



PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

DOCUMENTO 2148-12-EV-ST-010

REVISIÓN No. 0

Revisión	Modificaciones	Fecha
0	Emisión Original	2012-04-13

Elaboración – Revisión – Aprobación

Revisión	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
	Nombre	Firma	Nombre	Firma	Nombre	Firma
0	SAG/HMV		HMV		HMV	

Los derechos de autor de este documento son de HMV INGENIEROS LTDA., que queda exonerada de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**CONTENIDO GENERAL**

VOLUMEN I	
Descripción	Documento
Resumen ejecutivo	2148-12-EV-ST-010-00
Capítulo 1 – Generalidades	2148-12-EV-ST-010-01
Capítulo 2 – Descripción del Proyecto	2148-12-EV-ST-010-02
VOLUMEN II	
Capítulo 3 – Caracterización del área de influencia del Proyecto	2148-12-EV-ST-010-03
VOLUMEN III	
Capítulo 4 – Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	2148-12-EV-ST-010-04
Capítulo 5 – Evaluación ambiental	2148-12-EV-ST-010-05
Capítulo 6 – Zonificación de manejo ambiental del Proyecto	2148-12-EV-ST-010-06
Capítulo 7 – Plan de manejo ambiental	2148-12-EV-ST-010-07
Capítulo 8 – Plan de seguimiento y monitoreo del Proyecto	2148-12-EV-ST-010-04
Capítulo 9 – Plan de contingencia	2148-12-EV-ST-010-09
Capítulo 10 - Plan de abandono y restauración final	2148-12-EV-ST-010-10
Capítulo 11 - Plan de inversión del 1%	2148-12-EV-ST-010-11
Bibliografía	2148-12-EV-ST-010-12
VOLUMEN IV	
Anexo 1 a Anexo 12	2148-12-EV-ST-010-13
VOLUMEN V	
Anexo 13 a Anexo 17	2148-12-EV-ST-010-13
VOLUMEN VI	
Planos	2148-12-EV-ST-010-14

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

TABLA DE CONTENIDO

		Pag
	RESUMEN EJECUTIVO	1
1	GENERALIDADES	1-1
1.1	INTRODUCCIÓN	1-1
1.2	OBJETIVOS	1-1
1.3	ANTECEDENTES	1-1
1.4	ALCANCES	1-1
1.5	METODOLOGÍA	1-1
1.5.1	Medio físico	1-1
1.5.1.1	Geología y geomorfología	1-1
1.5.1.2	Suelos y usos potenciales	1-1
1.5.1.3	Hidrología	1-1
1.5.1.4	Calidad del agua	1-1
1.5.1.5	Usos del agua	1-1
1.5.1.6	Atmosfera	1-1
1.5.1.7	Paisaje	1-1
1.5.2	Medio biótico	1-1
1.5.2.1	Flora	1-1
1.5.2.2	Fauna terrestre	1-1
1.5.2.3	Fauna acuática	1-1
1.5.3	Medio socioeconómico	1-1
1.5.4	Identificación y evaluación de impactos	1-1
1.5.5	Elaboración de mapas temáticos	1-1
1.6	GRUPO DE TRABAJO	1-1
1.7	MARCO NORMATIVO	1-1
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2-1
2.1	LOCALIZACIÓN	2-1
2.2	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	2-1
2.2.1	Obras de toma	2-1
2.2.2	Obras de conducción	2-2

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag	
2.2.2.1	Túnel de conducción	2-2
2.2.2.2	Tubería de presión	2-3
2.2.3	Casa de máquinas	2-3
2.2.3.1	Equipos principales	2-5
2.2.3.2	Equipos auxiliares	2-5
2.2.4	Obras de descarga	2-6
2.2.5	Conexión al sistema interconectado	2-6
2.2.6	Vías de acceso	2-6
2.2.6.1	Criterios de diseño	2-7
2.2.6.2	Longitudes y volúmenes de excavación	2-7
2.2.7	Campamentos	2-8
2.2.8	Zonas de préstamo y sitios de depósito de materiales	2-8
2.2.8.1	Zonas de préstamo	2-8
2.2.8.2	Sitios de depósito de materiales	2-9
2.2.9	Volúmenes de descapote, cortes y llenos	2-9
2.2.10	Energía para construcción	2-10
2.2.11	Agua para construcción	2-11
2.3	Proceso constructivo	2-11
2.3.1	Diseño y licitación de construcción	2-11
2.3.2	Movilización	2-11
2.3.3	Adecuaciones iniciales	2-11
2.3.4	Movimientos de tierra	2-12
2.3.5	Construcción de vías de acceso	2-12
2.3.6	Excavación de túneles	2-12
2.3.7	Construcción y montaje de la tubería a presión y de alivio	2-13
2.3.8	Construcción de Toma	2-13
2.3.9	Construcción de la casa de máquinas	2-13
2.3.10	Requerimientos de equipo a emplear	2-14
2.3.10.1	Concretadoras	2-14
2.3.10.2	Trituradora	2-14
2.4	PRESUPUESTOS Y CRONOGRAMA DEL PROYECTO	2-14

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag	
2.4.1	Cronograma de construcción	2-14
2.4.2	Presupuesto del Proyecto	2-18
2.5	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA HIDROELÉCTRICA	2-18
2.5.1	Operación	2-18
2.5.2	Mantenimiento	2-19
2.5.3	Descripción de las características técnicas de la operación	2-19
2.5.3.1	Campamentos, oficinas, bodegas y talleres requeridos durante la operación	2-19
2.5.3.2	Toma del agua	2-21
2.5.3.3	Generación de energía	2-21
2.5.3.4	Descarga de aguas al río San Matías	2-22
2.5.3.5	Agua para operación	2-22
2.5.3.6	Mantenimiento de vías de acceso	2-22
2.5.3.7	Inspección y mantenimiento del revestimiento interior del túnel de conducción y la almenara	2-22
2.5.3.8	Verificación del estado de la caseta de válvulas y la válvula de control	2-23
2.5.3.9	Verificación del estado de la casa de máquinas	2-23
2.5.3.10	Verificación del estado de los sistemas de control y medida, sistemas eléctricos, de iluminación y refrigeración	2-23
2.5.3.11	Verificación del estado del equipo turbogenerador en casa de máquinas	2-23
2.5.3.12	Verificación de la subestación eléctrica	2-23
2.5.3.13	Verificación del estado estructural del canal de descarga y obras de protección en la margen del río	2-23
2.5.3.14	Mano de obra requerida	2-24
2.5.3.15	Costo anual de operación	2-24
3	CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL	3-1
3.1	ÁREAS DE ESTUDIO Y ÁREAS DE INFLUENCIA	3-1
3.1.1	Área de Influencia Directa (AID)	3-2
3.1.2	Área de Influencia Indirecta (AII)	3-2
3.2	MEDIO ABIÓTICO	3-3
3.2.1	Geología	3-3
3.2.1.1	Geología regional	3-4

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag	
3.2.1.2	Geología local	3-6
3.2.1.3	Geología estructural	3-9
3.2.2	Geomorfología	3-12
3.2.2.1	Marco regional	3-12
3.2.2.2	Geomorfología local	3-13
3.2.2.3	Procesos morfodinámicos	3-15
3.2.3	Suelos	3-16
3.2.3.1	Consociación Calderas (CL)	3-16
3.2.3.2	Asociación Yarumal (YA)	3-17
3.2.3.3	Asociación Zaragoza (ZC)	3-17
3.2.4	Usos potenciales	3-17
3.2.5	Hidrología	3-19
3.2.5.1	Caudales medios	3-22
3.2.5.2	Caudales máximos	3-25
3.2.5.3	Transporte de sedimentos	3-34
3.2.6	Usos del agua	3-35
3.2.6.1	Identificación de fuentes de agua y sus respectivos usuarios	3-35
3.2.6.2	Posibles conflictos	3-38
3.2.7	Calidad del agua	3-38
3.2.7.1	Descripción de sitios de muestreo	3-41
3.2.7.2	Metodología	3-44
3.2.7.3	Resultados	3-49
3.2.7.4	Caracterización hidrobiológica	3-69
3.2.8	Sismicidad	3-84
3.2.9	Atmósfera	3-85
3.2.9.1	Clima	3-85
3.2.9.2	Calidad del aire	3-92
3.2.9.3	Ruido	3-95
3.2.10	Paisaje	3-96
3.2.10.1	Provincia fisiográfica	3-97
3.2.10.2	Región climática	3-97

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
3.2.10.3 Gran paisaje	3-97
3.2.10.4 Paisaje	3-97
3.3 MEDIO BIÓTICO	3-101
3.3.1 Ecosistemas terrestres	3-101
3.3.1.1 Flora	3-101
3.3.1.2 Fauna	3-182
3.3.2 Ecosistemas acuáticos	3-243
3.3.2.1 Metodología	3-244
3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO	3-255
3.4.1 Dimensión Demográfica	3-255
3.4.1.1 Área de influencia indirecta	3-255
3.4.1.2 Área de influencia directa	3-270
3.4.2 Dimensión espacial	3-279
3.4.2.1 Área de influencia indirecta	3-279
3.4.2.2 Área de influencia directa	3-293
3.4.3 Dimensión económica	3-299
3.4.3.1 Área de influencia indirecta	3-299
3.4.3.2 Área de influencia directa	3-320
3.4.4 Dimensión cultural	3-337
3.4.4.1 Área de influencia indirecta	3-337
3.4.4.2 Área de influencia directa	3-344
3.4.5 Aspectos arqueológicos	3-354
3.4.5.1 Antecedentes y temáticas de investigación	3-354
3.4.5.2 La prospección arqueológica	3-362
3.4.5.3 Los vestigios materiales asociaciones culturales y cronología	3-407
3.4.6 Dimensión político-organizativa	3-416
3.4.6.1 Aspectos Políticos	3-416
3.4.6.2 Convivencia y seguridad	3-419
3.4.6.3 Participación comunitaria	3-432
3.4.6.4 Organización y presencia institucional	3-436
3.4.7 Tendencias del desarrollo	3-437

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag	
3.4.8	Información sobre población a reasentar	3-444
3.5	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	3-447
3.5.1	Generalidades	3-447
3.5.2	Medio Abiótico	3-448
3.5.2.1	Zonificación ambiental por el componente agua	3-448
3.5.2.2	Zonificación ambiental por el componente suelo.	3-449
3.5.2.3	Zonificación para el componente aire	3-452
3.5.3	Medio Biótico	3-452
3.5.4	Complejidad estructural	3-453
3.5.5	Capacidad de recuperación	3-453
3.5.6	Medio Socioeconómico	3-454
3.5.6.1	Movilidad	3-454
3.5.6.2	Conflicto armado y desplazamiento forzado	3-455
3.5.6.3	Actividad habitual	3-456
3.5.6.4	Densidad poblacional	3-457
3.5.6.5	Tipo de pobladores	3-458
3.5.6.6	Calidad de la infraestructura de servicios sociales	3-459
3.5.6.7	Sensibilidad social	3-461
3.5.7	Zonificación ambiental General	3-462
4	DEMANDA DE RECURSOS NATURALES	4-1
4.1	CONCESIÓN DE AGUAS	4-1
4.1.1	Río San Matías	4-1
4.1.2	Quebrada 5.	4-3
4.1.3	Quebrada NN.	4-3
4.1.4	Río Cocorná	4-3
4.2	OCUPACIÓN DE CAUCE	4-3
4.2.1	Obras en el río San Matías – estructura de descarga	4-3
4.2.2	Corrientes menores en la vía de acceso a portal de salida del túnel de conducción	4-4
4.2.3	Estudios hidráulicos	4-4
4.2.3.1	Obras en el río San Matías en zona de descarga	4-5

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
4.2.3.2	4-5
4.2.4	4-6
4.2.5	4-6
4.3	4-6
4.4	4-10
4.5	4-14
4.6	4-15
4.7	4-15
4.8	4-15
5	5-1
5.1	5-1
5.2	5-1
5.2.1	5-1
5.2.2	5-8
5.1.1.1	5-8
5.1.1.2	5-9
5.2.3	5-11
5.2.4	5-11
5.2.5	5-11
5.2.5.1	5-14
5.2.5.2	5-14
5.2.5.3	5-14
5.3	5-15
5.3.1	5-15
5.3.1.1	5-15
5.3.1.2	5-16
5.3.1.3	5-17
5.3.1.4	5-19
5.3.1.5	5-20
5.3.1.6	5-22
5.3.1.7	5-23

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
5.3.2 Medio Biótico	5-24
5.3.2.1 Cambios en la cobertura vegetal	5-24
5.3.2.2 Pérdida o fragmentación de hábitats	5-27
5.3.2.3 Muerte y desplazamiento de fauna terrestre	5-29
5.3.2.4 Aumento de la presión sobre los recursos naturales	5-30
5.3.2.5 Cambios en la comunidad íctica del río San Matías	5-32
5.3.2.6 Cambios en la estructura del biotopo y biocenosis acuática	5-33
5.3.3 Medio Socioeconómico	5-35
5.3.3.1 Cambios en los niveles de gobernabilidad	5-35
5.3.3.2 Afectación del patrimonio cultural	5-38
5.3.3.3 Potenciación de conflictos	5-40
5.3.3.4 Desplazamiento de infraestructura y viviendas	5-44
5.3.3.5 Cambios en la dinámica poblacional	5-45
5.3.3.6 Incremento en la demanda de bienes y servicios	5-48
5.3.3.7 Generación temporal de empleo	5-50
5.3.3.8 Modificación de las finanzas municipales y de las corporaciones ambientales	5-53
5.3.3.9 Generación de expectativas	5-57
5.3.3.10 Modificación de la movilidad local	5-59
5.3.3.11 Afectación de las actividades económicas	5-61
5.3.3.12 Presión sobre el mercado inmobiliario	5-63
5.3.3.13 Generación de molestias a la comunidad	5-65
5.3.3.14 Cambios en los usos del suelo	5-67
5.3.3.15 Incremento en los riesgos de accidentalidad	5-70
5.3.3.16 Variación en los niveles de salubridad	5-71
5.3.3.17 Afectación al patrimonio arqueológico	5-74
5.3.4 Conclusiones de la evaluación cualitativa	5-77
5.4 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS ACUMULATIVOS	5-81
5.4.1 Medio Abiótico – modificación de la calidad del agua	5-81
5.1.1.3 Modificación de la calidad del agua en la cuenca del río Calderas	5-81
5.4.2 Medio Biótico	5-84

