

CAPÍTULO 7:

DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y / O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Índice

Índice	7-1
Índice de tablas	7-2
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7-4
7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y / O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	7-6
7.1 Aguas superficiales.....	7-7
7.1.1 Requerimiento de agua.....	7-7
7.2 Aguas subterráneas.....	7-10
7.3 Vertimientos	7-10
7.4 Ocupación de cauces	7-12
7.4.1 Localización	7-12
7.4.2 Estudio hidrológico e hidráulico	7-18
7.4.3 Conclusiones y recomendaciones	7-81
7.4.4 Anexos.....	7-82
7.5 Aprovechamiento forestal.....	7-83
7.5.1 Ecosistemas terrestres e infraestructura del proyecto	7-85
7.5.2 Datos de campo	7-87
7.5.3 Aprovechamiento forestal total del proyecto Fotovoltaico Shangri-La	7-97
7.5.4 Usos de los productos obtenidos.....	7-98
7.5.5 Especies amenazadas, en veda regional-nacional, y endémicas	7-99
7.5.6 Anexos solicitud de aprovechamiento forestal.....	7-101
7.6 Solicitud de imposición de medidas de manejo para especies vasculares y no vasculares en veda 7-101	
7.6.1 Medidas de manejo de la flora vascular: Ficha PM-B6 manejo de especies vegetales y faunísticas, endémicas, con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda	7-103
7.6.2 Medidas de manejo de la flora no vascular: Ficha PM-B6 manejo de especies vegetales y faunísticas, endémicas, con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda).....	7-116
7.7 Recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica	7-130
7.7.1 Justificación.....	7-130
7.7.2 Metodologías de recolección.....	7-131
7.7.3 Deposito final de ejemplares	7-146
7.7.4 Perfil de los profesionales	7-149
7.8 Emisiones atmosféricas	7-151
7.9 Materiales de construcción	7-151

Índice de tablas

TABLA 7-1 COORDENADAS DE LAS OCUPACIONES DE CAUCE DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA..	7-12
TABLA 7-2 JERARQUIZACIÓN HIDROGRÁFICA DE LAS OCUPACIONES DE CAUCE DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.....	7-16
TABLA 7-3 ÁREAS DE LAS CUENCAS AFERENTES DE LAS OCUPACIONES DE CAUCE DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.....	7-19
TABLA 7-4 CAUDALES MÁXIMOS DE LAS CUENCAS AFERENTES DE LAS OCUPACIONES DE CAUCE DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA	7-23
TABLA 7-5 ESTRUCTURAS EXISTENTES EN LOS PUNTOS DE OCUPACIONES DE CAUCE DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.....	7-25
TABLA 7-6 SECCIONES HIDRÁULICAS CONSTRUIDAS EN LOS PUNTOS DE OCUPACIÓN DE CAUCE DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA	7-28
TABLA 7-7 PARÁMETROS DE LA METODOLOGÍA DE COWAN PARA CALCULAR N	7-36
TABLA 7-8 ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING DE LAS OCUPACIONES DE CAUCE DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA	7-38
TABLA 7-9 LÁMINAS DE CRECIENTE CONDICIÓN ACTUAL EN LOS PUNTOS DE OCUPACIONES DE CAUCE DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA	7-40
TABLA 7-10 PERIODOS DE RETORNO DE DISEÑO EN OBRAS DE DRENAJE VIAL.....	7-48
TABLA 7-11 DIMENSIONAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DE LAS OCUPACIONES DE CAUCE DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA	7-64
TABLA 7-12 PERFILES DE EN LAS OCUPACIONES DE CAUCE DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA .	7-67
TABLA 7-13 INFRAESTRUCTURA PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA	7-85
TABLA 7-14 ECOSISTEMAS TERRESTRES EN LAS ÁREAS DE INTERVENCIÓN POR EL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA (ANEXO E.2).	7-85
TABLA 7-15 ESTADÍGRAFOS DE MUESTREO DE LOS ECOSISTEMAS DE INTERVENCIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN POR EL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.	7-89
TABLA 7-16 ABUNDANCIA Y VOLUMEN DE INTERVENCIÓN EN LA ZONA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA	7-91
TABLA 7-17 ABUNDANCIA Y ESPECIES OBJETO DE INTERVENCIÓN EN LA ZONA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.	7-91
TABLA 7-18 ABUNDANCIA Y VOLUMEN DE INTERVENCIÓN DEL PARQUE SOLAR Y OCUPACIÓN DE CAUCE POR EL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.....	7-95
TABLA 7-19 ABUNDANCIA Y ESPECIE DE INTERVENCIÓN DEL PARQUE SOLAR Y LAS OCUPACIONES DE CAUCE POR EL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA	7-95
TABLA 7-20 APROVECHAMIENTO FORESTAL TOTAL EN LAS ÁREAS DE INTERVENCIÓN POR EL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.....	7-98
TABLA 7-21 DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES POR CATEGORÍA DE AMENAZA, VEDA REGIONAL, VEDA NACIONAL Y ENDÉMICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.	7-99
TABLA 7.22. ESPECIES EN VEDA OBJETO DE IMPOSICIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO PARA LAS ESPECIES ASOCIADAS AL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO.....	7-102

TABLA 7.23. ESPECIES VASCULARES PRESENTES EN EL ÁREA DEL PARQUE FOTOVOLTAICO Y LAS OCUPACIONES DE CAUCE EXISTENTES SOBRE LAS DOS VÍAS EXISTENTES DE ACCESO AL PROYECTO (OBJETO DE ADECUACIÓN MENOR),	7-104
TABLA 7.24 RANGO DE ABUNDANCIA POR ESPECIE	7-106
TABLA 7-25. CÁLCULO DEL ÁREA A COMPENSAR POR AFECTACIÓN DE LA FLORA NO VASCULAR Y SUS HÁBITATS	7-117
TABLA 7.26. ESPECIES ARBÓREAS (FORÓFITOS) DE MAYOR PREFERENCIA DE COLONIZACIÓN POR ESPECIES NO VASCULARES.	7-118
TABLA 7-27 PERFIL DE LOS PROFESIONALES.	7-149
TABLA 7-28. EMPRESAS CON PERMISOS O LICENCIAS VIGENTES PARA SUMINISTRO DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN JURISDICCIÓN DE CORTOLIMA (VER ANEXO E.5). SE RESALTAN EN GRIS LAS UBICADAS Y ACTIVAS EN LOS MUNICIPIOS DE IBAGUÉ Y PIEDRAS, POR SU RELACIÓN CON EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	7-152

Índice de figuras

FIGURA 7-1 LOCALIZACIÓN DE LAS OCUPACIONES DE CAUCE EN LA ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA NACIONAL	7-15
FIGURA 7-2 LOCALIZACIÓN DE LAS CUENCAS AFERENTES A LAS OCUPACIONES DE CAUCE EN LA ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA NACIONAL	7-21
FIGURA 7-3 DIMENSIONAMIENTO OC-E1.....	7-49
FIGURA 7-4 DIMENSIONAMIENTO OC-E2.....	7-49
FIGURA 7-5 DIMENSIONAMIENTO OC-E3.....	7-50
FIGURA 7-6 DIMENSIONAMIENTO OC-E4.....	7-50
FIGURA 7-7 DIMENSIONAMIENTO OC-E5.....	7-51
FIGURA 7-8 DIMENSIONAMIENTO OC-E6.....	7-51
FIGURA 7-9 DIMENSIONAMIENTO OC-E8.....	7-52
FIGURA 7-10 DIMENSIONAMIENTO OC-E9.....	7-52
FIGURA 7-11 DIMENSIONAMIENTO OC-E10.....	7-53
FIGURA 7-12 DIMENSIONAMIENTO OC-E11.....	7-53
FIGURA 7-13 DIMENSIONAMIENTO OC-E12.....	7-54
FIGURA 7-14 DIMENSIONAMIENTO OC-E13.....	7-54
FIGURA 7-15 DIMENSIONAMIENTO OC-E14.....	7-55
FIGURA 7-16 DIMENSIONAMIENTO OC-E15.....	7-55
FIGURA 7-17 DIMENSIONAMIENTO OC-E16.....	7-56
FIGURA 7-18 DIMENSIONAMIENTO OC-E17.....	7-56
FIGURA 7-19 DIMENSIONAMIENTO OC-E18.....	7-57
FIGURA 7-20 DIMENSIONAMIENTO OC-E19.....	7-57
FIGURA 7-21 DIMENSIONAMIENTO OC-E20.....	7-58
FIGURA 7-22 DIMENSIONAMIENTO OC-N1	7-58
FIGURA 7-23 DIMENSIONAMIENTO OC-N2	7-59
FIGURA 7-24 DIMENSIONAMIENTO OC-N3	7-59
FIGURA 7-25 DIMENSIONAMIENTO OC-N4	7-60
FIGURA 7-26 DIMENSIONAMIENTO OC-N5	7-60
FIGURA 7-27 DIMENSIONAMIENTO OC-N6.....	7-61
FIGURA 7-28 DIMENSIONAMIENTO OC-N7	7-61
FIGURA 7-29 DIMENSIONAMIENTO OC-N8.....	7-62
FIGURA 7-30 DIMENSIONAMIENTO OC-N9	7-62
FIGURA 7-31 LOCALIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.....	7-84
FIGURA 7-32 LOCALIZACIÓN DE PARCELAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICO-BIÓTICA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.....	7-90
FIGURA 7-33 LOCALIZACIÓN DEL INVENTARIO FORESTAL AL 100% EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN PARQUE Y OCUPACIÓN DE CAUCES DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA.....	7-94
FIGURA 7-34. ACTIVIDADES DE RESCATE EN PIE Y ASCENSO A DOSEL.....	7-107
FIGURA 7-35. RESCATE DE EPÍFITAS VASCULARES EN ÁRBOL CAÍDO	7-107
FIGURA 7-36. DISPOSICIÓN PROVISIONAL DE LA EPÍFITAS EN COSTALES DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCIÓN	7-108
FIGURA 7-37. DISPOSICIÓN DE LAS EPÍFITAS EN CANASTILLAS PARA SU TRASLADO	7-108
FIGURA 7-38. ZONA DE ACOPIO TEMPORAL (VIVERO).....	7-110
FIGURA 7-39. EQUIPAMIENTO BÁSICO PARA ZONAS DE ACOPIO TEMPORAL	7-111
FIGURA 7-40. ETIQUETADO DE EPÍFITAS REUBICADAS	7-112

FIGURA 7-41. ASCENSO AL FORÓFITO	7-114
FIGURA 7-42. AMARRE DE LAS EPÍFITAS REUBICADAS.....	7-114
FIGURA 7-43. REUBICACIÓN DE ESPECIES DE HÁBITO TERRESTRE.....	7-115
FIGURA 7-44. ARREGLO ESPACIAL DE LA SIEMBRA.....	7-120
FIGURA 7-45. PATRÓN ESPACIAL DE LOS NÚCLEOS A IMPLEMENTAR	7-121
FIGURA 7-46. LIMPIA DEL ÁREA A REHABILITAR	7-123
FIGURA 7-47 AHOYADO.....	7-123
FIGURA 7-48. PLATEO.....	7-123
FIGURA 7-49. AHOYADO.....	7-125
FIGURA 7-50. LLENADOS DE HOYOS CON TIERRA ABONADA.....	7-125
FIGURA 7-51. SIEMBRA DE PLÁNTULA	7-126
FIGURA 7-52. MARCACIÓN DE INDIVIDUOS DE REGENERACIÓN NATURAL.....	7-127
FIGURA 7-53. AHOYADO Y TRAZADO PARA INSTALACIÓN DE POSTES DE MADERA.....	7-128
FIGURA 7-54. ESQUEMA DEL TRAZADO Y ESPACIO DE POSTES	7-128
FIGURA 7-55. TEMPLADO Y GRAPADO DE CERCAS	7-129
FIGURA 7-56. ESQUEMA DEL AISLAMIENTO INERTE CON POSTES DE MADERA Y ALAMBRADO CON 4 HILOS	7-129
FIGURA 7-57 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS FASE DE CAMPO PARA HIDROBIOLÓGICOS	7-146

7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y / O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Este capítulo presenta los recursos naturales renovables que demandará el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La y serán utilizados, aprovechados o afectados durante sus diferentes fases.

Para el desarrollo del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, únicamente se contempla la solicitud de los siguientes permisos o autorizaciones menores:

- Permiso de Aprovechamiento Forestal
- Ocupaciones de Cauce
- Solicitud de imposición de medidas de manejo para especies en veda
- Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica, para la implementación de las medidas y actividades Plan de Manejo Ambiental (PMA) y los estudios o monitoreos del Plan de Seguimiento y Monitoreo (PSM).

La adquisición de agua, el manejo de residuos sólidos y líquidos, así como los materiales de construcción que requerirá el Proyecto en sus diferentes actividades y fases, será manejada a través de terceros autorizados, que cuenten con las licencias y permisos vigentes y aplicables (ver **ANEXO E.5**).

Por las características de las obras y actividades del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, NO se contempla la necesidad de solicitud de concesiones de aguas superficiales o subterráneas, permisos de vertimientos o permiso de emisiones atmosféricas.

A continuación, se detalla la demanda, uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

7.1 Aguas superficiales

Para el desarrollo del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La **No se contempla el aprovechamiento de agua superficial**, dado que, en las diferentes etapas del proyecto, el agua será adquirida por medio de un tercero autorizado, que cuente con los permisos y/o licencias vigentes y aplicables. Así las cosas, el proyecto NO requiere trámite de concesión o captación de aguas superficiales. No obstante, en este numeral se describen los requerimientos de aguas para el proyecto y la alternativa de compra del recurso a terceros autorizados.

7.1.1 Requerimiento de agua

Los volúmenes de agua tomados de cada mecanismo dependerán de las estrategias constructivas que sean adoptadas y de los diferentes frentes de trabajo que se manejen durante las etapas del proyecto. De forma general, se considera que se necesitará utilizar agua en los siguientes casos:

- Agua para consumo humano por parte de los trabajadores, la cual se requerirá en todas las etapas del proyecto.
- Agua para uso doméstico en las zonas de trabajo planteadas y demás construcciones auxiliares, operación y cierre y desmantelamiento del Parque Fotovoltaico y su Línea de Interconexión.
- Agua para uso industrial en la preparación de concretos y otros elementos necesarios para la construcción.
- Agua de uso industrial lavado de paneles, humectación de zonas de trabajo, riego de vegetación, adecuación, construcción y manteniendo de vías (según aplique).

7.1.1.1 Fase de construcción

- Agua potable

El suministro y reposición de agua potable para consumo humano será contratado a una empresa autorizada, que cuente con los permisos y/o licencias vigentes y aplicables.

Según la información proveída por Cortolima (**ANEXO E.5**), la única empresa en Ibagué que puede suministrar servicios de agua en carrotanques corresponde es la Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado (IBAL S.A. E.S.P).

Se estima un consumo diario de aproximadamente 588 L/día para el consumo de los empleados. El agua para beber se entregará al personal en dispensadores de agua envasada y se estima un consumo de 3 L/día por operario. El agua restante se considera en otros usos como aseo general (90 L/día).

➤ Agua para uso doméstico e industrial (agua para fines constructivos)

Para la construcción del proyecto se requiere del recurso hídrico para uso doméstico e industrial en una cantidad aproximada de 12.800 m³.

El uso doméstico se proyecta en la zona de campamento, instalaciones permanentes y temporales proyectadas; el uso industrial está asociado a la preparación de concretos, adecuación y construcción de vías internas y demás elementos necesarios en los procedimientos constructivos de las instalaciones temporales y permanentes, así como también para el mantenimiento de instalaciones y equipos (limpieza de paneles) y humectación de zonas de trabajo y/o de vías y accesos, en caso de que se requiera.

El agua requerida será obtenida a través de un tercero autorizado, es decir, por una empresa que cuente con todos los permisos ambientales y legales vigentes para proveer el servicio de comercialización y distribución de agua. Según la información proveída por Cortolima (**ANEXO E.5**), la única empresa en Ibagué que puede suministrar servicios de agua en carrotanques corresponde es la Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado (IBAL S.A. E.S.P).

Para el hincado de pilotes, no se requiere el uso de agua mientras se haga hincado directo; sí se podría requerir uso de agua industrial dependiendo de la cantidad de hincado con pretaladrado o con concreto que sea necesario.

7.1.1.2 Fase de operación

➤ Agua potable

El suministro y reposición de agua potable para consumo humano será contratado a una empresa autorizada, que cuente con los permisos y/o licencias vigentes y aplicable. Según la información proveída por Cortolima (**ANEXO E.5**), la única empresa en Ibagué que puede suministrar servicios de agua en carrotaques corresponde es la Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado (IBAL S.A. E.S.P).

Se estima un consumo diario aproximado de 69 L/día para el consumo de los empleados que estarán con mayor frecuencia in situ (i.e. aprox. 23); debido a que algunos se vinculan al proyecto de manera periódica; como son los operarios de mantenimiento, entre otros. El agua para beber se entregará al personal en dispensadores de agua envasada y se estima un consumo de 3 L/día por operario. El agua restante se considera en otros usos como aseo general (30 L/día).

➤ Agua para uso doméstico e industrial

El uso doméstico se proyecta en la zona de instalaciones permanentes proyectadas, y el uso industrial está asociado al mantenimiento de instalaciones y equipos (limpieza de paneles) y humectación de zonas de trabajo y/o de vías internas, en caso de que se requiera. Se estima obtener aproximadamente 642 m³ de agua por día, la cual será proveída por una empresa autorizada (**ANEXO E.5**; e.g. IBAL S.A. E.S.P), por medio de camiones pipa de entre 20 y 80m³ de capacidad.

La limpieza de los módulos se realizará por medio de camiones cisterna diseñados específicamente para esta tarea. Se estima que se usará un volumen de 5000 m³ al año para limpieza de los módulos. Esta agua se contratará con un servicio local o será traída del acueducto local, que cuente con los permisos y/o licencias vigentes y aplicables. Según la información proveída por Cortolima (**ANEXO E.5**; e.g. IBAL S.A. E.S.P), la única empresa en Ibagué que puede suministrar servicios de agua en carrotaques

corresponde es la Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado (e.g. IBAL S.A. E.S.P).

El agua residual del lavado de los paneles es agua mezclada con restos de polvo, por lo que su caracterización es semejante a la que se genera con agua de lluvia sobre cualquier superficie que se encuentre expuesta a las partículas en suspensión y que se van depositando en el tiempo. Es por ello, por lo que, esta agua no se considera como agua residual y no necesita tratamiento, pues no contiene contaminantes que puedan afectar la calidad del suelo o aguas subterráneas.

7.2 Aguas subterráneas

Como se mencionó en el numeral 7.1, el agua que se piensa utilizar en las diferentes etapas del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La será comprada a un tercero autorizado, que cuente con los permisos y/o licencias vigentes y aplicables (**ANEXO E.5**; e.g. IBAL S.A. E.S.P), razón por la que **el Proyecto NO requiere de la exploración, explotación o trámite de concesión o captación de aguas subterráneas.**

7.3 Vertimientos

Debido a las características de las obras y actividades del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, este **NO requiere de descargas o vertimientos a cuerpos hídricos o el suelo, que hagan necesario el trámite de un Permiso de Vertimientos, en ninguna de sus fases.**

Esto debido a que, los residuos líquidos serán manejados con un tercero autorizado que cuente con los permisos y/o licencias vigentes y aplicables; también a que, no se requiere de campamentos de uso habitacional y que en los frentes de obra se contará con baños portátiles.

Derivado del uso de los baños portátiles que se contemplan para el proyecto en sus diferentes etapas (construcción, operación, desmantelamiento y abandono), se generarán aguas residuales de tipo doméstico, que serán recolectadas por un prestador de servicios sanitarios, quien contará con las autorizaciones, licencias y/o permisos de manejo y disposición final correspondientes (**ANEXO E.5**).

Durante la etapa de operación se considera solamente las descargas sanitarias que serán recolectadas en tanque colector para ser manejadas por un tercero autorizado, que cuente con las autorizaciones, licencias y/o permisos de manejo y disposición final correspondientes (**ANEXO E.5**).

7.4 Ocupación de cauces

7.4.1 Localización

El Proyecto Fotovoltaico Shangri-La contempla la adecuación de un total de veintinueve (29) puntos de ocupación de cauce sobre cuerpos de agua superficial, de los cuales diecinueve (19) están asociadas a la adecuación menor de estructuras hidráulicas existentes sobre vías rurales existentes que serán usadas como acceso (i.e. occidental y oriental) al área del Parque Solar, nueve (9) nuevas ocupaciones de cauce necesarias dentro del Parque Solar y una (1) ocupación temporal o intermitente en zona de acceso a puntos de torre. En la Tabla 7-1 se presentan las coordenadas de localización de los puntos de ocupación de cauce y en la Figura 7-1 se presenta su ubicación sobre la zonificación hidrográfica nacional.

Tabla 7-1 Coordenadas de las ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La

ID OCUPACIÓN	COTA (msnm)	ESTE (m)	NORTE (m)	CONDICIÓN / UBICACIÓN
OC-E1	747	4769995,99	2037404,99	Ocupación existente para adecuar: VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima"
OC-E2	743	4770197,97	2037555,23	Ocupación existente para adecuar:
OC-E3	740	4770191,99	2037721,99	VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima"
OC-E4	731	4771002,82	2038503,22	Ocupación existente para adecuar:
OC-E5	715	4772237,59	2039919,15	VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima"
OC-E6	715	4772250,99	2039973,99	Ocupación existente para adecuar:
OC-E8	715	4773152,99	2041527,99	VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima"
OC-E9	711	4773559,41	2042142,22	Ocupación existente para adecuar:
OC-E10	713	4773746,99	2042511,99	VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima"
OC-E11	710	4773992,42	2042945,80	Ocupación existente para adecuar:
OC-E12	706	4774349,37	2043580,05	VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima"
OC-E13	700	4774545,24	2044152,87	Ocupación existente para adecuar:

Ibagué y Piedras (Tolima)

ID OCUPACIÓN	COTA (msnm)	ESTE (m)	NORTE (m)	CONDICIÓN / UBICACIÓN
				VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima
OC-E14	706	4774574,04	2044523,79	Ocupación existente para adecuar: V1: Vía existente privada, de acceso al Parque Solar
OC-E15	963	4762307,72	2044595,07	Ocupación existente para adecuar: VA-P: Vía pública terciaria de Acceso Picalaña
OC-E16	956	4762413,99	2044889,99	Ocupación existente para adecuar: VA-P: Vía pública terciaria de Acceso Picalaña
OC-E17	954	4762457,39	2045030,19	Ocupación existente para adecuar: VA-P: Vía pública terciaria de Acceso Picalaña
OC-E18	945	4762705,43	2045643,96	Ocupación existente para adecuar: VA-P: Vía pública terciaria de Acceso Picalaña
OC-E19	842	4767137,86	2045001,68	Ocupación existente para adecuar: V2: Ramal privado de acceso Picalaña
OC-E20	830	4767644,51	2045793,60	Ocupación existente para adecuar: V2: Ramal privado de acceso Picalaña
OC-N1	705	4774446,38	2045227,28	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
OC-N2	708.22	4773357,22	2045657,12	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
OC-N3	724.05	4772462,07	2045721,73	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
OC-N4	754.16	4770632,63	2045977,09	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
OC-N5	792.87	4768430,25	2046138,85	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
OC-N6	802.92	4768024,31	2046162,58	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
OC-N7	836	4766604,44	2046440,64	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
OC-N8	814.05	4766783,49	2046759,25	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
OC-N9	841.28	4766709,00	2047307,65	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
OC-T1	900	4764537,53	2045228,93	Ocupación temporal o intermitente en zona de acceso a puntos de torre

Ibagué y Piedras (Tolima)

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Según la zonificación hidrográfica del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2013) las ocupaciones de cauce se ubican en tres (3) subzonas hidrográficas: río Totaré (2124), Río Coello (2121) y río Opía (2122). En la Tabla 7-2 se presenta la localización de las ocupaciones de cauce en la zonificación hidrográfica nacional.

Ibagué y Piedras (Tolima)

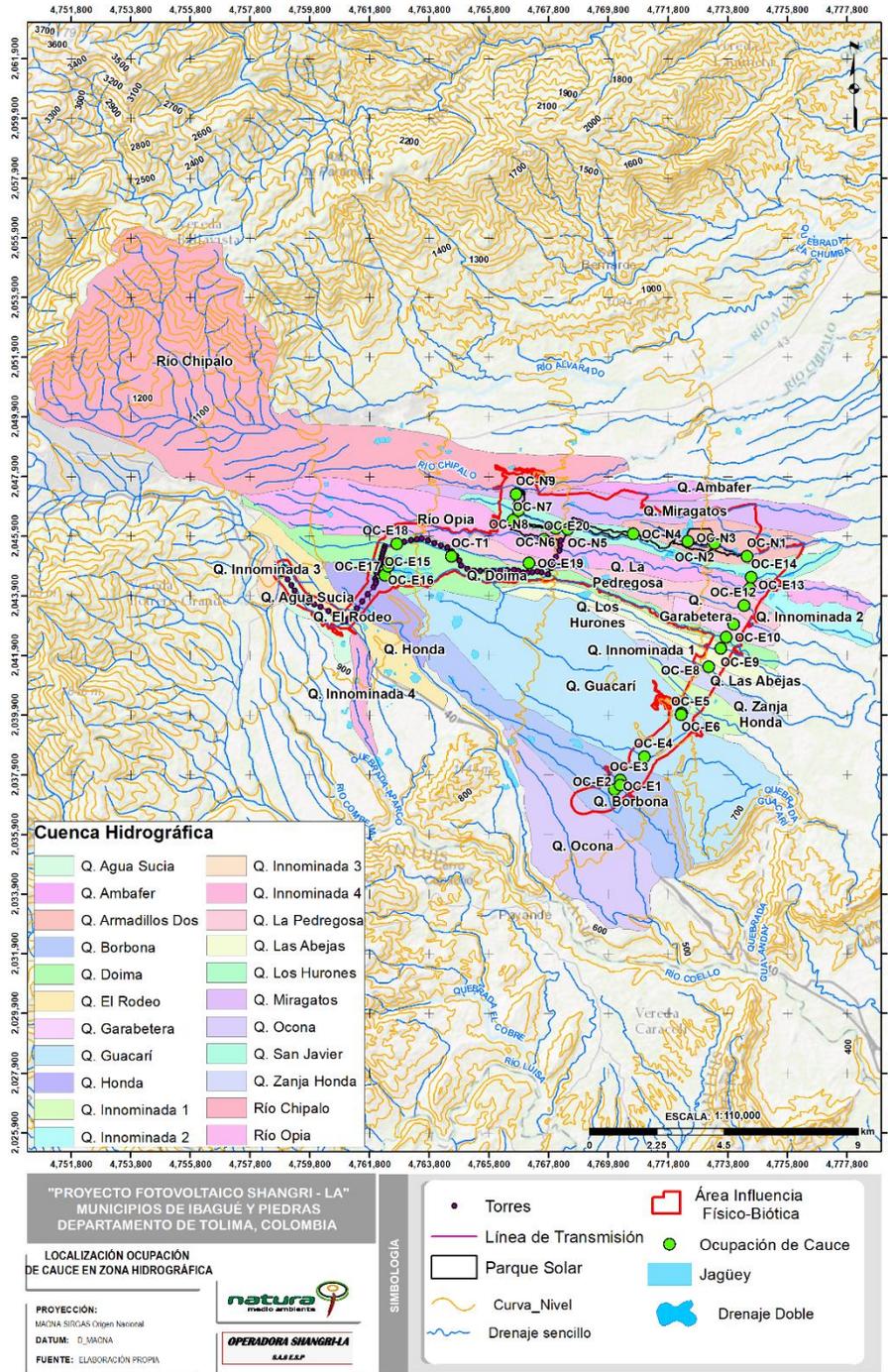


Figura 7-1 Localización de las ocupaciones de cauce en la zonificación hidrográfica nacional.

Fuente: modificado de IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2013) por Natura Medio Ambiente (2021).

Tabla 7-2 Jerarquización hidrográfica de las ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

OCUPACIÓN	NOMBRE CUERPO DE AGUA	ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	NOMBRE MICROCUENCA	CÓDIGO MICROCUENCA
OC-E1	Afluente Quebrada La Barbona	2	21	2121	Quebrada Borbona	2121-99-07
OC-E2	Afluente Quebrada La Barbona	2	21	2121	Quebrada Borbona	2121-99-07
OC-E3	Quebrada La Barbona	2	21	2121	Quebrada Borbona	2121-99-07
OC-E4	Quebrada La Perica	2	21	2121	Quebrada Guacarí	2121-99-08
OC-E5	Afluente Quebrada Guacarí	2	21	2121	Quebrada Guacarí	2121-99-08
OC-E6	Quebrada Guacarí	2	21	2121	Quebrada Guacarí	2121-99-08
OC-E8	Quebrada Los Hurones (Quebrada El Bustamante)	2	21	2122	Quebrada Los Hurones (Quebrada El Bustamante)	2122-99-02
OC-E9	Quebrada Las Abejas	2	21	2122	Quebrada Las Abejas	2122-99-03
OC-E10	Quebrada Doima	2	21	2122	Quebrada Doima	2122-99-04
OC-E11	Quebrada Garabetera	2	21	2122	Quebrada Garabetera	2122-99-05
OC-E12	Quebrada La Pedregosa	2	21	2122	Quebrada La Pedregosa	2122-99-06
OC-E13	Río Opía	2	21	2122	Río Opía	2122-99-08
OC-E14	Quebrada San Javier	2	21	2122	Quebrada San Javier	2122-99-09
OC-E15	Afluente Quebrada Doima	2	21	2122	Quebrada Doima	2122-99-04
OC-E16	Afluente Quebrada Doima	2	21	2122	Quebrada Doima	2122-99-04
OC-E17	Afluente Quebrada Doima	2	21	2122	Quebrada Doima	2122-99-04
OC-E18	Quebrada Doima	2	21	2122	Quebrada Doima	2122-99-04
OC-E19	Quebrada La Pedregosa	2	21	2122	Quebrada La Pedregosa	2122-99-06
OC-E20	Río Opía	2	21	2122	Río Opía	2122-99-08
OC-N1	Quebrada Armadillo Uno	2	21	2122	Quebrada Armadillos Dos	2122-99-10
OC-N2	Quebrada Armadillo Dos	2	21	2122	Quebrada Armadillos Dos	2122-99-10
OC-N3	Quebrada Armadillo Dos	2	21	2122	Quebrada Armadillos Dos	2122-99-10

Ibagué y Piedras (Tolima)

OCUPACIÓN	NOMBRE CUERPO DE AGUA	ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	NOMBRE MICROCUENCA	CÓDIGO MICROCUENCA
OC-N4	Afluente Quebrada San Javier	2	21	2122	Quebrada San Javier	2122-99-09
OC-N5	Quebrada San Javier	2	21	2122	Quebrada San Javier	2122-99-09
OC-N6	Afluente Quebrada San Javier	2	21	2122	Quebrada San Javier	2122-99-09
OC-N7	Afluente Quebrada San Javier	2	21	2122	Quebrada San Javier	2122-99-09
OC-N8	Quebrada San Javier	2	21	2122	Quebrada San Javier	2122-99-09
OC-N9	Afluente Quebrada Miragatos	2	21	2122	Quebrada Miragatos	2122-99-11
OC-T1	Afluente Quebrada Doima	2	21	2122	Quebrada Doima	2122-99-04

Natura Medio Ambiente (2021).

7.4.2 Estudio hidrológico e hidráulico

Este componente aborda temáticas encaminadas a reconocer cómo responden las cuencas de aporte a las ocupaciones de cauce ante eventos de lluvia - escorrentía.

7.4.2.1 Metodología

El desarrollo del estudio hidrológico e hidráulico de las ocupaciones de cauce se realizó de acuerdo con la siguiente metodología:

- Recolección de información secundaria y primaria: información secundaria de caudal de la estación Piedras del río Opía, cartografía base en escala 1:25.0000 actualizada por el proyecto con base en el IGAC, modelo digital de terreno de detalle generado a partir de información topográfica de detalle levantada para el proyecto y modelo digital de elevaciones ALOS PALSAR de resolución 12.5 m. Se recolectó información primaria de reconocimiento de campo, fondo del cauce y dimensiones de las secciones hidráulicas.
- Componente hidrológico: se procesó la información secundaria para generar como producto los caudales máximos a diferentes tiempos de retorno.
- Componente hidráulico: se procesaron los insumos secundarios y primarios para el desarrollo del modelo hidráulico en sus fases geométrica, hidráulica e hidrológica.
- Tabulación de insumos para el cálculo de dimensiones hidráulicas de las ocupaciones de cauce.

7.4.2.2 Componente hidrológico

Este componente tiene como fin la comprensión y caracterización del medio hidrológico existente en el área donde se localizan las ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, con el fin de estimar los caudales que generan las condiciones de diseño para las obras de ocupación de cauce a realizar.

7.4.2.2.1 Cuencas aferentes a las ocupaciones de cauce

Se delimitaron las cuencas aferentes a las ocupaciones de cauce sobre los drenajes superficiales. En la Figura 7-2 se presenta la localización de las cuencas aferentes a las ocupaciones de cauce y en la Tabla 7-3 se presentan las áreas de las cuencas.

Tabla 7-3 Áreas de las cuencas aferentes de las ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

CUENCA - PUNTO	CÓDIGO	ÁREA [ha]
Quebrada Borbona-Ocupación Cauce OC-E1	OC-E1	101.72
Quebrada Borbona-Ocupación Cauce OC-E2	OC-E2	14.92
Quebrada Borbona-Ocupación Cauce OC-E3	OC-E3	811.11
Quebrada Guacarí-Ocupación Cauce OC-E4	OC-E4	636.02
Quebrada Guacarí-Ocupación Cauce OC-E5	OC-E5	15.59
Quebrada Guacarí-Ocupación Cauce OC-E6	OC-E6	2025.62
Quebrada Los Hurones (Quebrada El Bustamante)-Ocupación Cauce OC-E8	OC-E8	166.05
Quebrada Las Abejas-Ocupación Cauce OC-E9	OC-E9	349.06
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E10	OC-E10	1304.89
Quebrada Garabetera-Ocupación Cauce OC-E11	OC-E11	143.85
Quebrada La Pedregosa-Ocupación Cauce OC-E12	OC-E12	584.82
Río Opia-Ocupación Cauce OC-E13	OC-E13	1825.07
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-E14	OC-E14	489.36
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E15	OC-E15	34.77
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E16	OC-E16	2.51
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E17	OC-E17	29.39
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E18	OC-E18	310.13
Quebrada La Pedregosa-Ocupación Cauce OC-E19	OC-E19	123.44
Río Opia-Ocupación Cauce OC-E20	OC-E20	1308.31
Quebrada Armadillos Dos-Ocupación Cauce OC-N1	OC-N1	82.04
Quebrada Armadillos Dos-Ocupación Cauce OC-N2	OC-N2	186.02
Quebrada Armadillos Dos-Ocupación Cauce OC-N3	OC-N3	102.05
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-N4	OC-N4	19.98
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-N5	OC-N5	204.66
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-N6	OC-N6	62.75

Ibagué y Piedras (Tolima)

CUENCA - PUNTO	CÓDIGO	ÁREA [ha]
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-N7	OC-N7	19.87
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-N8	OC-N8	63.76
Quebrada Miragatos-Ocupación Cauce OC-N9	OC-N9	87.03
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-T1	OC-T1	102.07

Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

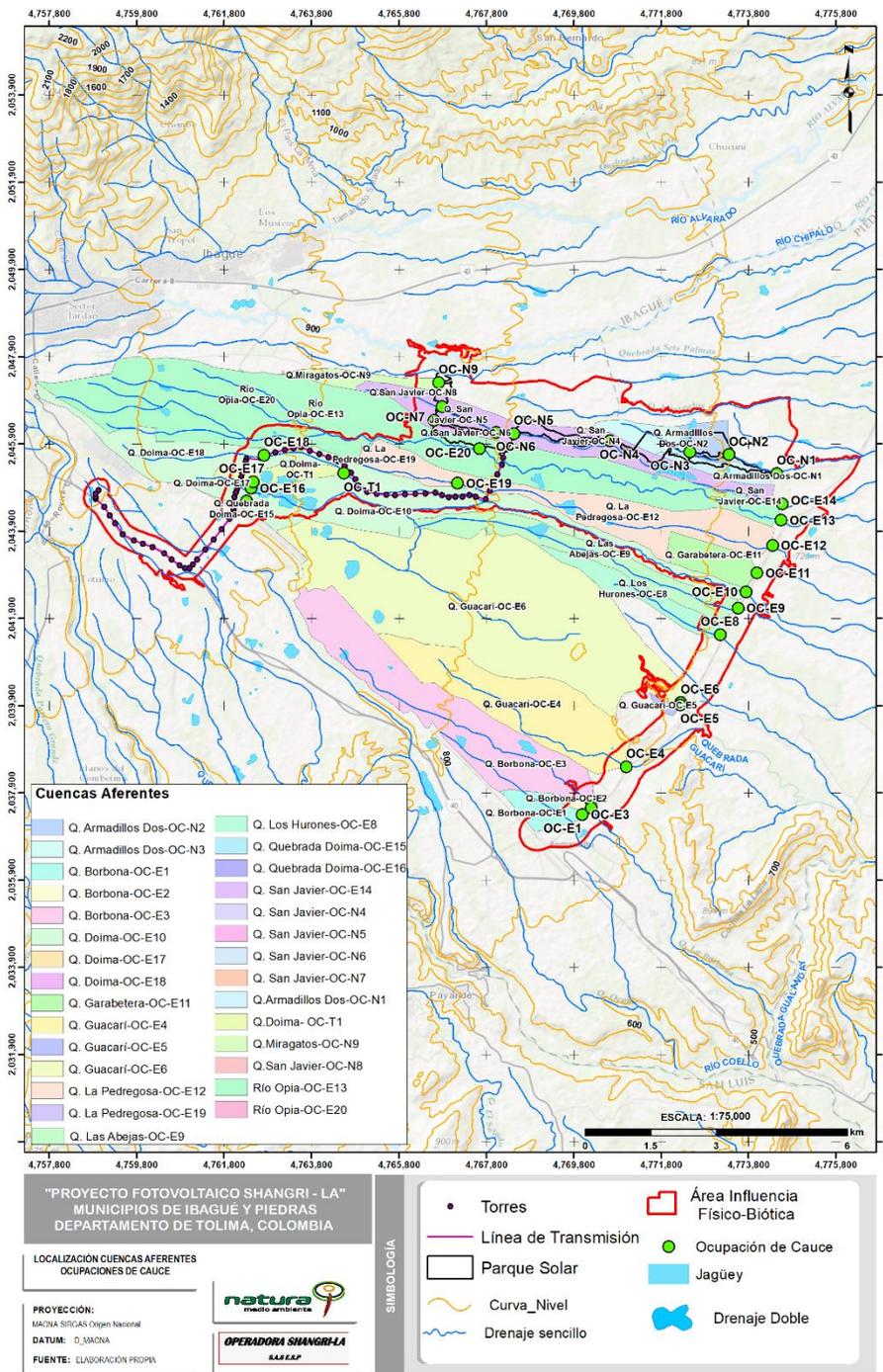


Figura 7-2 Localización de las cuencas aferentes a las ocupaciones de cauce en la zonificación hidrográfica nacional.

