
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



**PROYECTO: “PROYECTO SEGUNDA CALZADA POPAYÁN –  
SANTANDER DE QUILICHAO, UNIDAD FUNCIONAL 3,  
PESCADOR - MONDOMO”**

**INFORME FINAL**

**VERSIÓN V2**



**JUNIO DE 2017**

<b>Elaborado por:</b> Consorcio CCA CONSULTORÍA- PLYMA	<b>Revisado por:</b> Grupo Técnico Principal	<b>Aprobado por:</b> Consorcio Nuevo Cauca
<b>Fecha:</b> Junio de 2017	<b>Fecha:</b> Junio de 2017	<b>Fecha:</b> Junio de 2017



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

## TABLA DE CONTENIDO

7	DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACION DE RECURSOS NATURALES.....	7.7
7.1	AGUAS SUPERFICIALES.....	7.7
7.1.1	Caudales a solicitar – Sitios de captación.....	7.7
7.1.1.1	Punto de Captación 1 (C1).....	7.11
7.1.1.2	Punto de Captación 2 (C2).....	7.11
7.1.1.3	Punto de Captación 3 (C3).....	7.12
7.1.1.4	Punto de Captación 4 (C4).....	7.13
7.1.1.5	Punto de Captación 5 (C5).....	7.14
7.1.1.6	Punto de Captación 6 (C6).....	7.15
7.1.1.7	Punto de Captación 7 (C7).....	7.16
7.1.2	Oferta hídrica.....	7.17
7.1.2.1	Curvas de Intensidad – Frecuencia – Duración IDF .....	7.17
7.1.2.2	Caudales Medios .....	7.21
7.1.2.3	Caudales mínimos .....	7.23
7.1.3	Identificación de posibles conflictos por uso del agua en el área de influencia	7.24
7.1.4	Demanda Doméstica .....	7.25
7.2	AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	7.25
7.3	VERTIMIENTOS .....	7.25
7.4	OCUPACIONES DE CAUCES .....	7.25
7.4.1	Caudales de diseño.....	7.25
7.4.2	Obras hidráulicas.....	7.25
7.4.2.1	Obras menores .....	7.25
7.4.2.2	Obras mayores.....	7.31
7.4.3	Diseños preliminares de las obras.....	7.33
7.4.3.1	Diseño conceptual de obras incluyendo sitios críticos - Criterios de diseño	7.33
7.4.3.2	Evaluación de suficiencia hidráulica de Alcantarillas Circulares y de Cajón, y Pontones	7.34

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

7.4.4	Análisis de socavación .....	7.44
7.4.4.1	Socavación generalizada .....	7.44
7.4.4.2	Socavación local en pilas .....	7.47
7.4.4.3	Socavación local en estribos .....	7.50
7.4.4.4	Resultados .....	7.52
7.4.5	Transito hidráulico .....	7.52
7.4.5.1	HEC-RAS 4.1.0 .....	7.52
7.4.5.2	Información de entrada .....	7.54
7.4.5.3	Resultados .....	7.59
7.5	APROVECHAMIENTO FORESTAL .....	7.63
7.5.1	Área a intervenir .....	7.64
7.5.1.1	Especies encontradas en alguna categoría de amenaza dentro del área de intervención del proyecto .....	7.66
7.5.1.2	Caracterización regeneración natural área aprovechamiento .....	7.66
7.5.2	Inventario forestal en el área de aprovechamiento .....	7.67
7.5.2.1	Volumen a remover por especie .....	7.69
7.5.2.2	Volumen a remover por cobertura por obra .....	7.72
7.5.3	Usos de los productos .....	7.73
7.5.4	Aprovechamiento Guadua angustifolia .....	7.74
7.5.4.1	Identificación, localización y extensión .....	7.75
7.5.4.2	Ficha técnica .....	7.77
7.5.4.3	Volumen de aprovechamiento por estado de madurez .....	7.79
7.5.5	Actividades de cosecha y transformación .....	7.80
7.5.5.1	Cronograma de cosecha .....	7.82
7.5.6	Inventario de árboles frutales y palmas .....	7.82
7.6	EMISIONES ATMOSFERICAS .....	7.83
7.7	MATERIALES DE CONSTRUCCION .....	7.83
7.7.1	Explotación de material de cantera .....	7.83

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

7.7.2	Explotación de materiales de arrastre de causas o lechos de corrientes o depósitos de agua	7.83
7.7.3	Adquisición de materiales en fuentes existentes.....	7.83
7.7.4	Extracción de materiales sobre títulos mineros en el derecho de vía.....	7.84

### LISTA DE TABLAS

Tabla 7.1	Caudal y fuentes hídricas para demanda uso industrial .....	7.9
Tabla 7.2	Precipitaciones máximas promedio anuales en 24 h para la estación seleccionada en la UF-3.....	7.19
Tabla 7.3	Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas intensidad-duración-frecuencia, IDF, para Colombia.....	7.19
Tabla 7.4	Caudales medios para las cuencas de interés. ....	7.20
Tabla 7.5	Caudales mínimos cuencas de interés.....	7.21
Tabla 7.6	Caudales medios para las corrientes asociadas a las captaciones UF3.....	7.22
Tabla 7.7	Caudales mínimos corrientes asociadas a las captaciones UF3. ....	7.24
Tabla 7.8	Usuarios sobre las fuentes a solicitar concesión de aguas.....	7.24
Tabla 7.9	Obras menores para solicitud de ocupación de cauce UF3.....	7.26
Tabla 7.10	Obras mayores para solicitud de ocupación de cauce UF3.....	7.31
Tabla 7.11	Pendiente Crítica para Diferentes Caudales de Alcantarillas de 0,90 m. ....	7.36
Tabla 7.12	Verificación Hidráulica Estructuras de Drenaje Existentes Vía Popayán – Santander de Quilichao. ....	7.36
Tabla 7.13	Verificación Hidráulica Estructuras de Drenaje a Cambiar por Capacidad Hidráulica Vía Popayán – Santander de Quilichao.....	7.40
Tabla 7.14	Verificación Hidráulica Estructuras de Drenaje Proyectadas Totalmente Nuevas Capacidad Hidráulica Vía Popayán – Santander de Quilichao.....	7.42
Tabla 7.15	Resultados de socavación. ....	7.52
Tabla 7.16	Gálibos de los puentes proyectados analizados.....	7.60



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Tabla 7.17 Sobreelevaciones de los puentes proyectados analizados.....	7.61
Tabla 7.18. Áreas a intervenir por las actividades del proyecto.....	7.64
Tabla 7.19. Especies de importancia para la conservación reportadas al interior del área de aprovechamiento. ....	7.66
Tabla 7.20 Composición florística Regeneración natural Censo área de aprovechamiento .....	7.66
Tabla 7.21. Número de individuos, volumen total y volumen comercial a remover por especie. ....	7.69
Tabla 7.22. Volumen a remover por cobertura área de aprovechamiento. ....	7.73
Tabla 7.23 Localización y extensión puntual de los rodales .....	7.77
Tabla 7.24 Volumen a remover por unidad de área para la especie <i>Guadua angustifolia</i> . ....	7.79
Tabla 7.25 Tabla de dimensiones para la cubicación de la especie <i>Guadua angustifolia</i> .....	7.81
Tabla 7.26 Cronograma de cosecha para la especie <i>Guadua angustifolia</i> .....	7.82
Tabla 7.27 Inventario de árboles frutales y palmas .....	7.82
Tabla 7.28 Coordenadas de ubicación del centro de abastecimiento de material .....	7.84

### LISTA DE FIGURAS

Figura 7.1. Ubicación general de los puntos de captación del proyecto .....	7.10
Figura 7.2 Ubicación del punto de Captación 1 (C1).....	7.11
Figura 7.3 Ubicación del punto de Captación 2 (C2).....	7.12
Figura 7.4 Ubicación del punto de Captación 3 (C3).....	7.13
Figura 7.5 Ubicación del punto de Captación 4 (C4).....	7.14
Figura 7.6 Ubicación del punto de Captación 5(C5).....	7.15
Figura 7.7 Ubicación del punto de Captación 6(C6).....	7.16
Figura 7.8 Ubicación del punto de Captación 7(C7).....	7.17





	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Figura 7.9 Polígonos de Thiessen Estaciones de Influencia Vía Popayán – Santander de Quilichao.....	7.18
Figura 7.10 Curvas IDF estación Ovejas abajo alerta. ....	7.20
Figura 7.11 Esquema del balance hidrológico sobre una cuenca.....	7.21
Figura 7.12 Obras hidráulicas que requieren ocupaciones de cauce .....	7.32
Figura 7.13 Relación entre la erosión relativa y la profundidad relativa.....	7.49
Figura 7.14 Coeficiente de corrección, metodo del Laursen-Tosh. ....	7.49
Figura 7.15 Coeficiente de corrección cuando existe un ángulo de inferencia entre el eje de la pila y la corriente. ....	7.50
Figura 7.16 Sección transversal río Ovejas, aguas arriba del puente propuesto. ....	7.55
Figura 7.17 Sección transversal río Ovejas, aguas abajo del puente propuesto. ....	7.55
Figura 7.18 Sección transversal río Mondomo, aguas arriba del puente propuesto. ....	7.56
Figura 7.19 Sección transversal río Mondomo, aguas abajo del puente propuesto.....	7.56
Figura 7.20 Secciones transversales río Ovejas. ....	7.57
Figura 7.21 Obras hidráulicas propuestas sobre el río Ovejas. ....	7.58
Figura 7.22 Obras hidráulicas propuestas sobre el río Cajibío .....	7.59
Figura 7.23 Suficiencia hidraulica obras río Blanco.....	7.62
Figura 7.24 Suficiencia hidraulica obras río Mondomo.....	7.63
Figura 7.25. Área de intervención. ....	7.65
Figura 7.26 Individuos censados área de aprovechamiento.....	7.68
Figura 7.27 Rodales de Guadua angustifolia en el área de aprovechamiento.....	7.76
Figura 7.28 Ubicación Fuente de material existente.....	7.84

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

## **7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACION DE RECURSOS NATURALES**

A continuación, se realiza la descripción de la demanda de recursos naturales requeridos para el desarrollo del Proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander de Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador - Mondomo, así mismo la disponibilidad de estos recursos en el área del proyecto.

En los sitios de localización del Proyecto no se cuenta con acceso a servicios públicos domiciliarios, por lo que la demanda requerida para el abastecimiento de agua y alcantarillado deberá suplirse por medio de las fuentes hídricas cercanas.

Se incluye la información específica con el fin de solicitar los respectivos permisos de uso, aprovechamiento y/o afectación, para que éstos queden implícitos en la Licencia Ambiental del proyecto.

Con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la Ley 373 de 1997, se entrega Anexo 7.1 el documento con Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua – PUEAA.

### **7.1 AGUAS SUPERFICIALES**



Teniendo en cuenta que el agua que se requerirá en la construcción de la vía concentra los mayores volúmenes en los procesos industriales, tales como preparación de concreto, trituración y compactación de base y sub base, actividades que no se realizarán en la UF3 sino en las zonas industriales ubicadas en la UF1 y que no hacen parte de la presente solicitud de licencia ambiental.

En este numeral se realiza la descripción de la demanda del recurso hídrico para la etapa constructiva del proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador – Mondomo, está en función de las actividades propiamente de humectación de la segunda calzada a ser construida, áreas de corte, llenos y Zodmes en sus áreas expuestas.

#### **7.1.1 Caudales a solicitar – Sitios de captación**

La ubicación de los sitios de concesión de aguas se realizó teniendo en cuenta la accesibilidad a las fuentes superficiales, la captación se realizará a través de carro tanques dispuestos con motobombas para realizar la succión del agua, por esta razón se seleccionan las fuentes en las que existen puentes o boxes construidos sobre la vía panamericana actual, el aprovechamiento de estas fuentes se realizara progresivamente conforme el proyecto avance en su construcción.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017





**Foto 7.1 Imagen de referencia a una captación con carrotanques**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2017

En la Tabla 7.1 se presenta un resumen de las concesiones de agua a solicitar con su ubicación y el caudal requerido.

Dado a que el uso del recurso hídrico proveniente de las fuentes superficiales será propiamente a actividades de humectación y no para el consumo humano, no se requiere un tratamiento previo a su utilización.





	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

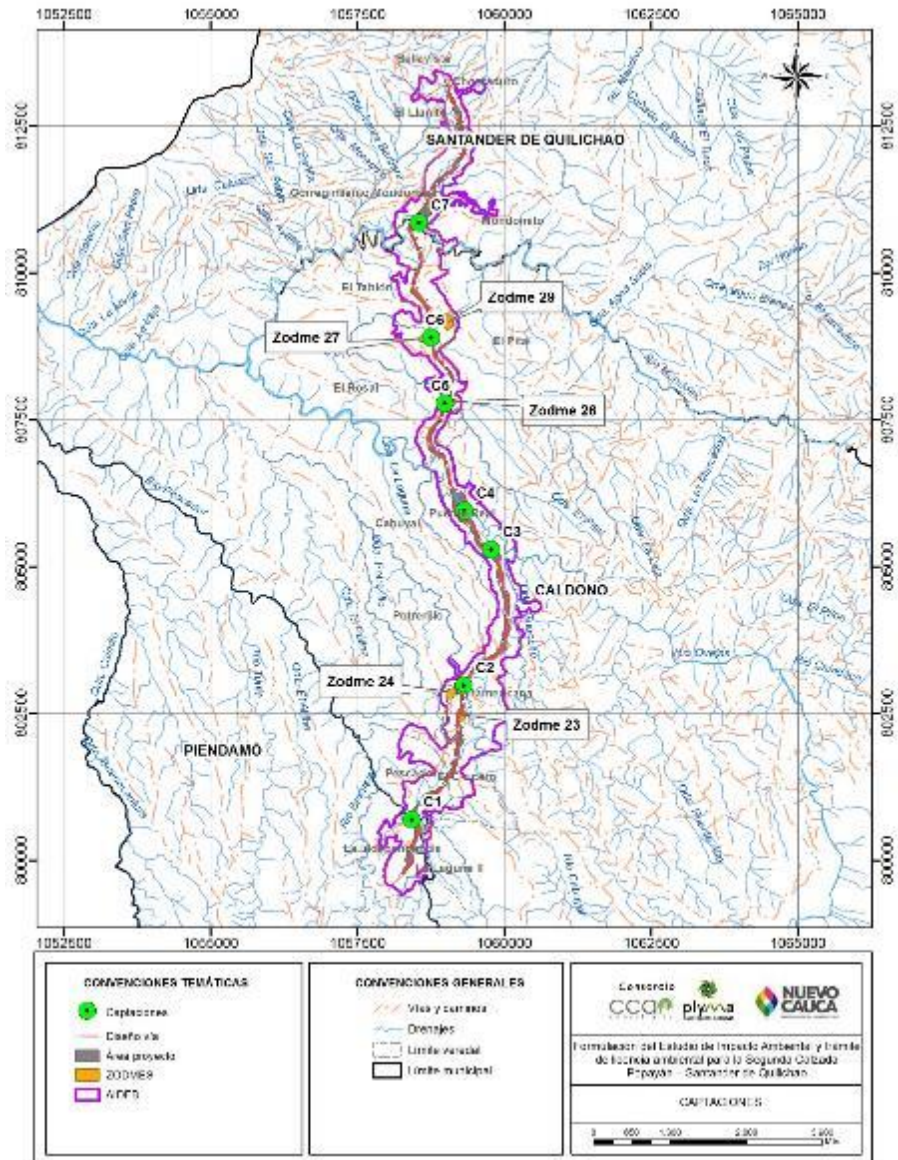
**Tabla 7.1 Caudal y fuentes hídricas para demanda uso industrial**

ID	Nombre de la fuente hídrica	Uso	Observación	Caudal Solicitado (l/s)	COTA	COOR_X	COOR_Y
C1	Rio Pescador (UF3EH18)	Humectación	Fase constructiva del proyecto	0,5	1457	1058427	800698
C2	Rio Cabuyal (UF3EH1)	Humectación	Fase constructiva del proyecto	0,5	1496	1059312	802980
C3	Sin nombre (UF3EH14)	Humectación	Fase constructiva del proyecto	0,5	1420	1059778	805292
C4	Rio Ovejas (UF3EH19)	Humectación	Fase constructiva del proyecto	0,5	1353	1059323	805956
C5	El Pital (UF3EH2)	Humectación	Fase constructiva del proyecto	0,5	1412	1058987	807785
C6	La Laja (UF3EH8)	Humectación	Fase constructiva del proyecto	0,5	1423	1058754	808900
C7	Rio Mondomo (UF3EH20)	Humectación	Fase constructiva del proyecto	0,5	1351	1058551	810854



Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2017

A continuación, en la Figura 7.1, se muestra la ubicación general de los puntos de captación en el área de influencia del proyecto

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

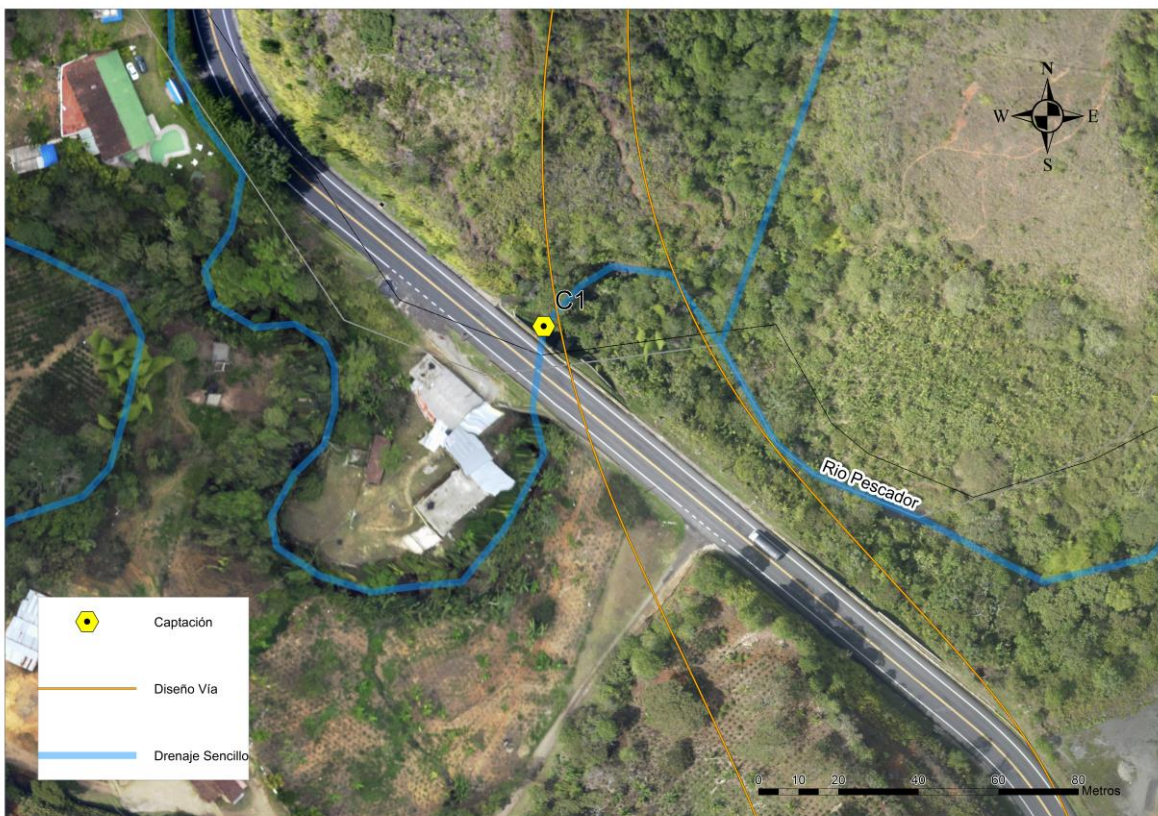


**Figura 7.1. Ubicación general de los puntos de captación del proyecto**  
 Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2016

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consortio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consortio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

### 7.1.1.1 Punto de Captación 1 (C1)

Localizada sobre el Rio Pescador en la vereda Panamericana del municipio de Caldoño, en el predio “El Arado” en propiedad del municipio de Caldoño. Las características hidrológicas y físico-químicas del cuerpo de agua intervenido, se presentan en los numerales 5.1.5 y 5.1.6 de la caracterización del medio abiótico, identificado como UF3EH18 Rio Pescador.





**Figura 7.2 Ubicación del punto de Captación 1 (C1)**  
Fuente: Consortio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2017

### 7.1.1.2 Punto de Captación 2 (C2)

Localizada sobre el Rio Cabuyal en la vereda Potrerillo del municipio de Caldoño, en el predio “Los Carboneros” en propiedad de Robinson Peña Villani, Jojana Peña Villani, Luz Adriana Peña Villani, Miledy Peña Villani. Las características hidrológicas y físico-químicas



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



del cuerpo de agua intervenido, se presentan en los numerales 5.1.5 y 5.1.6 de la caracterización del medio abiótico, identificado como UF3EH1 Rio Cabuyal.

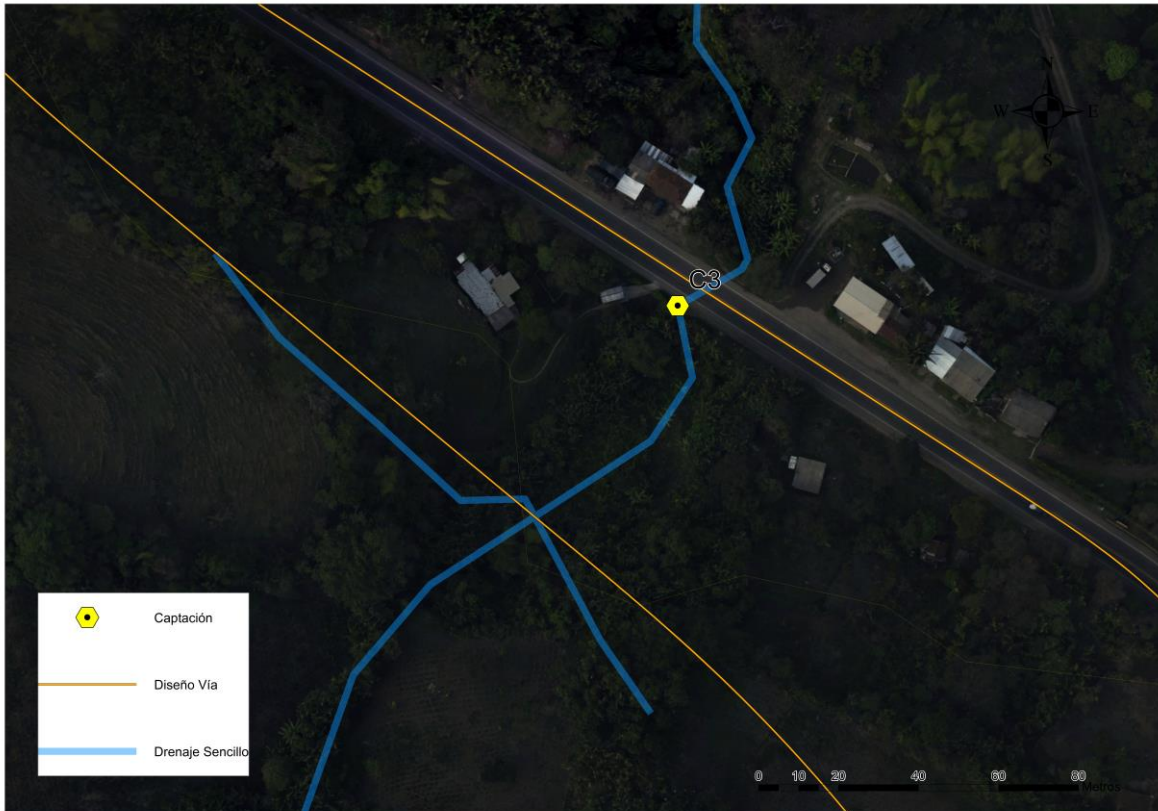


**Figura 7.3 Ubicación del punto de Captación 2 (C2)**  
Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2016

### 7.1.1.3 Punto de Captación 3 (C3)

Localizada sobre la quebrada Sin Nombre en la vereda Puente Real del municipio de Caldon, en el predio “El Derrumbe” en propiedad de Rosa Elvira Mosquera Mosquera. Las características hidrológicas y físico-químicas del cuerpo de agua intervenido, se presentan en los numerales 5.1.5 y 5.1.6 de la caracterización del medio abiótico, identificado como UF3EH14.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consortio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consortio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



**Figura 7.4 Ubicación del punto de Captación 3 (C3)**  
Fuente: Consortio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2016

#### 7.1.1.4 Punto de Captación 4 (C4)

Localizada sobre el Río Ovejas en la vereda Puente Real del municipio de Caldono, en el predio “Área de servicio Río Ovejas” en propiedad de Instituto Nacional de Vías. Las características hidrológicas y físico-químicas del cuerpo de agua intervenido, se presentan en los numerales 5.1.5 y 5.1.6 de la caracterización del medio abiótico, identificado como UF3EH19 Río Ovejas.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consortio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consortio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017





**Figura 7.5 Ubicación del punto de Captación 4 (C4)**  
Fuente: Consortio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2016

#### 7.1.1.5 Punto de Captación 5 (C5)

Localizada sobre la quebrada El Pital en la vereda El Rosal del municipio de Caldono, en el predio identificado como “Lote” en propiedad del señor Julio Vidal Fernández. Las características hidrológicas y físico-químicas del cuerpo de agua intervenido, se presentan en los numerales 5.1.5 y 5.1.6 de la caracterización del medio abiótico, identificado como UF3EH2 Quebrada El Pital.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consortio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consortio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017





**Figura 7.6 Ubicación del punto de Captación 5(C5)**  
Fuente: Consortio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2016

#### 7.1.1.6 Punto de Captación 6 (C6)

Localizada sobre la quebrada La Laja en la vereda El Pital del municipio de Caldon, en el predio identificado como “Lote 1” en la vereda El Pital. Las características hidrológicas y físico-químicas del cuerpo de agua intervenido, se presentan en los numerales 5.1.5 y 5.1.6 de la caracterización del medio abiótico, identificado como UF3EH8 Quebrada La Laja.





