIALES PARA EL SIGUIENTE GRUPO DE CARRETERAS

GRUPO 1 CENTRO-SUR, CORREDOR: 3. SANTA ANA – NEIVA, ESTUDIO DE PAVIMENTOS

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		427
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

17.9.1 Caracterización de las Bases y Sub-bases

Se debe emplear una base granular con un CBR 100%, el módulo resiliente de la base adoptado es de 30435 Psi (210 Mpa).

Para el Material de Sub-base Granular se deberá garantizar un CBR 30%, el módulo resiliente se halló emplea la fórmula de la AASTHO para suelos granulares la cual es $4326 \times \ln \text{CBR} + 241$; obteniendo un valor de 14955 Psi (103 Mpa).

17.9.2 Determinación de los coeficientes estructurales.

El método asigna a cada material que compone la estructura de pavimento un coeficiente estructural, requerido para convertir los espesores reales en números estructurales SN, siendo cada coeficiente la capacidad relativa de cada material para su comportamiento dentro de la estructura de pavimento, su obtención se presenta a continuación:

17.9.3 Capa asfáltica

Para el cálculo del coeficiente estructural de la capa asfáltica se empleó la fórmula $0.7304 - (0.1271 \times \ln(T^\circ))$, la cual está en función de la temperatura del sitio de estudio, que para este caso es de 32°C, obteniendo un valor de $a_1 = 0.29$

Con base al coeficiente estructural se determinó el módulo resiliente de la mezcla de acuerdo a la formula

$$a_1 = 0.40 \times \log\left(\frac{E_{mezcla}}{3000}\right) + 0.44$$

Obteniendo como módulo resiliente de la mezcla 1275 Mpa.

17.9.4 Base granular

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		428
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Para el cálculo del coeficiente estructural del material de base granular se empleó la fórmula $0.249 \times (\log(E_{\text{base Psi}}) - 0.977)$, donde se establece el módulo de la base de 30435 Psi (210 Mpa) obteniendo un valor de $a_2 = 0.14$.

17.9.5 Sub-base Granular

Para el cálculo del coeficiente estructural del material de Sub- base granular se empleó la fórmula $0.227 \times (\log(E_{\text{base Psi}}) - 0.839)$, el módulo de la Sub-Base es de 14955 Psi (103 Mpa); obteniendo un valor de $a_3 = 0.11$.

17.9.6 Determinación del coeficiente de drenaje

El valor de este coeficiente depende de dos parámetros: la capacidad del drenaje, que se determina de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento, y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, en el transcurso del año. Dicho porcentaje depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje, la AASHTO define cinco capacidades de drenaje, que se muestran en la Tabla 95:

Tabla 95 Niveles de drenaje estructura de pavimento ³²

Calidad del Drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 Horas
Bueno	1 Día
Regular	1 Semana
Malo	1 Mes
Muy Malo	Agua no drena

De acuerdo a las capacidades de drenaje la AASHTO establece los factores de corrección m_2 (bases) y m_3 (sub-bases granulares sin estabilizar), los cuales están dados en la Tabla 96, en función del porcentaje de tiempo a lo largo de un año, en

³² Fuente AASTHO, Guie for Desing of Pavement Structures 1993

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		429
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

el cual la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.

Tabla 96 Valores de m_i recomendados

Capacidad de drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1 al 5 %	5 a 25%	Mas del 25 %
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Malo	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Se adopta como coeficiente de drenaje el valor de 1.00 para la capa asfáltica, un valor de 0.9 para la base y 0.9 para la sub-base, teniendo como tiempo requerido una (1) Semana, para drenar la capa hasta un grado de saturación del 50%, calificando la calidad del drenaje como “Regular” y entre el 5% y el 25% del tiempo el pavimento estará expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		430
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

17.10 Diseño de Pavimento

17.10.1 Parámetros De Diseño

Los parámetros de diseño se presentan a continuación:

$W_{18} = 7.87E+06$ periodo 20 años; $W_{18} = 5.64E+06$ periodo 15 años; $W_{18} = 3.60E+06$ periodo 10 años;

$R = 90\%$

$S_0 = 0.40$

$\Delta\text{Psi} = 2.0$

CBR subrasante 3.0%

Mr subrasante = 4500 Psi (31.1 Mpa)

Mr Capa asfáltica = 1833333 Psi (1265 Mpa)

Mr Base = 30435 Psi (210 Mpa)

Mr de la sub-base = 14955 Psi (103 Mpa)

$a_1 = 0.44$

$a_2 = 0.14$

$a_3 = 0.11$

17.11 ALTERNATIVA

17.11.1 Diseño De Pavimento convencional

17.11.2 Calculo del Sn

Se analizan 3 periodos de diseño los cuales son 20,15 y 10 años, para el cálculo del SN requerido se emplea el programa de cálculo de las ecuaciones AASTHO 1993 y, desarrollado por el Ingeniero Luis Ricardo Vázquez Vera arrojando valores de 7.71, 5.02 y 4.74 como se observa en la Ilustración 169 a la Ilustración 171.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		431
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So)
 90 % Zr=-1.282 So 0.41

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 4500 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
☒ Calcular SN **W18 = 7870000**
☐ Calcular W18

Número Estructural
SN = 5.32

Calcular Salir

Ilustración 169 de SN calculado Periodo de diseño de 20 años.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So)
 90 % Zr=-1.282 So 0.41

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 4500 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
☒ Calcular SN **W18 = 5640000**
☐ Calcular W18

Número Estructural
SN = 5.08

Calcular Salir

Ilustración 170 de SN calculado periodo de diseño de 15 años.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		432
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		



Ilustración 171 de SN calculado periodo de diseño de 10 años.

Verificando la estructura de pavimento con el SN calculado para un periodo de diseño de 20 años, se obtuvo una estructura de pavimento como se presenta a continuación en la Tabla 97 a la Tabla 99.

Tabla 97 espesores periodo de diseño 20 años

Espesores de Diseño cm					
Alternativa Base granular	Capa	Espesor	a	d	SN
	C.A	15	0.44	1.0	2.5984
	BG	25	0.14	0.9	1.2402
	SBG	45	0.11	0.8	1.5591
Total		85			5.40

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		433
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 98 espesores periodo de diseño 15 años

Espesores de Diseño cm					
Alternativa Base granular	Capa	Espesor	a	d	SN
	C.A	15	0.44	1.0	2.5984
	BG	25	0.14	0.9	1.2402
	SBG	40	0.11	0.8	1.3858
Total		80			5.22

Tabla 99 espesores periodo de diseño 10 años

Espesores de Diseño cm					
Alternativa Base granular	Capa	Espesor	a	d	SN
	C.A	15	0.44	1.0	2.5984
	BG	20	0.14	0.9	0.9921
	SBG	35	0.11	0.8	1.2126
Total		70			4.80

17.12 Alternativa recomendada.

El análisis de la información anterior, en cuanto a espesores y tipos de materiales, conjuntamente con los precios unitarios estimados para cada tipo de material, permitirá la selección de la alternativa más conveniente para el tramo.

Se recomienda utilizar un periodo de diseño de 15 años para este tramo de carretera con una estructura de pavimento en Concreto Asfáltico de 15 cm de espesor; Sub-Base granular de 40 cms. de espesor; Base granular de 25 cms. de espesor, para una estructura de 80 cm de espesor.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		434
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

18. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La sección transversal de la vía adoptada para los trazados de las alternativas se determinó de acuerdo con el perfil vial Tipo V-E (Plano FU-09 - Perfiles del Plan Vial), según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT). El proyecto contempla una calzada vehicular de 10 m, separador de 3 m, zona verde 1 m andén de 2.5 m y 13 m de protección Ambiental; conformada por dos carriles de circulación tal como se muestra en la Ilustración 172.

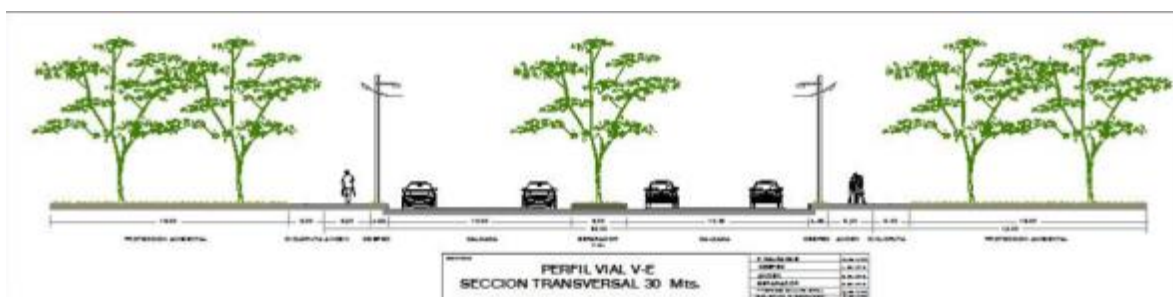


Ilustración 172 Sección típica

18.1 UNIDAD FUNCIONAL

Para las necesidades del diseño para avenida circunvalar de Oriente se presentó el concepto de “Unidades Funcionales”, que son una herramienta útil para construir diversos proyectos viales con independencia funcional, es decir que su construcción, puesta en funcionamiento, operación y mantenimiento, no dependa de la terminación de las demás unidades funcionales.

