



Proyecto Jemeiwaa Ka'l

**MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL
PROYECTO LÍNEA DE
ALTA TENSIÓN 500 kV CASA ELÉCTRICA –
COLECTORA I**

**CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO,
APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE
RECURSOS NATURALES**




AUDITORIA AMBIENTAL
Consultora AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S.
Cl. 102a #47A-20, Bogotá



TABLA DE CONTENIDO

7	DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES.....	4
7.1	Aguas Superficiales.....	4
7.2	AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	4
7.3	VERTIMIENTOS	5
7.4	OCUPACIONES DE CAUCES, LECHOS Y PLAYAS FLUVIALES	6
7.4.1	Ubicación de las ocupaciones de cauce autorizadas por la licencia ambiental.....	6
7.4.2	Análisis de frecuencia para caudales máximos y medios.....	10
7.4.2.1	Caudales máximos	11
7.4.2.2	Caudales medios.....	13
7.4.3	Secciones topobatimétricas.....	14
7.4.3.1	Geometría de los tramos.....	14
7.4.4	Dinámica fluvial	15
7.4.4.1	OC_07 (Acceso a las torres 58 y 59).....	16
7.4.5	Diseño de tránsito hidráulico.....	19
7.4.5.1	Diseño de tránsito hidráulico sin obra.....	20
7.4.5.1.1	Acceso a las torres 58 y 59 (OC_07).....	20
7.4.5.2	Diseño de tránsito hidráulico con obra	21
7.4.5.2.1	Ocupación de cauce OC_07	21
7.4.6	Diseño de obras civiles.....	23
7.4.6.1	Estructura de obras de cruce.....	23
7.4.6.1.1	Cruce tipo box culvert	23
7.4.6.2	Materiales y procedimientos	24
7.4.6.2.1	Geomembranas áreas de descole.....	26
7.4.6.3	Obras hidráulicas existentes a ser usadas por el proyecto	26
7.4.7	Calidad de agua	30
7.5	APROVECHAMIENTO FORESTAL	30
7.5.1	Metodología.....	31
7.5.1.1	Inventario forestal.....	31
7.5.2	Área de intervención y cobertura a remover	33
7.5.3	Infraestructura por viabilizar que NO requiere permiso de aprovechamiento forestal	38
7.5.4	Especies objeto de intervención	41
7.5.5	Volumen, biomasa y carbono total por cobertura y categoría de tamaño.....	41
7.5.6	Volumen, biomasa y carbono total por infraestructura y categoría de tamaño.....	43
7.5.7	Solicitud de aprovechamiento forestal	46
7.5.8	Sistema de aprovechamiento y destinación de productos forestales	50
7.5.8.1	Desmonte y descapote	50
7.5.8.2	Tala y aserrado	50
7.5.8.3	Operación de aserrado de trozas	57
7.5.8.4	Repicado y manejo de residuos	57
7.5.9	Especies potenciales de aprovechamiento forestal en categoría de amenaza y/o veda regional.....	58
7.5.9.1	Especies con veda regional	58
7.5.9.2	CITES	58
7.5.9.3	Lista roja - UICN.....	58
7.5.9.4	Resolución 126 de 2024	58
7.6	RECOLECCIÓN DE ESPÉCIMENES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD	59
7.7	EMISIONES ATMOSFÉRICAS	60
7.8	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7-1. Estimación de la demanda esperada de agua	4
Tabla 7-2. Generación de aguas residuales.....	6
Tabla 7-3. Permisos de ocupación de cauce y cruces a cuerpos de agua por las vías autorizadas en la licencia ambiental	7
Tabla 7-4. Permisos de ocupación de cauce y cruces a cuerpos de agua objeto de la presente modificación	10
Tabla 7-5. Áreas aportantes de la ocupación de cauce OC_07	11