	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<p align="center"><b>INFORME FINAL</b></p>		
<p>Código: EIA UF3</p>	<p>Versión 2</p>	<p>Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA</p>
<p>Revisó: Grupo Técnico Principal</p>	<p>Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca</p>	<p>Fecha: Junio 2017</p>

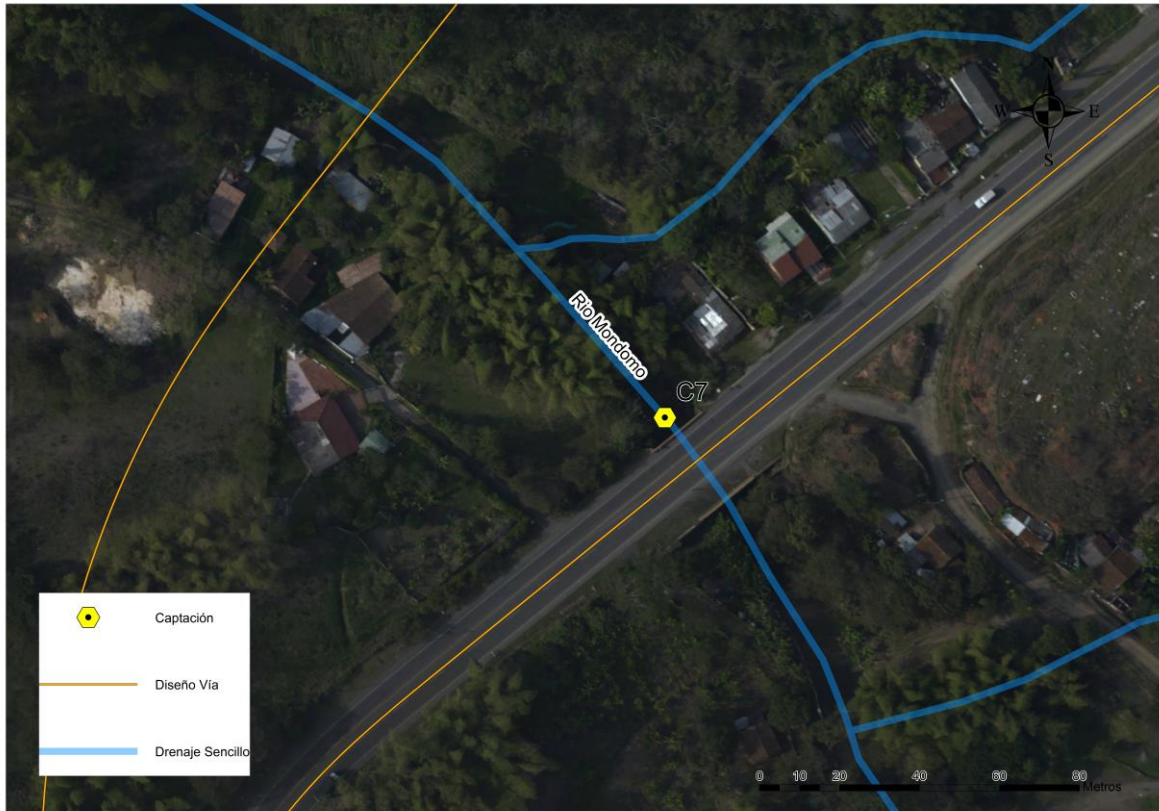


**Figura 7.7 Ubicación del punto de Captación 6(C6)**  
Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2016

#### 7.1.1.7 Punto de Captación 7 (C7)

Localizada sobre el Rio Mondomo en el corregimiento de Mondomo del municipio de Santander de Quilichao, en el predio identificado como “La Laguna” de propiedad del señor Francisco Ruiz Rengifo. Las características hidrológicas y físico-químicas del cuerpo de agua intervenido, se presentan en los numerales 5.1.5 y 5.1.6 de la caracterización del medio abiótico, identificado como UF3EH20 Rio Mondomo.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consortio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consortio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017





**Figura 7.8 Ubicación del punto de Captación 7(C7)**  
Fuente: Consortio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2016

## 7.1.2 Oferta hídrica

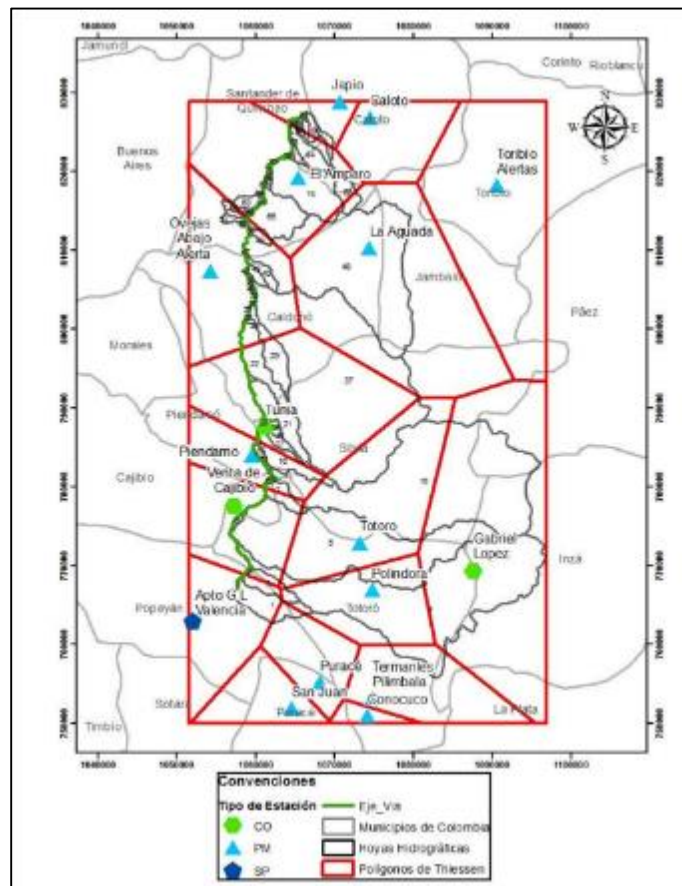
### 7.1.2.1 Curvas de Intensidad – Frecuencia – Duración IDF<sup>1</sup>

Los datos históricos de precipitación máxima anual en 24 horas de las estaciones de precipitación Caloto, Coconuco, El Amparo, Japio, La Aguada, Ovejas Abajo Alerta, Piendamó, Plindora, Puracé, San Juan, Termales Pilimbala, Toribío Alertas, Totoró, Gabriel López, Tunía, Venta de Cajibío y Apto G L Valencia se presentan en los anexos (Anexo 7.9 Hidrología). La influencia de cada estación se muestra en la Figura 7.9 mediante los Polígonos de Thiessen.

<sup>1</sup> Estudio hidrológico UF 3

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Es importante mencionar que los polígonos de Thiessen, es un método que se utiliza para determinar el área de influencia de una estación meteorológica, cuando se tienen dos o más en una misma zona. De acuerdo con (Monsalve Sáenz, 1995), este método se puede utilizar para una distribución no uniforme.





**Figura 7.9 Polígonos de Thiessen Estaciones de Influencia Vía Popayán – Santander de Quilichao.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., S.A.S., 2016

Las curvas IDF han sido deducidas para calcular los caudales pico de cuencas hidrográficas con áreas de drenaje inferiores  $2,5 \text{ km}^2$ , y para los cálculos de lluvia total para áreas de drenaje iguales o superiores a  $2,5 \text{ km}^2$ .



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Las curvas IDF de la estación Ovejas abajo alerta con influencia en la UF-3, han sido obtenidas a partir del método simplificado definido en el Manual de Drenaje para Carreteras del Instituto Nacional de Vías, con base en el Método de Vargas y Díaz Granados, según la siguiente ecuación.

$$I = \frac{a \cdot T^b \cdot M^d}{(t/60)^c}$$

Donde I es la intensidad de precipitación en [mm/h]; T es el periodo de retorno en [años], los periodos de retorno aplicados derivan de la tipología y la sección de las obras de paso, siendo de 100 años para los puentes y pontones, de 50 años para las alcantarillas en tubería y cajones con secciones superiores a 1,5 m, y de 20 años para las alcantarillas en tubería y cajones con secciones iguales o inferiores a 1,5 m; M es la precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual en [mm], de acuerdo con los datos históricos de precipitaciones, el valor de las precipitaciones máximas promedio anual en las estaciones seleccionadas se presenta en la siguiente tabla.

Cabe resaltar que los datos provenientes de años incompletos, o con registros anormalmente altos o bajos, no se han tomado en cuenta para el cálculo de la precipitación máxima promedio anual en 24 horas; t es la duración de la lluvia en [min] y a, b, c, d son los parámetros de ajuste de la regresión, de acuerdo con la división efectuada en el Manual de Drenaje para Carreteras del Instituto Nacional de Vías, el ámbito del proyecto se ubica en la región andina (R1), siendo los valores para cada una de las regiones los recogidos en la Tabla 7.2.

**Tabla 7.2 Precipitaciones máximas promedio anuales en 24 h para la estación seleccionada en la UF-3.**


Estación	Precipitación Max 24 h [mm]
Mondomo	86,27

Fuente: Estudio Hidrológico Unidad Funcional 3

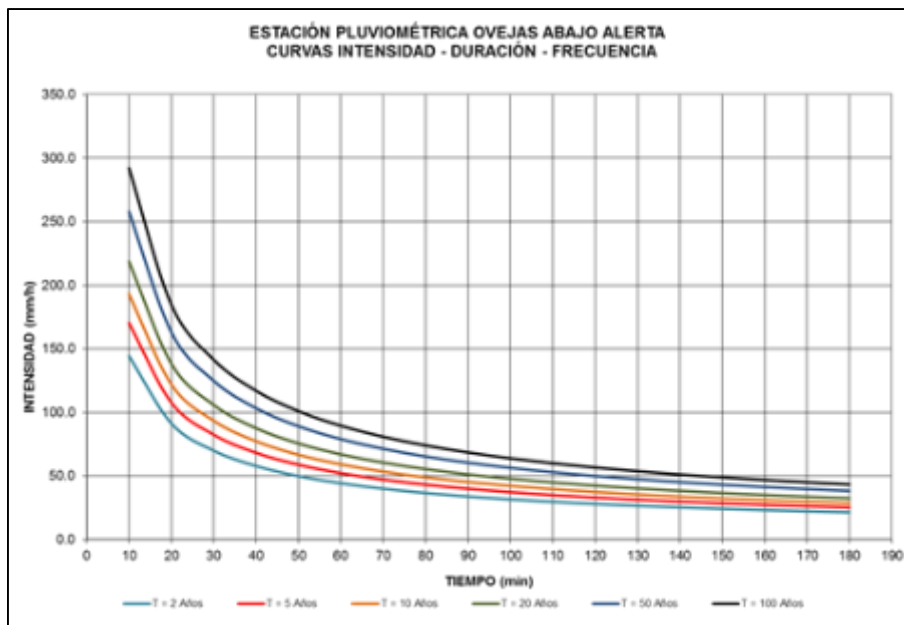
**Tabla 7.3 Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas intensidad-duración-frecuencia, IDF, para Colombia.**

Región	a	b	C	d
Andina (R1)	0,94	0,18	0,66	0,83
Caribe (R2)	24,85	0,22	0,50	0,10
Pacífico (R3)	13,92	0,19	0,58	0,20
Orinoquia (R4)	5,53	0,17	0,63	0,42

Fuente: Estudio Hidrológico Unidad Funcional 3

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Con estos valores se han calculado las curvas intensidad-duración-frecuencia para la mencionada estación, como se muestra de la siguiente figura.



**Figura 7.10 Curvas IDF estación Ovejas abajo alerta.**



Fuente: Estudio Hidrológico Unidad Funcional 3

Cabe resaltar que el valor de precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual, obtenido a partir de los datos climatológicos del IDEAM, constituye el único insumo requerido para introducir en las ecuaciones de Vargas y Díaz Granados y obtener curvas IDF en cada estación de precipitación. No obstante, con el fin de garantizar una confiabilidad apropiada de los resultados se procesó la información de la lluvia aplicando la distribución de valores extremos de Gumbel y de Log Pearson tipo III con el objeto de obtener el Pd para diferentes períodos de retorno.

**Tabla 7.4 Caudales medios para las cuencas de interés.**

Cuenca	Nombre	Caudal medio Turc [m3/s]	Caudal medio Cenicafé [m3/s]
41	Pescador	0,892	0,805
48	Cabuyal	0,758	0,675
57	Ovejas CD	11,846	10,085
58	Ovejas CI	11,859	10,098
69	Mondomo	10,226	9,103

Fuente: Estudio Hidrológico Unidad Funcional 3. Pag 18

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

**Tabla 7.5 Caudales mínimos cuencas de interés.**

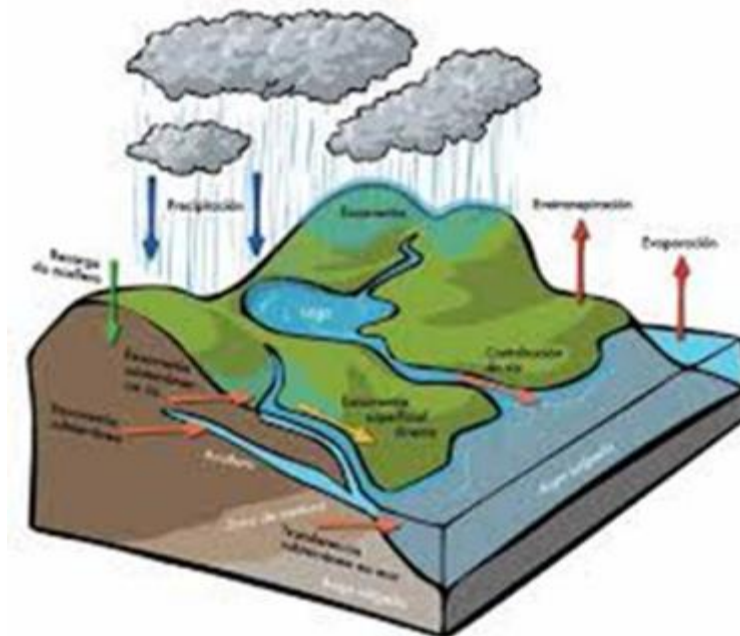
Caudales Mínimos [m <sup>3</sup> /s]	Período de retorno (Tr)					
	2,33	5	10	25	50	100
Pescador	0,197	0,147	0,119	0,091	0,075	0,062
Cabuyal	0,165	0,124	0,099	0,077	0,063	0,052
Ovejas CD	2,471	1,848	1,488	1,146	0,954	0,778
Ovejas CI	2,474	1,850	1,490	1,147	0,947	0,778
Mondomo	2,231	1,668	1,343	1,034	0,853	0,702

Fuente: Estudio Hidrológico unidad funcional 3. Pag 44

### 7.1.2.2 Caudales Medios

Para el balance hidrológico, se utilizan las ecuaciones de conservación de masa de agua en un sistema o volumen de control (Poveda, y otros, 2007).

En la Figura 7.11 se presenta un esquema del volumen de control donde se indican las variables del sistema.



**Figura 7.11 Esquema del balance hidrológico sobre una cuenca.**

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

El balance de agua para la columna atmosférica está dado por la ecuación:

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

$$\frac{dS(t)}{dt} = P(t) - E(t) - R(t)$$

Donde S(t) el almacenamiento de agua en el suelo; P(t) y E(t) la precipitación y evapotranspiración promedio en la cuenca y R(t) la escorrentía superficial en la cuenca. Integrando la ecuación a largo plazo para un tiempo T, se obtiene:

$$\bar{R} = \bar{P} - \bar{E}$$

Donde representan los valores medio a largo plazo para la precipitación, evapotranspiración y escorrentía para la cuenca. Considerando que, a largo plazo, la aproximación de la ecuación es cero. Multiplicando por el área y reemplazando en la ecuación se tiene que:

$$Q = A[P - E]$$

Finalmente, el caudal medio se obtiene aplicando la ecuación mediante diferenciales de área cuyo tamaño corresponde al de los píxeles del MDT (12,5 m x 12,5 m) y usando los campos de precipitación y evapotranspiración presentados en el capítulo de clima. Los valores de caudal medio obtenidos para las corrientes donde se proponen las captaciones se muestran en la Tabla 7.6.



**Tabla 7.6 Caudales medios para las corrientes asociadas a las captaciones UF3.**

CUENCA	CORRIENTE	ID CAPTACIÓN	CAUDAL MEDIO TURC [m³/s]	CAUDAL MEDIO CENICAFÉ [m³/s]
UF3EH1	Cabuyal	C2	0,758	0,675
UF3EH2	El Pital	C5	0,111	0,102
UF3EH8	La Laja	C6	0,180	0,165
UF3EH14	Sin nombre	C3	0,0058	0,0054
UF3EH18	Rio Pescador	C1	0,893	0,805
UF3EH19	Rio Ovejas	C4	11,746	10,086
UF3EH20	Mondomo	C7	10,225	9,102

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

Comparando los caudales estimados por esta metodología con los caudales medios multianuales de las series de caudales existentes se tiene que los caudales medios estimados por el método de Cenicafé representan mejor las condiciones reales de las corrientes de interés.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

### 7.1.2.3 Caudales mínimos

Para las cuencas más representativas del área de influencia se estimaron los caudales mínimos tal como se describe a continuación.

Con el procedimiento de regionalización de características medias, en cuencas con poca o ninguna información, se trata de relacionar características geomorfológicas, climáticas y topográficas con las características medias de los caudales extremos. Una vez conocidas estas características medias, se pueden estimar y usar distribuciones de probabilidad de valores extremos para definir caudales mínimos asociados a diferentes períodos de retorno.

Para la regionalización de los caudales mínimos en Colombia se han trabajado diferentes ecuaciones con el fin de tener unos parámetros de correlación de las características morfométricas y climatológicas que expresen una dependencia directa con los caudales de la zona de estudio. En el Atlas Hidrológico de Colombia (UNALMED- UPME, 2000] se definieron las expresiones para la regionalización de los caudales mínimos en la región Valle del Cauca.

$$\hat{\mu}_{Q_{\min}} = 0,256Q_{\text{medio\_largo\_plazo}}$$


$$\hat{\sigma}_{Q_{\min}} = 0,111Q_{\text{medio\_largo\_plazo}}$$

Donde  $\hat{\mu}_{Q_{\min}}$  es el caudal mínimo promedio diario multianual en m<sup>3</sup>/s,  $\hat{\sigma}_{Q_{\min}}$  es la desviación estándar de los caudales mínimos anuales en m<sup>3</sup>/s y  $Q_{\text{medio\_largo\_plazo}}$  el caudal medio a largo plazo m<sup>3</sup>/s.

El caudal mínimo asociado a un período de retorno dado se puede hallar usando la ecuación de Ven Te Chow.

$$Q_{Tr} = \mu_{Min} - K_{Min} \hat{\sigma}_{Min}$$

A partir de la expresión anterior se estiman los mapas de caudales mínimos asociados a diferentes períodos de retorno para la zona de estudio. En la Tabla 7.7 se presentan los caudales mínimos para cada una de las corrientes de interés donde se proponen las captaciones, debido a que la metodología de estimación de caudales medios que mejor se ajustó a los caudales medidos fue la de Cenicafé, solo se presentan los caudales mínimos estimados por esa metodología.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>		Consorcio 
	<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA	
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017	

**Tabla 7.7 Caudales mínimos corrientes asociadas a las captaciones UF3.**

Caudales Mínimos [m <sup>3</sup> /s]	Período de retorno (Tr)					
	2,33	5	10	25	50	100
UF3EH1 – CAPTACIÓN C2	0,165	0,123	0,100	0,077	0,063	0,052
UF3EH2– CAPTACIÓN C5	0,025	0,019	0,015	0,012	0,010	0,008
UF3EH8– CAPTACIÓN C6	0,041	0,030	0,024	0,019	0,016	0,013
UF3EH14– CAPTACIÓN C3	0,0013	0,0010	0,0008	0,0006	0,0005	0,0004
UF3EH18– CAPTACIÓN C1	0,197	0,148	0,119	0,092	0,076	0,062
UF3EH19– CAPTACIÓN C4	2,471	1,848	1,488	1,146	0,945	0,778
UF3EH20– CAPTACIÓN C7	2,230	1,168	1,343	1,034	0,853	0,702

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

### 7.1.3 Identificación de posibles conflictos por uso del agua en el área de influencia



Debido a la ubicación de la segunda calzada se puede asegurar que en ninguna de las fases que componen el proyecto de la construcción de la unidad funcional 3 de la vía Popayán – Santander de Quilichao no se afectaran las fuentes que sirven de abastecimiento a los acueductos identificados en el área de influencia de la UF3 del presente proyecto. A continuación, en la Tabla 7.8, se muestran los usuarios que actualmente se abastecen de las mismas fuentes que serán objeto de concesiones.

**Tabla 7.8 Usuarios sobre las fuentes a solicitar concesión de aguas**

Sistema de Acueducto	Fuente de Abastecimiento	Demanda Actual (l/s)	Demanda Proyectada (l/s)	Ubicación
Centro Poblado Pescador	Rio Cabuyal, Q la esperanza, La esperanza Oriente	17	17,5	Aguas arriba de la C2
Multiveredal El Crucero	Rio Ovejas	17,5	18	Aguas arriba de la C4

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

Sin embargo, existe la potencialidad de un conflicto ya que muchas de las redes de distribución se encuentran instaladas en las zonas aledañas a la actual vía Panamericana, y que pueden ser cruzadas por la vía proyectada. Ver el capítulo 5 “CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA” numeral 5.1.8 “USOS DEL AGUA” donde se graficó la ubicación de las redes de acueducto que hacen parte de los sistemas descritos previamente y que atraviesan o se superpone la vía Panamericana en tramos paralelos. Se tabuló la relación de longitudes y de diámetros que se puedan ver afectadas en la fase de construcción de la segunda calzada de esta vía en la UF3.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

#### **7.1.4 Demanda Doméstica**

Para suplir las necesidades de uso doméstico del proyecto no se requerirá hacer uso del recurso hídrico de las fuentes superficiales existentes en la zona; toda vez que, durante la construcción del proyecto, el agua que será suministrada para este uso será a través de botellones de agua de 20 litros que se entregarán en cada frente de trabajo.

#### **7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Para efectos del proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador - Mondomo no considera el uso o aprovechamiento de aguas subterráneas para ninguna de las actividades que demandan el recurso hídrico. No obstante, mediante la aplicación de medidas de manejo se garantizará la protección de este recurso.

#### **7.3 VERTIMIENTOS**

Para efectos del proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador -Mondomo, no se considera el realizar ningún tipo de vertimiento en cuerpos de agua ni en el suelo.

#### **7.4 OCUPACIONES DE CAUCES**

El permiso para ocupación de cauce es la autorización que se requiere para intervenir un cauce para realizar obra de restitución, defensa de taludes, canalización de fuentes, diques, presas, box coulvert, puentes, entre otros. La normativa que reglamenta y aplica para este tipo de permisos es la Ley 99 de 1993 y Decreto 1076 de 2015.



##### **7.4.1 Caudales de diseño**

Para evaluar la capacidad de caudal de las estructuras hidráulicas de desagüe de las cuencas hidrográficas identificadas en restituciones aerofotogrametrías se emplearon los caudales estimados en el capítulo de hidrología. La verificación hidráulica de las estructuras actuales y proyectadas se realizó empleando los caudales asociados a un periodo de retorno de 20 o 100 años según el área de la cuenca, siendo de 20 años para cuencas menores y de 100 años para las cuencas mayores.

##### **7.4.2 Obras hidráulicas**



###### **7.4.2.1 Obras menores**

Para UF3 se requiere el permiso de ocupación de cauce para la construcción y adecuación (prolongación de obras existentes) de 51 alcantarillas y de 15 Box coulvert en concreto, las características geométricas de estas obras y su ubicación en el abscisado de la vía proyectada se presentan en la Tabla 7.9. La ubicación espacial de las obras de ocupación de cauce se presenta en la Figura 7.12.