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag	
5.4.2.1	Modificación de la cobertura vegetal	5-85
5.4.2.2	Modificación de los ecosistemas acuáticos	5-88
5.4.3	Medio Socioeconómico	5-89
5.4.3.1	Incremento de los ingresos municipales y de la Corporación regional	5-90
5.4.3.2	Modificación de las relaciones sociales	5-94
5.5	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS	5-96
5.5.1	Impactos abióticos	5-96
5.5.1.1	Aumento de la concentración de material particulado y gases.	5-96
5.5.1.2	Disminución de la disponibilidad de agua.	5-96
5.5.2	Impactos bióticos	5-97
5.5.2.1	Cambios en la cobertura vegetal.	5-97
5.5.2.2	Pérdida o fragmentación de hábitats.	5-97
5.5.2.3	Aumento de la presión sobre los recursos naturales.	5-98
5.5.3	Impactos Socioeconómicos	5-98
5.5.3.1	Afectación del patrimonio cultural.	5-99
5.5.3.2	Desplazamiento de infraestructura y viviendas.	5-99
5.5.4	Conclusiones	5-99
6	ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO	6-1
7	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	7-1
7.1	ESTRUCTURA OPERATIVA	7-3
7.1.1	Grupo de Interventoría Ambiental	7-4
7.1.1.1	Objetivos	7-4
7.1.1.2	Etapas	7-4
7.1.1.3	Acciones a desarrollar	7-4
7.1.1.4	Cronograma de ejecución	7-5
7.1.1.5	Presupuesto	7-5
7.1.2	Grupo de Gestión Ambiental	7-5
7.1.2.1	Objetivos	7-5
7.1.2.2	Etapas	7-6
7.1.2.3	Acciones a desarrollar	7-6
7.1.2.4	Cronograma de ejecución	7-7

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
7.1.2.5 Presupuesto (directos, personal)	7-7
7.2 MEDIO ABIÓTICO	7-8
7.2.1 Programa para el manejo y disposición de materiales	7-8
7.2.1.1 Objetivos	7-8
7.2.1.2 Justificación	7-8
7.2.1.3 Normativa	7-8
7.2.1.4 Etapa	7-9
7.2.1.5 Impactos a controlar	7-9
7.2.1.6 Tipo de medida	7-9
7.2.1.7 Metas e indicadores de seguimiento	7-9
7.2.1.8 Acciones a desarrollar	7-9
7.2.1.9 Lugar de aplicación	7-11
7.2.1.10 Cronograma.	7-11
7.2.1.11 Presupuesto	7-11
7.2.1.12 Responsable	7-12
7.2.2 Plan de manejo de fuentes de material particulado, gases y emisiones de ruido	7-12
7.2.2.1 Objetivos	7-12
7.2.2.2 Justificación	7-13
7.2.2.3 Normativa	7-13
7.2.2.4 Etapa	7-14
7.2.2.5 Impactos a controlar	7-14
7.2.2.6 Tipo de medida	7-14
7.2.2.7 Metas e indicadores de seguimiento	7-14
7.2.2.8 Acciones a desarrollar	7-15
7.2.2.9 Lugar de aplicación	7-16
7.2.2.10 Cronograma.	7-17
7.2.2.11 Presupuesto	7-17
7.2.2.12 Responsable	7-18
7.2.3 Programa de manejo de residuos líquidos	7-18
7.2.3.1 Objetivos	7-18

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag	
7.2.3.2	Justificación	7-18
7.2.3.3	Normativa	7-18
7.2.3.4	Etapa	7-19
7.2.3.5	Impactos a controlar	7-19
7.2.3.6	Tipo de medida	7-19
7.2.3.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-19
7.2.3.8	Acciones a desarrollar	7-19
7.2.3.9	Lugar de aplicación	7-24
7.2.3.10	Cronograma.	7-24
7.2.3.11	Presupuesto	7-24
7.2.3.12	Responsable	7-24
7.2.4	Programa de manejo de residuos sólidos, domésticos industriales y peligrosos	7-24
7.2.4.1	Objetivos	7-24
7.2.4.2	Justificación	7-25
7.2.4.3	Normativa	7-25
7.2.4.4	Etapa	7-25
7.2.4.5	Impactos a controlar	7-25
7.2.4.6	Tipo de medida	7-26
7.2.4.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-26
7.2.4.8	Acciones a desarrollar	7-26
7.2.4.9	Lugar de aplicación	7-29
7.2.4.10	Cronograma.	7-29
7.2.4.11	Presupuesto	7-29
7.2.4.12	Responsable	7-30
7.3	MEDIO BIÓTICO	7-30
7.3.1	Manejo de cobertura vegetal y descapote	7-30
7.3.1.1	Objetivos	7-30
7.3.1.2	Justificación	7-30
7.3.1.3	Normativa	7-31
7.3.1.4	Etapa	7-31

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
7.3.1.5 Impactos a controlar	7-31
7.3.1.6 Tipo de medida	7-31
7.3.1.7 Metas e indicadores de seguimiento	7-31
7.3.1.8 Acciones a desarrollar	7-31
7.3.1.9 Lugar de aplicación	7-34
7.3.1.10 Cronograma	7-34
7.3.1.11 Presupuesto	7-34
7.3.1.12 Responsable	7-34
7.3.2 Rescate de flora	7-34
7.3.2.1 Objetivo	7-34
7.3.2.1 Justificación	7-35
7.3.2.2 Normativa	7-35
7.3.2.3 Etapa	7-35
7.3.2.4 Impactos a controlar	7-35
7.3.2.5 Tipo de medida	7-35
7.3.2.6 Metas e indicadores	7-35
7.3.2.7 Acciones a desarrollar	7-36
7.3.2.8 Lugar de aplicación	7-41
7.3.2.9 Cronograma	7-42
7.3.2.1 Presupuesto	7-42
7.3.2.1 Responsable	7-42
7.3.3 Compensación por afectación a coberturas boscosas – Conformación de corredor biológico	7-43
7.3.3.1 Objetivo	7-43
7.3.3.2 Justificación	7-43
7.3.3.3 Normativa	7-43
7.3.3.4 Etapa	7-43
7.3.3.5 Impactos a controlar	7-43
7.3.3.6 Tipo de medida	7-43
7.3.3.7 Metas e indicadores de seguimiento	7-44
7.3.3.8 Acciones a desarrollar	7-44

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
7.3.3.9 Lugar de aplicación	7-47
7.3.3.10 Cronograma	7-47
7.3.3.11 Presupuesto	7-48
7.3.3.12 Responsable	7-48
7.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO	7-48
7.4.1 Información y participación comunitaria	7-48
7.4.1.1 Objetivos	7-48
7.4.1.2 Justificación	7-49
7.4.1.3 Normativa	7-49
7.4.1.4 Etapa	7-50
7.4.1.5 Impactos a controlar	7-50
7.4.1.6 Tipo de medida	7-50
7.4.1.7 Metas e indicadores de seguimiento	7-50
7.4.1.8 Acciones a desarrollar	7-51
7.4.1.9 Lugar de aplicación	7-51
7.4.1.10 Cronograma	7-52
7.4.1.11 Presupuesto	7-54
7.4.1.12 Responsable	7-54
7.4.1.13 Anexos-formatos	7-54
7.4.2 Educación ambiental a los trabajadores	7-59
7.4.2.1 Objetivos	7-59
7.4.2.2 Justificación	7-59
7.4.2.3 Normativa	7-59
7.4.2.4 Etapa	7-60
7.4.2.5 Impactos a controlar	7-60
7.4.2.6 Tipo de medida	7-60
7.4.2.7 Metas e indicadores de seguimiento	7-60
7.4.2.8 Acciones a desarrollar	7-60
7.4.2.9 Lugar de aplicación	7-61
7.4.2.10 Cronograma	7-61
7.4.2.11 Presupuesto	7-61

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
7.4.2.12 Responsable	7-62
7.4.3 Educación ambiental a la comunidad	7-62
7.4.3.1 Proyecto de educación ambiental	7-62
7.4.3.2 Proyecto lecto escritura para adultos	7-69
7.4.3.3 Fortalecimiento Institucional y Comunitario	7-72
7.4.4 Reubicación de infraestructura y viviendas	7-76
7.4.4.1 Objetivos	7-76
7.4.4.2 Justificación	7-76
7.4.4.3 Normativa	7-77
7.4.4.4 Etapa	7-77
7.4.4.5 Impactos a controlar	7-77
7.4.4.6 Tipo de medida	7-77
7.4.4.7 Metas e indicadores de seguimientos	7-77
7.4.4.8 Acciones a desarrollar	7-78
7.4.4.9 Lugar de aplicación	7-78
7.4.4.10 Cronograma	7-79
7.4.4.11 Presupuesto	7-79
7.4.4.12 Responsable	7-79
7.4.5 Contratación de mano de obra	7-80
7.4.5.1 Objetivos	7-80
7.4.5.2 Justificación	7-80
7.4.5.3 Normativa	7-80
7.4.5.4 Etapa.	7-80
7.4.5.5 Impactos a controlar	7-80
7.4.5.6 Tipo de medida	7-81
7.4.5.7 Metas e indicadores de seguimiento	7-81
7.4.5.8 Acciones a desarrollar	7-81
7.4.5.9 Lugar de aplicación	7-82
7.4.5.10 Cronograma	7-82
7.4.5.11 Presupuesto	7-82
7.4.5.12 Responsable	7-82

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
7.4.6 Programa de restablecimiento de las condiciones económicas	7-82
7.4.6.1 Objetivo	7-82
7.4.6.2 Justificación	7-83
7.4.6.3 Normativa	7-83
7.4.6.4 Etapa	7-83
7.4.6.5 Impactos a controlar	7-83
7.4.6.6 Tipo de medida	7-83
7.4.6.7 Metas e indicadores de seguimiento	7-83
7.4.6.8 Acciones a desarrollar	7-84
7.4.6.9 Lugar de aplicación	7-84
7.4.6.10 Cronograma	7-84
7.4.6.11 Presupuesto	7-85
7.4.6.12 Responsable	7-85
7.4.7 Empresarismo rural	7-85
7.4.7.1 Objetivos	7-85
7.4.7.2 Justificación	7-85
7.4.7.3 Normativa	7-86
7.4.7.4 Etapa.	7-86
7.4.7.5 Impactos a controlar	7-86
7.4.7.6 Tipo de medida	7-87
7.4.7.7 Metas	7-87
7.4.7.8 Indicadores de seguimiento	7-87
7.4.7.9 Acciones a desarrollar	7-87
7.4.7.10 Lugar de aplicación	7-89
7.4.7.11 Cronograma	7-89
7.4.7.12 Presupuesto	7-89
7.4.7.13 Responsable	7-90
7.4.8 Memoria y patrimonio cultural	7-90
7.4.8.1 Objetivo	7-90
7.4.8.2 Justificación	7-90
7.4.8.3 Normativa	7-91

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag	
7.4.8.4	Etapa	7-92
7.4.8.5	Impactos a controlar	7-92
7.4.8.6	Tipo de medida	7-92
7.4.8.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-92
7.4.8.8	Acciones a desarrollar	7-93
7.4.8.9	Lugar de aplicación	7-94
7.4.8.10	Cronograma	7-94
7.4.8.11	Presupuesto	7-95
7.4.8.12	Responsable	7-95
7.4.9	Programa de restitución de infraestructura afectada	7-95
7.4.9.1	Objetivos	7-95
7.4.9.2	Justificación	7-95
7.4.9.3	Normativa	7-96
7.4.9.4	Etapa	7-96
7.4.9.5	Impactos a controlar	7-96
7.4.9.6	Tipo de medida	7-96
7.4.9.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-96
7.4.9.8	Acciones a desarrollar	7-97
7.4.9.9	Lugar de aplicación	7-97
7.4.9.10	Cronograma	7-97
7.4.9.11	Presupuesto	7-97
7.4.9.12	Responsable	7-97
8	PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	8-1
8.1	MEDIO ABIÓTICO	8-1
8.1.1	Programa para el monitoreo del manejo de aguas residuales.	8-1
8.1.1.1	Objetivos	8-1
8.1.1.2	Etapa	8-1
8.1.1.3	Impactos a controlar	8-1
8.1.1.4	Justificación	8-1
8.1.1.5	Descripción de actividades	8-2
8.1.1.6	Cronograma de ejecución	8-2

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
8.1.1.7	Presupuesto (directos, personal) 8-2
8.1.1.8	Responsable 8-2
8.1.2	Programa para el monitoreo de aguas superficiales 8-2
8.1.2.1	Objetivos 8-2
8.1.2.2	Etapas 8-2
8.1.2.3	Impactos a controlar 8-2
8.1.2.4	Justificación 8-3
8.1.2.5	Descripción de actividades 8-3
8.1.2.6	Cronograma de ejecución 8-3
8.1.2.7	Presupuesto 8-3
8.1.2.8	Responsable 8-4
8.1.3	Programa para el monitoreo de la calidad del aire y ruido 8-4
8.1.3.1	Objetivos 8-4
8.1.3.2	Etapas 8-4
8.1.3.3	Impactos a controlar 8-4
8.1.3.4	Justificación 8-4
8.1.3.5	Descripción de actividades 8-4
8.1.3.6	Cronograma de ejecución 8-5
8.1.3.7	Presupuesto 8-5
8.1.3.8	Responsable 8-5
8.2	MEDIO BIÓTICO - PROGRAMA DE MONITOREO DE HÁBITATS TERRESTRE 8-5
8.2.1	Objetivos 8-5
8.2.2	Etapas 8-6
8.2.3	Impacto a evaluar 8-6
8.2.4	Justificación 8-6
8.2.5	Descripción de la actividad 8-6
8.2.6	Cronograma 8-6
8.2.7	Presupuesto 8-6
8.2.8	Responsable 8-7
8.3	MEDIO SOCIAL, ESTRATEGIAS DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO 8-7

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag	
8.3.1	Objetivos	8-7
8.3.2	Etapas	8-7
8.3.3	Impactos a controlar	8-7
8.3.4	Justificación	8-8
8.3.5	Descripción de actividades	8-8
8.3.5.1	Seguimiento	8-9
8.3.5.2	Monitoreo	8-9
8.3.6	Cronograma de ejecución	8-11
8.3.7	Presupuesto (directos, personal)	8-11
8.3.8	Responsable	8-11
9	PLAN DE CONTINGENCIA	9-1
9.1	GENERALIDADES	9-1
9.1.1	Objetivos	9-1
9.1.1.1	General	9-1
9.1.1.2	Específico	9-1
9.1.2	Alcance	9-2
9.1.3	Marco teórico	9-2
9.1.3.1	Marco legal	9-2
9.1.3.2	Definiciones	9-3
9.2	ANÁLISIS DEL RIESGO	9-4
9.2.1	Proceso Metodológico	9-4
9.2.1.1	Identificación de eventos	9-6
9.2.1.2	Valoración del evento	9-6
9.2.2	Análisis	9-7
9.2.2.1	Inundación	9-7
9.2.2.2	Sismo	9-7
9.2.2.3	Afectación por orden público	9-7
9.2.2.4	Falla del túnel de conducción	9-9
9.2.2.5	Incendio	9-9
9.2.2.6	Afectación a cuerpos de agua o suelos	9-9
9.2.2.7	Accidentes	9-10