Natura Medio Ambiente (2021).

7.4.2.2.2 Cálculo de caudales extremos

Para el cálculo de los caudales máximos se empleó la metodología de transposición de datos de caudal, explicada en el Manual de drenaje para carreteras del INVIAS (Instituto Nacional de Vías - INVIAS, 2009)¹. Según esa metodología, se pueden transferir caudales máximos instantáneos anuales de diferentes periodos de retorno de una estación hidrométrica que no se encuentre exactamente en el sitio del proyecto, sino en la misma hoya hidrográfica, en otra ubicación, mediante relaciones de áreas de drenaje, así:

$$Q_{SP} = Q_{EH} X \left(\frac{A_{SP}}{A_{EH}} \right)^X$$

Donde:

Q_{SP} : Caudal en el sitio de proyecto, en metros cúbicos por segundo (m^3/s).

Q_{EH} : Caudal en la estación hidrométrica, en metros cúbicos por segundo (m^3/s).

A_{SP} : Área hoya hidrográfica hasta el sitio de proyecto, en kilómetros cuadrados (km^2).

A_{EH} : Área hoya hidrográfica hasta la estación hidrométrica, en kilómetros cuadrados (km^2).

El exponente x es un valor que fluctúa usualmente entre 0.5 y 0.75. Se usó el x de 0.75 porque las cuencas no instrumentadas tienen una baja extensión al lado de la cuenca de referencia.

La misma metodología se puede aplicar para hoyas hidrográficas que sean hidrológica y climatológicamente homogéneas.

En la Tabla 7-4 se presentan los resultados de caudales máximos generados para las unidades hidrográficas a partir de la metodología previamente presentada.

¹ Instituto Nacional de Vías – INVIAS (2009). Manual de Drenaje para Carreteras. República de Colombia, Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías, Subdirección de Apoyo Técnico. Bogotá, Colombia.

Tabla 7-4 Caudales máximos de las cuencas aferentes de las ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La

CUENCA - PUNTO	CÓDIGO	ÁREA [ha]	CAUDAL MÁXIMO (l/s) - TIEMPO DE RETORNO (AÑOS)					
			2.33	5	10	20	50	100
Quebrada Borbona-Ocupación Cauce OC-E1	OC-E1	101.72	2802.0	3651.6	4422.9	5194.2	6213.8	6985.1
Quebrada Borbona-Ocupación Cauce OC-E2	OC-E2	14.92	664.1	865.5	1048.3	1231.1	1472.7	1655.6
Quebrada Borbona-Ocupación Cauce OC-E3	OC-E3	811.11	13295.9	17327.6	20987.5	24647.4	29485.6	33145.5
Quebrada Guacarí-Ocupación Cauce OC-E4	OC-E4	636.02	11079.3	14438.9	17488.7	20538.5	24570.1	27619.8
Quebrada Guacarí-Ocupación Cauce OC-E5	OC-E5	15.59	686.3	894.5	1083.4	1272.3	1522.1	1711.0
Quebrada Guacarí-Ocupación Cauce OC-E6	OC-E6	2025.62	26413.5	34423.0	41693.8	48964.6	58576.0	65846.8
Quebrada Los Hurones (Quebrada El Bustamante)-Ocupación Cauce OC-E8	OC-E8	166.05	4046.6	5273.7	6387.5	7501.4	8973.9	10087.8
Quebrada Las Abejas-Ocupación Cauce OC-E9	OC-E9	349.06	7064.5	9206.7	11151.4	13096.0	15666.7	17611.3
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E10	OC-E10	1304.89	18992.7	24752.0	29980.1	35208.2	42119.3	47347.4
Quebrada Garabetera-Ocupación Cauce OC-E11	OC-E11	143.85	3633.5	4735.3	5735.5	6735.7	8057.9	9058.1
Quebrada La Pedregosa-Ocupación Cauce OC-E12	OC-E12	584.82	10403.4	13558.0	16421.7	19285.4	23071.0	25934.7
Río Opia-Ocupación Cauce OC-E13	OC-E13	1825.07	24426.8	31833.8	38557.7	45281.7	54170.2	60894.1
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-E14	OC-E14	489.36	9101.8	11861.8	14367.2	16872.6	20184.6	22690.1
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E15	OC-E15	34.77	1252.6	1632.5	1977.3	2322.1	2777.9	3122.7
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E16	OC-E16	2.51	174.6	227.6	275.6	323.7	387.2	435.3
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E17	OC-E17	29.39	1104.2	1439.1	1743.0	2047.0	2448.8	2752.7
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E18	OC-E18	310.13	6465.0	8425.3	10204.9	11984.5	14337.0	16116.6
Quebrada La Pedregosa-Ocupación Cauce OC-E19	OC-E19	123.44	3239.8	4222.2	5114.0	6005.8	7184.7	8076.5
Río Opia-Ocupación Cauce OC-E20	OC-E20	1308.31	19030.1	24800.7	30039.1	35277.5	42202.2	47440.6
Quebrada Armadillos Dos-Ocupación Cauce OC-N1	OC-N1	82.04	2384.8	3107.9	3764.3	4420.8	5288.6	5945.0
Quebrada Armadillos Dos-Ocupación Cauce OC-N2	OC-N2	186.02	4406.3	5742.4	6955.3	8168.2	9771.6	10984.5
Quebrada Armadillos Dos-Ocupación Cauce OC-N3	OC-N3	102.05	2808.8	3660.5	4433.7	5206.9	6229.0	7002.1
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-N4	OC-N4	19.98	826.8	1077.6	1305.2	1532.8	1833.6	2061.2

Ibagué y Piedras (Tolima)

CUENCA - PUNTO	CÓDIGO	ÁREA [ha]	CAUDAL MÁXIMO (l/s) - TIEMPO DE RETORNO (AÑOS)					
			2.33	5	10	20	50	100
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-N5	OC-N5	204.66	4733.5	6168.8	7471.8	8774.8	10497.2	11800.2
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-N6	OC-N6	62.75	1950.3	2541.7	3078.5	3615.4	4325.1	4861.9
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-N7	OC-N7	19.87	823.2	1072.9	1299.5	1526.1	1825.7	2052.3
Quebrada San Javier-Ocupación Cauce OC-N8	OC-N8	63.76	1973.9	2572.4	3115.7	3659.1	4377.3	4920.7
Quebrada Miragatos-Ocupación Cauce OC-N9	OC-N9	87.03	2492.6	3248.4	3934.5	4620.7	5527.7	6213.8
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-T1	OC-T1	102.07	2809.2	3661.0	4434.3	5207.6	6229.8	7003.1

Fuente: H&J INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE SAS (2021).

7.4.2.3 Componente hidráulico

El componente hidráulico tiene como objetivo estimar la cota de inundación y características del flujo para tiempos de retorno de 2,33, 5, 10, 20, 50 y 100 años. El modelo tiene insumos de dos clases: hidrológicos y físicos. Los insumos hidrológicos son los caudales máximos calculados en el componente hidrológico. Los insumos físicos son los modelos digitales de elevación de detalle y ALOS PALSAR de 12,5 m de resolución (**ANEXO E.1.1 Ocupación de cauces**), el reconocimiento de campo y los puntos de ocupaciones del proyecto.

En la Tabla 7-5 se presenta el reconocimiento de la existencia de infraestructura (según aplica) en los puntos de ocupación de cauce del proyecto.

Tabla 7-5 Estructuras existentes en los puntos de ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

CUENCA - PUNTO	CÓDIGO OCUPACIÓN	ESTRUCTURA EXISTENTE	CONDICIÓN / UBICACIÓN
Quebrada Borbona- Ocupación Cauce OC-E1	OC-E1	Batea	Ocupación existente para adecuar: VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima"
Quebrada Borbona- Ocupación Cauce OC-E2	OC-E2	Alcantarilla doble 24"	Ocupación existente para adecuar:
Quebrada Borbona- Ocupación Cauce OC-E3	OC-E3	Pontón 3x2.5 m	VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima"
Quebrada Guacarí- Ocupación Cauce OC-E4	OC-E4	Estructura hídrica. Batea y alcantarilla triple de 36"	Ocupación existente para adecuar:
Quebrada Guacarí- Ocupación Cauce OC-E5	OC-E5	Box de 0.8x0.6 m	VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima"
Quebrada Guacarí- Ocupación Cauce OC-E6	OC-E6	Alcantarilla múltiple 10 tubos de 24"	Ocupación existente para adecuar:

Ibagué y Piedras (Tolima)

CUENCA - PUNTO	CÓDIGO OCUPACIÓN	ESTRUCTURA EXISTENTE	CONDICIÓN / UBICACIÓN
Quebrada Los Hurones (Quebrada El Bustamante)- Ocupación Cauce OC-E8	OC-E8	Alcantarilla quintuple 24" en dos líneas. Línea superior 3 tubos, inferior 2 tubos.	VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima
Quebrada Las Abejas- Ocupación Cauce OC-E9	OC-E9	Estructura híbrida. Batea y alcantarilla doble 24"	Ocupación existente para adecuar:
Quebrada Doima- Ocupación Cauce OC-E10	OC-E10	Alcantarilla triple 24"	VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima
Quebrada Garabetera- Ocupación Cauce OC-E11	OC-E11	Alcantarilla cuádruple de 24"	Ocupación existente para adecuar:
Quebrada La Pedregosa- Ocupación Cauce OC-E12	OC-E12	Alcantarilla doble 24"	VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima
Río Opia-Ocupación Cauce OC-E13	OC-E13	Estructura híbrida. Batea y Alcantarilla quintuple de 24"	Ocupación existente para adecuar: VA-BA-D: Vía de Acceso Pública, "Buenos Aires – Doima
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-E14	OC-E14	Estructura híbrida. Batea y parte inferior 3 tubos de 12"	Ocupación existente para adecuar: V1: Vía existente privada, de acceso al Parque Solar
Quebrada Doima- Ocupación Cauce OC-E15	OC-E15	Box 1x1m	Ocupación existente para adecuar: VA-P: Vía pública terciaria de Acceso Picalaña
Quebrada Doima- Ocupación Cauce OC-E16	OC-E16	Alcantarilla de 24"	Ocupación existente para adecuar: VA-P: Vía pública terciaria de Acceso Picalaña
Quebrada Doima- Ocupación Cauce OC-E17	OC-E17	Box 1x1 m	Ocupación existente para adecuar: VA-P: Vía pública terciaria de Acceso Picalaña
Quebrada Doima- Ocupación Cauce OC-E18	OC-E18	Estructura híbrida. Batea y alcantarilla séxtuple de 24"	Ocupación existente para adecuar:

Ibagué y Piedras (Tolima)

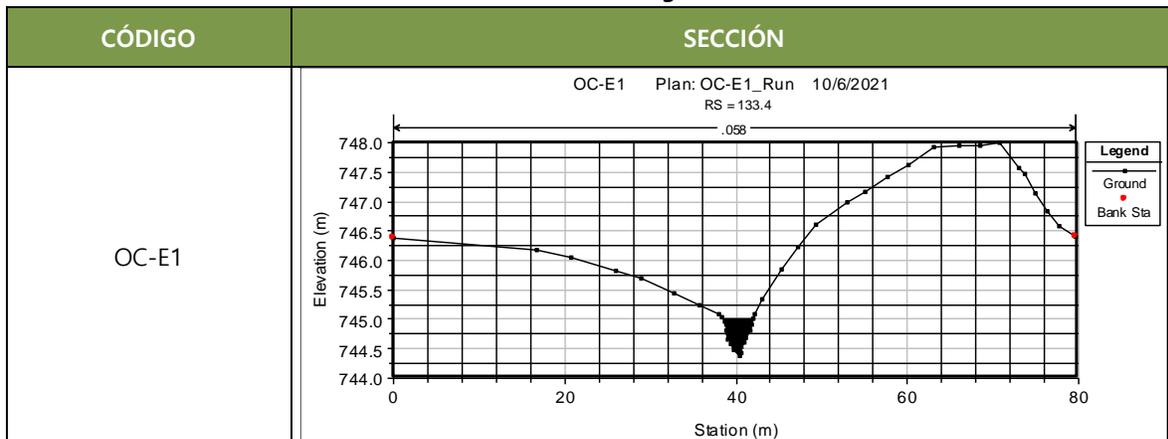
CUENCA - PUNTO	CÓDIGO OCUPACIÓN	ESTRUCTURA EXISTENTE	CONDICIÓN / UBICACIÓN
			VA-P: Vía pública terciaria de Acceso Picalaña
Quebrada La Pedregosa- Ocupación Cauce OC-E19	OC-E19	Alcantarilla doble de 24"	Ocupación existente para adecuar: V2: Ramal privado de acceso Picalaña
Río Opia-Ocupación Cauce OC-E20	OC-E20	Pontón en arco inferior. 6 m ancho y 2.5m alto	Ocupación existente para adecuar: V2: Ramal privado de acceso Picalaña
Quebrada Armadillos Dos- Ocupación Cauce OC-N1	OC-N1	Sin estructura	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
Quebrada Armadillos Dos- Ocupación Cauce OC-N2	OC-N2	Sin estructura	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
Quebrada Armadillos Dos- Ocupación Cauce OC-N3	OC-N3	Sin estructura	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-N4	OC-N4	Sin estructura	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-N5	OC-N5	Sin estructura	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-N6	OC-N6	Sin estructura	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-N7	OC-N7	Sin estructura	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-N8	OC-N8	Sin estructura	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar

CUENCA - PUNTO	CÓDIGO OCUPACIÓN	ESTRUCTURA EXISTENTE	CONDICIÓN / UBICACIÓN
Quebrada Miragatos- Ocupación Cauce OC-N9	OC-N9	Sin estructura	Nueva ocupación para construir dentro del parque solar
Quebrada Doima- Ocupación Cauce OC-T1	OC-T1	Sin estructura	Ocupación temporal o intermitente en zona de acceso a puntos de torre

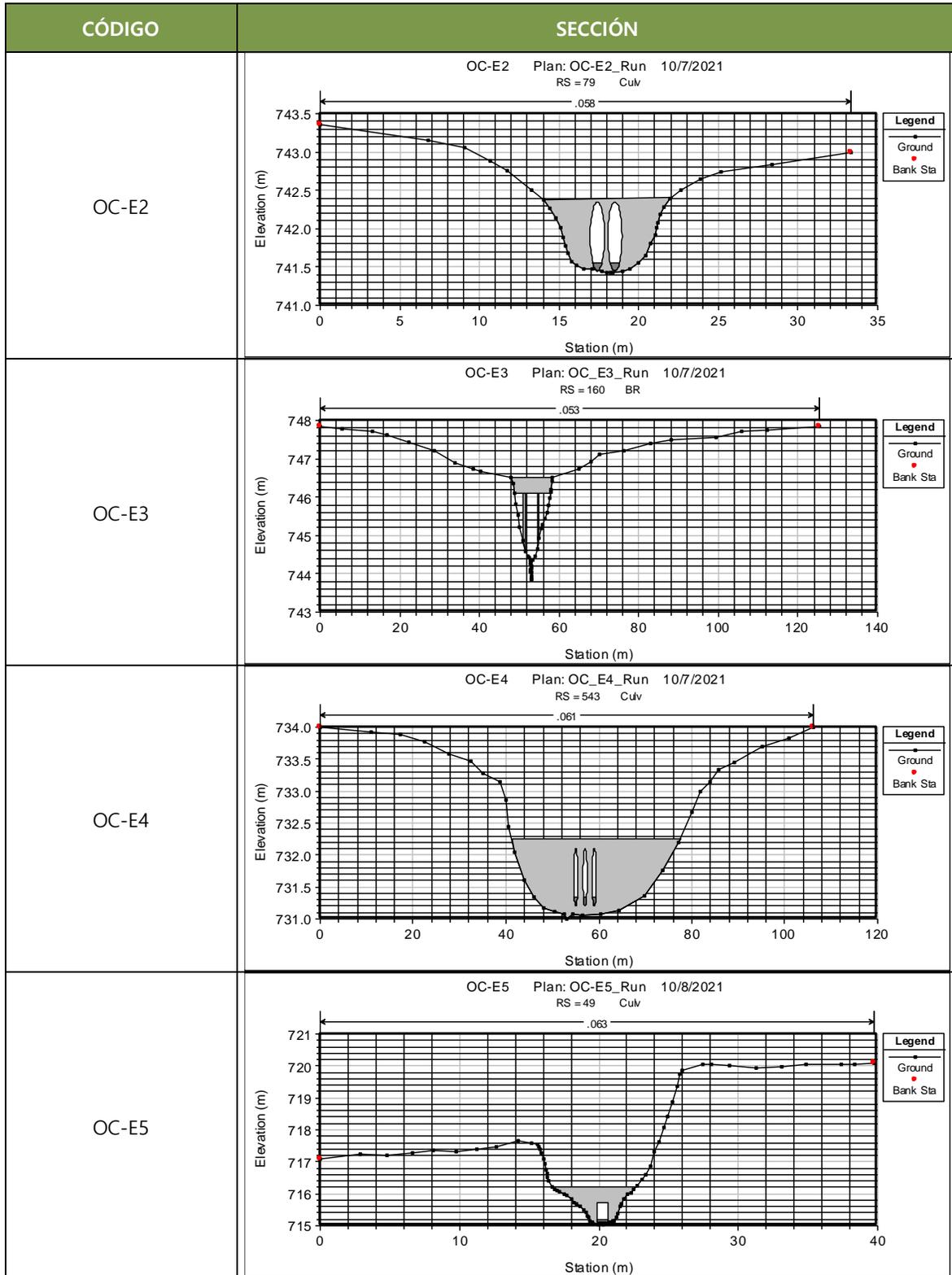
Natura Medio Ambiente (2021).

En la Tabla 7-6 se presentan las secciones en los sitios de ocupaciones de cauces permanentes; para la ocupación de cauce temporal se desarrolló únicamente el estudio hidrológico con el fin de conocer los caudales extremos que transporta el cauce, toda vez que la infraestructura será instalada de manera temporal por fuera de la sección inundable del cauce, dejando un gálibo que permitirá el paso de una crecida en el caso que esta ocurra mientras esté instalada la infraestructura temporal.

Tabla 7-6 Secciones hidráulicas construidas en los puntos de ocupación de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La



Ibagué y Piedras (Tolima)



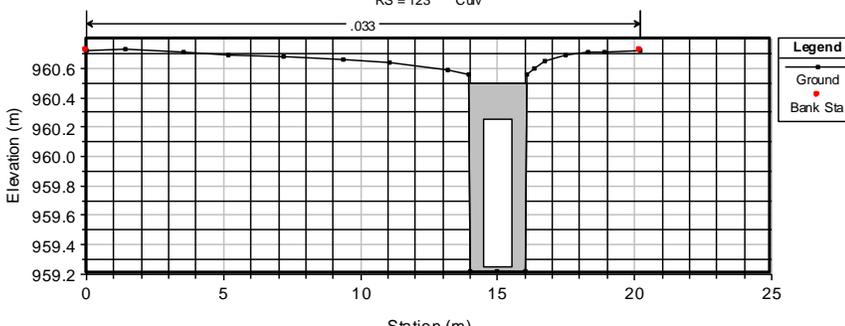
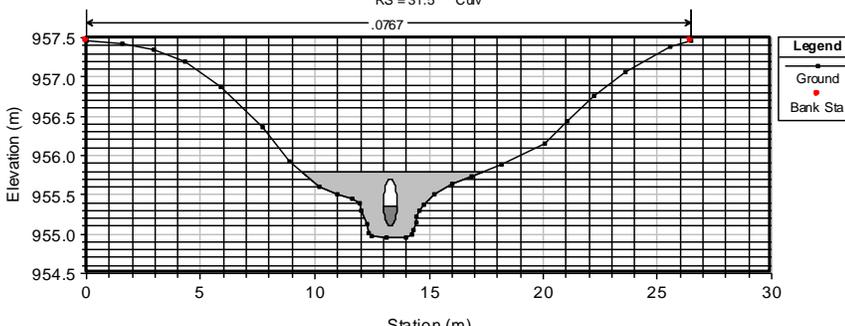
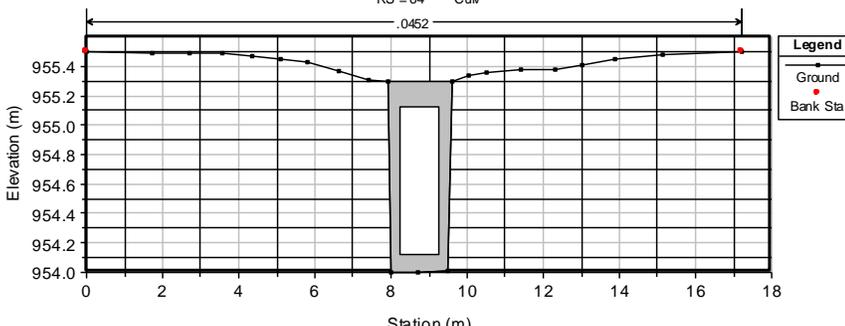
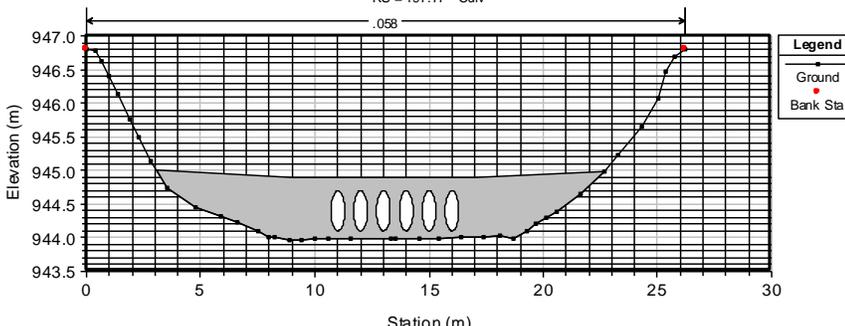
Ibagué y Piedras (Tolima)

CÓDIGO	SECCIÓN
OC-E6	<p>OC-E6 Plan: OC-E6_Run 10/8/2021 RS = 198 Cuv</p>
OC-E8	<p>OC-E8 Plan: OC-O8_Run 10/8/2021 RS = 140 Cuv</p>
OC-E9	<p>OC-E9 Plan: OC-E9_Run 10/8/2021 RS = 220 Cuv</p>
OC-E10	<p>OC-E10 Plan: OC-E10_Run 10/8/2021 RS = 191.5 Cuv</p>

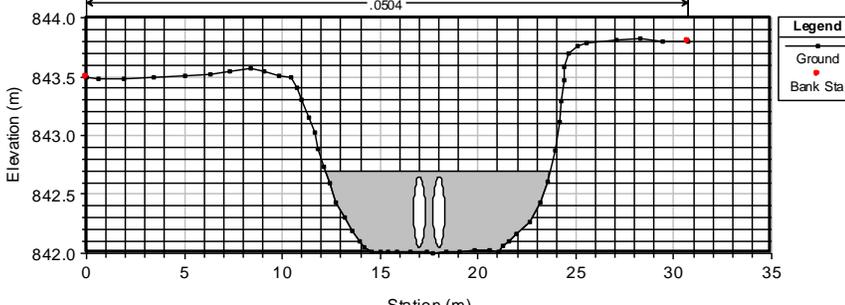
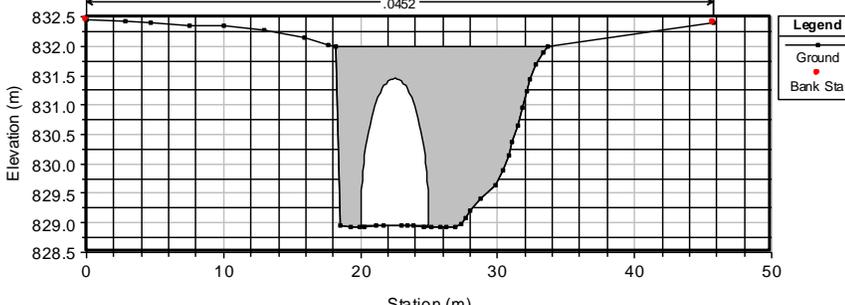
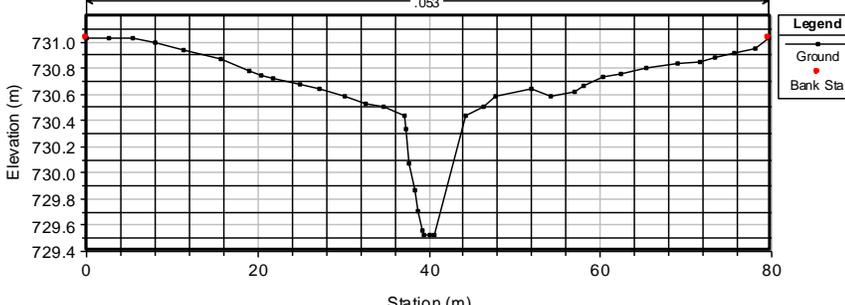
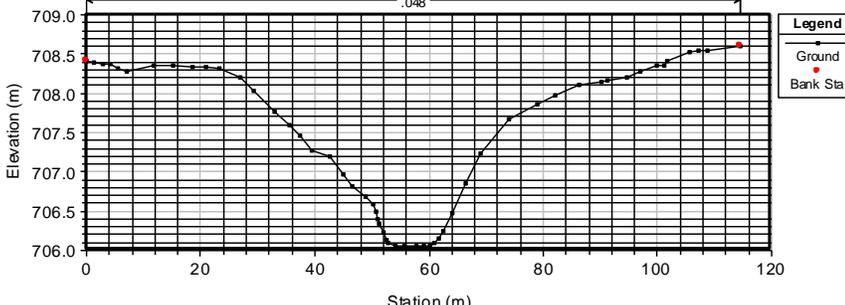
Ibagué y Piedras (Tolima)

CÓDIGO	SECCIÓN
OC-E11	<p>OC-E11 Plan: OC-E11_Run 10/9/2021 RS = 278 Cuv</p> <p>Elevation (m)</p> <p>Station (m)</p> <p>Legend Ground Bank Sta</p>
OC-E12	<p>OC-E12 Plan: OC-E12_Run 10/9/2021 RS = 199.5 Cuv</p> <p>Elevation (m)</p> <p>Station (m)</p> <p>Legend Ground Bank Sta</p>
OC-E13	<p>OC-E13 Plan: OC-E13_Run 10/20/2021 RS = 249.5 Cuv</p> <p>Elevation (m)</p> <p>Station (m)</p> <p>Legend Ground Bank Sta</p>
OC-E14	<p>OC-E14 Plan: OC-E14_Run 10/20/2021 RS = 150 Cuv</p> <p>Elevation (m)</p> <p>Station (m)</p> <p>Legend Ground Bank Sta</p>

Ibagué y Piedras (Tolima)

CÓDIGO	SECCIÓN
OC-E15	<p>OC-E15 Plan: OC-E15_Run 10/20/2021 RS = 123 Cuv</p>  <p>Legend Ground Bank Sta</p>
OC-E16	<p>OC-E16 Plan: OC-E16_Run 10/20/2021 RS = 31.5 Cuv</p>  <p>Legend Ground Bank Sta</p>
OC-E17	<p>OC-E17 Plan: OC-E17_Run 10/21/2021 RS = 64 Cuv</p>  <p>Legend Ground Bank Sta</p>
OC-E18	<p>OC-E18 Plan: OC-E18_Run 10/21/2021 RS = 197.77 Cuv</p>  <p>Legend Ground Bank Sta</p>

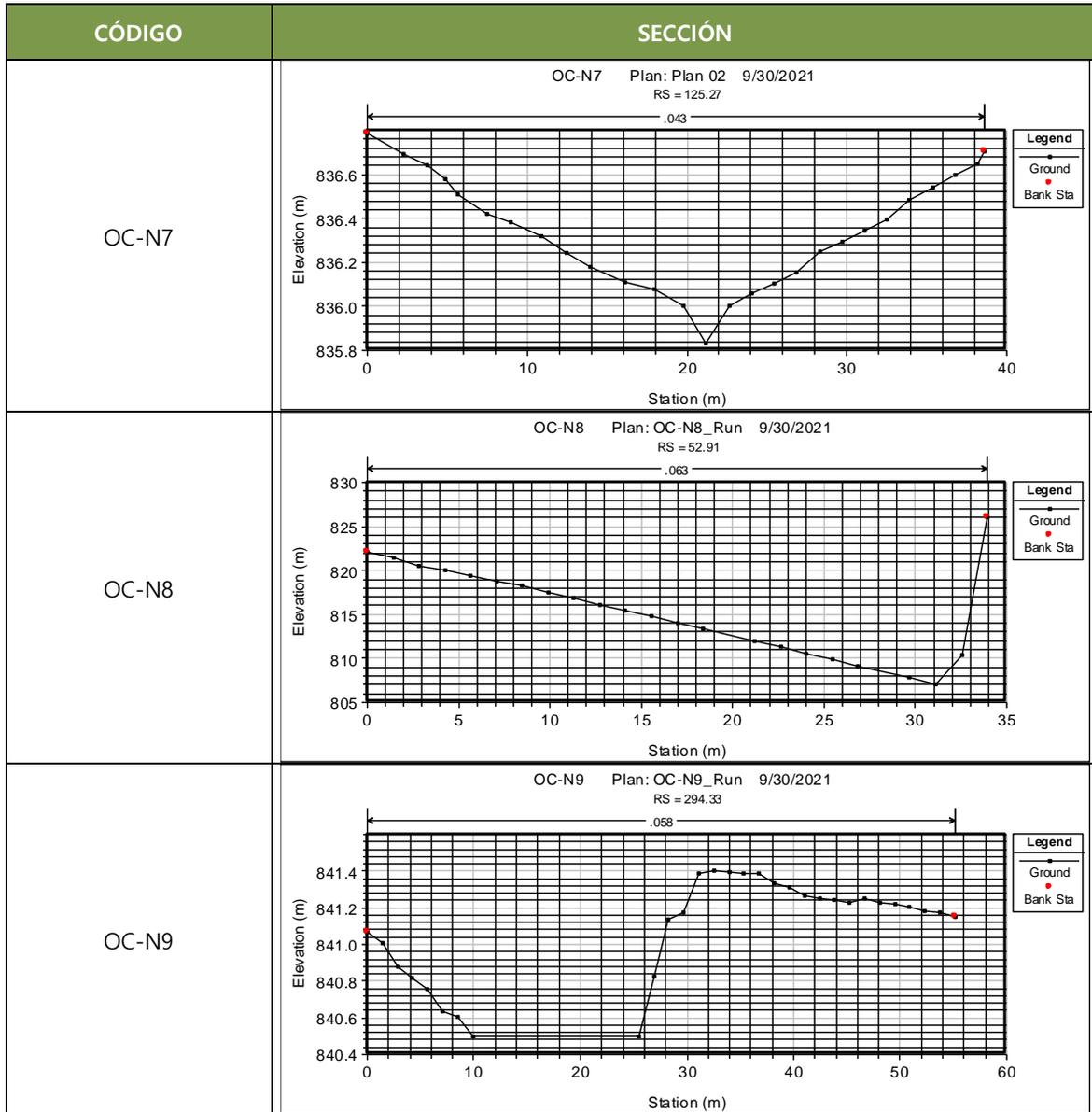
Ibagué y Piedras (Tolima)

CÓDIGO	SECCIÓN
OC-E19	<p>OC-E19 Plan: OC-E19_Run 10/22/2021 RS = 213 Cuv .0504</p>  <p>Elevation (m)</p> <p>Station (m)</p> <p>Legend Ground Bank Sta</p>
OC-E20	<p>OC-E20 Plan: OC-E20_Run 10/22/2021 RS = 167 Cuv .0452</p>  <p>Elevation (m)</p> <p>Station (m)</p> <p>Legend Ground Bank Sta</p>
OC-N1	<p>Modelo_OC-N1 Plan: Run1_OC_N1 9/24/2021 RS = 48.27 .053</p>  <p>Elevation (m)</p> <p>Station (m)</p> <p>Legend Ground Bank Sta</p>
OC-N2	<p>OC-N2 Plan: Run_OC-N2 9/24/2021 RS = 100.84 .048</p>  <p>Elevation (m)</p> <p>Station (m)</p> <p>Legend Ground Bank Sta</p>

Ibagué y Piedras (Tolima)

CÓDIGO	SECCIÓN
OC-N3	<p>OC-N3 Plan: Run_OC-N3 9/24/2021 RS = 154.44</p>
OC-N4	<p>OC-N4 Plan: OC-N4_Run 9/29/2021 RS = 1.19</p>
OC-N5	<p>OC-N5 Plan: OC-N5_Run 9/29/2021 RS = 32.02</p>
OC-N6	<p>OC-N6 Plan: OC-N6_Run 9/29/2021 RS = 25.15</p>

Ibagué y Piedras (Tolima)



Fuente: H&J INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE SAS (2021).

7.4.2.3.1 Coeficiente de rugosidad de Manning

Un parámetro de vital importancia en la hidráulica fluvial es el coeficiente de Manning. Se usa en la aplicación de la ecuación de Manning a partir de la que se resuelven las condiciones de flujo en las corrientes hídricas. Se calculó el coeficiente de rugosidad de

Manning el método de Cowan. El valor de n depende de propiedades del cauce, como son: el material, las irregularidades, la vegetación, la variación de la forma y la existencia de curvas, entre otros. W.L. Cowan (Mery, 2013)² propuso un procedimiento que arroja el valor representativo del coeficiente de Manning para lechos naturales. La expresión usada es la siguiente:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m$$

De donde:

n_0 = valor básico del coeficiente de rugosidad para un tramo recto y uniforme

n_1 = incremento por irregularidades de las secciones

n_2 = incremento por variaciones de forma y dimensiones de las secciones

n_3 = incremento por obstrucciones

n_4 = incremento por vegetación en el cauce

m = factor correctivo por curvas y meandros del río

En la Tabla 7-7 se presentan los valores de los parámetros de la metodología Cowan para calcular el coeficiente de rugosidad n de Manning

Tabla 7-7 Parámetros de la metodología de Cowan para calcular n

CARACTERÍSTICAS DE LA CANALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS	VALOR MEDIO DEL COEFICIENTE n
n_0 : Material del lecho:	Tierra	0,020
	Roca cortada	0,025
	Grava fina	0,024
	Grava gruesa	0,028
n_1 : Grado de irregularidades:	Suaves	0,000
	Pocas	0,005
	Moderadas	0,010
	Severas	0,020

² Mery, H (2013). Hidráulica aplicada al diseño de obras. RIL Editores. 454 p. ISBN 978-956-284-840-4

CARACTERÍSTICAS DE LA CANALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS	VALOR MEDIO DEL COEFICIENTE n
n ₂ : Variaciones de la sección:	Graduales	0,000
	Ocasionales	0,005
	Frecuentes	0,010 – 0,015
n ₃ : Obstrucciones:	Despreciables	0,000
	Pocas	0,010 – 0,015
	Muchas	0,020 – 0,030
	Severas	0,040 – 0,060
n ₄ : Vegetación:	Poca	0,005 – 0,010
	Regular	0,010 – 0,025
	Mucha	0,025 – 0,050
	Gran cantidad	0,050 – 0,100
m: Curvas:	Pocas	1,00
	Regular	1,05
	Muchas	1,10

Fuente: (Mery, 2013)³

En la Tabla 7-8 se presenta la estimación del coeficiente de rugosidad de Manning para los puntos de ocupación de cauces permanentes. En el **ANEXO E.1.2** se presentan los soportes de esta estimación.

³ Íbid.