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De</b> <b>Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

**Tabla 7.9 Obras menores para solicitud de ocupación de cauce UF3**



id	Tipo de obra	Acción	Abscisa Izquierda	Abscisa Derecha	ESTE_INICIO	NORTE_INICIO	ESTE_FINAL	NORTE_FINAL	∅ Alcantarilla (m)	Dimensión Alcantarilla Cajón (B X H)
ALC322	ALCANTARILLA	CAMBIAR - PROLONGAR	K041+258	K041+490	1058322,30	799810,98	1058311,74	799818,96	0,9	-
ALC327	ALCANTARILLA	CAMBIAR	-	K041+912	1058414,07	800194,03	1058427,12	800189,99	0,9	-
ALC348	ALCANTARILLA	CAMBIAR - PROLONGAR	K044+231	K044+529	1059202,27	802421,50	1059225,82	802430,34	0,9	-
ALC350	ALCANTARILLA	CAMBIAR - PROLONGAR	K044+455	K044+760	1059299,92	802631,44	1059326,69	802637,32	0,9	-
ALC351	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K044+527	K044+835	1059295,94	802704,73	1059311,79	802711,79	0,9	-
ALC351A	BOX CULVERT	CAMBIAR - PROLONGAR	K044+556	K044+862	1059282,23	802728,20	1059308,40	802737,97	-	1.0x1.0
ALC352	ALCANTARILLA	CAMBIAR - PROLONGAR	K044+656	K044+956	1059289,75	802828,22	1059302,72	802828,98	0,9	-
ALC354	ALCANTARILLA	CAMBIAR - PROLONGAR	K045+160	K045+448	1059484,12	803272,56	1059476,81	803287,84	0,9	-
ALC355	BOX CULVERT	CAMBIAR	K045+303	K045+590	1059581,19	803374,53	1059553,69	803382,75	-	1.0X.10
ALC356	ALCANTARILLA	CAMBIAR - PROLONGAR	K045+403	K045+671	1059661,18	803410,78	1059661,92	803396,50	0,9	-
ALC357	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K045+594	K045+878	1059845,50	803483,14	1059853,53	803472,27	0,9	-
ALC371	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K046+861	K047+246	1059977,45	804711,62	1059989,05	804715,47	0,9	-
ALC392	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	-	K049+218	1059131,30	806337,99	1059092,12	806300,76	0,9	-
ALC395	ALCANTARILLA	CAMBIAR	K049+433	K049+888	1058870,25	806922,16	1058859,91	806913,67	0,9	-

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De</b> <b>Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

id	Tipo de obra	Acción	Abscisa Izquierda	Abscisa Derecha	ESTE_INICIO	NORTE_INICIO	ESTE_FINAL	NORTE_FINAL	∅ Alcantarilla (m)	Dimensión Alcantarilla Cajón (B X H)
ALC401	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K050+227	K050+669	1058905,24	807579,08	1058918,20	807575,12	0,9	-
ALC402	ALCANTARILLA	CAMBIAR	K050+448	-	1058973,76	807788,87	1058986,80	807785,42	0,9	-
ALC403	ALCANTARILLA	CAMBIAR	K050+700	K051+152	1059065,25	808026,70	1059051,07	808023,96	0,9	-
ALC404	BOX CULVERT	CAMBIAR - PROLONGAR	K050+895	K051+342	1059112,33	808206,01	1059095,76	808219,37	-	1.0X1.0
ALC407	ALCANTARILLA	CAMBIAR - PROLONGAR	K051+206	K051+671	1058925,43	808506,16	1058931,97	808472,16	0,9	-
ALC408	ALCANTARILLA	CAMBIAR	-	K051+881	1058808,41	808643,58	1058820,74	808648,08	0,9	-
ALC409	ALCANTARILLA	CAMBIAR - PROLONGAR	K051+498	K051+961	1058805,33	808725,42	1058791,36	808722,13	0,9	-
ALC410	ALCANTARILLA	MANTENER	K051+588	K052+041	1058777,17	808801,67	1058800,16	808806,02	0,9	-
ALC412	ALCANTARILLA	MANTENER	K051+788	K052+358	1058746,12	809118,63	1058734,97	809115,67	0,9	-
ALC413	BOX CULVERT	CAMBIAR - PROLONGAR	K052+017	K052+475	1058739,40	809240,94	1058706,33	809225,03	-	1.5X15
ALC414	ALCANTARILLA	MANTENER	-	K052+799	1058632,61	809517,85	1058631,71	809539,81	0,9	-
ALC415	ALCANTARILLA	MANTENER	-	K052+857	1058596,77	809587,99	1058586,88	809579,07	0,9	-
ALC416	ALCANTARILLA	CAMBIAR - PROLONGAR			1058441,86	809841,63	1058480,93	809837,83	0,9	
ALC417	ALCANTARILLA	MANTENER	K053+497	K053+927	1058469,71	810570,57	1058448,47	810561,53	0,9	-
ALC429	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K056+437	K056+919	1059056,16	813149,73	1059043,43	813150,15	0,9	-
ALC430	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K056+481	K056+970	1059047,29	813207,71	1059034,93	813202,88	0,9	-
AP1	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K041+433	-	1058383,48	799977,81	1058351,43	799993,77	0,9	-



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De</b> <b>Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

id	Tipo de obra	Acción	Abscisa Izquierda	Abscisa Derecha	ESTE_INICIO	NORTE_INICIO	ESTE_FINAL	NORTE_FINAL	∅ Alcantarilla (m)	Dimensión Alcantarilla Cajón (B X H)
AP10	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K044+944	K045+233	1059347,47	803099,05	1059384,65	803081,11	0,9	-
AP11	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K046+231	-	1059998,74	804068,83	1060019,00	804092,94	0,9	-
AP12	BOX CULVERT	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K046+461	-	1060000,04	804299,64	1060028,71	804324,59	-	1.0X1.0
AP13	BOX CULVERT	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K046+489	-	1059996,66	804348,72	1060029,47	804341,29	-	1.5X1.5
AP14	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K047+204	-	1059884,63	805030,09	1059896,60	805042,16	0,9	-
AP16	BOX CULVERT	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K048+245	-	1059249,53	805869,20	1059233,81	805796,52	-	1.5X1.5
AP17	BOX CULVERT	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K048+493	-	1059129,76	806022,27	1059153,82	806052,82	-	1.5X1.5
AP18	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K048+852	K049+297	1059097,54	806403,68	1059056,45	806391,70	0,9	-
AP2	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K041+579	-	1058370,43	800130,86	1058352,67	800131,95	0,9	-
AP20	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K050+044	K050+466	1058825,82	807395,83	1058818,79	807441,90	0,9	-
AP20C	BOX CULVERT	CONSTRUIR OBRA NUEVA		K52+100	1058753,10	808858,26	1058791,30	808864,77	-	3.0X3.0
AP21	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K051+691	K052+144	1058745,93	808901,65	1058792,40	808908,66	0,9	-
AP29	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	-	K054+714	1058788,11	811199,26	1058816,74	811190,28	0,9	-

 <b>NUEVO CAUCA</b> <small>AMBIENTE PLACENTAS PARA EL FUTURO</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



id	Tipo de obra	Acción	Abscisa Izquierda	Abscisa Derecha	ESTE_INICIO	NORTE_INICIO	ESTE_FINAL	NORTE_FINAL	∅ Alcantarilla (m)	Dimensión Alcantarilla Cajón (B X H)
AP31	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K054+520	K054+973	1058769,60	811471,23	1058830,14	811449,49	0,9	-
AP32	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K054+593	K055+042	1058812,05	811534,76	1058863,40	811508,21	0,9	-
AP33	BOX CULVERT	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K054+665	K055+095	1058869,51	811609,03	1058891,43	811516,09	-	1.5X1.5
AP34	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	-	K055+277	1059023,07	811676,95	1059029,45	811659,48	0,9	-
AP35	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	-	K055+374	1059103,86	811726,32	1059110,95	811713,90	0,9	-
AP38	BOX CULVERT	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K055+464	K055+938	1059359,07	812208,46	1059281,32	812236,82	-	2.5X2.5
AP38A	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K055+536	K056+021	1059323,21	812303,50	1059289,68	812296,28	0,9	-
AP38B	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K055+570	K56+050	1059318,23	812318,74	1059289,95	812310,06		
AP39	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K055+586	K056+066	1059310,59	812343,41	1059273,85	812348,50	0,9	-
AP4	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K043+153	K043+443	1059039,18	801382,08	1059006,82	801387,42	0,9	-
AP40	BOX CULVERT	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K055+641	K056+127	1059301,86	812409,92	1059244,48	812390,75	-	1.5X1.5
AP41	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K055+735	K056+226	1059268,01	812506,41	1059229,38	812475,13	0,9	-
AP42	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K056+114	K056+608	1059165,81	812875,02	1059136,90	812843,87	0,9	-



 <b>NUEVO CAUCA</b> <small>ASOCIACIÓN PLURIPARTITARIA PARA EL FUTURO</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

id	Tipo de obra	Acción	Abscisa Izquierda	Abscisa Derecha	ESTE_INICIO	NORTE_INICIO	ESTE_FINAL	NORTE_FINAL	∅ Alcantarilla (m)	Dimensión Alcantarilla Cajón (B X H)
AP43	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K056+277	K056+767	1059088,14	813010,24	1059061,12	812992,72	0,9	-
AP44	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K056+316	K056+804	1059072,57	813042,27	1059041,28	813028,97	0,9	-
AP5	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K043+451	K043+748	1059129,78	801638,78	1059194,15	801662,51	0,9	-
AP6	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K043+537	K043+834	1059157,37	801728,43	1059188,14	801739,13	0,9	-
AP8	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K043+753	K044+038	1059185,33	801953,77	1059223,62	801932,10	0,9	-
AP9	ALCANTARILLA	CONSTRUIR OBRA NUEVA	K044+038	K044+329	1059215,50	802230,61	1059284,16	802221,94	0,9	-
BOX360	BOX CULVERT	CAMBIAR	K046+023	K046+339	1060039,27	803856,68	1060048,20	803832,89	-	1.5X1.8
BOX405	BOX CULVERT	MANTENER	K051+004	K051+473	1059064,49	808328,93	1059076,55	808336,19	-	1X1
BOX406	BOX CULVERT	MANTENER	K051+088	K051+545	1059029,01	808392,04	1059018,86	808382,36	-	1X1

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



#### 7.4.2.2 Obras mayores

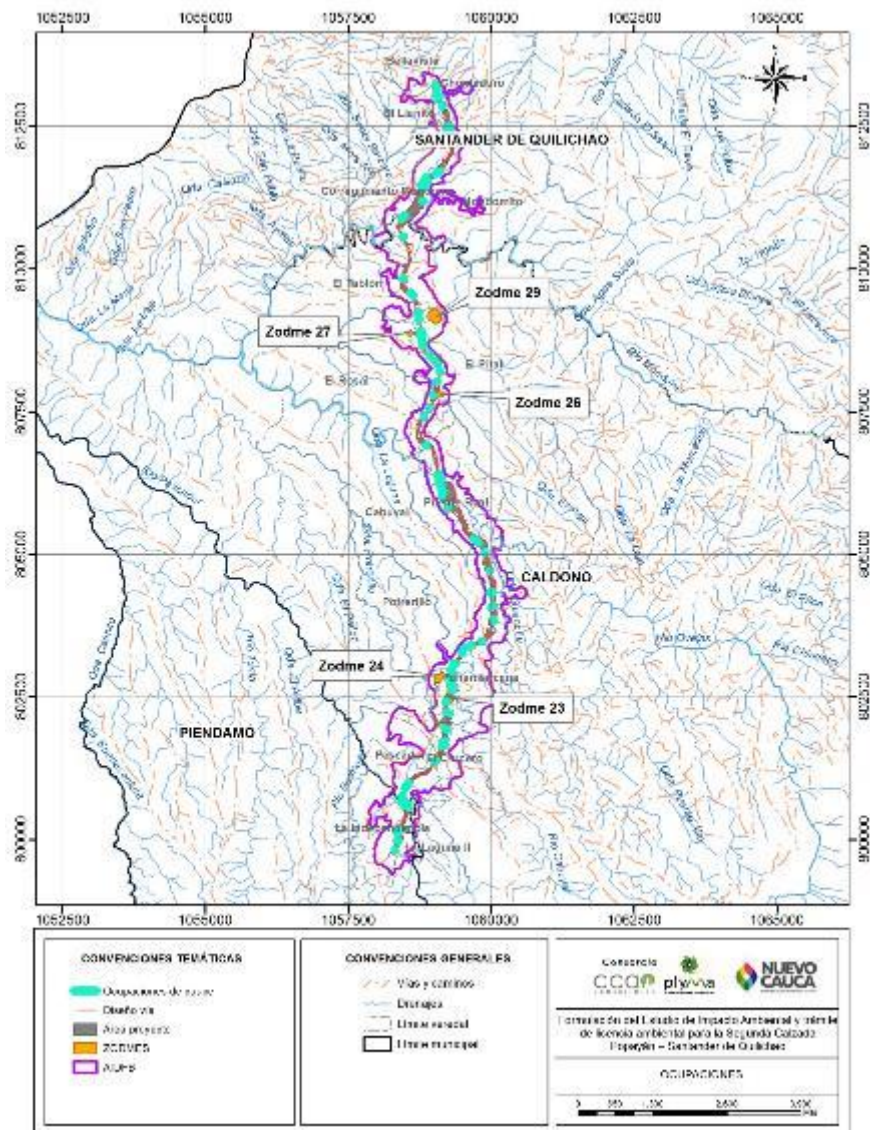
Para la construcción de las obras mayores se solicita el permiso de ocupación de cauces para nueve (9) puentes en la Tabla 7.10 se presentan las generalidades de estas obras, y su ubicación espacial en la Figura 7.12.

**Tabla 7.10 Obras mayores para solicitud de ocupación de cauce UF3**


ID	Nombre	Abscisa	Fuente	Long (m)	Inicio		Fin	
					Este	Norte	Este	Norte
OC1-IZ	Puente Pescador – Calzada Izquierda	42+080	Río Pescador	161.52	1058464	800611	1058426	800736
OC1-DE	Puente Pescador – Calzada Derecha	42+355	Río Pescador	253	1058563	800560	1058448	800778
OC2-IZ	Puente NN1– Calzada Izquierda	42+425	Quebrada del Colegio	105.7	1058495	800914	1058556	80100
OC2-DE	Puente NN1 – Calzada Derecha	42+710	Quebrada del Colegio	105.7	1058503	800904	1058564	800991
OC3-DE	Puente NN2 – Calzada Derecha	45+100	Río Cabuyal	30.25	1059308	802968	1059319	802997
OC3-IZ	Puente NN2 - Calzada Izquierda	44+810	Río Cabuyal	30.25	1059288	802976	1059301	803003
OC4-IZ	Puente Puente Km 47+400 - Calzada Izquierda	47+400	Quebrada Sin Nombre	121	1059784	805204	1059691	805281
OC5-IZ	Puente Río Ovejas - Calzada Izquierda	48+529	Río Ovejas	253	1059140	806082	1059092	806330
OC6-IZ	Puente Río Mondomo - Calzada Izquierda	53+816	Río Mondomo	95.75	1058432	810869	1058490	810945

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

 <b>NUEVO CAUCA</b> <small>ASOCIACIÓN DE MUJERES PARA EL FUTURO</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



**Figura 7.12 Obras hidráulicas que requieren ocupaciones de cauce**  
 Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA, 2016

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

### 7.4.3 Diseños preliminares de las obras

Para las alcantarillas nuevas a construir (nuevas totalmente o como continuación o previas a alcantarillas existentes), se tipificaron sus secciones transversales, así: tuberías circulares de diámetros de 90 (36"), 1.20 (48"), y alcantarillas cajón con las siguientes dimensiones 1,0 m x 1,0 m, 1,5 m x 1,5 m, 2,0 m x 2,0 m, 2,5 m x 2,5 m, 3,0 m x 3,0 m, 3,5 x 3,5 y 4,0 x 4,0m, con el fin de tener una economía en los rendimientos de construcción; para obras mayores a 4,0 x 4,0 se proyectan pontones o puentes.



#### 7.4.3.1 Diseño conceptual de obras incluyendo sitios críticos - Criterios de diseño

Se ha definido un diámetro mínimo de alcantarilla igual a 0.90 m para alcantarillas proyectadas, que corresponde al diámetro mínimo que especifica el Instituto Nacional de Vías, INVÍAS, para este tipo de obras, con el fin de dar un adecuado mantenimiento y limpieza a estas estructuras. En el caso de tener obras de 0.60 m existentes que cumplan hidráulicamente, estructuralmente y geotécnicamente se mantendrán las obras existentes. En caso contrario, se reemplazarán por tuberías de 0.90 m o la estructura adecuada.

También para las alcantarillas y obras de paso se ha definido una pendiente de 1%, esto con el fin de garantizar un control de flujo crítico a la entrada de la alcantarilla con flujo gradualmente variado hacia aguas abajo de la tubería. Es de anotar que para el rango de caudales que se manejan en las alcantarillas de 0,90 m la pendiente adoptada produce velocidades para profundidad normal entre 1,50 y 2,90 m/s que según la metodología de Isbash son capaz de transportar sedimentos entre 0,09 y 0,34 m de diámetro, las cuales se consideran velocidades adecuadas para garantizar la autolimpieza. Se debe tener en cuenta además que algunas de las alcantarillas de este tipo poseen cajas de encole, las cuales sin importar la pendiente que tenga la tubería hacia aguas abajo van a depositar sedimentos, ya que por la hidráulica de su flujo sirven como amortiguadores de energía permitiendo que se deposite material en su fondo.

El criterio de diseño del borde libre para cunetas, fue el de que la lámina de agua como máximo fuera el 80% de la altura total de la estructura para el caudal máximo instantáneo con el periodo de retorno seleccionado. Se acepta, sin embargo, que para casos excepcionales cuando se presenta el caudal de diseño, que la cuneta opere a borde lleno.

El criterio de velocidad máxima del agua para el caudal máximo instantáneo con el periodo de retorno seleccionado en alcantarillas y cunetas se definió con base en valores de velocidades máximas no erosivas usualmente tomados para el concreto, teniendo en cuenta en todo caso que con tales velocidades se removieran los sedimentos que puedan caer a las estructuras. Las velocidades mínimas pueden ocurrir para caudales máximos instantáneos con periodos de retorno menores al de diseño, pero siempre existirá una

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

remoción de sedimentos depositados en las estructuras una vez se produce un aguacero de importancia.

#### 7.4.3.2 Evaluación de suficiencia hidráulica de Alcantarillas Circulares y de Cajón, y Pontones

Para las alcantarillas de diámetro 0,60 m sobre la vía actual, deberán ser reemplazarlas, excepto cuando cumplan hidráulicamente y el análisis estructural y geotécnico indique que son idóneas desde todo punto de vista. En caso contrario, se reemplazarán por tuberías de 0,90 m.

El criterio de cálculo para el diseño hidráulico para estas estructuras, partió de la determinación de si los caudales eran muy grandes o no para la estructura existente, por lo que basado en lo anterior se estableció la siguiente metodología:

Para aquellos caudales que se establecían como pequeños para la estructura existente, el análisis se basa en que para diferentes descargas se origina flujo crítico a la entrada de cada uno de éstas. Por lo tanto, el control de flujo crítico se establece a la entrada de la alcantarilla, con un perfil de flujo gradualmente variado tendiendo hacia la profundidad normal hacia aguas abajo.

Para garantizar que en las alcantarillas se presente el tipo de flujo descrito, se deben cumplir con las siguientes condiciones.

$$\frac{H}{D} < 1.2 \quad (1)$$

$$T_w < D \quad (2)$$


$$\frac{T_w}{Y_c} < 1 \quad (3)$$

$$S_o > S_c \quad (4)$$

Dónde,  $S_o$  es la pendiente de la alcantarilla,  $S_c$  es la pendiente crítica,  $T_w$  es la lámina aguas abajo de la alcantarilla,  $D$  es el diámetro de la alcantarilla,  $H$  es lámina aguas arriba de la alcantarilla y  $Y_c$  es la profundidad crítica.

Sin embargo en algunos casos, la segunda y tercera condición establecidas no serían válidas, ya que en parte baja de las cuencas hidrográficas donde se presenta el cruce de



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

los cauces con la vía, el terreno podría estar conformado por una planicie de inundación, como se había indicado anteriormente, por lo que podría existir una restricción o control aguas abajo que pudiera dar origen a algún tipo de remanso, lo que generaría una lámina aguas abajo ( $T_w$ ) mayor al diámetro de la tubería ( $D$ ) o mayor a la profundidad crítica ( $Y_c$ ). Pero para estos casos se puede considerar como opción que las estructuras se alcancen a presurizar, ya que si esta condición no se aceptará implicaría el realizar unas estructuras con dimensiones exageradas que sobre-elevarían los costos de construcción.

De esta manera para comprobar la primera condición y utilizando las relaciones hidráulicas de acuerdo con (Chow, 1994), teóricamente se halla la siguiente ecuación.



$$H = Y_c + \frac{\alpha V_c^2}{2g} + K_e \frac{\alpha V_c^2}{2g} \quad (5)$$

Donde,  $H$  es la profundidad de la lámina de agua antes de entrar a la estructura [m],  $Y_c$  es la profundidad crítica del agua para el caudal de diseño  $Q$  [m],  $Q$  es el caudal de diseño [ $m^3/s$ ],  $V_c$  es la velocidad promedio del agua a la profundidad crítica [m/s],  $K_e$  es el coeficiente de pérdida de energía a la entrada de la estructura (igual a 0,5 para una entrada abrupta),  $\alpha$  es el coeficiente de Coriolis (Se supone igual a la unidad) y  $g$  es la aceleración de la gravedad [ $9,81 \text{ m/s}^2$ ].

Para la tubería circular de 36" (0,90 m) de diámetro  $d_0$ , si se tiene una lámina de agua crítica a la entrada de la alcantarilla igual al 71 % del diámetro de la alcantarilla, es decir igual a 0,64 m, el caudal de entrada será igual a  $1,16 \text{ m}^3/s$ , produciéndose un valor  $H$  de la profundidad de la lámina de agua antes de entrar a la estructura, igual a 1,08 m; lo anterior indica que la relación entre  $H/d_0$  es igual a 1,20, que asegura flujo libre a través de toda la estructura, desde aguas arriba hacia aguas abajo; para caudales menores a  $1,16 \text{ m}^3/s$ , la relación será siempre menor a 1,20.

Para las alcantarillas tipo cajón aplica la misma fórmula detallada anteriormente. Para propósitos de verificación de las estructuras actuales, se ha mantenido el concepto de cumplir con la relación  $H/h$  de 1,20, en donde  $h$  es la altura de la estructura, que asegura flujo libre a través de toda la estructura, desde aguas arriba hacia aguas abajo. El requerimiento hidráulico establece que  $H/h$  debe ser menor a 1,20.

Ahora para comprobar que siempre la pendiente de la alcantarilla es mayor a la pendiente crítica, se presenta en la Tabla 7.11, en la cual se relaciona la pendiente crítica para diferentes caudales en alcantarillas de diámetro de 0,90 m. Se puede observar que la pendiente de diseño adoptada de 1,0 % es mayor que la pendiente crítica para cualquiera de los caudales presentados.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>		Consorcio 
	<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA	
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017	

**Tabla 7.11 Pendiente Crítica para Diferentes Caudales de Alcantarillas de 0,90 m.**

Pendiente Crítica [m/m]	Caudal [m³/s]
0,0052	0,032
0,0046	0,124
0,0046	0,272
0,0048	0,473
0,0052	0,724
0,0061	1,028
0,0077	1,401

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

Del análisis anterior se puede establecer que para los otros diámetros de alcantarilla que se encuentran en este tramo, también cumplirá la condición que la pendiente de la alcantarilla será superior a la pendiente crítica.

En la 0 se presenta la verificación hidráulica de las obras existentes en la vía con base en los caudales estimados en el estudio hidrológico, aparte de esto se realiza la verificación del estado de flujo de las obras.

La verificación hidráulica de estas estructuras se realizó con caudales con un periodo de retorno de 20 años. De esta manera, se ha logrado verificar y definir de una manera satisfactoria las características geométricas de las estructuras de drenaje de la calzada.