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag	
9.3	PLAN DE EMERGENCIAS	9-10
9.3.1	Estructura	9-10
9.3.1.1	Comité para la atención de emergencias	9-10
9.3.1.2	Coordinador del comité de emergencias	9-11
9.3.1.3	Grupos de apoyo interno	9-12
9.3.2	Sistema de comunicaciones	9-14
9.3.3	Sistema de monitoreo y alarma	9-14
9.3.4	Programa de educación y divulgación	9-14
9.3.5	Plan general de acción	9-15
9.4	PLAN DE CONTINGENCIA	9-16
9.4.1	Objetivos	9-16
9.4.2	Plan de contingencia para la atención de derrames de combustible	9-18
9.4.3	Plan de contingencia para la atención de un sismo	9-19
9.4.4	Plan de contingencia para la atención de derrumbes y desestabilización de taludes	9-20
9.4.5	Plan de atención a contingencias técnicas	9-21
9.4.6	Plan de contingencia para la atención de emergencias por accidentes operacionales	9-22
9.4.7	Plan de atención al personal	9-22
9.4.8	Plan de contingencia para la atención de la afectación del orden público	9-23
9.4.8.1	Prevención	9-23
9.4.8.2	Control	9-24
9.4.9	Plan de contingencias para el transporte y almacenamiento de combustibles y sustancias químicas	9-25
9.4.10	Programa de comunicaciones para atender contingencias	9-25
9.4.11	Prácticas para la realización de simulacros	9-26
9.5	CRONOGRAMA	9-29
9.6	PRESUPUESTO	9-29
10	PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL	10-1
10.1	OBJETIVOS	10-1
10.2	JUSTIFICACIÓN	10-1

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag	
10.3	NORMATIVA	10-1
10.4	IMPACTOS A CONTROLAR	10-1
10.5	TIPO DE MEDIDA	10-1
10.6	ETAPA	10-1
10.7	METAS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO	10-2
10.8	ACCIONES A DESARROLLAR	10-2
10.8.1	Al finalizar la construcción	10-2
10.8.2	Al finalizar la operación del Proyecto	10-3
10.8.2.1	Túnel de conducción y canal de descarga	10-5
10.8.2.2	Casa de máquinas/Subestación de salida	10-5
10.8.2.3	Vías de acceso	10-5
10.9	LUGAR DE APLICACIÓN	10-6
10.10	CRONOGRAMA	10-6
10.11	PRESUPUESTO	10-6
10.12	RESPONSABLE	10-6
11	PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%	11-1
11.1	MARCO LEGAL	11-1
11.2	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	11-2
11.2.1	Diagnóstico con autoridades ambientales y municipales	11-2
11.2.2	Diagnóstico con la comunidad	11-3
11.2.3	Selección de proyectos a financiar	11-3
11.2.4	Ejecución de los proyectos	11-3
11.3	POBLACIÓN BENEFICIADA	11-3
11.4	PERSONAL REQUERIDO	11-3
11.5	INDICADORES	11-3
11.6	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	11-3
11.7	CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO	11-4

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**LISTADO DE TABLAS**

	Pag
Tabla 1 1. Índice de fotografías aéreas de la zona de influencia	1-1
Tabla 1 2: Profesional que participó en el Estudio de Impacto Ambiental	1-1
Tabla 1 3: Legislación ambiental aplicable al proyecto	1-1
Tabla 2 1: Criterios de diseño para las vías de acceso	2-7
Tabla 2 2: Longitudes, cortes y llenos de vías	2-8
Tabla 2 3: Mano de obra para construcción	2-8
Tabla 2 5: Volúmenes de excavación y lleno	2-10
Tabla 2 6: Especificaciones técnicas de las concretadoras	2-14
Tabla 2 7: Especificaciones técnicas de planta trituradora primaria	2-15
Tabla 2 8: Especificaciones técnicas de zaranda o criba	2-16
Tabla 2 9: Especificaciones técnicas del cono de trituración	2-16
Tabla 2 10: Costos del Proyecto	2-18
Tabla 3 1. Índice de fotografías aéreas de la zona de influencia del proyecto	3-3
Tabla 3 2: Estructuras geológicas secundarias en el cañón del río San Matías	3-9
Tabla 3 3: Suelos en el área de estudio	3-16
Tabla 3 4: Usos potenciales del suelo	3-18
Tabla 3 5. Estaciones de precipitación identificadas en la zona	3-19
Tabla 3 6. Estaciones de caudales identificadas en la zona	3-20
Tabla 3 7. Precipitación media de las estaciones	3-21
Tabla 3 8: Características de la estación de caudales	3-23
Tabla 3 9: Caudales medios en los sitios de interés	3-24
Tabla 3 10: Coeficientes de escorrentía. Chow (1994)	3-26
Tabla 3 11: Usos del suelo	3-27
Tabla 3 12: Áreas de influencia de las estaciones	3-27
Tabla 3 13: Distribución de la precipitación en el tiempo	3-27
Tabla 3 14: Coeficientes para la región Andina	3-28
Tabla 3 15: Valores de precipitación para cada estación	3-28
Tabla 3 16: Parámetros morfométricos de la cuenca	3-29
Tabla 3 17. Parámetros morfométricos de las cuencas menores	3-29
Tabla 3 18: Tiempos de concentración	3-29
Tabla 3 19. Tiempos de concentración para las cuencas menores	3-30

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Tabla 3 20: Factores de reducción de la precipitación en el área	3-30
Tabla 3 21: Valores de intensidad y precipitación obtenidas para las cuencas	3-30
Tabla 3 22: Valores de intensidad y precipitación para las cuencas menores	3-31
Tabla 3 23: Valores finales del CN	3-32
Tabla 3 24: Valores de du	3-33
Tabla 3 25: Caudales máximos en los sitios de interés	3-33
Tabla 3 26: Caudales máximos en los sitios de interés para cuencas menores	3-33
Tabla 3 27 Localización fuentes de agua área de influencia directa proyecto hidroeléctrico San Matías	3-36
Tabla 3 28: Ubicación de los sitios de muestreo	3-41
Tabla 3 29: Metodología para el análisis de las variables físicas y químicas del agua	3-44
Tabla 3 30: Criterios para la caracterización de la condición trófica y calidad de aguas	3-45
Tabla 3 31: Criterios para la caracterización de la condición trófica y calidad de aguas. (Continuación)	3-46
Tabla 3 32: Calificación de taxones para el Índice biótico BMWP modificado y actualizado de Zamora (2007) y Álvarez (2005)	3-46
Tabla 3 33: Clases de calidad, valor y significado ambiental del índice BMWP (Zamora 2007)	3-47
Tabla 3 34: Valores obtenidos para las variables físicas y químicas del agua	3-50
Tabla 3 35: Parámetros físicos - químicos en el agua, Decreto 1594 de 1984	3-52
Tabla 3 36: Clasificación de la calidad del agua	3-66
Tabla 3 37: Cálculo del índice NSF - WQ para el río San Matías	3-67
Tabla 3 38: BMWP para familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados	3-67
Tabla 3 39: Resultados de la aplicación del índice BMWP	3-68
Tabla 3 40: Registro taxonómico y densidades (Ind/cm ²) registradas en el análisis cuantitativo de las algas perifíticas	3-69
Tabla 3 41: Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos colectados	3-76
Tabla 3 42: Índices ecológicos para los tramos de evaluación en el río San Matías.	3-83
Tabla 3 43: Balance hídrico, estación San Francisco	3-91
Tabla 3 44. Estaciones de muestreo calidad del aire	3-93
Tabla 3 45 Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio	3-94
Tabla 3 46 Identificación de fuentes y límites permisibles	3-96

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Tabla 3 47: Categoría de paisajes	3-98
Tabla 3 48. Ecosistemas continentales presentes en el área de influencia del proyecto. Fuente IDEAM et al 2007.	3-103
Tabla 3 49. Coberturas presentes en el área de influencia directa del proyecto	3-114
Tabla 3 50. Coberturas presentes y área muestreada en el área de influencia del proyecto	3-116
Tabla 3 51. Hábitos de crecimiento registrados para las plantas vasculares censadas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-118
Tabla 3 52. Representatividad de cada una de las jerarquías taxonómicas en la categoría de Brinzales y Latizales, para cada una de las coberturas evaluadas dentro del área de estudio.	3-122
Tabla 3 53. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para el bosque denso	3-124
Tabla 3 54. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para el bosque denso de Guadua	3-126
Tabla 3 55. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para el bosque abierto	3-128
Tabla 3 56. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para la vegetación secundaria alta	3-130
Tabla 3 57. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para la vegetación secundaria baja	3-132
Tabla 3 58. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos limpios	3-135
Tabla 3 59. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos arbolados	3-136
Tabla 3 60. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos enmalezados	3-137
Tabla 3 61. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para el bosque denso	3-139
Tabla 3 62. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para el bosque denso de Guadua	3-142
Tabla 3 63. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para el bosque abierto	3-144
Tabla 3 64. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para la vegetación secundaria alta	3-147
Tabla 3 65. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para la vegetación secundaria baja	3-152

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Tabla 3 66. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos limpios	3-156
Tabla 3 67. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos arbolados	3-160
Tabla 3 68. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos enmalezados	3-163
Tabla 3 69. Índices de diversidad alfa, especies e individuos reportados en las diferentes coberturas.	3-166
Tabla 3 70. Número de especies comunes entre las comunidades comparadas.	3-169
Tabla 3 71. Índice beta de diversidad coberturas analizadas.	3-169
Tabla 3 72. Parámetros de la distribución Birnbaum-Saunders para bosque abierto.	3-172
Tabla 3 73. Parámetros de la distribución Weibull (3-parámetros) para bosque denso.	3-172
Tabla 3 74. Parámetros de la distribución Beta (4-parámetros) para bosque denso de guadua.	3-173
Tabla 3 75. Parámetros de la distribución Loglogística 3-parámetros para pasto arbolado.	3-173
Tabla 3 76. Parámetros de la distribución Logística generalizada para pasto enmalezado.	3-174
Tabla 3 77. Parámetros de la distribución Loglogística para pasto limpio.	3-174
Tabla 3 78. Parámetros de la distribución exponencial (2-parámetros) para la vegetación secundaria alta.	3-174
Tabla 3 79. arámetros de la distribución exponencial (2-parámetros) para la vegetación secundaria baja.	3-175
Tabla 3 80. Estimaciones de área basal y volúmenes por cobertura en el área de intervención del proyecto.	3-176
Tabla 3 81. Listado de especies con alguna importancia encontradas en San Matías.	3-177
Tabla 3 82. Sectores de muestreo de mamíferos	3-184
Tabla 3 83. Determinación taxonómica, nombres locales y dieta alimenticia de los mamíferos registrados en la zona de estudio	3-188
Tabla 3 84. Especies de mamíferos con algún riesgo registrados en la zona de estudio.	3-196
Tabla 3 85. Ubicación de los sitios para el monitoreo de aves.	3-199
Tabla 3 86. Determinación taxonómica de aves registradas, cantidad de individuos y dietas alimenticias en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-208

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Tabla 3 87. Número acumulado de especies e individuos por sitio en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-212
Tabla 3 88. Cantidad de especies acumuladas durante el monitoreo de fauna en el área de influencia del proyecto hidroeléctro San Matías.	3-213
Tabla 3 89. Indicadores ecológicos de las aves registradas, en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías.	3-216
Tabla 3 90. Valores del índice de Sorensen para los diferentes sitios en el área de influencia del proyecto hidroléctrico San Matías.	3-217
Tabla 3 91. Cantidad de especies de aves según su tipo de alimentación, registradas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-218
Tabla 3 92. Sitios de muestreo en el área de estudio	3-223
Tabla 3 93. Anfibios y reptiles encontrados en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico	3-227
Tabla 3 94. Valores de diversidad para anfibios y reptiles en el proyecto hidroeléctrico San Matías.	3-237
Tabla 3 95. Distribución de anfibios y reptiles según la preferencia de hábitats en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-239
Tabla 3 96. Estatus de Conservación de las especies de anfibios y reptiles de las áreas de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías.	3-241
Tabla 3 97: Abundancia, biomasa, número de especies y familias de peces registrados	3-249
Tabla 3 98: Órdenes, familias y especies registradas en el río San Matías	3-250
Tabla 3 99: Número de individuos, frecuencia de ocurrencia, longitud estándar y biomasa de las especies registradas, mes de febrero de 2009	3-252
Tabla 3 100: Número de individuos, frecuencia de ocurrencia, longitud estándar y biomasa de las especies registradas, mes de septiembre de 2011	3-252
Tabla 3 101: Número total de individuos, biomasa y número de especies de peces en los sitios, muestreo de febrero de 2009	3-253
Tabla 3 102. Veredas del área de influencia en los centros zonales del municipio de Cocorná	3-270
Tabla 3 103. Unidades territoriales afectadas por el proyecto hidroléctrico San Matías en los municipios de Cocorná y Granada	3-272
Tabla 3 104. Composición por edad y sexo por veredas, en las veredas del área de influencia del municipio Cocorná, en el año 2007	3-273
Tabla 3 105. Composición por edad y sexo por veredas, en las veredas del área de influencia del municipio Granada, en el año 2007	3-273

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Tabla 3 106. Viviendas con disponibilidad de servicio de energía y cobertura por subregión, zona y municipio	3-280
Tabla 3 107. Viviendas con disponibilidad de agua potable y cobertura por subregión, zona y municipio	3-280
Tabla 3 108. Número de abonados a telefonía por subregión, zona y municipio	3-280
Tabla 3 109. Viviendas con servicio de alcantarillado por subregión, zona y municipio	3-281
Tabla 3 110. Viviendas con servicio de recolección de desechos sólidos y cobertura por municipio	3-281
Tabla 3 111. Población afiliada al los regímenes subsidiado y contributivo	3-285
Tabla 3 112. Total de alumnos matriculados a nivel departamental, en la subregión y en los municipios de Cocorná y Granada	3-285
Tabla 3 113. Tasa bruta de escolarización en la subregión y los municipios del área de influencia.	3-286
Tabla 3 114. Escenarios deportivos por departamento, subregión, zona y municipios	3-290
Tabla 3 115. Estructura de la propiedad rural en el oriente antioqueño 1996-2004 (%)	3-300
Tabla 3 116. Tenencia de la tierra en el Municipio de Cocorná	3-301
Tabla 3 117. Tamaño de la tierra en el municipio de Cocorná	3-301
Tabla 3 118. Indicadores laborales 2006, Municipio de Cocorná	3-314
Tabla 3 119. Indicadores laborales del municipio de Granada 2006	3-316
Tabla 3 120. Municipios y centros de relevo en el oriente antioqueño con zona de ubicación	3-318
Tabla 3 121. Forma de tenencia y estructura de la propiedad en las veredas del área de influencia	3-321
Tabla 3 122. Número de empleos generados por el Proyecto El Popal en veredas del área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-332
Tabla 3 123. Campos temáticos y variables para la recolección de información en las unidades de muestreo arqueológico	3-364
Tabla 3 124. Ficha de registro de unidades de muestreo arqueológico	3-365
Tabla 3 125. Distribución de frecuencias de material lítico y cerámico por yacimiento y nivel	3-367
Tabla 3 126. Características de los yacimientos arqueológicos identificados en la prospección	3-407
Tabla 3 127. Yacimientos arqueológicos y asociación sociocultural	3-413
Tabla 3 128. Priorización municipal para la gestión territorial de la acción integral contra Minas Antipersonal en Antioquia – Diciembre de 2007.	3-427