Tabla 7-6. Caudales máximos a distintos periodos de retorno para la Ocupación de Cauce OC_07.....	13
Tabla 7-7. Caudales medios mensuales multianuales para la ocupación de cauce OC_07.....	14
Tabla 7-8. Resumen resultados análisis dinámica fluvial.....	16
Tabla 7-9. Coeficientes de rugosidad para modelaciones hidráulicas.....	20
Tabla 7-10. Resultados lámina de agua y caudal para OC_07.....	20
Tabla 7-11. Tipos de obra de la ocupación de cauce OC_07.....	23
Tabla 7-12. Obras hidráulicas existentes a usar por el proyecto.....	28
Tabla 7-13. Análisis de la información del censo forestal.....	31
Tabla 7-14. Marcación de individuos en censo forestal.....	33
Tabla 7-15. Coberturas de la tierra existentes dentro de las áreas de intervención por viabilizar.....	33
Tabla 7-16. Ajuste de coberturas por cada área de intervención por viabilizar respecto al EIA.....	33
Tabla 7-17. Infraestructura completa y parcialmente que no requiere de permiso de aprovechamiento forestal.....	39
Tabla 7-18. Áreas de intervención que requieren aprovechamiento forestal.....	41
Tabla 7-19. Composición florística de las áreas de intervención.....	41
Tabla 7-20. Volumen por cobertura y especie en fustales para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal....	42
Tabla 7-21. Volumen por cobertura y especie en latizales para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal ...	42
Tabla 7-22. Volumen por cobertura y especie en especies de cardón para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal	43
Tabla 7-23. Volumen por infraestructura y especie en fustales para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal	44
Tabla 7-24. Volumen por infraestructura y especie en latizales para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal	44
Tabla 7-25. Volumen Total (Latizales y Fustales) por cobertura e infraestructura solicitado para aprovechamiento forestal	45
Tabla 7-26. Volumen por infraestructura y especie en cardonales para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal	46
Tabla 7-27. Solicitud de aprovechamiento forestal (Fustales, latizales, y cardonales) dentro de la infraestructura proyectada.	47
Tabla 7-28. Especies endémicas, en veda y/o en alguna categoría de amenaza en las áreas de intervención por viabilizar	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7-1. Tanque de almacenamiento de aguas residuales.....	5
Figura 7-2. Ubicación de puntos de ocupación de cauce autorizados en la licencia ambiental.....	9
Figura 7-3. Ubicación de puntos de ocupación de cauce objeto de la presente modificación.....	10
Figura 7-4. Área de aporte de la ocupación de cauce OC_07.....	12
Figura 7-5. Caudales máximos a distintos periodos de retorno para OC_07.....	12
Figura 7-6. Caudales medios mensuales multianuales para la OC_07.....	13
Figura 7-7. Secciones transversales establecidas para la modelación hidráulica de la ocupación OC_07.....	15
Figura 7-8. Tramo de interés acceso a torres 58 y 59.....	17
Figura 7-9. Secciones transversales arroyo de OC por acceso a torres 58 y 59.....	18
Figura 7-10. Cauce histórico del arroyo asociados a la ocupación de cauce por acceso a torres 58 y 59.....	19
Figura 7-11. Resultados vista perfil láminas de agua a distintos TR en ocupación OC_07E.....	20
Figura 7-12. Resultados mancha de inundación para periodo de retorno de diseño en OC_07.....	21
Figura 7-13. Resultados modelación hidráulica con obra OC_07.....	22
Figura 7-14. Sección transversal obra permanente OC 07 – TR 20.....	22
Figura 7-15. Sección transversal obra permanente OC 07 – TR 100.....	23
Figura 7-16. Diseño tipo de cruce de drenaje con box couvert tres pilas.....	24
Figura 7-17. Obras hidráulicas existentes a usar por el proyecto.....	27
Figura 7-18. Áreas de intervención. Coberturas de la Tierra T01 a T53.....	38
Figura 7-19. Áreas de intervención. Coberturas de la Tierra T53 a T91.....	38

Figura 7-20. Esquema general del proceso de aprovechamiento.....	51
Figura 7-21. Elementos de protección para operario de motosierra en cuadrilla de tala.....	52
Figura 7-22. Definición de la zona de peligro.....	53
Figura 7-23. Cortes por realizar en la técnica de tala dirigida	54
Figura 7-24. Técnica de tala dirigida para árboles con pudrición.....	55
Figura 7-25. Método de tala dirigida para árboles inclinados	55
Figura 7-26. Zonas de compresión (c) y tensión (t). Pasos para realizar el corte circular.....	56