Por lo anterior se presenta una dinámica que incentiva la ejecución simultanea de las obras y a su vez, optimiza el flujo financiero de los inversionistas, al recibir oportunamente los aportes de los inversionistas, una vez se termine y entreguen las obras asociadas a cada unidad funcional.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		435
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

De lo anterior se presentan las Tabla 100 a la Tabla 102 el respectivo resumen, de las alternativas analizadas con su división de Unidades Funcionales por Alternativa con su respectiva longitud

Tabla 100. Alternativa 1 con sus respectivas Unidades Funcionales

Alternativa 1	Longitud Aproximada Km	DESDE	HASTA
Unidad Funcional 1	2	Carrera 2	Carrera 33
Unidad Funcional 2	6,35	Carrera 33	Carrera 52 con Calle 8
Unidad Funcional 3	6,871	Carrera 52 con Calle 8	Calle 51 Campo Petrolero
Unidad Funcional 4	2,9	Calle 51 Campo Petrolero	Carrera 7 con Calle 81 C
Unidad Funcional 5	4,18	Carrera 7 con Calle 81 C	Calle 48 empalmando con la vía existente Carrera 6 W
Unidad Funcional 6	6,712	Carrera 7 con Calle 81 C	2 Km Adelante vía Nacional
TOTAL	29,013		

Tabla 101. Alternativa 1 con sus respectivas Unidades Funcionales de Acuerdo POT vigente, Acuerdo 026 de 2009.

Alternativa 2	Longitud Aproximada Km	DESDE	HASTA
Unidad Funcional 1	18,56	Carrera 2	Calle 48 empalmando con la vía existente Carrera 6 W
Unidad Funcional 2	6,23	Carrera 23 con calle 72	Carrera 4 Este con 76
TOTAL	24,79		

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		436
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Tabla 102. Alternativa 3 con sus respectivas Unidades Funcionales

Alternativa 3	Longitud Aproximada Km	DESDE	HASTA
Unidad Funcional 1	2	Carrera 2	Carrera 33
Unidad Funcional 2	6,35	Carrera 33	Carrera 52 con Calle 8
Unidad Funcional 3	5,03	Carrera 52 con Calle 8	Calle 51 Campo Petrolero
Unidad Funcional 4	2,9	Calle 51 Campo Petrolero	Carrera 7 con Calle 81 C
Unidad Funcional 5	4,31	Carrera 7 con Calle 81 C	Calle 48 empalmando con la vía existente Carrera 6 W
Unidad Funcional 6	6,712	Carrera 7 con Calle 81 C	2 Km Adelante vía Nacional
TOTAL	27,302		

De acuerdo a las anteriores tablas, se evidencia que la Alternativa 1 y la Alternativa 3 comparte las unidades Funcionales 1, 2, 4 y 6 (resaltadas en color rosado), las demás unidades funcionales 3 y 5 presentan un trazado diferente pero salen del mismo punto (UF 3 Carrera 52 con Calle 8 y UF 5 Carrera 7 con Calle 81 C) y llegan al mismo sitio (UF 3 Calle 51 Campo Petrolero y UF 5 Calle 48 empalmando con la vía existente Carrera 6 W). La alternativa 2 se analizó de acuerdo al trazado del Acuerdo 026 de 2009 POT vigente.

A continuación se presenta una breve descripción de cada una de las Unidades Funcionales con su respectivo trazado:

18.2 UNIDAD FUNCIONAL 1 ALTERNATIVAS 1 Y 3 (COLOR AZUL)

La proyección del tramo inicia desde la intersección Carrera 2 sur con Carrera 5 Sur sector conocido como Surabastos, con el fin de darle continuidad a la conocida Avenida Circunvalar, formando el primer circuito vial del perímetro de la ciudad de Neiva.

En este sector la proyección cruza por la planta de gas Neiva, Cementerio Jardines el paraíso, terrenos aledaños al jardín botánico, que comunica con la vía

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		437
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

principal que conduce al corregimiento del Caguan y borde los barrios San Luis de la Paz, Torres Bosques de San Luis. Con una longitud cercana de 2 km . Para este tramo se proyecta con el perfil vial Tipo V-E de acuerdo a las mesas de trabajo y plano (FU-09 Perfiles del Plan Vial) entregado para tener el perfil a implementar en la Avenida circunvalar de Oriente.

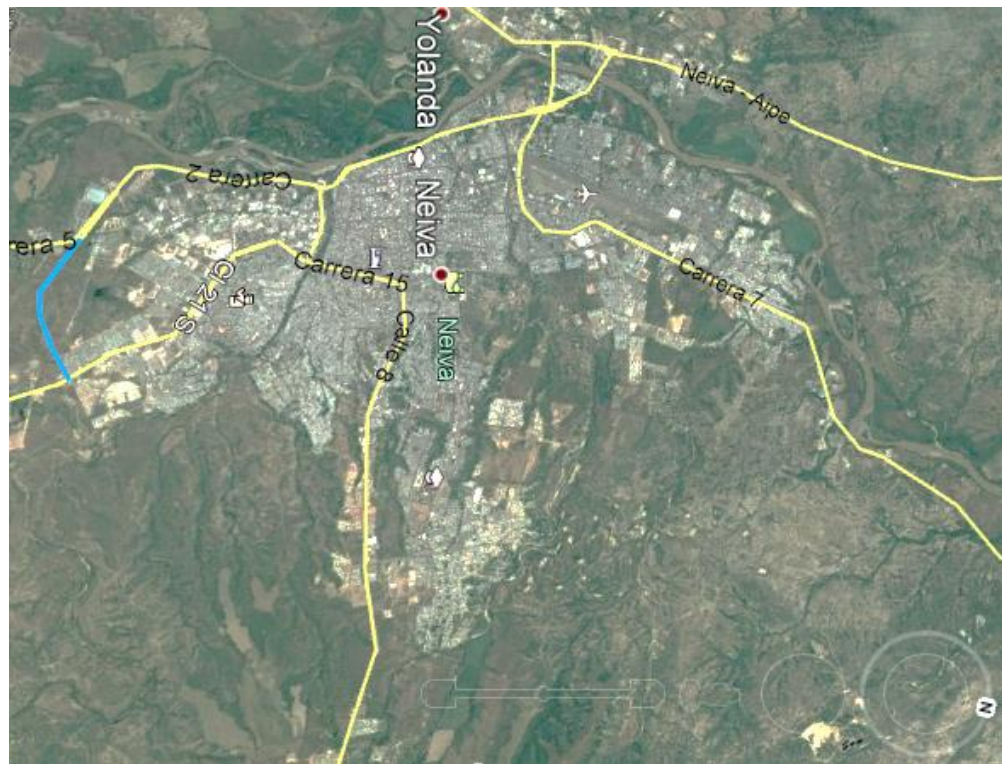


Ilustración 173 Se traza en color Azul la Unidad Funcional No. 1 Alternativas No. 1 y 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

18.3 UNIDAD FUNCIONAL 2 ALTERNATIVAS 1 Y 3 (COLOR CIAN)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		438
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Inicia desde la intersección de la vía Caguan y borde los barrios San Luis de la Paz, Torres Bosques de San Luis. Después de esta intersección continúa bordeando los barrios Cuarto Centenario Etapa I II III, Villa Paula hasta hacer un giro de sur a norte tratando de no introducirse en el lecho del río existente, hasta encontrar la entrada al barrio limonar, en donde la vía está proyectada entre el limite perimetral del barrio y el Río Oro, con el fin de continuar sobre el perímetro de la ciudad y no introducimos en ella, el tramo vial continua conectando los barrios Las Acacias III Etapa, los Arrayanes. Para este tramo se proyecta con el perfil vial Tipo V-E de acuerdo a las mesas de trabajo y plano (FU-09 Perfiles del Plan Vial) entregado para tener el perfil a implementar en la Avenida circunvalar de Oriente.

Para cruzar el rio Oro se proyecta construir un puente de aproximadamente 80 metros de longitud y el ancho debe tener el mismo que el perfil vial tipo V-E, aclarando que se debe conservar el ancho de las calzadas con su respectivo separador, el puente se proyecta a la altura de la Escuela Policía Carabineros, después de cruzar el puente sigue por un terreno despoblado de unos 3.8 km de longitud hasta tomar el tramo que comprende la calle 8 con carrera 52 vía Neiva hacia San Antonio – Vegalarga.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		439
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		440
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		



Ilustración 175 Se traza en color Morado la Unidad Funcional No. 3 Alternativa No. 1 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

18.5 UNIDAD FUNCIONAL 3 ALTERNATIVAS 3 (COLOR BLANCO)

Inicia desde la Calle 8 con Carrera 52 Siguiendo por la Carrera 52 bordea los conjuntos residenciales Altamurani, Reserva de la Sierra, Portal de la Sierra, y a su vez los barrios San Miguel Arcangel, Víctor Félix Díaz y sus etapas, de esta forma cruzado la calle 19 bordeando los barrios el Triunfo, Palmas I, los Comuneros, Ciudad Salitre, Antonio Baraya, Enrique Olaya Herrera, Palmas II, La Amistad, Los Machines, San Bernardo, Oro Negro, Oasis de Oriente, en la intersección de la Carrera 52 con Calle 27 A se proyecta realizar un par vial para aprovechar la vía construida en el costado Oriental sobre la Carrera 52 B desde la Calle 27 A hasta la Calle 30, se proyectaría por la Carrera 52 con Calle 27 A hasta

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		441
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

la Calle 30 la sección V-E pero solo la proyección de una sola calzada, de acuerdo a las mesas técnicas con el equipo de POT de la Alcaldía, supervisor y contratista, con el objeto de aprovechar los tramos de vía existentes en la Ciudad de Neiva..