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Tabla 3 129. Grupos organizados. Municipio de Cocorná	3-432
Tabla 3 130. Grupos organizados. Municipio de Granada	3-434
Tabla 3 131. Población a reasentar por el proyecto hidroeléctrico San Matías	3-444
Tabla 3 132. Población total por edad y sexo	3-444
Tabla 3 133. Razones de movilidad	3-445
Tabla 3 134. Estructura familiar de las familias a reasentar	3-446
Tabla 3 135. Definición de criterios para zonificación	3-448
Tabla 3 136. Zonificación ambiental edafológica	3-449
Tabla 3 137. Sensibilidad biótica	3-454
Tabla 3 138. Infraestructura social existente y estado de la misma, en las veredas del área de influencia directa	3-460
Tabla 3 139. Sensibilidad por los criterios demográficos y culturales	3-461
Tabla 3 140. Rango de sensibilidad de los criterios demográficos y culturales	3-461
Tabla 3 141. Criterios para la Zonificación general del área de influencia	3-462
Tabla 4 1. Valores obtenidos para las variables físicas y químicas del agua	4-1
Tabla 4 2. Cálculo del índice NSF - WQ para el río San Matías	4-2
Tabla 4 3. Resultados diseño de alcantarillas para vías proyectadas Tr = 10 años	4-4
Tabla 4 4. Caudales de diseño en río San Matías y corrientes que interceptan las vías del proyecto hidroeléctrico San Matías	4-4
Tabla 4 5. Caudales modelados en el río San Matías en el sitio de descarga	4-5
Tabla 4 6. Niveles y velocidad del flujo en confluencia del canal de descarga con el río San Matías	4-5
Tabla 4 7. Resultados diseño alcantarillas Tr = 10 Años para la vía proyectada	4-5
Tabla 4 8. Localización de vertimientos en el proyecto hidroeléctrico San Matías	4-9
Tabla 4 9. Especies registradas para el bosque denso	4-10
Tabla 4 10. Especies registradas para el bosque denso de Guadua	4-11
Tabla 4 11. Especies registradas para el bosque abierto	4-11
Tabla 4 12. Especies registradas para la vegetación secundaria alta	4-11
Tabla 4 13. Especies registradas para la vegetación secundaria baja	4-12
Tabla 4 14. Especies registradas para los pastos limpios	4-13
Tabla 4 15. Especies registradas para los pastos arbolados	4-13
Tabla 4 16. Especies registradas para los pastos enmalezados	4-14

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Tabla 4 17. Estimaciones de área basal y volúmenes por cobertura en el área de intervención del proyecto.	4-14
Tabla 4.18. Coordenadas de localización de las plantas de trituración y concretadoras	4-15
Tabla 5 1: Impactos que generará el proyecto hidroeléctrico San Matías.	5-1
Tabla 5 2. Actividades del proyecto	5-2
Tabla 5 3. Descripción de los elementos del medio ambiente	5-3
Tabla 5 4: Matriz de identificación de impactos	5-5
Tabla 5 5: Parámetros utilizados en la evaluación cualitativa	5-6
Tabla 5 6: Rangos de importancia del impacto ambiental.	5-7
Tabla 5 7 Calificación de la importancia ambiental de los impactos	5-13
Tabla 5 8. Matriz de identificación de efectos	5-77
Tabla 5 9. Evaluación cualitativa de los efectos	5-78
Tabla 5 10. Parámetros para el desarrollo del WQI	5-83
Tabla 5 11. Calidad del agua de acuerdo al WQI	5-84
Tabla 5 12. Impactos relacionados con el Medio Biótico, identificados en los estudios ambientales consultados	5-85
Tabla 5 13. Impactos relacionados con el Medio Socioeconómico, identificados en los estudios ambientales consultados	5-90
Tabla 5 14. Transferencias acumuladas	5-93
Tabla 7 1: Resumen del Plan de Manejo Ambiental	7-1
Tabla 7 2: Presupuesto (directos, personal) supervisores ambientales de campo	7-5
Tabla 7 3. Presupuesto (directos, personal) grupo de gestión ambiental	7-7
Tabla 7 4 Depósitos Proyecto hidroeléctrico San Matías	7-10
Tabla 7 5. Cronograma del Programa de manejo y disposición de materiales	7-12
Tabla 7 6. Metas plan de manejo de fuentes de material particulado, gases y emisiones de ruido	7-14
Tabla 7 7 Cronograma Plan de manejo de fuentes de material particulado, gases y emisiones de ruido	7-17
Tabla 7 8 Criterios para separación en la fuente	7-28
Tabla 7 9. Especies objeto de rescate	7-36
Tabla 7 13. Plan de acción del Programa de Información y Participación Comunitaria a 12 meses, proyecto hidroeléctrico San Matía	7-52
Tabla 7 14: Presupuesto de costos directos y profesional social	7-54

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Tabla 7 15. Cronograma para el Programa de educación ambiental a la comunidad	7-66
Tabla 7 16: Familias a reasentar	7-77
Tabla 7 17. Cronograma del programa de reubicación de infraestructura	7-79
Tabla 7 18: Presupuesto de costos directos y el profesional social	7-79
Tabla 7 19. Presupuesto del programa de restablecimiento de las condiciones económicas	7-85
Tabla 7 17 Cronograma del programa de Empresarismo rural	7-89
Tabla 7 21: Presupuesto de costos directos y personal	7-90
Tabla 7 22 Cronograma para el programa de memoria y patrimonio	7-94
Tabla 8 1: Programas de seguimiento y monitoreo	8-1
Tabla 8 2: Presupuesto de costos directos y personal	8-2
Tabla 8 3: Presupuesto de costos directos y personal	8-3
Tabla 8 4: Presupuesto de costos directos y personal	8-5
Tabla 8 5: Presupuesto de costos directos y personal	8-7
Tabla 8.6 Lista de verificación	8-10
Tabla 9 1. Criterios de evaluación de la amenaza	9-4
Tabla 9 2. Criterios de evaluación de la vulnerabilidad	9-5
Tabla 9 3. Matriz de evaluación del riesgo	9-5
Tabla 9 4. Eventos que pueden originar una contingencia	9-6
Tabla 9 5: Evaluación de los riesgos	9-6
Tabla 9 6. Caudales máximos en los sitios de interés con las metodologías seleccionadas	9-7
Tabla 9 7. Formato para evaluación del plan de contingencia	9-17
Tabla 9 8. Formato para reportar un evento	9-18
Tabla 9 9. Funciones de personal organizado	9-27
Tabla 9 10 Presupuesto del Plan de Contingencia	9-30
Tabla 11 1. Cronograma de ejecución del programa del 1%	11-4
BIBLIOGRAFÍA	1

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**LISTADO DE FIGURAS**

	Pag
Figura 2 1: Cronograma de construcción	2-17
Figura 2 2: Corte tanque séptico	2-20
Figura 2 3: Corte tanque séptico	2-20
Figura 3 1. Isoyetas de precipitación	3-22
Figura 3 2: Caudales máximos – cuencas menores	3-34
Figura 3 3 Fuentes de agua identificadas en el área de influencia directa del proyecto hidroeléctrico San Matías.	3-36
Figura 3 4: Valores de Oxígeno Disuelto y % de Saturación de Oxígeno	3-53
Figura 3 5: Valores de Conductividad Eléctrica y pH, en cuatro sitios del río San Matías	3-55
Figura 3 6 Valores de pH	3-55
Figura 3 7: Valores de Concentración de sólidos totales y sólidos sedimentables	3-56
Figura 3 8: Valores de turbiedad y concentración de sólidos suspendidos totales	3-57
Figura 3 9 Valores de demandas de oxígeno (DBO y DQO) en tres tramos del río San Matías.	3-59
Figura 3 10 Valores de coliformes fecales en tres tramos del río San Matías.	3-60
Figura 3 11 Valores de coliformes totales en tres tramos del río San Matías.	3-61
Figura 3 12: Valores de concentraciones de fósforo total	3-62
Figura 3 13 Valores de nitrógeno total, amoniacal y nitratos	3-63
Figura 3 14: Valores de concentraciones de dureza total y alcalinidad total	3-64
Figura 3 15: Valores de concentraciones de hierro total	3-65
Figura 3 16 Valores de concentraciones de detergentes	3-65
Figura 3 17: Distribución de abundancia (org/cm ²) de los géneros registrado	3-74
Figura 3 18: Abundancia relativa de los taxones de macroinvertebrados acuáticos dominantes colectados en el tramo 1 (CAP)	3-78
Figura 3 19: Abundancia relativa de los taxones de macroinvertebrados acuáticos dominantes colectados en el tramo 2	3-79
Figura 3 20: Abundancia relativa de los taxones de macroinvertebrados acuáticos dominantes colectados en el sitio 3	3-80
Figura 3 21: Abundancia relativa de los taxones de macroinvertebrados acuáticos dominantes en el sitio 4	3-81
Figura 3 22: Mapa de amenaza sísmica y valores de Aa de Colombia (Ingeominas, 2004)	3-84

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag	
Figura 3 23	Temperatura promedio horaria	3-85
Figura 3 24	Temperatura promedio diaria	3-85
Figura 3 25:	Temperatura en las estaciones San Francisco y Cocorná	3-86
Figura 3 26	Precipitación acumulada diaria	3-86
Figura 3 27	Precipitación acumulada horaria	3-87
Figura 3 28	Precipitación media mensual	3-87
Figura 3 29	Presión barométrica promedio diaria	3-88
Figura 3 30	Presión barométrica horaria	3-89
Figura 3 31	Humedad media mensual.	3-89
Figura 3 32	Velocidad del viento promedio diaria	3-90
Figura 3 33	Velocidad del viento promedio horaria	3-90
Figura 3 34	Rosa de vientos	3-91
Figura 3 35:	Balance hídrico, estación San Francisco	3-92
Figura 3 36.	Coberturas presentes en el área de influencia indirecta del proyecto.	3-105
Figura 3 37.	Distribución de coberturas vegetales en el área de influencia directa del proyecto	3-114
Figura 3 38.	Esquema del diseño de los bloques de muestreo en campo, donde se incluyen los transectos (parcelas) y las subparcelas de regeneración.	3-115
Figura 3 39.	Familias de plantas vasculares con el mayor número de especies en el área de influencia del proyecto	3-121
Figura 3 40.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para el bosque denso	3-124
Figura 3 41.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para el bosque denso de Guadua	3-126
Figura 3 42.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para el bosque abierto	3-127
Figura 3 43.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para la vegetación secundaria alta	3-130
Figura 3 44.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para la vegetación secundaria baja	3-132
Figura 3 45.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos limpios	3-134
Figura 3 46.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos arbolados	3-136

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
Figura 3 47. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos enmalezados	3-138
Figura 3 48. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para el bosque denso	3-139
Figura 3 49. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para el bosque denso de Guadua.	3-142
Figura 3 50. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para el bosque abierto	3-144
Figura 3 51. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para la vegetación secundaria alta	3-147
Figura 3 52. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para la vegetación secundaria baja	3-152
Figura 3 53. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos limpios	3-156
Figura 3 54. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos arbolados	3-159
Figura 3 55. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos enmalezados	3-163
Figura 3 56. Número de especies e individuos reportados en cada cobertura.	3-166
Figura 3 57. Distribución diamétrica de los individuos de bosque abierto.	3-170
Figura 3 58. Distribución diamétrica de los individuos en bosque denso.	3-170
Figura 3 59. Distribución diamétrica de los individuos en bosque denso de guadua.	3-171
Figura 3 60. Distribución diamétrica de los individuos en pasto arbolado.	3-171
Figura 3 61. Distribución diamétrica de los individuos en pasto enmalezado.	3-171
Figura 3 62. Distribución diamétrica de los individuos en pasto limpio.	3-171
Figura 3 63. Distribución diamétrica de los individuos en vegetación secundaria alta.	3-171
Figura 3 64. Distribución diamétrica de los individuos en vegetación secundaria baja.	3-171
Figura 3 65. Estimación de los volúmenes comerciales con posible aprovechamiento.	3-176
Figura 3 66. Estructura taxonómica (Órdenes) basada en las especies registradas en la zona de estudio	3-190
Figura 3 67. Estructura taxonómica (Familias) basada en las especies registradas en la zona de estudio.	3-193
Figura 3 68. Estructura trófica de las especies de mamíferos registradas en la zona de estudio.	3-194

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
Figura 3 69. Curva del número acumulado de especies de mamíferos registrados en el área de estudio.	3-195
Figura 3 70. Número acumulado de especies e individuos de aves en los diferentes sitios de monitoreo en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-214
Figura 3 71. Número acumulado de especies durante 5 días de campo en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-214
Figura 3 72. Especies más representativas y número de individuos de aves, registradas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías.	3-215
Figura 3 73. Grupos de aves según su tipo de alimentación, registradas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-219
Figura 3 74. Familias de anfibios encontrados en el área de influencia del proyecto.	3-231
Figura 3 75. Familias de reptiles encontrados en el área de influencia del proyecto.	3-233
Figura 3 76. Curva de acumulación de especies.	3-234
Figura 3 77. Abundancia relativa de los anfibios y reptiles hallados en el área del proyecto hidroeléctrico San Matías.	3-235
Figura 3 78. Análisis de agrupamiento mostrando la similitud entre los sitios en cuanto a las especies de anfibios y reptiles.	3-238
Figura 3 79. Distribución de anfibios y reptiles según la preferencia de hábitats en las áreas del proyecto hidroeléctrico San Matías.	3-239
Figura 3 80: Número de individuos y biomasa colectada por familia en el río San Matías	3-249
Figura 3 81: Número total de individuos, biomasa y especies de peces en los sitios de muestreo, septiembre de 2011	3-253
Figura 3 82. Personas del municipio de Cocorná, viviendo en el exterior en el año 2005.	3-263
Figura 3 83. Personas del municipio de Granada, viviendo en el exterior en el año 2005.	3-263
Figura 3 84. Causa de cambio de residencia en el municipio de Cocorná, año 2005	3-264
Figura 3 85. Causa de cambio de residencia en el municipio de Granada, año 2005.	3-265
Figura 3 86. Pertenencia étnica en el municipio de Cocorná.	3-269
Figura 3 87. Pertenencia étnica en el municipio de Granada.	3-269
Figura 3 88. Composición por edad en porcentaje %, en la vereda Las Faldas del Municipio de Granada.	3-274
Figura 3 89. Unidades censales con actividad agropecuaria asociada en el municipio de Cocorná, Censo DANE 2005.	3-308