Tabla 7-8 Estimación del coeficiente de rugosidad de Manning de las ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La

CÓDIGO	n0: MATERIAL DEL LECHO	n1: GRADO DE IRREGULARIDADES	n2: VARIACIONES DE LA SECCIÓN	n3: OBSTRUCCIONES	n4: VEGETACIÓN	m: CURVAS	n
OC-E1	0.0280	0.0050	0.0050	0.0000	0.0200	1.0000	0.0580
OC-E2	0.0280	0.0050	0.0050	0.0000	0.0200	1.0000	0.0580
OC-E3	0.0280	0.0100	0.0050	0.0050	0.0050	1.0000	0.0530
OC-E4	0.0280	0.0050	0.0050	0.0100	0.0100	1.0500	0.0609
OC-E5	0.0280	0.0100	0.0050	0.0100	0.0100	1.0000	0.0630
OC-E6	0.0280	0.0050	0.0050	0.0100	0.0100	1.0000	0.0580
OC-E8	0.0280	0.0100	0.0050	0.0150	0.0250	1.0000	0.0830
OC-E9	0.0280	0.0050	0.0000	0.0000	0.0100	1.0000	0.0430
OC-E10	0.0280	0.0050	0.0000	0.0000	0.0100	1.0000	0.0430
OC-E11	0.0280	0.0050	0.0050	0.0100	0.0050	1.0000	0.0530
OC-E12	0.0280	0.0050	0.0050	0.0100	0.0100	1.0000	0.0580
OC-E13	0.0280	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	1.0500	0.0347
OC-E14	0.0280	0.0050	0.0000	0.0000	0.0050	1.0500	0.0399
OC-E15	0.0280	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	1.0000	0.0330
OC-E16	0.0280	0.0050	0.0050	0.0100	0.0250	1.0500	0.0767
OC-E17	0.0280	0.0000	0.0000	0.0100	0.0050	1.0500	0.0452
OC-E18	0.0280	0.0050	0.0050	0.0150	0.0050	1.0000	0.0580
OC-E19	0.0280	0.0000	0.0000	0.0000	0.0200	1.0500	0.0504
OC-E20	0.0280	0.0000	0.0050	0.0050	0.0050	1.0500	0.0452
OC-N1	0.0280	0.0000	0.0000	0.0100	0.0150	1.0000	0.0530
OC-N2	0.0280	0.0000	0.0050	0.0100	0.0050	1.0000	0.0480
OC-N3	0.0280	0.0000	0.0000	0.0100	0.0050	1.0000	0.0430

Ibagué y Piedras (Tolima)

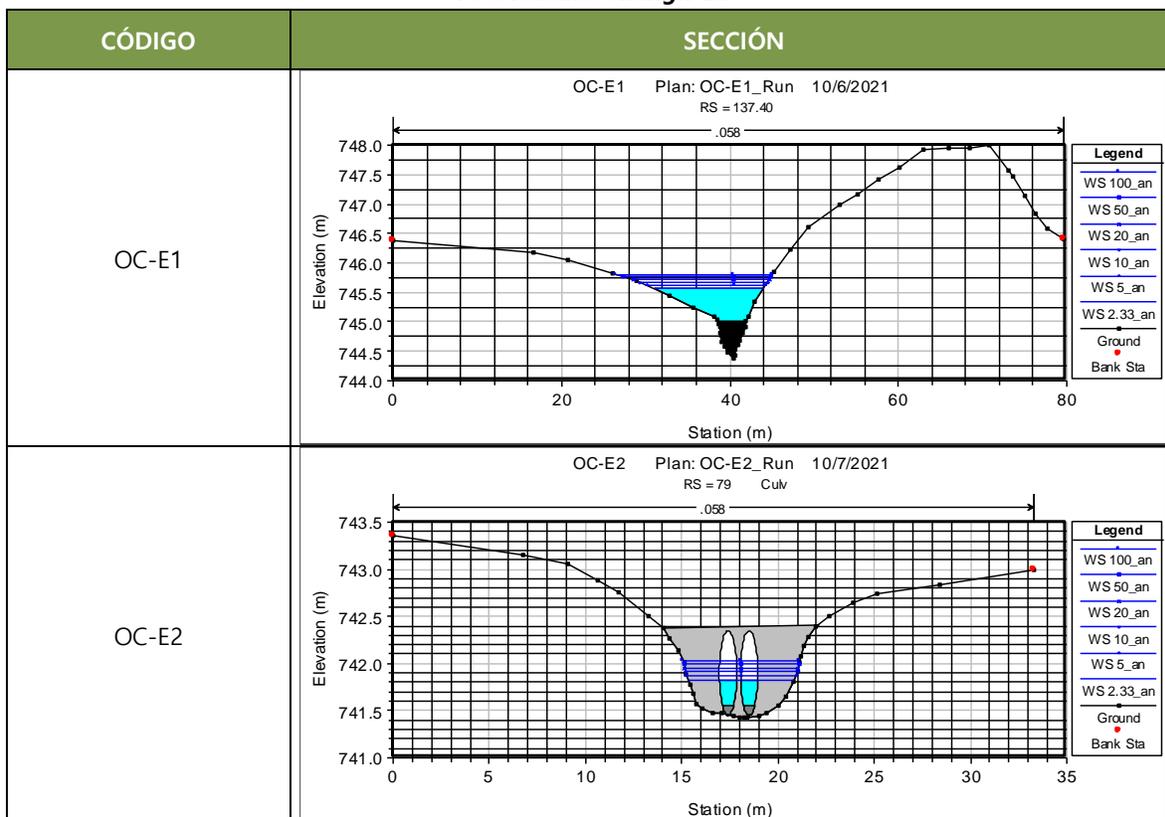
CÓDIGO	n0: MATERIAL DEL LECHO	n1: GRADO DE IRREGULARIDADES	n2: VARIACIONES DE LA SECCIÓN	n3: OBSTRUCCIONES	n4: VEGETACIÓN	m: CURVAS	n
OC-N4	0.0280	0.0050	0.0050	0.0100	0.0050	1.0000	0.0530
OC-N5	0.0280	0.0050	0.0050	0.0100	0.0100	1.0000	0.0580
OC-N6	0.0280	0.0050	0.0050	0.0100	0.0100	1.0000	0.0580
OC-N7	0.0280	0.0000	0.0000	0.0000	0.0150	1.0000	0.0430
OC-N8	0.0280	0.0050	0.0050	0.0100	0.0150	1.0000	0.0630
OC-N9	0.0280	0.0050	0.0050	0.0100	0.0100	1.0000	0.0580

Fuente: H&J INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE SAS (2021).

7.4.2.3.2 Aplicación del modelo HEC-RAS

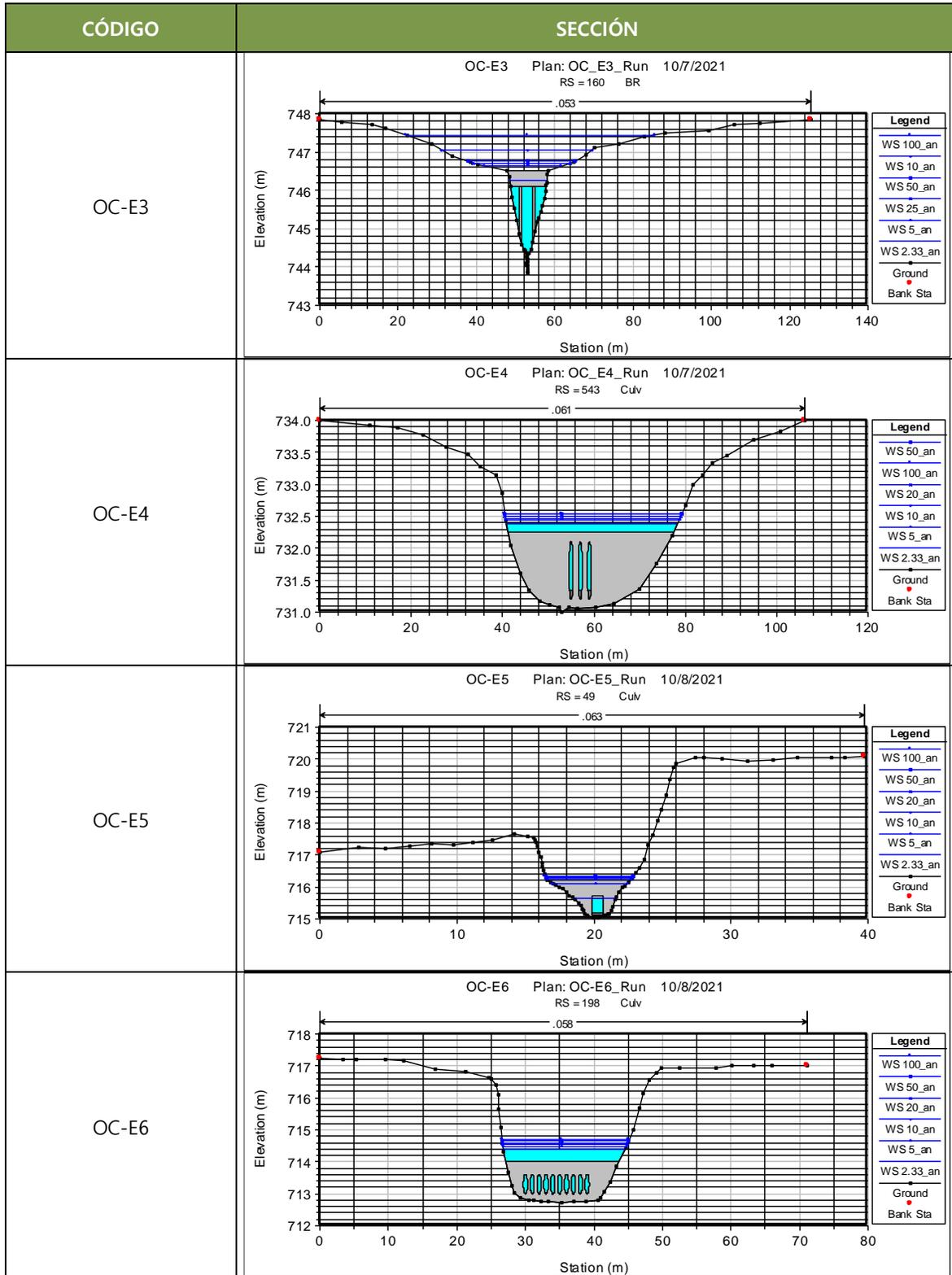
Para el cálculo del comportamiento hidráulica de los drenajes sencillos en las ocupaciones de cauce se construyeron los modelos en HEC-RAS (U.S. Army Corps of Engineers, 2016)⁴ que se presentan en el **ANEXO E.1.3**. En la Tabla 7-9 se presentan las láminas de creciente en las ocupaciones de cauce en función de los tiempos de retorno calculados en el presente proyecto.

Tabla 7-9 Láminas de creciente condición actual en los puntos de ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La

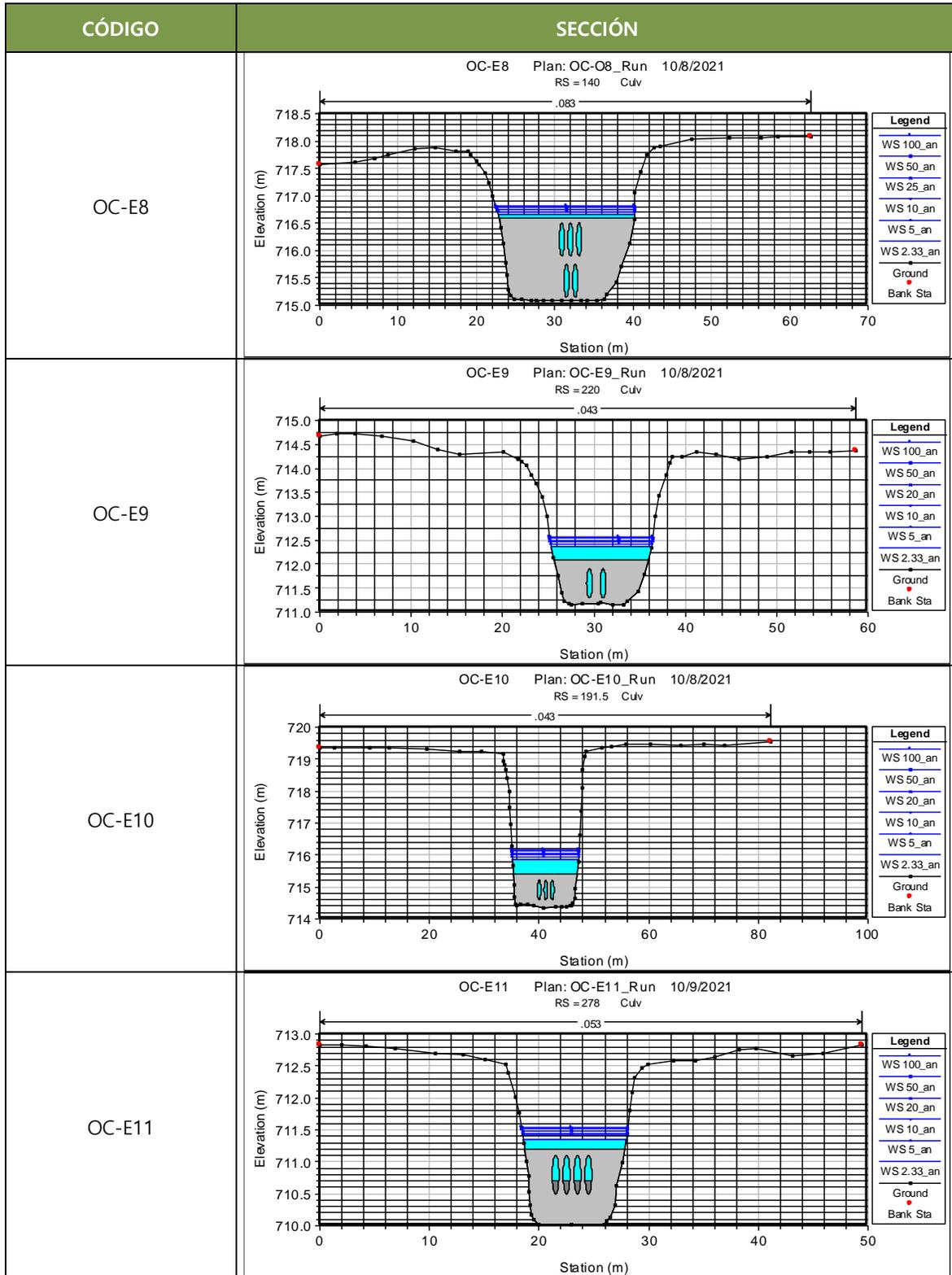


⁴ US Army Corps of Engineers (2016). HEC-RAS, River Analysis System. Hydraulic Reference Manual, version 5.0. California, Estados Unidos de América.

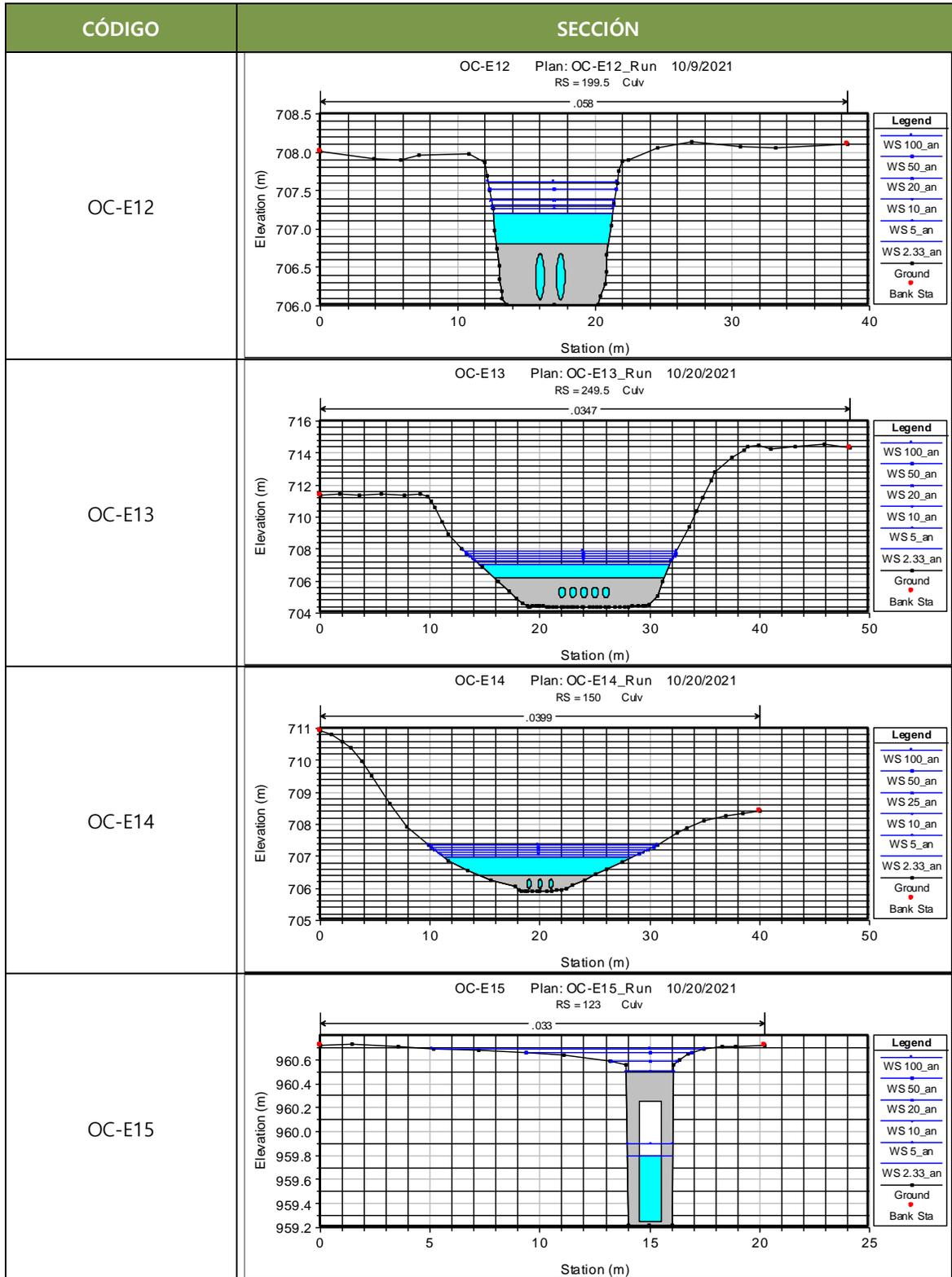
Ibagué y Piedras (Tolima)



Ibagué y Piedras (Tolima)



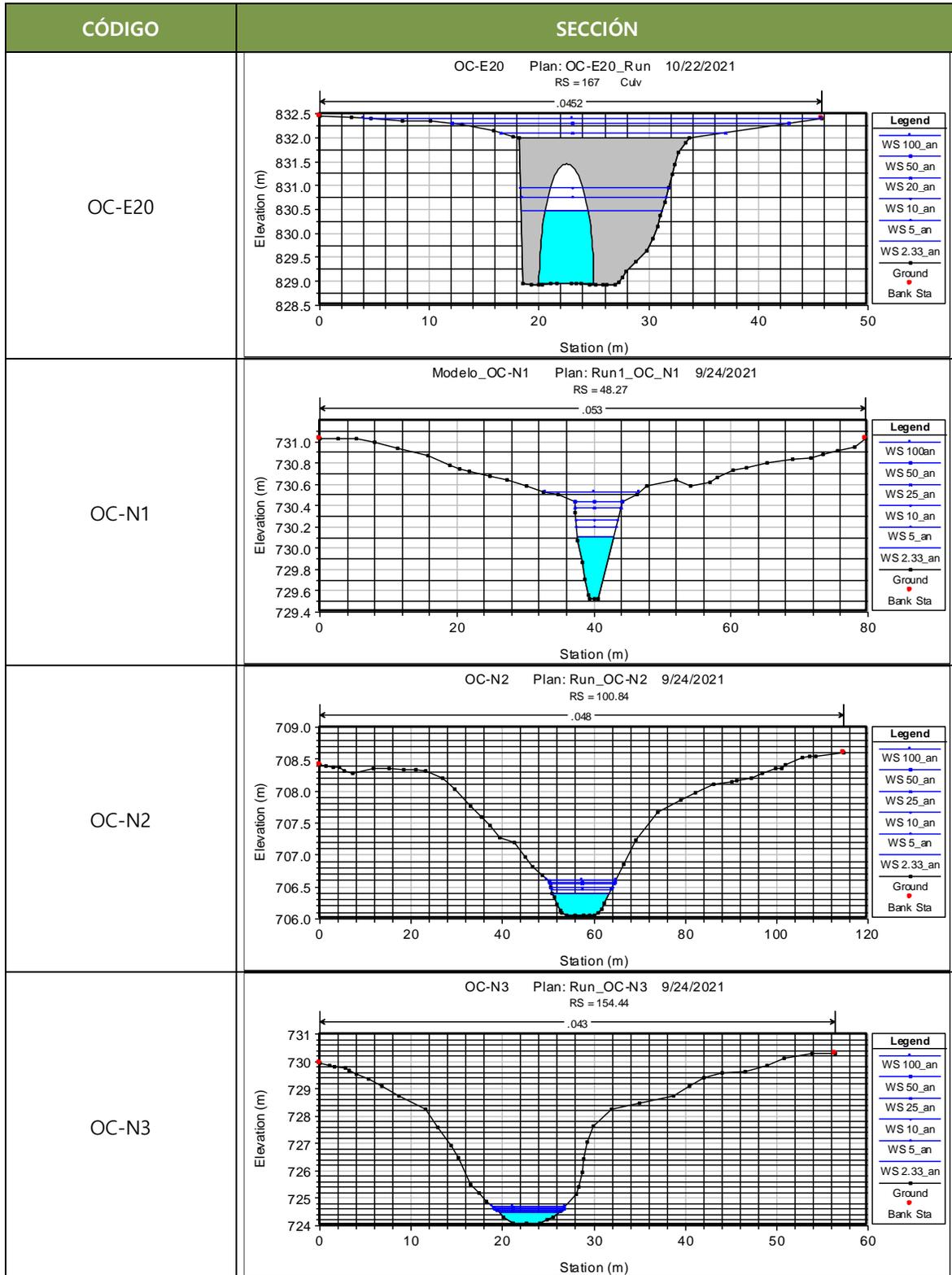
Ibagué y Piedras (Tolima)



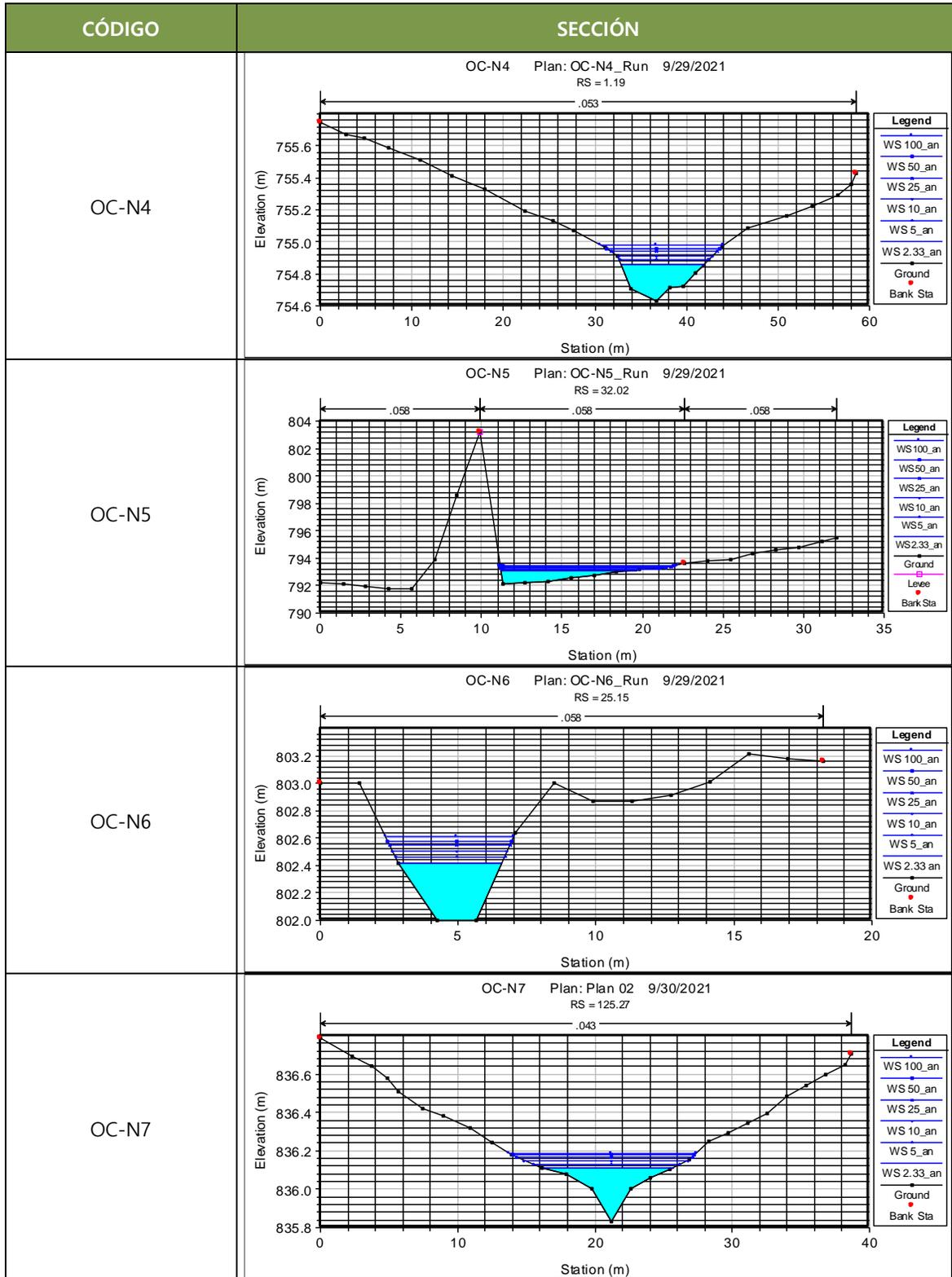
Ibagué y Piedras (Tolima)

CÓDIGO	SECCIÓN
OC-E16	<p>OC-E16 Plan: OC-E16_Run 10/20/2021 RS = 31.5 Cuv .0767</p>
OC-E17	<p>OC-E17 Plan: OC-E17_Run 10/21/2021 RS = 64 Cuv .0452</p>
OC-E18	<p>OC-E18 Plan: OC-E18_Run 10/21/2021 RS = 197.77 Cuv .058</p>
OC-E19	<p>OC-E19 Plan: OC-E19_Run 10/22/2021 RS = 213 Cuv .0504</p>

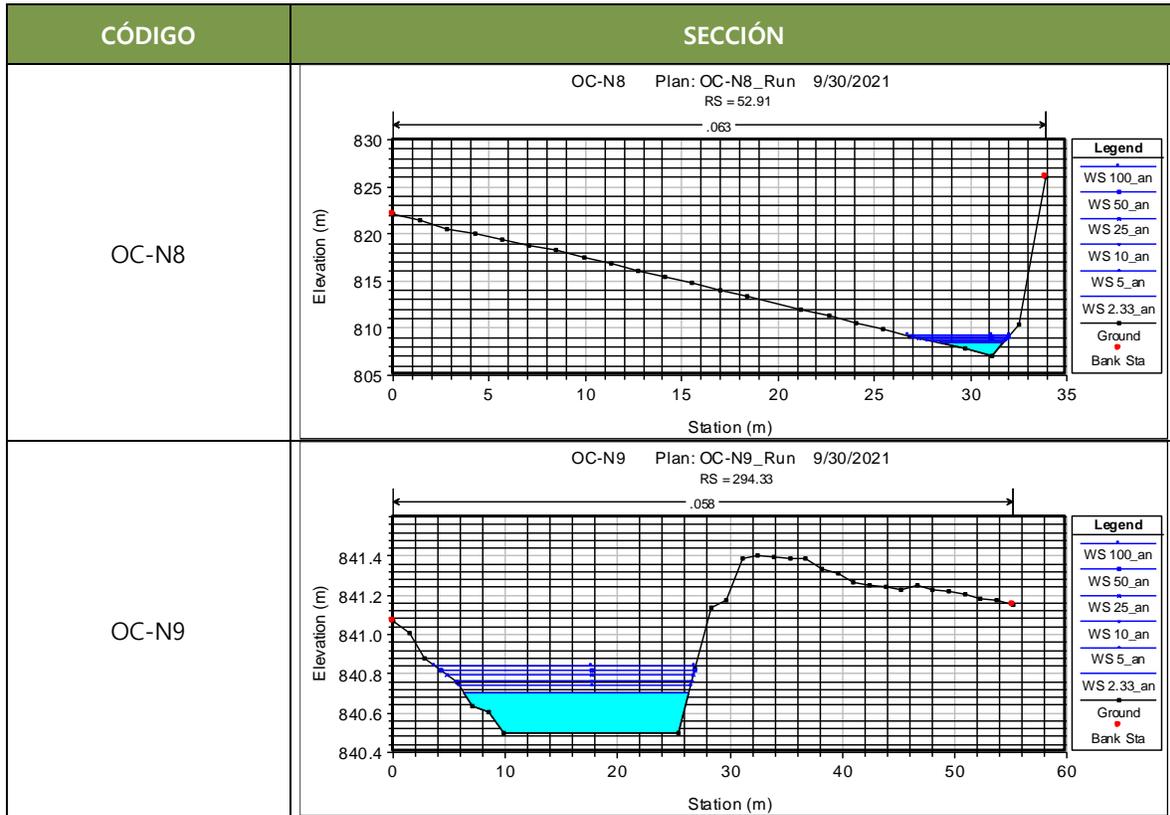
Ibagué y Piedras (Tolima)



Ibagué y Piedras (Tolima)



Ibagué y Piedras (Tolima)



Fuente: H&J INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE SAS (2021).

7.4.2.4 Dimensionamiento estructuras hidráulicas

A partir del reconocimiento del comportamiento hidráulico de la condición actual en los puntos de ocupación de cauce y los resultados del modelo hidrológico se desarrolló el proceso de dimensionado. Para ello se tomaron criterios de dimensionamiento de velocidad y de tiempo de retorno.

7.4.2.4.1 Criterios de dimensionamiento

El primer criterio es el del tiempo de retorno según el tipo de obra de la ocupación de cauce. En la Tabla 7-10 se presentan los periodos de retorno de diseño en obras de drenaje vial.

Tabla 7-10 Periodos de retorno de diseño en obras de drenaje vial

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (años)
Alcantarillas de 0.9m de diámetro	10
Alcantarillas mayores de 0.9 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25

Fuente: (Instituto Nacional de Vías - INVIAS, 2009).

Por otro lado, se toma el criterio de velocidad máxima de 4.0 m/s y mínima de 0.6 m/s del libro Elementos de Diseño de Acueductos y Alcantarillados (López Cualla, 2003) ⁵.

7.4.2.4.2 Resultados del dimensionamiento

A partir de la información presentada previamente se desarrolló el dimensionamiento de las estructuras hidráulicas para las ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La. Para esto se utilizó el software HCanales (Villón Béjar, s.f.)⁶ Para el proceso de dimensionamiento, el cual se presenta entre la Figura 7-3 y Figura 7-30.

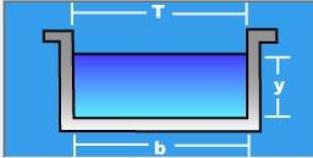
⁵ López Cualla, R. A. (2003). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Segunda Edición. Bogotá D.C.: Escuela Colombiana de Ingeniería.

⁶ Villón Béjar, M. (s.f.). HCANALES 3.1. Cartago, Costa Rica: Ediciones Centro de Desarrollo de Material Bibliográfico.

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	OC-E1	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	5.194 m ³ /s
Ancho de solera (b):	1.75 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.005 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.9822 m	Perímetro (p):	3.7144 m
Area hidráulica (A):	1.7189 m ²	Radio hidráulico (R):	0.4628 m
Espejo de agua (T):	1.7500 m	Velocidad (v):	3.0217 m/s
Número de Froude (F):	0.9735	Energía específica (E):	1.4476 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

Figura 7-3 Dimensionamiento OC-E1

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	OC-E2	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	0.6165 m ³ /s
Diámetro (d):	0.9 m
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.015 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.3377 m	Perímetro mojado (p):	1.1866 m
Area hidráulica (A):	0.2180 m ²	Radio hidráulico (R):	0.1837 m
Espejo de agua (T):	0.8715 m	Velocidad (v):	2.8275 m/s
Número de Froude (F):	1.8048	Energía específica (E):	0.7451 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

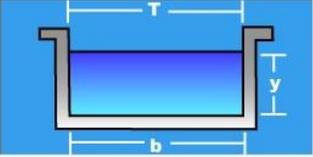
Figura 7-4 Dimensionamiento OC-E2

Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	OC-E3	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	24.647 m ³ /s
Ancho de solera (b):	4 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.002 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	1.9465 m	Perímetro (p):	7.8931 m
Área hidráulica (A):	7.7862 m ²	Radio hidráulico (R):	0.9865 m
Espejo de agua (T):	4.0000 m	Velocidad (v):	3.1655 m/s
Número de Froude (F):	0.7244	Energía específica (E):	2.4573 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

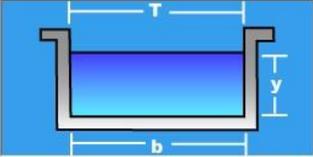
Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Figura 7-5 Dimensionamiento OC-E3

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	OC-E4	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	20.538 m ³ /s
Ancho de solera (b):	6 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.005 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.8774 m	Perímetro (p):	7.7548 m
Área hidráulica (A):	5.2644 m ²	Radio hidráulico (R):	0.6789 m
Espejo de agua (T):	6.0000 m	Velocidad (v):	3.9013 m/s
Número de Froude (F):	1.3298	Energía específica (E):	1.6531 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Figura 7-6 Dimensionamiento OC-E4

Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	OC-E5	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	1.0834	m ³ /s
Diámetro (d):	0.9	m
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.015	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4639	m	Perímetro mojado (p):	1.4414	m
Area hidráulica (A):	0.3306	m ²	Radio hidráulico (R):	0.2293	m
Espejo de agua (T):	0.8996	m	Velocidad (v):	3.2775	m/s
Número de Froude (F):	1.7263		Energía específica (E):	1.0114	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				







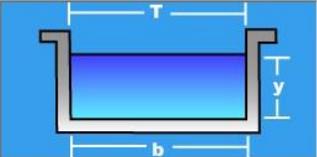
Figura 7-7 Dimensionamiento OC-E5

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	OC-E6	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	48.9645	m ³ /s
Ancho de solera (b):	10	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.003	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.2510	m	Perímetro (p):	12.5020	m
Area hidráulica (A):	12.5101	m ²	Radio hidráulico (R):	1.0006	m
Espejo de agua (T):	10.0000	m	Velocidad (v):	3.9140	m/s
Número de Froude (F):	1.1173		Energía específica (E):	2.0318	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				







Figura 7-8 Dimensionamiento OC-E6

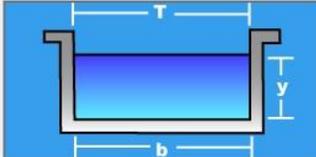
Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	<input type="text" value="OC-E8"/>	Proyecto:	<input type="text" value="EIA Shangri La"/>
Tramo:	<input type="text" value="Vía de acceso Bs As - Doima"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="7.501"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="2"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="1.1324"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="4.2647"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="2.2647"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.5310"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="2.0000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="3.3121"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9938"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="1.6915"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

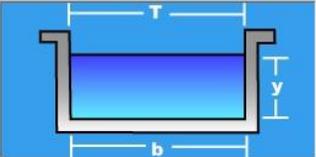
Figura 7-9 Dimensionamiento OC-E8

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	<input type="text" value="OC-E9"/>	Proyecto:	<input type="text" value="EIA Shangri La"/>
Tramo:	<input type="text" value="Vía de acceso Bs As - Doima"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="13.096"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="4"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.8937"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="5.7875"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="3.5749"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.6177"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="4.0000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="3.6633"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.2372"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="1.5777"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>				

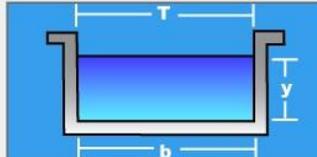
Figura 7-10 Dimensionamiento OC-E9

Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	OC-E10	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	35.208 m ³ /s
Ancho de solera (b):	8 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.003 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	1.1911 m	Perímetro (p):	10.3822 m
Área hidráulica (A):	9.5289 m ²	Radio hidráulico (R):	0.9178 m
Espejo de agua (T):	8.0000 m	Velocidad (v):	3.6949 m/s
Número de Froude (F):	1.0809	Energía específica (E):	1.8869 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Figura 7-11 Dimensionamiento OC-E10

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	OC-E11	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	6.7357 m ³ /s
Ancho de solera (b):	3 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.005 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.7191 m	Perímetro (p):	4.4382 m
Área hidráulica (A):	2.1572 m ²	Radio hidráulico (R):	0.4861 m
Espejo de agua (T):	3.0000 m	Velocidad (v):	3.1224 m/s
Número de Froude (F):	1.1756	Energía específica (E):	1.2160 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Figura 7-12 Dimensionamiento OC-E11

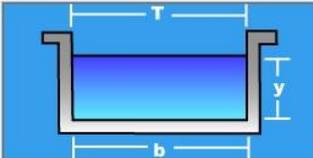
Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	OC-E12	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	19.285	m ³ /s
Ancho de solera (b):	4	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.004	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.2650	m	Perímetro (p):	6.5300	m
Area hidráulica (A):	5.0601	m ²	Radio hidráulico (R):	0.7749	m
Espejo de agua (T):	4.0000	m	Velocidad (v):	3.8112	m/s
Número de Froude (F):	1.0819		Energía específica (E):	2.0054	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

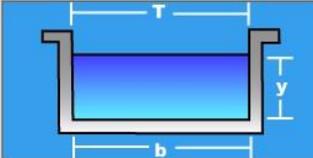
Figura 7-13 Dimensionamiento OC-E12

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	OC-E13	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	45.28165	m ³ /s
Ancho de solera (b):	10	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.003	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.1889	m	Perímetro (p):	12.3778	m
Area hidráulica (A):	11.8892	m ²	Radio hidráulico (R):	0.9605	m
Espejo de agua (T):	10.0000	m	Velocidad (v):	3.8086	m/s
Número de Froude (F):	1.1152		Energía específica (E):	1.9283	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

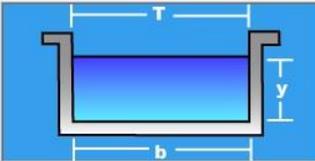
Figura 7-14 Dimensionamiento OC-E13

Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	OC-E14	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Bs As - Doima	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	16.87264 m ³ /s
Ancho de solera (b):	4 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.004 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	1.1511 m	Perímetro (p):	6.3022 m
Area hidráulica (A):	4.6043 m ²	Radio hidráulico (R):	0.7306 m
Espejo de agua (T):	4.0000 m	Velocidad (v):	3.6645 m/s
Número de Froude (F):	1.0905	Energía específica (E):	1.8355 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

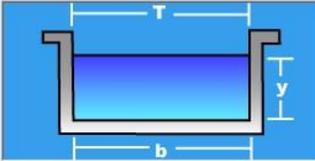
Calculador	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora

Figura 7-15 Dimensionamiento OC-E14

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	OC-E15	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Picalaña	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	2.32206 m ³ /s
Ancho de solera (b):	1.25 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.005 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.7528 m	Perímetro (p):	2.7556 m
Area hidráulica (A):	0.9410 m ²	Radio hidráulico (R):	0.3415 m
Espejo de agua (T):	1.2500 m	Velocidad (v):	2.4676 m/s
Número de Froude (F):	0.9080	Energía específica (E):	1.0632 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Calculador	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora