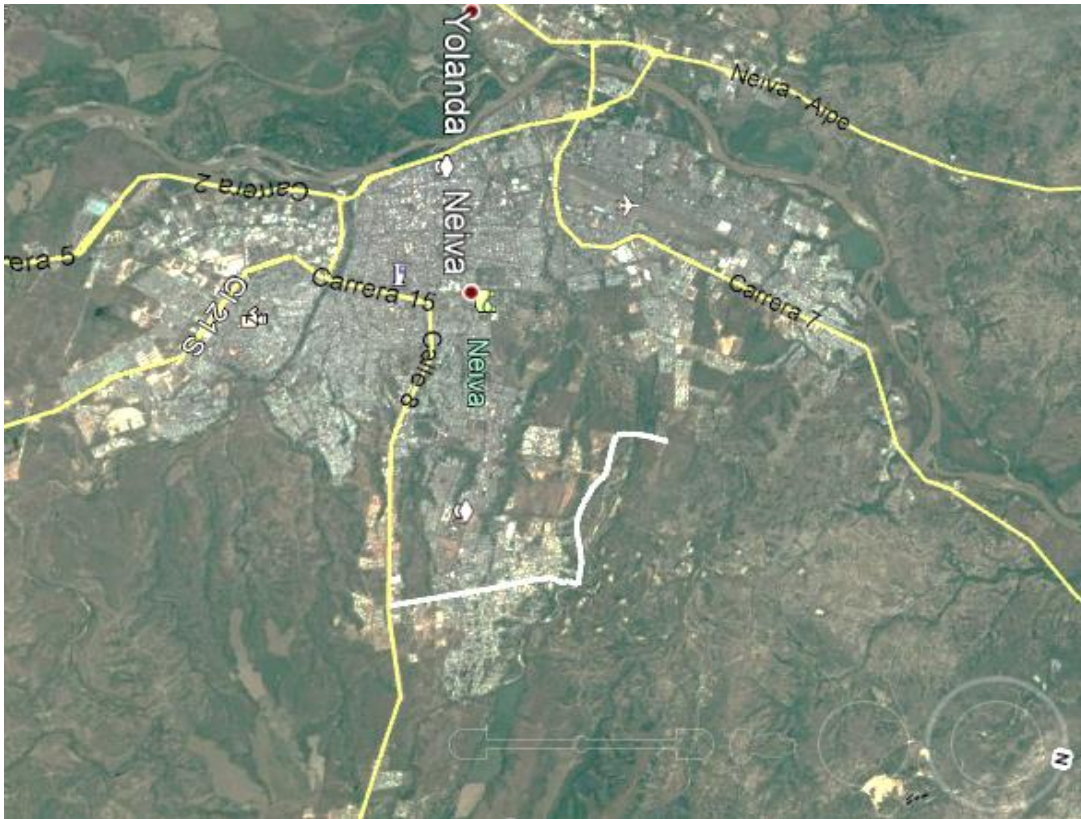


Ilustración 176 Se traza en color Blanco la Unidad Funcional No. 3 Alternativa No. 1 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

18.6 UNIDAD FUNCIONAL 4 ALTERNATIVAS 1 Y 3 (COLOR ROJO)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		442
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Inicia desde la vía existente en Campo Tello que intersecta un carretille que cruza los barrios Bajo Mirador, el Pinal, Granjas Comunitarias, este tramo tiene una longitud cercana a los 4.13 km.

En este sector bordeando la quebrada El Venado sin introducirse en el lecho del río, el tramo cruza por varios asentamientos de la ciudad como lo son Brisas del Venado, Dolcey Andrade, La Estrella, La Primavera, Ciudad Verde, donde se presenta una vía en afirmado llegando a la carrera 7.



Ilustración 177 Se traza en color Rojo la Unidad Funcional No. 4 Alternativas No. 1 y 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

18.7 UNIDAD FUNCIONAL 5 ALTERNATIVA 1 (COLOR CAFE)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		443
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Inicia desde la intersección de la Carrera 7 con Calle 81 C el cual se baja en dirección occidental hacia el río Magdalena hasta llegar a la Carrera 4 W, la cual gira hasta llegar a la 6 W existente.



Ilustración 178 Se traza en color Café la Unidad Funcional No. 5 Alternativa No. 1 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

18.8 UNIDAD FUNCIONAL 5 ALTERNATIVA 3 (COLOR NARANJA)

Inicia desde la intersección de la Carrera 7 con Calle 81 C el cual se baja en dirección occidental Hasta la Carrera 3 gira asía el sur hasta la Calle 74 y gira en

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		444
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

sentido Occidental asía el rio magdalena hasta llegar a la Carrera 4 W, la cual gira hasta llegar a la 6 W existente.



Ilustración 179 Se traza en color Naranja la Unidad Funcional No. 5 Alternativa No. 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

18.9 UNIDAD FUNCIONAL 6 ALTERNATIVAS 1 Y 3 (COLOR AMARILLO)

Inicia desde la calle 81 C con la Carrera 7 con dirección sur norte, cruzando por los barrios Galindo, Carbonell, Luis Ignacio Andrade, siguiendo la vía Neiva – Tello se da un giro de Nororiente a Noroccidente hasta llegar al borde del rio

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		445
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Magdalena este tramo cuenta con una longitud de 4.32 km, esta vía bordea los Barrios Villa Colombia, Villa Magdalena el cual bordea el río Magdalena y más adelante se propone construir un puente de longitud aproximada de 220 metros que atraviesa el río Magdalena hasta llegar a un carreteable que conduce al corregimiento de San Andrés de Busiraco y este intersecta la concesión Neiva – Girardot 2 km más adelante del peaje Neiva.

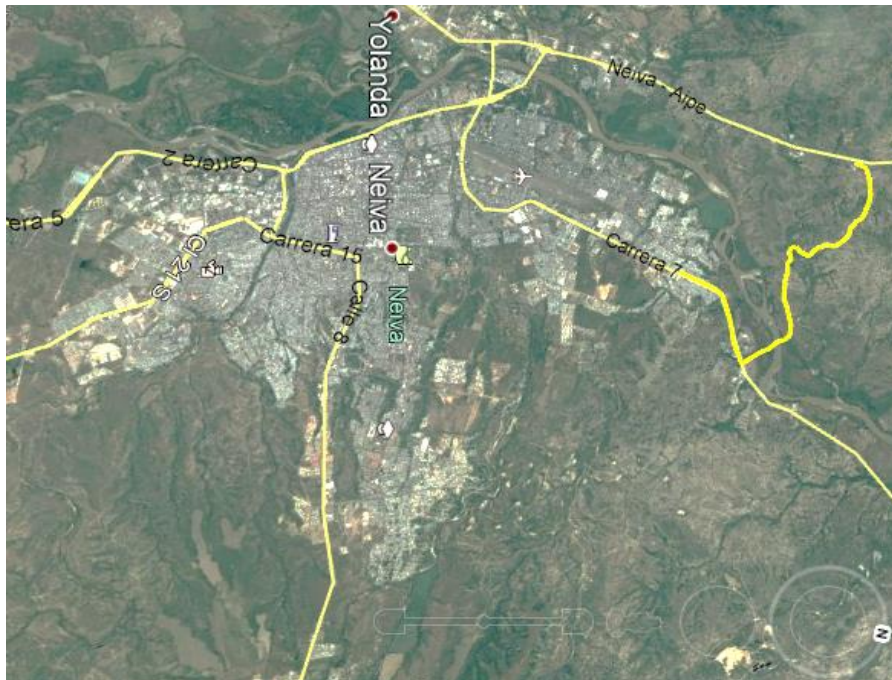


Ilustración 180 Se traza en color Amarillo la Unidad Funcional No. 4 Alternativas No. 1 y 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

Con lo anterior se realizaron los posibles trazados de las alternativas para la avenida circunvalar de Oriente en la ciudad de Neiva, los cuales se presentan a continuación:

18.10 ALTERNATIVA No. 1 (POLÍGONO COLOR AZUL) Y SELECCIONADA

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		446
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Trazado de la Alternativa No. 1, la cual contempla las Unidades funcionales anteriores mentes descritas, las cuales se combinan y se presentan en la Ilustración 181 de color azul el trazado de las seis unidades funcionales para la Alternativa No.1 y los cuales se presentan en los planos de diseño Geometrico.