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 7-1. Acceso OC_07.....	30
Fotografía 7-2. Ocupación de cauce OC_07.....	30
Fotografía 7-3 Registro fotográfico AN02 evidencia de ausencia de latizales, cardonales y/o fustales.....	40

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

El presente documento contiene la estimación de la demanda de recursos naturales de la Modificación de Licencia Ambiental del Proyecto Línea de Alta tensión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I. Se presenta la caracterización de los recursos a ser aprovechados objeto de la presente modificación de licencia ambiental, siguiendo los lineamientos descritos en los Términos de Referencia TdR-17 del MADS, y la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MADS, expedidos en el 2018. Igualmente, se presenta lo autorizado por la autoridad ambiental a través de la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y Resolución 000661 del 15 de abril de 2024, por la cual se otorgó licencia ambiental.

7.1 AGUAS SUPERFICIALES

De acuerdo a lo mencionado en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, el proyecto no tiene previsto utilizar aguas de fuentes naturales para satisfacer las demandas de este. Para abastecer los diferentes usos se tendrán en cuenta proveedores locales o regionales con autorización, o de ser posible, se hará el abastecimiento a partir del proyecto Guajira Azul. Las demandas anuales previstas por fase de proyecto se presentan en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1. Estimación de la demanda esperada de agua

Fase	Actividad	Demanda estimada (l)	Periodo de estimación
Construcción	Consumo humano	632.910	1 año
	Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)	3.164.550	
	Preparación de concretos	1.453.575	
	Lavado de mezcladoras de concreto	219.000	
	Lavado de maquinaria (campamento)	1.825.000	
	Volumen total riego para las ZODMEs (m³)	2.667,00	
	Volumen total riego CE (m³)	8.286	
Operación	Consumo humano	32.850	Anual por 25 años
	Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)	164.250	
Desmantelamiento	Consumo humano	317.550	1 año
	Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)	1.587.750	

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

Por este motivo no se solicitó inicialmente concesión de aguas de fuentes superficiales y no se solicita en la presente modificación de licencia ambiental.

7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

De acuerdo a lo mencionado en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, el proyecto no contempla el uso y/o aprovechamiento de aguas subterráneas para el desarrollo de las actividades en las diferentes etapas; razón por la cual, en la presente modificación de licencia ambiental no se solicita concesión de aguas de fuentes subterráneas.

7.3 VERTIMIENTOS

De acuerdo a lo mencionado en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, el proyecto no contempla realizar vertimientos a cuerpos de agua y/o suelo; por lo que, se utilizarán sistemas cerrados que permitan la recolección del agua residual para la entrega a un tercero autorizado.

Como se estableció en el Estudio de Impacto Ambiental, durante la fase de construcción, en los campamentos se utilizará un sistema de unidades sanitarias modulares, cuyas principales características son:

- Considerando el número máximo de personal y el cronograma de obras, se tiene previsto un esquema modular conformado por tanques de almacenamiento de agua residual con capacidad de 9.000 litros. Estos se montarán en serie y de manera secuencial, acorde al incremento de personal, hasta llegar a cinco tanques.
- Para el almacenamiento los tanques serán de tipo horizontal, fabricado en polietileno, con diseño estructural que lo hace resistente a la presión interna del agua y a la presión externa del terreno en caso de requerir instalarlo sobre el suelo. Contará con dos tapas de tipo “manhole” y accesorios de entrada y salida. En la Figura 7-1 se ilustra el tanque de almacenamiento de agua residual doméstica.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

- Los tanques estarán instalados sobre una placa de concreto, ya sea que se instale sobre la superficie o nivel inferior, para aprovechar flujo por gravedad.
- El agua residual doméstica será conducida a través de una tubería de PVC al tanque de almacenamiento, donde se realizará la limpieza (succión) cuando el sistema lo requiera.
- Esta actividad de limpieza se realizará por medio de un gestor externo avalado ambientalmente. Esta actividad consiste en evacuar el agua domestica por medio de un carro-vector y finalizando con la aplicación de un compuesto biodegradable. Este último tiene la propiedad de actuar para desodorizar y retardar la degradación, el cual se mezcla con agua para que en forma de solución controlando los olores y la actividad biológicas de las excretas allí depositadas.

Las medidas aproximadas del tanque son:

- Alto: 130 cm.
- Ancho: 244 cm.
- Largo: 438 cm

Para los frentes de obras se tendrán baños portátiles que son sistemas cerrados y serán objeto de limpieza frecuente, que estará asociada al número de personas por frente.