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Figura 3 90. Unidades censales con actividades agrícola, pecuaria y piscícola asociadas, Municipio de Cocorná, censo DANE 2005.	3-309
Figura 3 91. Tipos de cultivos en las unidades censales, Municipio de Cocorná Censo DANE 2005.	3-309
Figura 3 92. Establecimientos según actividad, Municipio de Granada, Censo DANE 2005.	3-312
Figura 3 93. Hogares con actividad económica en el municipio de Cocorná, Censo DANE 2005.	3-314
Figura 3 94. Establecimientos según escala de personal por actividad económica en el municipio de Cocorná.	3-315
Figura 3 95. Establecimientos según escala de personas ocupadas el mes anterior al censo, Municipio de Granada, Censo DANE 2005.	3-316
Figura 3 96. Tenencia de la vivienda y estratificación socio económica de la población desplazada del Municipio de Cocorná.	3-322
Figura 3 97. Tenencia de la vivienda y estratificación socio económica de la población desplazada del Municipio de Granada.	3-322
Figura 3 98. Distribución cerámica por niveles, yacimiento 7	3-386
Figura 3 99. Distribución cerámica por niveles, yacimiento 9	3-393
Figura 3 100. Distribución cerámica por niveles, yacimiento 10	3-397
Figura 3 101. Distribución cerámica por niveles, yacimiento 6A	3-400
Figura 3 102. Distribución cerámica por niveles, yacimiento 6B	3-405
Figura 3 103. Frecuencia de materiales yacimiento 6A	3-410
Figura 3 104. Frecuencia de materiales yacimiento 6B	3-410
Figura 3 105. Frecuencia de materiales yacimiento 7	3-411
Figura 3 106. Frecuencia de materiales yacimiento 9	3-411
Figura 3 107. Recepción y expulsión de población en el municipio de Cocorná	3-425
Figura 3 108. Recepción y expulsión de población en el municipio de Granada	3-426
Figura 4 3: Esquema general del sistema de tratamiento	4-7
Figura 4 4: Esquema Trampa de grasa---vertimiento	4-7
Figura 4 5: Esquema sedimentador-vertimiento	4-8
Figura 5 1. Métodos y herramientas para la evaluación de impactos acumulativos	5-9
Figura 5 2. Proceso de proyección y control de impactos ambientales	5-12
Figura 5 3. Índice de calidad NFS-WQI en la cuenca del río Calderas	5-84

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Figura 7 1. Esquema general del sistema de tratamiento	7-20
Figura 7 2. Esquema Trampa de grasa---vertimiento	7-21
Figura 7 3. Esquema Sedimentador-vertimiento	7-21
Figura 7 4. Cunetas para recolección de aguas lluvias	7-22
Figura 7 5. Señalización de áreas para controlar las afectaciones a vegetación	7-32
Figura 7 6. Áreas previstas para el corredor biológico	7-45
Figura 9 3 Mapa de amenaza sísmica y valores de Aa de Colombia (Ingeominas, 2004)	9-8

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

LISTADO DE FOTOS

		Pag
Foto 3-1:	Panorámica de la zona urbana de Cocorná desde vereda San Juan	3-1
Foto 3-2:	Panorámica de la cabecera de Granada.	3-1
Foto 3-3.	Fuentes de agua identificadas	3-37
Foto 3-4:	Sitio1, CAP, en la cuenca media-alta del río San Matías	3-42
Foto 3-5:	Sitio 2 -Tramo medio	3-42
Foto 3-6:	Sitio 3 – Tramo medio	3-43
Foto 3-7:	Sitio 4 - Tramo bajo	3-43
Foto 3-8:	Toma de muestras in-situ	3-44
Foto 3-9:	Aspectos del muestreo de microalgas bénticas en sustrato rocoso (epiliticas)	3-48
Foto 3-10:	Río San Matías, tramo medio	3-53
Foto 3-11	Aspectos de la calidad visual del agua del río San Matías.	3-58
Foto 3-12:	Algunas de las microalgas bentónicas dominantes, colectadas en el tramo de evaluación	3-72
Foto 3-13:	Macroinvertebrados acuáticos de mayor abundancia: a. Simulium sp, b. Baetodes sp, c. Smicridea sp, d. Camelobaetidius, e. Neoelmis y f. Leucotrichia	3-83
Foto 3-14.	Cobertura de Bosque denso en el área de influencia del proyecto	3-106
Foto 3-15.	Cobertura de bosque denso de Guadua en el área de influencia del proyecto	3-106
Foto 3-16.	Cobertura de Bosque abierto en el área de influencia del proyecto.	3-107
Foto 3-17.	Cobertura de vegetación secundaria baja en el área de influencia del proyecto	3-108
Foto 3-18.	Cobertura de vegetación secundaria alta en el área de influencia del proyecto.	3-109
Foto 3-19.	Cobertura de pasto limpio en el área de influencia del proyecto	3-109
Foto 3-20.	Cobertura de pastos arbolados en el área de influencia del proyecto.	3-110
Foto 3-21.	Cobertura de pasto enmalezados en el área de influencia del proyecto	3-111
Foto 3-22.	Cobertura de tierra desnuda y degradada en el área de influencia del proyecto	3-111
Foto 3-23.	Cobertura de cultivo transitorio (maracuyá) en el área de influencia del proyecto	3-112
Foto 3-24.	Cobertura de cultivo permanente herbáceo (caña panelera) en el área de influencia del proyecto	3-112

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
Foto 3-25. Río San Matías atravesando el área de influencia del proyecto	3-113
Foto 3-26. Proceso de muestreo de la vegetación presente en el área del proyecto. (a) Medición (b y c) Marcaje de los individuos censados. (d) Colecta de muestras vegetales. (e) Prensado de las plantas colectadas.	3-117
Foto 3-27. <i>Miconia trinervia</i> , una de las especies con mayor importancia ecológica para el bosque denso	3-125
Foto 3-28. Especies vegetales con valor comercial registradas para el bosque abierto, izquierda: <i>Abarema jupunba</i> , derecha: <i>Piptocoma discolor</i>	3-127
Foto 3-29. Especies con mayor importancia ecológica para la vegetación secundaria alta, Izquierda: <i>Schefflera morototoni</i> , Derecha: <i>Pourouma hirsutipetiolata</i>	3-129
Foto 3-30. Algunas de las especies vegetales registradas para el muestreo en la vegetación secundaria baja. (a) <i>Tococa guianensis</i> , (b) <i>Vismia baccifera</i> , (c) <i>Psidium guajava</i>	3-133
Foto 3-31. <i>Cecropia peltata</i> , una de las especies con mayor IVIA e IVI para el bosque denso.	3-141
Foto 3-32. Especie <i>Renealmia sp.</i> , una de las pocas especies que compiten con la guadua en el bosque denso ídem.	3-143
Foto 3-33. Flores de <i>Barbieria pinnata</i> , especie reportada sólo para el IVIA por su carácter herbáceo.	3-151
Foto 3-34. Bosque, vereda Los Mangos	3-183
Foto 3-35. Murciélago capturado en red de niebla	3-185
Foto 3-36. Registro de mamíferos en el área de influencia del proyecto San Matías	3-186
Foto 3-37. Especies registradas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-190
Foto 3-38. Coberturas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías	3-198
Foto 3-39. Captura de aves en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías.	3-199
Foto 3-40. Aves avistadas en el área de influencia del proyecto.	3-200
Foto 3-41. Especies endémicas registradas en el área de influencia	3-222
Foto 3-42. Almenara y Túnel de conducción, Bosque Abierto	3-223
Foto 3-43. Zona de depósito y vía	3-224
Foto 3-44. Coberturas en zonas de casa de máquinas	3-224
Foto 3-45. Metodología empleada para la captura de anfibios y reptiles	3-225

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
Foto 3-46. Especies de anfibios de las familias más representativas del área de influencia del proyecto.	3-232
Foto 3-47. Especies de reptiles de las familias más representativas del área del proyecto.	3-233
Foto 3-48. Especies de anfibios más abundantes del área del proyecto.	3-236
Foto 3-49. Especies endémicas para Colombia y citadas en el IUCN y CITES	3-242
Foto 3-50: Aspectos del muestreo con electropesca, en el tramo medio del río San Matías	3-244
Foto 3-51: Aspectos físicos del tramo alto, Tramo 1	3-246
Foto 3-52: Coberturas en las vertientes de la cuenca en el tramo MED (a), y aspecto físico del cauce y el caudal (b y c), del río San Matías	3-247
Foto 3-53: Aspectos físicos del tramo bajo- Descarga	3-248
Foto 3-54. Especies de peces registradas en septiembre 2011	3-250
Foto 3-55. Vivienda en la vereda Las Faldas.	3-278
Foto 3-56. Vivienda al borde de la vía en la vereda Las Faldas.	3-279
Foto 3-57. Baño, vereda Las Faldas	3-283
Foto 3-58. Lavadero, vereda La Inmaculada	3-283
Foto 3-59. Salón de clase, vereda Las Faldas.	3-286
Foto 3-60. Lugares de recreación y esparcimiento del municipio de Cocorná	3-289
Foto 3-61. Transporte de productos agrícolas en la zona de influencia directa del proyecto.	3-291
Foto 3-62. Puente colgante en el río Cocorná.	3-291
Foto 3-63. Apertura de la nueva vía desde la autopista hacia La Inmaculada, por parte del proyecto hidroeléctrico El Popal	3-291
Foto 3-64. Construcción del nuevo puente sobre el Cocorná en la vereda La Inmaculada, por parte del proyecto hidroeléctrico El Popal.	3-291
Foto 3-65. Salón de computadores, escuela de La Inmaculada.	3-293
Foto 3-66. Camino, vereda la Inmaculada.	3-294
Foto 3-67. Escuela de San Lorenzo.	3-295
Foto 3-68. Cancha polideportiva, vereda San Lorenzo.	3-296
Foto 3-69. Vereda Los Mangos, lavadero	3-297
Foto 3-70. Vivienda vereda Los Mangos	3-297
Foto 3-71. Biblioteca infantil donada por el Cisp. CER - vereda Las Faldas	3-298

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag
Foto 3-72. Cultivos de caña y plátano en el área de influencia del proyecto	3-328
Foto 3-73. Comercialización de productos.	3-329
Foto 3-74. Comercialización de la guayaba con intermediario	3-330
Foto 3-75. Población del área de influencia del proyecto	3-346
Foto 3-76. El conocimiento sobre las propiedades y poder curativo de algunas plantas	3-348
Foto 3-77. Piedra de moler el maíz, que es muy usual encontrar en las viviendas del área de influencia del proyecto	3-351
Foto 3-78. Extracción de madera en un sector de la vereda La Inmaculada	3-354
Foto 3-79. Panorámica, yacimiento 1	3-368
Foto 3-80. Detalle, yacimiento 1	3-368
Foto 3-81. Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 1	3-369
Foto 3-82. Fragmentos de cerámica Tardía, yacimiento 1	3-370
Foto 3-83. Lasca de tercer orden, yacimiento 1	3-371
Foto 3-84. Panorámica, yacimiento 2	3-371
Foto 3-85. Detalle, yacimiento 2	3-371
Foto 3-86. Pozo de sondeo 1, yacimiento 2	3-372
Foto 3-87. Fragmentos de Cerámica, yacimiento 2	3-373
Foto 3-88. Fragmento de canto con bordes desgastados, yacimiento 2	3-374
Foto 3-89. Lasca de tercer orden, yacimiento 2	3-374
Foto 3-90. Panorámica, yacimiento 3	3-375
Foto 3-91. Detalle yacimiento 3	3-375
Foto 3-92. Fragmentos de Bordes y de Asas asociadas al Complejo El Oro, yacimiento 3	3-376
Foto 3-93. Canto rodado con talla por desbastamiento, yacimiento 3	3-376
Foto 3-94. Lasca secundaria, yacimiento 3	3-376
Foto 3-95. Panorámica, yacimiento 4	3-377
Foto 3-96. Detalle, yacimiento 4	3-377
Foto 3-97. Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 4	3-378
Foto 3-98. Fragmentos de Bordes y de cuerpos asociados al Complejo El Oro, yacimiento 4	3-379
Foto 3-99. Panorámica, yacimiento 5	3-380

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
Foto 3-100. Detalle pozo de sondeo, yacimiento 5	3-380
Foto 3-101. Fragmentos de cerámica, yacimiento 5	3-381
Foto 3-102. Panorámica, yacimiento 6	3-382
Foto 3-103. Detalle, yacimiento 6	3-382
Foto 3-104. Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 6.	3-382
Foto 3-105. Fragmentos de cerámica, yacimiento 6.	3-383
Foto 3-106. Panorámica, yacimiento 7	3-384
Foto 3-107. Detalle, yacimiento 7	3-384
Foto 3-108. Estratigrafía pozo de sondeo, yacimiento 7.	3-385
Foto 3-109. Fragmentos de cerámica asociada al Complejo El Oro, yacimiento 7.	3-387
Foto 3-110. Canto rodado con desgastes, yacimiento 7	3-388
Foto 3-111. Lascas de primer y tercer orden, yacimiento 7	3-388
Foto 3-112. Núcleo, yacimiento 7	3-388
Foto 3-113. Fragmento de Lasca con talla bipolar, yacimiento 7	3-388
Foto 3-114. Panorámica, yacimiento 8	3-389
Foto 3-115. Detalle, yacimiento 8	3-389
Foto 3-116. Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 8.	3-390
Foto 3-117. Panorámica, yacimiento 9	3-391
Foto 3-118. Realización pozo de sondeo, yacimiento 9	3-391
Foto 3-119. Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 9.	3-392
Foto 3-120. Fragmentos de cerámica asociada al Complejo El Oro, yacimiento 9	3-393
Foto 3-121. Lascas de primer y segundo orden, yacimiento 9	3-394
Foto 3-122. Panorámica, yacimiento 10	3-395
Foto 3-123. Realización pozo de sondeo, yacimiento 10	3-395
Foto 3-124. Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 10	3-395
Foto 3-125. Lectura columna estratigráfica pozo de sondeo 1, yacimiento 10	3-395
Foto 3-126. Fragmentos de cerámica asociada al Complejo EL Oro, yacimiento 10	3-397
Foto 3-127. Panorámica, yacimiento 6A	3-398
Foto 3-128. Detalle, yacimiento 6A	3-398
Foto 3-129. Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 6A	3-399
Foto 3-130. Cerámica asociada al Complejo El Oro, yacimiento 6A	3-401