Ilustración 181 Se traza en color Azul la alternativa No. 1 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

18.11 ALTERNATIVA No. 2 (POLÍGONO COLOR ROJO - ACUERDO 026 DE 2009 P.O.T. VIGENTE DE LA CIUDAD DE NEIVA)

Se inicia el recorrido en la intersección Carrera 2 sur con Carrera 5 Sur sector conocido como surabastos, con el fin de darle continuidad a la conocida Avenida Circunvalar, formando un anillo vial sobre el perímetro de la ciudad de Neiva.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		447
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

En este sector la línea cruza por la planta de gas Neiva, Cementerio Jardines el paraíso, terrenos aledaños al jardín botánico, que comunica con la vía principal que conduce al corregimiento del Caguan y borde los barrios San Luis de la Paz, Torres Bosques de San Luis, después de esta intersección continúa bordeando los barrios Cuarto Centenario Etapa I II III, Villa Paula hasta hacer un giro de sur a oriente tratando de no introducirse en el lecho del río existente hasta encontrar entrada al barrio limonar el cual hasta este punto se obtiene una longitud de 3.5 km, en donde la vía está ubicada entre el límite perimetral del barrio y el Río Loro, con el fin de continuar sobre el perímetro de la ciudad y no introducirnos en ella, después de realizar el cruce del río con la construcción de un puente de aproximadamente 80 metros de longitud, se encuentran Escuela Policía Carabineros, los barrios Las Acacias III Etapa, Villa Amarilla, los Arrayanes, barrio Panorama hasta encontrarse con los barrios Rafael Azuero Manchola, barrio La Cristalina, barrio La Paz en este sector se obtiene una longitud de 2 km aproximadamente.

Se continúa el tramo que comprende el sector oriente de la ciudad, este tramo de la vía se encuentra en afirmado bordea la parte alta de la ciudad paralela a la calle 8 y conjuntos residenciales, En este punto la vía cruza por un conjunto residencial Nueva Terra, y un terreno despoblado se realiza un giro de Suroriente a Noroccidente hasta tomar la intercesión con la Calle 8 que es la única vía principal que tiene este sector de la ciudad como alternativa para acceder a cualquier destino, y que además es la vía para salir de Neiva hacia San Antonio – Vegalarga Bordeando el colegio Aspen Gimnasio Yumana continua por un terreno despoblado a su vez bordeando los barrios San Miguel Arcangel, Siglo XXI, Las Palmas, hasta la intercesión de la carrera 52 con calle 27 bordeando los barrios La Amistad, Enrique Olaya Herrera, Oro Negro, los Machines, Villa Rosa, Oasis de Oriente y Continúa paralelo al río las Ceibas paralelo a los lotes de Gorki Muñoz y el Barrio Villa Mar hasta encontrar el sitio adecuado en el cual se atraviesa con un Puente de longitud aproximada de 100 metros, hasta llegar a la vía Campo Tello en donde toma un carreteable por un terreno despoblado bordeando los barrios Venecia, Los Pinos, La Trinidad, y a su vez bordea la quebrada El Venado sin introducirse en el lecho de la Quebrada, el tramo cruza por varios asentamientos e invasiones de la ciudad como lo son Brisas del Venado, Dolcecy Andrade, La Estrella, La Primavera, Ciudad Verde, aquí se aprecia una vía en afirmado llegando a la carrera 7 cruzando por los barrios Galindo, Carbonell, Luis Ignacio Andrade, siguiendo la vía Neiva – se da un giro de Nororiente a Noroccidente hasta llegar al borde del río Magdalena este tramo cuenta con una longitud de 4.32 km, esta vía bordea los Barrios Villa Colombia,

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		448
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Villa Magdalena, El Dorado, Álvaro Leyva Lievano, Conjunto Residencial Las Manguitas, La Vorágine Calamari, la Inmaculada tomando la calle 70 oeste hasta el barrio Bajo Chicalá y a su vez bordeando el barrio chicalá, el barrio falla vernal, Madrigal, la inmaculada, Villa Magdalena del Norte, La Fortaleza, Chicalá, Falla Bernal, Torres de Ipacarai 1 y 2, Torres el Yuma, Carlos Pizarro, Mansiones del Norte hasta intersectar con la calle 48 y la 6 w bordeando La Planta de Productos Coca cola esta vía a su vez bordea los barrios San Silvestre, Camilo Torres, Santa Inés y la Universidad Surcolombiana. En este sector se deja establecida la posibilidad de construir la continuidad de la avenida Circunvalar existente la cual finaliza (o inicia) con Carrera 6 W, se toma el intercambiador vial vía el Tizón este tramo tiene una longitud de 3.0 km, se aprecia la vía Avenida Circunvalar hasta la Carrera 2, tomando la Avenida Inés García Durán hasta llegar al punto de inicio sector conocido como Surabastos, formado un circuito, este trayecto del tramo toma una longitud de 6.60 km.

En esta alternativa se pretende construir una vía alterna que conecte la zona oriente y la zona occidente de la ciudad, esta iniciaría en el barrio los Pinos cruzando por los barrios Venecia, La Trinidad, Conjunto Residencial Divino Niño, cruzando también el lote Fronteras del Milenio de Gorki Muñoz bordeando la sede del Sena – Industrial a su vez intersectando la carrera 7 tomando la calle 70 que bordeando los barrio Tercer Milenio, Conjunto Residencial Villa Rosa, Los Girasoles, hasta intersectar con la carrera 2 bordeando los barrios, Madrigal, La Inmaculada hasta unirse con el tramo que bordea el Río Magdalena y continua con el circuito.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		449
Fecha: 28/02/2018					

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		450
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

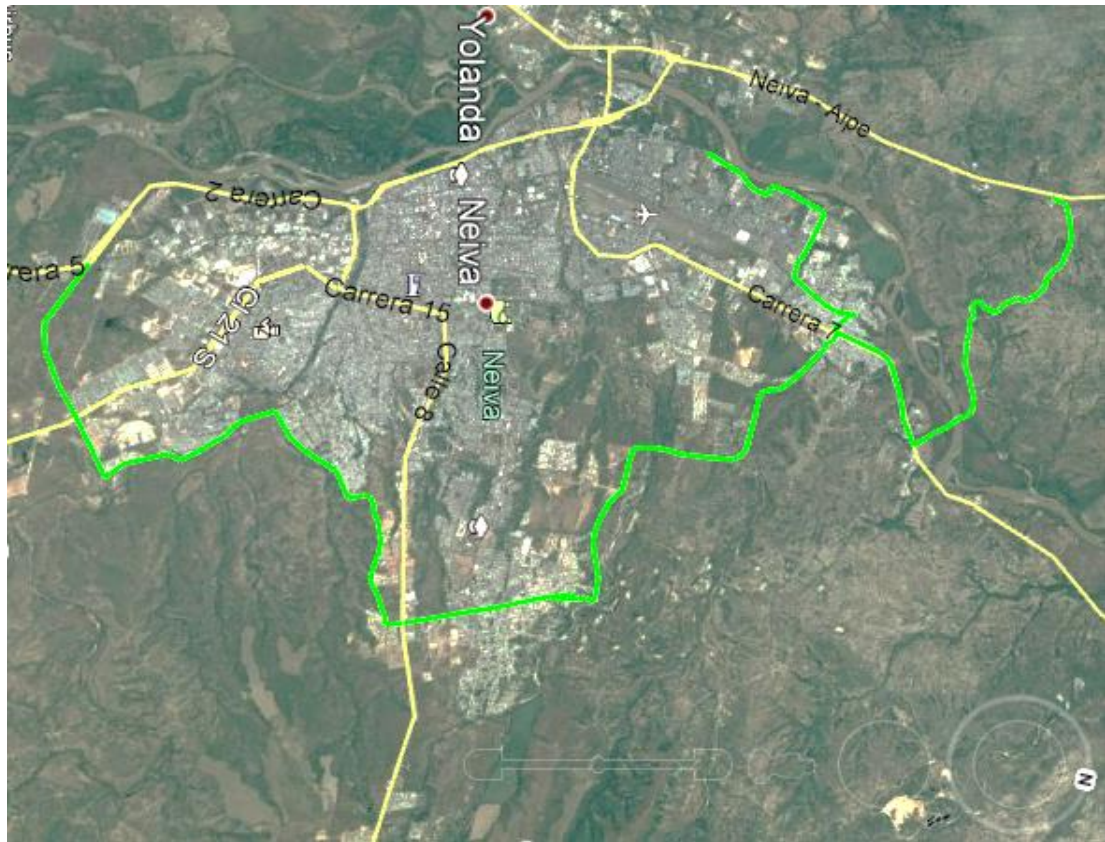


Ilustración 183 Se traza en color verde la alternativa No. 3 de acuerdo a la mesa de trabajo entre funcionarios de la Alcaldía de Neiva equipo POT y el Supervisor del Contrato y Contratista.

Fuente: Adaptado Google Earth.