El detalle se presenta en la ficha de manejo de aguas residuales del Plan de Manejo Ambiental, Capítulo 10 del presente estudio.

Durante la fase de operación se tendrá para la subestación casa eléctrica: sistema modular como el descrito para construcción, pero para una capacidad de atención de 10 personas; actividades de mantenimiento: baños portátiles en frentes de mantenimiento hasta el desmantelamiento (uno o dos módulos de capacidad de 9.000 litros).

Las cantidades estimadas de agua residual se presentan en la Tabla 7-2.

Tabla 7-2. Generación de aguas residuales

Fase	Actividad	Cantidad (l)	Periodo de estimación
Construcción	Baños portátiles	421.940	Total, duración de obra (3 cuatrimestres)
	Lavamanos en frentes de obra	421.940	
	Baños en campamentos, oficinas y residuos de cocina	3.037.968	
	Agua residual de lavado de equipos	2.044.000	
Operación	Baños en campamentos, oficinas y residuos de cocina	157.680	Anual
	Lavamanos frentes de mantenimiento	21.900	
Desmantelamiento	Baños portátiles	211.700	Total, duración 3 cuatrimestres
	Lavamanos en frentes de obra	211.700	
	Baños en campamentos, oficinas y residuos de cocina	1.524.240	
	Agua residual lavado de equipos	1.022.000	

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

7.4 OCUPACIONES DE CAUCES, LECHOS Y PLAYAS FLUVIALES

El proyecto contempla realizar 33 ocupaciones de cauce en los lugares de intercepción de las vías terciarias, caminos, senderos o vías privadas con drenajes, y 2 ocupaciones relacionadas con obras de protección por la llegada de los descoles de manejo de escorrentías de los ZODMES. De las 31 ocupaciones por cruces de accesos con cuerpos de agua, dieciséis (16) ocupaciones de cauce serán permanentes y quince (15) ocupaciones serán temporales. Lo anterior, se contempla con el fin de realizar la adecuación de obras hidráulicas para el paso de los vehículos requeridos por el proyecto, así como para la adecuación del campamento, dentro del derecho de vía que se constituya y considerando un rango de movilidad desde las especificaciones para cada punto de ocupación de cauce.

7.4.1 Ubicación de las ocupaciones de cauce autorizadas por la licencia ambiental

La Resolución 3158 de 2023, por la cual se otorgó licencia ambiental, en su Artículo Cuarto autorizó 32 de las 33 ocupaciones de cauce solicitadas inicialmente, las cuales se presentan en la Tabla 7-3 y la Figura 7-2.

Tabla 7-3. Permisos de ocupación de cauce y cruces a cuerpos de agua por las vías autorizadas en la licencia ambiental