Figura 7-16 Dimensionamiento OC-E15

Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	OC-E16	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Picalaña	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.32369	m ³ /s
Diámetro (d):	0.9	m
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.005	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3209	m	Perímetro mojado (p):	1.1519	m
Área hidráulica (A):	0.2035	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1767	m
Espejo de agua (T):	0.8622	m	Velocidad (v):	1.5904	m/s
Número de Froude (F):	1.0451		Energía específica (E):	0.4498	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				







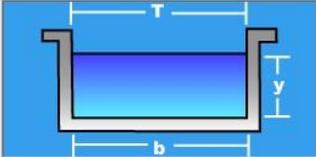
Figura 7-17 Dimensionamiento OC-E16

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	OC-E17	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Vía de acceso Picalaña	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	2.04697	m ³ /s
Ancho de solera (b):	1.25	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.005	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.6838	m	Perímetro (p):	2.6175	m
Área hidráulica (A):	0.8547	m ²	Radio hidráulico (R):	0.3265	m
Espejo de agua (T):	1.2500	m	Velocidad (v):	2.3950	m/s
Número de Froude (F):	0.9247		Energía específica (E):	0.9761	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				







Figura 7-18 Dimensionamiento OC-E17

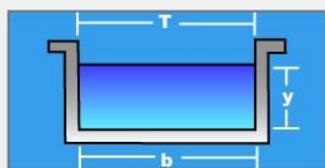
Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	<input type="text" value="OC-E18"/>	Proyecto:	<input type="text" value="EIA Shangri La"/>
Tramo:	<input type="text" value="Vía de acceso Pícaleña"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="11.98453"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="5"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.7063"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="6.4126"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="3.5316"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.5507"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="5.0000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="3.3935"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.2892"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="1.2933"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>				

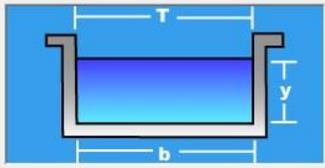
Figura 7-19 Dimensionamiento OC-E18

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	<input type="text" value="OC-E19"/>	Proyecto:	<input type="text" value="EIA Shangri La"/>
Tramo:	<input type="text" value="Vía de acceso Pícaleña"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="6.00576"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.75"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="1.0978"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="3.9457"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="1.9212"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.4869"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.7500"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="3.1260"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9526"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="1.5959"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

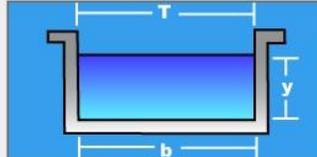
Figura 7-20 Dimensionamiento OC-E19

Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	<input type="text" value="OC-E20"/>	Proyecto:	<input type="text" value="EIA Shangri La"/>
Tramo:	<input type="text" value="Vía de acceso Pícaleña"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="35.27746"/> m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="6"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.002"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="1.7301"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="9.4602"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="10.3807"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="1.0973"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="6.0000"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="3.3984"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.8249"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="2.3187"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

 <input type="button" value="Calcular"/>	 <input type="button" value="Limpiar Pantalla"/>	 <input type="button" value="Imprimir"/>	 <input type="button" value="Menú Principal"/>	 <input type="button" value="Calculadora"/>
---	---	---	---	--

Figura 7-21 Dimensionamiento OC-E20

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	<input type="text" value="OC-N1"/>	Proyecto:	<input type="text" value="EIA Shangri La"/>
Tramo:	<input type="text" value="Interno proyecto"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="4.420"/> m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.5"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="1.0205"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="3.5409"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="1.5307"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.4323"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.5000"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.8876"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9127"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="1.4454"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

 <input type="button" value="Calcular"/>	 <input type="button" value="Limpiar Pantalla"/>	 <input type="button" value="Imprimir"/>	 <input type="button" value="Menú Principal"/>	 <input type="button" value="Calculadora"/>
---	---	---	---	--

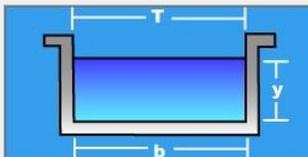
Figura 7-22 Dimensionamiento OC-N1

Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	<input type="text" value="OC-N2"/>	Proyecto:	<input type="text" value="EIA Shangri La"/>
Tramo:	<input type="text" value="Interno proyecto"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="8.168"/> m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="2.0"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="1.2086"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="4.4172"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="2.4172"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.5472"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="2.0000"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="3.3791"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9814"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="1.7906"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Figura 7-23 Dimensionamiento OC-N2

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	<input type="text" value="OC-N3"/>	Proyecto:	<input type="text" value="EIA Shangri La"/>
Tramo:	<input type="text" value="Interno proyecto"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="5.207"/> m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.75"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.9841"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="3.7182"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="1.7221"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.4632"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.7500"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="3.0236"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9731"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="1.4500"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Figura 7-24 Dimensionamiento OC-N3

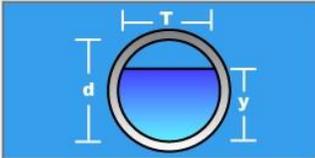
Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	OC-N4	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Interno proyecto	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	1.606	m ³ /s
Diámetro (d):	0.9	m
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.015	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.5979	m	Perímetro mojado (p):	1.7151	m
Area hidráulica (A):	0.4488	m ²	Radio hidráulico (R):	0.2616	m
Espejo de agua (T):	0.9500	m	Velocidad (v):	3.5787	m/s
Número de Froude (F):	1.5725		Energía específica (E):	1.2507	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				







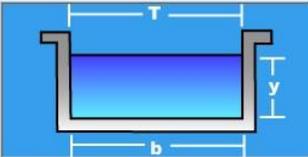
Figura 7-25 Dimensionamiento OC-N4

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	OC-N5	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Interno proyecto	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	8.774	m ³ /s
Ancho de solera (b):	2.0	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.005	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.2772	m	Perímetro (p):	4.5543	m
Area hidráulica (A):	2.5543	m ²	Radio hidráulico (R):	0.5609	m
Espejo de agua (T):	2.0000	m	Velocidad (v):	3.4350	m/s
Número de Froude (F):	0.9704		Energía específica (E):	1.8785	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				







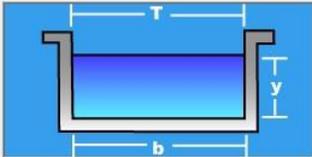
Figura 7-26 Dimensionamiento OC-N5

Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	OC-N6	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Interno proyecto	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	3.615 m ³ /s
Ancho de solera (b):	1.5 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.005 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.8737 m	Perímetro (p):	3.2475 m
Area hidráulica (A):	1.3106 m ²	Radio hidráulico (R):	0.4036 m
Espejo de agua (T):	1.5000 m	Velocidad (v):	2.7583 m/s
Número de Froude (F):	0.9421	Energía específica (E):	1.2615 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Figura 7-27 Dimensionamiento OC-N6

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	OC-N7	Proyecto:	EIA Shangri La
Tramo:	Interno proyecto	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	1.299 m ³ /s
Díámetro (d):	0.9 m
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.015 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.5186 m	Perímetro mojado (p):	1.5515 m
Area hidráulica (A):	0.3796 m ²	Radio hidráulico (R):	0.2447 m
Espejo de agua (T):	0.8895 m	Velocidad (v):	3.4221 m/s
Número de Froude (F):	1.6725	Energía específica (E):	1.1155 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

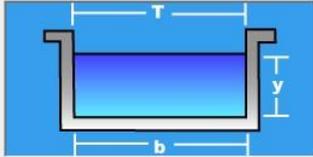
Figura 7-28 Dimensionamiento OC-N7

Natura Medio Ambiente (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Lugar:	<input type="text" value="OC-N8"/>	Proyecto:	<input type="text" value="EIA Shangri La"/>
Tramo:	<input type="text" value="Interno proyecto"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="3.659"/> m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.5"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.8819"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="3.2637"/> m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="1.3228"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.4053"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.5000"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.7661"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9405"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="1.2718"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

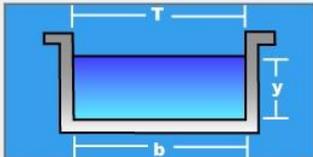
Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora

Figura 7-29 Dimensionamiento OC-N8

Natura Medio Ambiente (2021).

Lugar:	<input type="text" value="OC-N9"/>	Proyecto:	<input type="text" value="EIA Shangri La"/>
Tramo:	<input type="text" value="Interno proyecto"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="4.620"/> m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.5"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="1.0564"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="3.6127"/> m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="1.5845"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.4386"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.5000"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.9157"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9057"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="1.4897"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora

Figura 7-30 Dimensionamiento OC-N9

Natura Medio Ambiente (2021).

En la Tabla 7-11 se resumen los resultados obtenidos y en el **ANEXO E.1.4** se presentan todos los chequeos realizados.

Una vez dimensionadas las estructuras, se realizó la verificación del comportamiento hidráulico con el software HY8 de la Federal Highway Administration del Departamento de Transporte de los Estados Unidos (Federal Highway Administration, 2005). El criterio de verificación en este caso fue que la lámina de agua no superase la cota rasante de la vía, para esto se incluyó una elevación libre de 60 cm por encima de la cota clave (parte superior) de las estructuras hidráulicas propuestas. En la Tabla 7-12 se presentan los perfiles obtenidos y en el **ANEXO E.1.4** se presenta el archivo fuente de simulación de HY8.

Tabla 7-11 Dimensionamiento de las estructuras hidráulicas de las ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La

CUENCA - PUNTO	CÓDIGO OCUPACIÓN	TIEMPO RETORNO DISEÑO (años)	CAUDAL DISEÑO (l/s)	TIPO ESTRUCTURA PROPUESTA	SECCIÓN HIDRÁULICA (mm)	ALTO SECCIÓN (mm)	PENDIENTE LONGITUDINAL (m/m)
Quebrada Borbona- Ocupación Cauce OC-E1	OC-E1	20	5194.20	Box Culvert	1750x1500	1500.0	0.005
Quebrada Borbona- Ocupación Cauce OC-E2	OC-E2	10	1231.09	Circular	900.0	900.0	0.015
Quebrada Borbona- Ocupación Cauce OC-E3	OC-E3	20	24647.43	Box Culvert	4000X3000	3000.0	0.002
Quebrada Guacarí- Ocupación Cauce OC-E4	OC-E4	20	20538.49	Box Culvert Triple 2mx2m	6000x2000	2000.0	0.005
Quebrada Guacarí- Ocupación Cauce OC-E5	OC-E5	10	1272.32	Circular	900.0	900.0	0.015
Quebrada Guacarí- Ocupación Cauce OC-E6	OC-E6	20	48964.55	Box Culvert Quíntuple 2mx2m	10000x2000	2000.0	0.003
Quebrada Los Hurones (Quebrada El Bustamante)- Ocupación Cauce OC-E8	OC-E8	20	7501.44	Box Culvert	2000 x 2000	2000.0	0.005
Quebrada Las Abejas- Ocupación Cauce OC-E9	OC-E9	20	13096.00	Box Culvert Doble 2.0mx1.5m	4000x1500	1500.0	0.005
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E10	OC-E10	20	35208.15	Box Culvert Cuádruple 2mx2m	8000x2000	2000.0	0.003
Quebrada Garabetera- Ocupación Cauce OC-E11	OC-E11	20	6735.73	Box Culvert Doble 1.5mx1.5m	3000 x 1500	1500.0	0.005

Ibagué y Piedras (Tolima)

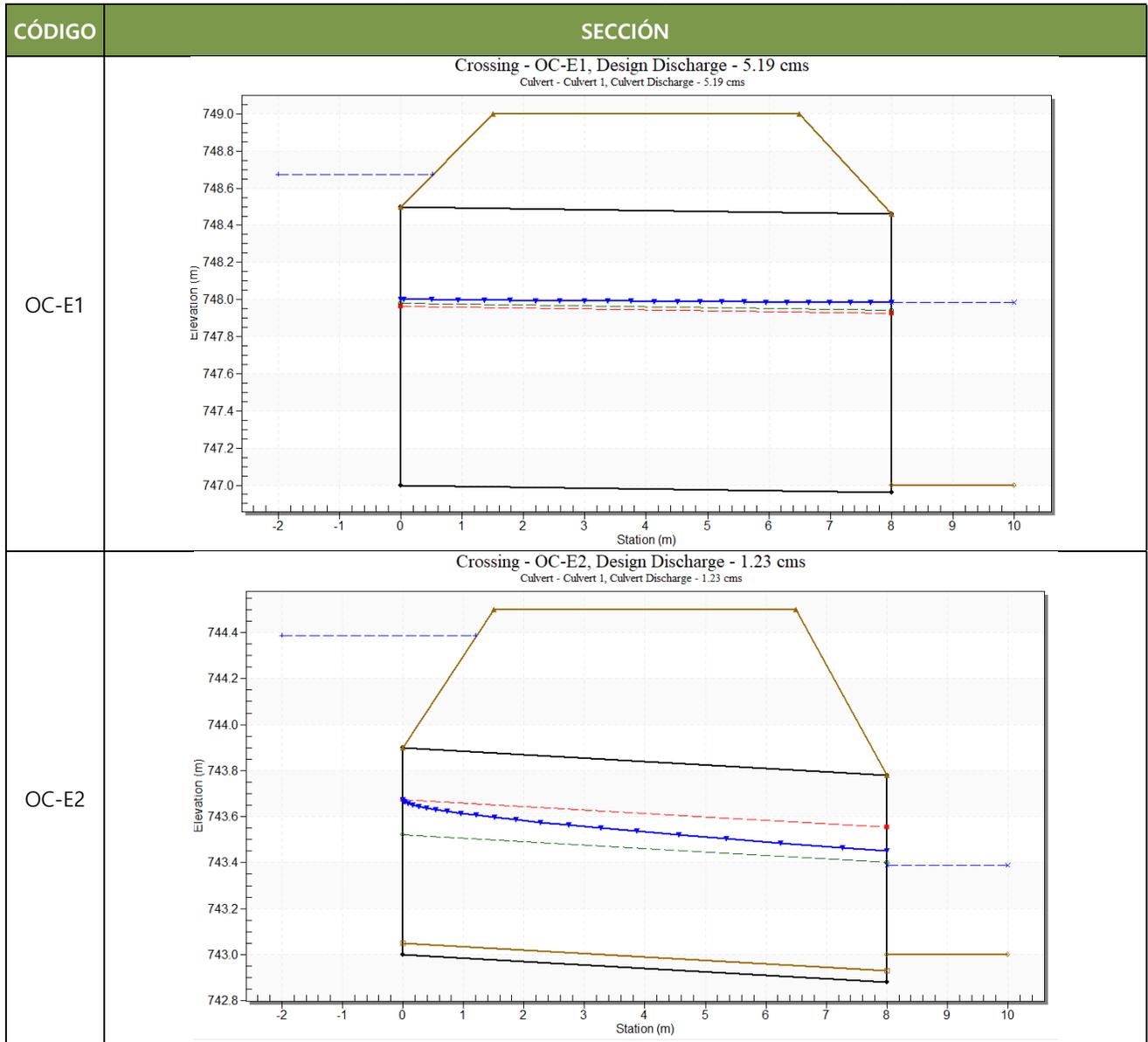
CUENCA - PUNTO	CÓDIGO OCUPACIÓN	TIEMPO RETORNO DISEÑO (años)	CAUDAL DISEÑO (l/s)	TIPO ESTRUCTURA PROPUESTA	SECCIÓN HIDRÁULICA (mm)	ALTO SECCIÓN (mm)	PENDIENTE LONGITUDINAL (m/m)
Quebrada La Pedregosa- Ocupación Cauce OC-E12	OC-E12	20	19285.43	Box Culvert Doble 2mx2m	4000x2000	2000.0	0.004
Río Opia-Ocupación Cauce OC-E13	OC-E13	20	45281.65	Box Culvert Quintuple 2mx2m	10000x2000	2000.0	0.003
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-E14	OC-E14	20	16872.64	Box Culvert Doble 2mx2m	4000x2000	2000.0	0.004
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E15	OC-E15	20	2322.06	Box Culvert	1250 x 1250	1250.0	0.005
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E16	OC-E16	10	323.69	Circular	900.0	900.0	0.005
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E17	OC-E17	20	2046.97	Box Culvert	1250 x 1250	1250.0	0.005
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-E18	OC-E18	20	11984.53	Box Culvert Cuádruple 1.25mx1.25m	5000 x 1250	1250.0	0.005
Quebrada La Pedregosa- Ocupación Cauce OC-E19	OC-E19	20	6005.76	Box Culvert	1750x1750	1750.0	0.005
Río Opia-Ocupación Cauce OC-E20	OC-E20	20	35277.46	Box Culvert Doble 3mx3m	6000x3000	3000.0	0.002
Quebrada Armadillos Dos- Ocupación Cauce OC-N1	OC-N1	20	4420.78	Box Culvert	1500 x 1500	1500.0	0.005
Quebrada Armadillos Dos- Ocupación Cauce OC-N2	OC-N2	20	8168.20	Box Culvert	2000 x 2000	2000.0	0.005

Ibagué y Piedras (Tolima)

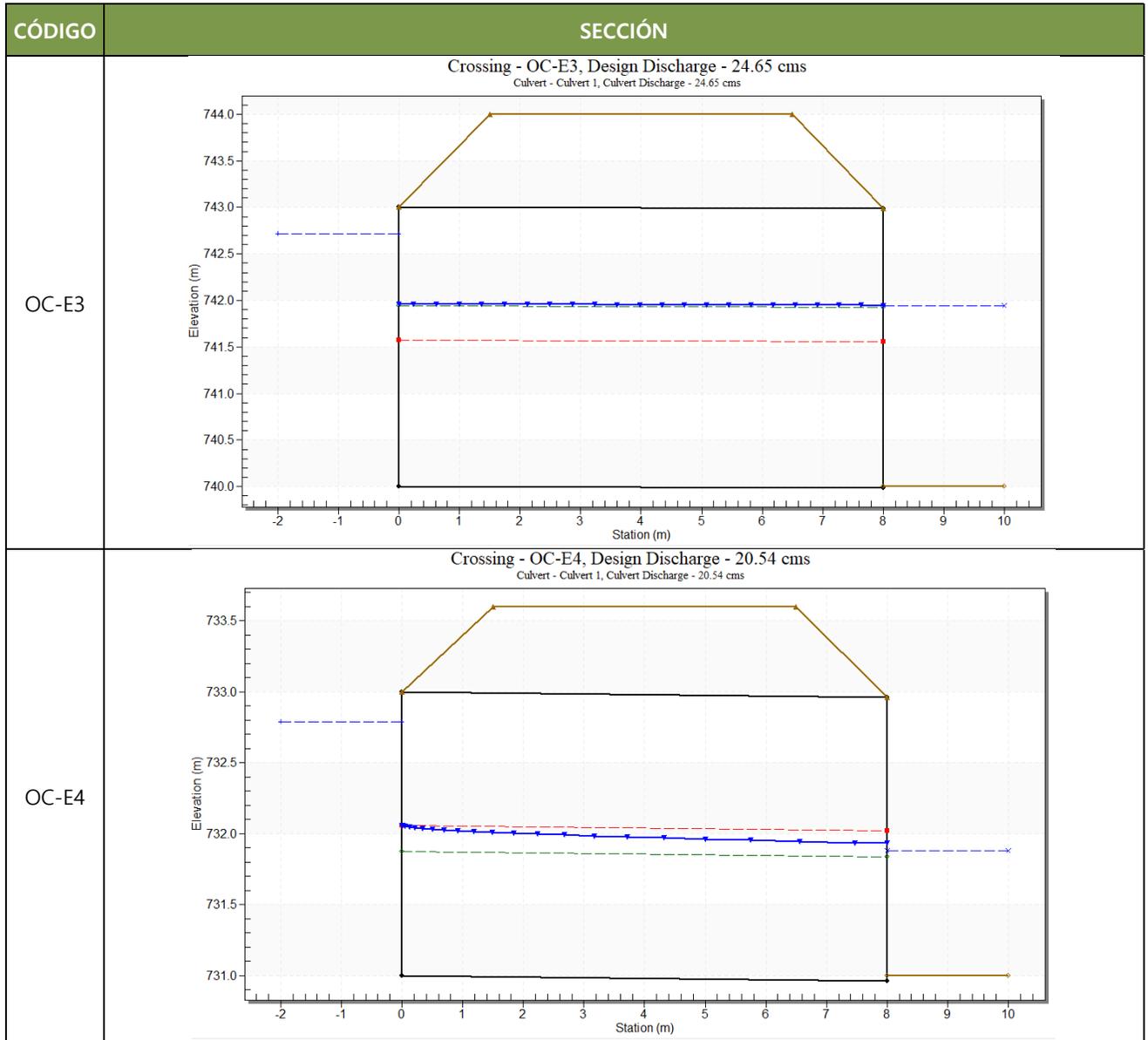
CUENCA - PUNTO	CÓDIGO OCUPACIÓN	TIEMPO RETORNO DISEÑO (años)	CAUDAL DISEÑO (l/s)	TIPO ESTRUCTURA PROPUESTA	SECCIÓN HIDRÁULICA (mm)	ALTO SECCIÓN (mm)	PENDIENTE LONGITUDINAL (m/m)
Quebrada Armadillos Dos- Ocupación Cauce OC-N3	OC-N3	20	5206.88	Box Culvert	1750x1500	1500.0	0.005
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-N4	OC-N4	10	1305.16	Circular	900.0	900.0	0.015
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-N5	OC-N5	20	8774.76	Box Culvert	2000 x 2000	2000.0	0.005
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-N6	OC-N6	20	3615.39	Box Culvert	1500 x 1500	1500.0	0.005
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-N7	OC-N7	10	1299.49	Circular	900.0	900.0	0.015
Quebrada San Javier- Ocupación Cauce OC-N8	OC-N8	20	3659.09	Box Culvert	1500 x 1500	1500.0	0.005
Quebrada Miragatos- Ocupación Cauce OC-N9	OC-N9	20	4620.67	Box Culvert	1500 x 1500	1500.0	0.005
Quebrada Doima-Ocupación Cauce OC-T1	OC-T1	20	5207.59	Pontón metálico	Gálibo >1m	2000.0	

Natura Medio Ambiente (2021).

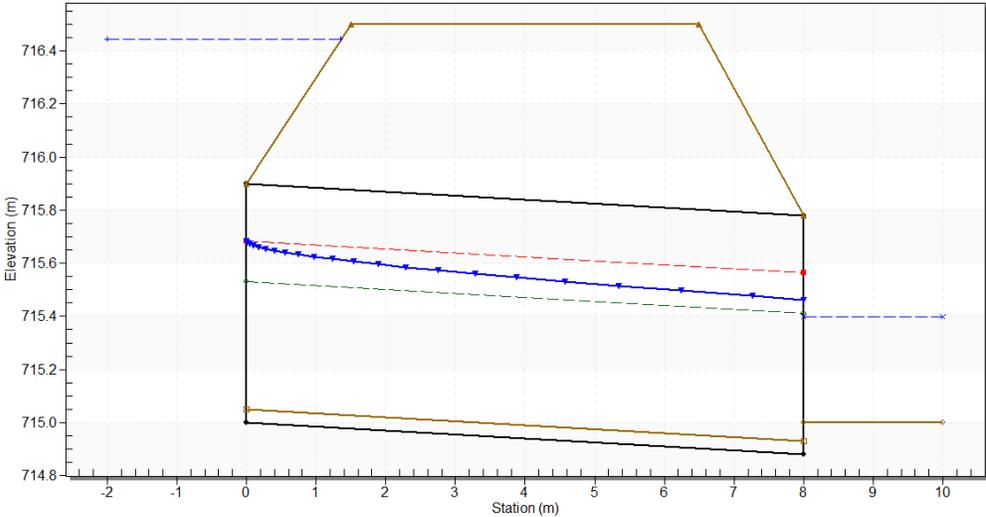
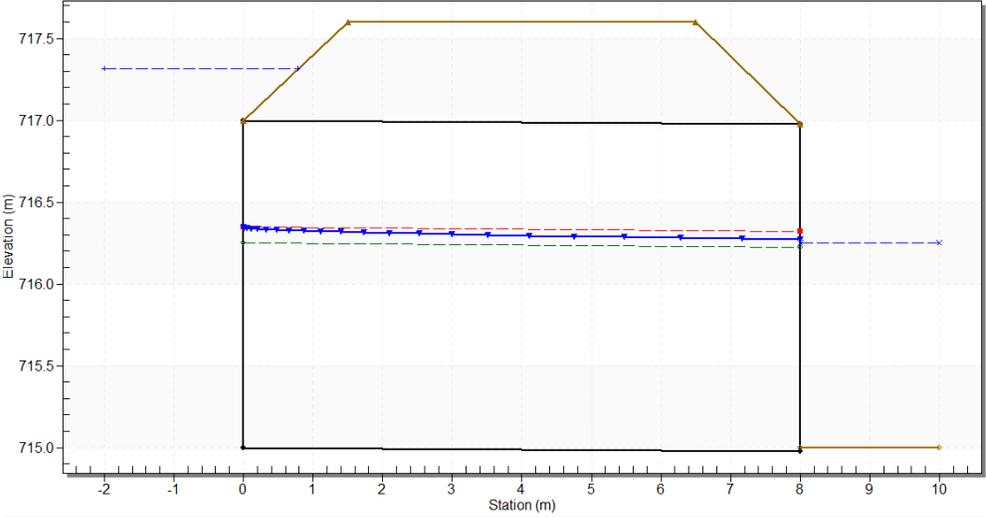
Tabla 7-12 Perfiles de en las ocupaciones de cauce del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La



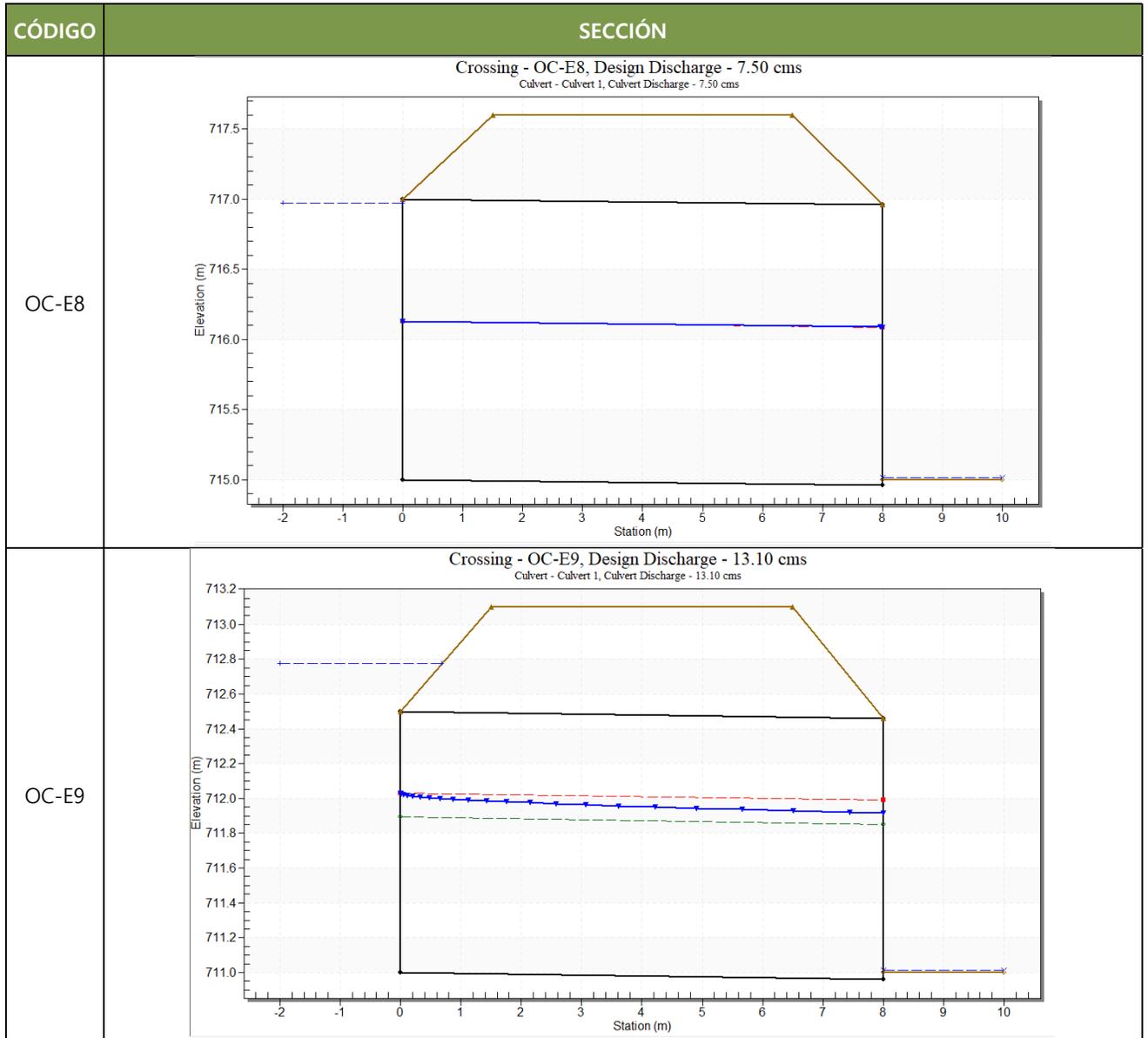
Ibagué y Piedras (Tolima)



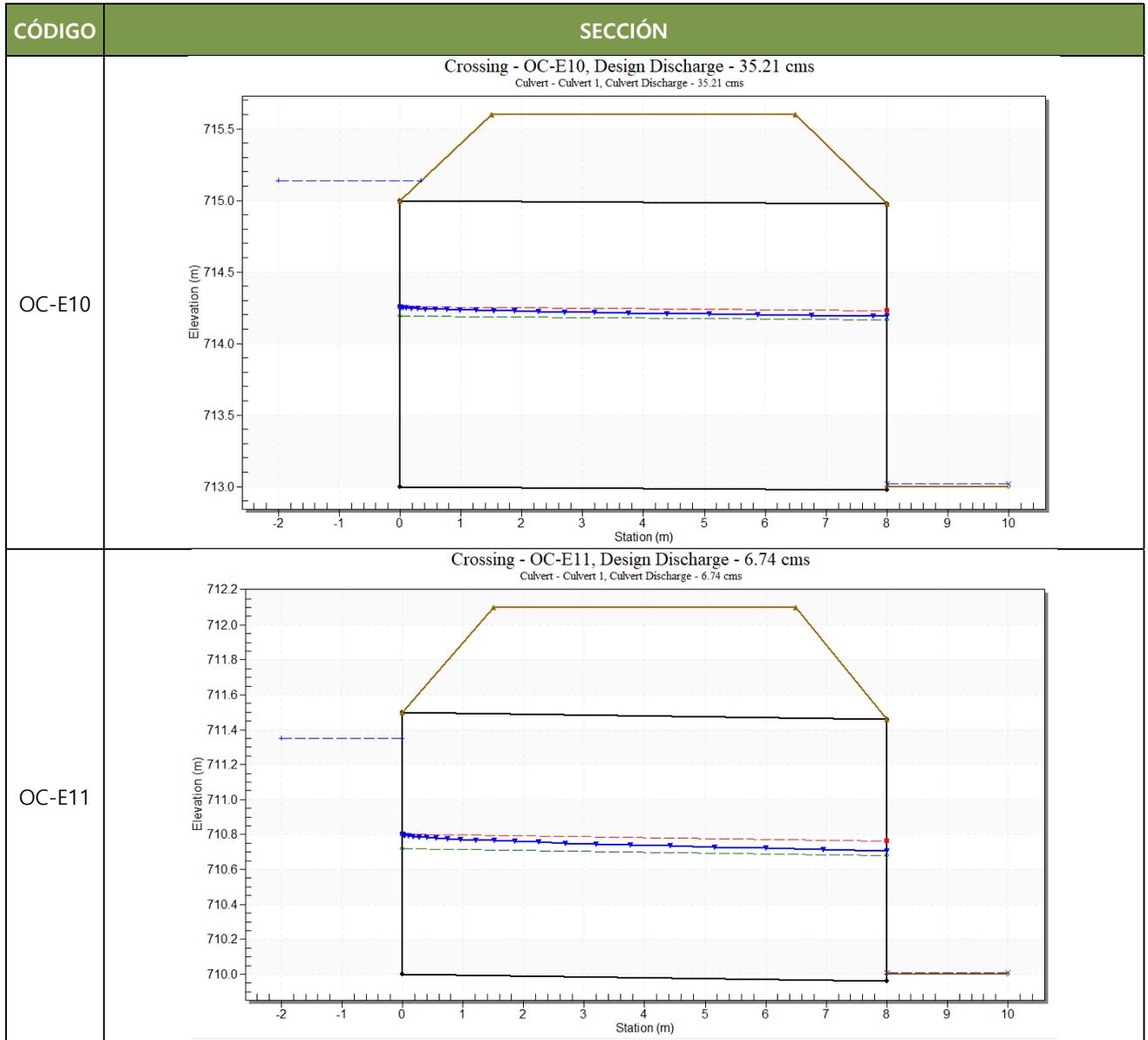
Ibagué y Piedras (Tolima)

CÓDIGO	SECCIÓN
OC-E5	<p style="text-align: center;">Crossing - OC-E5, Design Discharge - 1.27 cms Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 1.27 cms</p> 
OC-E6	<p style="text-align: center;">Crossing - OC-E6, Design Discharge - 48.96 cms Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 48.96 cms</p> 

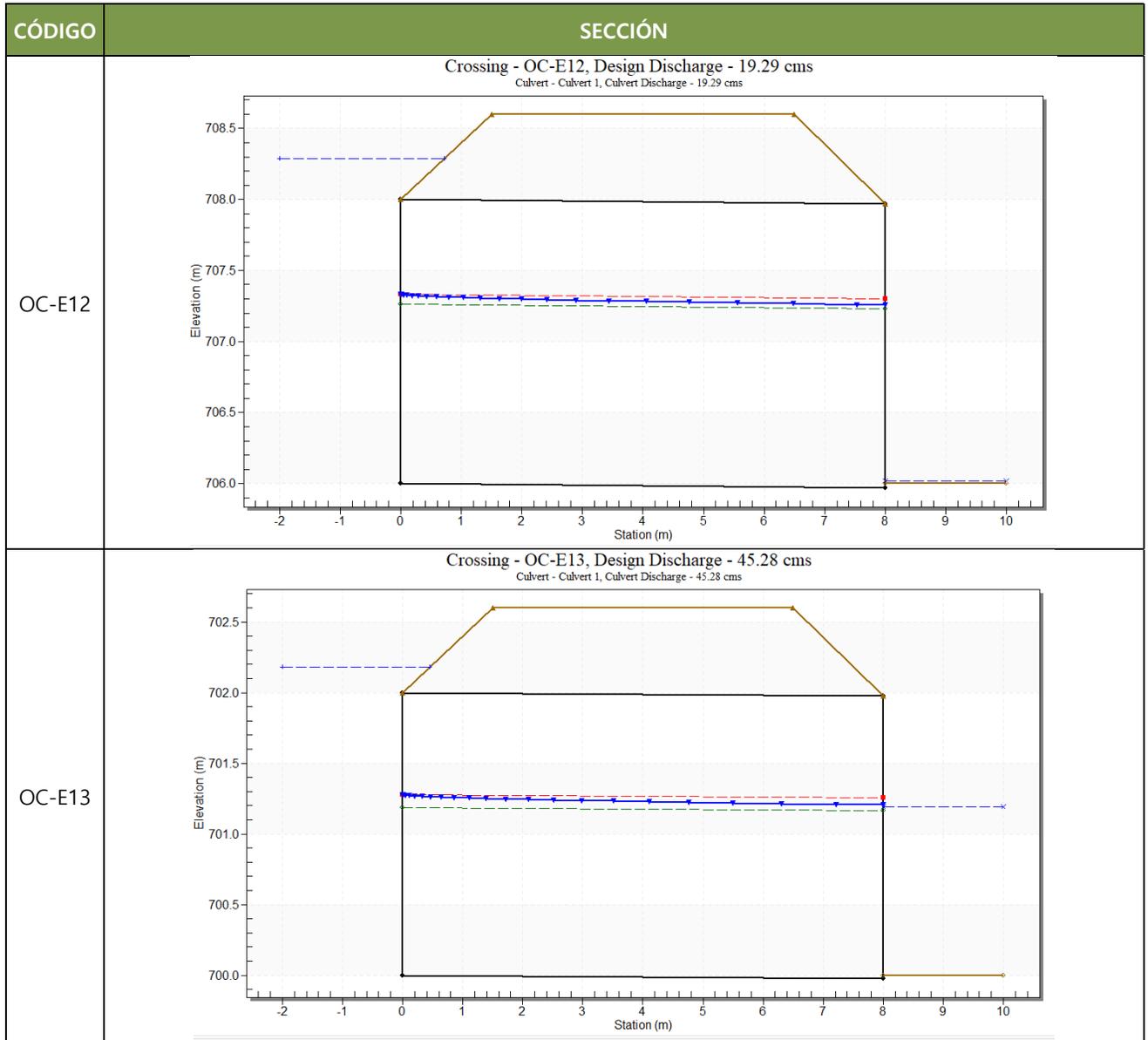
Ibagué y Piedras (Tolima)