18.13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Como resultado de la evaluación de cada uno de los criterios y de comparar las diferentes opciones de trazado, se concluye a nivel de prefactibilidad, que la mejor es la Alternativa 1. Esta alternativa de longitud aproximada de 29 m, está conformada por seis unidades funcionales, con una calificación de favorabilidad del 52.99% según la matriz de análisis y costo estimado a nivel de prefactibilidad de 309 mil millones.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		451
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- La Alternativa 2 (POT) no se considera viable porque en diferentes sitios donde se contemplaba el trazado según el acuerdo 026 de 2009 se realizaron varias construcciones, debido al crecimiento del Municipio sin la debida planificación y control. Esta situación incrementa los costos y tiempos para la adquisición de predios, mejoras de viviendas y estructuras existentes.
- Durante el desarrollo del presente estudio de prefactibilidad se evaluaron más trazados de los que se presentan en el informe, pero fueron descartados en las mesas de trabajo conjuntas entre el Contratista, la Supervisión y el Equipo del POT de la Alcaldía de Neiva, por las condiciones topográficas y costos elevados.
- Este proyecto vial mejorará la transitabilidad Sur-Oriente y Nor-Oriente de la ciudad de Neiva, sin cruzar por el centro y reducirá los tiempos de recorrido. Actualmente sólo existen dos vías para conectar el Oriente con el Centro de la Ciudad, y ninguna vía comunica directamente el Oriente con el Sur ni con el Norte de la Ciudad.
- Permitirá la conexión vehicular entre el oriente del Municipio de Neiva con el sur y norte del país, para los vehículos que estén de tránsito por la ciudad, provenientes del Municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá) y la Zona rural del oriente del Municipio de Neiva (Corregimientos de Vegalarga y Río Ceibas).
- Permitirá la conexión del Sur del País con la zona Norte del Departamento del Huila (Tello, Baraya, Villavieja) y conexión con la vía en desarrollo Colombia – La Uribe – Meta., sin transitar por el centro de la ciudad de Neiva.
- Mejorará la calidad de vida de las personas que vivan perimetralmente en la avenida circunvalar de oriente, ya que mejorarían la atención en los servicios públicos, facilitaría la atención en emergencias y urgencias en el Oriente de la Ciudad de Neiva.
- Es un proyecto con componente social, incluyente y de renovación urbana porque como se describió en el Numeral 3.1 el trazado propuesto bordea y

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		452
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

conecta diferentes barrios, proyectos de Vivienda de Interés Social del Municipio (VIS) y Asentamientos en proceso de legalización.

- Establece un perímetro urbano de la ciudad, acorde con las recomendaciones de los estudios recientes de “Ciudades Sostenibles” y “Plan de Maestro de Movilidad”, con respecto a “compactar la Ciudad”.
- Construcción de vías para el establecimiento de nuevas rutas de transporte y posible implementación de un medio masivo de transporte.
- Aunque el inicio de este proyecto está contemplado en la Av. Cra 2 con Carrera 5, en el futuro intercambiador de la vía 4G Neiva – Mocoa – Santana, se recomienda para el desarrollo vial del Municipio y conectividad de los actuales proyectos en desarrollo 4G, la construcción de un puente sobre el río Magdalena al sur de la ciudad, en la zona de Surabastos. Esto con el fin de que los vehículos de tráfico pesado puedan ingresar a la zona industrial de la Ciudad y la central de abastos sin cruzar por el centro de la ciudad.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		453
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

19. MATRIZ DE CRITERIOS METODOLOGÍA AHP

Se propone calificar las variables de vulnerabilidad física y social empleando el método de estimación por el Análisis de Procesos Jerárquicos (AHP por sus siglas en inglés), que consiste en utilizar el juicio de expertos, para ayuda en la toma de decisiones debido a que se basa en múltiples criterios de decisión; este método fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico. El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas.

Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones por pares entredichos elementos (criterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales. El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. A continuación se presenta la descripción de los procesos AHP.

19.1 Objetivo

Determinar la alternativa más viable de la Avenida Circunvalar de Oriente en el municipio de Neiva, luego de la evaluación de los criterios económicos, sociales y ambientales, para lo cual se debe llevar a cabo el proceso presentado en la Ilustración 184

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		454
Fecha: 28/02/2018					

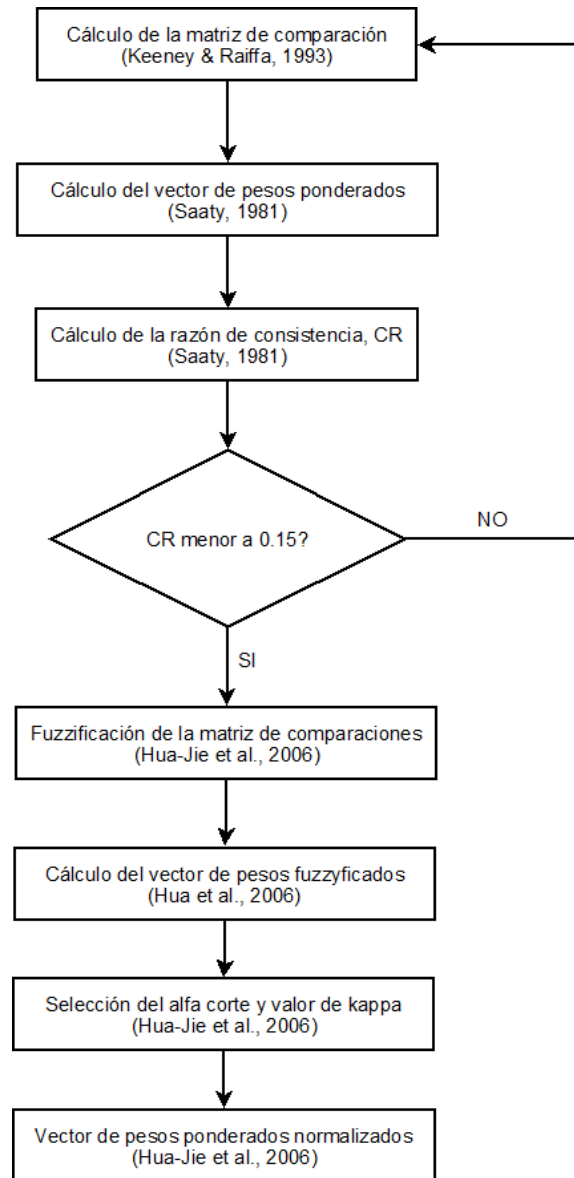


Ilustración 184. Diagrama de flujo del proceso propuesto para la evaluación de los pesos ponderados normalizados utilizando metodología AHP-difuzzy

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		455
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

19.2 Obtención de los pesos ponderados

19.2.1 Matriz de comparación

El primer paso para obtener los pesos ponderados es determinar la matriz de comparación, de orden nxn:

$$\{A\} = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Dónde:

$$a_{ii} = 1, \text{ para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

La comparación se hace por pares, obteniendo $\frac{n(n-1)}{2}$ comparaciones obteniendo comparaciones, siguiendo los siguientes criterios de calificación:

19.2.2 Rangos de Calificación

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		456
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

RANGOS DE CALIFICACIÓN

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
El elemento R es muy fuertemente más importante que el elemento C	El elemento R es fuertemente más importante que el elemento C	El elemento R es más importante que el elemento C	El elemento R es ligeramente más importante que el elemento C	Los elementos C y R tienen la misma importancia	El elemento C es ligeramente más importante que el elemento R	El elemento C es más importante que el elemento R	El elemento C es fuertemente más importante que el elemento R	El elemento C es muy fuertemente más importante que el elemento R

Los valores pares (2, 4, 6 y 8) son intermedios entre las calificaciones presentadas anteriormente. El valor es el inverso en el caso que la relación sea inversa.

19.2.3 Cálculo del vector de pesos

Se calcula el vector de pesos, el cual puede ser obtenido como promedio aritmético o geométrico, según las siguientes ecuaciones (Saaty, 1981), respectivamente:

$$\{w_i\} = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[\frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{ik}} \right] \right\} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

(a) Promedio aritmético

$$\{w_i\} = \left\{ \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{k=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{kj}}} \right\} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

(b) Promedio geométrico

19.2.4 Cálculo de la razón de consistencia

Se estima la consistencia o coherencia de la evaluación llevada a cabo en la estimación de los coeficientes de la matriz de comparaciones, mediante la

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		457
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

adaptación de la razón de consistencia (RC) propuesta por Saaty (1981), según la siguiente expresión:

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Donde, IC es el “Índice de Consistencia” de la evaluación, definido como (Ormazábal, 2002):

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$$\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} \right) \cdot w_i$$

O, alternatively como (López & Donado, 2007):

$$IC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n \left(\ln a_{ij} - \ln \frac{v_i}{v_j} \right)^2}{\frac{(n-2)(n-2)}{2}}, \quad v_i = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ik}}$$

De otra parte, el término IA es el “Índice de Aleatoriedad”, cuyos valores son los presentados. En la siguiente

Tabla 103 Índices de aleatoriedad (IA) de las matrices de comparaciones por pares, según su orden (Ormazábal, 2002)

Tamaño de la matriz (n)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de Aleatoriedad, IA	0.01	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		458
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

El coeficiente RC expresa un valor relativo de la inconsistencia, de manera que si su valor es 1 indica que su inconsistencia es del 100%, y si es 0, el juicio emitido es totalmente coherente. Teniendo en cuenta lo recomendado por Saaty (1981), se acepta una tolerancia del RC del 10% (o un valor de RC de 0.1) para calificar de buena una ponderación, siendo aceptables resultados hasta del 15%. Si el resultado no es suficientemente coherente ($RC > 15\%$) deberá volverse a realizar la valoración por pares, repitiéndose de forma iterativa hasta que el RC sea menor a 0.15.