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Pag
Foto 3-131. Cantos fragmentados, yacimiento 6A	3-401
Foto 3-132. Lascas de primer orden, yacimiento 6A	3-401
Foto 3-133. Cantos redondeados de forma ovoide, yacimiento 6A	3-402
Foto 3-134. Panorámica, yacimiento 6B	3-403
Foto 3-135. Pozo de sondeo, yacimiento 6B	3-403
Foto 3-136. Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 6B	3-403
Foto 3-137. Fragmentos de cerámica asociada al Complejo El Oro, yacimiento 6B	3-405
Foto 3-138. Fragmentos de canto, yacimiento 6B	3-406
Foto 3-139. Lascas en talla bipolar, yacimiento 6B	3-406
Foto 3-140. Lascas de tercer y segundo orden, yacimiento 6B	3-406
Foto 3-141. Aviso del salón del Nunca Más, Granada.	3-426
Foto 3-142. Casa abandonada durante el conflicto armado en las afueras de Granada	3-426
Foto 3-143. Avisos de prevención contra las minas antipersonales	3-428

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

LISTADO DE ANEXOS

- ANEXO 1. Certificado del Ministerio del Interior sobre minorías étnicas
- ANEXO 2 Certificado del INCODER sobre minorías étnicas
- ANEXO 3 Plan de información, participación y comunicación
- ANEXO 4 Certificado de CORNARE Sobre usuarios del recurso en la cuenca
- ANEXO 5 Registro fotográfico de fuentes de agua en el área de influencia del proyecto
- ANEXO 6 Monitoreo calidad del aire
- ANEXO 7 Monitoreo de ruido
- ANEXO 8 Localización de parcelas de muestreo (digital)
- ANEXO 9 Listado total de especies registradas (digital)
- ANEXO 10 Fichas veredales
- ANEXO 11 Licencia de prospección arqueológica
- ANEXO 12 Ficha de viviendas con posible reasentamiento
- ANEXO 13 Formularios solicitud permiso concesión de aguas
- ANEXO 14 Formularios solicitud permiso ocupación de cauces
- ANEXO 15 Formularios solicitud permiso vertimientos
- ANEXO 16 Sistemas de tratamiento
- ANEXO 17 Permiso de aprovechamiento forestal

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**LISTADO DE PLANOS**

2148-12-CV-DW-010	Localización general del Proyecto
2148-12-CV-DW-011	Plano general de obras
2148-12-CV-DW-012	Localización oficinas, campamentos y plantas
2148-12-CV-DW-013	Localización de corrientes menores
2148-12-CV-DW-020	Tanque de aquietamiento y canal de conducción
2148-12-CV-DW-021	Túnel de conducción - Planta y perfil
2148-12-CV-DW-022	Túnel de conducción - Secciones típicas
2148-12-CV-DW-030	Tubería de presión- Perfil y secciones
2148-12-CV-DW-040	Casa de máquinas - Adecuación
2148-12-CV-DW-041	Casa de máquinas – Planta y secciones
2148-12-CV-DW-042	Canal de descarga
2148-12-CV-DW-051	Vía portal de salida túnel
2148-12-CV-DW-052	Vías - Obras típicas
2148-12-CV-DW-060	Depósitos - Localización general
2148-12-CV-DW-061	Depósitos – Planta y perfil
2148-12-EL-DW-020	Línea de transmisión
2148-12-EV-DW-010	Cartografía base
2148-12-EV-DW-011	Unidades geológicas
2148-12-EV-DW-012	Unidades geomorfológicas
2148-12-EV-DW-013	Mapa de pendientes
2148-12-EV-DW-014	Mapa de suelos
2148-12-EV-DW-015	Capacidad de usos del suelo
2148-12-EV-DW-016	Cobertura Vegetal
2148-12-EV-DW-017	Área de influencia directa-Medio Socio Económico
2148-12-EV-DW-018	Zonificación ambiental del componente agua
2148-12-EV-DW-019	Zonificación ambiental biótica
2148-12-EV-DW-020	Zonificación ambiental edafológica
2148-12-EV-DW-021	Zonificación ambiental general
2148-12-EV-DW-022	Zonificación ambiental del proyecto
2148-12-EV-DW-023	Zonificación ambiental social
2148-12-EV-DW-024	Localización de impactos y planes de manejo
2148-12-EV-DW-025	Zonificación ambiental del componente aire



PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL RESUMEN EJECUTIVO

DOCUMENTO 2148-12-EV-ST-010 - 0

REVISIÓN No. 0

Revisión	Modificaciones	Fecha
0	Emisión Original	2012-04-13

Elaboración – Revisión – Aprobación

Revisión	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
	Nombre	Firma	Nombre	Firma	Nombre	Firma
0	SAG/HMV		HMV		HMV	

Los derechos de autor de este documento son de HMV INGENIEROS LTDA., que queda exonerada de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**CONTENIDO GENERAL**

VOLUMEN I	
Descripción	Documento
Resumen ejecutivo	2148-12-EV-ST-010-00
Capítulo 1 – Generalidades	2148-12-EV-ST-010-01
Capítulo 2 – Descripción del Proyecto	2148-12-EV-ST-010-02
VOLUMEN II	
Capítulo 3 – Caracterización del área de influencia del Proyecto	2148-12-EV-ST-010-03
VOLUMEN III	
Capítulo 4 – Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	2148-12-EV-ST-010-04
Capítulo 5 – Evaluación ambiental	2148-12-EV-ST-010-05
Capítulo 6 – Zonificación de manejo ambiental del Proyecto	2148-12-EV-ST-010-06
Capítulo 7 – Plan de manejo ambiental	2148-12-EV-ST-010-07
Capítulo 8 – Plan de seguimiento y monitoreo del Proyecto	2148-12-EV-ST-010-04
Capítulo 9 – Plan de contingencia	2148-12-EV-ST-010-09
Capítulo 10 - Plan de abandono y restauración final	2148-12-EV-ST-010-10
Capítulo 11 - Plan de inversión del 1%	2148-12-EV-ST-010-11
Bibliografía	2148-12-EV-ST-010-12
VOLUMEN IV	
Anexo 1 a Anexo 12	2148-12-EV-ST-010-13
VOLUMEN V	
Anexo 13 a Anexo 17	2148-12-EV-ST-010-13
VOLUMEN VI	
Planos	2148-12-EV-ST-010-14

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

RESUMEN EJECUTIVO

1 GENERALIDADES

Dentro del inventario de posibles aprovechamientos identificados por HMV Ingenieros Ltda está el Desarrollo Hidroeléctrico del río San Matías, que aprovecha las aguas del río del mismo nombre, y el cual igualmente se piensa inscribir como proyecto MDL; localizado en el oriente del departamento de Antioquia, a unos 95 km de la ciudad de Medellín, en jurisdicción de los municipios de Cocorná y Granada.

De esta manera HMV Ingenieros Ltda solicitó a la Corporación Autónoma Regional Rionegro Nare–CORNARE-, su pronunciamiento sobre la necesidad de presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas -DAA- para el desarrollo hidroeléctrico del río San Matías, a lo cual CORNARE contestó afirmativamente, proceso que terminó con la selección de los proyectos que deberían pasar a la etapa de Estudio de Impacto Ambiental, según consta en la Resolución 112-0306 del 23 de agosto de 2010.

Para el Estudio de Impacto Ambiental se realizaron trabajos de campo desde septiembre de 2011 a marzo de 2012, para complementar la información recopilada para el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, con los trabajos de campo requeridos por los Términos de Referencia fijados por CORNARE para este estudio.

Por medio del Auto 112-0306 del 23 de agosto de 2010, CORNARE selecciona la Alternativa 1, para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de dos proyectos hidroeléctricos en cadena, denominados El Molino I y El Molino II, y emitió lo términos de referencia los para tal fin.

Este documento presenta el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto hidroeléctrico El Molino II, que será denominado de ahora en adelante “Proyecto Hidroeléctrico San Matías”, de acuerdo a los Términos de Referencia “*HE-TER-1-01 - Construcción y operación de centrales hidroeléctricas generadoras*”, para continuar con el trámite de licenciamiento ambiental, de acuerdo a las disposiciones de la autoridad ambiental competente enmarcada en la normatividad existente.

El Estudio de impacto ambiental para el Proyecto Hidroeléctrico San Matías se compone de 11 capítulos:

- **Capítulo 1. Generalidades.** En este capítulo se describen las características generales del proyecto, tales como los antecedentes, objetivos, alcances y metodologías de trabajo.
- **Capítulo 2. Descripción del proyecto.** Se describen las características técnicas del proyecto a nivel de factibilidad, en las etapas de construcción y operación; presentando los diseños de las diferentes obras.
- **Capítulo 3. Caracterización del área de influencia.** En este capítulo se definen las áreas de influencia para el desarrollo del proyecto y se identifica y describe el estado actual de los elementos y componentes del medio ambiente (Físico, biótico y social), llevando a cabo un análisis integral de dichos componentes, con el fin de identificar su sensibilidad ambiental.
- **Capítulo 4. Demanda de recursos naturales.** En este capítulo se identifican y cuantifican los recursos naturales que pueden verse afectados por el desarrollo del proyecto, incluyéndose aquellos que requieran permisos, concesiones o autorizaciones.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- **Capítulo 5. Identificación y evaluación de los impactos ambientales.** Se realiza una identificación y evaluación de los principales impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto. Además se presenta un análisis de la evaluación de los impactos acumulativos potenciales que se pueden generar y la evaluación económica de impactos.
- **Capítulo 6. Zonificación de manejo ambiental del proyecto:** En este capítulo se realiza una síntesis de la vulnerabilidad de las unidades ambientales identificadas, llevando a cabo la clasificación de las áreas de exclusión, intervención con restricciones e intervención.
- **Capítulo 7. Plan de manejo ambiental:** En este capítulo se presentan los programas que especifican las diferentes medidas de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el desarrollo de proyecto durante las etapas de construcción y operación del proyecto.
- **Capítulo 8. Plan de monitoreo y seguimiento:** En este capítulo se establecen las principales medidas que permitirán llevar a cabo el monitoreo y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación planteadas en el plan de Manejo Ambiental, para los componentes físico, biótico y social.
- **Capítulo 9. Plan de Contingencia.** En este capítulo se presenta el análisis de riesgo del proyecto, así como las medidas de atención de emergencias y contingencias en la etapa de construcción del proyecto y los lineamientos para la operación.
- **Capítulo 10. Plan de Abandono y Restauración final.** Se plantean las diferentes actividades a desarrollar en las áreas intervenidas de manera directa por el proyecto, con el fin de restituir las condiciones iniciales del ambiente, en la medida que sea posible.
- **Capítulo 11. Plan de Inversión del 1 %.** Se presenta la propuesta técnico económica para la implementación de la inversión del 1%, de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente, decreto 1900 de 2006.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN

El Proyecto Hidroeléctrico San Matías se localiza en el oriente del departamento de Antioquia, a unos 95 km de la ciudad de Medellín, en jurisdicción de los municipios de Cocorná y Granada, en las veredas Los Mangos, La Inmaculada y San Lorenzo del primer municipio; y en las veredas La Arenosa y las Faldas de Granada.

2.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

El Proyecto Hidroeléctrico San Matías se abastecerá con el agua turbinada del proyecto hidroeléctrico El Molino, la cual capta un porcentaje del caudal del río San Matías para la generación de energía eléctrica.

A la salida de la casa de máquinas del proyecto hidroeléctrico El Molino se ubicará un tanque que tendrá dos funciones, la primera es aquietar el agua turbinada para llevarla al canal de descarga de la central El Molino en caso de que la central San Matías no esté en funcionamiento (tanque de aquietamiento) y la segunda función es abastecer al proyecto San Matías.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

El Proyecto Hidroeléctrico San Matías tendrá una capacidad de 21 MW, para un caudal de diseño de 10 m³/s y un salto neto de 239,2 m. Las obras de conducción tienen aproximadamente 3,4 km de longitud total.

En términos generales, el proyecto consta de: tanque de aquietamiento, un box culvert, un túnel de conducción, una almenara, una casa de válvulas, la tubería de presión, la casa de máquinas superficial y finalmente un canal de descarga para entregar las aguas turbinadas al río San Matías, elementos que se describen con mayor detalle más adelante.

2.2.1 Obras de toma

El tanque de aquietamiento que garantiza el nivel de sumergencia de las turbinas en el proyecto hidroeléctrico El Molino, será a su vez el tanque de carga del proyecto hidroeléctrico San Matías. Dicho tanque tiene 31,7 m de longitud, 8,0 m de ancho, un nivel normal de aguas en la cota 1.016,8 msnm y un nivel de piso en la cota 1.011,3 msnm, mientras que los muros del tanque están previstos hasta la cota 1.018,2 msnm (ver plano 2148-12-CV-DW-20).

En uno de los extremos del tanque, existe una rampa descendente con pendiente 2 H:1 V, con el fin de pasar de la cota 1011,3 msnm a la cota 1010,7 msnm en 1,2 m de longitud, y de esta manera garantizar un nivel de sumergencia para evitar el desarrollo de vórtices sobre la entrada al sistema de presión.

2.2.2 Obras de conducción

La conducción inicia en un extremo del tanque de aquietamiento por medio de un box culvert cuadrado de 3,9 m de lado, 15,8 m de longitud y pendiente longitudinal del 0,8%. Dicho box culvert o galería de conducción cruza perpendicularmente a lo ancho la casa de máquinas del Proyecto El Molino, pasando por debajo de la sala de montaje.

Los últimos dos metros del box culvert están conformados por una transición de 2,0 m de longitud, pasando de una sección cuadrada de 3,9 m de lado a una sección en herradura modificada de 3,1 m de diámetro de excavación. El túnel tendrá 2.249,6 m de longitud y una pendiente del 0,8%. Los primeros 100 m del túnel tendrán revestimiento en concreto hidráulico reforzado, conformando una sección circular efectiva de 2,5 m de diámetro.

Luego del túnel, la conducción continúa con una tubería a presión de Glass Reinforced Polyester (GRP) de 1.131,6 m de longitud, que se inicia en el portal de salida del túnel de conducción y desciende por la ladera natural hacia la casa de máquinas. La tubería estará enterrada en casi todo su recorrido y tendrá un primer tramo de 1,90 m de diámetro interno y 865,2 m de longitud, seguida de un tramo de 266,4 m de longitud y 1,80 m de diámetro.