**Tabla 7.12 Verificación Hidráulica Estructuras de Drenaje Existentes Vía Popayán – Santander de Quilichao.**

Obra	Q [m³/s]	n	Dim [m]	yn [m]	yc [m]	Área normal [m]	Vn [m/s]	Área Crit [m²]	Vc [m/s]	F	Hc [m]	Hn [m]	Tipo flujo	Comprobación
ALC322	0,16	0,014	0,6	0,22	0,26	0,09	1,73	0,12	1,38	1,39	0,4	0,45	SupC	Cumple
ALC323	0,11	0,014	0,6	0,18	0,21	0,07	1,56	0,09	1,24	1,39	0,33	0,37	SupC	Cumple
ALC324	0,03	0,014	0,6	0,09	0,11	0,03	1,07	0,03	0,85	1,37	0,16	0,18	SupC	Cumple
ALC325	0,05	0,014	0,6	0,12	0,14	0,04	1,24	0,05	0,98	1,37	0,21	0,24	SupC	Cumple
ALC326	0,07	0,014	0,6	0,14	0,16	0,05	1,36	0,06	1,07	1,4	0,25	0,28	SupC	Cumple
ALC327	0,05	0,014	0,6	0,12	0,14	0,04	1,23	0,05	0,98	1,37	0,21	0,23	SupC	Cumple
ALC328	0,05	0,014	0,6	0,12	0,15	0,04	1,27	0,05	1,01	1,37	0,22	0,25	SupC	Cumple
ALC329	0,38	0,014	0,6	0,36	0,4	0,18	2,16	0,2	1,87	1,26	0,67	0,71	SupC	Cumple
ALC330	0,02	0,014	0,6	0,08	0,1	0,02	1,01	0,03	0,83	1,34	0,15	0,16	SupC	Cumple
ALC331	0,04	0,014	0,6	0,1	0,12	0,03	1,14	0,04	0,91	1,36	0,18	0,2	SupC	Cumple
ALC332	0,04	0,014	0,6	0,11	0,12	0,03	1,16	0,04	0,93	1,36	0,19	0,21	SupC	Cumple





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**Proyecto Segunda Calzada Popayán**  
**- Santander De Quilichao**  
**Unidad Funcional 3**  
**Pescador - Mondomo**



**INFORME FINAL**

Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Obra	Q [m³/s]	n	Dim [m]	yn [m]	yc [m]	Área normal [m]	Vn [m/s]	Área Crit [m²]	Vc [m/s]	F	Hc [m]	Hn [m]	Tipo flujo	Comprobación
ALC333	0,07	0,014	0,6	0,14	0,17	0,05	1,38	0,07	1,09	1,38	0,26	0,29	SupC	Cumple
ALC334	0,07	0,014	0,6	0,14	0,17	0,05	1,38	0,07	1,1	1,38	0,26	0,29	SupC	Cumple
Puente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALC348	0,71	0,014	0,9	0,41	0,49	0,28	2,53	0,36	1,98	1,45	0,8	0,9	SupC	Cumple
ALC349	0,01	0,014	0,6	0,06	0,07	0,02	0,88	0,02	0,67	1,37	0,11	0,12	SupC	Cumple
ALC350	0,59	0,014	0,6	0,51	0,5	0,25	2,3	0,25	2,33	0,96	0,91	0,91	C- Inest	No Cumple
ALC351	0,1	0,014	0,6	0,17	0,2	0,07	1,51	0,08	1,2	1,39	0,31	0,34	SupC	Cumple
ALC351 A	1,21	0,014	0,6	0,59	0,59	0,28	4,28	0,28	4,28	1,01	1,99	1,99	C- Inest	No Cumple
ALC352	0,04	0,014	0,6	0,11	0,13	0,03	1,17	0,04	0,93	1,37	0,19	0,21	SupC	Cumple
ALC352 A	30,38	0,014	0,9	0,85	0,9	0,62	48,98	0,64	47,75	13,03	175,2 1	184,2 5	SupC	No Cumple
ALC354	0,36	0,014	0,6	0,35	0,39	0,17	2,14	0,2	1,84	1,28	0,65	0,7	SupC	Cumple
ALC355	1,58	0,014	0,9	0,69	0,74	0,53	3	0,56	2,82	1,15	1,35	1,38	SupC	No Cumple
ALC356	0,59	0,014	0,6	0,51	0,5	0,25	2,3	0,25	2,33	0,96	0,91	0,91	C- Inest	No Cumple
ALC357	0,17	0,014	0,6	0,23	0,27	0,1	1,77	0,12	1,41	1,38	0,42	0,46	SupC	Cumple
ALC358	0,17	0,014	0,6	0,22	0,26	0,1	1,76	0,12	1,41	1,38	0,42	0,46	SupC	Cumple
ALC359	0,36	0,014	0,6	0,35	0,4	0,17	2,14	0,2	1,85	1,27	0,66	0,7	SupC	Cumple
BOX360	0,75	0,014	1,5x 1,8	0,23	0,29	0,34	2,22	0,44	1,7	1,49	0,52	0,6	SupC	Cumple
ALC361	0,08	0,014	0,6	0,15	0,17	0,05	1,4	0,07	1,11	1,38	0,27	0,3	SupC	Cumple
ALC362	0,08	0,014	0,6	0,15	0,18	0,06	1,43	0,07	1,13	1,39	0,28	0,31	SupC	Cumple
ALC363	0,7	0,014	0,6	0,6	0,53	0,28	2,49	0,27	2,64	0	1,07	1,07	SubC	No Cumple
ALC364	0,05	0,014	0,6	0,12	0,14	0,04	1,24	0,05	0,98	1,37	0,21	0,24	SupC	Cumple
ALC365	0,05	0,014	0,6	0,12	0,14	0,04	1,23	0,05	0,99	1,37	0,21	0,23	SupC	Cumple
ALC366	0,07	0,014	0,9	0,12	0,15	0,05	1,3	0,07	1	1,42	0,22	0,25	SupC	Cumple
ALC367	2,21	0,014	0,9	0,86	0,83	0,63	3,52	0,62	3,59	0,84	1,82	1,81	SubC	No Cumple



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**Proyecto Segunda Calzada Popayán**  
**- Santander De Quilichao**  
**Unidad Funcional 3**  
**Pescador - Mondomo**



**INFORME FINAL**

Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Obra	Q [m³/s]	n	Dim [m]	yn [m]	yc [m]	Área normal [m]	Vn [m/s]	Área Crit [m²]	Vc [m/s]	F	Hc [m]	Hn [m]	Tipo flujo	Comprobación
ALC368	0,07	0,014	0,6	0,15	0,17	0,05	1,39	0,07	1,1	1,38	0,27	0,29	SupC	Cumple
ALC369	0,06	0,014	0,6	0,14	0,16	0,05	1,33	0,06	1,07	1,37	0,25	0,27	SupC	Cumple
ALC370	3,32	0,014	0,9	0,85	0,89	0,62	5,36	0,63	5,24	1,43	2,98	3,04	SupC	No Cumple
ALC371	0,47	0,014	0,9	0,33	0,4	0,21	2,27	0,27	1,73	1,48	0,63	0,72	SupC	Cumple
ALC372	3,35	0,014	0,6	0,59	0,6	0,28	11,88	0,28	11,84	2,8	11,32	11,39	SupC	No Cumple
ALC373	0,08	0,014	0,6	0,15	0,18	0,06	1,42	0,07	1,12	1,39	0,27	0,3	SupC	Cumple
ALC374	0,69	0,014	0,6	0,59	0,53	0,28	2,45	0,26	2,6	0,63	1,05	1,05	SubC	No Cumple
ALC375	0,11	0,014	0,6	0,18	0,21	0,07	1,56	0,09	1,24	1,39	0,33	0,36	SupC	Cumple
ALC376	0,11	0,014	0,6	0,18	0,21	0,07	1,55	0,09	1,23	1,39	0,33	0,36	SupC	Cumple
ALC377	0,06	0,014	0,6	0,13	0,15	0,04	1,28	0,05	1,02	1,37	0,23	0,25	SupC	Cumple
ALC378	0,14	0,014	0,6	0,2	0,24	0,08	1,66	0,1	1,32	1,39	0,37	0,41	SupC	Cumple
BOX379	9,64	0,014	1,5x 1,8	1,44	1,61	2,16	4,46	2,42	3,98	1,19	2,82	2,96	SupC	No Cumple
ALC380	0,28	0,014	0,6	0,3	0,34	0,14	2	0,17	1,66	1,33	0,55	0,6	SupC	Cumple
ALC381	0,1	0,014	0,6	0,17	0,2	0,07	1,52	0,08	1,21	1,39	0,31	0,35	SupC	Cumple
ALC382	0,27	0,014	0,6	0,29	0,34	0,13	1,98	0,16	1,64	1,34	0,54	0,59	SupC	Cumple
ALC383	0,09	0,014	0,6	0,16	0,19	0,06	1,47	0,08	1,16	1,4	0,29	0,33	SupC	Cumple
ALC384	0,52	0,014	0,6	0,45	0,47	0,23	2,28	0,24	2,18	1,1	0,83	0,85	SupC	No Cumple
ALC385	2,8	0,014	0,6	0,59	0,6	0,28	9,95	0,28	9,92	2,35	8,12	8,17	SupC	No Cumple
ALC386	0,14	0,014	0,6	0,21	0,24	0,09	1,69	0,11	1,34	1,39	0,38	0,42	SupC	Cumple
ALC387	0,24	0,014	0,9	0,23	0,28	0,13	1,86	0,17	1,41	1,48	0,43	0,49	SupC	Cumple
ALC388	0,54	0,014	0,9	0,35	0,43	0,23	2,36	0,3	1,81	1,47	0,68	0,78	SupC	Cumple
Puente	1259,7 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puente	1260,7 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALC389	0,25	0,014	0,9	0,23	0,29	0,13	1,89	0,17	1,43	1,49	0,44	0,51	SupC	Cumple
ALC390	0,9	0,014	0,6	0,59	0,57	0,28	3,2	0,28	3,25	0,75	1,38	1,37	SubC	No Cumple
ALC391	3,74	0,014	0,6	0,59	0,6	0,28	13,27	0,28	13,22	3,13	13,96	14,05	SupC	No Cumple





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**Proyecto Segunda Calzada Popayán**  
**- Santander De Quilichao**  
**Unidad Funcional 3**  
**Pescador - Mondomo**



**INFORME FINAL**

Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Obra	Q [m³/s]	n	Dim [m]	yn [m]	yc [m]	Área normal [m]	Vn [m/s]	Área Crit [m²]	Vc [m/s]	F	Hc [m]	Hn [m]	Tipo flujo	Comprobación
ALC392	0,4	0,014	0,6	0,37	0,41	0,18	2,18	0,21	1,92	1,24	0,7	0,73	SupC	Cumple
ALC393	1,4	0,014	0,6	0,59	0,59	0,28	4,95	0,28	4,94	1,17	2,46	2,47	SupC	No Cumple
ALC394	2,96	0,014	0,9	0,88	0,88	0,63	4,68	0,63	4,68	0,97	2,55	2,55	C- Inest	No Cumple
ALC395	0,9	0,014	0,6	0,59	0,57	0,28	3,2	0,28	3,25	0,75	1,38	1,37	SubC	No Cumple
ALC400	0,09	0,014	0,6	0,16	0,19	0,06	1,49	0,08	1,17	1,4	0,3	0,33	SupC	Cumple
ALC401	0,07	0,014	0,6	0,14	0,17	0,05	1,37	0,06	1,1	1,38	0,26	0,29	SupC	Cumple
ALC402	0,44	0,014	0,6	0,4	0,44	0,2	2,23	0,22	2	1,2	0,74	0,77	SupC	No Cumple
BOX402 A	37,93	0,014	3,1x 2,8	1,9	2,48	5,9	6,43	7,69	4,93	1,49	4,34	5,06	SupC	No Cumple
ALC403	0,2	0,014	0,6	0,24	0,29	0,11	1,84	0,13	1,48	1,37	0,46	0,5	SupC	Cumple
ALC404	1,31	0,014	0,6	0,59	0,59	0,28	4,64	0,28	4,63	1,09	2,23	2,24	C- Inest	No Cumple
BOX405	0,44	0,014	1,0x 1,0	0,22	0,27	0,22	2,02	0,27	1,63	1,39	0,47	0,53	SupC	Cumple
BOX406	0,34	0,014	1,0x 1,1	0,18	0,23	0,18	1,86	0,23	1,49	1,4	0,4	0,45	SupC	Cumple
ALC407	0,16	0,014	0,3	0,29	0,29	0,07	2,27	0,07	2,29	0,9	0,69	0,68	SubC	No Cumple
ALC408	0,22	0,014	0,6	0,26	0,3	0,11	1,88	0,14	1,53	1,36	0,48	0,52	SupC	Cumple
ALC409	0,45	0,014	0,6	0,4	0,44	0,2	2,24	0,22	2,03	1,19	0,76	0,79	SupC	No Cumple
ALC410	0,33	0,014	0,6	0,32	0,37	0,16	2,09	0,18	1,76	1,3	0,61	0,66	SupC	Cumple
BOX411	61,3	0,014	3,0x 3,0	2,89	3,49	8,66	7,08	10,47	5,85	1,33	6,11	6,72	SupC	No Cumple
ALC412	0,12	0,014	0,6	0,18	0,22	0,07	1,59	0,09	1,27	1,39	0,34	0,38	SupC	Cumple
ALC413	2,41	0,014	0,9	0,89	0,85	0,63	3,8	0,62	3,87	0,66	2	1,99	SubC	No Cumple
ALC414	0,5	0,014	0,6	0,44	0,46	0,22	2,28	0,23	2,14	1,13	0,82	0,83	SupC	No Cumple
ALC415	0,03	0,014	0,6	0,1	0,12	0,03	1,11	0,04	0,89	1,35	0,18	0,19	SupC	Cumple
BOX415 A	3,1	0,014	1,5x 1,2	0,6	0,76	0,9	3,44	1,14	2,73	1,41	1,33	1,5	SupC	Cumple
ALC416	0,1	0,014	0,9	0,15	0,18	0,07	1,47	0,09	1,12	1,45	0,28	0,32	SupC	Cumple
ALC416 A	0,22	0,014	0,9	0,22	0,27	0,12	1,82	0,16	1,37	1,48	0,41	0,47	SupC	Cumple

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>		Consorcio 
	<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2		Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca		Fecha: Junio 2017

Obra	Q [m³/s]	n	Dim [m]	yn [m]	yc [m]	Área normal [m]	Vn [m/s]	Área Crit [m²]	Vc [m/s]	F	Hc [m]	Hn [m]	Tipo flujo	Comprobación
ALC417	0,2	0,014	0,9	0,21	0,26	0,11	1,78	0,15	1,34	1,48	0,39	0,45	SupC	Cumple
Puente	899,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALC418	0,09	0,014	0,9	0,14	0,17	0,06	1,41	0,08	1,08	1,44	0,26	0,29	SupC	Cumple
ALC429	0,33	0,014	0,6	0,33	0,38	0,16	2,1	0,19	1,78	1,3	0,62	0,66	SupC	Cumple
ALC430	0,2	0,014	0,6	0,25	0,29	0,11	1,84	0,13	1,49	1,37	0,46	0,5	SupC	Cumple
ALC431	0,03	0,014	0,6	0,1	0,12	0,03	1,12	0,04	0,9	1,35	0,18	0,2	SupC	Cumple

SupC= flujo SupC, SubC= flujo SubC, C-Inest= flujo crítico inestable, \* Se usa una pendiente So [m/m] de 0,010 para todas las obras.

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

Es posible observar en la tabla anterior que existen algunas obras que no cumplen con la verificación hidráulica, siendo incapaces de evacuar el caudal de diseño tomando en consideración los criterios definidos. Por lo anterior se hace necesario proyectar nuevas obras para estos puntos, en la Tabla 7.13 se presentan las obras proyectadas y su verificación hidráulica.

Para las alcantarillas nuevas a construir (nuevas totalmente o como continuación o previas a alcantarillas existentes), se tipificaron sus secciones transversales, así: tuberías circulares de diámetros de 0,90 (36”), 1,20 (48”), y alcantarillas cajón con las siguientes dimensiones 1,0 m x 1,0 m, 1,5 m x 1,5 m, 2,0 m x 2,0 m, 2,5 m x 2,5 m, 3,0 m x 3,0 m, 3,5 x 3,5 y 4,0 x 4,0m, con el fin de tener una economía en los rendimientos de construcción; para obras mayores a 4,0 x 4,0 se proyectan pontones o puentes.

Para las nuevas alcantarillas a continuación o previas de las alcantarillas existentes, se tomó el valor mayor de la sección transversal tipificada en relación con la de la sección transversal de la alcantarilla existente. Las alcantarillas proyectadas se presentan en la Tabla 7.13.

**Tabla 7.13 Verificación Hidráulica Estructuras de Drenaje a Cambiar por Capacidad Hidráulica Vía Popayán – Santander de Quilichao.**

Obra	Q [m³/s]	n	Dim [m]	yn [m]	yc [m]	Área normal [m]	Vn [m/s]	Área Crit [m2]	Vc [m/s]	F	Hc [m]	Hn [m]	Tipo flujo	Comprobación
ALC350	0,59	0,014	0,9	0,37	0,45	0,24	2,41	0,32	1,85	1,46	0,71	0,81	SupC	Cumple





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**Proyecto Segunda Calzada Popayán**  
**- Santander De Quilichao**  
**Unidad Funcional 3**  
**Pescador - Mondomo**





**INFORME FINAL**

Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Obra	Q [m³/s]	n	Dim [m]	yn [m]	yc [m]	Área normal [m²]	Vn [m/s]	Área Crit [m²]	Vc [m/s]	F	Hc [m]	Hn [m]	Tipo flujo	Comprobación
ALC351A	1,21	0,014	1,0 x 1,0	0,444	0,533	0,44	2,72	0,53	2,28	1,3	0,933	1,011	SupC	Cumple
ALC352A	91,13	0,014	6,5 x 4,0	1,79	2,72	11,61	7,85	17,65	5,16	1,88	4,75	6,5	SupC	Cumple
ALC355	1,58	0,014	1,0 x 1,0	0,54	0,63	0,54	2,91	0,63	2,49	1,26	1,11	1,19	SupC	Cumple
ALC356	0,59	0,014	0,9	0,37	0,45	0,24	2,41	0,32	1,85	1,46	0,71	0,81	SupC	Cumple
ALC363	0,7	0,014	0,9	0,41	0,49	0,28	2,53	0,36	1,98	1,45	0,79	0,89	SupC	Cumple
ALC367	2,21	0,014	1,5 x 1,5	0,47	0,6	0,71	3,13	0,91	2,44	1,45	1,06	1,22	SupC	Cumple
ALC370	3,32	0,014	1,5 x 1,5	0,63	0,79	0,95	3,5	1,19	2,79	1,41	1,39	1,57	SupC	Cumple
ALC372	3,35	0,014	1,5 x 1,5	0,64	0,8	0,95	3,51	1,2	2,8	1,4	1,4	1,58	SupC	Cumple
ALC374	0,69	0,014	0,9	0,4	0,49	0,27	2,51	0,35	1,96	1,45	0,78	0,88	SupC	Cumple
BOX379	9,64	0,014	2,0 x 2,0	1,05	1,33	2,11	4,58	2,67	3,62	1,42	2,33	2,65	SupC	Cumple
ALC384	0,52	0,014	0,9	0,34	0,42	0,22	2,33	0,29	1,78	1,47	0,66	0,76	SupC	Cumple
ALC385	2,8	0,014	1,5 x 1,5	0,56	0,71	0,84	3,34	1,06	2,64	1,43	1,24	1,41	SupC	Cumple
ALC390	0,9	0,014	0,9	0,47	0,56	0,34	2,69	0,42	2,16	1,41	0,92	1,02	SupC	Cumple
ALC391	3,74	0,014	1,5 x 1,5	0,69	0,86	1,04	3,61	1,29	2,9	1,39	1,5	1,69	SupC	Cumple
ALC393	1,4	0,014	1,0 x 1,0	0,49	0,58	0,49	2,82	0,58	2,39	1,28	1,02	1,1	SupC	Cumple
ALC394	2,96	0,014	1,5 x 1,5	0,58	0,73	0,87	3,39	1,1	2,68	1,42	1,29	1,46	SupC	Cumple
ALC395	0,9	0,014	0,9	0,47	0,56	0,34	2,69	0,42	2,16	1,41	0,92	1,02	SupC	Cumple
ALC402	0,44	0,014	0,9	0,31	0,39	0,2	2,23	0,26	1,69	1,48	0,6	0,6	SupC	Cumple
BOX402A	37,93	0,014	3,5 x 3,5	1,68	2,29	5,88	6,45	8,01	4,74	1,59	4	4,86	SupC	Cumple
ALC404	1,31	0,014	1,0 x 1,0	0,47	0,56	0,47	2,78	0,56	2,34	1,29	0,98	1,06	SupC	Cumple
ALC407	0,16	0,014	0,9	0,19	0,23	0,1	1,66	0,13	1,26	1,47	0,35	0,4	SupC	Cumple
ALC409	0,45	0,014	0,9	0,32	0,39	0,2	2,24	0,27	1,71	1,48	0,61	0,7	SupC	Cumple
BOX411	61,3	0,014	5,0 x 4,0	1,7	2,48	8,51	7,2	12,42	4,94	1,76	4,35	5,67	SupC	Cumple
ALC413	2,41	0,014	1,5 x 1,5	0,5	0,64	0,75	3,21	0,96	2,51	1,44	1,12	1,29	SupC	Cumple
ALC414	0,5	0,014	0,9	0,34	0,41	0,22	2,31	0,29	1,77	1,47	0,65	0,75	SupC	Cumple

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

**Tabla 7.14 Verificación Hidráulica Estructuras de Drenaje Proyectadas Totalmente Nuevas  
Capacidad Hidráulica Vía Popayán – Santander de Quilichao.**

Obra	Q [m³/s]	n	Dim [m]	yn [m]	yc [m]	Área normal [m²]	Vn [m/s]	Área Crit [m²]	Vc [m/s]	F	Hc [m]	Hn [m]	Tipo flujo	Comprobación
AP1	0,16	0,014	0,9	0,19	0,23	0,1	1,67	0,13	1,26	1,47	0,35	0,4	SupC	Cumple
AP2	0,08	0,014	0,9	0,13	0,16	0,06	1,35	0,08	1,05	1,43	0,24	0,27	SupC	Cumple
AP3	0,69	0,014	0,9	0,4	0,49	0,27	2,51	0,35	1,96	1,45	0,78	0,88	SupC	Cumple
AP4	0,52	0,014	0,9	0,34	0,42	0,22	2,33	0,29	1,79	1,47	0,67	0,76	SupC	Cumple
AP5	0,39	0,014	0,9	0,29	0,36	0,18	2,15	0,24	1,63	1,49	0,56	0,65	SupC	Cumple
AP6	0,27	0,014	0,9	0,24	0,3	0,14	1,94	0,18	1,46	1,49	0,46	0,53	SupC	Cumple
AP7	0,19	0,014	0,9	0,20	0,25	0,11	1,75	0,14	1,32	1,47	0,38	0,44	SupC	Cumple
AP8	0,42	0,014	0,9	0,3	0,37	0,19	2,19	0,25	1,66	1,48	0,59	0,67	SupC	Cumple
AP9	1,27	0,014	1,0 x 1,0	0,46	0,55	0,46	2,75	0,55	2,32	1,3	0,96	1,04	SupC	Cumple
AP10	0,65	0,014	0,9	0,39	0,47	0,26	2,48	0,34	1,92	1,45	0,76	0,86	SupC	Cumple
AP11	0,65	0,014	0,9	0,39	0,47	0,26	2,48	0,34	1,92	1,45	0,76	0,86	SupC	Cumple
AP12	1,53	0,014	1,0 x 1,0	0,53	0,62	0,53	2,89	0,62	2,47	1,27	1,09	1,17	SupC	Cumple
AP13	0,84	0,014	0,9	0,45	0,54	0,32	2,64	0,4	2,11	1,42	0,88	0,99	SupC	Cumple
AP14	0,19	0,014	0,9	0,21	0,25	0,11	1,76	0,15	1,33	1,47	0,39	0,44	SupC	Cumple
AP15	0,19	0,014	0,9	0,21	0,25	0,11	1,76	0,15	1,33	1,47	0,39	0,44	SupC	Cumple
AP16	2,82	0,014	1,5 x 1,5	0,56	0,71	0,84	3,35	1,07	2,64	1,43	1,25	1,42	SupC	Cumple
AP17	0,19	0,014	0,9	0,21	0,25	0,11	1,76	0,15	1,33	1,47	0,39	0,44	SupC	Cumple
AP18	0,07	0,014	0,9	0,12	0,14	0,05	1,28	0,07	0,99	1,42	0,22	0,25	SupC	Cumple
AP19	0,58	0,014	0,9	0,36	0,44	0,24	2,4	0,31	1,85	1,47	0,7	0,8	SupC	Cumple





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**Proyecto Segunda Calzada Popayán**  
**- Santander De Quilichao**  
**Unidad Funcional 3**  
**Pescador - Mondomo**