19.2.5 Fuzzificación de la matriz de comparaciones

Para tener en cuenta la variabilidad en la de la valoración de la matriz de comparaciones, se utilizará un número borroso de tipo triangular (Morillas, 2002; Tae-Heon & Woo-Bae, 1999; Zadeh, 1978), que se puede describir con la siguiente función de pertenencia:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{(x-l)}{(m-l)}, & l \leq x \leq m \\ \frac{(u-x)}{(u-m)}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x < l, x > u \end{cases}$$

Para los valores AHP, se seleccionaron los siguientes números difusos triangulares, adaptados de (Morilla, 2002), según la relación sea directa (Ilustración 185) o inversa (Ilustración 186), y cuyos valores se presentan en la Tabla 104.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		459
Fecha: 28/02/2018					

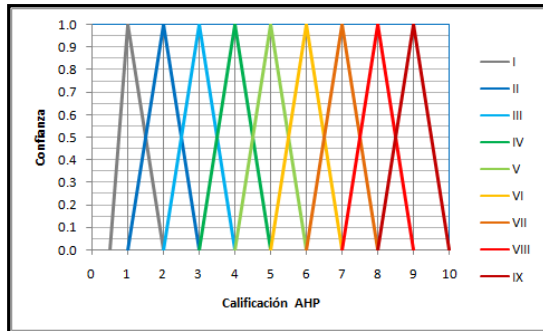


Ilustración 185. Calificación difusa de los criterios de calificación AHP (relación directa)

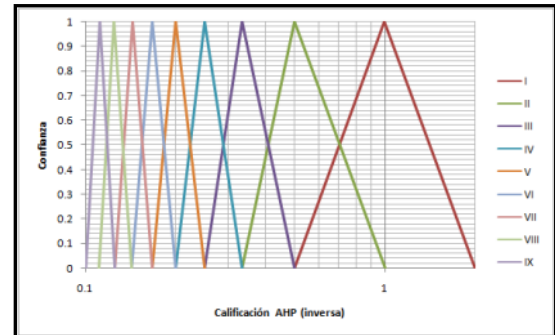


Ilustración 186 Calificación difusa de los criterios de calificación AHP (relación inversa)

Tabla 104. Valores del número difuso triangular para las diferentes categorías borrosas

CATEGORIA BORROSA	RELACIÓN DIRECTA			RELACIÓN INVERSA		
	V. mínimo	V. Medio	V. máximo	V. mínimo	V. Medio	V. máximo
I	1/2	1	2	1/2	1	2
II	1	2	3	1/3	1/2	1
III	2	3	4	1/4	1/3	1/2
IV	3	4	5	1/5	1/4	1/3
V	4	5	6	1/6	1/3	1/4
VI	5	6	7	1/7	1/4	1/5
VII	6	7	8	1/8	1/7	1/6
VIII	7	8	9	1/9	1/8	1/7
IX	8	9	10	1/10	1/9	1/8

De esta forma, y con base en la matriz de comparaciones obtenida anteriormente, se puede obtener la matriz de comparaciones borrosa, teniendo en cuenta los números difusos o borrosos triangulares definidos anteriormente, según la categoría difusa, obteniendo la matriz difusza o borrosa de comparaciones (Hua-Jie et al., 2006):

INFORME FINAL	$[A] = \begin{pmatrix} (1,1,1) & \dots & (a_{1n_1}, a_{1n_2}, a_{1n_k}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (a_{n1_1}, a_{n1_2}, a_{n1_k}) & \dots & (1,1,1) \end{pmatrix}$	PROBÓ	Pág.
Versión 1			460
Fecha: 28/02/2018			

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

19.2.6 Cálculo del vector de pesos fuzzyficados

Con base en la matriz de comparaciones borrosa, se obtiene el vector de pesos borrosos o fuzzyficados (Huan-Jie et al., 2006), bien sea por el promedio aritmético o geométrico para cada uno de los valores de la terna de cada calificación (l, m y u), ordenando la terna obtenida de menor a mayor, definiendo el vector de pesos borroso o fuzzificado como:

$$\{w_l, w_m, w_u\} = \begin{Bmatrix} w_{l_1}, w_{l_m}, w_{l_u} \\ \vdots \\ w_{n_l}, w_{n_m}, w_{n_u} \end{Bmatrix}$$

19.2.7 Selección del alfa-corte y el valor de kappa para determinar el valor de pesos normalizados

Con el fin de realizar la desfuzzificación o desborrificación del vector de pesos borroso, se utilizará el proceso sugerido por Hua-Jie et al. (2006), en el cual se selecciona el alfa corte (valor de α entre 0 y 1) según la certeza en el rango borroso seleccionado, encontrándose un rango para cada uno de los pesos determinados (para una confianza del 100%, el rango se reduce a un solo número, correspondiente al valor de la calificación AHP normal), según las siguientes ecuaciones:

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		461
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

$$\begin{aligned}
 P_{i\alpha_l} &= [\alpha \cdot (w_{i_m} - w_{i_l})] + w_{i_l} \\
 P_{i\alpha_r} &= w_{i_u} - [\alpha \cdot (w_{i_u} - w_{i_m})] \\
 P_{i\alpha} &= \begin{pmatrix} [P_{1\alpha_l}, P_{1\alpha_r}] \\ \vdots \\ [P_{n\alpha_l}, P_{n\alpha_r}] \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Donde los valores l y r representan el valor izquierdo y derecho del conjunto de intervalos.

Posteriormente se selecciona el valor kappa (valor de κ entre 0 y 1), según el optimismo de la calificación (uno para valoración optimista, tomando el mayor valor del rango, y de 0 para valoración pesimista, tomando el valor menor del rango), normalizando la calificación, obteniendo de esta forma el vector de pesos normalizados, según la siguiente ecuación (Hua-Jie et al, 2006):

$$\{C_{i\alpha}\} = \left\{ \frac{\kappa \cdot P_{i\alpha_r} + (1 - \kappa) \cdot P_{i\alpha_l}}{\sum_{j=1}^n (\kappa \cdot P_{j\alpha_r} + (1 - \kappa) \cdot P_{j\alpha_l})} \right\}, i = 1, 2, \dots, n$$

19.2.8 Método de calificación

A continuación se presenta el diagrama de flujo para determinar la calificación de susceptibilidad a deslizamientos utilizando los métodos de calificación WLC y OWA explicados a continuación.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		462
Fecha: 28/02/2018					

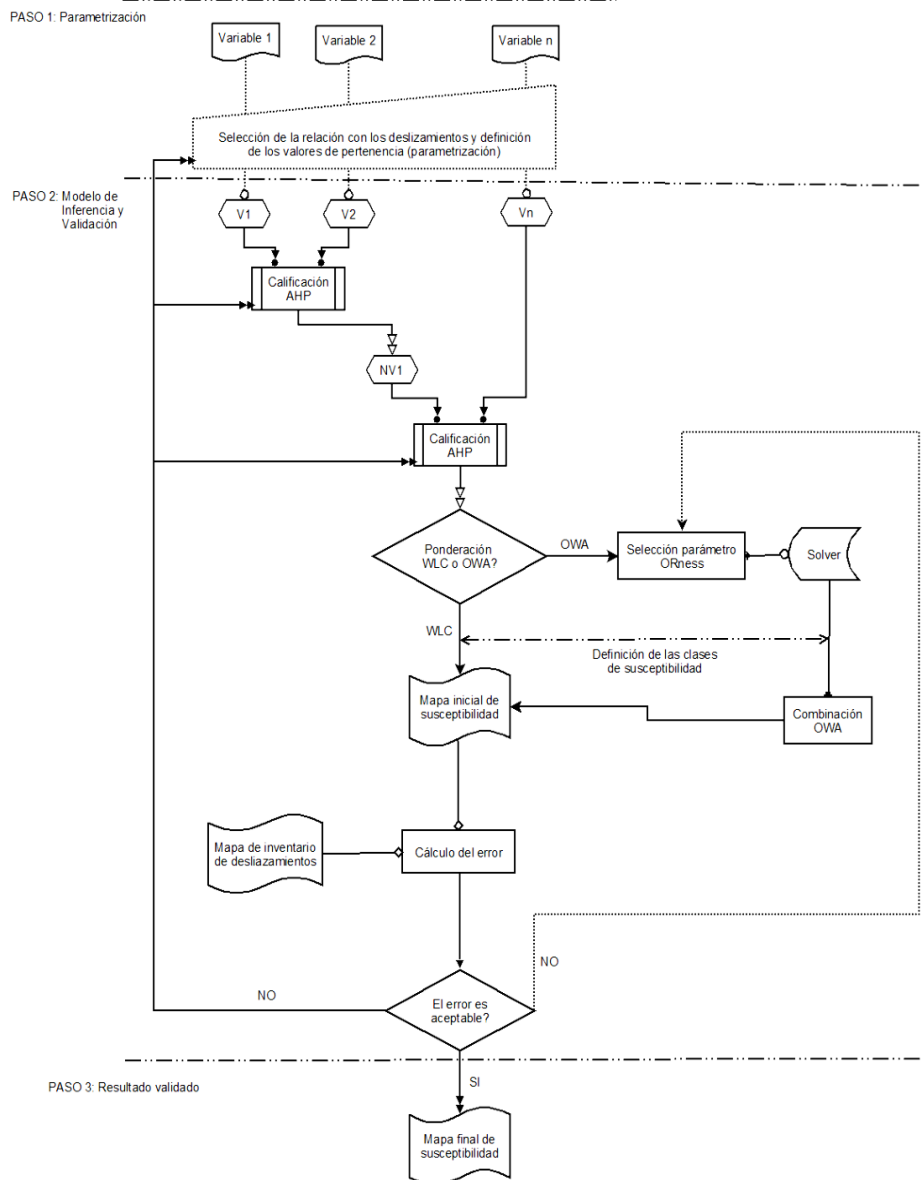


Diagrama de flujo para la calificación de la susceptibilidad utilizado los métodos WLC y OWA (adaptado de Malczewski, 2006)