2.2.3 Casa de máquinas

La casa de máquinas será superficial y está proyectada en una zona altiplana, conformada en la confluencia del río San Matías con el río Cocorná, sobre una plazoleta en la cota 768,00 msnm, en un punto donde se pueden obtener buenas condiciones de fundación, tanto para la casa de máquinas como para los equipos principales, y con excavaciones moderadas para la plazoleta y la subestructura. El edificio de la casa de máquinas se definió como una continuación de la casa de máquinas del Proyecto Hidroeléctrica El Popal, actualmente en construcción. El acceso se realizará por una carretera de unos 3,3 km que se desprende de la llamada autopista Medellín - Bogotá, a unos 95 km de la ciudad de

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Medellín, en jurisdicción del municipio de Cocorná. El sistema de descarga de las aguas turbinadas se realizará a un canal a flujo libre, para llevarlas nuevamente al río San Matías en la cota 752,0 msnm.

El esquema de la casa de máquinas está compuesto por un edificio con dos galerías adyacentes, donde en la primera o principal, se alojan dos unidades generadoras equipadas con turbinas tipo Francis de eje horizontal de 10,5 MW cada una, con sus correspondientes generadores sincrónicos y válvulas de admisión. En la segunda galería se acomodan la sala de servicios auxiliares, la sala de control y la oficina, cocineta y servicios sanitarios.

La descarga de cada unidad se hace a través del tubo de aspiración y de un canal – tanque que garantiza la sumergencia requerida por la turbina. Estas estructuras entregan las aguas a un canal de descarga, de donde pasan luego al río San Matías en la cota 752,0 msnm, en el punto de coordenadas 885.088 E y 1.159.736 N, medidas en la intersección del eje del canal y la orilla del río.

2.2.4 Obras de descarga

Las aguas turbinadas se entregarán al río San Matías en el sitio con coordenadas 885.088 E y 1.159.736 N, y en la cota 752,0 msnm. Inicialmente las aguas serán conducidas por dos box culvert de 15,6 m y 5,7 m de longitud y 2,8 m de ancho y 2 m de altura, uno por unidad y con pendiente del 0,2%. Aguas abajo del punto de conexión entre los dos box culvert, el agua será conducida por un box culvert cuadrado de 1,8 m de lado y pendiente del 1 %, en una longitud de 268,8 m, con funcionamiento a flujo libre y régimen supercrítico.

El siguiente tramo será un canal abierto de 11,8 m con una pendiente del 0,4%, donde se tiene previsto la formación de un resalto hidráulico y el establecimiento de un flujo en régimen subcrítico antes la estructura de descarga, la cual consta de una transición a un canal abierto de 5 m de ancho, una rampa descendente de 4,0 m, una piscina de aquietamiento de 5,0 m y una estructura de disipación de energía de 30,4 m, con pendiente del 50% y en cuya base se tienen previstos una serie de tacos o bloques de concreto para la disipación de la energía

2.2.5 Conexión al sistema interconectado

El proyecto se conectará a la subestación Nueva Cocorná mediante dos circuitos aéreos a 110 kV de 80 m de longitud, que se desprenderán de los transformadores. Esta subestación de conexión al SIN se localiza en inmediaciones de la casa de máquinas y será propiedad del Operador de Red o del designado por la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME–, con excepción de las bahías de llegada de las líneas, que serán propiedad del proyecto. El área requerida para esta subestación fue presentada en el estudio de impacto ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Popal, el cual cuenta con licencia ambiental otorgada por CORNARE

2.2.6 Vías de acceso

Para acceder a la zona del Proyecto, se cuenta en la actualidad con la autopista Medellín - Bogotá en inmediaciones del municipio de Cocorná.

Para llegar hasta la zona de entrada al túnel de conducción, teniendo en cuenta que la toma de agua para la generación de energía de la central San Matías corresponde a las aguas turbinadas del proyecto El Molino, y al portal de entrada del túnel de conducción, se utilizará

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

la vía proyectada por el proyecto hidroeléctrico El Molino, que va hacia la casa de máquinas del mismo.

Para llegar hasta la zona de casa de máquinas, se utilizará la vía de acceso construida previamente para el proyecto El Popal, que se desprende desde la Autopista Medellín – Bogotá, en el sitio conocido como la Mañosa.

El Proyecto sólo requerirá la construcción de 610 m de vía hacia el portal de salida del túnel de conducción, la cual partirá del portal de salida del túnel de conducción del proyecto El Popal, con una pendiente media del 11%.

3 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

3.1.1 Área de Influencia Directa (AID)

De acuerdo con lo definido en los Términos de Referencia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, para Estudios de Impacto Ambiental, Sector energía, Construcción y operación de centrales hidroeléctricas generadoras HE-TER-1-01, *“El área de influencia directa del proyecto, es aquella donde se manifiestan los impactos ambientales generados por las actividades de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada.”*

Para el Medio Abiótico y Biótico, el Área de Influencia Directa está compuesta por las áreas que ocuparán las obras del proyecto: Captación, Casa de máquinas, talleres, plazoletas industriales, campamento, vías de acceso, zonas de depósito. El área ocupada por las obras es de 8,42 ha.

Además, se incluye aquellas zonas aledañas al río San Matías, entre la zona de captación y la descarga de las aguas, donde se presentará reducción de caudales.

El Área de Influencia Directa del Medio Socioeconómico, abarca los territorios municipales afectados por la obras del Proyecto y por la reducción de caudales del río San Matías, que comprende las siguientes veredas: La Arenosa y Las Faldas del municipio de Granada, afectadas por la reducción del caudal del río San Matías; y Los Mangos, La Inmaculada y San Lorenzo, afectados por la obras y por la disminución del caudal.

3.1.2 Área de Influencia Indirecta (All)

El Área de Influencia Indirecta está definida en los Términos de Referencia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial para proyecto hidroeléctricos, donde se establece que: *“el área donde los impactos ambientales trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos”*.

Para los Medios Físicos y Bióticos se estableció que los impactos se podrán manifestar en una franja comprendida entre la divisoria de agua entre los ríos San Matías y Cocorná, en la margen derecha del río San Matías; y en la margen izquierda, una franja definida por caminos existentes en las veredas La Arenosa y Las Faldas, hasta dónde puede llegar el efecto de la disminución del caudal del río San Matías.

Para el Medio Socioeconómico, el All corresponde al territorio conformado por los municipios de Cocorná y Granada, dado que constituyen los centros administrativos y las unidades socioculturales alrededor del proyecto hidroeléctrico San Matías.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

3.2 MEDIO ABIÓTICO

Mediante oficio 47308 del 12 de diciembre de 2011, se solicitó ante CORNARE información sobre los usos del agua existentes en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías, que contestó mediante oficio 134-0241 del 21 de diciembre de 2011, y en el cual la entidad informa que sus bases de datos no se encuentran concesiones de agua otorgadas en la cuenca y sus drenajes.

En términos generales, para la calidad del agua, se puede afirmar que el sector evaluado del río San Matías presenta una buena calidad sanitaria del agua (categoría 4 de 5). Se observó que el 71% de las variables de interés, presentaron altos índices (>80), excepto los coliformes que presentan valores bajos en todos los sitios evaluados. Se resaltan los altos valores para OD, pH, T y nitratos, todas estas características importantes en la salud un río sano, y con capacidad para sostener una biota acuática diversa.

De acuerdo al estudio de calidad del aire realizados en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías, que incluyó estaciones de monitoreo en la vereda Los Mangos y La Inmaculada, se encontró que en la zona se presentan niveles de PST. PM₁₀, SO₂, NO₂ y CO que cumplen con lo exigido por la legislación vigente, por lo tanto no representan ningún problema para la salud de las personas.

En los monitoreos de ruido se encontró que en todos los puntos se está por encima de lo permitido por la norma, aunque las fuentes de ruido son las corrientes de agua existentes en la zona, y los animales presentes en el área de influencia directa del proyecto.

3.3 MEDIO BIÓTICO

En el Área de Influencia Indirecta predomina la vegetación secundaria baja (VSB), seguida por los pastos limpios (PL), la vegetación secundaria alta (VSA) y los pastos arbolados (PA). Esto demuestra el alto grado de intervención que han tenido tradicionalmente dichos predios, incluso la incipiente regeneración natural que presentan las zonas que han sido abandonadas.

En el Área de Influencia Directa se observa que las coberturas dominantes son el pasto limpio (31,18%), la vegetación secundaria alta (22,22%) y los pastos arbolados (15,42%). Las coberturas con menor área a intervenir son los bosques (densos, densos con guadua y abiertos), pastos arbolados ralos (0,41%), y los bosques con media y alta intervención (3,12% y 1,98% respectivamente). El bajo porcentaje de coberturas naturales en esta área refleja el grado de intervención de esta zona, donde domina la actividad agropecuaria

En la fauna terrestre, en cuanto a mamíferos se destaca que se identificaron tres especies endémicas *Saguinus leucopus* (Tití gris), *Proechimys magdalenae* (Rata espinosa) y *Microsciurus santanderiensis* (ardita cusca) y tres especies catalogadas como vulnerables *Saguinus leucopus* (Tití gris), *Aotus lemurinus* (marteja o mico de noche) *Lontra longicaudis* (Nutria) y *Leopardus wiedii* (Tigrillo).

En aves se encontraron dos especies endémicas: *Habia gutturalis* (Habia ahumada) y *Ortalis columbiana* (guacharaca colombiana)

Para herpetos la mayor parte de especies se reportan en las coberturas con mayor complejidad estructural, señalando una alta disponibilidad de refugio, alimento y áreas de

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

apareamiento, condiciones que favorecen el mantenimiento de las poblaciones de este grupo.

Para peces fueron registrados 15 individuos agrupados en cinco especies: *Astroblepus homodon* (capitancito), *Hemibricon boquiae* (sardina), *Trichomycterus caliense* (briola), *Chaetostoma leucomelas* (cucho) y *Cordylancistrys sp* (cucho), ninguna de ellas migratoria.

3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

3.4.1 Aspectos demográficos

Son cinco veredas las que se verán afectadas por el proyecto hidroeléctrico San Matías, donde el total de población, según datos del trabajo de campo, son 893 personas. De éstas, 709 del municipio de Cocorná, las cuales representan un 4,68% sobre el total de población del municipio que son 15.119 personas. Por su parte del municipio de Granada son 184 personas lo que corresponde a un 1,87% del total de la población del municipio (9.789), en un área total de 20,77 Km². Casi el 100% de la población de las veredas se encuentra en estado de pobreza, lo que refleja unas condiciones de vida muy precarias.

3.4.2 Dimensión espacial

Los cascos urbanos tanto de Cocorná como de Granada, presentan un alto porcentaje de cobertura en servicios públicos; en cambio, en la zona rural, la cobertura es mucho más baja. Ello tiene su razón de ser en la dispersión de las viviendas, que dificulta el acceso a los servicios y el equipamiento colectivo de cada una de las veredas. La gran excepción es la energía eléctrica, pues casi el 100 % de los pobladores en el área de influencia Directa, al igual que en la zona rural de ambos municipios, cuentan con el servicio.

En lo que tiene que ver con servicios sociales, tales como salud y educación, el casco urbano tiene una mejor oferta que la zona rural; algunas veredas deben desplazarse hacia otros centros poblados o al casco urbano para acceder a dichos servicios y las que cuentan con los mismos, tienen carencias significativas en términos de dotación e infraestructura. Es de apuntar sin embargo, que en términos de educación, el número de alumnos matriculados en la zona rural de Cocorná resulta ser mayor que el número de alumnos en la zona urbana.

En cuanto a la disposición de aguas servidas y basuras, las veredas no cuentan con el servicio, y este es muy precario en el casco urbano de Cocorná como en el de Granada.

En el municipio de Cocorná se cuenta con una infraestructura que en términos generales permite acceder a los servicios de salud y la población disfruta de todos los servicios básicos de un primer nivel de complejidad. Por su parte, en Granada es posible identificar un gran desconocimiento entre las comunidades acerca de la prestación de los servicios de salud, en especial los servicios superiores al primer nivel de complejidad, por lo cual los usuarios no demandan el servicio. En otros casos la ausencia de demanda tiene que ver con las dificultades de libre locomoción y con la falta de recursos para cancelar el copago o la cuota moderadora según sea el caso.

3.5 ASPECTOS CULTURALES

Los pobladores del área de influencia son campesinos que en la actualidad, y después de un proceso de retorno, tras el desplazamiento forzado por el conflicto armado, continúan siendo cultivadores de caña, plátano, café, frijol, maíz, yuca y cítricos. En las veredas del municipio

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

de Granada sobresalen el tomate y el pepino. Las prácticas culturales de los habitantes del área de influencia directa están referidas a un contexto mucho más amplio de la cultura paisa o antioqueña, en donde la alimentación, las fiestas populares o a santos patronos, el trabajo y la productividad para alcanzar el sustento, la familia y la religión son elementos capitales.

3.6 ASPECTOS ECONÓMICOS

Los procesos productivos de Granada y Cocorná están caracterizados por un predominio de la actividad agrícola, seguida por la producción pecuaria y el comercio. Los cultivos más representativos son el café, la caña panelera, el plátano. También se cuenta con cultivos transitorios (semestrales), como tomate chonto, maíz, frijol, papa, zanahoria, repollo y pepino. Además, se destaca el incremento relativo de frutales, cultivo de diversificación. En los municipios hay un desempleo significativo, lo que lleva a que buena parte de la población migre hacia otros municipios en busca de oportunidades laborales. Respecto a la tenencia en los municipios, predomina la pequeña propiedad, lo que se replica en las veredas del área de influencia con predios que oscilan entre media y tres hectáreas, aunque se presentan algunos casos de predios de 20 ha. Así mismo, prevalece la forma de tenencia propia pagada sobre las demás.

En la actualidad, las poblaciones como Cocorná y Granada buscan restablecer sus antiguas dinámicas socio- económicas y culturales, tras la supuesta culminación de una guerra que afectó actividades económicas por el desplazamiento y llevó al abandono de parcelas y con ésto a la adopción de una nueva forma de vida en contextos urbanos y extraños, generalmente en ciudades como Cali, Barranquilla y Bogotá

3.7 DIMENSIÓN POLÍTICO – ADMINISTRATIVA

Durante la década pasada, los municipios de Cocorná y Granada se vieron envueltos durante varios años en un drama humanitario de graves proporciones; una lucha territorial armada, en la cual llegaron a estar involucradas directamente tanto las fuerzas regulares de la ley como dos frentes del ELN, dos de las FARC y tres frentes paramilitares diferentes. Luego de la desmovilización paramilitar del 2006, la cual reconfiguró el escenario de la disputa entre la guerrilla y los paramilitares, y de haber permanecido parcialmente desocupados los municipios, tanto los cascos urbanos como en las veredas, la gente ha comenzado desde hace unos cinco años a retornar, apoyados por el Departamento para la Prosperidad Social y otras instituciones a todos los niveles.