**INFORME FINAL**

Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Obra	Q [m³/s]	n	Dim [m]	yn [m]	yc [m]	Área normal [m]	Vn [m/s]	Área Crit [m²]	Vc [m/s]	F	Hc [m]	Hn [m]	Tipo flujo	Comprobación
AP19A	0,58	0,014	0,9	0,36	0,44	0,24	2,4	0,31	1,85	1,47	0,7	0,8	SupC	Cumple
AP20	0,58	0,014	0,9	0,37	0,45	0,24	2,4	0,32	1,85	1,46	0,71	0,81	SupC	Cumple
AP21	0,37	0,014	0,9	0,29	0,35	0,17	2,12	0,23	1,61	1,49	0,55	0,63	SupC	Cumple
AP22	0,64	0,014	0,9	0,38	0,47	0,26	2,46	0,33	1,91	1,46	0,75	0,85	SupC	Cumple
AP23	0,22	0,014	0,9	0,22	0,27	0,12	1,82	0,16	1,37	1,48	0,41	0,47	SupC	Cumple
AP24	0,09	0,014	0,9	0,14	0,17	0,06	1,41	0,08	1,08	1,44	0,26	0,3	SupC	Cumple
AP25	0,09	0,014	0,9	0,14	0,17	0,06	1,41	0,08	1,08	1,44	0,26	0,3	SupC	Cumple
AP26	0,16	0,014	0,9	0,19	0,23	0,1	1,67	0,13	1,27	1,47	0,35	0,4	SupC	Cumple
AP27	0,16	0,014	0,9	0,19	0,23	0,1	1,67	0,13	1,27	1,47	0,35	0,4	SupC	Cumple
AP28	0,16	0,014	0,9	0,19	0,23	0,1	1,67	0,13	1,27	1,47	0,35	0,4	SupC	Cumple
AP29	0,17	0,014	0,9	0,19	0,23	0,1	1,69	0,13	1,28	1,47	0,36	0,41	SupC	Cumple
AP30	1,01	0,014	0,9	0,5	0,59	0,37	2,76	0,45	2,27	1,38	0,99	1,09	SupC	Cumple
AP31	0,56	0,014	0,9	0,36	0,44	0,23	2,37	0,31	1,82	1,47	0,69	0,79	SupC	Cumple
AP32	0,45	0,014	0,9	0,32	0,39	0,2	2,23	0,26	1,7	1,48	0,61	0,7	SupC	Cumple
AP33	5,11	0,014	2,0 x 2,0	0,66	0,87	1,32	3,86	1,75	2,93	1,52	1,53	1,8	SupC	Cumple
AP34	0,12	0,014	0,9	0,16	0,2	0,08	1,53	0,1	1,17	1,45	0,3	0,34	SupC	Cumple
AP35	0,15	0,014	0,9	0,18	0,22	0,09	1,63	0,12	1,23	1,47	0,33	0,38	SupC	Cumple
AP36	0,13	0,014	0,9	0,17	0,2	0,08	1,56	0,11	1,19	1,46	0,31	0,35	SupC	Cumple
AP37	0,13	0,014	0,9	0,17	0,2	0,08	1,56	0,11	1,19	1,46	0,31	0,35	SupC	Cumple
AP38	26,98	0,014	3,0 x 3,0	1,52	2,02	4,56	5,92	6,06	4,45	1,53	3,54	4,2	SupC	Cumple

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>		Consorcio 
	<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2		Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca		Fecha: Junio 2017

Obra	Q [m³/s]	n	Dim [m]	yn [m]	yc [m]	Área normal [m]	Vn [m/s]	Área Crit [m²]	Vc [m/s]	F	Hc [m]	Hn [m]	Tipo flujo	Comprobación
AP39	0,1	0,014	0,9	0,15	0,18	0,07	1,47	0,09	1,12	1,45	0,28	0,32	SupC	Cumple
AP40	1,9	0,014	1,5 x 1,5	0,42	0,55	0,64	2,99	0,82	2,32	1,47	0,96	1,11	SupC	Cumple
AP41	0,84	0,014	0,9	0,45	0,54	0,32	2,65	0,4	2,11	1,42	0,88	0,99	SupC	Cumple
AP42	0,49	0,014	0,9	0,33	0,41	0,21	2,29	0,28	1,75	1,48	0,64	0,73	SupC	Cumple
AP43	0,22	0,014	0,9	0,22	0,27	0,12	1,84	0,16	1,39	1,48	0,42	0,48	SupC	Cumple
AP44	0,2	0,014	0,9	0,21	0,26	0,11	1,78	0,15	1,35	1,48	0,4	0,45	SupC	Cumple

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

Como se mencionó previamente, se ha definido un diámetro mínimo de alcantarilla igual a 0,90 m, que corresponde al diámetro mínimo que especifica el Instituto Nacional de Vías, INVÍAS, para este tipo de obras, con el fin de dar un adecuado mantenimiento y limpieza a estas estructuras.

#### 7.4.4 Análisis de socavación



La socavación total en una corriente de agua se divide en la socavación generalizada que sufre el fondo del cauce ante eventos de crecientes máximas extraordinarias, y la socavación localizada al pie de estructuras, como pilas o estribos de un puente, o sobre obras de defensa de la corriente misma, como espolones, muros de protección, etc.

##### 7.4.4.1 Socavación generalizada

###### 7.4.4.1.1 Método de Lischvan - Lebediev

Uno de los métodos empleados para evaluar la socavación general, es el método propuesto por Lischvan – Lebediev, de acuerdo con las referencias bibliográficas (Maza Álvarez, Socavación en Cauces Naturales, 1968) y (Maza Álvarez & García Flores, Manual de Ingeniería de Ríos, 1989), el cual se basa en la obtención de la condición de equilibrio entre la velocidad media del flujo y la velocidad media máxima necesaria para no erosionar el material del fondo.

Para suelos homogéneos, conocido el material del fondo en la sección o tramo en estudio, y aceptando que las rugosidades son constantes en todo el ancho de la sección, la profundidad de la socavación se obtiene a partir de las siguientes expresiones:

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

#### 7.4.4.1.2 Para suelos granulares no cohesivos

Para suelos granulares no cohesivos existen 3 expresiones, en función del  $D_{84}$ , las cuales se presentan a continuación.

$$d_s = \left( \frac{\alpha d_0^{5/3}}{4.70 \beta D_{84}^{0.28}} \right)^{\frac{D_{84}^{0.03}}{0.322 + D_{84}^{0.03}}} \quad (6)$$

Si  $0,00005 \text{ m} \leq D_{84} \leq 0,0028 \text{ m}$

$$d_s = \left( \frac{\alpha d_0^{5/3}}{4.7 \beta D_{84}^{0.28}} \right)^{\frac{D_{84}^{0.092}}{0.223 + D_{84}^{0.092}}} \quad (7)$$

Si  $0,0028 \text{ m} \leq D_{84} \leq 0,182 \text{ m}$

$$d_s = \left( \frac{\alpha d_0^{5/3}}{4.7 \beta D_{84}^{0.28}} \right)^{\frac{D_{84}^{0.187}}{0.191 + D_{84}^{0.187}}} \quad (8)$$

Si  $0,82 \text{ m} \leq D_{84} \leq 1,0 \text{ m}$

#### 7.4.4.1.3 Para suelos cohesivos


$$d_s = \left( \frac{5780 \alpha d_0^{5/3}}{\beta \gamma_d^{1.18}} \right)^{\frac{\gamma_d^{0.725}}{66.28 + \gamma_d^{0.725}}} \quad (9)$$

Estas ecuaciones deben aplicarse para varias líneas verticales de la sección del cruce. La profundidad en cada una de ellas es una función de la profundidad inicial  $d_0$ . Al unir todas las profundidades  $d_s$  se tiene el perfil de la sección teórica erosionada.

En las ecuaciones anteriores  $\beta$  es un coeficiente que toma en cuenta el periodo de retorno,  $T$ , del gasto de diseño en años. Para obtener su valor se propone la expresión.

$$\beta = 0.8416 + 0.03342 \ln T \quad (10)$$



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

La cual es válida para periodos de retorno comprendidos entre 15 y 1500 años.  $\beta$  no tiene unidades.

D84 es el diámetro de la muestra de sedimento en que el 84 % del peso es menor que ese tamaño [m]. Adicionalmente,  $\gamma_d$  es el peso específico seco, conocido en hidráulica fluvial como peso volumétrico seco, y es igual al peso seco de la muestra entre su volumen inicial, en  $\text{kgf/m}^3$ . Por otro lado, alfa se expresa de la siguiente manera

$$\alpha = \frac{Qd}{\mu B_e d_m^{5/3}} \quad (11)$$


Donde,  $d_0$  es la profundidad inicial, en una línea vertical dada, entre el nivel del agua cuando se presenta el caudal de diseño y el nivel del fondo inicial (levantando normalmente en el estiaje anterior) en metros;  $d_s$  es la profundidad hasta el fondo ya socavado, en m. Se mide desde la elevación de la superficie del agua al presentarse el caudal de diseño, sobre el mismo vertical de  $d_0$ , en metros;  $Q_d$  es el caudal de diseño o caudal máximo de la creciente para la cual se desea calcular la erosión [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];  $d_m$  es la lámina de agua media o profundidad media, medida entre la superficie del agua al pasar el gasto  $Q_d$  y el perfil del fondo original [m]. Se obtiene dividiendo el área hidráulica  $A$  entre el ancho efectivo  $B_e$ .

$$d_m = \frac{A}{B_e} \quad (12)$$

Por su parte  $B_e$  es el ancho efectivo de la superficie libre del cauce [m]. Se calcula a partir del ancho real del cauce, al que se le reduce el ancho de todos los obstáculos y  $\mu$  es el Coeficiente que toma en cuenta las contracciones laterales del flujo que se produce en las caras de los obstáculos que están dentro de la corriente, como por ejemplo las pilas de un puente. Es función de la velocidad media del flujo y del claro entre pilas. Se evalúa a partir de la expresión propuesta por Maza, teniendo en cuenta los datos proporcionados por Lischtván – Lebediev, y no tiene unidades.

$$\mu = 1 - \frac{0.387U}{L} \quad (13)$$

Cuando no hay obstáculos,  $\mu = 1$ ; en la ecuación anterior,  $U$  es la velocidad media del agua en la sección, en  $\text{m/s}$ , dada por la relación y  $L$  es la luz entre dos pilas u obstáculos [m].

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Puesto que la ecuación no es dimensionalmente correcta, deben respetarse las unidades indicadas; adicionalmente A es el área hidráulica de la sección [m<sup>2</sup>].

$$U = \frac{Q_d}{A} \quad (14)$$

#### 7.4.4.1.4 Metodología de Laursen.

La socavación general para la metodología de Laursen fue estimada mediante el software HEC-RAS. La ecuación para socavación general desarrollada por Laursen (1963), para la condición de agua clara es la siguiente.

$$y_2 = \left[ \frac{Q_2^2}{C * D_m^{(2/3)} * W_2^2} \right]^{3/7} \quad (15)$$

$$y_s = y_2 - y_0$$

Donde,  $y_2$  es la profundidad de socavación tomada desde la superficie del agua;  $y_s$  es la profundidad de socavación tomada desde el fondo del cauce;  $Q_2$  es el caudal en la sección inmediatamente aguas abajo;  $W_2$  es el ancho del fondo de la banca en la sección inmediatamente aguas abajo;  $D_m$  es el diámetro de la partícula más pequeña no transportable, (aprox. equivalente a  $1,25 * D_{50}$ ) (mm);  $D_{50}$ : Diámetro medio de las partículas y C es una constante igual a 40 para unidades métricas.



#### 7.4.4.2 Socavación local en pilas.

##### 7.4.4.2.1 Metodología de la CSU (Colorado State University)

La socavación en pilas por la metodología CSU (Colorado State University), fue estimada mediante el software HEC-RAS. La ecuación empleada para la metodología del CSU es la siguiente.

$$y_s = 2.0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * a^{0.65} * y_1^{0.35} * Fr_1^{0.43} \quad (16)$$

Donde;  $y_s$  es la profundidad de socavación tomada desde la superficie del agua (m);  $k_1$  es el factor de corrección por la forma de la nariz de la pila, así: pila cuadrada 1,1; redonda 1,0; angular 0,9 y grupo de cilindros 1,0;  $k_2$  es el factor de corrección por el ángulo de ataque del flujo, según la siguiente expresión.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

$$K_2 = (\cos\theta + \frac{L}{a} * \text{sen}\theta)^{0.65} \quad (17)$$

Donde; L es la longitud de la pila en el sentido del flujo;  $\theta$  es el ángulo de ataque del flujo, respecto a la pila;  $k_3$  es el factor de corrección por condición del lecho. Para condición de agua clara  $K_3 = 1,1$  y  $k_4$  es el factor de corrección por, con base en las siguientes expresiones.

$$K_4 = 0.4 * (V_R)^{0.15} \quad (18)$$

$$V_R = \left[ \frac{V_1 - V_{i50}}{V_{c50} - V_{i95}} \right] \quad (19)$$

$$V_{i50} = 0.645 * \left[ \frac{D_{50}}{a} \right]^{0.053} * V_{c50} \quad (20)$$



$$V_{i95} = 0.645 * \left[ \frac{D_{95}}{a} \right]^{0.053} * V_{c95} \quad (21)$$

Donde;  $V_R$  es la relación de velocidad;  $V_1$  es la velocidad promedio en el canal en la sección aguas arriba de la pila [m/s];  $V_{i50}$  es la velocidad aproximada para iniciar socavación en la pila para un tamaño de grano de D50;  $V_{i95}$  es la velocidad aproximada para iniciar socavación en la pila para un tamaño de grano de D95;  $V_{c50}$  es la velocidad crítica para un tamaño de grano del fondo de D50;  $V_{c95}$  es la velocidad crítica para un tamaño de grano del fondo de D95 y  $\alpha$  es el ancho de la pila [m].

$$V_{c50} = K_u * y^{1/6} * D_{50}^{1/3} \quad (22)$$

$$V_{c95} = K_u * y^{1/6} * D_{95}^{1/3} \quad (23)$$

Donde, y es la profundidad de flujo justo aguas arriba de la pila [m];  $K_u$  es un coeficiente igual a 6,19 para unidades métricas; adicionalmente estas expresiones tienen algunas limitaciones: valor mínimo  $K_4 = 0,4$ , para el tamaño de fondo:  $D_{50} > 0,002$  m y  $D_{95} > 0,02$  m.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

#### 7.4.4.2.2 Metodología de Laursen y Toch

Uno de los criterios para el cálculo de la socavación local, debido a la colocación de un algún obstáculo en la corriente es el propuesto por Laursen y Toch, el cual dice que la socavación depende fundamentalmente del tirante y en segundo término de la forma de la pila.

Se distinguen dos casos generales, uno cuando la corriente incide paralelamente al eje de la pila y otro cuando forma un cierto ángulo con el mismo.

Cuando la mayor dimensión de la pila está alineada con el flujo, la ecuación es la siguiente.

$$S_o = K_1 K_2 b \quad (24)$$

Donde;  $S_o$  es la profundidad de socavación a partir del fondo [m];  $K_1$  es el coeficiente que depende de la relación tirante ancho de la pila y que se encuentra en la 0 (este tirante es el que aparece después de la socavación general);  $K_2$  es el coeficiente que depende de la forma de la nariz de la pila y se encuentra en la 0;  $b$  es el ancho de la pila [m].

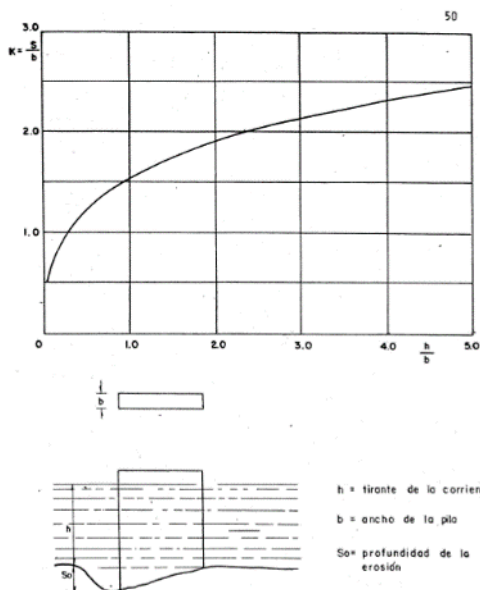




Figura 7.13 Relación entre la erosión relativa y la profundidad relativa.

FORMA DE LA NARIZ	COEFICIENTE $K_2$ DE SCHEIBLE
RECTANGULAR $A/B = 4$	1.00
SEMICIRCULAR	0.90
ELIPTICA $\frac{P}{r} = \frac{2}{1}$	0.81
$\frac{P}{r} = \frac{3}{1}$	0.75
LENTICULAR $\frac{P}{r} = \frac{2}{1}$	0.81
$\frac{P}{r} = \frac{3}{1}$	0.69
FORMA DE LA NARIZ	SEGUN TISON
BISELADA $a/b = 4$	0.78
PERFIL HIDRODINAMICO $a/b = 4$	0.75

Figura 7.14 Coeficiente de corrección, metodo del Laursen-Tosh.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

En conclusión, para Laursen y Toch la socavación sólo depende del tirante y de la forma de la pila.

El otro caso se presenta la corriente forma un ángulo con el eje de la pila. La socavación se determina con la siguiente expresión.

$$S_o = K_1 K_3 b \quad (25)$$

Donde;  $K_3$  es el coeficiente que depende del ángulo de incidencia y de la relación  $l/b$ , el cual se determina con ayuda de la 0.

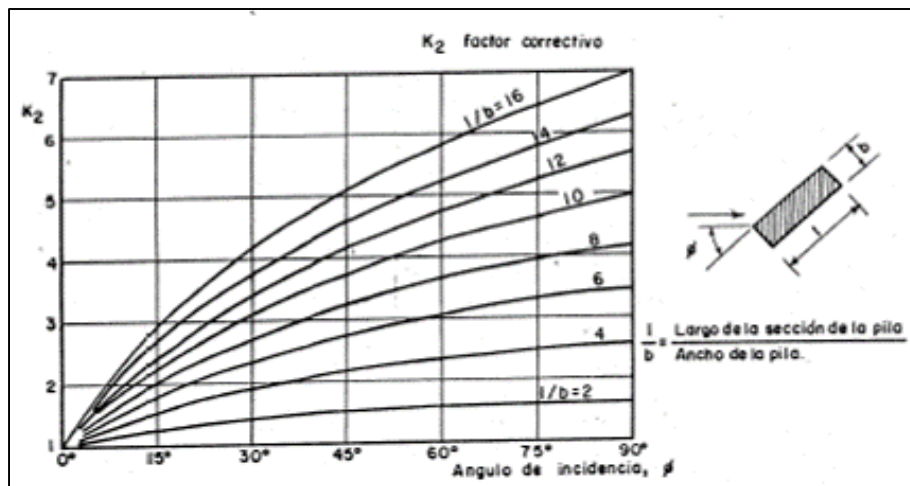


Figura 7.15 Coeficiente de corrección cuando existe un ángulo de inferencia entre el eje de la pila y la corriente.

#### 7.4.4.3 Socavación local en estribos


Se deja aquí constancia de las metodologías que desarrolla el programa HEC-RAS para el cálculo de la socavación en estribos.

##### 7.4.4.3.1 Metodología de Hire

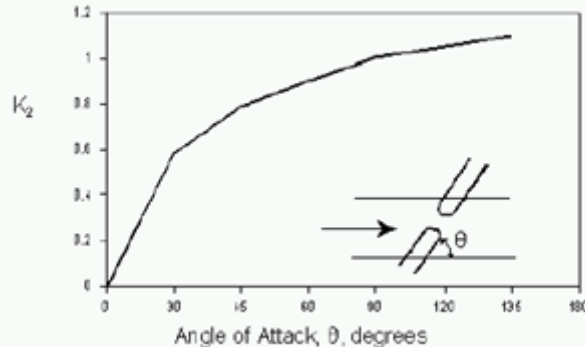
La ecuación de Hire para obtener la profundidad de la socavación local en los estribos viene dada por la siguiente expresión.

$$y_s = 4 * y_1 * \left(\frac{K1}{0.55}\right) * K_2 * Fr_1^{0.33} \quad (26)$$



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Donde;  $Y_s$  es la profundidad de socavación [m];  $Y_1$  es la profundidad del flujo al pie del estribo [m];  $K_1$  es el factor de corrección por la forma del estribo. Si el estribo es con paredes verticales es igual a 1,0, y si además tiene aletas es igual a 0,82;  $K_2$  es el factor de corrección por al ángulo de ataque de la corriente. Si el flujo es perpendicular, el ángulo es de 90 grados (Figura 1);  $Fr_1$  es el número de Froude basado en la velocidad y profundidad adyacente justo aguas arriba del pie del estribo.



**Figura 1.** Estimación  $k_2$  método de Hire.

#### 7.4.4.3.2 Metodología de Froelich



La ecuación de Froelich para la obtención de la socavación en los estribos viene definida mediante la siguiente ecuación.

$$y_s = 2.27 * K_1 * K_2 * (L_1)^{0.43} * y_a^{0.47} * Fr^{0.61} + Y_a \quad (27)$$

Donde;  $Y_s$  es la profundidad de socavación [m];  $K_1$  es el factor de corrección por la forma del estribo, si el estribo es con paredes verticales es igual a 1,0 y si además tiene aletas es igual a 0,82;  $K_2$  es el factor de corrección por al ángulo de ataque de la corriente. Si el flujo es perpendicular, el ángulo es de 90 grados. Como se muestra en la siguiente ecuación.

$$K_2 = \left(\frac{\theta}{90}\right)^{0.13} \quad (28)$$

$L_1$  es la longitud del estribo proyectada normal al flujo [m];  $Y_a$  es la profundidad promedio del flujo en el estribo [m];  $Fr$  es el número de Froude;  $Ve$  es la velocidad promedio del flujo [m/s];  $Q_e$  es el caudal obstruido por el estribo [m<sup>3</sup>/s] y  $A_e$  es el área de flujo obstruida por el estribo [m<sup>2</sup>].

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

#### 7.4.4.4 Resultados

Para la realización de los cálculos, fue necesario introducir en el programa HEC-RAS los datos del D50 y D95 del material del lecho y márgenes; los cuales fueron obtenidos a partir de las observaciones realizadas en campo.

En lo que respecta a los valores de constantes adoptados para la aplicación del método de CSU, se han adoptado unos valores de K1 de 1,0 (correspondiente a pilas de nariz circular) K2 de 1,0 (correspondiente a ríos rectilíneos), y un valor medio de K3 de 1,1 (en función de las características del fondo de los cauces) y de K4 de 1,0 (dado que no existe acorazamiento en los lechos de los ríos estudiados).

En la 0 presenta un resumen de los resultados de los cálculos de profundidades totales de socavación realizados. En el Anexo 7.7 de dicho documento se presentan los resultados completos obtenidos con el programa HEC-RAS.

**Tabla 7.15 Resultados de socavación.**



Puente	Profundidad de socavación			
	Tipo	Margen izquierda	Cauce	Margen derecha
Ovejas (48,50 D)	Contracción	0,00	1,02	0,00
	En pilas	2,23		
	En estribos	Fuera de alcance		
	Total	2,23	1,02	0,00
Mondomo (53,60 l y 53,17 D)	Contracción	0,00	1,58	0,00
	En pilas	-	-	-
	En estribos	7,60		
	Total	7,60	1,58	0,00

#### 7.4.5 Transito hidráulico

##### 7.4.5.1 HEC-RAS 4.1.0

Para llevar a cabo los estudios hidráulicos, se tomaron en primer lugar, los valores de caudales máximos instantáneos teóricos calculados producidos por el área de drenaje en cada uno de los puentes.

Es de aclarar que el diseño original de la luz de los puentes proyectados al largo del corredor vial contempló la práctica usual de ingeniería, la cual tiene por objeto afectar al mínimo las corrientes de agua, siempre y cuando esto sea una situación aceptable. De esta manera,

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

los estribos en tal práctica se ubican sobre la planicie de inundación, alejados del cauce una distancia adecuada, que puede llegar a ser entre 2 a 5 m, de tal manera que la fundación de los mismos no afecte el cauce de la corriente, y que la misma fundación se trabaje en seco. El fin de lo anterior, es tener el mínimo costo de construcción y mantenimiento de las estructuras, y que se eviten al máximo las obras de protección y direccionamiento de los cauces durante la vida útil de la vía.

Este modelo simula la hidráulica del flujo para canales de cualquier tipo de sección transversal bajo flujo gradualmente variado, trabajando de acuerdo con la ecuación de Bernoulli:

$$Z_1 + Y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h \quad (29)$$

Donde, Z es el nivel del fondo del canal aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de posición [m]; Y es la profundidad de la Lámina de agua aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de presión [m];  $V^2/2g$  es la cabeza de velocidad aguas arriba (1) y abajo del tramo (2) [m] y h son las pérdidas de energía en el tramo, dividiéndose en pérdidas por fricción y localizadas [m].

Las pérdidas por fricción en el tramo  $h_f$  para flujo gradualmente variado en un tramo de longitud L del canal se pueden expresar por medio de la ecuación de Manning, presentada a continuación.



$$h_f = \frac{(S_{e1} + S_{e2})}{2} L \quad (30)$$

Donde  $S_{e1}$  y  $S_{e2}$  corresponden a los valores de la pendiente de la línea de energía aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo. Estos valores se expresan por medio de la fórmula de Manning para flujo uniforme en cada sección del tramo.

$$S_e = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}} \quad (31)$$

Donde, n es el Coeficiente de rugosidad de Manning; V es la velocidad promedio del agua [m/s]; R es el radio hidráulico [m], R es igual al área hidráulica A [m<sup>2</sup>], dividida entre el perímetro mojado P [m]. Se ha definido según Chow [1994) un coeficiente de rugosidad de Manning para la banca igual a 0,055.