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		463
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

19.2.9 Combinación lineal ponderada (WLC)

Una vez los criterios o variables de calificación han sido estandarizados o parametrizados y sus respectivos pesos han sido establecidos, el método de la combinación lineal ponderada o WLC por sus siglas en inglés (Voogd, 1983) es el más simple método para la agregación de los criterios de evaluación en un criterio de calificación. Así, según el método WLC, el índice de susceptibilidad a deslizamientos (ISD) se obtiene de la suma de cada criterio de evaluación multiplicado por su respectivo peso (obtenido de la calificación AHP), es decir:

$$IS = \sum_{i=1}^n c_i \cdot v_i$$

19.2.10 Ponderación promedio ordenada (OWA)

(Yager, 1998) introdujo el método de ponderación promedio ordenada (OWA, por sus siglas en inglés), en donde para un número “*n*” de criterios (o atributos) el parámetro OWA es definido como:

$$OWA_i = \sum_{j=1}^n u_j \cdot z_{ij}$$

Donde,

$$u_j = \frac{v_j \cdot w_j^*}{\sum_{j=1}^n v_j \cdot w_j^*}$$

Siendo,

$z_{i1} \geq z_{i2} \geq \dots \geq z_{in}$ Valores ordenados de las calificaciones $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$

w_j^* Valores iniciales ordenados de los pesos entre variables.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		464
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

General

Elemento C \ elementos R	Económico	Social	Ambiental
Económico	1	1/2	2
Social	2	1	8
Ambiental	1/2	1/8	1

	Económico	Social	Ambiental
VECTOR DE PESOS W_i	0,258	0,638	0,104

RC	0,069
----	-------

Ilustración 187 Matriz de evaluación General

Economico

Elemento C \ elementos R	Precio	Financiación	Tiempo de ejecución
Precio	1	3	5
Financiación	1/3	1	2
Tiempo de ejecución	1/5	1/2	1

	Precio	Financiación	Tiempo de ejecución
VECTOR DE PESOS W_i	0,648	0,230	0,122

RC	0,158
----	-------

Ilustración 188 Matriz de evaluación Economico

Social

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		466
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Elemento C \ Elementos R	Ubicación de viviendas	Accesibilidad peatonal	Accesibilidad vehicular	Insidentes en los sistemas de servicios públicos	Favorabilidad política
Ubicación de viviendas	1	7	9	5	1/2
Accesibilidad peatonal	1/7	1	1	3	1/3
Accesibilidad vehicular	1/9	1	1	5	1/2
Insidentes en los sistemas de servicios públicos	1/5	1/3	1/5	1	1/9
Favorabilidad política	2	3	2	9	1

	Ubicación de viviendas	Accesibilidad peatonal	Accesibilidad vehicular	los sistemas de servicios públicos	Favorabilidad política
VECTOR DE PESOS Wi	0,392	0,093	0,122	0,038	0,355

RC	0,190
-----------	--------------

Ilustración 189 Matriz de evaluación Social

Ambiental

Elemento C \ Elementos R	Cruces de cuerpos de Agua	Intervención de zonas de protegidas	Generación de escaombros	Reutilización de materiales	Restricción o cambio de uso de suelo	Tala de arboles	Generación de Ruido
Cruces de cuerpos de Agua	1	3	5	3	3	1/7	1/5
Intervención de zonas de protegidas	1/3	1	1/3	1/2	1	1/9	1/7
Generación de escaombros	1/5	3	1	1/3	3	1/5	1/7
Reutilización de materiales	1/3	2	3	1	3	1/7	1/5
Restricción o cambio de uso de suelo	1/3	1	1/3	1/3	1	1/9	1/7
Tala de arboles	7	9	5	7	9	1	1/3
Generación de Ruido	5	7	7	5	7	3	1

	Cruces de cuerpos de Agua	Intervención de zonas de protegidas	Generación de escaombros	Reutilización de materiales	Restricción o cambio de uso de suelo	Tala de arboles	Generación de Ruido
VECTOR DE PESOS Wi	0,118	0,033	0,059	0,076	0,032	0,311	0,371

RC	0,158
-----------	--------------

Ilustración 190 Matriz de evaluación Ambiental

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		467
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

A continuación se muestran la matriz de comparación para las Unidades Funcionales 3 y 5 de las Alternativas 1 y 3.

							PONDERACIÓN				PONDERACIÓN		
					UF 1-2A	UF 1-2B	UF 1-2A	UF 1-2B	UF 4A	UF 4B	UF 4A	UF 4B	
Económico	0,26	Precio	0,65	Menor precio mas favorable la alternativa	0,52	0,48	0,09	0,08	0,48	0,52	0,08	0,09	
		Financiación	0,23	Entre menor sea la financiación mas favorable sera la alternativa	0,50	0,50	0,03	0,03	0,50	0,50	0,03	0,03	
		Tiempo de ejecución	0,12	El de menor tiempo mas favorable la alternativa	0,60	0,40	0,02	0,01	0,55	0,45	0,02	0,01	
		Ubicación de viviendas	0,39	Entre menos viviendas se re ubiquen mas favorable es la alternativa	0,35	0,65	0,09	0,16	0,49	0,51	0,12	0,13	
Social	0,64	Accesibilidad peatonal	0,09	La que brinda mejor servicio de transito a los peatones y conecte mayor puntos de la ciudad, es la mas favorable	0,80	0,20	0,05	0,01	0,50	0,50	0,03	0,03	
		Accesibilidad vesicular	0,12	La que se encuentre mas cerca y conecte al Municipio es la alternativa mas favorable	0,80	0,20	0,06	0,02	0,52	0,48	0,04	0,04	
		Incidentes en los sistemas de servicio publico	0,03	Entre menores incidentes en los servicios públicos mas favorable es la alternativa	0,40	0,60	0,01	0,01	0,45	0,55	0,01	0,01	
		Compatibilidad para las políticas desarrollo de la ciudad	0,36	Para el punto de vista de cada uno de los evaluadores cual es la mas conveniente para el Municipio	0,55	0,45	0,13	0,10	0,51	0,49	0,12	0,11	
		Cruces de cuerpos de agua	0,12	Entre menos cruces de agua tenga, menos permisos se deben sacar ante las entidades ambientales y mas favorable es la alternativa	0,45	0,55	0,01	0,01	0,50	0,50	0,01	0,01	
		Intervención de Zonas protegidas	0,03	Entre mas zonas intervenidas menos es favorable la alternativa	0,65	0,35	0,00	0,00	0,75	0,25	0,00	0,00	
Ambientales	0,10	Generación de escombros	0,06	Entre mas generación de escombros menos favorable es la alternativa	0,89	0,11	0,01	0,00	0,57	0,43	0,00	0,00	
		Reutilización de Materiales	0,08	Entre mayor volumen de reutilización de materiales es mas favorable la alternativa	0,59	0,41	0,00	0,00	0,51	0,49	0,00	0,00	
		Restricciones o cambio de uso de suelo	0,03	Entre menos restricciones de uso de suelo mas favorable es la alternativa	0,75	0,25	0,00	0,00	0,95	0,05	0,00	0,00	
		Tala de Arboles	0,31	Entre menos arboles se talen la alternativa es la mas favorable	0,51	0,49	0,02	0,02	0,55	0,45	0,02	0,01	
		Contaminación	0,37	Al generar mas ruido menos favorable es la alternativa	0,53	0,47	0,02	0,02	0,50	0,50	0,02	0,02	
				SUMATORIA				52,09%	47,27%			49,96%	49,40%

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		468
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

19.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se deben evaluar las alternativas con la matriz planteada para seleccionar la alternativa más conveniente para el proyecto y para las siguientes Fases.

Luego de la evaluación de cada uno de los criterios y de compararla con la OPCION POT se concluye que la mejor alternativa es la numero 1 con seis unidades funcionales, la otra alternativa 3, presentan mayores inconvenientes frente a precio, tiempo de ejecución, Accesibilidad peatonal, Intervención de Zonas protegidas y tala de Arboles, por otra parte, la OPCION POT no es viable, ya que en el crecimiento del municipio se olvido de este proyecto y hoy en día existen varios conjuntos residenciales.

La alternativa numero 1, aprovecha algunas vías existentes, en donde se recomienda la rehabilitación de la malla vial entre otros.