En la actualidad, tanto en Cocorná como en Granada, hay una relación más estrecha entre las instancias administrativas entre sí y con las comunidades, por fuera de las relaciones político - partidistas tradicionales. Con lo anterior no se quiere decir, sin embargo, que se hayan abandonado las prácticas de clientelismo y de apadrinamiento político a las organizaciones, ni que éstas dejen de lado la búsqueda de amparar sus acciones en el bipartidismo tradicional.

Frente a la credibilidad en las instituciones y la imagen que éstas proyectan, las percepciones varían de un municipio a otro, al igual que entre las diferentes entidades, ya sean del orden local, departamental o nacional. Esta situación depende en gran medida del grado de compromiso, desempeño y continuidad del funcionario de turno.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.:0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

4 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

- En la evaluación cualitativa, se identificaron 30 impactos que puede generar el proyecto hidroeléctrico San Matías: siete en el Medio Abiótico, seis en el Medio Biótico y 17 en el Medio Socioeconómico, uno de ellos de carácter positivo y negativo.
- En el Medio Socioeconómico se presentan los cinco impactos positivos que genera el proyecto; dos con calificación de Relevante: Cambios en los niveles de gobernabilidad y Modificación de las finanzas municipales y las corporaciones regionales, con calificaciones de 6,2 y 5,7, respectivamente

Los otros tres impactos positivos se clasifican en el rango de Moderados: Incremento en la demanda de bienes y servicios (3,4), Generación temporal de empleo (4,5) y Modificación de la movilidad local (3,8).

- Hay otro impacto en el Medio Socioeconómico que es positivo y negativo, Afectación del patrimonio arqueológico, el cual obtienen una calificación de Moderado (3,6). El efecto positivo se presenta por el cumplimiento de lo establecido en la Ley 163 de 1959 y el decreto reglamentario 264 de 1963, donde obligan a proyectos hidroeléctricos, a realizar un trabajo de arqueología preventiva, con lo cual se recupera parte del conocimiento de los primeros habitantes del área de influencia del Proyecto.
- En el Medio Biótico se presentan el mayor efecto negativo que genera la construcción del proyecto hidroeléctrico San Matías: Aumento de la presión sobre los recursos naturales, el cual obtuvo una calificación negativa de 6,64, que lo cataloga como Relevante. El valor de este impacto está considerando la sinergia que ocurre con un impacto positivo que genera el proyecto: Modificación de la movilidad local, ya que la comunidad tendrá mayor facilidad de llegar a las zonas boscosas y explotarlas.

Este efecto se mitigará con programas de educación ambiental dirigido a la población del área de influencia, y con un trabajo conjunto entre el dueño del proyecto, las administraciones municipales de Cocorná y Granada y CORNARE.

- De los siete impactos negativos identificados en el Medio Abiótico, tres obtuvieron la calificación de Irrelevantes: Aumento en los niveles de la presión sonora (2,2), Alteración de la dinámica fluvial (2,2) y Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo (1,7), este último, en las zonas donde ocurre no se puede evitar, pues el suelo es reemplazado por una superficie dura, por lo que se compensa con los programas de reforestación y se mitiga con un adecuado manejo de las excavaciones durante construcción; sin embargo, la calificación obtenida se explica porque el área afectada es menos del 2% del área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías.

La calificación de irrelevante del impacto dinámica fluvial se debe a que los cambios en la dinámica fluvial se presentan, principalmente, por la presencia del proyecto hidroeléctrico El Molino, el cual requiere la construcción de un azud en el río San Matías y el establecimiento de un caudal de garantía ambiental. El Proyecto hidroeléctrico San Matías aprovecha las aguas turbinados de la central El Molino, sin interferir con la dinámica del río; solo prolonga un tramo de cerca de 3 km con los caudales que ha dejado el proyecto hidroeléctrico El Molino..

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Tres impactos del Medio Abiótico, clasificados en el rango de Moderados, se pueden prevenir o mitigar: Aumento de la concentración de material particulado (3,1), Cambios en la calidad del agua (3,3), Modificación del paisaje (4,1).

El otro impacto del Medio Abiótico es el de la Disminución de la disponibilidad del agua (4,5), que está relacionado con el posible efecto que pueda generar el túnel de conducción, en las corrientes superficiales localizadas a lo largo de su alineamiento. Para este efecto se planteó en este estudio un programa de monitoreo de aguas superficiales, buscando identificar si se está presentando el efecto. Además, vale la pena mencionar que en el Plan de Manejo del Proyecto Hidroeléctrico El Molino hay planteado un estudio hidrogeológico de toda la zona, con el fin de precisar si existe la posibilidad de que se presente este impacto.

- Además del impacto Aumento de la presión sobre los recursos naturales, en el Medio Biótico se identificaron otros cinco impactos negativos, dos de ellos con calificación de Irrelevante, Cambios en la comunidad íctica del río San Matías (2,3), Cambios en la estructura del biotopo y biocenosis acuático (2,3), lo que se explica por la presencia aguas arriba del proyecto hidroeléctrico El Molino, quien es el que está alterando con sus obras de captación, los ecosistemas del río San Matías. El Proyecto Hidroeléctrico San Matías aprovecha son las aguas turbinadas.

Para el manejo de los otros tres impactos del Medio Biótico (Cambios en la cobertura vegetal (4,9), Pérdida o fragmentación de hábitats (4,7) y Muerte y desplazamiento de fauna terrestre (3,4) está muy relacionado con las medidas planteadas para mitigar el efecto relacionado con los cambios en la cobertura vegetal y con el programa de educación ambiental, que incluye un componente relacionado con el manejo de los recursos naturales.

- De los 12 impactos negativos identificados en el Medio Socioeconómico, los cuales son prevenibles o mitigables, dos obtuvieron una calificación de Relevante: Generación de expectativas (5,09) y Generación de molestias a la comunidad (5,95), que se explica por las condiciones vividas en el área de influencia del proyecto en épocas recientes, y por la posición de algunas organizaciones con respecto a los proyectos de generación de energía. Estos dos efectos pueden ser prevenidos con el desarrollo de un programa de información y participación comunitaria, acompañado de programas de educación ambiental, y un programa de contratación de mano de obra.

Otros cuatro impactos están en la categoría de Irrelevantes: Cambios en la dinámica poblacional (1,8), Presión sobre el mercado inmobiliario (0,8), Incrementos en los riesgos de accidentalidad (2,2) y Variación en los niveles de salubridad (1,0).

El resto, seis, fue calificado como Moderado: Afectación de las actividades económicas (2,8), Afectación del patrimonio cultural ((3,8), Potenciación de conflictos (2,6), Desplazamiento de infraestructura y viviendas (3,8), Cambios en los usos del suelo (3,3) y Afectación del patrimonio cultural (3,8)

- Para los impactos identificados en este Medio, así como en los Medios Abiótico y Biótico, se deberán ejecutar tres programas que servirán para prevenir o mitigar los efectos del Proyecto: un Programa de Información y Participación Comunitaria, y un Programa de Fortalecimiento Institucional y Comunitaria, y un Programa de Educación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

También se realizó una evaluación económica de los impactos.

5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En la siguiente tabla se presenta un resumen del Plan de Manejo Ambiental y un resumen de sus costos:

Plan de Manejo	Impactos a manejar	Costo (\$)
Grupo de Interventoría ambiental		378.000.000
Grupo de Gestión Ambiental		430.267.600
Manejo y disposición de materiales	Aumento de la concentración de material particulado y gases Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo Modificación del paisaje	Los costos de este proyecto se encuentran incluidos dentro de la obra civil
Manejo de fuentes de material particulado, gases y emisiones de ruido	Aumento de la concentración de material particulado y gases Aumento de los niveles de presión sonora Potenciación de conflictos Generación de expectativas	84.000.000
Manejo de residuos líquidos	Cambios en la calidad del agua Disminución de la disponibilidad del agua Alteración de la dinámica fluvial. Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo.	Los costos de este proyecto se encuentran incluidos dentro de la obra civil
Manejo de residuos sólidos, domésticos, industriales y peligrosos	Aumento de la concentración de material particulado y gases Cambios en la calidad del agua Disminución de la disponibilidad del agua Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo Modificación del paisaje Potenciación de conflictos Generación de molestias a la comunidad Variación en los niveles de salubridad	98.000.000
Manejo de cobertura vegetal y descapote		10.810.000
Rescate de flora	Cambios en la cobertura vegetal Aumento de la presión sobre los recursos naturales	71.223.085
Compensación por afectación a coberturas boscosas – conformación corredor biológico	Cambios en la cobertura vegetal Pérdida o fragmentación de hábitats Aumento de la presión sobre los recursos naturales	435.201.400
Información y participación comunitaria	Todos los impactos identificados	60.760.000
Educación ambiental a los trabajadores	Afectación del patrimonio cultural Potenciación de conflictos Cambios en la dinámica poblacional Incremento en la demanda de bienes y servicios Variación en los niveles de salubridad	57.260.000
Educación ambiental a la comunidad		
Proyecto de educación ambiental	Generación de expectativas Generación de molestias a la comunidad	156.000.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Plan de Manejo	Impactos a manejar	Costo (\$)
	<p>Potenciación de conflictos Aumento en la concentración de material particulado y gases Aumento en los niveles de presión sonora Cambios en la calidad del agua Cambios en la cobertura vegetal Muerte y desplazamiento de fauna terrestre Aumento en la presión sobre los recursos naturales</p>	
Proyecto de lecto escritura para adultos		32.400.000
Fortalecimiento institucional y comunitario	<p>Generación de expectativas. Generación temporal de empleo. Modificación de la movilidad local. Incremento en la demanda de bienes y servicios Modificación de las finanzas municipales y de las corporaciones ambientales. Cambios en los niveles de gobernabilidad. Afectación del patrimonio cultural. Potenciación del conflicto Variación de los niveles de salubridad</p>	40.000.000
Reubicación de infraestructura y viviendas	<p>Desplazamiento de infraestructura y viviendas Cambios en la dinámica poblacional Generación de expectativas. Potenciación de conflictos. Afectación de las actividades económicas. Generación de molestias a la comunidad.</p>	101.003.000
Contratación de mano de obra	<p>Generación de expectativas Generación temporal de empleo Afectación a las actividades económicas Generación de molestias a la comunidad Potenciación de conflictos Desplazamiento de infraestructura y vivienda</p>	Los costos están incluidos en los del Grupo de Gestión ambiental
Restablecimiento de las condiciones económicas	<p>Generación de expectativas. Modificación de la movilidad local. Desplazamiento de la infraestructura y vivienda Afectación a las actividades económicas Generación de molestias a la comunidad Cambios en los usos del suelo</p>	42.000.000
Empresarismo rural	<p>Generación de expectativas. Potenciación de conflictos. Cambios en la dinámica poblacional. Incrementos en la demanda de bienes y servicios. Afectación de las actividades económicas. Cambios en el nivel de empleo. Desplazamiento de infraestructura y viviendas. Afectación del patrimonio cultural.</p>	459.500.000
Memoria y patrimonio cultural	<p>Generación de expectativas. Afectación del patrimonio cultural. Modificación de la movilidad local. Desplazamiento de la infraestructura y viviendas. Cambios en la dinámica poblacional.</p>	37.200.000

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Plan de Manejo	Impactos a manejar	Costo (\$)
	Presión sobre el mercado inmobiliario. Generación de molestias a la comunidad. Afectación del patrimonio arqueológico.	
Restitución de infraestructura afectada	Afectación del patrimonio cultural Potenciación de conflictos. Daños causados a terceros Generación de expectativas	Los costos se encuentran incluidos dentro del Grupo de Gestión Ambiental y de la obra civil
Plan de monitoreo y seguimiento		271.791.400
Plan de contingencia		303.570.000
Total		3.068.986.485

6 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

En la siguiente tabla se presentan programas de monitoreo y seguimiento y un resumen de los costos.

Programas	Costos (\$)
Monitoreo de aguas residuales	30.608.000
Monitoreo de aguas superficiales	70.000.000
Monitoreo de la calidad del aire y ruido	128.000.000
Monitoreo de hábitats terrestre	30.733.400
Monitoreo del medio social	12.450.000
Total	271.791.400

7 PLAN DE CONTINGENCIA

Los criterios generales del Plan de Contingencia que se presentan deberán ser precisados y detallados por el constructor y el dueño del proyecto, en las etapas de construcción y operación respectivamente, dependiendo de la forma como se organice para desarrollar las actividades de la centra

Para evaluar la contingencia se utilizan los criterios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, los cuales se definen de la siguiente manera:

- **Amenaza.** Se entiende como la probabilidad de ocurrencia del fenómeno, con una cierta intensidad y potencialmente nocivo para las personas, bienes, infraestructura o el medio ambiente, dentro de un período específico de tiempo y en un área delimitada geográficamente.
- **Vulnerabilidad.** Grado de pérdida o daño de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso.
- **Riesgo.** Destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la amenaza o probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas; matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio, en un cierto período.

	PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN MATÍAS	Doc.: 2148-12-EV-ST-010	
		Rev. No.: 0	2012-04-13
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Para la evaluación del riesgo se utilizó la metodología planteada por Arboleda y Zuluaga¹ que define el riesgo como:

$$R = A \times V = P \times I, \text{ donde}$$

- R = Valor cualitativo del riesgo.
- P = Probabilidad de ocurrencia de una amenaza = A.
- I = Intensidad o severidad de consecuencias potenciales V.

Y establece los siguientes rangos de clasificación:

- Riesgos aceptables (1-4), los cuales no representan una amenaza significativa para el ambiente y sus consecuencias son menores.
- Riesgos tolerables (5-9), que son aquellos que pueden ocasionar daños más significativos al ambiente, por lo que requieren el diseño de planes de atención.
- Riesgos críticos (10-20), que pueden ocasionar daños graves sobre el ambiente y requieren planes de atención prioritarios y a corto plazo, con alta disponibilidad de recursos y con un monitoreo intenso.

En el proyecto hidroeléctrico San Matías los eventos identificados se clasifican de la siguiente manera:

- Riesgos aceptables. En esta categoría se clasificaron las contingencias generadas por Inundación, Sismo, Falla del túnel de conducción, Incendio.
- Riesgos tolerables: Los eventos o contingencias generados Afectación de cuerpos de agua y suelo, Accidentes.
- Riesgos críticos: Son eventos asociados la Afectación del orden público

La anterior calificación sirvió para diseñar los programas para la atención de estos eventos.

¹ Arboleda, Jorge y Zuluaga, Julio. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Revista Empresas Públicas de Medellín, volumen 15, No. 3. Enero – Abril de 2005.