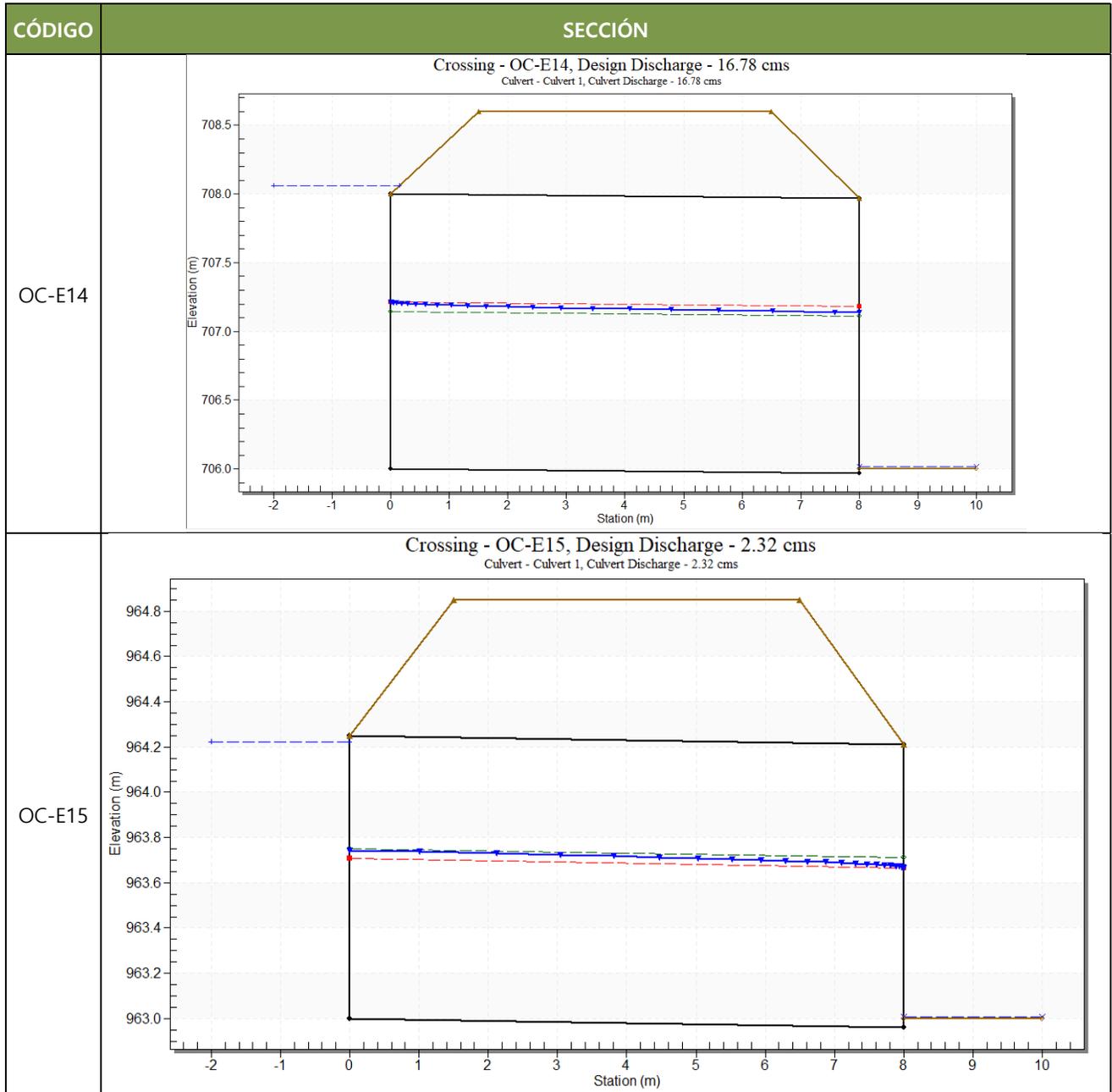
Ibagué y Piedras (Tolima)



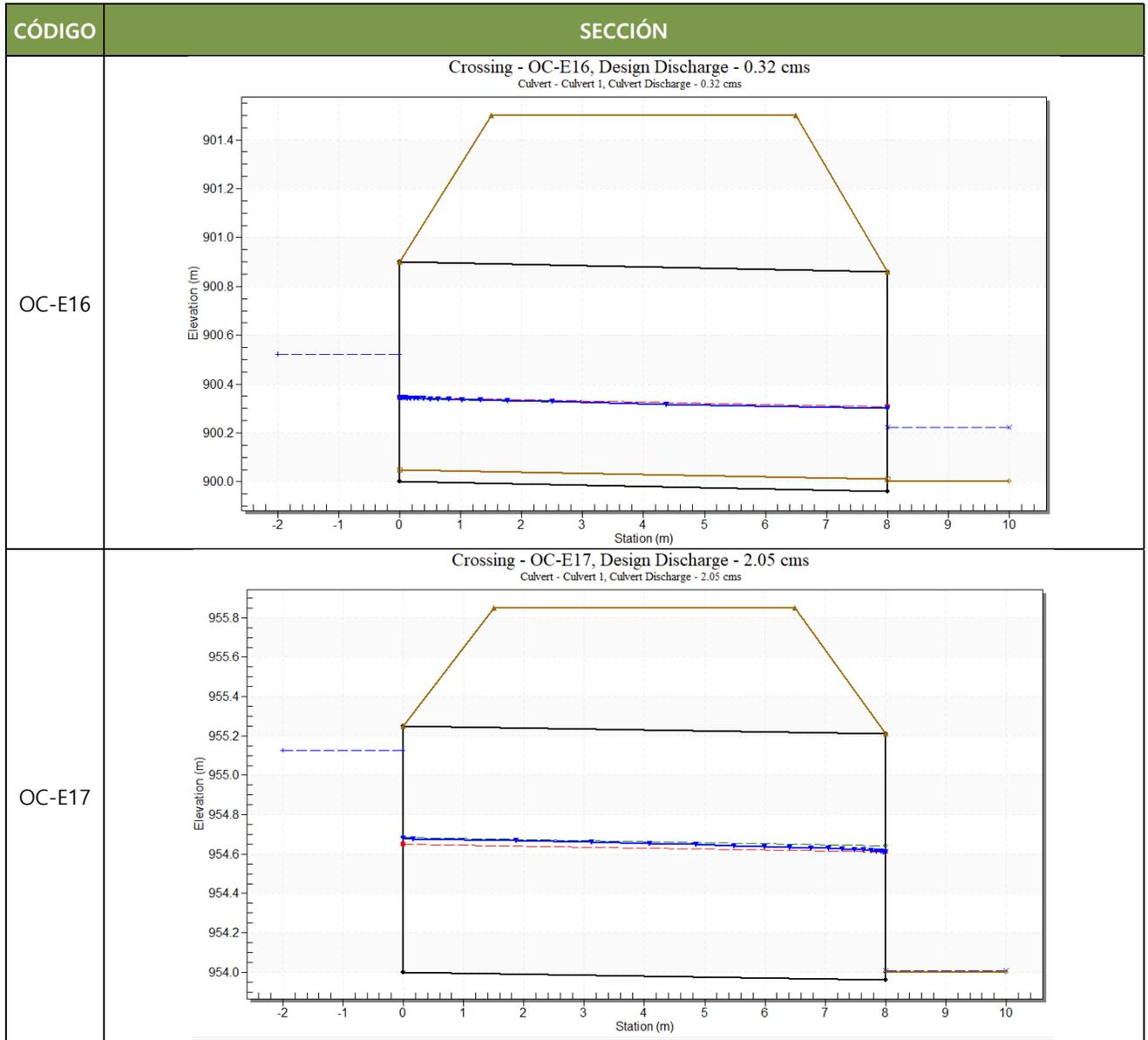
Ibagué y Piedras (Tolima)



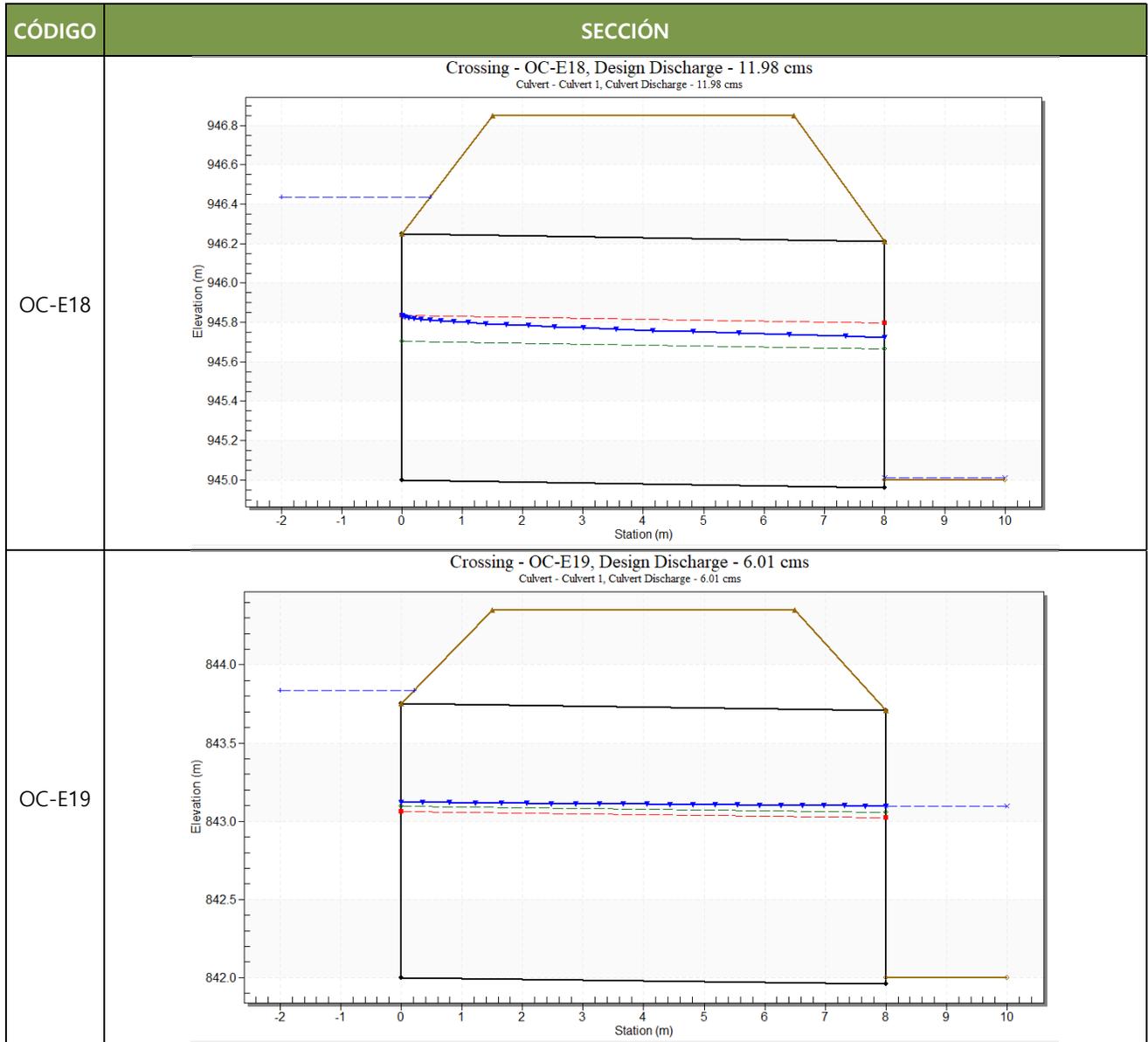
Ibagué y Piedras (Tolima)



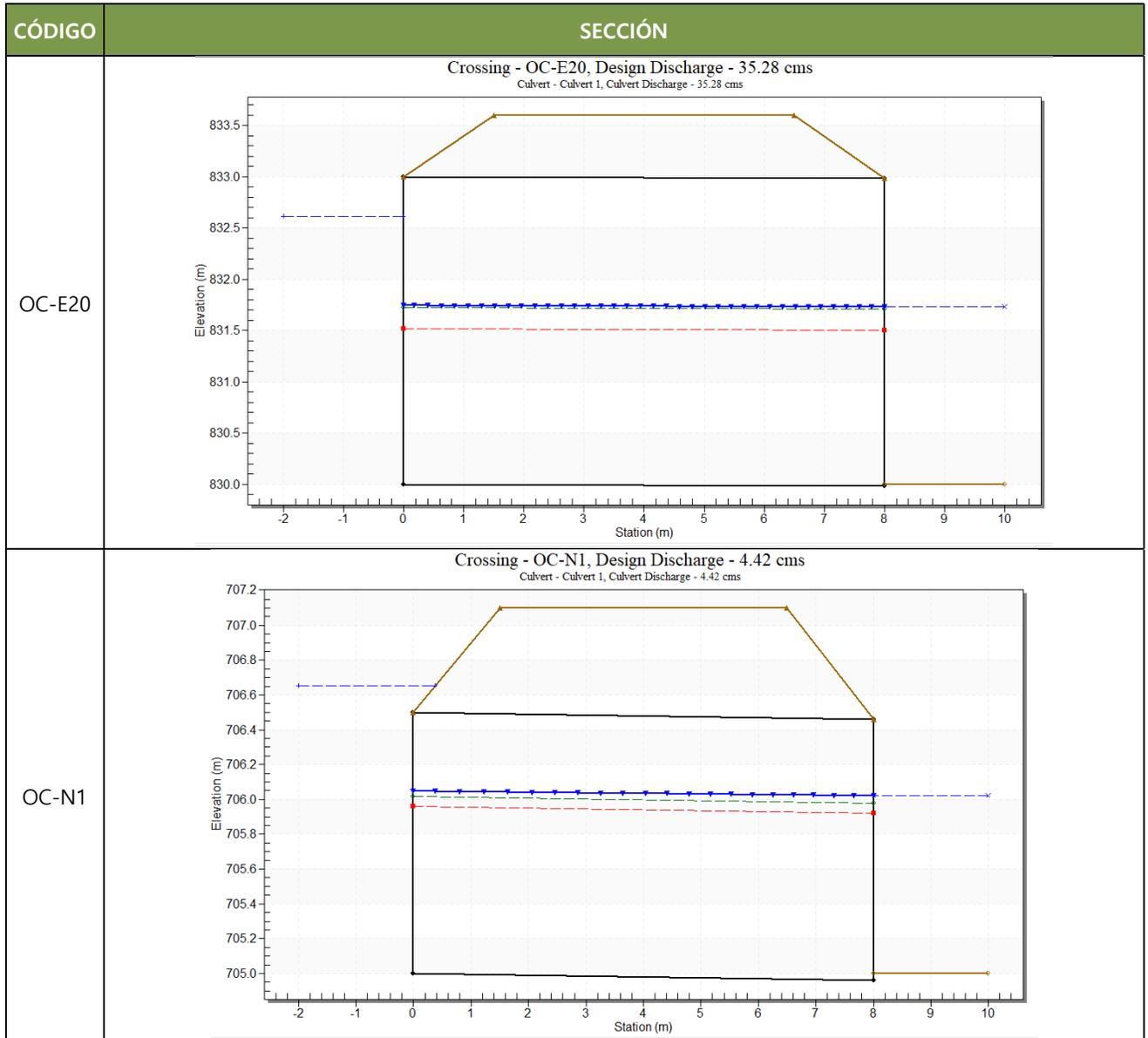
Ibagué y Piedras (Tolima)



Ibagué y Piedras (Tolima)



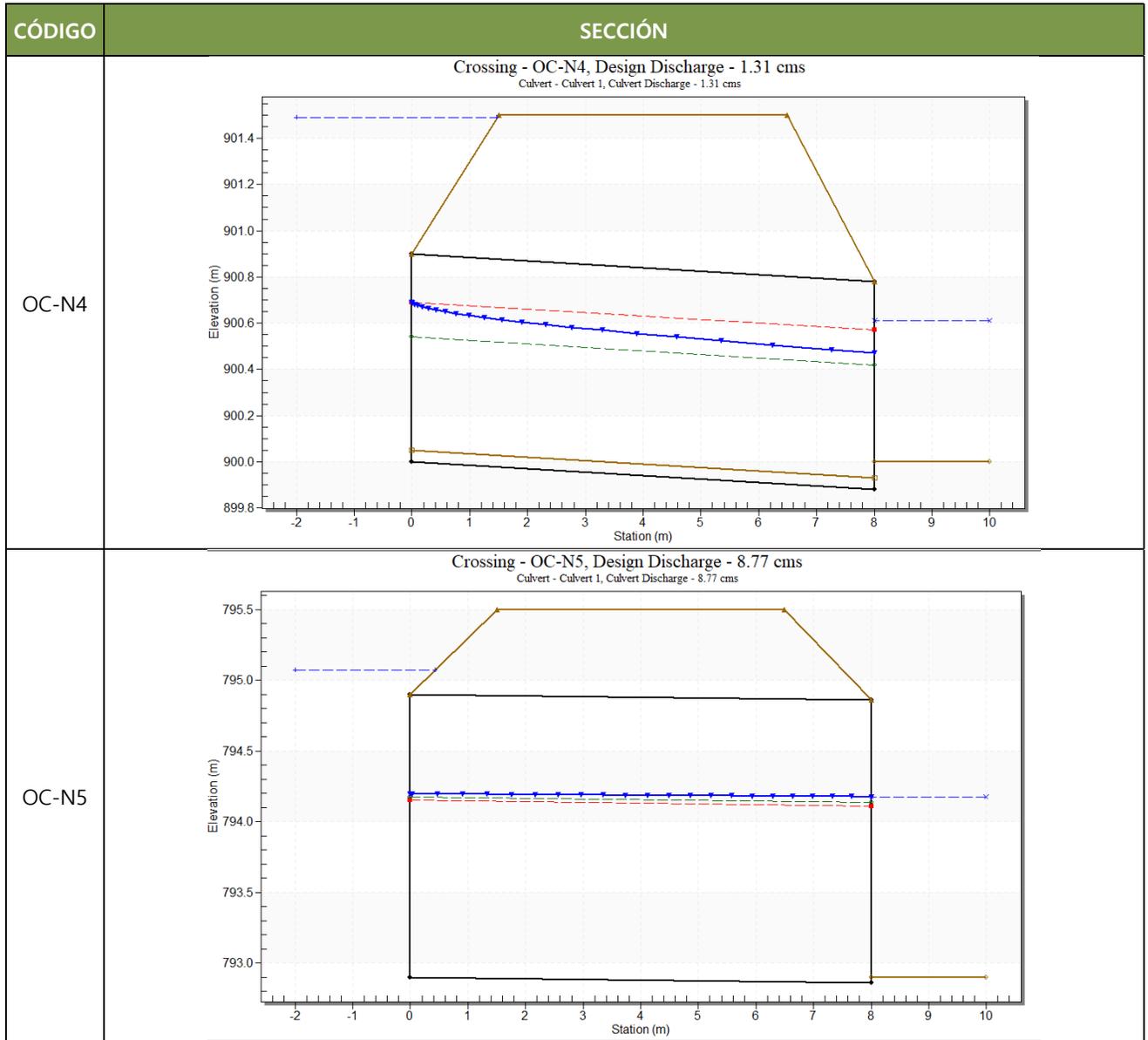
Ibagué y Piedras (Tolima)



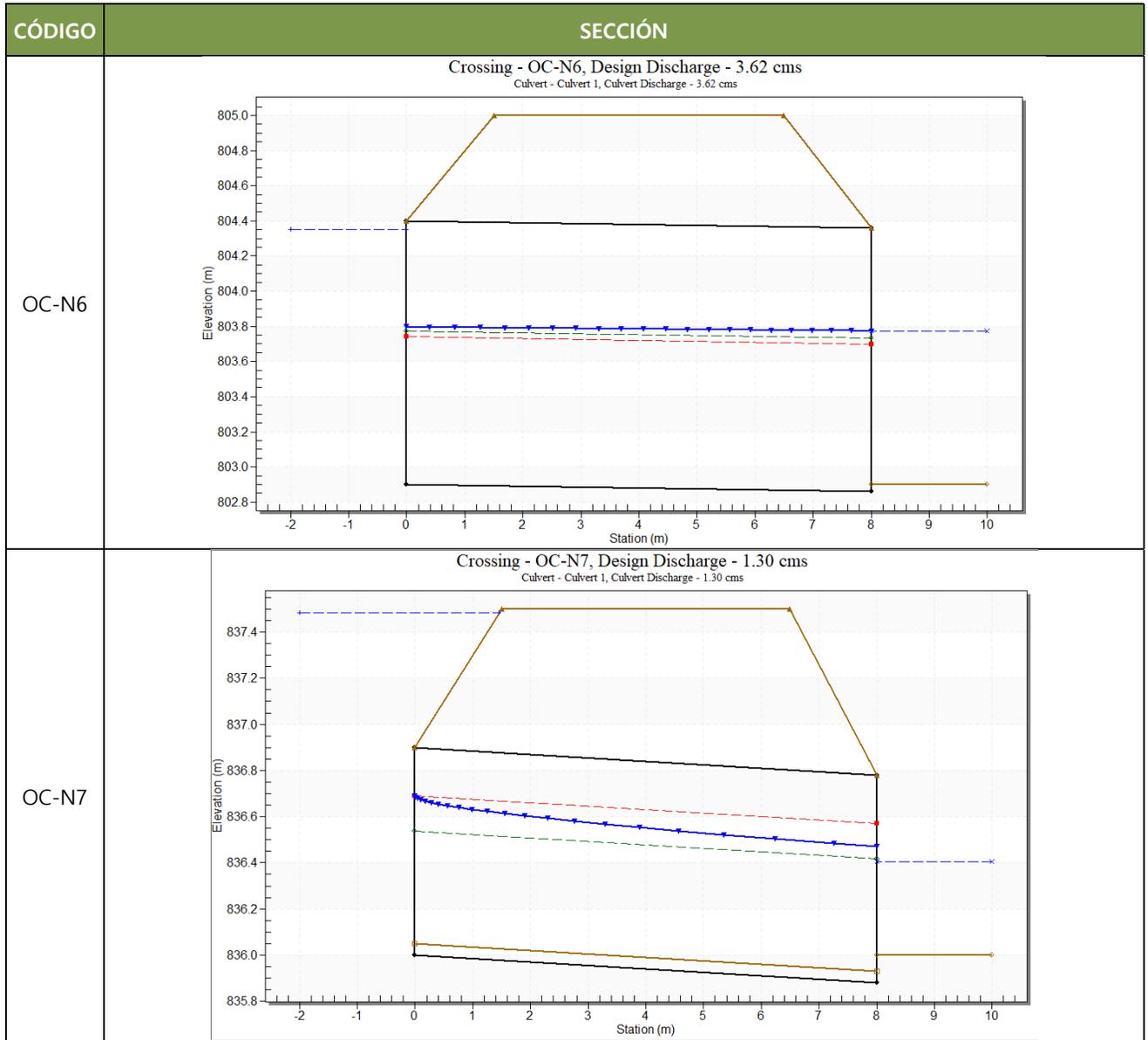
Ibagué y Piedras (Tolima)

CÓDIGO	SECCIÓN
OC-N2	<p style="text-align: center;">Crossing - OC-N2, Design Discharge - 8.17 cms Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 8.17 cms</p>
OC-N3	<p style="text-align: center;">Crossing - OC-N3, Design Discharge - 5.21 cms Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 5.21 cms</p>

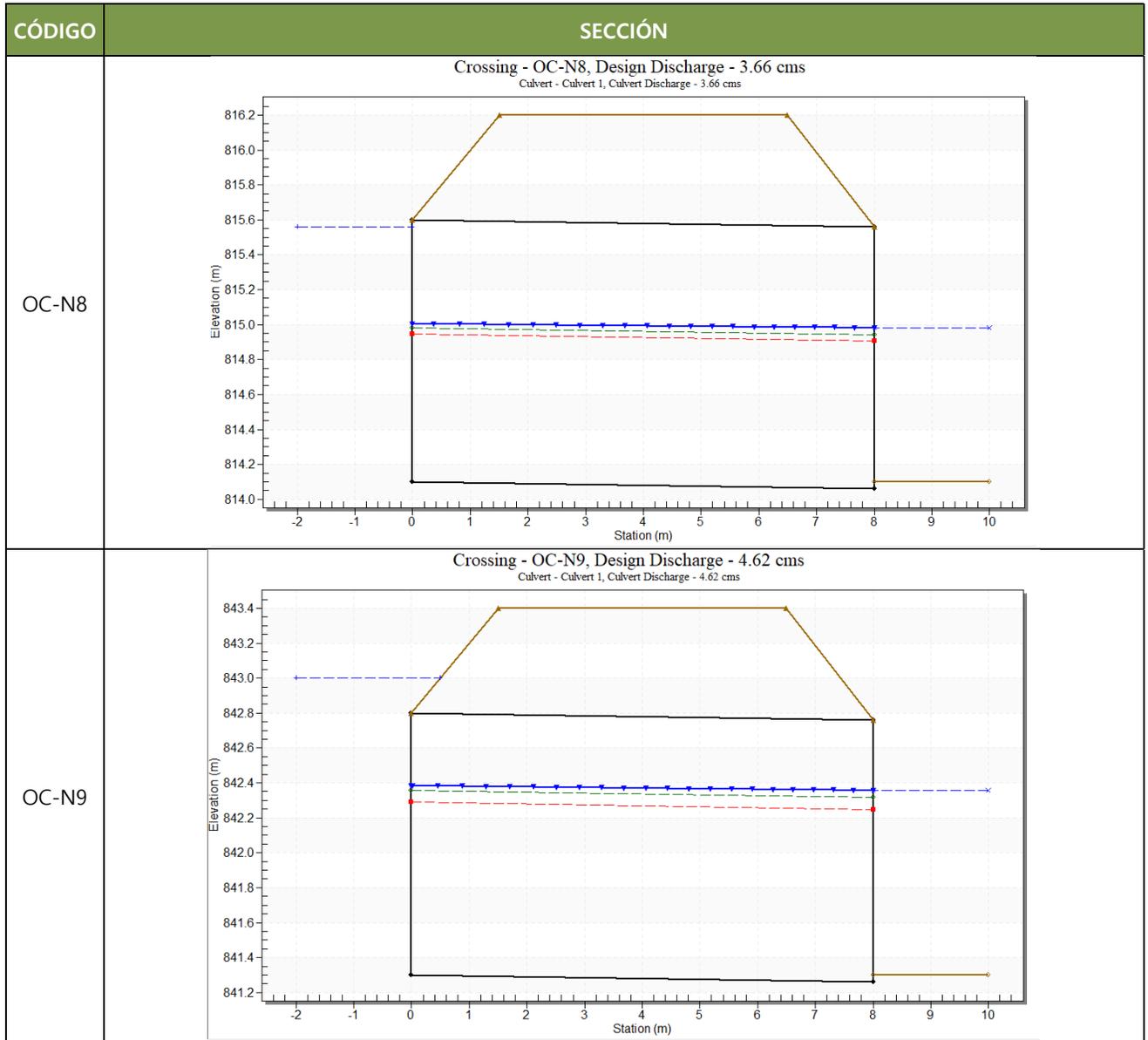
Ibagué y Piedras (Tolima)



Ibagué y Piedras (Tolima)



Ibagué y Piedras (Tolima)



Natura Medio Ambiente (2021).

7.4.3 Conclusiones y recomendaciones

- La información de caudales utilizada se considera confiable, consistente y suficiente para estimar los caudales máximos de las ocupaciones de cauce propuestas.
- Se recomienda la construcción de las estructuras hidráulicas consignadas en el presente informe. Para eso se deben tener en cuenta las secciones hidráulicas, pendientes longitudinales y materiales propuestos.
- La operación adecuada del sistema vial depende del mantenimiento periódico de las estructuras hidráulicas. Por lo tanto, se recomienda el mantenimiento trimestral de las ocupaciones de cauce o cada vez que se identifique obstrucciones en las secciones hidráulicas.
- Los niveles de rasante de la vía deben asegurar en todos los casos una elevación de por lo menos 60 cm por encima de la cota clave de la estructura hidráulica propuesta, con el fin de evitar que las crecientes de diseño superen el nivel de la vía.
- Antes de la construcción es imperativo el levantamiento topográfico de detalle de cada sitio de ocupación de cauce y el replanteo de las estructuras a construir dentro de la franja aprobada por la autoridad ambiental.
- Se recomienda que la estructura hidráulica temporal del punto OC-T1 sea instalada de lado a lado de la sección hidráulica generando la menor intervención posible del cauce, además se debería retirar una vez su uso no sea necesario. La instalación temporal de esta infraestructura tendrá implicaciones mínimas sobre el drenaje superficial, toda vez que será ubicada por fuera de la sección inundable y con un gálibo prudencia de seguridad de 1 m. Por estas razones, no fue necesario llevar a cabo un modelo hidráulico del cauce objeto de ocupación de cauce temporal, en el entendido que no tendrá una estructura fija que quede en contacto con las crecientes de agua.

7.4.4 Anexos

- E.1.1 Modelos digitales de elevación usados en el proyecto.
- E.1.2 Estimación del coeficiente de rugosidad n de Manning
- E.1.3 Anexo Modelos Hidráulicos de las ocupaciones de cauce
- E.1.4 Dimensionamiento de las obras hidráulicas de las ocupaciones de cauce
- E.1.5 FUN ocupaciones
- E.1.6 Documentos del solicitante

7.5 Aprovechamiento forestal

El permiso de aprovechamiento forestal es la autorización que otorga la autoridad ambiental para el aprovechamiento de un bosque en particular o de árboles aislados ubicados en predios de propiedad privada o en zonas públicas, bien sea bosque plantado o bosque natural; de acuerdo con la Sección 3 del artículo 2.2.1.1.3.1. del Decreto 1076 de 2015, "*el Aprovechamiento forestal único, es aquel que se realiza por una vez en áreas donde, basados en estudios técnicos, se demuestre mejor aptitud de uso diferente al forestal, o cuando existan razones de utilidad pública e interés social*".

Las obras y actividades propias del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, hacen necesario tramitar el Permiso de Aprovechamiento Forestal, concediendo el derecho a aprovechar bosques naturales ubicados en terrenos de dominio público o privado.

Para tal fin, es necesario considerar un estimativo de volumen comercial, volumen total y abundancia de los individuos de cada unidad de los ecosistemas vegetales, que puedan verse afectadas y que ameriten un aprovechamiento total o parcial de los elementos arbóreos. Para este propósito, en la zona asociada a la línea de transmisión (incluyendo una ocupación de cauce temporal), fue realizado un muestreo estadísticamente representativo mediante la realización de parcelas de caracterización en ecosistemas vegetales; para la zona del parque fotovoltaico y las ocupaciones de cauce existentes sobre las dos vías existentes de acceso al proyecto (objeto de adecuación menor), se ejecutó un censo forestal al 100%, registrando aspectos como nombre común, altura total y comercial, diámetro a la altura del pecho DAP, con el fin de estimar el volumen de aprovechamiento para los individuos de tipo arbóreo fustal. El inventario como tal, obedece a la reglamentación vigente como es el Decreto 1791 de 1996 del Ministerio del Medio Ambiente, en lo que respecta a un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%.

Para las actividades a desarrollar como parte del proyecto, se consideraron las áreas de intervención relacionadas con la línea de transmisión, el área del parque fotovoltaico y las adecuaciones menores de las vías existentes (i.e. mantenimiento y adecuación de

Ibagué y Piedras (Tolima)

ocupaciones de cauce existentes), como se puede apreciar en la Figura 7-31, lo que resulta en un área de intervención total de 260,39 hectáreas, distribuidas como se muestra en la Tabla 7-13. La descripción del proyecto puede ser verificada en el Capítulo 3 del presente Estudio de Impacto Ambiental.

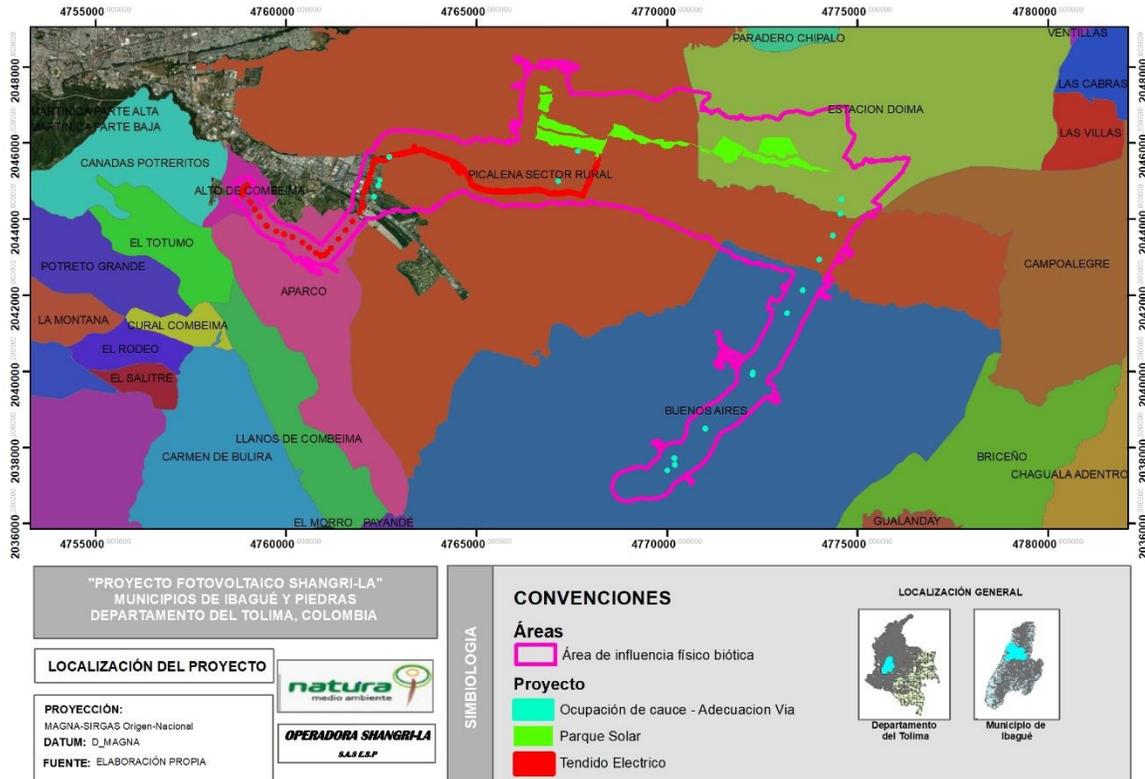


Figura 7-31 Localización de Infraestructura del proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Tabla 7-13 Infraestructura Proyecto Fotovoltaico Shangri-La

Proyecto	Descripción	Área (ha)	Área (%)
Ocupación Cauce - Adecuación Vía	Adecuación Ocupación de Cauce	0,06	0,02
Parque Solar	Perímetro Parque Solar	254,01	97,55
Tendido Eléctrico	Área de trabajo Cruce Subterráneo	0,25	0,10
	Acceso	0,05	0,02
	Adecuación Temporal	0,10	0,04
	Bahía Subestación Mirolindo	0,15	0,06
	Care Gato	0,38	0,15
	Care Gato + Torrecilla de Transición	0,01	0,004
	Care Gato 15 x 15	0,44	0,17
	Franja de Tendido	4,50	1,73
	Ocupación de Cauce Temporal	0,01	0,003
	Plaza de Tendido	0,18	0,07
	Poste concreto	0,002	0,001
	Poste Concreto Ancho de Isla por 10 m	0,09	0,03
	Poste Concreto+Torrecilla de Transición	0,03	0,01
	Poste metálico	0,003	0,001
	Poste Metálico Ancho de Isla por15 m	0,12	0,05
Torrecilla de Transición	0,004	0,001	
Torrecilla Transición	0,002	0,001	
Total		260,39	100

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

7.5.1 Ecosistemas terrestres e infraestructura del proyecto

De acuerdo con la infraestructura asociada a la construcción del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, se deberá realizar una intervención de los ecosistemas terrestres en 260,39 hectáreas, de la siguiente manera como se puede apreciar en la Tabla 7-14.

Tabla 7-14 Ecosistemas terrestres en las áreas de intervención por el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La (ANEXO E.2).

Proyecto	Ecosistemas	Área (ha)	Área (%)
Ocupación Cauce - Adecuación Vía	Arroz del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,002	0,001
	Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,05	0,02
	Bosque de galería y ripario del Orobioma Subandino Chaparral	0,01	0,003

Ibagué y Piedras (Tolima)

Proyecto	Ecosistemas	Área (ha)	Área (%)
	Vegetación Secundaria Baja del Orobioma Subandino Chaparral	0,002	0,001
	Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,004	0,001
	Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Subandino Chaparral	0,002	0,001
Parque Solar	Arroz del Orobioma Subandino Chaparral	3,52	1,35
	Arroz del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	197,70	75,92
	Red vial y territorios asociados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,34	0,13
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	4,24	1,63
	Pastos enmalezados del Orobioma Subandino Chaparral	2,83	1,09
	Pastos limpios del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	22,87	8,78
	Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	15,54	5,97
	Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,87	0,33
	Bosque de galería y ripario del Orobioma Subandino Chaparral	0,01	0,005
	Vegetación Secundaria Baja del Orobioma Subandino Chaparral	0,14	0,05
	Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	3,31	1,27
	Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	2,63	1,01
	Tendido Eléctrico	Arroz del Orobioma Subandino Chaparral	3,51
Red vial y territorios asociados del Orobioma Subandino Chaparral		0,35	0,14
Pastos limpios del Orobioma Subandino Chaparral		0,13	0,05
Arroz del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande		1,23	0,47
Parques cementerio del Orobioma Subandino Chaparral		0,0001	0,00004
Tejido urbano discontinuo del Orobioma Subandino Chaparral		0,23	0,09
Red vial y territorios asociados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande		0,005	0,002
Zonas industriales del Orobioma Subandino Chaparral		0,05	0,02
Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande		0,001	0,001
Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande		0,34	0,13
Bosque de galería y ripario del Orobioma Subandino Chaparral		0,20	0,08
Vegetación Secundaria Baja del Orobioma Subandino Chaparral		0,10	0,04

Proyecto	Ecosistemas	Área (ha)	Área (%)
	Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,16	0,06
	Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,03	0,01
Total		260,39	100

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

7.5.2 Datos de campo

Dadas la evaluación de las coberturas de la tierra y los requerimientos constructivos del Proyecto, se evidenció la necesidad de tramitar la solicitud de aprovechamiento forestal de acuerdo con lo requerido en los términos de referencia⁷ del Proyecto, así como la normatividad aplicable al permiso.

Con base en las características del área y los diseños de localización de las actividades constructivas se estableció que:

- Para la zona asociada a la línea de transmisión (incluyendo una ocupación de cauce temporal), fue realizado un muestreo estadísticamente representativo mediante la realización de parcelas de caracterización en ecosistemas vegetales
- Para la zona del parque fotovoltaico y las ocupaciones de cauce existentes sobre las dos vías existentes de acceso al proyecto (objeto de adecuación menor), se ejecutó un censo forestal al 100%, registrando aspectos como nombre común, altura total y

⁷ Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica TdR-015, adoptados mediante la Resolución 1670 del 15 de agosto de 2017.

Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17, adoptados mediante la Resolución 0075 del 18 de enero de 2018

Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, adoptada mediante la Resolución 1402 del 25 de julio de 2018 (MADS, 2018). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, adoptado mediante la Resolución 9 0708 del 30 de agosto de 2013 y las Normas Técnicas Colombianas NTC 1736 de 2005, NTC 2775 y NTC 5513 de 2007.

comercial, diámetro a la altura del pecho DAP, con el fin de estimar el volumen de aprovechamiento para los individuos de tipo arbóreo fustal.

- El inventario como tal, obedece a la reglamentación vigente como es el Decreto 1791 de 1996 del Ministerio del Medio Ambiente, en lo que respecta a un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%.

En este contexto, a continuación, se describen ambas metodologías y resultados.

7.5.2.1 Inventario estadístico por ecosistemas para las zonas asociadas a la línea de transmisión

Con el fin de determinar el volumen de aprovechamiento necesario en las coberturas vegetales identificadas para el área de intervención del proyecto en el tendido eléctrico, Se establecieron parcelas que obedecieron a la reglamentación vigente del Decreto 1791 de 1996 del Ministerio del Medio Ambiente y a los términos de referencia aplicables al proyecto, con un muestreo a través del método matemático, usando el volumen total como variable. Se realizó el cálculo del error de muestreo para cada uno de los ecosistemas caracterizados dentro del área de influencia físico-biótica del proyecto y aquí reflejados los que se interceptan con el tendido eléctrico. La Tabla 7-15, muestra los estadígrafos con los que se buscó garantizar la representatividad en función del área para cada ecosistema, con una probabilidad del 95% y un error de muestreo no mayor del 15%.

Tabla 7-15 Estadígrafos de muestreo de los ecosistemas de intervención de la línea de transmisión por el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

Ecosistema	(X _i)	(S _i)	(CV)%	(n)	(S _x)	(t)	Ea	(L _s)	(L _i)	Error de muestreo (≤15%)
Pa-Zattg	6,09	0,81	13,33	6	0,33	2,571	0,85	6,94	5,24	13,99
Bgr-Zattg	20,58	2,46	11,93	5	1,1	2,776	3,05	23,63	17,54	14,81
Vsb-Zattg	0,55	0,06	11,55	5	0,03	2,776	0,08	0,63	0,47	14,34
Vsa-Zattg	7,03	0,87	12,33	7	0,33	2,447	0,8	7,83	6,23	11,4
Bgr-Osc	18,31	2,08	11,35	6	0,85	2,571	2,18	20,49	16,13	11,92
Vsb-Osc	1,01	0,09	9,37	4	0,05	3,182	0,15	1,16	0,86	14,91

*(X_i) = Media, (S_i) = Desviación, (CV)% = Coeficiente de variación, (n) = Muestra, (S_x) = Error estándar, (t) = Grados de libertad, Ea = Error absoluto, (L_s) Límites de confianza superior, (L_i) Límites de confianza inferior. Pa = Pastos arbolados
Bgr = Bosque de galería y ripario, Vsb = Vegetación secundaria baja, Vsa = Vegetación secundaria alta, Zattg =Zonobioma Alternohigrico tropical Tolima grande, Osc = Orobioma subandino chaparral

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

El registro, la medición y delimitación de cada parcela para las diferentes coberturas identificadas se realizó conforme al Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales de la Resolución 02308 del 22 de noviembre de 2019, siguiendo como base metodológica el método de muestreo de plantas leñosas propuesto por Gentry (1982), en donde el esfuerzo de muestreo está dado por parcelas con un tamaño de unidad de 0,1 ha (100mx10m), permitiendo variaciones dependiendo de la estructura de la vegetación, pues este método se enfoca en ecosistemas boscosos. Por tanto, para las vegetaciones secundarias altas y vegetaciones secundarias bajas se realiza con una unidad a la mitad del tamaño de la parcela de bosques 50m x 10m, de acuerdo con lo recomendado por Villarreal et al. (2004). Esto se encuentra evaluado y sustentado debido al tamaño de los elementos arbóreos y a la homogeneidad esperada en estructura y composición florística.

En la Figura 7-32, se puede apreciar la localización de las parcelas en los ecosistemas vegetales, de acuerdo con el inventario estadístico.

Tabla 7-16 Abundancia y volumen de intervención en la zona de la línea de transmisión del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La

Ecosistemas de intervención tendido eléctrico	Área Intervención	Abundancia Intervención	Vol. Total (m ³) Intervención	Vol. Comercial (m ³) Intervención	Biomasa Aérea (kg) Intervención	Carbono (Kg) Intervención
Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,0014	0,1	0,08	0,03	60,85	30,43
Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,3372	117	69,41	28,23	36755,63	18377,81
Vegetación Secundaria Baja del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,1570	44	4,29	1,89	5412,52	2706,26
Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,0269	10	3,78	1,55	2275,25	1137,63
Bosque de galería y ripario del Orobioma Subandino Chaparral	0,2049	47	37,51	14,94	22232,48	11116,24
Vegetación Secundaria Baja del Orobioma Subandino Chaparral	0,1010	52	5,10	2,33	4765,76	2382,88
Total	0,8283	270	120,17	48,97	71.502,50	35.751,25

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

7.5.2.1.1.1 Aprovechamiento por especie en la zona de la línea de transmisión

Se realizará una intervención en la zona de la línea de transmisión de 58 especies y 275,11 individuos, como se aprecia en la Tabla 7-17.

Tabla 7-17 Abundancia y especies objeto de intervención en la zona de la línea de transmisión del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

Especie	Abundancia	Especie	Abundancia	Especie	Abundancia
<i>Albizia guachapele</i>	0,4	<i>Croton schiedeanus</i>	0,3	<i>Myrcia sp.</i>	2
<i>Albizia saman</i>	0,005	<i>Croton sp.</i>	2	<i>Nectandra cf turbacensis</i>	1
<i>Alchornea latifolia</i>	0,1	<i>Eugenia sp.</i>	0,3	<i>Ochroma pyramidale</i>	1
<i>Amyris sp.</i>	3	<i>Ficus americana</i>	1	<i>Ocotea sp.</i>	0,2
<i>Anacardium excelsum</i>	0,3	<i>Ficus donnell-smithii</i>	1	<i>Ormosia sp.</i>	1
<i>Astronium graveolens</i>	0,1	<i>Ficus maxima</i>	3	<i>Peltogyne paniculata</i>	2
<i>Beilschmiedia sp.</i>	0,1	<i>Ficus sp.</i>	5	<i>Persea sp.</i>	0,3
<i>Bunchosia pseudonitida</i>	14	<i>Ficus sp1.</i>	0,3	<i>Picramnia latifolia</i>	1
<i>Bursera simaruba</i>	1	<i>Ficus sp2</i>	2	<i>Piper sp.</i>	0,3

Especie	Abundancia	Especie	Abundancia	Especie	Abundancia
<i>Calliandra coriacea</i>	15	<i>Garcinia madruno</i>	4	<i>Pithecellobium dulce</i>	38
<i>Calliandra sp.</i>	48	<i>Genipa americana</i>	1	<i>Roystonea regia</i>	1
<i>Casearia corymbosa</i>	4	<i>Guarea guidonia</i>	7	<i>Ruellia sp.</i>	0,1
<i>Casearia sylvestris</i>	0,1	<i>Guazuma ulmifolia</i>	21	<i>Senna spectabilis</i>	13
<i>Cecropia peltata</i>	15	<i>Guettarda sp.</i>	1	<i>Tapirira guianensis</i>	1
<i>Ceiba pentandra</i>	2	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	1	<i>Tetrorchidium andinum</i>	0,3
<i>Chomelia tenuiflora</i>	0,5	<i>Inga edulis</i>	0,3	<i>Urera caracasana</i>	5
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	2	<i>Inga sp.</i>	3	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	22
<i>Clusia lineata</i>	3	<i>Leucaena leucocephala</i>	0,1	<i>Zygia longifolia</i>	11
<i>Coccoloba obovata</i>	3	<i>Machaerium capote</i>	0,005		
<i>Cordia alliodora</i>	8	<i>Maclura tinctoria</i>	2		

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

7.5.2.2 Inventario al 100% en el parque solar y ocupaciones de cauce para la adecuación de la vía

Para la zona del parque fotovoltaico y las ocupaciones de cauce existentes sobre las dos vías existentes de acceso al proyecto (objeto de adecuación menor), se ejecutó un censo forestal al 100%. Cada uno de los individuos censados en el inventario, fue medido siguiendo las recomendaciones del manual de campo diseñado por el Instituto Von Humboldt en 2004, para la caracterización de vegetación, el cual considera que un individuo a una altura de un metro treinta (1,3 m) sobre el suelo, tiende a normalizar su diámetro. Todas estas actividades fueron realizadas y orientadas constantemente por el profesional. Una vez medido, cada individuo fue marcado en su fuste con pintura de aceite para garantizar su permanencia y fácil reconocimiento.

A cada individuo identificado se le tomó la coordenada con GPS, con el fin de tener su ubicación real. Para efectos del estudio, se manejó el volumen utilizando un factor forma de 0,7 para ajustar su estimación. Para el volumen comercial se tomó la altura a la primera rama, debido a que hasta allí pueden obtenerse productos forestales como tablas, varas, postes, etc. Para la estimación del volumen total y el volumen comercial fue aplicada la siguiente fórmula:

$$VT = G * Ht * FF \text{ ó } VC = G * Hc * FF$$

Donde:

VT= Volumen Total (m³)

VC= Volumen Comercial (m³)

G= Área basal (m²)

Ht = Altura total (m)

Hc = Altura a la primera rama o comercial (m)

FF = Factor forma de 0,7 según lo establecido por la FAO

El factor de forma es un indicativo de la forma real de un árbol respecto a modelos geométricos que lo asimilan, puesto que los individuos arbóreos no presentan una forma geométrica euclidiana, complicando con ello la estimación de su volumen. Teniendo en cuenta que un $f > 0,85$ se asemeja a una forma cilíndrica, un f dado por $0,7 \leq f \leq 0,85$ se asemeja a un paraboloides, un f dado por $0,5 \leq f \leq 0,7$ se asemeja a un cono y un $f < 0,5$ se asemeja a un neiloide, y asumiendo que los individuos en bosques naturales del trópico presentan una forma que puede variar de cono a paraboloides, el factor de forma utilizado es de 0,7.

En la Figura 7-33, puede apreciarse el inventario forestal al 100% de los individuos fustales en las áreas de intervención asociadas al parque fotovoltaico y las ocupaciones de cauce existentes sobre las dos vías existentes de acceso al proyecto (objeto de adecuación menor).

Ibagué y Piedras (Tolima)

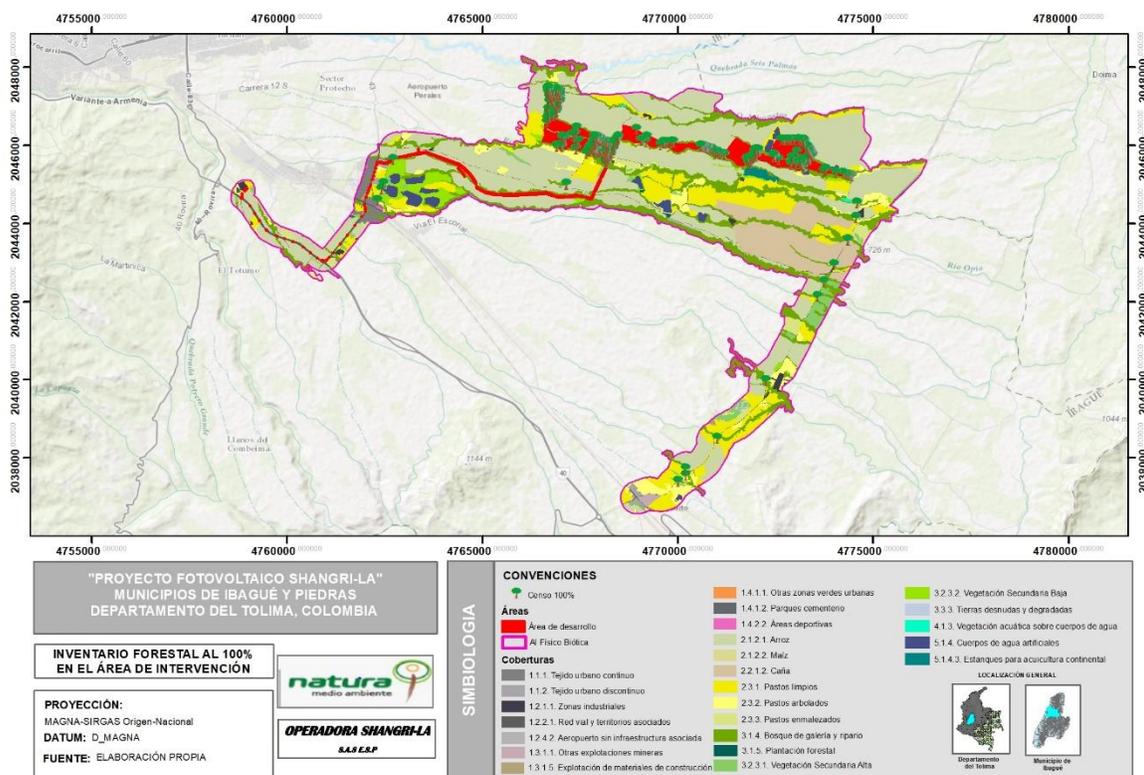


Figura 7-33 Localización del inventario forestal al 100% en el área de intervención parque y ocupación de cauces del proyecto Fotovoltaico Shangri-La

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

7.5.2.2.1 Aprovechamiento forestal para el área del parque y las ocupaciones de cauce

Para las áreas de intervención asociadas al parque fotovoltaico y las ocupaciones de cauce existentes sobre las dos vías existentes de acceso al proyecto (objeto de adecuación menor), se deberá solicitar un aprovechamiento forestal de 1326 individuos fustales, que generan un volumen comercial de 399,64 m³ y un volumen total de 842,07 m³, en un área de intervención 254,08 ha, las cuales se aprecian en mayor detalle en la Tabla 7-18.

Tabla 7-18 Abundancia y volumen de intervención del parque solar y ocupación de cauce por el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La

Obra o Actividad	Abundancia	VOL. TOTAL (m3)	VOL. COMERCIAL (m3)	BIOMASA AÉREA (kg)	CARBONO (Kg)
Adecuación de Ocupaciones de Cauce existentes	50	72,05	33,58	50273,7	25136,82
Perímetro Parque Solar	1276	770,02	366,06	553905,89	276952,69
Total	1326	842,07	399,64	604179,59	302089,51

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

7.5.2.2.1.1 Aprovechamiento por especie en zona del parque solar y las ocupaciones de cauce existentes en las dos vías de acceso

Se realizará una intervención del parque solar y las ocupaciones de cauce de 69 especies en 1326 individuos, como se aprecia en la Tabla 7-19.

Tabla 7-19 Abundancia y especie de intervención del parque solar y las ocupaciones de cauce por el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La

Especie	Abundancia
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson ex F.A.Zorn) Fosberg	2
<i>Achatocarpus nigricans</i> Triana	1
<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand	45
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	1
<i>Albizia</i> sp.	3
<i>Allophylus nitidulus</i> (Triana & Planch.) Radlk.	2
<i>Amyris pinnata</i> Kunth	47
<i>Annona muricata</i> L.	1
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier	2
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	4
<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	3
<i>Banara ibaguensis</i> Tul.	1
<i>Calliandra magdaleneae</i> (DC.) Benth.	49

Ibagué y Piedras (Tolima)

Especie	Abundancia
<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	102
<i>Casearia praecox</i> Griseb.	5
<i>Casearia</i> sp	1
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2
<i>Cecropia peltata</i> L.	19
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	7
<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	8
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	1
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	3
<i>Citrus</i> sp	1
<i>Cocos nucifera</i> L.	7
<i>Couroupita guianensis</i> Aubl.	1
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	5
<i>Crescentia cujete</i> L.	1
<i>Croton</i> sp	1
<i>Cupania americana</i> L.	5
<i>Daphnopsis americana</i> (Mill.) J.R.Johnst.	22
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	2
<i>Erythrina fusca</i> Lour.	54
<i>Eucalyptus</i> sp	1
<i>Faramea torquata</i> Mull.Arg.	3
<i>Ficus</i> sp	9
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	2
<i>Guapira costaricana</i> (Standl.) Woodson	1
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	5
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	354
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	3
<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) M & H. Arg.	7
<i>Jacaranda caucana</i> Pittier	9
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	2
<i>Machaerium capote</i> Dugand	1
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	4
<i>Mammea americana</i> L.	1
<i>Mangifera indica</i> L.	21
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	2
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	2

Ibagué y Piedras (Tolima)

Especie	Abundancia
<i>Muntingia calabura</i> L.	1
<i>Myrcia</i> sp	11
<i>Nectandra umbrosa</i> (Kunth) Mez	1
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	1
<i>Persea americana</i> Mill.	3
<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	1
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	2
<i>Piptadenia viridiflora</i> (Kunth) Benth.	1
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	246
<i>Psidium guajava</i> L.	1
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	56
<i>Spondias purpurea</i> L.	1
<i>Swinglea glutinosa</i> (Blanco) Merr.	1
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	11
<i>Tamarindus indica</i> L.	1
<i>Terminalia catappa</i> L.	1
<i>Trichilia oligofoliolata</i> M.E. Morales	1
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	6
<i>Zanthoxylum rigidum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	140
<i>Zygia longifolia</i> (Willd.) Britton & Rose	5
Total	1326

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

7.5.3 Aprovechamiento forestal total del proyecto Fotovoltaico Shangri-La

En general, para todo el proyecto Fotovoltaico Shangri-La se requiere solicitar un permiso de aprovechamiento de 1597 individuos, con un volumen total de 962,24 m³, como se puede apreciar en la Tabla 7-20.

Tabla 7-20 Aprovechamiento forestal total en las áreas de intervención por el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

Obra o Actividad	Abundancia Intervención	Vol. Total (m ³) Intervención	Vol. Comercial (m ³) Intervención	Biomasa Aérea (kg) Intervención	Carbono (Kg) Intervención
Tendido eléctrico	271	120,17	48,97	71502,50	35751,25
Adecuación Ocupación de Cauce	50	72,05	33,58	50273,70	25136,82
Perímetro Parque Solar	1276	770,02	366,06	553905,89	276952,69
Total	1597	962,24	448,61	675682,09	337840,76

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

7.5.4 Usos de los productos obtenidos

Parte de la madera podrá ser utilizada en las actividades de construcción, la madera en troza obtenida exclusivamente por las actividades del proyecto que resulte como excedente de dicha actividad, se podrá dejar como madera rolliza o tablones para su uso por parte de los habitantes del área de influencia del proyecto, en las actividades económicas tradicionales que los mismos desarrollan en la región. Es recomendable que la entrega de este material se haga con la elaboración de un acta o formato de constancia que quede como soporte de la gestión realizada.

Las ramas y ramillas de copa, así como el material proveniente de follaje se picará y se incorporarán como material de guarda para el mejoramiento de las condiciones biológicas y de aporte de material orgánico en la recuperación de suelos; el material restante que permita la elaboración de varillones, al igual que las ramas más gruesas y el material vegetal maderable será utilizado para la señalización del abscisado u otras labores y para consumo en las actividades constructivas que requieran de este tipo de material, tales como listones y estacas, entre otros.

Se tendrán en cuenta las consideraciones que determine la autoridad ambiental al respecto, para la disposición del material vegetal obtenido de la tala.

7.5.5 Especies amenazadas, en veda regional-nacional, y endémicas

Se revisó la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), www.cites.org, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN (www.iucnredlist.org), la Resolución N° 1912 de 2017 del MADS y El Acuerdo Cortolima No. 15 del 14/11/2017 (Veda regional y Nacional), encontrando lo siguiente: En la categoría CITES no se reportó ninguna especie, para la categoría UICN, tampoco veda regional o nacional. En general 57 especies en Preocupación menor (LC) y una especie a nivel de endemismo para Colombia. Entre las especies objeto de la solicitud ninguna se encuentra referida en la Resolución 1912 de 2017⁸ del MADS (Ver Tabla 7-21).

Tabla 7-21 Distribución de las especies por categoría de amenaza, veda regional, veda nacional y endémicas en el área de influencia físico-biótica del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La.

Especie	Categ_CITES	Categ_UICN	CATE_MINIS R.1912	Endémicas
<i>Albizia guachapele</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Albizia saman</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Alchornea latifolia</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Amyris pinnata</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Aspidosperma cuspa</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Banara ibaguensis</i>	No aplica	No aplica	No aplica	Endémica
<i>Beilschmiedia sp.</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Bursera simaruba</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Calliandra coriacea</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Calliandra magdalenae</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Casearia corymbosa</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Casearia sylvestris</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Cecropia peltata</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Ceiba pentandra</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Chomelia tenuiflora</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A

⁸ Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino-costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones

Ibagué y Piedras (Tolima)

Especie	Categ_CITES	Categ_UICN	CATE_MINIS R.1912	Endémicas
<i>Clusia lineata</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Coccoloba obovata</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Cordia alliodora</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Couroupita guianensis</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Croton schiedeanus</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Coutarea hexandra</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Echinochloa colona</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Erythrina fusca</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Erythroxylum amazonicum</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Ficus americana</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Ficus donnell-smithii</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Ficus maxima</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Faramea torquata</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Garcinia madruno</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Guapira costaricana</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Guazuma ulmifolia</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Hieronyma oblonga</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Inga densiflora</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Inga edulis</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Jacaranda caucana</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Leucaena leucocephala</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Maclura tinctoria</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Machaerium capote</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Matayba guianensis</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Mimosa pudica</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Nectandra cf turbacensis</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Ochroma pyramidale</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Ocotea sp.</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Picramnia latifolia</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Pithecellobium dulce</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Psidium guajava</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Randia aculeata</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Roystonea regia</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A

Especie	Categ_CITES	Categ_UICN	CATE_MINIS R.1912	Endémicas
<i>Senna spectabilis</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Tabebuia rosea</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Tapirira guianensis</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Tetrorchidium andinum</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Urera caracasana</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Zanthoxylum rigidum</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A
<i>Zygia longifolia</i>	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	N/A

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

7.5.6 Anexos solicitud de aprovechamiento forestal

Los anexos para la solicitud de aprovechamiento forestal se presentan en el **ANEXO E.2**.

7.6 Solicitud de imposición de medidas de manejo para especies vasculares y no vasculares en veda

En cumplimiento de lo establecido en los Artículo 125 y 126 del Decreto 2106 de 2019, se presenta la caracterización de las especies vasculares y no vasculares en veda nacional, presentes en las coberturas vegetales susceptibles de intervención por el Proyecto Fotovoltaico Shangri-La. Así, se solicita a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), la autorización de las medidas de manejo planteadas para la conservación de las especies vasculares (orquídeas y bromelias) y no vasculares (líquenes, musgos y hepáticas) registradas en la caracterización realizada de la siguiente manera:

- Para la zona asociada a la línea de transmisión (incluyendo una ocupación de cauce temporal), fue realizado un muestreo estadísticamente representativo mediante la realización de parcelas de caracterización en ecosistemas vegetales.
- Para la zona del parque fotovoltaico y las ocupaciones de cauce existentes sobre las dos vías existentes de acceso al proyecto (objeto de adecuación menor), se ejecutó un censo al 100%.

Para las especies asociadas al área de intervención del Proyecto, la Tabla 7.22 presenta los organismos vedados a nivel nacional por la Resolución 0213 de 1977 expedida por el INDERENA, conforme a lo establecido en el Artículo 125 del Decreto Ley 2106 del 2019.

Tabla 7.22. Especies en veda objeto de imposición de medidas de manejo para las especies asociadas al área de intervención del proyecto.

Flora	Familia	Especie	Hábito de Crecimiento			
			Cortícola	Epífita	Rupícola	Terrestre
No Vascular	Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i>			X	
		<i>Herpothallon rubrocinctum</i>			X	
		<i>Herpothallon sp.</i>			X	
	Caliciaceae	<i>Pyxine cocoes</i>			X	
		<i>Pyxine pyxinoides</i>			X	
	Coenogoniaceae	<i>Coenogonium interplexum</i>			X	
	Collemataceae	<i>Leptogium cyanescens</i>			X	
		<i>Leptogium sessile</i>			X	
	Erpodiaceae	<i>Erpodium coronatum</i>			X	
	Fissidentaceae	<i>Fissidens zollingeri</i>			X	
	Graphidaceae	<i>Sarcographa labyrinthica</i>			X	
	Jubulaceae	<i>Frullania gibbosa</i>	X	X	X	
	Lejeuneaceae	<i>Cheilolejeunea rigidula</i>			X	
		<i>Lejeunea sp.</i>			X	
	Marchantiaceae	<i>Marchantia polymorpha</i>			X	
	Megalosporaceae	<i>Aspicilia sp.</i>	X	X		
	Octoblepharaceae	<i>Octoblepharum albidum</i>			X	
	Parmeliaceae	<i>Parmotrema praesorediosum</i>			X	
		<i>Usnes sp.</i>			X	
	Physciaceae	<i>Physcia crispa</i>			X	
		<i>Physcia undulata</i>			X	
	Porinaceae	<i>Porina distans</i>			X	
	Pottiaceae	<i>Hyophila involuta</i>	X	X	X	
	Ramalinaceae	<i>Phyllopsora chlorophaea</i>			X	
		<i>Ramalina complanata</i>			X	
	Ramboldiaceae	<i>Ramboldia russula</i>			X	
	Teloschistaceae	<i>Calogaya saxicola</i>				
<i>Flavoplaca citrina</i>				X		
Verrucariaceae	<i>Flakea papillata</i>			X		
Vascular	Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>			X	

Flora	Familia	Especie	Hábito de Crecimiento			
			Cortícola	Epífita	Rupícola	Terrestre
		<i>Tillandsia flexuosa</i>			X	
		<i>Tillandsia recurvata</i>			X	
		<i>Tillandsia elongata</i>			X	
	Orchidaceae	<i>Catasetum tabulare</i>			X	
		<i>Cyclopogon ovalifolius</i>			X	
		<i>Cyclopogon ovalifolius</i>				
		<i>Lophiaris carthagenensis</i>			X	
		<i>Notylia incurva</i>			X	
		<i>Oeceoclades maculata</i>				
		<i>Vanilla pompona</i>			X	

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

En el Capítulo 5.2. del presente EIA se detallan los resultados de la composición y estructura de la comunidad de especies de flora vascular y no vascular, presentes en las unidades ecosistémicas del área de influencia.

7.6.1 Medidas de manejo de la flora vascular: Ficha PM-B6 manejo de especies vegetales y faunísticas, endémicas, con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda

Conforme a la caracterización realizada en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La, se reporta la presencia de especies vasculares (orquídeas y bromelias) en las coberturas susceptibles de intervención dentro del proyecto. A continuación, se presentan las medidas de manejo encaminadas al rescate y reubicación de estos organismos, en caso de que sean reportadas en las áreas de intervención de las actividades específicas en el marco de la licencia ambiental, siempre y cuando cumplan con los criterios para su rescate y reubicación (senescencia, abundancia y estado fitosanitario), los cuales se describen a continuación.

En el **ANEXO E4 y D.2** se presentan los resultados del censo realizado en el área asociada al Parque Fotovoltaico y las ocupaciones de cauce existentes sobre las dos vías existentes

de acceso al proyecto (objeto de adecuación menor), el cual reporta la presencia de 5.577 individuos de las cuales 5.525 corresponden a Bromelias y 52 individuos a Orquídeas. Es importante resaltar que una vez se inicien actividades de construcción se deberán censar las áreas de intervención asociadas a la línea de transmisión, debido a que no se pudo ejecutar el censo forestal en la porción rural de la línea de transmisión, por dificultades de acceso a los predios en el momento de la caracterización⁹.

Tabla 7.23. Especies vasculares presentes en el área del parque fotovoltaico y las ocupaciones de cauce existentes sobre las dos vías existentes de acceso al proyecto (objeto de adecuación menor),

Familia	Especie	Hábito de Crecimiento		Total
		Epífita	Terrestre	
Bromeliaceae	<i>Aechmea bromeliifolia</i>	1		1
	<i>Bromelia karatas</i>		81	81
	<i>Tillandsia elongata</i>	272		272
	<i>Tillandsia flexuosa</i>	462	4	466
	<i>Tillandsia recurvata</i>	4705		4705
Orchidaceae	<i>Catasetum tabulare</i>	2		2
	<i>Lophiaris carthagenensis</i>	2		2
	<i>Oeceoclades maculata</i>		44	44
	<i>Vanilla pompona</i>	4		4
Total		5448	129	5577

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

⁹ Actualmente se continua con el proceso de consolidación de acuerdos con los propietarios para garantizar el acceso a los predios.

7.6.1.1 Actividades de rescate

7.6.1.1.1 Criterios de selección para el rescate de las bromelias y orquídeas

Para garantizar la sobrevivencia de las bromelias y orquídeas se tendrán en cuenta los siguientes criterios de selección:

Estado fitosanitario: Se analizará el estado fitosanitario de la planta con el fin de evitar propagar enfermedades o especies en mal estado a los sitios de reubicación. Se revisará que la planta no cuente con plagas, hongos o presente pudrición de raíces. Con una tijera podadora, previamente esterilizada, se retirarán las hojas en mal estado (quemadas, con plagas o muertas) y las raíces en proceso de pudrición. Los organismos que no cuenten con las condiciones fitosanitarias óptimas no serán objeto de reubicación (Ver Fotografía 7-1).

Fotografía 7-1. Poda de hojas y raíces en mal estado



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Estado vegetativo: Se dará prioridad al rescate de individuos juveniles y adultos, descartando aquellos que se encuentren en estado de senescencia.

Especies monocárpicas: Se rescatarán los individuos de la familia Bromeliaceae que aún no hayan desarrollado su escapo floral, esto teniendo en cuenta que, al llegar a la etapa reproductiva, se encuentran próximas a finalizar su ciclo de vida. Por lo anterior, se deberán reubicar todos los nuevos vástagos o rebrotes que presenta el individuo florecido, esto con el fin de poder salvaguardar el acervo genético de estos organismos.

Dominancia de especies: el porcentaje de rescate estará en función a las abundancias reportadas para cada en las áreas de intervención, de la siguiente manera (ver **Tabla 7.24**).

Tabla 7.24 Rango de Abundancia por Especie

Rango Abundancia por especie	Porcentaje de recate	Porcentaje de supervivencia
1 a 100 individuos	100%	80%
100 a 1000 individuos	80%	80%
1000 a 3000 individuos	70%	80%
Mayores a 3000	60%	80%
Especie en alguna categoría de amenaza	100%	80%

Fuente: Circular Interna No 00016 del 31 de diciembre de 2019 expedida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA.

7.6.1.1.2 Rescate de especies de hábito epífita

A continuación, se describen los procedimientos para el rescate y traslado de las especies de hábito epífita en el área de intervención del proyecto:

Ubicación del forófito: Se identificarán los forófitos con presencia de bromelias y orquídeas para su rescate y extracción. Dichos forófitos han sido previamente inventariados y marcados con un código.

Extracción de las epífitas: La remoción de las epífitas se realizará en dos tiempos: antes de la tala de aprovechamiento forestal y asociado a la tala de aprovechamiento forestal.

Previo a las actividades de tala, la extracción de las especies de bromelias y orquídeas se realizará de dos maneras, teniendo en cuenta la ubicación de las epífitas en los diferentes estratos del árbol: en pie y mediante ascenso. En pie se rescatarán todas aquellas especies que se encuentren en los estratos más bajos y de fácil acceso, los individuos en los estratos más altos serán extraídos por ascenso a los forófito con equipos y personal capacitado en Trabajo Seguro en Alturas (Ver Figura 7-34).

Figura 7-34. Actividades de rescate en pie y ascenso a dosel



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Asociado a la tala dirigida, una vez el árbol se encuentre en piso, se realizará el retiro de las epífitas seleccionadas, garantizando que el material a rescatar no sea afectado (Ver Figura 7-35).

Figura 7-35. Rescate de epífitas vasculares en árbol caído



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

La extracción de las epífitas se realizará manualmente y usando herramientas como espátulas, con el fin de retirar los individuos con porciones de corteza y sustrato, garantizando aumentar el porcentaje de supervivencia en la implantación, teniendo especial cuidado con la extracción para reducir el corte o maltrato de las raíces de las epífitas, estructuras de sujeción y bulbos.

Disposición del material durante el rescate: durante la extracción, con el fin de evitar que las epífitas se maltraten o caigan desde grandes alturas, el material vegetal se

depositará en costales de fibras naturales o sintéticas y descenderán cuidadosamente con la ayuda de cuerdas (Ver Figura 7-36).

Figura 7-36. Disposición provisional de la epífitas en costales durante el proceso de extracción



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Traslado del material: Las bromelias y orquídeas se organizarán en canastillas plásticas para su posterior traslado al sitio de acopio temporal. Si el recorrido hasta el sitio de acopio temporal es muy largo, las canastillas deben tener como base un sustrato que permita mantener las condiciones de humedad durante el traslado, como, por ejemplo, hojarasca, ramas frescas, trozos de madera húmeda, entre otros. Durante la disposición de las epífitas en la canastilla, se tiene que procurar organizarlas de tal manera que no se lastimen, evitando hacer montones (Ver Figura 7-37).

Figura 7-37. Disposición de las epífitas en canastillas para su traslado



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

7.6.1.1.3 Rescate y traslado de especies de hábito terrestre y rupícola

La extracción de los individuos de hábito terrestre y rupícola de los grupos de bromelias y orquídeas del área de intervención del proyecto se realizará de la siguiente manera:

Se ubicarán los individuos de bromelias y orquídeas de hábito terrestre y rupícola que serán afectados por el proyecto y necesiten ser rescatados.

Las especies de hábito terrestre se extraerán con la ayuda de una pala. Es necesario extraer la planta con porciones del sustrato y procurando no cortar ni lastimar las raíces. La porción de tierra con la que se extrae la planta es cubierta con una lona o costal de fique o fibras sintéticas y posteriormente amarrado con cabuya. Esto, con el fin de evitar desmoronamiento del bloque de tierra, una posible exposición directa al sol de las raíces y procurando mantener la humedad de la planta.

Las especies de hábito rupícola se extraerán manualmente y con la ayuda de una espátula, siempre procurando no cortar las raíces.

El material se transportará en canastillas plásticas manteniendo un sustrato y humedad adecuado para su traslado a los sitios de acopio y disposición final en el área de reubicación.

En el formato de rescate se consignan los siguientes datos: fecha de rescate, georreferenciación de la planta a rescatar, nombre científico de la especie, número de individuos y hábito.

7.6.1.1.4 Zona de acopio temporal - vivero

En caso tal que, la reubicación no pueda darse el mismo día del rescate se deberá establecer un vivero temporal (zona de acopio) con el fin de garantizar la supervivencia de los individuos rescatados, se sugiere que la zona de acopio temporal se instale en las

áreas receptoras por acceso y facilidad al momento de realizar la reubicación. El vivero contará como mínimo con las siguientes áreas: zona de depósito, zona de preparación del sustrato y zona de manejo de residuos (Ver Figura 7-38).

Figura 7-38. Zona de acopio temporal (vivero)



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

7.6.1.1.5 Equipamiento del vivero temporal

El vivero (en caso de resultar aplicable) deberá estar equipado con los siguientes elementos:

Un sistema de riego que asegure el suministro de agua a las plantas. Se puede construir con mangueras o tubería de PVC; su diseño depende del área por regar y de la pendiente.

Una red de drenaje que elimine el exceso de las aguas superficiales en el vivero, provenientes de la lluvia o el riego, pues estas aguas pueden generar lesiones a los trabajadores al resbalarse y favorecer la aparición de enfermedades en las plantas.

En la Figura 7-39 se presentan los materiales, equipos y herramientas básicas que se deberán contar en las zonas de acopio temporal.

Figura 7-39. Equipamiento básico para zonas de acopio temporal.

Materiales	Equipos	Herramientas
<ul style="list-style-type: none"> - Para el invernadero: Madera, polisombra, malla, puntillas y tornillos. - Para la siembra: canastas plásticas tipo supermercado, sustratos como aserrín, cascara de coco. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de riego: mangueras, tranque plástico de 500 litros, bomba fumigadora manual. - Hidrómetro: instrumento para medir la humedad del aire. - Lupas de botánica de 30X. 	<ul style="list-style-type: none"> - Para la construcción del vivero: taladro, serrucho, barra, juego de llaves fijas, martillo y herramienta menor. - Para riego: mangueras, nebulizadores automatizados en caso de ser necesario, herramienta menor, acoples, entre otros.

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

7.6.1.1.6 Otras actividades y sugerencias para las actividades de rescate

- Los individuos a reubicar deberán almacenarse evitando ser amontonados, aglomerados, estrechos, ni mucho menos uno encima de otro.
- El vivero deberá estar cubierto con polisombra u otro material, que permita proteger las plantas de la exposición directa al sol.
- Deberá contar con un encerramiento perimetral el cual podrá ser de polisombra.
- Contar con camas que sirvan para organizar las epífitas, bien sea de madera, o de una malla metálica. En caso de que la reubicación se demore o que el clima no sea el favorable (épocas de sequía), las camas deben tener como base un sustrato que permita mantener las condiciones de humedad, como, por ejemplo, hojarasca.
- Realizar riegos a las plantas con una frecuencia de cada 12 horas, para ello se podrá emplear una bomba fumigadora manual.
- El operario(s) deberá desarrollar buenas prácticas fitosanitarias tales como: lavado con agua y alcohol cada vez que usen tijeras de poda en diferentes individuos. Eliminar hojas muertas de las plantas rescatadas.

Preparación del sustrato: los individuos durante la manipulación es probable que pierdan o afecten el sustrato al cual está sujeta la planta, por lo tanto, se recomienda contar con turba, aserrín y/o cascara de coco para conformar nuevos sustratos para las plantas que lo requieran. Los sustratos deberán ser esterilizados con vapor en caso de

ser posible. Se recomienda el método térmico solarización o calefacción solar, útil para viveros transitorios, consiste básicamente en el calentamiento del suelo por la radiación solar, usando un plástico transparente para cubrir el sustrato. Este método busca producir un ambiente extremo caracterizado por una alta temperatura del suelo húmedo, que afecte la viabilidad de organismos sensibles.