Por otro lado, las pérdidas localizadas  $h_l$  en un punto del canal se expresan mediante la ecuación.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

$$h_l = K * ABS \left( \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} \right) \quad (32)$$


Donde, K es el Coeficiente de pérdidas localizadas; V es la velocidad promedio aguas arriba (1) y aguas abajo (2) del punto o tramo en donde se produce la pérdida localizada [m/s].

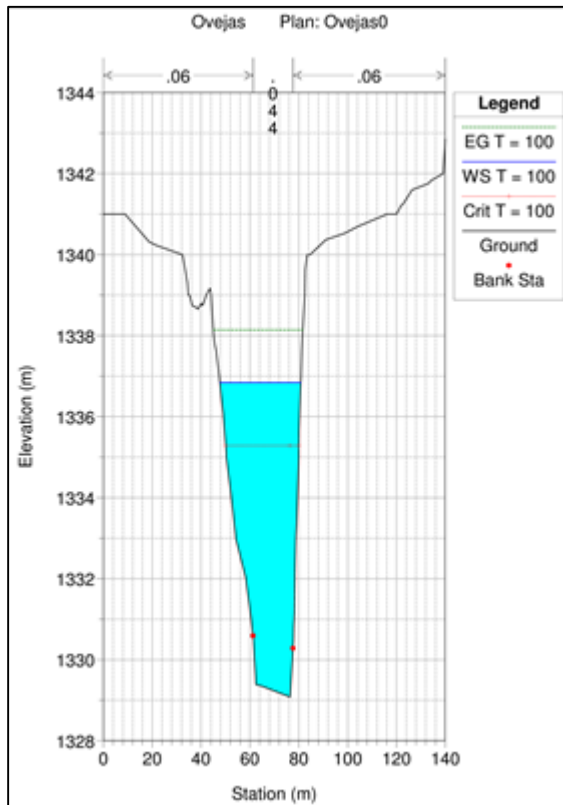
Los coeficientes de pérdidas localizadas por contracción y expansión se definieron igual a 0,30 y 0,50 para cada puente, y 0,1 y 0,3 para las secciones transversales, (U.S Army Corps of Engineers, 2010) (Chow, 1994).

#### **7.4.5.2 Información de entrada**

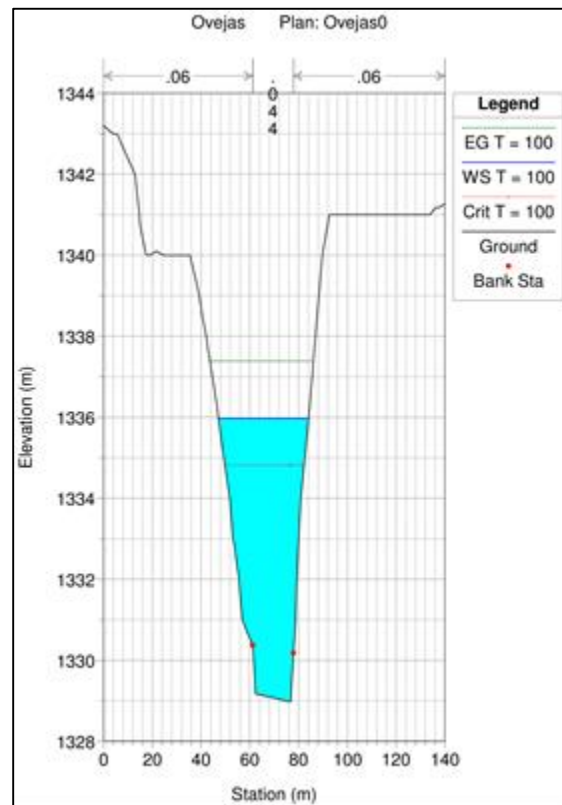
##### **7.4.5.2.1 Secciones transversales**

La hidráulica de la corriente se basó en el modelo computacional HEC – RAS, de acuerdo con la referencia bibliográfica (U.S Army Corps of Engineers, 2010). Las secciones transversales típicas empleadas para la modelación hidráulica se presentan de la Figura 7.16 a la Figura 7.17; la totalidad de las secciones transversales se presentan en el Anexo 7.10.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017





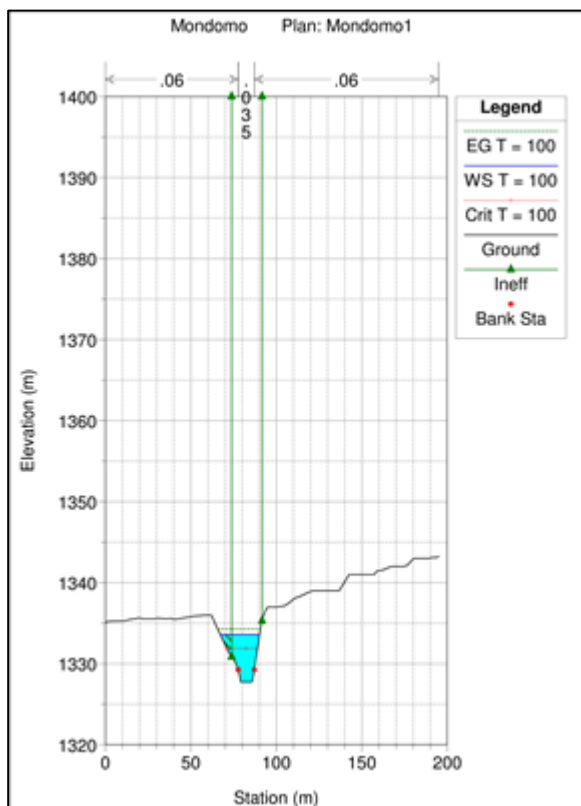
**Figura 7.16 Sección transversal río Ovejas, aguas arriba del puente propuesto.**  
 Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2016



**Figura 7.17 Sección transversal río Ovejas, aguas abajo del puente propuesto.**  
 Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2016

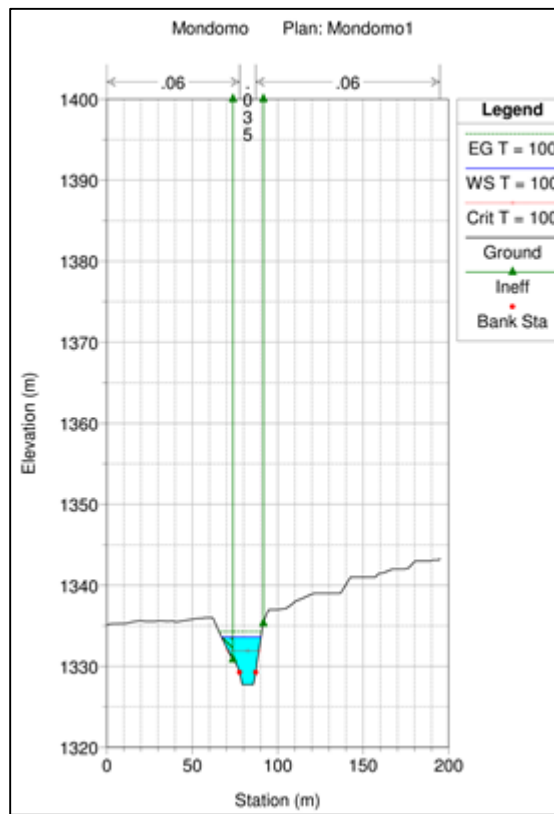


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



**Figura 7.18 Sección transversal río Mondomo, aguas arriba del puente propuesto.**



Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2016

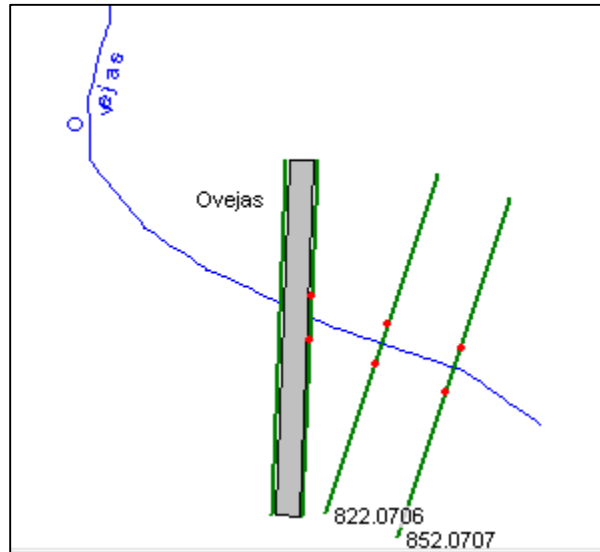


**Figura 7.19 Sección transversal río Mondomo, aguas abajo del puente propuesto.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2016

La ubicación en planta de las secciones del río Ovejas se presenta de la Tabla 7.15.



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

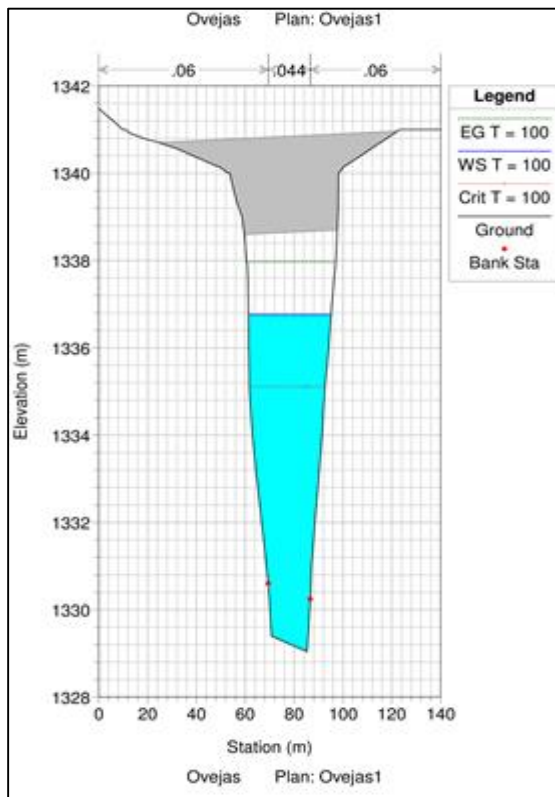


**Figura 7.20 Secciones transversales río Ovejas.**  
 Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2016

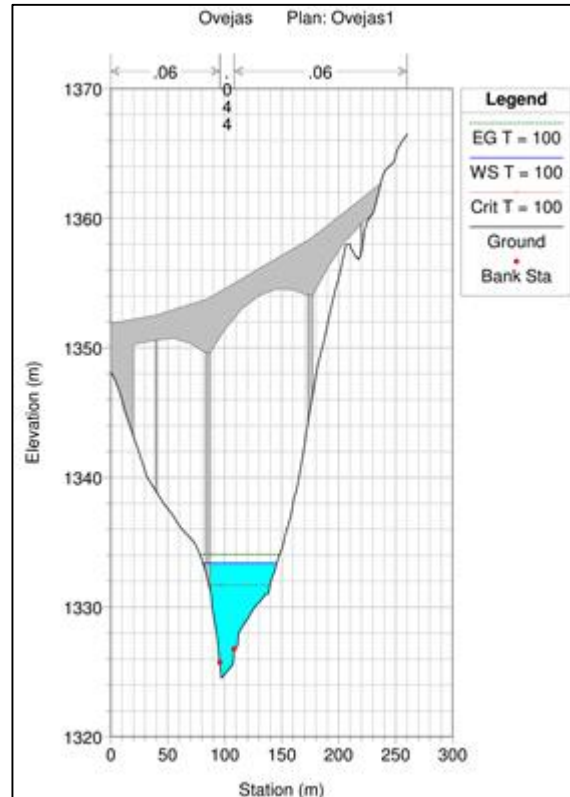
#### 7.4.5.2.2 Obras proyectadas

A continuación se presentan las obras hidráulicas proyectadas para la unidad funcional 1; de la Figura 7.21 a la Figura 7.22 se muestran las respectivas obras para cada uno de los cauces intervenidos.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017




a. Puente calzada derecha.

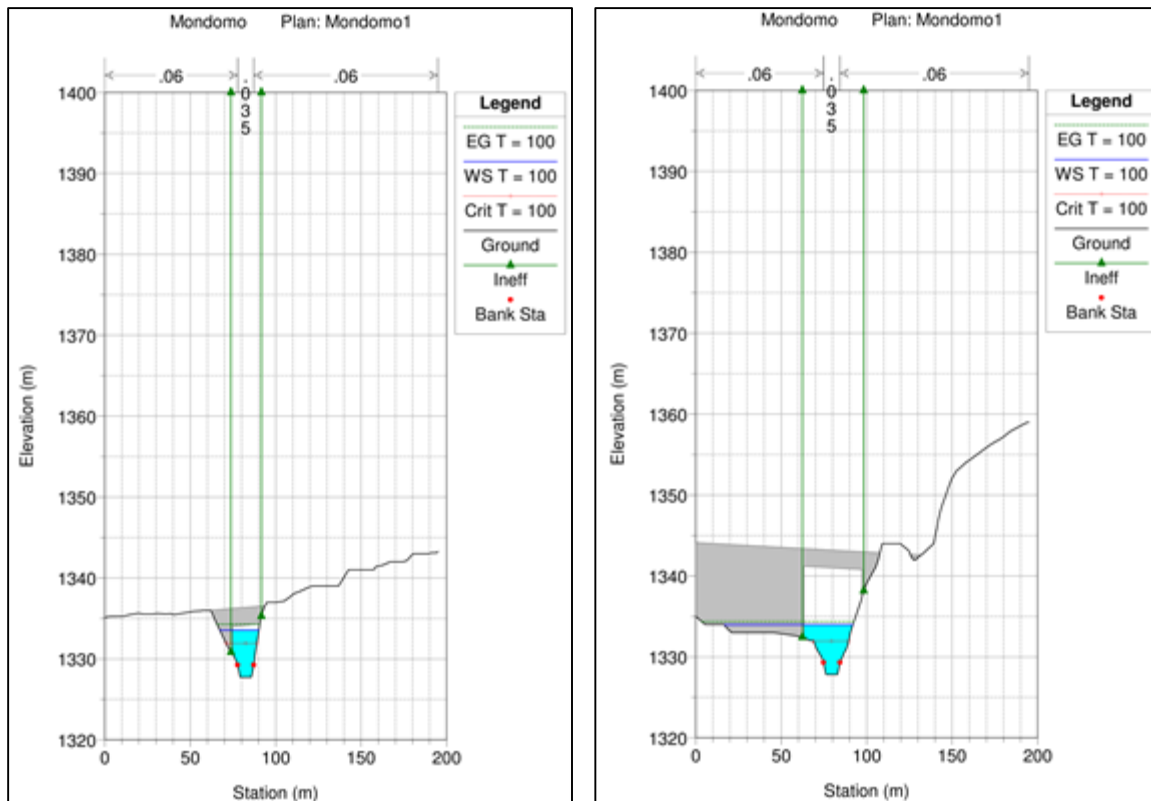


b. Puente calzada izquierda.

**Figura 7.21 Obras hidráulicas propuestas sobre el río Ovejas.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2016

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



a. Puente calzada derecha.

b. Puente calzada izquierda.



**Figura 7.22 Obras hidráulicas propuestas sobre el río Cajibío**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2016

### 7.4.5.3 Resultados

Los cálculos, dada la condición de flujo SubC de las corrientes de agua a lo largo de la longitud considerada, como fue corroborado en los cálculos, se iniciaron desde aguas abajo hacia aguas arriba. Por lo que el régimen del flujo por ser un cruce sobre terreno tan plano se definió como régimen de flujo SubC.

En el Anexo 7.13 se presenta las modelaciones hidráulicas en cada uno de los sitios, así mismo en la se encuentra la información de nivel máximo, nivel mínimo de viga inferior

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

necesaria, para un periodo de retorno de 100 años. Los resultados de la modelación incluyen los siguientes aspectos para cada sección transversal considerada:

- ✓ Abscisa de la sección transversal
- ✓ Caudal total
- ✓ Cota de fondo mínima de la sección transversal
- ✓ Nivel de la lámina de agua
- ✓ Lámina de agua máxima en la sección transversal
- ✓ Nivel de la profundidad crítica
- ✓ Velocidad promedio del agua
- ✓ Área hidráulica
- ✓ Ancho de la superficie libre de agua de la sección transversal

De esta manera, en la Tabla 7.16 se presentan los valores nivel máximo instantáneo para cada una de las secciones con los periodos de retorno definidos, junto con las cotas de viga inferior sugeridas para cada uno de los puentes.

**Tabla 7.16 Gálidos de los puentes proyectados analizados.**


Puente	Perfil de referencia	Cota lámina de agua [m]	Cota inferior puente [m]	Gálibo [m]
Ovejas (48,50 D)	300 BR U	1.333,39	1.360,15	26,76
Mondomo (53,60 I y 53,17 D)	120 BR U	1.333,97	1.340,80	6,83

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

De los resultados obtenidos se puede concluir que los viaductos analizados presentan un gálibo superior al definido como mínimo en el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVIAS, de 2,5 m.

En la Tabla 7.24 se muestran las sobreelevaciones máximas causadas por los puentes, realizando la diferencia entre las cotas de lámina de agua obtenidas de las modelaciones en la situación existente y en la situación proyectada (para un período de retorno de 100 años).



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

**Tabla 7.17 Sobreelevaciones de los puentes proyectados analizados.**

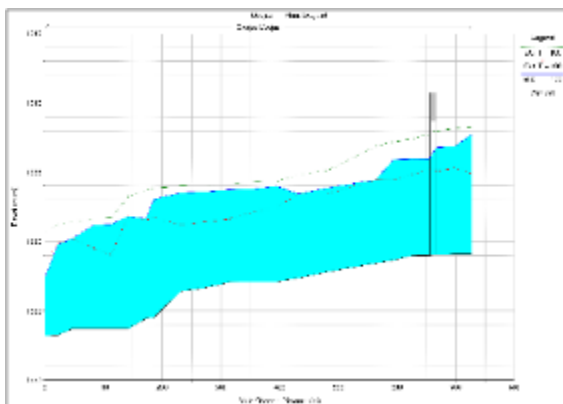
Puente	Perfil de referencia	Cota avenida situación existente [m]	Cota avenida situación proyectada [m]	Sobreelevación [m]
Ovejas (48,50 D)	310,3905	1333,05	1333,41	0,36
Mondomo (53,60 l y 53,17 D)	137,5536	1333,98	1333,98	0,00

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2016

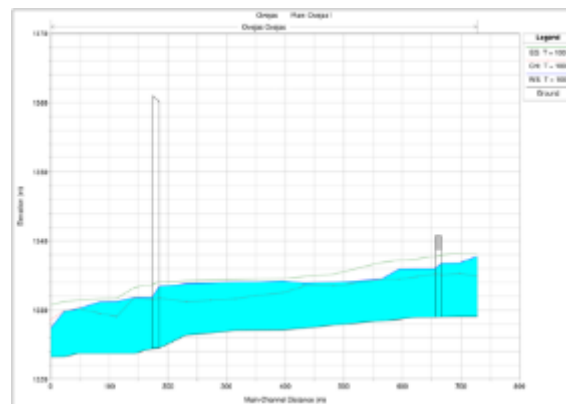
Dado que las sobreelevaciones máximas que se obtienen son en todos los casos inferiores a 0.5 m, se consideran admisibles tanto las luces como las ubicaciones de los puentes proyectados.

En lo que respecta a los puentes y pontones existentes, de forma general, se puede afirmar que presentan una capacidad suficiente para permitir el paso de las avenidas para T=100 años.



De la Figura 7.23 a la Figura 7.24 se presenta la modelación hidráulica sobre las obras actuales y propuestas, donde es posible corroborar su suficiencia hidráulica.

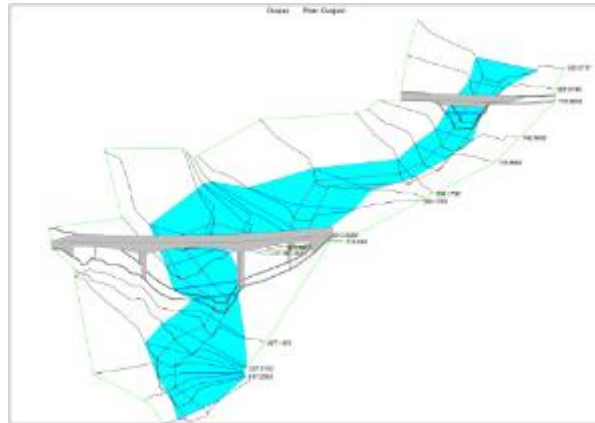


a. Perfil condiciones actuales.



b. Perfil condiciones proyectadas.

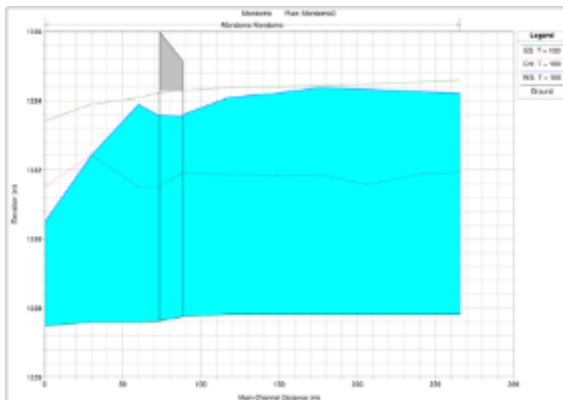
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



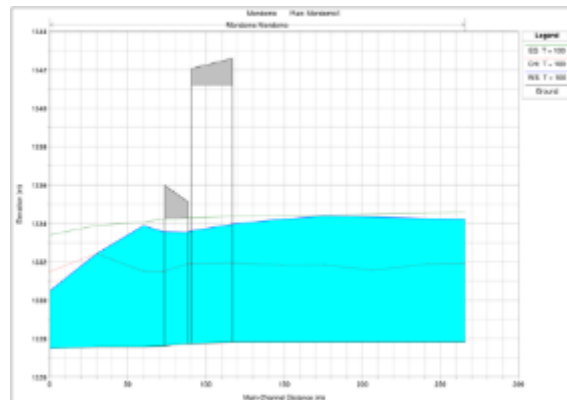
c. Modelación hidráulica.

**Figura 7.23 Suficiencia hidraulica obras río Blanco.**



Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2016

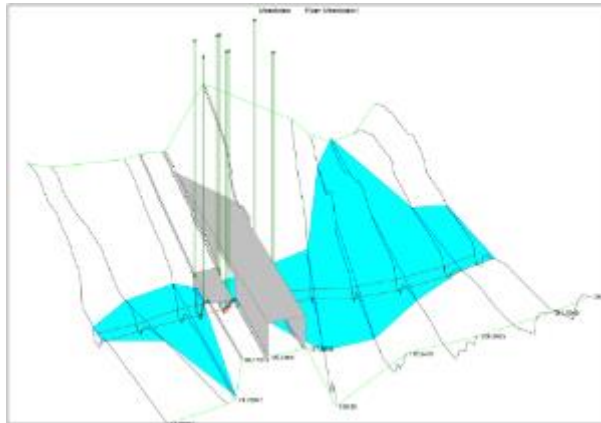


a. Perfil condiciones actuales.



b. Perfil condiciones proyectadas.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



c. Modelación hidráulica.

**Figura 7.24 Suficiencia hidráulica obras río Mondomo.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2016



Además de los niveles y características hidráulicas de las secciones se realizaron las manchas de inundación por cada uno de los puentes para un periodo de retorno de 100 años, que se encuentran en el Anexo 7.13.

## 7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL

La remoción de coberturas vegetales para la ejecución de un proyecto requiere la autorización del aprovechamiento forestal único bajo los términos establecidos por el decreto 1791 de 1996. Según dicho decreto *“Es la autoridad ambiental quien otorga la autorización para el aprovechamiento de un bosque en particular o de árboles aislados ubicados en predios de propiedad privada o en zonas públicas, bien sea bosque plantado o bosque natural”* mediante tres clases de aprovechamiento forestal según sea el caso: único, persistente y doméstico.

El aprovechamiento forestal único es el que se realiza por una vez en áreas donde con base en estudios técnicos se demuestre mejor aptitud de uso diferente al forestal, o cuando existan razones de utilidad pública e interés social.

Para la estimación del volumen y número de individuos a remover durante la construcción de la Unidad Funcional 3 del Proyecto Segunda Calzada Popayán – Santander de Quilichao, se realizó un censo en el área de aprovechamiento de la vía y de las zonas de disposición de material estéril (ZODMES) para todos los individuos en categoría fustal (DAP>10cm).

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Para los individuos de las categorías latizales y brinzales se establecieron en el área de aprovechamiento siete parcelas de 100 m<sup>2</sup>. Ver Las coordenadas de los individuos de estas especies, sus variables dasométricas y su ubicación en el área de aprovechamiento se presentan en el Anexo 7.14 Censo forestal documento COORDENADAS INDIVIDUOS IMPORTANCIA ECOLOGICA.