El presente informe contiene la selección de alternativas y la matriz con sus respectivos criterios para poder evaluar la alternativa más conveniente para la avenida circunvalar de Oriente en la ciudad de Neiva.

La construcción de la Avenida circunvalar de Oriente en la ciudad de Neiva podrá generar las siguientes condiciones:

- Mejora la trasitabilidad del Sur-Oriente al Nor-Oriente y viceversa del Municipio de Neiva sin introducirse al centro de la ciudad, por lo que no congestiona el centro en horas pico.
- Conlleva a un crecimiento económico a la ciudad y al sector Oriental del Municipio de Neiva, creando oportunidades de empleo y facilidad de acceso a las zonas Urbanísticas de Desarrollo.
- Mejorara la calidad de vida de las personas que vivan perimetralmente en la avenida circunvalar de oriente, ya que mejorarían la atención en los servicios públicos, facilitaría la atención en emergencias y urgencias en el Oriente de la Ciudad de Neiva.
- Incentivación de desarrollo en las Zonas Urbanísticas aledañas, contempladas en el plan de desarrollo, con valorización y seguridad.
- Creación y Establecimiento de nuevas rutas de transporte y posible implementación de un medio masivo de transporte.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		469
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Vía alterna de desviación del tránsito pesado que circula de sur a norte y viceversa de la ciudad de Neiva y el departamento del Huila.
- Mejora la transitabilidad, reduce tiempos de recorrido y ahorros de combustibles.
- Crea estímulos al comercio de la ciudad de Neiva.

Las amenazas que se pueden encontrar en el desarrollo de las siguientes fases se presentan a continuación:

- Existe incertidumbre con relación a la capacidad del Municipio de Neiva para la ejecución del presupuesto que se destina a la infraestructura vial de la Avenida de Oriente del Municipio de Neiva.
- Dificultades y demoras en los trámites de la gestión social y adjudicación de las licencias ambientales.
- Dificultades y demoras en la adquisición de los predios por donde pasan los Trazados de las Alternativas.
- Dificultades, demoras y falta de definiciones de las empresas de servicios públicos para el traslado de las redes que interceptan la construcción de las obras para la circunvalar de Oriente en el Municipio de Neiva.
- Los obstáculos para la construcción de las obras son: Limitaciones financieras, geografía complicada y adversa, el cambio climático, las comunidades asentadas en zonas donde pasa el trazado de la avenida circunvalar de Oriente, lo que conlleva a demoras en la adquisición de los predios para las obras.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		470
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

20. COSTOS ESTIMADOS POR ALTERNATIVAS

20.1 COSTO ESTIMADO DE LAS OBRAS ALTERNATIVA 1

Las obras estimadas para el tramo vial al que hace referencia el proyecto tienen un valor representativo en obra de \$ 309.391.703.924, característico para este tipo de obras. Ver Anexo 7 A, se presenta el cuadro de presupuesto y cantidades de las obras recomendadas.

20.2 COSTO ESTIMADO DE LAS OBRAS ALTERNATIVA 2

Las obras estimadas para el tramo vial al que hace referencia el proyecto tienen un valor representativo en obra de \$ 314.908.488.219, característico para este tipo de obras. Ver Anexo 7 B, se presenta el cuadro de presupuesto y cantidades de las obras recomendadas.

20.3 COSTO ESTIMADO DE LAS OBRAS ALTERNATIVA 3

Las obras estimadas para el tramo vial al que hace referencia el proyecto tienen un valor representativo en obra de \$ 295.562.339.420 característico para este tipo de obras. Ver Anexo 7 C, se presenta el cuadro de presupuesto y cantidades de las obras recomendadas.

20.4 COSTO ESTIMADO DE LA INTERVENTORIA

Para el costo de interventoría se estima el 7 % del valor de Obra.

20.5 COSTO ESTIMADO FASE II

Los costos estimados para el estudio fase II factibilidad de la Circunvalar de Oriente del Municipio de Neiva se aprecia por un valor de \$ 1.639.500.000 característico para este tipo de Estudios. Ver Anexo 7 D, se presenta el cuadro de presupuesto de los profesionales y actividades recomendadas

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		471
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

21. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Como resultado de la evaluación de cada uno de los criterios y de comparar las diferentes opciones de trazado, se concluye a nivel de prefactibilidad, que la mejor es la Alternativa 1. Esta alternativa de longitud aproximada de 29 Km, está conformada por seis unidades funcionales, con una calificación de favorabilidad del 52.99% según la matriz de análisis y costo estimado a nivel de prefactibilidad de 309 mil millones.
- La Alternativa 3 (POT) no se considera viable porque en diferentes sitios donde se contemplaba el trazado según el acuerdo 026 de 2009 se realizaron varias construcciones, debido al crecimiento del Municipio sin la debida planificación y control. Esta situación incrementa los costos y tiempos para la adquisición de predios, mejoras de viviendas y estructuras existentes.
- Durante el desarrollo del presente estudio de prefactibilidad se evaluaron más trazados de los que se presentan en el informe, pero fueron descartados en las mesas de trabajo conjuntas entre el Contratista, la Supervisión y el Equipo del POT de la Alcaldía de Neiva, por las condiciones topográficas y costos elevados.
- Este proyecto vial mejorará la transitabilidad Sur-Oriente y Nor-Oriente de la ciudad de Neiva, sin cruzar por el centro y reducirá los tiempos de recorrido. Actualmente sólo existen dos vías para conectar el Oriente con el Centro de la Ciudad, y ninguna vía comunica directamente el Oriente con el Sur ni con el Norte de la Ciudad.
- Permitirá la conexión vehicular entre el oriente del Municipio de Neiva con el sur y norte del país, para los vehículos que estén de tránsito por la ciudad, provenientes del Municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá) y la Zona rural del oriente del Municipio de Neiva (Corregimientos de Vegalarga y Río Ceibas).
- Permitirá la conexión del Sur del País con la zona Norte del Departamento del Huila (Tello, Baraya, Villavieja) y conexión con la vía en desarrollo

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		472
Fecha: 28/02/2018					

 	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

Colombia – La Uribe – Meta., sin transitar por el centro de la ciudad de Neiva.

- Mejorará la calidad de vida de las personas que vivan perimetralmente en la avenida circunvalar de oriente, ya que mejorarían la atención en los servicios públicos, facilitaría la atención en emergencias y urgencias en el Oriente de la Ciudad de Neiva.
- Es un proyecto con componente social, incluyente y de renovación urbana porque como se describió en el Numeral 3.1 el trazado propuesto bordea y conecta diferentes barrios, proyectos de Vivienda de Interés Social del Municipio (VIS) y Asentamientos en proceso de legalización.
- Establece un perímetro urbano de la ciudad, acorde con las recomendaciones de los estudios recientes de “Ciudades Sostenibles” y “Plan de Maestro de Movilidad”, con respecto a “compactar la Ciudad”.
- Construcción de vías para el establecimiento de nuevas rutas de transporte y posible implementación de un medio masivo de transporte.
- Aunque el inicio de este proyecto está contemplado en la Av. Cra 2 con Carrera 5, en el futuro intercambiador de la vía 4G Neiva – Mocoa – Santana, se recomienda para el desarrollo vial del Municipio y conectividad de los actuales proyectos en desarrollo 4G, la construcción de un puente sobre el río Magdalena al sur de la ciudad, en la zona de Surabastos. Esto con el fin de que los vehículos de tráfico pesado puedan ingresar a la zona industrial de la Ciudad y la central de abastos sin cruzar por el centro de la ciudad.
- Se deben mejorar los recursos disponibles, los cuales son las vías barriales que se encuentran perimetralmente por el costado oriental de la ciudad de Neiva, las cuales su gran mayoría sin una adecuada estructura de pavimento, se encuentran en capa de rodadura en afirmado, se recomienda hacer estudios geotécnicos con recuperación de muestras para caracterizar las propiedades mecánicas de los suelos, para los diseños adecuados de las estructuras de las vías a mejorar.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		473
Fecha: 28/02/2018					

	<p>REALIZAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AVENIDA CIRCUNVALAR DE ORIENTE DEL MUNICIPIO DE NEIVA.</p> <p>CONTRATO DE CONSULTORÍA 1112 de 2.017</p>	
<p align="center">INFORME FINAL</p>		

- Se recomienda seguir con la etapa de factibilidad, por lo descrito y mencionado en los anteriores capítulos del estudio del contrato de Consultoría No. 1112 de 2017. Se resalta que el municipio de Neiva debe contar con los recursos, para el adecuado desarrollo de las siguientes etapas, y si es el caso realizar las respectivas gestiones ante las entidades competentes, para obtener los recursos necesarios para seguir con las siguientes etapas de diseño y construcción, esta importante avenida se concertó con el supervisor del contrato, el equipo del POT de la Alcaldía de Neiva y el consultor, en seis unidades funcionales distribuidas a lo largo de la avenida circunvalar de Oriente proyectada, para realizarse por etapas.

INFORME FINAL	ELABORÓ	REVISÓ	AVALÓ	APROBÓ	Pág.
Versión 1	JAP	JCP	FSS		474
Fecha: 28/02/2018					