7.6.1.1.6.1 Marcaje de las especies

A cada individuo rescatado se le asignará una etiqueta. La etiqueta constará de cuatro partes: Inicial de la familia de la epífita, B (bromelia) y O (orquídea), número consecutivo por cada individuo, registro de la zona de rescate y el número de la niñera u hospedero en el que se reubicará (para el caso de las epífitas).

Cada planta etiquetada debe ser registrada en un formato de rescate, donde se consigna: la fecha del rescate, el lugar de rescate, el nombre científico de la especie, el código de la especie, el número de individuos rescatados por cada especie y georreferenciación; en el caso de las especies de hábito epífita, adicionalmente se consignará: la zona del forófito dónde se rescataron, el número de identificación del forófito donde se rescataron, la especie del forófito y la georreferenciación del forófito. Además, se debe contar con un registro fotográfico de cada especie etiquetada (Ver Figura 7-40).

Figura 7-40. Etiquetado de epífitas reubicadas



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

7.6.1.1.7 Actividades de reubicación

➤ Reubicación de especies de hábito epífita

La reubicación de especies con hábito epífita se realizará de la siguiente manera (Ver Figura 7-41 y Figura 7-42):

- El material vegetal localizado en el área de acopio temporal es llevado hasta el área de reubicación en canastillas plásticas.
- Se localiza el hospedero u forófito que servirá de planta niñera, y analiza las posibles zonas del árbol idóneas para la reubicación de las epífitas.
- Se hará ascenso siguiendo los protocolos de Seguridad para el Trabajo en Alturas.
- Durante la reubicación se procurará que las especies sean reubicadas en la misma zona del árbol donde originalmente estaban y bajo condiciones similares de luz.
- Las epífitas serán sujetas a las ramas utilizando materiales como media velada, pita o malla de fibra.
- Se recomienda sujetar las epífitas con el cuidado de no estrangular las raíces.
- Se debe evitar sobrecargar los troncos y ramas de las niñeras con epífitas.

- Se debe procurar dejar una distancia considerable entre los individuos reubicados con el fin de garantizar espacio para que la planta crezca.

En los formatos de campo se anotará la fecha de reubicación, el número de identificación de la niñera, la zona de vida donde se reubicó las especies y el código de la especie.

Figura 7-41. Ascenso al forófito



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y
NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Figura 7-42. Amarre de las epífitas
reubicadas



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y
NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

7.6.1.2 Reubicación de especies de hábito terrestre y rupícola

Las especies de hábito terrestre y rupícola serán reubicadas de la siguiente manera (Ver Figura 7-43):

- El material vegetal localizado en el área de acopio temporal es llevado hasta el área de reubicación en canastillas plásticas.
- Se selecciona el sitio donde serán reubicadas las plantas.
- En el caso de las plantas de hábito terrestre, una vez seleccionado el sitio, se limpia el área con un machete.
- Con la ayuda de una pala se procede a cavar un hueco del doble de tamaño de la porción de tierra con la que se extrajo la planta.
- Se siembra la planta, se le agrega tierra y se presiona con las manos para que quede firme.
- Se recomienda delimitar las plantas sembradas con cintas de peligro, con el fin de hacerla visible y evitando que sean maltratadas.

- En el caso de las plantas de hábito terrestre, una vez seleccionada la roca, se procede a sujetar la planta a la roca utilizando materiales como media velada, pita o malla de fibra.
- En los formatos de campo de reubicación se anotará la fecha de reubicación, la georreferenciación del sitio donde se reubicó y el código de la especie.

Figura 7-43. Reubicación de especies de hábito terrestre



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

7.6.1.3 Área receptora

El área receptora de los individuos o agregados vasculares rescatados en las áreas de intervención del proyecto, deberán corresponder a áreas asociadas a bosques de galería, bosques fragmentados con vegetación secundaria, vegetaciones secundarias, pastos arbolados o cualquier cobertura vegetal presenta una mayor presencia de hospederos, así como condiciones microclimáticas que favorecen la reubicación de estos individuos.

La selección del forófito receptor deberá estar de acuerdo con las características del hospedero inicial (en la medida de lo posible la misma especie arbórea) y estratificación vertical del árbol donde fueron hallados los individuos objeto de rescate. El área receptora deberá ser evaluada de manera previa a la reubicación, esto con el fin de evaluar las siguientes características:

Condiciones ecosistémicas similares al lugar de origen (bioma, cobertura vegetal, clima).

Evaluar la carga de epifitismo, el área receptora y nuevos hospederos posibles. Estos deberán identificarse taxonómicamente y cartografiarse el forófito u hospederos de reubicación final.

Presentar los sistemas de marcaje de cada individuo, donde indique la ubicación y tipo de individuos, entre otros.

Toda la información cartográfica se deberá incluir conforme la GDB adoptada mediante la resolución 2182 del 2016 o aquella que la sustituya.

En la medida de lo posible, la reubicación del material vegetal rescatado deberá realizarse el mismo día del rescate, para ello el área receptora deberá estar lo más cercana posible al área de intervención, con el fin de disminuir los tiempos de traslado. Es importante resaltar, que se deberá tener en cuenta la no afectación del área, ni de los hospederos por las actividades de reubicación.

7.6.2 Medidas de manejo de la flora no vascular: Ficha PM-B6 manejo de especies vegetales y faunísticas, endémicas, con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda)

7.6.2.1 Cálculo del área a compensar

Conforme a lo establecido en la Circular 8201-2-808 del 9 de diciembre de 2019 expedida por la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se plantea como medida de manejo por la afectación de las especies no vasculares la retribución en términos de relación de área en hectáreas, en las unidades ecosistemas a intervenir por el desarrollo del Proyecto. En total se estima una intervención máxima de 260,39 ha (Tabla 7-25), lo que conlleva a

compensar un área 5,35 ha por afectación de la flora no vascular y sus hábitats, que se enmarcarán en actividades de recuperación o rehabilitación con el fin de generar nuevos hábitats para la colonización de especies vasculares.

Tabla 7-25. Cálculo del área a compensar por afectación de la flora no vascular y sus hábitats

Cobertura	Área por intervenir	Factor	Total a compensar
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	0,23	0,01	0,00
1.2.1.1. Zonas industriales	0,05	0,01	0,00
1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	0,70	0,01	0,01
1.4.1.2. Parques cementerio	0,00	0,01	0,00
2.1.2.1. Arroz	205,96	0	0,00
2.3.1. Pastos limpios	23,00	0,01	0,23
2.3.2. Pastos arbolados	4,24	0,3	1,27
2.3.3. Pastos enmalezados	18,37	0,03	0,55
3.1.4. Bosque de galería y ripario	1,48	0,5	0,74
3.2.3.1. Vegetación Secundaria Alta	2,66	0,4	1,07
3.2.3.2. Vegetación Secundaria Baja	3,7	0,4	1,48
Total	260,39		5,35

*. Circular 8201-2-808 del 9 de diciembre de 2019 expedido por la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible– MADS. Especies por emplear en el programa de rehabilitación

7.6.2.1.1 Especies por emplear en el programa de rehabilitación

Conforme a los resultados obtenidos en la caracterización de las coberturas vegetales, se logró determinar las especies de fustales (hospederos y/o forófitos) de mayor preferencia de colonización por las especies no vasculares corresponde a *las especies Pithecellobium dulce (Payande) y Guazuma ulmifolia (Guacimo)*, que registraron la mayor riqueza con 20 y 21 especies de flora no vascular, respectivamente. Así mismo, estas especies arbóreas registraron las mayores dominancias de epífitas no vasculares con 83.032 y 54.475 cm², respectivamente. En la Tabla 7.26 se presentan las especies de mayor preferencia de colonización para las especies no vasculares. Se sugiere emplear especies de preferencia de colonización en los diseños florísticos de los programas de rehabilitación ecológica; sin embargo, es preciso resaltar que las especies definitivas a

utilizar surgirán del diagnóstico a realizar en cada área, según los resultados de la caracterización florística y el ecosistema de referencia a emular; así como de la disponibilidad de las plántulas en los viveros.

Tabla 7.26. Especies arbóreas (forófitos) de mayor preferencia de colonización por especies no vasculares.

Nombre Científico Forófito	Nombre Común Forófito	Total
<i>Pithecellobium dulce</i>	Payande	83032
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	54475
<i>Albizia guachapele</i>	Igua amarillo	39668
<i>Zygia longifolia</i>	Suribio	15258
<i>Guarea guidonia</i>	Cedro macho	15230
<i>Zanthoxylum rigidum</i>	Tachuelo amarillo	14386
<i>Calliandra coriacea</i>	Amé	10982
<i>Erythrina fusca</i>	Cachimbo	9145
<i>Tabebuia rosea</i>	Ocobo	8695
<i>Senna spectabilis</i>	Vainillo	8590
<i>Cupania americana</i>	Guacharaco	7798
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Laurel	7196
<i>Coccoloba obovata</i>	Uvillo	5596
<i>Clusia lineata</i>	Clusia	5085
<i>Amyris sp.</i>	Ulanda	4941
<i>Inga sp.</i>	Guamo	4635

FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

7.6.2.2 Diseño florístico tipo

De manera general, el fracaso de las especies por alcanzar un lugar favorable para la regeneración puede ser el resultado de una limitación por ausencia de llegada de semillas, y/o de una limitación en el establecimiento de las plántulas en el sotobosque. Varios estudios teóricos han mostrado que la limitación en el reclutamiento por ausencia de llegada de semillas, o limitación en la dispersión, juega un papel fundamental en el mantenimiento de la diversidad (Tilman, 1999; Hurtt & Pacala, 1995). Si las especies están limitadas en su capacidad de dispersión, las semillas caerán mayoritariamente alrededor de los árboles parentales y los individuos estarán rodeados por conspecíficos con más frecuencia que por hetero-específicos. Como resultado, la competencia intra-específica será más fuerte que la hetero-específica (Hurtt & Pacala, 1995; Nathan & Muller-Landau,

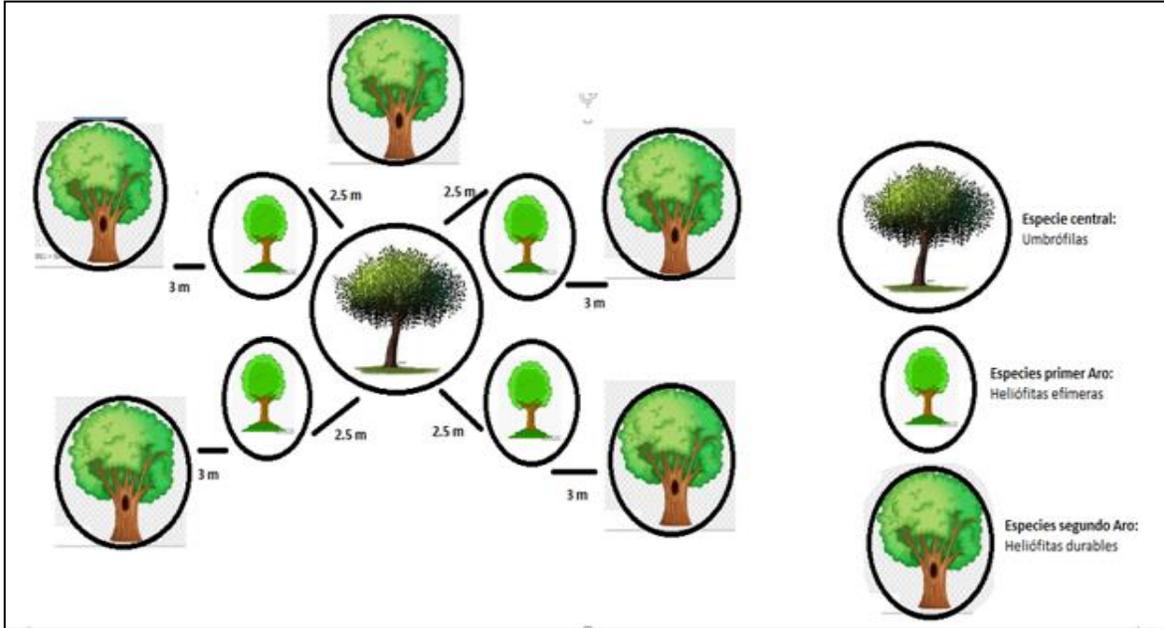
2000), lo que disminuye la exclusión competitiva y promueve la coexistencia. Por lo anterior, surge la necesidad de desarrollar un programa de rehabilitación participativa del bosque con la siembra de especies umbrófilas. Para la selección de las especies, se tendrá en cuenta su gremio ecológico en cuanto a los requerimientos de luz, con el fin de que a futuro las áreas de rehabilitación se conviertan en grandes bosques.

Plantas esciófitas o umbrófilas: especies tolerantes a la sombra, aunque la mayoría de ellas aumentan su crecimiento más lento que las heliófitas, con mayor esfuerzo asignado a la producción de estructuras permanentes que favorecen una vida larga de los individuos. Las semillas y plántulas de las esciófitas generalmente son de tamaño mediano a grande.

Plantas Heliófitas durables: especies intolerantes a la sombra, de vida relativamente larga. Las semillas mantienen la viabilidad por menos tiempo que las heliófitas efímeras. Además de colonizar espacios abiertos, pueden regenerarse en claros más pequeños en el bosque, aunque requieren niveles altos de luz para poder establecerse y sobrevivir. La mayoría de las especies comerciales "tradicionales" (de alto valor y muchas de las comerciales actuales pertenecen a este grupo ecológico. Muchas veces muestran una distribución diamétrica errática o en cohortes, porque la regeneración depende de los disturbios fuertes y entonces no ocurre todo el tiempo, sino a intervalos regulares.

Para la plantación de los árboles y el diseño de las áreas núcleos, se tendrán en cuenta los siguientes arreglos espaciales, en cuanto a densidad de siembra y gremio ecológico de la especie según la Figura 7-44.

Figura 7-44. Arreglo espacial de la siembra.



Fuente: Modificado de, Anderson, M L. 1953.

Las distancias de siembra al interior de cada núcleo serán:

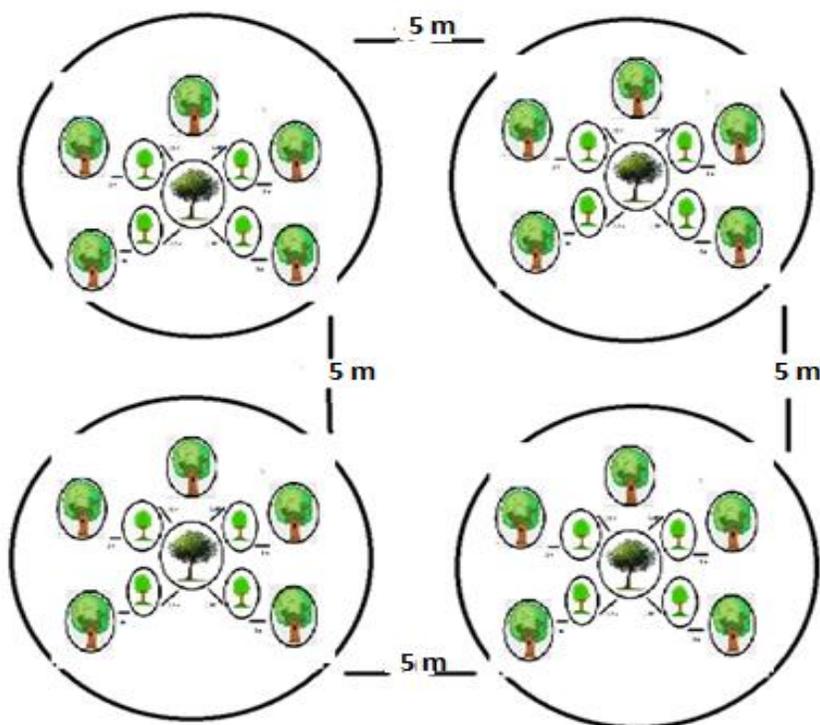
- De la especie central (umbrófila) al primer Aro (heliófita efímera) de 2,5 m
- Del primer Aro (heliófita efímera) al segundo Aro (heliófita durable) de 3 m

En cuanto a las plántulas, las alturas mínimas de siembra serán: para las especies centrales de 0,5 m, el primer aro de 0,5 m y el segundo aro de 1 m. La altura especificada no incluye el alto de la bolsa.

Con el fin de rehabilitar las diferentes coberturas del área perturbada y propuesta para la restauración, se propone establecer áreas núcleos el cual generara conectividad del paisaje mediante el arreglo espacial propuesto anteriormente, con distancias entre si mínimo de 5 m, que conecta áreas naturales a través de áreas productivas. Con lo anterior se favorecerá la conexión y el movimiento de la fauna (Ver Figura 7-45).

Con el fin de rehabilitar las diferentes coberturas de las áreas objeto de rehabilitación y restauración, se propone establecer áreas núcleos el cual generara conectividad del paisaje mediante el arreglo espacial propuesto, Anderson, M L. 1953, con distancias entre si mínimo de 5 m, que conecta áreas naturales a través de áreas productivas. Con lo anterior se favorecerá la conexión y el movimiento de la fauna.

Figura 7-45. Patrón espacial de los núcleos a implementar



Fuente: Anderson, M L. 1953

7.6.2.3 Especificaciones del material vegetal antes de realizar la siembra

Al momento de la siembra se deberá verificar la altura del material a sembrar el cual no deberá ser inferior a 100 cm.

Se evaluará la calidad, vigorosidad y lignificado, sistema radicular resistente, todo el material vegetal sembrado proveniente del vivero.

El suministro de tierra negra debe ser abonada y con cascarilla de arroz preferible u otra materia orgánica de fácil disponibilidad local.

La totalidad de los individuos sembrados deberán corresponder a especies nativas conforme al diseño florístico establecido para cada área.

7.6.2.4 Extracción de germoplasma vegetativo

Para las especies de difícil reproducción en vivero, se deberá extraer de las plántulas de bosques y/o vegetación secundaria, para tal fin se deberá realizar recorridos por las coberturas vegetales naturales con el objeto de identificar germoplasma vegetativo correspondiente a individuos juveniles y/o estacas con potencial de reproducción, este deberá ser marcado y georreferenciado hasta el momento óptimo de hacer la extracción o recuperación.

En el caso en que los individuos extraídos no puedan ser sembrados el mismo día, se adecuará un vivero temporal con el fin de generarles a las plántulas las condiciones necesarias para asegurar su supervivencia. El vivero deberá ubicarse en una zona cercana al área asignada para la siembra de los individuos. Cada vivero deberá constar de un cobertizo de malla polisombra, con el fin de evitar la exposición directa de las plantas al sol que puedan generar quemaduras.

7.6.2.5 Proceso de siembra

Consiste en la limpieza general del área a rehabilitar. Esta actividad se realizará con machete y/o guadaña en algunas áreas puntuales donde se realizará la siembra de cada plántula. Durante esta operación se cortarán los arbustos y malezas presentes en el área de siembra (Ver Figura 7-46).

Figura 7-46. Limpia del área a rehabilitar



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Con ayuda de un barretón o pala draga se harán los hoyos de aproximadamente 40 cm de diámetro por 40 cm de profundidad. Se verificará que en este no se encuentren materiales que obstaculicen el normal desarrollo del sistema radicular de las plantas sembradas.

Plateo. Una vez realizado la limpia general del área y el hoyado, se procederá a realizar el plateo, el cual consiste en la limpieza del área circundante al hoyo. El diámetro será de un (1) metro por plato. Esta actividad es importante ya que con ella se eliminan especies arvenses que compiten con cada plántula establecida por iluminación, humedad y nutrientes (Ver Figura 7-47 y Figura 7-48).

Figura 7-47 Ahoyado



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Figura 7-48. Plateo



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Al transportar el material vegetal se deberá tener especial cuidado para no maltratar las plántulas, ni exponerlas directamente al sol. La siembra se realizará en el menor tiempo posible entre la salida del material del vivero y la plantación de los árboles.

Las bolsas con las cuales sale el material de vivero se cortarán, en el momento de la siembra, con una cuchilla para evitar el desmoronamiento del cespedón de tierra. Las bolsas de desecho deberán ser recogidas, al igual que los demás materiales no biodegradables que se generen en las actividades y se depositarán en lugares adecuados.

Luego de plantar cada individuo, se deberá rellenar el hoyo con tierra procurando que la planta quede bien dispuesta, se verifico que las raíces quedaran en posición correcta, finalmente se comprimirá suavemente la tierra alrededor del árbol para evacuar el aire.

Ahoyado: Se realizará la señalización de los sitios iniciando, con una hilera en línea recta con marcaciones cada 4 metros, posteriormente se indicará el ahoyado con dos varas en forma de triángulo, y se marca el punto de encuentro de estas dos con una estaca. La idea fue sembrar en triangulo o sea al tresbolillo (Ver Figura 7-49).

Los hoyos deben tener las siguientes dimensiones: 0.40 m de ancho X 0.40 m de largo X 0.40 m de profundidad.

Ibagué y Piedras (Tolima)

Figura 7-49. Ahoyado



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Llenado de hoyos con tierra negra abonada: Se removerá y picará bien el suelo dentro del hoyo para garantizar una buena aireación. Antes de plantar se aplicará al hoyo hidro-retenedor de acuerdo con los requerimientos de la especie a plantar. Lo cuál será indicado por el técnico forestal (Ver Figura 7-50).

Figura 7-50. Llenados de hoyos con tierra abonada



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Siembra de la plántula con pan de tierra: Para realizar la siembra se quitará la bolsa de polietileno dejando al descubierto el "pan de tierra". Se deberá podar las raíces salientes de la bolsa con una herramienta adecuada como tijeras podadoras o navaja afilada, previamente desinfectada, luego se colocará el "pan de tierra" en el hoyo llenándolo con la tierra extraída de su apertura, revuelta con la tierra negra abonada. Se procurará dejar el cuello de la raíz a ras de tierra. Al terminar de llenar el hoyo, se comprimirá la tierra cercana al pan de tierra de la plántula, para eliminar el aire acumulado (Ver Figura 7-51).

Figura 7-51. Siembra de plántula



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Señalización y rotulado: Cada plántula deberá ser rotulada con un código único alfanumérico que permita su identificación y seguimiento en los diferentes controles a desarrollar. El código asignado alimentará una base de datos la cual contendrá la siguiente información: nombre científico de la especie, nombre común, fecha de siembra, coordenada, proyecto, altura de siembra, altura de seguimiento, estado fitosanitario, entre otras observaciones. Cada rótulo deberá ser amarrado a la plántula de tal forma que no fuera alterar su estado físico (Ver Figura 7-52).

Figura 7-52. Marcación de individuos de regeneración natural



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO
AMBIENTE (2021)

7.6.2.6 Aislamiento del área a compensar

Con el fin de proteger el área a rehabilitar de los diferentes factores tensionantes, se deberá realizar una inspección de los perímetros con el fin de evaluar el estado actual de las cercas. En caso de ser necesario se realizarán los respectivos aislamientos de los tramos que sean necesarios según la metodología que se describirá a continuación:

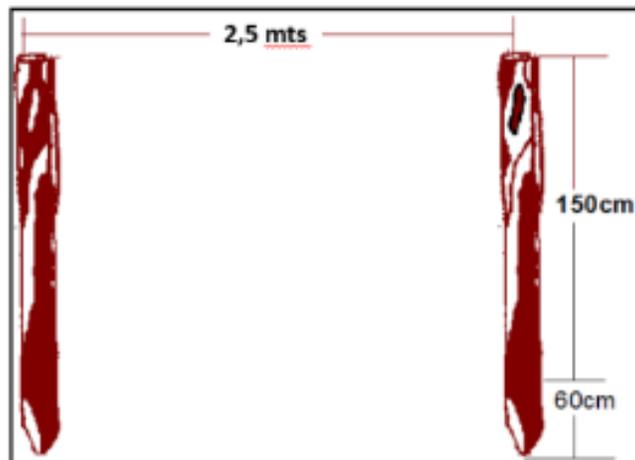
Trazado y ahoyado: Se aislará mediante un cercado con alambre de púa. El tamaño de los hoyos será de 60 cm, para dejar 1,5 mts de poste al aire y distribuir uniformemente las cuatro (4) cuerdas de alambre. Los postes se establecerán con una distancia entre ellos de 2,5 metros. Los postes para las cercas serán de madera plástica o madera, sana, curada, descortezada, sin partes carcomidas ni rajaduras, rectos y con todos los nudos recortados a ras de la superficie. Éstos tendrán una longitud mínima de 2,20 m y al menos de 10 a 12 cm de diámetro. Los extremos de los postes serán impermeabilizados. La distancia entre éstos será de 2,5 m, y se colocará un diagonal o pie de amigo cada 30 m o cuando la topografía del terreno lo exija (Ver Figura 7-53 y Figura 7-54).

Figura 7-53. Ahoyado y trazado para instalación de postes de madera



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Figura 7-54. Esquema del trazado y espacio de postes



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

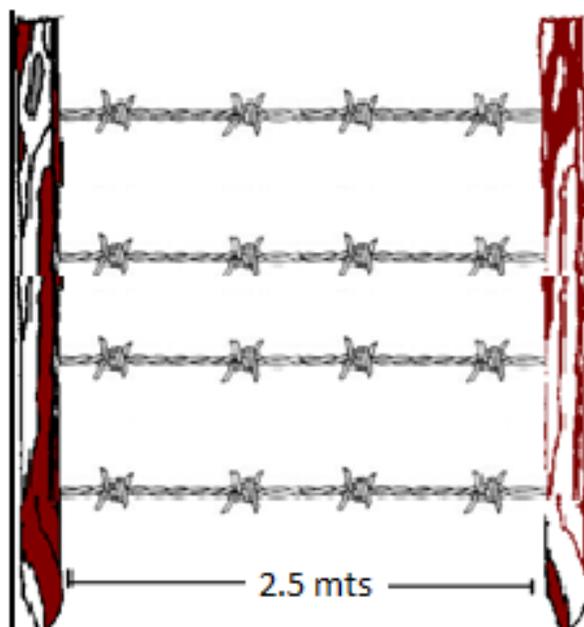
Hincado, templado y grapado: El hincado de cada uno de los postes se realizará a una profundidad de 0.60 m, quedando debidamente anclados mediante la compactación del material de relleno. Se colocaron cuatro (4) hilos de alambre calibre 12 a lo largo del aislamiento, debidamente templados y grapados, con el fin de garantizar el aislamiento frente a ganado y personas. El templado del alambre se realiza teniendo en cuenta una distribución uniforme de las cuatro (4) cuerdas a una distancia aproximada de 50 cm (Ver Figura 7-55 y Figura 7-56).

Figura 7-55. Templado y grapado de cercas



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Figura 7-56. Esquema del aislamiento inerte con postes de madera y alambrado con 4 hilos



FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)

Alambrado: Se utilizará alambre calibre 12, rollos de 350 metros. Transporte mayor y menor: El transporte mayor de los materiales se realizará en la medida de lo posible en un camión tipo doble troque. El transporte menor se realizará con un tractor y/o una zorra para la distribución de los postes sobre la línea demarcada para la construcción de la cerca.

7.7 Recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica

En el marco del presente Estudio de Impacto Ambiental, las actividades de campo del medio biótico estuvieron amparadas bajo los siguientes Permisos de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales (**ANEXO E.3**):

- Estudios de Flora y Fauna: Resolución 02308 del 22 de noviembre de 2019.
- Estudios Hidrobiológicos: Resolución 01403 del 16 de julio de 2019.

Los certificados de herbario del material, se presentan en el **ANEXO D.2.2**.

Por otro lado, cuando en el desarrollo del proyecto y para la implementación del Plan de Manejo Ambiental (PMA) o Plan de Seguimiento y Monitoreo (PSM) del presente EIA, se planteen actividades que impliquen la manipulación o recolección de especímenes de la diversidad biológica (e.g. captura y/o colecta de muestras de flora, de fauna o hidrobiológicos), se debe contar con el permiso de recolección respectivo, el cual debe ser incluido en la solicitud de la Licencia Ambiental, de conformidad con el numeral 3 del Artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por lo tanto, en el presente numeral se presenta la justificación, se describen las metodologías para la recolección de especímenes de la biodiversidad, categorías taxonómicas de los grupos a recolectar y perfiles de los profesionales encargados de ejecutar estas capturas y colectas en campo, con el objetivo de solicitar este permiso para las diferentes etapas del proyecto.

7.7.1 Justificación

En el marco del Plan de Manejo Ambiental (Capítulo 10.1.1) y Plan de Seguimiento y Monitoreo (Capítulo 10.1.2) del Presente Estudio de Impacto Ambiental, se establecieron actividades de manejo, seguimiento y monitoreo que podrían involucrar la manipulación,

captura temporal o recolección de especímenes de la diversidad biológica, relacionados con la flora, fauna y recursos hidrobiológicos; por esta razón y en línea con los términos de referencia y normatividad ambiental aplicable, se solicita el Permiso de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica, para la Licencia Ambiental objeto del presente EIA.

7.7.2 Metodologías de recolección

7.7.2.1 Fauna Silvestre

Se plantea la captura temporal de aquellos especímenes de la fauna silvestre durante las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación, en los casos donde las técnicas de ahuyentamiento no propicien el desplazamiento de los individuos o cuando se encuentren individuos de movilidad restringida o que atraviesen etapas tempranas de su ciclo de vida (neonatos y juveniles).

A continuación, se describen las metodologías que podrían ser empleadas para el rescate, traslado y reubicación de la fauna en el área de intervención del proyecto.

7.7.2.1.1 Metodologías de extracción temporal (captura) en campo

➤ Anfibios

Teniendo en cuenta los picos de actividad de las especies de anfibios, se realizarán dos jornadas de rescate de anfibios en el día, durante un periodo que permita hacer un barrido completo del área a intervenir. De esta forma, se realizará una jornada en la mañana, entre las 6:30 y las 10:30 h y otra en la noche entre las 18:00 y las 22:00 h. La captura de individuos se realizará de forma manual utilizando el método de encuentro visual - Survey Visual Encounter (VES) (Heyer et al., 1994; Angulo et al. 2006). Una vez capturados, los individuos serán depositados en bolsas plásticas o de tela, en las cuales se debe introducir hojarasca húmeda para evitar la desecación de los ejemplares durante su traslado.

Los individuos capturados serán valorados para establecer su condición de salud y determinar si es posible realizar la liberación inmediata. Se tomará información sobre especie, hábitat y microhábitat donde fue capturado, hora de captura y condición física, con el fin de establecer el sitio más adecuado para su liberación.

➤ Reptiles

Para el rescate de reptiles y posterior a la aplicación de técnicas de ahuyentamiento, se realizará una inspección del área de intervención buscando en sitios específicos donde puedan quedar individuos rezagados, como debajo de troncos muertos, rocas, hojarasca, oquedades y corteza de árboles.

Se usará el método de encuentro visual - Survey Visual Encounter (VES) (Heyer et al., 1994; Angulo et al. 2006). Cuando se trate de especies de lagartos (suborden Sauria), se realizará captura manual, depositando los individuos atrapados en bolsas plásticas o de tela con hojarasca húmeda en su interior. En el caso de serpientes (suborden Serpentes), se realizará la captura por medio de un gancho o pinza herpetológica. Posteriormente y de acuerdo con el tamaño del ejemplar, estos serán introducidos en bolsas de tela o costales resistentes a cualquier perforación que pueda realizar el individuo capturado. Cada uno de los individuos capturados será revisado por profesional experto en el grupo faunístico, el cual establecerá el estado de salud y si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o requiere atención antes de ser liberado. A cada individuo se tomará información sobre especie, hábitat y microhábitat donde se encontró, condición física, estado reproductivo y hora de captura, con el fin de determinar el sitio óptimo de liberación.

➤ Aves

Se aplicarán técnicas de ahuyentamiento a través de sonidos y revisión de la vegetación presente en el área, con el fin de identificar individuos y ahuyentar los mismos. En el caso de individuos en la vegetación que será objeto de aprovechamiento y que no

responden a las técnicas de ahuyentamiento, se realizará captura manual, depositando los individuos en bolsas de tela para su inmediata liberación.

➤ Mamíferos

Para el rescate de mamíferos y posterior a la aplicación de técnicas de ahuyentamiento, se realizará una inspección del área de intervención buscando en sitios específicos donde puedan quedar individuos rezagados, en madrigueras, árboles, etc.

✓ Trampas Sherman

Se emplearán 50 trampas Sherman como máximo, de dimensiones 23 x 7,5 x 9,0 cm fabricadas en aluminio. Estas trampas serán ubicadas en sitios donde se presuma la presencia de pequeños mamíferos no voladores (roedores y musarañas – familias Cricetidae y Didelphidae), depósitos de madera y hojarasca, madrigueras subterráneas, entre otras. Las trampas serán dispuestas en transectos con una separación aproximada de 5 m entre cada trampa y deberán ser camufladas con el fin de no ser detectadas por la fauna.

Una vez ubicadas, las trampas serán cebadas con alimentos como avena, maní, miel y esencia de vainilla. Estas se activarán al finalizar la tarde (18:00 horas) y deberán ser revisadas al siguiente día a partir de las 6:00 horas. En la tarde serán recebadas, permaneciendo en el área de intervención por un periodo máximo de 5 días.

Los individuos capturados serán evaluados para determinar su condición física y proceder con la liberación inmediata, con el previo registro de datos sobre especie, edad, sexo, longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata, longitud de la oreja, condición general del individuo y tipo de vegetación en la que se capturó.

✓ Captura manual

En caso estrictamente necesario, al no responder de forma positiva a los estímulos empleados para el ahuyentamiento, se accederá hasta donde sea visualizado el individuo para proceder con su captura. Posteriormente, se evaluará el estado del ejemplar con el fin de proceder a su liberación o si es necesario, trasladarlo a un centro de atención de fauna.

7.7.2.1.2 Metodologías de manejo de especímenes *ex situ*

A continuación, se explica el traslado de individuos capturados por grupo taxonómico y su posterior reubicación, así como la preservación de ejemplares.

Traslado de especímenes

Todos los individuos capturados serán sometidos a una valoración por parte del profesional experto en el grupo faunístico, quien determinará si pueden ser liberados de forma inmediata en el área de reubicación o si deben ser trasladados al Centro de Atención y Valoración de Fauna Silvestre (CAVFS) de CORTOLIMA. De acuerdo con el grupo biológico, el transporte de los ejemplares capturados se realizará como se describe a continuación:

➤ Anfibios y reptiles

Los anfibios y lagartos se transportarán en bolsas de tela con hojarasca húmeda para evitar la desecación del animal durante el traslado. Las serpientes se transportarán utilizando bolsas de tela o costales según el tamaño del ejemplar. La manipulación de las serpientes se debe realizar en todo momento haciendo uso de un gancho herpetológico para evitar el contacto manual con el individuo, con el fin de prevenir accidentes. Esto asegura la salud del individuo animal como la del investigador que está realizando la manipulación.

➤ Aves

Las aves capturadas se deben transportar en jaulas especiales, dispuestas de bebederos y comederos si el trayecto es muy largo. La jaula se debe cubrir en lo posible con una manta oscura para disminuir el estrés que causa su traslado.

➤ Mamíferos

Los mamíferos deberán ser transportados en guacales, los cuales deben estar cerrados con llave durante el periodo de transporte. El guacal deberá ser cubierto con una manta de color oscuro para disminuir el estrés que causa su movilización.

La movilización del animal al sitio de reubicación deberá hacerse de la siguiente forma:

- ✓ Manualmente: Cargando el animal con la ayuda del (los) auxiliar (es) de campo.
- ✓ Mediante un vehículo: Se utilizará un vehículo de cuatro ruedas para movilizar el animal.

Nunca se debe hacer en vehículos de dos ruedas como motocicletas, bicicletas, ni tampoco mediante el uso de otros animales, como caballos o mulas. En caso de que se requiera sedar al animal, el profesional veterinario debe estar presente durante todo el procedimiento, desde la captura, hasta la liberación.

Reubicación

Para la reubicación y liberación de la fauna capturada se deberá analizar el grado de similitud al ambiente original del rescate, para lo cual se requiere realizar una rápida descripción y caracterización del ambiente, el grado de mejoramiento de las condiciones para aumentar la probabilidad de colonización y la sobrevivencia de los ejemplares trasladados.

La reubicación de reptiles y anfibios se llevará a cabo principalmente en sitios con características similares al lugar de origen, a una distancia no menor a un kilómetro. Las

áreas de reubicación serán marcadas y georreferenciadas, de manera que sean fácilmente detectables al realizar futuros monitoreos.

Los anfibios capturados se ubicarán en sitios con la humedad requerida y en sectores que no serán intervenidos por las obras del proyecto.

Los mamíferos capturados serán trasladados en un tiempo no mayor a 24 horas hacia el sitio destinado para ser reubicados. Este tipo de liberaciones se consideran blandas, por lo tanto, no tendrán consecuencia sobre esta fauna capturada y no se requiere hacer ninguna intervención sobre esta.

Es pertinente mencionar que la razón que justifica que el traslado de los ejemplares capturados no se haga a grandes distancias (por fuera del área de influencia) se relaciona con los siguientes aspectos:

- ✓ Evitar el traslado de individuos con configuraciones genéticas particulares a otros ambientes.
- ✓ Promover que el nuevo hábitat seleccionado tenga condiciones abióticas similares a las del hábitat original.
- ✓ Evitar que los individuos permanezcan capturados por un tiempo prolongado.
- ✓ En el caso de los reptiles, se seleccionarán sectores con condiciones similares al ambiente original y serán liberados principalmente en horas con temperaturas altas, para facilitar su movilidad y búsqueda de refugio.
- ✓ Por su parte, los anfibios serán liberados durante la noche en sectores con agua permanente y que exhiban condiciones similares a las de los sitios de captura (vegetación acuática y palustre, fisicoquímica del agua, etc.).

Las aves, por ser organismos de alta movilidad, serán liberadas en sitios aledaños al proyecto. En el caso del encuentro de pichones o animales heridos, se realizará un acuerdo con el Centro de Atención y Valoración de fauna y flora silvestre (CAVFS) de

CORTOLIMA, que pueda atender posibles eventualidades sobre la salud y atención primaria de estos individuos.

Tratamiento de individuos muertos

Los individuos que sean encontrados muertos durante las jornadas de ahuyentamiento y las labores de aprovechamiento forestal, deben ser preparados y preservados, dependiendo de las condiciones de descomposición de sus cuerpos y siguiendo las metodologías específicas para cada grupo, que se detallan a continuación.