### 7.5.1 Área a intervenir

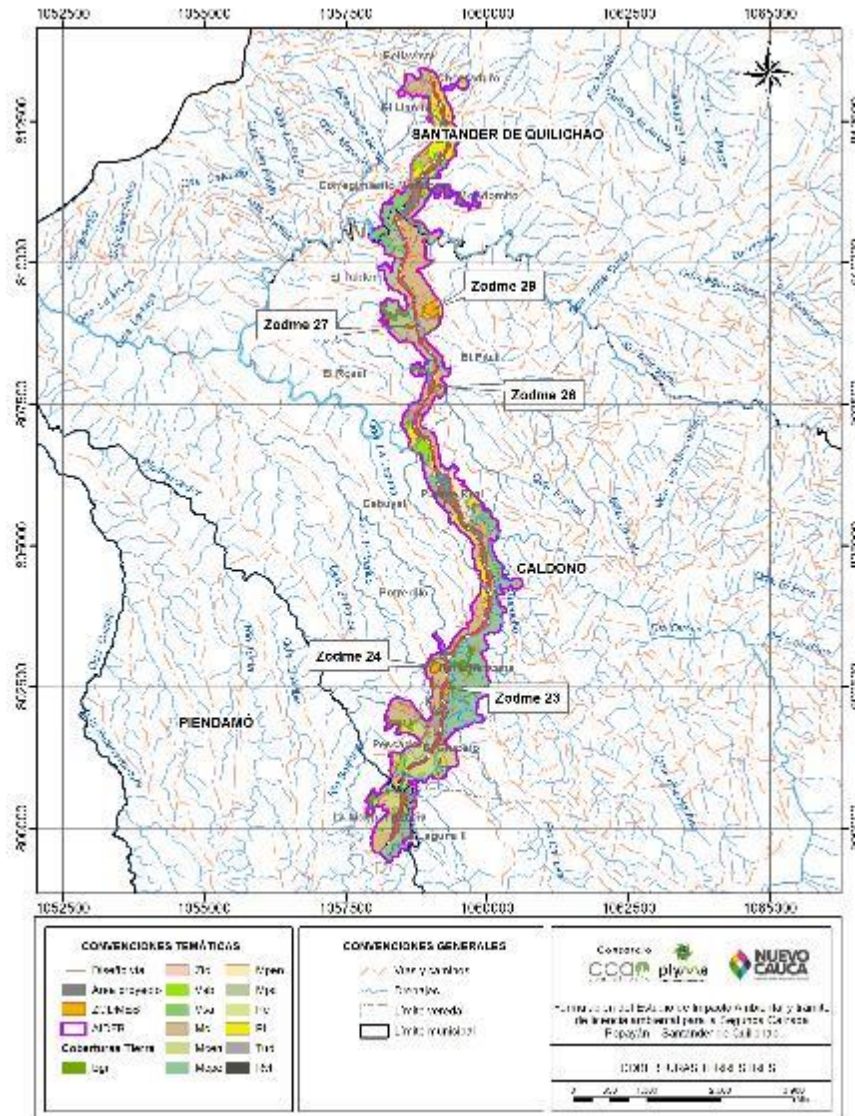
La ejecución de la Unidad Funcional 3 del proyecto requiere la intervención de 94,99 ha de las cuales 84,08 ha corresponden a el corredor vial y accesos y 10,19 ha a los Zodmes. La cobertura con mayor intervención es el mosaico de cultivos seguido por el pasto limpio. En la Tabla 7.18 se presentan las áreas a intervenir por tipo de cobertura y se observa en la Figura 7.25 el área de intervención con respecto al área de influencia.

**Tabla 7.18. Áreas a intervenir por las actividades del proyecto.**

OBRA	COBERTURA	AREA DE APROVECHAMIENTO (ha)
Vía y accesos	Bosque de galería y/o ripario	0,17
	Mosaico de cultivos	21,40
	Mosaico de cultivos y espacios naturales	8,05
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5,50
	Mosaico de pastos y cultivos	8,84
	Mosaico de pastos y espacios naturales	0,06
	Pastos limpios	16,88
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	13,24
	Tejido urbano discontinuo	6,26
	Vegetación secundaria alta	2,83
	Vegetación secundaria baja	0,70
	Zonas industriales o comerciales	0,86
	<b>TOTAL VIA Y ACCESO</b>	
Zodme	Bosque de galería y/o ripario	0,68
	Mosaico de cultivos	3,80
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	0,58
	Mosaico de pastos y cultivos	0,75
	Pastos limpios	4,37
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,00
	Tejido urbano discontinuo	0,01
<b>TOTAL ZODME</b>		<b>10,19</b>
<b>Total general</b>		<b>94,99</b>



Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2017

 <b>NUEVO CAUCA</b> <small>ASOCIACIÓN PARA EL FUTURO</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



**Figura 7.25. Área de intervención.**  
 Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2017



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> Proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador - Mondomo	Consortio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

### 7.5.1.1 Especies encontradas en alguna categoría de amenaza dentro del área de intervención del proyecto

Se reportan seis especies de alto valor de conservación dentro del listado de especies que se verán afectadas por el aprovechamiento forestal, como se presenta en Tabla 7.19.

Las coordenadas de los individuos de estas especies, sus variables dasométricas y su ubicación en el área de aprovechamiento se presentan en el Anexo 7.14 Censo forestal documento COORDENADAS INDIVIDUOS IMPORTANCIA ECOLOGICA.

**Tabla 7.19. Especies de importancia para la conservación reportadas al interior del área de aprovechamiento.**

Especie	Resolución 0192	CITES	Veda nacional	Endemismo
<i>Cedrela odorata</i>	EN	III		
<i>Cyathea sp.</i>		II	Resolución 0801 de 1978	
<i>Henriettea cf. goudotiana</i>				Endémica
<i>Pachira speciosa</i>				Endémica
<i>Quercus humboldtii</i>	VU		Resolución 0096 de 2006	
<i>Swietenia macrophylla</i>	CR	II		

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2017



### 7.5.1.2 Caracterización regeneración natural área aprovechamiento

En las parcelas de regeneración levantadas en el área de aprovechamiento se inventariaron 155 latizales y 191 brinzales pertenecientes a 41 especies, distribuidas en 20 familias, de las cuales 31 corresponden a especies reportadas en la categoría de fustales. Las especies *Endlicheria cf. formosa*, *Trophis caucana* y *Casearia sylvestris* no se encuentran representadas en el grupo de los fustales, pero podrían alcanzar un DAP mayor a 10 cm,

Esto indica que en las coberturas boscosas del área de aprovechamiento no se da un recambio en la composición por especies de estadios sucesionales tardíos. La presencia de individuos de *Coffea arabica* en los bosques secundarios es una muestra del grado de intervención de las coberturas, además sugiere un proceso de sucesión temprana en áreas agrícolas abandonadas (ver Tabla 7.20).

**Tabla 7.20 Composición florística Regeneración natural Censo área de aprovechamiento**

Familia	Nombre científico	Brinzal	Latizal	Total
Actinidiaceae	<i>Saurauia brachybotrys</i>	0	1	1
Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	2	1	3
Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i>	1	0	1
Euphorbiaceae	<i>Croton gossypifolius</i>	3	0	3
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i>	33	59	92
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	15	5	20
	<i>Endlicheria cf. formosa</i>	3	2	5
	<i>Endlicheria sp.2</i>	0	1	1



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

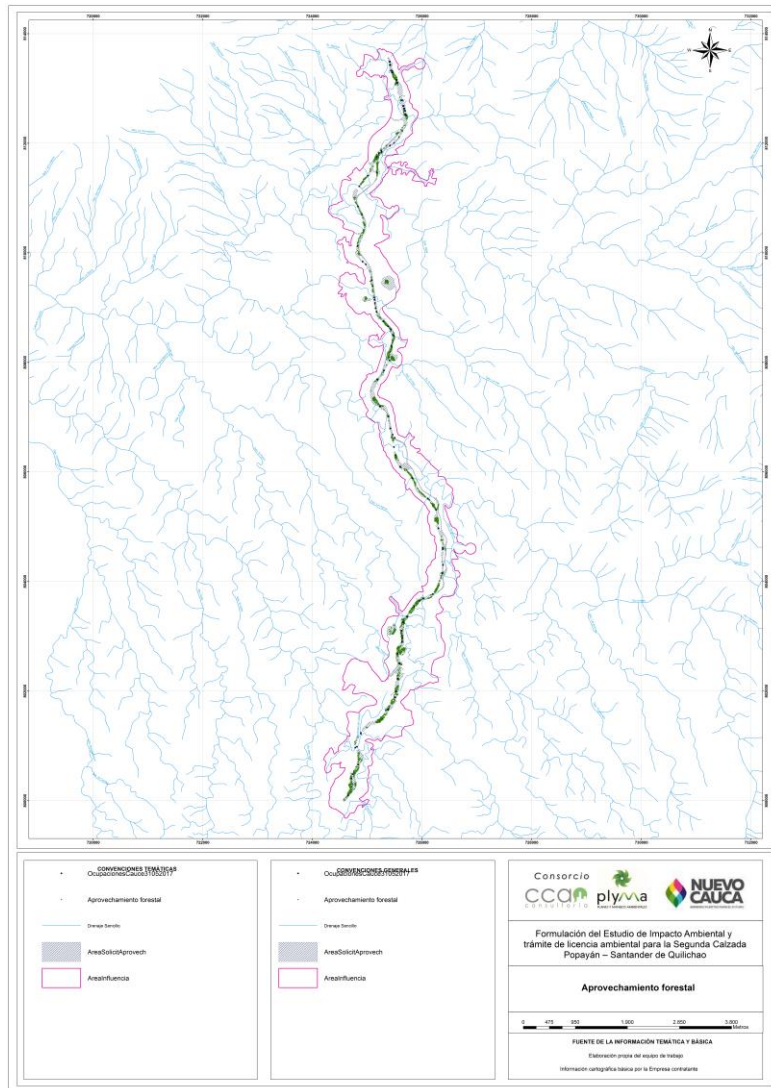
Familia	Nombre científico	Brinzal	Latizal	Total
	<i>Nectandra cf. reticulata</i>	4	0	4
	<i>Ocotea aurantiadora</i>	2	0	2
	<i>Ocotea longifolia</i>	5	10	15
Leguminosae	<i>Calliandra pittieri</i>	12	0	12
	<i>Inga spectabilis</i>	2	1	3
	<i>Senna spectabilis</i>	1	0	1
Melastomataceae	<i>Clidemia octona</i>	1	0	1
	<i>Clidemia sp.</i>	7	0	7
	<i>Miconia caudata</i>	3	8	11
	<i>Miconia lacera</i>	0	7	7
	<i>Miconia minutiflora</i>	3	13	16
Moraceae	<i>Trophis caucana</i>	5	5	10
Myrtaceae	<i>Campomanesia lineatifolia</i>	1	0	1
	<i>Eugenia cf. florida</i>	3	3	6
	<i>Psidium guajava</i>	0	1	1
	<i>Syzygium jambos</i>	2	0	2
Piperaceae	<i>Piper aequale</i>	3	1	4
	<i>Piper crassinervium</i>	1	0	1
	<i>Piper sp.</i>	19	0	19
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	0	5	5
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	0	2	2
	<i>Myrsine pellucida</i>	6	7	13
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	3	0	3
	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	4	1	5
Salicaceae	<i>Casearia cf. mariquitensis</i>	0	1	1
	<i>Casearia sp.</i>	2	0	2
	<i>Casearia sylvestris</i>	0	1	1
Sapindaceae	<i>Allophylus mollis</i>	2	0	2
	<i>Cupania americana</i>	39	10	49
Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i>	1	0	1
Ulmaceae	<i>Ampelocera cf. macphersonii</i>	1	1	2
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	0	4	4
Verbenaceae	<i>Petrea pubescens</i>	2	5	7
<b>Total</b>		<b>191</b>	<b>155</b>	<b>346</b>

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2017

## 7.5.2 Inventario forestal en el área de aprovechamiento



En el área de aprovechamiento forestal para la Unidad Funcional 3 “Pescador – Mondomo” del proyecto se realizó un censo de todos los individuos con un DAP mayor a 10 cm. Se censaron 2844 individuos fustales pertenecientes a 122 especies. La caracterización de las coberturas del área de aprovechamiento se presenta en el Capítulo 5 del presente Estudio de Impacto Ambiental. En la Figura 7.26 se presentan los individuos censados.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b>  <b>- Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<p><b>INFORME FINAL</b></p>		
<p>Código: EIA UF3</p>	<p>Versión 2</p>	<p>Elaboró: Consorcio CCA  CONSULTORÍA-PLYMA</p>
<p>Revisó: Grupo Técnico Principal</p>	<p>Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca</p>	<p>Fecha: Junio 2017</p>



**Figura 7.26 Individuos censados área de aprovechamiento**  
Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2017

Para la determinación de los volúmenes de cada cobertura se procedió a la recopilación de la información en campo por medio del levantamiento de los individuos forestales mayores

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

a 10 cm de DAP a afectar por el proyecto; con estos datos se realizó el cálculo del volumen total, tomando como referencia la siguiente fórmula<sup>2</sup>.

$$\text{Vol} = \text{AB} \times \text{Ht} \times \text{Fm}$$

En donde:

Vol = Volumen (m<sup>3</sup>)

AB = Área basal (m<sup>2</sup>) dada por la fórmula:  $0,7854 \times (\text{DAP})^2$

DAP = Diámetro a la altura del pecho con corteza (medido a 1,30 m del nivel del suelo).

DAP CUADRÁTICO =  $\sqrt{\sum (\text{DAP})^2}$ , para individuos con más de un eje o bifurcados

Ht = Altura total (m) ó Hc = Altura comercial (m)

Fm = Factor mórfico 0,65

### 7.5.2.1 Volumen a remover por especie

A partir de los datos tomados en el censo realizado dentro del área de aprovechamiento, se calculó el volumen total y comercial a remover por especie (ver Tabla 7.21). En total se estima la remoción de 2844 individuos, los cuales comprenden un volumen total de 761,65 m<sup>3</sup> y un volumen comercial de 411,54 m<sup>3</sup>.

**Tabla 7.21. Número de individuos, volumen total y volumen comercial a remover por especie.**

Especie	Abundancia	Volumen comercial (m <sup>3</sup> )	Volumen total (m <sup>3</sup> )
<i>Acacia cf. farnesiana</i>	1	0,15	0,53
<i>Albizia carbonaria</i>	2	1,75	2,48
<i>Albizia saman</i>	8	2,93	5,52
<i>Alchornea grandiflora</i>	4	2,25	4,61
<i>Alchornea latifolia</i>	4	0,18	0,38
<i>Allophylus mollis</i>	19	0,57	1,44
<i>Ampelocera cf. macphersonii</i>	4	3,09	5,61
<i>Annona membranacea</i>	1	0,07	0,12
<i>Annona muricata</i>	16	1,32	3,05
<i>Araucaria columnaris</i>	3	1,02	1,29

<sup>2</sup>CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). 2002. Inventarios forestales para Bosques latifoliados en América central. Serie técnica No 50. Turrialba (Costa Rica).



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**Proyecto Segunda Calzada Popayán**  
**- Santander De Quilichao**  
**Unidad Funcional 3**  
**Pescador - Mondomo**



**INFORME FINAL**

Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Volumen comercial (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>
<i>Banara guianensis</i>	6	0,13	0,34
<i>Bixa orellana</i>	2	0,13	0,19
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	1	0,01	0,02
<i>Bunchosia armeniaca</i>	1	0,01	0,06
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	2	0,01	0,06
<i>Calliandra pittieri</i>	95	9,51	26,54
<i>Campomanesia lineatifolia</i>	4	0,42	0,85
<i>Casearia sp.</i>	3	0,10	0,23
<i>Cecropia peltata</i>	161	26,60	40,95
<i>Cedrela odorata</i>	1	0,10	0,11
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	101	8,29	17,72
<i>Clitoria fairchildiana</i>	1	0,33	0,57
<i>Clitoria guianensis</i>	3	0,16	0,62
<i>Clusia cf. columnaris</i>	1	0,02	0,04
<i>Clusia discolor</i>	4	0,10	0,26
<i>Cordia alliodora</i>	18	3,84	5,99
<i>Coussapoa villosa</i>	18	12,56	22,18
<i>Crescentia cujete</i>	2	0,06	0,12
<i>Croton fragrans</i>	2	0,03	0,08
<i>Croton gossypifolius</i>	131	4,76	11,35
<i>Cupania americana</i>	113	14,36	34,28
<i>Cupressus lusitanica</i>	36	5,48	11,76
<i>Cyathea sp.</i>	5	0,00	0,08
<i>Dracaena fragrans</i>	1	0,02	0,06
<i>Endlicheria sp.1</i>	1	0,62	0,89
<i>Endlicheria sp.2</i>	5	0,76	1,25
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3	0,59	1,37
<i>Eriobotrya japonica</i>	2	0,09	0,30
<i>Erythrina poeppigiana</i>	18	14,72	26,03
<i>Eucalyptus cinerea</i>	8	3,10	5,77
<i>Eucalyptus grandis</i>	18	13,77	20,95
<i>Euphorbia cotinifolia</i>	9	0,12	0,41
<i>Ficus americana</i>	2	0,15	0,37
<i>Ficus benjamina</i>	4	2,08	5,65
<i>Ficus cf. trigona</i>	2	2,98	5,46
<i>Ficus insipida</i>	6	3,67	5,50
<i>Ficus maxima</i>	5	1,55	3,28
<i>Ficus pertusa</i>	2	0,12	0,37
<i>Ficus variegata</i>	2	0,02	0,12
<i>Fraxinus chinensis</i>	7	4,99	9,40
<i>Garcinia madruno</i>	6	0,72	1,09





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**Proyecto Segunda Calzada Popayán**  
**- Santander De Quilichao**  
**Unidad Funcional 3**  
**Pescador - Mondomo**



**INFORME FINAL**

Código: EIA UF3

Versión 2



Elaboró: Consorcio CCA  
 CONSULTORÍA-PLYMA

Revisó: Grupo Técnico Principal

Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca

Fecha: Junio 2017

<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Volumen comercial (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0,05	0,18
<i>Guarea guidonia</i>	7	4,07	6,29
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	0,49	2,09
<i>Handroanthus guayacan</i>	1	1,07	1,68
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	7	0,59	1,09
<i>Henriettea cf. Goudotiana</i>	12	0,14	0,50
<i>Henriettea cf. trachyphylla</i>	1	0,02	0,06
<i>Hymenaea courbaril</i>	1	0,42	0,75
<i>Inga densiflora</i>	1	0,50	1,12
<i>Inga edulis</i>	224	21,88	53,87
<i>Inga spectabilis</i>	471	30,96	68,24
<i>Jacaranda caucana</i>	4	1,78	3,42
<i>Lacistema aggregatum</i>	28	0,89	2,11
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	177	27,17	46,51
<i>Leucaena leucocephala</i>	21	2,64	6,34
<i>Melicoccus bijugatus</i>	1	0,05	0,12
<i>Miconia caudata</i>	23	1,51	2,51
<i>Miconia cf. notabilis</i>	3	0,15	0,40
<i>Miconia lacera</i>	5	0,08	0,19
<i>Miconia minutiflora</i>	22	0,47	0,99
<i>Miconia rubiginosa</i>	2	0,06	0,11
<i>Myrcia popayanensis</i>	2	0,33	0,78
<i>Myrsine guianensis</i>	17	0,79	1,50
<i>Myrsine pellucida</i>	174	9,24	16,52
<i>Nectandra cf. acutifolia</i>	1	0,02	0,06
<i>Nectandra cf. reticulata</i>	15	2,88	4,58
<i>Nectandra laurel</i>	1	0,09	0,37
<i>Ochroma pyramidale</i>	2	0,24	0,33
<i>Ocotea aurantiodora</i>	3	0,12	0,20
<i>Ocotea longifolia</i>	5	0,24	0,39
<i>Ocotea oblonga</i>	7	0,54	0,90
<i>Ocotea puberula</i>	6	0,43	0,56
<i>Ocotea sp.</i>	1	0,06	0,15
<i>Oreopanax incisus</i>	13	1,35	2,23
<i>Pachira speciosa</i>	3	0,33	0,65
<i>Persea caerulea</i>	16	2,37	4,16
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	1	0,02	0,05
<i>Pinus oocarpa</i>	178	76,71	103,72
<i>Pinus patula</i>	11	9,22	10,15
<i>Pithecellobium dulce</i>	1	0,01	0,03
<i>Pouteria caimito</i>	9	2,04	3,51

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017



Especie	Abundancia	Volumen comercial (m <sup>3</sup> )	Volumen total (m <sup>3</sup> )
<i>Psidium guajava</i>	102	6,09	16,07
<i>Quararibea cordata</i>	1	0,13	0,15
<i>Quercus humboldtii</i>	2	0,35	0,51
<i>Ricinus communis</i>	1	0,01	0,06
<i>Sapindus saponaria</i>	3	0,32	0,84
<i>Sapium stylare</i>	4	0,96	1,81
<i>Saurauia brachybotrys</i>	1	0,02	0,07
<i>Schefflera morototoni</i>	80	19,92	31,30
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	0,33	0,47
<i>Senna spectabilis</i>	9	1,33	2,69
<i>Spathodea campanulata</i>	3	0,32	0,64
<i>Spondias dulcis</i>	1	0,01	0,07
<i>Spondias purpurea</i>	2	0,04	0,20
<i>Swietenia macrophylla</i>	2	0,18	0,34
<i>Swinglea glutinosa</i>	17	1,24	2,93
<i>Syzygium jambos</i>	21	4,43	8,78
<i>Syzygium malaccense</i>	3	0,33	0,52
<i>Tabebuia rosea</i>	11	2,08	3,67
<i>Tecoma stans</i>	3	0,22	0,48
<i>Tessaria integrifolia</i>	1	0,02	0,05
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	26	8,30	19,43
<i>Theobroma cacao</i>	3	0,29	0,61
<i>Toxicodendron striatum</i>	9	0,30	0,75
<i>Trema micrantha</i>	5	0,12	0,33
<i>Trichanthera gigantea</i>	133	8,16	23,73
<i>Trichilia pallida</i>	26	2,66	5,82
<i>Urera caracasana</i>	11	0,77	1,72
<i>Vasconcellea pubescens</i>	1	0,02	0,04
<i>Yucca brevifolia</i>	3	0,14	0,28
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2	0,04	0,12
<b>Total general</b>	<b>2844</b>	<b>411,54</b>	<b>761,65</b>

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2017

### 7.5.2.2 Volumen a remover por cobertura por obra

En la Tabla 7.22 se observa el volumen a solicitar por cobertura, donde es posible aseverar, que la mayor intervención se realizara en Mosaico de cultivos, donde se afectaran 895 individuos, que representan 233,59 m<sup>3</sup> de volumen total, y un volumen comercial de 135,28 m<sup>3</sup>.

En general se estima la intervención de un volumen total de 761,65 m<sup>3</sup> y un volumen comercial de 411,54 m<sup>3</sup>.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017


**Tabla 7.22. Volumen a remover por cobertura área de aprovechamiento.**

Obra	Cobertura	Nº de individuos	Volumen comercial (m³)	Volumen total (m³)
Vía y accesos	Bosque de galería	21	5,19	9,59
	Mosaico de cultivos	895	135,28	233,59
	Mosaico de cultivos con espacios naturales	351	45,67	91,19
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	218	33,14	53,79
	Mosaico de pastos y cultivos	230	31,66	58,5
	Pastos limpios	384	52,31	98,87
	Red vial	35	7,85	13,48
	Tejido urbano discontinuo	94	14,56	29,64
	Vegetación secundaria alta	221	47	95,57
	Vegetación secundaria baja	49	7,98	15,14
	Zonas industriales o comerciales	26	6,24	14,19
<b>Total Vía y accesos</b>		<b>2524</b>	<b>386,88</b>	<b>713,55</b>
ZODME 23 K44+600	Bosque de galería	74	4,49	8,34
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	8	0,39	0,93
<b>Total ZODME 23 K44+600</b>		<b>82</b>	<b>4,88</b>	<b>9,27</b>
ZODME 24 K45+000	Mosaico de cultivos	63	6,85	11,15
<b>Total ZODME 24 K45+000</b>		<b>63</b>	<b>6,85</b>	<b>11,15</b>
ZODME 26 K50+940	Mosaico de cultivos	67	3,45	11,49
<b>Total ZODME 26 K50+940</b>		<b>67</b>	<b>3,45</b>	<b>11,49</b>
ZODME 27 K51+750	Mosaico de pastos y cultivos	18	1,38	2,3
<b>Total ZODME 27 K51+750</b>		<b>18</b>	<b>1,38</b>	<b>2,3</b>
ZODME 29 K51+800	Mosaico de cultivos	85	5,84	10,77
	Pastos limpios	5	2,31	2,9
<b>Total ZODME 29 K51+800</b>		<b>90</b>	<b>8,15</b>	<b>13,67</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>2844</b>	<b>411,59</b>	<b>761,43</b>

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2017

### 7.5.3 Usos de los productos

Los productos obtenidos del aprovechamiento forestal podrán ser utilizados por la empresa, durante las diferentes actividades del proyecto; también podrán ser donados a un tercer



 <p><b>NUEVO CAUCA</b> ASOCIACIÓN DE CIUDADES PARA EL FUTURO</p>	<p><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b>  <b>- Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p>Consortio</p>  <p>CCA CONSULTORIA PLYMA PLANES Y MANEJOS AMBIENTALES</p>
<p><b>INFORME FINAL</b></p>		
<p>Código: EIA UF3</p>	<p>Versión 2</p>	<p>Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA</p>
<p>Revisó: Grupo Técnico Principal</p>	<p>Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca</p>	<p>Fecha: Junio 2017</p>

beneficiario, en caso que así lo disponga la Empresa con el aval de la Corporación y mediante firma de acta de entrega. De la extracción de material vegetal, se obtendrán derivados como madera, aserrín y hojas, los cuales podrán destinarse para los siguientes usos:

- ✓ Madera: Las trozas de madera se podrán dimensionar a tablones, varas, vigas, postes para cerca, entre otros, o dejarla rolliza o como material dendroenergético. También se podrá disponer entre la comunidad para la ampliación o mejoramiento de viviendas o infraestructura socioeconómica, o ser usado por la Empresa en estructuras para obras de conservación de suelos y civiles, tales como: trinchos, pilotes, puentes, obras de contingencia y corrección para proteger el terreno.
- ✓ El material maderable será trozado y dimensionado de acuerdo a la destinación final de los mismos, aclarando que solo serán utilizados en las labores del proyecto y no serán comercializados.
- ✓ Las especies de madera de alta densidad pueden ser usadas para obras de estabilización y construcción en las diferentes actividades, los individuos de las especies que tiene una madera ordinaria con uso aceptable, pueden ser usados para postes de cerca, cabos de herramientas o en obras de estabilización donde no se requiera soportar cargas. Para las especies sin uso conocido, serán troceadas y picadas en partes pequeñas para incorporarlos en el material producto del descapote o usadas para leña.
- ✓ Aserrín: Puede ser utilizado para prevenir accidentes con la maquinaria en la fuga de aceite o combustible, ya que este ayudaría a absorberlo. También puede ser utilizado como material de amortiguación a ciertos impactos de la maquinaria sobre el suelo.
- ✓ Hojas, ramas y raíces: Se podrán utilizar para conformar una capa de materia orgánica que aporte nutriente a la vegetación remanente cercano al área a intervenir y distante de los cuerpos de agua, haciendo una trituración de los mismos y ubicándolos sobre las zonas seleccionadas tales como los taludes que queden expuestos a la acción del agua y del viento.

#### 7.5.4 Aprovechamiento *Guadua angustifolia*



La presente solicitud de aprovechamiento para la especie *Guadua angustifolia* será dirigida a las autoridades nacionales y regionales competentes que para el caso del proyecto serán la Corporación Regional del Cauca CRC y a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, de acuerdo a los lineamientos establecidos mediante Resolución 1619 del 6 de agosto del 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, teniendo en cuenta las características del guadua con un área igual o menor a una hectárea 1(ha) este aprovechamiento será de tipo 1, artículo 4 de dicha resolución.

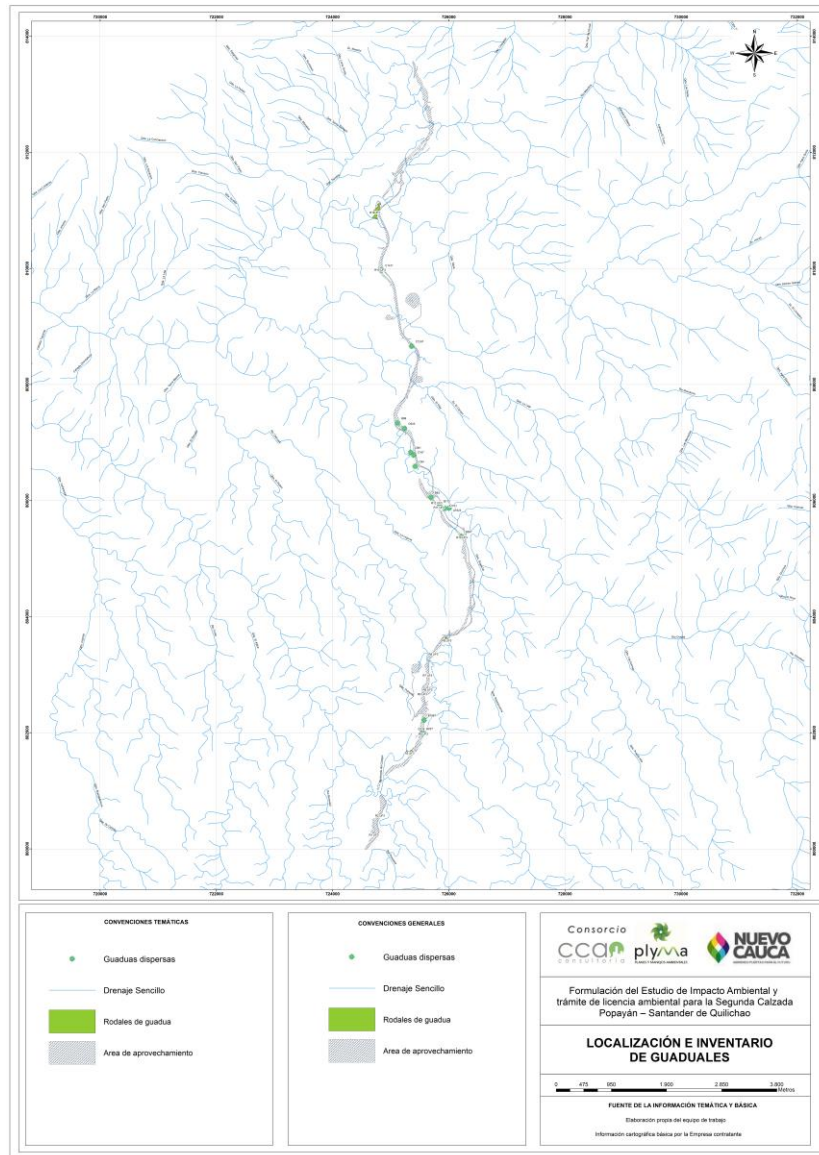
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

#### 7.5.4.1 Identificación, localización y extensión



Dentro del área de aprovechamiento forestal ubicado en el departamento del Cauca entre los municipios de Pescador y Mondomo se encuentra la unidad funcional 3, para el presente estudio se identificaron 14 rodales de la especie *Guadua angustifolia* y 27 individuos dispersos ocupando un área total de 3,47 ha, en la Figura 7.27 se identifica la localización dentro del área de influencia directa del proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander de Quilichao UF3.



 <p><b>NUEVO CAUCA</b> ASOCIACIÓN DE MUJERES PARA EL FUTURO</p>	<p><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b>  <b>- Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p>Consortio  </p>
<p><b>INFORME FINAL</b></p>		
<p>Código: EIA UF3</p>	<p>Versión 2</p>	<p>Elaboró: Consortio CCA CONSULTORÍA-PLYMA</p>
<p>Revisó: Grupo Técnico Principal</p>	<p>Aprobó: Consortio Nuevo Cauca</p>	<p>Fecha: Junio 2017</p>



**Figura 7.27 Rodales de Guadua angustifolia en el área de aprovechamiento**  
Fuente: Consortio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2017

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> Proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador - Mondomo	Consortio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

#### 7.5.4.1.1 Localización y extensión puntual

Dentro del área de aprovechamiento forestal se identificaron 14 rodales de la especie *Guadua angustifolia* con un área total de intervención de 3,47 (ha) los cuales serán objeto de aprovechamiento tipo 1 según resolución 1619 de agosto del 2016, en la Tabla 7.23 se detalla la localización puntual y su respectiva área para cada uno de los rodales.



**Tabla 7.23 Localización y extensión puntual de los rodales**

Unidad Funcional	Nº Rodal	Coordenada X	Coordenada Y	Área (ha)	País	Departamento	Municipio	Localidad
UF3	1	1058364	799974	0,18	Colombia	Cauca	Piendamó	La Independencia
UF3	2	1058493	800304	0,20	Colombia	Cauca	Piendamó	La Independencia
UF3	3	1059013	801392	0,48	Colombia	Cauca	Caldono	Pescador
UF3	4	1059210	801698	0,25	Colombia	Cauca	Caldono	El Crucero
UF3	5	1059190	802410	0,02	Colombia	Cauca	Caldono	Potreriillo
UF3	6	1059262	802469	0,06	Colombia	Cauca	Caldono	Potreriillo - El Crucero
UF3	7	1059286	802735	0,08	Colombia	Cauca	Caldono	Potreriillo
UF3	8	1059369	803101	0,02	Colombia	Cauca	Caldono	Cabuyal
UF3	9	1059585	803360	0,31	Colombia	Cauca	Caldono	Panamericana
UF3	10	1059862	805121	0,20	Colombia	Cauca	Caldono	Puente Real
UF3	11	1059457	805627	0,07	Colombia	Cauca	Caldono	Puente Real
UF3	12	1059471	805682	0,05	Colombia	Cauca	Caldono	Puente Real
UF3	13	1058397	810715	0,08	Colombia	Cauca	Caldono	El Tablón
UF3	14	1058397	810715	1,47	Colombia	Cauca	Caldono	El Tablón
<b>TOTAL ÁREA</b>				<b>3,47</b>				



Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2017

#### 7.5.4.2 Ficha técnica

<b><i>Guadua angustifolia</i></b>	
<b>Familia POACEAE</b>	
<b>Fuente:</b>	<b>Nombre común:</b>

 <p><b>NUEVO CAUCA</b> ASOCIACIÓN DE CIUDADES PARA EL FUTURO</p>	<p><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b>  <b>- Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 3</b>  <b>Pescador - Mondomo</b></p>	<p>Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

<b><i>Guadua angustifolia</i></b>	
<b>Familia POACEAE</b>	
<p><a href="https://guadaybambu.es.tl/Estudio-5.htm#">https://guadaybambu.es.tl/Estudio-5.htm#</a>  <a href="https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93442/06_ESD_Cos_pp_35_81.pdf">https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93442/06_ESD_Cos_pp_35_81.pdf</a>  <a href="http://www.ecohabitar.org/la-guadua-una-maravilla-natural-de-grandes-bondades-y-prometedor-futuro/">http://www.ecohabitar.org/la-guadua-una-maravilla-natural-de-grandes-bondades-y-prometedor-futuro/</a></p>	Guadua, Gauda, Guadúa, Caña, Caña brava, Macana y Bambú.
	<b>Usos:</b>
	Protección de cuencas, riberas de ríos y de quebradas; material de construcción, elaboración de muebles y de artesanías; fabricación de laminados, aglomerados, parquet; fijador temporario de dióxido de carbono.
<b>Descripción</b>	
<p>Planta rizomatosa, perenne, algo trepadora, erecta en la base. Cañas de 6-20 m de altura (raramente 30 m). Láminas foliares linear-lanceoladas, desiguales en tamaño. Sinflorescencia aglomerada, bractífera; de 5–10 cm de largo; laxa; con brácteas glumáceas subtendidas; con brotes axilares en la base de las espiullas; pseudoespiullas glabras, oblongolanceoladas; lema abrazando a la palea. Florece una sola vez en su vida.</p> <p>Crece 15 a 20 m en 120 días; su diámetro máximo 2 dm, se aprovecha entre 4 a 5 años de plantado; su altitud ideal es entre los 0 y 2000 msnm; en suelos areno-limosos, arcillosos, profundos; y la Tº entre 18 y 28 Cº, con una precipitación superior a 1.200 mm y una humedad relativa de al menos 80 %.</p>	
<b>Distribución geográfica:</b>	
<p>Los bambúes se encuentran distribuidos especialmente en América, Asia y África (Madagascar). Todos los continentes, con excepción de Europa, poseen especies nativas de Bambú. En Colombia la Guadua angustifolia crece entre los 0 y los 2.000 metros sobre el nivel del mar, pero el óptimo desarrollo se logra entre los 1.000 y los 1.600 m.s.n.m.</p>	

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

<b><i>Guadua angustifolia</i></b>
<b>Familia POACEAE</b>
<b>Características ecológicas:</b>
<p>En Colombia, los guaduales se desarrollan de manera óptima en la región central de los Andes en el bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST), bosque húmedo subtropical (bh-Shttp://www.ecohabitar.org/la-guadua-una-maravilla-natural-de-grandes-bondades-y-prometedor-futuro/T), bosque seco tropical (bs-T) y bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB). La especie existe tanto en la región tropical como en la subtropical, pero se encuentra en mayores áreas en los bosques húmedos y muy húmedos concentrándose en las denominadas laderas de montaña y en las vegas de los ríos.</p>



Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA., 2017

#### 7.5.4.3 Volumen de aprovechamiento por estado de madurez

Para el cálculo de volúmenes de aprovechamiento se utilizó el cuadro de equivalencias aportado por la resolución 1619 de agosto del 2016 en su artículo 13, donde nos indica que una guadua o bambú en pie equivale a 0,1 m<sup>3</sup> de madera; como resultado del inventario de guaduales para la unidad funcional 3 entre los municipios de Pescador y Mondomo el volumen máximo de aprovechamiento es de 1814,1 m<sup>3</sup>, valor que corresponde a los 18141 individuos en los diferentes estados de madurez con su respectiva área de ocupación, en la Tabla 7.24 se describe los volúmenes de aprovechamiento.

**Tabla 7.24 Volumen a remover por unidad de área para la especie *Guadua angustifolia*.**

Nº Rodal	Área de ocupación (ha)	Estado de madurez	Abundancia	Volumen (m3)
R-1	0,18	Renuevo	80	8
		Seca	150	15
		Verde	518	51,8
R-2	0,2	Renuevo	8	0,8
		Seca	8	0,8
		Verde	68	6,8
R-3	0,48	Renuevo	150	15
		Verde	2.500	250
R-4	0,25	Renuevo	80	8
		Verde	1.480	148
R-5	0,02	Renuevo	1	0,1
		Seca	2	0,2
		Verde	18	1,8
R-6	0,06	Renuevo	20	2
		Seca	100	10
		Verde	750	75

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

Nº Rodal	Área de ocupación (ha)	Estado de madurez	Abundancia	Volumen (m3)
R-7	0,08	Renuevo	12	1,2
		Seca	3	0,3
		Verde	90	9
R-8	0,02	Seca	1	0,1
		Verde	30	3
R-9	0,31	Renuevo	70	7
		Seca	500	50
		Verde	2.800	280
R-10	0,2	Renuevo	80	8
		Seca	350	35
		Verde	1.800	180
R-11	0,07	Renuevo	40	4
		Seca	3.000	300
R-12	0,05	Renuevo	10	1
		Verde	33	3,3
R-13	0,08	Renuevo	5	0,5
		Seca	2	0,2
		Verde	90	9
R-14	1,47	Renuevo	250	25
		Seca	15	1,5
		Verde	3.000	300
Dispersas	0	Verde	27	2,7
<b>TOTAL</b>	<b>3,47</b>		<b>18141</b>	<b>1814,1</b>

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2017

### 7.5.5 Actividades de cosecha y transformación



Se conocen varios tipos de manejo silvicultural aplicados a bosques dominados por árboles, sin embargo, el manejo que se le da a los guaduales naturales se asemeja a los siguientes:

**Aprovechamiento Selectivo** (tala selectiva) fundamentado en que el proceso de regeneración se produce en el bosque sin interrupción y se presentan individuos de todas las edades, siendo la estructura del bosque compleja.

**Tala Rasa**, conduce a la formación de bosques más o menos coetáneos con una estructura relativamente simple.

Las actividades de cosecha y transformación se inician con el apeo o corte de guadua de interés comercial, el cual debe tener en cuenta que se extraerán los individuos de mayor edad (sobre maduros), una vez cosechados se podrá continuar con los tallos maduros. En la cosecha se debe tener en cuenta la intensidad autorizada, por lo cual el corte de guadua debe distribuirse uniformemente en todo el guadual.



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

El corte o apeo debe realizarse a la altura del primer o segundo entrenudo, evitando dejar cavidades que faciliten el empozamiento del agua; si el corte no se realizó adecuadamente es necesario corregirlo. Una adecuada entresaca o cosecha forestal debe ser muy bien planificada, considerando los siguientes aspectos:

- Corrección de cortes antiguos
- Definir la dirección del aprovechamiento (orden en que se aprovecharan los lotes, matas o rodales de guadua)
- Localización de los patios de almacenamiento
- Planificación de caminos de extracción
- Sistema de transporte menor (a Hombro, animales de carga)
- Transporte mayor (selección de caminos, vías y tipo de vehículos a utilizar)
- Protección del bosque contra el fuego (retirando los residuos del aprovechamiento del interior del bosque, para evitar que sean material combustible en épocas de fuerte verano)
- Prevención de accidentes
- Cosecha forestal (selección y marcación de guaduas a extraer, corrección de cortes nuevos)
- Una vez el tallo está en el suelo se procede a desramar, que no es más que la eliminación de las ramas de la guadua. Posteriormente se continúa con el troceo o dimensionamiento de la guadua, extrayendo las piezas comerciales (cepa, basa, sobrebasa, esterilla, varillón). Esta labor se realiza de manera simultánea con la cosecha forestal, que se hace en el bosque.



Las dimensiones de las piezas comerciales se presentan en la Tabla 7.25:

**Tabla 7.25 Tabla de dimensiones para la cubicación de la especie *Guadua angustifolia***

PIEZA COMERCIAL	DIMENSIONES
Cepa	4 m
Basa	4 m
Sobrebasa	4 m
Esterilla	4 m
Varillón	4 m

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2017

El material procesado es dispuesto en sitios equidistantes dentro del rodal o mata de guadua, para ser luego transportado al lugar de acopio principal. Finalizadas las labores anteriores se realiza el repique del material sobrante, que no tiene interés comercial, este material debe ser esparcido en toda el área del gradual para que se incorpore al suelo como abono verde. Especial cuidado se debe observar con las corrientes de agua que existan en el gradual, no se deben dejar residuos de la cosecha en los cauces, igualmente

 <b>NUEVO CAUCA</b> <small>ASOCIACIÓN DE MUJERES PARA EL FUTURO</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

conservar una franja paralela como zona forestal protectora de ancho variable dependiendo del tamaño del guadual, esta franja puede ser entre dos (2) y diez (10) metros. En esta franja no se debe realizar socola y solamente se extraen los tallos secos, partidos, enfermos.

#### 7.5.5.1 Cronograma de cosecha

En la Tabla 7.26 Tabla 7.26 se describen las actividades necesarias para la cosecha de la Guaduales menores a 1 (ha), además se detalla el cronograma por día para su adecuado manejo.

**Tabla 7.26 Cronograma de cosecha para la especie Guadua angustifolia**

ACTIVIDAD	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8
Limpieza y rocería del rodal								
Localización de patios de almacenamiento								
Identificación de los caminos de extracción								
Preparación del sistema de transporte								
Cosecha de las guaduas a extraer								
Desrame y troceo								
Limpieza del terreno								
Entrega del producto final								



Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2017

#### 7.5.6 Inventario de árboles frutales y palmas

Durante el recorrido al área de aprovechamiento forestal se tuvieron en cuenta todas las especies de árboles frutales y de la familia Aracaceae; esto por ser una zona de gran influencia antrópica, sin embargo, estas especies no se tendrán en cuenta en la solicitud de aprovechamiento forestal, en la Tabla 7.27 se describen las especies registradas en el inventario y su abundancia.

**Tabla 7.27 Inventario de árboles frutales y palmas**

ESPECIE	NOMBRE COMUN	ABUNDANCIA
<i>Acrocomia aculeata</i>	Palma chonta	1
<i>Aiphanes horrida</i>	Palma corozo	2
<i>Bactris gasipaes</i>	Palma chontaduro	33
<i>Carica papaya</i>	Papaya	9
<i>Citrus aurantium</i>	Naranja amarga	35
<i>Citrus limon</i>	Limón	7
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	38
<i>Dypsis lutescens</i>	Palma areca	1
<i>Elaeis guineensis</i>	Palma africana	1
<i>Mangifera indica</i>	Mango	112

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

ESPECIE	NOMBRE COMUN	ABUNDANCIA
<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	3
<i>Persea americana</i>	Aguacate	154
<i>Roystonea regia</i>	Palma real	4
<i>Sabal mauritiiformis</i>	Palmiche	1
<i>Syagrus sancona</i>	Palma zancona	1
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	5
<b>Total general</b>		<b>407</b>

Fuente Consorcio CCA CONSULTORIA – PLYMA, 2017

## 7.6 EMISIONES ATMOSFERICAS

Para efectos del proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador – Mondomo, no considerará la instalación de puntos de emisiones atmosféricas, por lo que no es necesario la solicitud de permiso de emisiones atmosféricas.

## 7.7 MATERIALES DE CONSTRUCCION

Para la construcción del proyecto vial se tiene proyectado la compra a terceros que cuenten con concesiones (INGEOMINAS) y las licencias ambientales respectivas por parte de la CAR.

### 7.7.1 Explotación de material de cantera



Para efectos de la ejecución del proyecto segunda calzada Popayán - Santander de Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador -Mondomo, no se tiene contemplada la explotación de materiales de cantera.

### 7.7.2 Explotación de materiales de arrastre de causes o lechos de corrientes o depósitos de agua

Para efectos de la ejecución del proyecto segunda calzada Popayán - Santander de Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador -Mondomo, no se tiene contemplada la explotación de materiales de arrastre de causes o lechos de corrientes o depósitos de aguas.

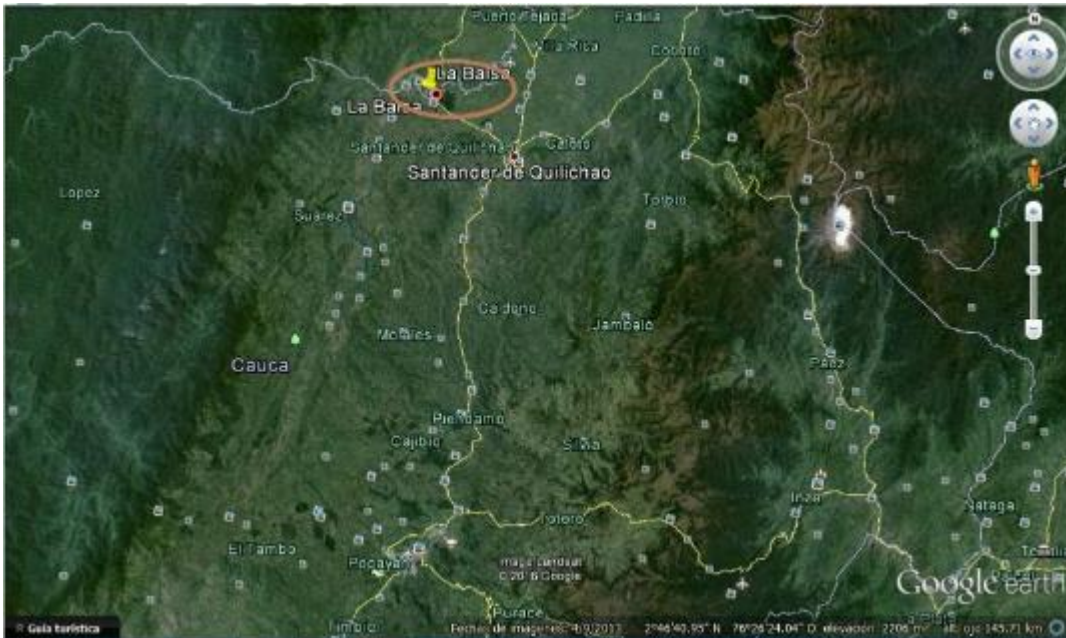
### 7.7.3 Adquisición de materiales en fuentes existentes

El proyecto segunda calzada Popayán - Santander de Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador -Mondomo, se abastecerá de material proveniente de la mina la balsa propiedad del señor Víctor Armando Tobar Muñoz, identificado con cedula de ciudadanía 10.547.363 de Popayán (Cauca), quien cuenta con contrato minero número GIM-141 y licencia ambiental mediante resolución 0100 número 0150-0661 de 2012 para la “explotación de un yacimiento de materiales de construcción y demás concesibles y la instalación y operación de una planta trituradora”, en jurisdicción del municipio de Jamundí, departamento del Valle del Cauca y Buenos Aires, departamento del cauca (ver Figura 7.28 Ubicación Fuente de material existente).

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán</b> <b>- Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 3</b> <b>Pescador - Mondomo</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF3	Versión 2	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Junio 2017

**Tabla 7.28 Coordenadas de ubicación del centro de abastecimiento de material**

Latitud	Longitud
3.08333	-76.6167



**Figura 7.28 Ubicación Fuente de material existente**

Fuente: Google Earth, imagen landsat 2016.

Se anexa copia de la resolución de licencia ambiental global y copia del contrato de concesión minera.

#### **7.7.4 Extracción de materiales sobre títulos mineros en el derecho de vía**

Para efectos de la ejecución del proyecto segunda calzada Popayán - Santander de Quilichao Unidad Funcional 3 Pescador -Mondomo, no se tiene contemplada extracción de materiales sobre títulos mineros en el derecho de vía.