Preservación

➤ Anfibios:

A los ejemplares se les inyectará una solución de formol al 10%; luego se procederá a colocar los ejemplares en una cámara húmeda cerrada o bandeja cerrada durante dos (2) a ocho (8) horas (Angulo et al. 2006).

➤ Reptiles:

Para la preparación y fijación, se deberá proceder a su inmersión en solución de formol al 10% durante 7 a 10 días. Para ejemplares grandes se inyectará formol al 10% en la cavidad visceral o se realizará una incisión a la derecha de la línea ventral del cuerpo y en los músculos mayores para permitir la penetración del fijador y facilitar la preservación de los órganos internos (Angulo, Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha & La Marca, 2006).

➤ Aves:

La preservación se llevará a cabo de acuerdo con el procedimiento de preparación de pieles de Serie (1918). Primero se dispone algodón en la boca del animal, para luego iniciar la separación de la piel del ave, desde la parte inferior ventral, donde se hace una

incisión en la piel, la cual se va desprendiendo y se avanza hacia los costados (Serié, 1918).

Al llegar a la cabeza del ave, serán extraídos los órganos y músculos de la misma, y se cortarán las vértebras del cuello, con el fin de preservar el cráneo junto con la piel de estudio. En caso necesario, se aplicará aserrín o bórax para secar los tejidos que quedan e impedir que se pudra la piel. Posteriormente, se devolverá la piel hacia atrás, a través de la piel del cuello, para re-introducir el cráneo, cuidando de dejar todas las plumas en su sitio, y no dejar pliegues en la piel de la cabeza en general (Serié, 1918).

Posteriormente, se introducen dos pequeñas bolas de algodón a través del pico, para rellenar el sitio que los globos oculares ocupaban. Luego se arreglan las alas; para lo cual se retiran los músculos y tendones sobre el húmero, cuidando de no desprender las plumas primarias del ala. Con aguja e hilo, se amarran las dos alas entre sí a través del cúbito y la ulna, y se deja lo que sería el espacio interescapular del ave (Serié, 1918). Por otra parte, en la cola, es necesario retirar la glándula uropigial y la carne que haya quedado, para lo cual debe extraerse el muñón de la cola y retirar la piel de la espalda sobre él, donde se encuentra la glándula, la cual se corta por encima de la cola, y se añade bórax o aserrín en caso de ser necesario (Serié, 1918).

Finalmente se rellena y se sutura la piel; para lo cual, se enrolla algodón de la forma y tamaño aproximado del cuerpo sobre un palillo largo y delgado. Se introduce la punta en el cuello hasta el pico y se devuelve la piel sobre el relleno. Luego se procederá a suturar la piel en el vientre, donde se hizo el corte inicial, empezando por la parte superior del vientre, y avanzando hacia la cloaca. Se realizan puntadas en zig-zag hasta terminar por debajo del palo, donde se ajusta toda la abertura y se amarra. Finalmente se unen los tarsos en forma de equis y se arregla el plumaje de modo que tenga su apariencia natural, y por último se deberá colocar la etiqueta a la pata de la piel preparada (Serié, 1918).

➤ Mamíferos:

Preservación en seco: De acuerdo con el procedimiento de preparación de pieles de Nagorsen & Peterson (1980). La preparación del individuo se procesa por disección a través del vientre con separación de la piel del resto del cuerpo, solo conservando las patas; posteriormente, se limpiará la piel de restos de grasa y se procederá a su curtido con Carbonato de Magnesio o con Borax. La taxidermia, se estructura sobre un relleno de fibra de poliéster (Simmons & Muñoz-Saba, 2005) soportado sobre alambre acerado para la acomodación de los miembros y la cola. Luego se fijará con alfileres a láminas de cartón para el secado de piel y su transporte a la colección.

Preservación en líquido: Se inyectará formol al cuerpo y se mantendrá en formol por 72 horas, posteriormente se cambiará el formol por alcohol al 90% en frascos de vidrio, de manera gradual.

Transporte

➤ Anfibios

Material etiquetado y preservado en etanol al 70%, transportado en cajas plásticas o de poliestireno, para inclusión en una colección biológica registrada.

➤ Reptiles

Material etiquetado y preservado en solución de etanol al 70%, transportado en frascos de vidrio. Etiquetado e inclusión en una colección biológica registrada.

➤ Aves

Material envuelto en láminas de algodón y transportado en cajas selladas. Etiquetado e inclusión en una colección biológica registrada.

➤ Mamíferos

Para material preservado en seco: En el caso de pieles, el material será depositado en bolsas de polietileno con naftalina. En el caso de restos corporales o segmentos de esqueletos, serán almacenados en frascos de vidrio de boca ancha sin ningún solvente.

El material preservado en seco será transportado en contenedores plásticos, para la inclusión en una colección biológica registrada

Para material preservado en líquido: Será almacenado en frascos de vidrio y transportado en contenedores plásticos.

Deposito final de ejemplares de fauna

Los ejemplares que sean recolectados deberán ser entregados a una o varias colecciones biológicas registradas y acreditadas ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, dando prioridad a aquellas que estén ubicadas dentro o en cercanías del área de influencia del Proyecto, por ejemplo: Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, Colección de Vertebrados de la Universidad de Caldas, entre otras. En caso de no ser posible el depósito de los especímenes colectados en las colecciones biológicas del área de influencia del Proyecto, se depositarán en alguna de las colecciones científicas acreditadas y registradas en el país, por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

7.7.2.2 Especies de flora de hábito epífito, terrestre y/o rupícola

Previo a las actividades de remoción de cobertura y de aprovechamiento forestal, se debe realizar la verificación y localización de las especies vasculares objeto de rescate, para las cuales se propone su traslado y reubicación, por lo cual es necesaria la colecta temporal de los especímenes.

Como es bien sabido, la Resolución 0213 de 1977 emitida por el INDERENA, estableció la veda en todo el territorio nacional para el aprovechamiento, transporte y comercialización de las especies de musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas; así como lama, capote y broza, entre otras, y las declara plantas y productos protegidos. Por lo anterior, se contempla la solicitud de levantamiento parcial de veda para las especies de flora de hábito epífito, terrestre y rupícola. Cabe anotar que estas corresponden a especies vasculares sobre las cuales se llevarán a cabo los

procedimientos de rescate, traslado y reubicación, en el caso de las especies no vasculares se tomarán medidas de compensación.

7.7.2.2.1 Metodologías de extracción temporal (captura) en campo

➤ Especies vasculares de hábito epífita

El rescate de individuos de bromelias y orquídeas se hará de manera previa a la tala, o después de hacer tala dirigida con el fin minimizar el daño de los individuos objeto de rescate durante el aprovechamiento forestal y se deberán seguir las siguientes etapas y recomendaciones:

Revisión preliminar del estado fitosanitario de especies de epífitas vasculares

Previo a las actividades constructivas del proyecto en las que haya lugar aprovechamiento forestal, se deberá verificar la presencia de individuos (bromelias y orquídeas), esta actividad se debe realizar por parte de profesionales con conocimiento en el manejo de flora epífita y deberán realizar las siguientes actividades:

- ✓ Registrar el estado fitosanitario y número de individuos por cada especie.
- ✓ Demarcar e informar de la presencia de epífitas vasculares, que le permita al personal de obra y a la comunidad en general identificar los árboles hospederos sujetos a restricción por la afectación de estas especies y que tendrán un manejo especial por parte del personal calificado.
- ✓ Registro en los formatos correspondientes y respectivos registros fotográficos de esta actividad.

Rescate de individuos de epífitas vasculares

Para el rescate de los individuos de bromelias y orquídeas, el procedimiento se realizará de la siguiente manera:

- ✓ Los individuos de bromelias serán removidos antes de empezar cualquier actividad de tala o remoción de cobertura vegetal. Los individuos que se encuentren a una altura inferior a 3m, se removerán manualmente antes de la tala del árbol; una vez talado éste, se revisará si en las ramas más altas persisten más individuos objeto de rescate y que se encuentren en condiciones óptimas.
- ✓ Los individuos se deben retirar con parte de la corteza del árbol, principalmente para no afectar sus tallos y raíces aéreas, y en lo posible que lleven epífitas no vasculares asociadas al forófito, ya que en muchos de los casos se encuentran asociadas a las raíces de las epífitas vasculares. Se recomienda mantenerlas en posición vertical todo el tiempo por ser hábitats de algunos grupos de insectos y anfibios.

Considerando el rescate de los individuos de las epífitas vasculares en el área de intervención del proyecto, se deberá tener en cuenta 3 criterios importantes:

- ✓ Criterio fitosanitario: se rescatarán individuos con órganos vegetativos en óptimas condiciones, es decir: hojas, tallos, raíces, y/o presencia o ausencia de yemas florales, que no presenten daños por agentes biológicos tales como hongos, larvas y/o enfermedades ya sea por bacterias, que se puedan evidenciar físicamente. A su vez no se deben tener en cuenta individuos que se encuentren con órganos vegetativos afectados por necrosis, y/o que se encuentren "quemados" por la acción excesiva del sol y el viento.
- ✓ Criterio reproductivo: no se deberán tener en cuenta los individuos ya florecidos, ni tampoco en estados iniciales de desarrollo, debido a la susceptibilidad al deterioro y su bajo nivel de adaptación a las condiciones ambientales.
- ✓ Criterio de senescencia: se deberán rescatar individuos que estén en un desarrollo no muy avanzado o adulto; este estado "intermedio" se deberá tener en cuenta dado que los individuos deberán responder positivamente al cambio de hospedero del cual se extrae.

Se sugiere realizar la reubicación del material vegetal dentro de las 72 horas siguientes, garantizando las condiciones de sobrevivencia; en el eventual suceso de no ser posible, y de ser requerido llevar el material vegetal a un acopio temporal o vivero, el tiempo máximo de permanencia de los individuos rescatados no debe superar los tres (3) meses, en todo caso, asegurando que durante la época de reubicación se presenten las condiciones de humedad requeridas.

➤ Especies vasculares de hábito terrestre y/o rupícola

A continuación, se describen los pasos para el rescate de especies terrestres de orquídeas y bromelias en el área de intervención (básicamente, se debe rescatar individuos que no estén en floración ni en fructificación, en estado juvenil preferiblemente, con buen estado fitosanitario):

- ✓ Cavar en círculo alrededor de las especies terrestres con ayuda de herramientas adecuadas (palas o palines), conservando una distancia aproximada de 20 a 50 cm alrededor de la base y de 20 a 60 cm más de profundidad (dependiendo del tamaño del sistema radicular de cada especie), para preservar las raíces y minimizar daños mecánicos sobre estas durante la excavación.
- ✓ Si la tierra está muy seca, se debe regar unos minutos antes de comenzar a cavar, esto con el fin de mantener compactado el sustrato alrededor de la raíz, brindarle mayor apoyo durante la extracción y reducir las probabilidades de sufrir daños mecánicos.
- ✓ Una vez se haya completado la excavación, se toma el pan de tierra desde la base y se hala suavemente, al tiempo que con ayuda de la pala se hace palanca, hasta extraer por completo pan de tierra donde se encuentran las especies terrestres, incluyendo el pan de tierra que rodea la raíz. De este modo se ayuda a reducir la probabilidad que el individuo sufra algún tipo de daño por el proceso de extracción.
- ✓ En caso de que los individuos extraídos con su pan de tierra deban permanecer expuestos por un tiempo prolongado, serán cubiertas con papel periódico o un plástico resistente con el fin de evitar la desecación de estas por la exposición

directa con el aire, y así ayudar con la reducción del estrés sufrido por la planta a causa del trasplante.

- ✓ Una vez extraído y para efectos del seguimiento posterior a la reubicación, a cada individuo le será asignado un número consecutivo (código), el cual será marcado sobre una estaca de madera, enterrada junto a cada individuo, georreferenciado con su respectivo registro fotográfico.

Se sugiere realizar la reubicación del material vegetal dentro de las 72 horas siguientes al rescate, garantizando las condiciones de sobrevivencia; en el eventual suceso de no ser posible y de ser requerido llevar el material vegetal a un acopio temporal o vivero, el tiempo máximo de permanencia de los individuos rescatados no debe superar los tres (3) meses, en todo caso asegurando que durante la época de reubicación se presenten las condiciones de humedad requeridas.

7.7.2.2.2 Metodologías de manejo de especímenes *ex situ*

Una vez se haya colectado el material referente a epifitas vasculares que será objeto reubicación, este será trasladado al sitio de reubicación o a un acopio temporal en vehículos que cuenten con el espacio y condiciones óptimas para evitar la exposición a la luz o calor excesivos.

Sitios de reubicación

La selección de los sitios tendrá en cuenta el tipo de cobertura y la presencia de forófitos (árboles hospederos) semejantes a los hospederos de donde fueron extraídas, en cuanto a corteza y sin presencia de exudado. No se deben sobrecargar con especies ni individuos de epífitas, ni retirar epífitas presentes en estos forófitos para reubicar los individuos trasladados. Así mismo, las especies forestales donde van a ser trasladadas deben cumplir con las condiciones fitosanitarias, de estructura (árboles maduros, de cortezas rugosas, sin ritidoma, con presencia de algunas especies no vasculares) lo que facilitará su prendimiento.

Acondicionamiento de los individuos rescatados

Se dispondrá de un sitio de acondicionamiento temporal (SAT), el cual será utilizado para promover la estabilización de las epífitas, contrarrestar el estrés que pudieran haber sufrido las plantas durante la extracción, evitar la acumulación de humedad en exceso y la sobreexposición de luz. El tiempo de permanencia en el SAT será de máximo 90 días antes de su reubicación. El acondicionamiento consistirá en:

- ✓ Selección de individuos con menor daño mecánico
- ✓ Limpieza de las plantas
- ✓ Atado a un tronco pequeño a fin de evitar enredos entre ellas.

Reubicación de los individuos

Para esta actividad, se ubicarán de 3 a 4 individuos por cada fórofito seleccionado con anterioridad, buscando siempre corteza rugosa para proporcionar una mayor adherencia de la planta y ubicando cada individuo en las intersecciones de las ramas principales o en sitios de las ramas que faciliten la sujeción de los ejemplares al hospedero. Se tendrá la precaución que las ramas en las que se coloquen las plantas epífitas no reciban sol directo durante todo el día.

Se recomienda realizar la reubicación y el traslado en época de lluvias, con el fin de garantizar el aporte de humedad. Se recomienda la aplicación de hormonas de enraizamiento.

En el nuevo forófito, se debe realizar una pequeña incisión para luego adherir la corteza retirada con la epífita rescatada fijándola al árbol con fibras naturales para darle soporte.

A cada espécimen reubicado se le asignará un código de identificación, el cual será anotado en cintas biodegradables para ser amarradas en cada epífita.

Con el fin de garantizar el adecuado crecimiento de los individuos, una vez ubicados en los forófitos se realizarán labores de mantenimiento permanentes durante todos los

meses. Estas labores permitirán disminuir al mínimo el porcentaje de mortalidad del material vegetal rescatado y sembrado.

7.7.3 Depósito final de ejemplares

Los especímenes que sean colectados deberán ser entregados ante alguna de las 208 colecciones biológicas acreditadas y registradas en el país, por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

7.7.3.1 Comunidades Hidrobiológicas

A continuación, se describen los métodos y procedimientos de monitoreo (Figura 7-57) empleados para la toma de muestras de las comunidades de plancton (fitoplancton-zooplancton), perifiton, macroinvertebrados acuáticos, macrófitas e ictiofauna.

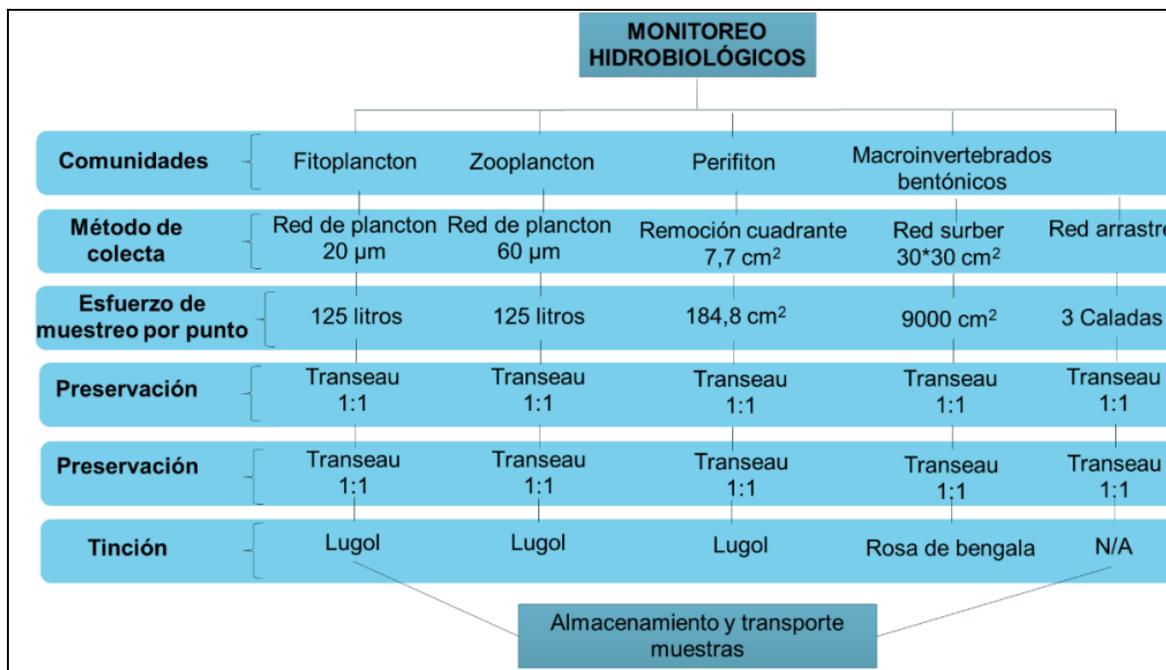


Figura 7-57 Métodos y procedimientos fase de campo para Hidrobiológicos

➤ Plancton

Las comunidades de fitoplancton y zooplancton serán monitoreadas en los cuerpos de agua lénticos, la cual se realizará mediante el uso de un balde de 10 litros y una red de 20µm para fitoplancton y de 60µm para los individuos zooplanctónicos. Previo a la toma de muestras en cada uno de los puntos establecidos, se realizará la limpieza (purgado) de estos elementos con agua del sitio a monitorear, esto con el fin de evitar la colecta de organismos de otros puntos anteriores que pudieran quedarse adheridos a los equipos.

Seguido, se realizará la filtración de 25 litros 5 veces, teniendo en cuenta todos los microhábitats posibles obteniendo así la integración de la muestra; esta se preservará con solución transeau. Para facilitar la observación e identificación de los microorganismos (fitoplancton) se agregaron 2,5 ml de Lugol. Finalmente, las muestras serán rotuladas y almacenadas en recipientes ámbar de 250 y 100 mililitros para su transporte, los datos se registrarán en cadenas de custodia y formatos de campo.

➤ Perifiton

La toma de muestras de este grupo se efectuará en sistemas lenticos y lóticos, la colecta se realizará haciendo raspados de las superficies duras como rocas, troncos, hojas o cualquier otro tipo de sustrato natural o artificial, mediante el uso de un cuadrante de 7,7cm², este procedimiento se realizará 24 veces en cada sitio a monitorear en distintos microhábitats.

➤ Macroinvertebrados acuáticos

La comunidad bentónica de macroinvertebrados es monitoreada tanto en los sistemas lénticos como lóticos, este grupo se colectará mediante submuestras en cada punto establecido, donde cada una se elegirá por presentar características diferentes (microhábitat) como tipo de sustrato, velocidad del agua, profundidad, entre otros. Esto permitirá caracterizar diferentes grupos de macroinvertebrados (bentos, neuston y

asociados a vegetación acuática), obteniendo de esta manera una muestra integral y representativa de los cuerpos de agua evaluados.

Posterior a la ubicación del punto y de los sitios de toma de muestras (submuestras) en cada uno de ellos, se ubicará una red surber a contracorriente con un cuadrante de remoción de 30*30cm. En zonas donde la corriente sea muy baja o casi nula, con ayuda de la mano o de los pies se generará una corriente para que los organismos que han sido puestos en suspensión del sustrato sean dirigidos hacia la red (método kick-sampling).

➤ Ictiofauna

Para los cuerpos de agua loticos y lenticos, los escenarios de muestreos de peces están representados por la variabilidad en la estructura de los ambientes, que ejerce influencia sobre los patrones de distribución de las especies. Teniendo en cuenta lo anterior se procederá a utilizar técnicas que permitan obtener especies de pequeño tamaño, o de hábitos donde los métodos tradicionales no son tan efectivos, empleándose las siguientes técnicas:

- ✓ Red de mano: Se realizarán lances por hora de pesca con este arte teniendo en cuenta abarcar todos los microhábitats presentes dentro del cuerpo de agua empleando una red de 80 x 80 cm con una abertura de malla de 5mm en la boca y 2mm en el copo.
- ✓ Chinchorro o redes de arrastre: Se realizarán lances cubriendo todos los hábitats disponibles, usando una red de 4 metros de largo con 1m de altura y un ojo de malla desde un (1) centímetro. La longitud de cada arrastre varió en cada estación dependiendo de las condiciones del sustrato de cada cuerpo de agua y de las dimensiones de este.

Los especímenes capturados serán fotografiados e identificados *in situ* siguiendo las claves taxonómicas y listados regionales propuestos por Géry, 1977; Mago-Leccia, 1994; Taphorn, 1994; Machado-Allison & Fink, 1996; Lasso & Machado-Allison, 2000; Lasso,

2004; Armbruster, 2003, Covain & Fisch-Muller, 2007; Galvis et al., 2007, Maldonado-Ocampo et al., 2013.

➤ **Macrófitas**

La evaluación de plantas acuáticas en los sistemas lenticos se realizará por medio de un inventario a través de la metodología cinturón transecto según la cual se debe seguir en línea recta 50 metros (Transecto), alternando a cada lado del transecto una parcela de 1m² cada 10 metros, teniendo en cuenta los parches presentes por parcela de 1m², estimando en cinco (5) puntos el porcentaje de área que ocupa cada morfotipo.

7.7.4 Perfil de los profesionales

A continuación, se presenta el perfil de los profesionales que estarán involucrados en las actividades de la manipulación, captura temporal o recolección de especímenes de la diversidad biológica, relacionados con la flora, fauna y recursos hidrobiológicos (Tabla 7-27), en el marco del Permiso de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica solicitado para la Licencia Ambiental objeto del presente EIA.

Tabla 7-27 Perfil de los profesionales.

GRUPO BIOLÓGICO	FORMACIÓN ACADÉMICA	EXPERIENCIA ESPECÍFICA
Herpetofauna	Profesional en biología o ecología	Experiencia de dos (2) años en la caracterización y determinación taxonómica de herpetofauna (anfibios y reptiles); en la detección visual y captura de anfibios y reptiles. Experiencia o capacitación en los métodos de preservación de especímenes de anfibios y reptiles. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de anfibios y reptiles.
Aves	Profesional en biología o ecología	Experiencia de dos (2) años en caracterización y determinación taxonómica de aves. Experiencia en métodos de captura de aves.

Ibagué y Piedras (Tolima)

GRUPO BIOLÓGICO	FORMACIÓN ACADÉMICA	EXPERIENCIA ESPECÍFICA
		Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de aves. Experiencia o capacitación en los métodos de preservación de especímenes de aves.
Mamíferos	Profesional en biología o ecología	Experiencia de dos (2) años en caracterización y determinación taxonómica de mamíferos. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de aves. Experiencia en métodos de captura y preservación de especímenes de mamíferos.
Fauna silvestre	Médico veterinario o Zootecnista	Experiencia de dos (2) años en valoración, manipulación y tratamiento de fauna silvestre.
Epífitas vasculares	Profesional en biología, ecología, o ingeniería forestal	Mínimo dos (2) años de experiencia específica en métodos de campo en caracterización vegetal y determinación taxonómica. Mínimo dos (2) años de experiencia en métodos de rescate, traslado y reubicación de flora de hábito epífito, terrestre y/o rupícola.
Comunidades hidrobiológicas	Profesional en biología o ecología	Experiencia de dos (2) años en caracterización y determinación taxonómica de comunidades hidrobiológicas

7.8 Emisiones atmosféricas

Debido a las características de las obras y actividades del proyecto Fotovoltaico Shangri-La, este **No requiere permiso de emisiones atmosféricas** en tanto que, ninguna de las actividades a ejecutar por éste en las fases de construcción y operación, cumple con lo establecido en el Artículo 2.2.5.1.7.2 de la Sección 7. "*Permisos de emisión para fuentes fijas*" del Decreto 1076 de 2015, "*Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*", ni con lo consagrado en la Resolución 619 de 1997 "*Por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas*" y sus normas complementarias.

7.9 Materiales de construcción

El uso de materiales de arrastre y/o cantera para las actividades de adecuación, mantenimiento y/o construcción de las áreas de intervención del Proyecto, no contempla la explotación y/o aprovechamiento de estos recursos naturales. Por el contrario, esta actividad está relacionada específicamente con la adquisición del material a terceros que cuenten con las licencias y permisos vigentes expedidos por la autoridad competente para su explotación y comercialización (ver **ANEXO E.5**).

De acuerdo con la legislación vigente, se podrá adquirir el material de arrastre o de cantera necesario para el desarrollo del proyecto en sitios de extracción que cuenten con los respectivos permisos minero-ambientales otorgados por el INGEOMINAS (hoy Servicio Geológico colombiano – SGC) y la autoridad ambiental competente.

A continuación, en la Tabla 7-28 se presentan las principales fuentes de material de construcción ubicadas en el área de influencia y cercanías del Proyecto fotovoltaico Shangri-La, que se encuentran debidamente licenciadas para suministrar los materiales de construcción necesarios para el Proyecto. Sin embargo, las fuentes descritas no son limitantes y el material necesario se podrá obtener de cualquier sitio que cuente con

Ibagué y Piedras (Tolima)

licencia ambiental y permisos aplicables, y su escogencia dependerá de las estrategias y cronogramas planteados para el desarrollo del Proyecto.

Tabla 7-28. Empresas con permisos o licencias vigentes para suministro de material de construcción en jurisdicción de Cortolima (ver ANEXO E.5). Se resaltan en gris las ubicadas y activas en los municipios de Ibagué y Piedras, por su relación con el área de influencia del Proyecto.

No.	Sector productivo	ESTADO	Resolución No.	Fecha Expedición	TIPO DE MATERIAL	CODIGO RMN	EXPEDIENTE	Expediente	Municipio	TIPO
1	Minería - Material de arrastre - JOSE OSCAR GIRALDO CESPEDES antes FRANCISCO DE PAULA HERNANDEZ DELGADO.	Seguimiento	4203	5/12/1995	Material de Arrastre	GFWN-02	0518-73	Exp. L100,	Alvarado	LICENCIA AMBIENTAL
2	Minería - Material de arrastre - CANO SANZ Y CIA S.C.A. Lic. Min. DJ7-141	Seguimiento	1146	6/10/2006	Material de Arrastre	DJ7-141	DJ7-141	Exp. L13564,	Alvarado	LICENCIA AMBIENTAL
3	Minero - Material de arrastre - ESGAMO LTDA. INGENIEROS CRONSTRUCTORES. - Lic. Min. 651-73.	Seguimiento	1758	25/12/2005	Material de Arrastre	GGOF-06	0651-73	Exp. L13622,	Alvarado	LICENCIA AMBIENTAL
4	Minero - materiales de construcción - Concesionaria Alternativas Viales. QJF-14801.	Seguimiento	2937	15/09/2016	Material de Arrastre	QJE-14081	QJE-14081	LAM-15118,	Alvarado	LICENCIA AMBIENTAL
5	Minero - Cantera - JOSE OSCAR GIRALDO CESPEDES.	Seguimiento	914	3/05/1996	Recebo - Cantera	GHCN-01	0622-73	Exp. L2174,	Alvarado	LICENCIA AMBIENTAL
6	Minero - materiales de construcción - JUAN CARLOS PADILLA LOZANO. Lic. Min. IF8-14331.	Seguimiento	1086	4/05/2015	Material de Arrastre	IF8-14331	IF8-14331	Exp. L14701,	Alvarado	LICENCIA AMBIENTAL
7	minero - materiales de construcción - HELDA MARINA GUZMAN	Seguimiento	3187	3/12/2013	Recebo - cantera	GDVE-01	0026-73	Exp. L14465,	Coello	LICENCIA AMBIENTAL
8	Minería - Canteras - CONCESIONARIA SAN RAFAEL S.A.	Seguimiento	1679	9/10/2008	Cantera	LIR-08031, IK9-14011	LIR-08031, IK9-14011	Exp. L14119,	Coello	LICENCIA AMBIENTAL
9	minero - materiales de construcción - LUZ MARINA RUBIANO - Lic. Min. GCBB-02	Seguimiento	788	23/07/2007	Material de Arrastre	GCBB-02	15934	Exp. L1645,	Coello	LICENCIA AMBIENTAL
10	Minero - material de arrastre - LUZ MARINA RUBIANO - TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA.	Seguimiento	796	23/07/2007	Material de Arrastre	GCBB-02	15933	Exp. L184,	Coello	LICENCIA AMBIENTAL
11	Minero - Construcción de túneles - JOSE ALBERTO SANCHEZ MORALES	Suspendido	3530	8/10/2010	Material de Arrastre	IKR-08001	IKR-08001	Exp. I14434,	Coello	LICENCIA AMBIENTAL
12	Minero - Materiales de construcción - JUAN MANUEL GALVEZ CARDONA. Lic Min. GJ3-082.	Seguimiento	956	12/05/2014	Material de Arrastre	GJ3-082	GJ3-082	Exp. L14402,	Coello	LICENCIA AMBIENTAL
13	Minero - JUAN PABLO GARCIA PEÑALOZA - Lic. Min. FDN-111	Seguimiento	1392	26/11/2007	Cantera - recebo	FDN-111	FDN-111	Exp. L13931,	Coello	LICENCIA AMBIENTAL

Ibagué y Piedras (Tolima)

No.	Sector productivo	ESTADO	Resolución No.	Fecha Expedición	TIPO DE MATERIAL	CODIGO RMN	EXPEDIENTE	Expediente	Municipio	TIPO
14	Minería - Material de arrastre - GABRIEL GIRON DIAZ - COMAMFER LTDA. Lic. Min. GLQ-081.	Seguimiento	120	14/02/2007	Material de Arrastre	GLQ-081	GLQ-081	Exp. L13784.	Coello - Espinal	LICENCIA AMBIENTAL
15	minero - Conc. GLC-151 - materiales de construcción - DIANA MARCELA QUIROGA VAQUIRO	Seguimiento	1742	7/07/2010	Material de Arrastre	GLC-151	GLC-151	Exp. I14315,	Coello - gualanday	LICENCIA AMBIENTAL
16	Minería - Material de arrastre - FRANKLIN PEREZ SAAVEDRA. Lic. Min. HJ-5-13591X	Seguimiento	1903	31/10/2008	Cantera - recebo	HJ5-13591X	HJ5-13591X	Exp. L14050,	Coello, Vda. Chagualá	LICENCIA AMBIENTAL
17	Minero - Material arrastre - PAVIMENTOS COLOMBIA S.A.	Seguimiento	375	6/04/2006	Material de Arrastre	HCJE-04	0793-73	Exp. L12909,	Espinal	LICENCIA AMBIENTAL
18	Minero - Minería subterránea - PAVIMENTOS COLOMBIA S.A. - Conc. Min. FEH-081.	Seguimiento	500	14/05/2007	Material de Arrastre	FEH - 081	FEH - 081	Exp. L13681,	Espinal	LICENCIA AMBIENTAL
19	Minero - Material de arrastre - GOLIAT S.A. - PAVIMENTOS COLOMBIA.	Seguimiento	2745	11/07/2011	Material de Arrastre	DJI-021	59288	Exp. L14485,	Espinal	LICENCIA AMBIENTAL
20	Minero - Materiales de construcción - JOSE RAMON GARZON - Cto. Conce. GF2-151.	Seguimiento	1758	19/04/2011	Material de Arrastre	GF2-151	GF2-151	Exp. L13825,	Espinal	LICENCIA AMBIENTAL
21	Minero - Material de arrastre - AMINTA CARDOSO DE ALCAZAR. Lic Min. No. 032-73.	Seguimiento	1029	12/05/2003	Material de Arrastre	GDWN-03	032 - 73	Exp. L1924,	Espinal	LICENCIA AMBIENTAL
22	Minero - Material de arrastre - OSCAR RAIMUNDO GONZALEZ Y ROSA HELENA. Lic. Min. 607-73	Seguimiento	1501	30/09/2002	Material de Arrastre	GGFN-01	0607 - 73	Exp. L193,	Espinal	LICENCIA AMBIENTAL
23	Minería - Materiales de construcción - SOCIEDAD CAYTO TRACTOR LTDA. Lic. Min. 781-73.	Seguimiento	2202	3/09/2013	Material de Arrastre	HCRK-03	0781-73	Exp. I14671,	Espinal	LICENCIA AMBIENTAL
24	Minero - Materiales de construcción - CARLOS JULIO BUITRAGO REYES. Lic. Min. 13368.	Seguimiento	866	17/08/2004	Material de Arrastre	FJQF-01	13368	Exp. L13407,	Espinal - Coello	LICENCIA AMBIENTAL
25	Minería - Explotación de arena a cielo abierto - HONORIO LOPEZ CHARRY. Lic. Min. 0382-73	Seguimiento	432	28/02/2003	Arena - Cantera	GFIB-02	0382-73	Exp. L2220,	Honda	LICENCIA AMBIENTAL
26	Minero - Materiales de construcción - CARLOS ARTURO GARCIA GUZMAN Y ALFONSO ALVAR. Conc. Min. KH5-14571.	Seguimiento	3196	16/12/2014	Material de Arrastre	KH5-14571	KH5-14571	Exp. L14655,	Honda	LICENCIA AMBIENTAL
27	Minero - Cantera - DENNIS MAURICIO MEJIA RUIZ. Lic. Min. JAS-08401	Seguimiento	406	10/03/2015	Arena de peña - cantera	JAS-08401	JAS-08401	Exp. L14710,	Honda	LICENCIA AMBIENTAL
28	Minero - Minería superficial - extracción de arena - ENRIQUE RUEDA Y AMANDA CASTRO DE RUEDA. Lic. Min. 16857.	Seguimiento	4052	27/11/1995	Arena - Cantera	16857	16857	Exp. L2218,	Honda	LICENCIA AMBIENTAL

Ibagué y Piedras (Tolima)

No.	Sector productivo	ESTADO	Resolución No.	Fecha Expedición	TIPO DE MATERIAL	CODIGO RMN	EXPEDIENTE	Expediente	Municipio	TIPO
29	Minero - Materiales de construcción - Arcillasa - VICTOR MANUEL FLOREZ. Lic. Min. ICQ-8552.	Seguimiento	1970	12/08/2013	Arcilla - cantera	ICQ-08552	ICQ-08552	Exp. L14604,	Ibagué	LICENCIA AMBIENTAL
30	Minero - Minería subterránea - FANNY ESTELA LOZANO DE LOPEZ	Seguimiento	1876	11/08/2003	Recebo - cantera	BC3-141	BC3-141	Exp. L13172,	Ibagué	LICENCIA AMBIENTAL
31	Minero - Materiales de construcción - DANIEL ALBERTO TOJANCI. Lic. Min. 0860-73	Seguimiento	2509	30/09/2003	Recebo - cantera	GHVK-01	0860-73	Exp. L13345,	Ibagué	LICENCIA AMBIENTAL
32	Minería - Material de arrastre GOLIAT S.A.	Seguimiento	1423	15/09/2008	Material de Arrastre	FF8-081	FF8-081	Exp. L13623,	Ibagué	LICENCIA AMBIENTAL
33	Minería - material de construcción. ALVARO RODRIGUEZ CAGUA	Seguimiento	699	27/06/2007	Material de Arrastre	EU-153	EU-153	Exp. L13824,	Ibagué	LICENCIA AMBIENTAL
34	Minero - Materiales de construcción - MARIA ESPERANZA CARVAJAL PARRA.	Suspendida	1757	19/04/2011	Material de Arrastre	EEN-081	EEN-081	Exp. L14014,	Ibagué	LICENCIA AMBIENTAL
35	minero - material de arrastre - LUIS ALBERTO CAICEDO PEREZ. Lic. Min. HGH-082.	Seguimiento	1013	11/03/2011	Material de Arrastre	HGH-082	HGH-082	Exp. L14430,	Ibagué	LICENCIA AMBIENTAL
36	Minero - Materiales de construcción - Lic. Min. EL1-161 - BENJAMIN ROCHA	Inactivo	641	23/06/2006	Cantera - Recebo	EL1-161	EL1-161	Exp. L13709,	Ibagué	LICENCIA AMBIENTAL
37	Minero - EXPLOTACIÓN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (LM: 723-73) - CARLOS ALBERTO HOYOS MELO - el gallo	Seguimiento	1011	13/09/2004	Recebo - cantera	GHAJ-02	0723-73	Exp. L2050,	Ibagué	LICENCIA AMBIENTAL
38	Minero - EXPLOTAICON MINERA CONTRATO DE CONCESION HA3 - 102 - WILLIAMS RIPPE SIERRA	Seguimiento	1232	19/08/2008	Cantera - Arenas y gravas	HA3 - 102	HA3 - 102	Exp. L14006,	Mariquita	LICENCIA AMBIENTAL
39	Minero - CONCESIONARIA ALTERNATIVAS VIALES S.A.S - APP No. 08 DE 2015.	Seguimiento	2868	7/09/2016	Material de Arrastre	QJE-13471	QJE-13471	LAM-15110,	Mariquita	LICENCIA AMBIENTAL
40	Minero - Canteras - SEBASTIAN RODRIGUEZ CUBIDES	Seguimiento	1755	19/04/2011	Recebo - cantera	975-73	975-73	Exp. L12480,	Piedras	LICENCIA AMBIENTAL
41	Minería - Materiales de construcción - ALBERTO HERRERA VIZCAYA- Lic. Min. HGV-15421.	Seguimiento	2093	25/08/2009	Recebo - Cantera	HGV-15421	HGV-15421	Exp. L14004,	Piedras	LICENCIA AMBIENTAL

Fuente: Cortolima (2021)