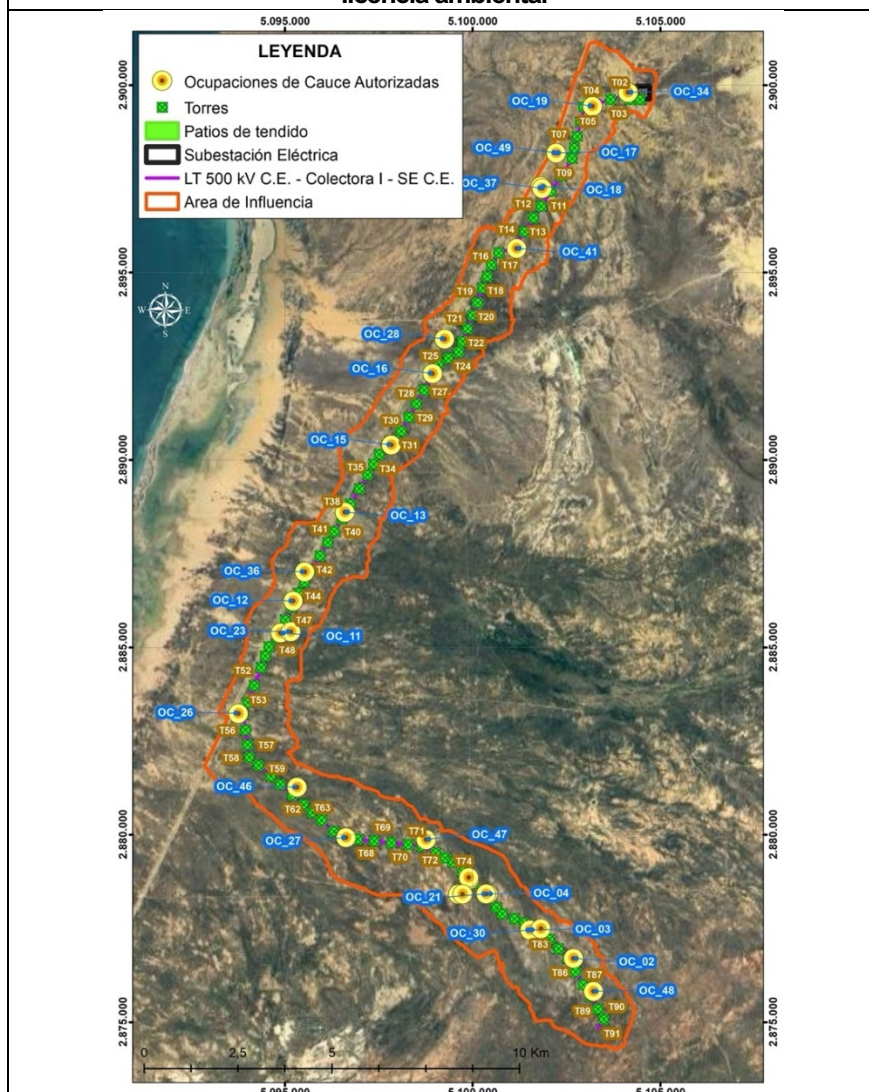
ID	Tipo de obra	coordenadas sistema Único nacional		Acceso	Cuenca	Actividad a realizar	Estructura hidráulica
		Este	Norte				
OC_02	Temporal	5102695,641	2876704,282	Acceso a torre T86	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón cuatro pilares
OC_03	Permanente	5101527,355	2877458,468	Acceso entre torre T82 y torre T83	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 3 celdas o cajones 1m x1m
OC_04	Permanente	5100415,896	2878423,676	Acceso a torre T78	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón-4 celdas o cajones 1m x1m
OC_11	Permanente	5094895,914	2885387,125	Acceso a campamento Carrizal	Arroyo directo al Caribe 02	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón-3 celdas o cajones 1mx1m
OC_12	Temporal	5095228,969	2886236,868	Acceso entre las torres T45 y T46	Arroyo directo al Caribe 02	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón tres pilares
OC_13	Temporal	5096608,642	2888609,149	Acceso entre las torres T38 y T39	Arroyo Pótchochi	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón tres pilares
OC_15	Temporal	5097840,867	2890401,669	Acceso a la torre T32	Arroyo directo al Caribe 01	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 2 pilares
OC_16	Permanente	5098943,846	2892303,172	Acceso a la torre T26	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 3 celdas o cajones 1m x1m
OC_17	Temporal	5102222,539	2898190,462	Acceso a la torre T09	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 4 pilares
OC_18	Temporal	5101822,533	2897300,136	Acceso a torre T11	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 5 pilares
OC_19	Temporal	5103197,225	2899439,293	Acceso a torre T05	Arroyo Kapata (Arroyo Iwo)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 4 pilares
OC_21	Permanente	5100374,792	2878421,623	Acceso a torre T78	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón-4 celdas o cajones 1m x1m
OC_23	Permanente	5104152,809	2899809,106	Canal de descole de escorrentía	Arroyo directo al Caribe 02	Estructura de manejo hidráulico permanente	Canal de descole de escorrentía y Geomembranas
OC_24	Permanente	5099903,116	2878859,596	Canal de descole de escorrentía	Arroyo Kitiramahana	Estructura de manejo hidráulico permanente	Canal de descole de escorrentía y Geomembranas
OC_25	Temporal	5099920,284	2878813,517	Acceso entre las torres T76 y T77	Arroyo Kitiramahana	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 2 pilares

ID	Tipo de obra	coordenadas sistema Único nacional		Acceso	Cuenca	Actividad a realizar	Estructura hidráulica
		Este	Norte				
OC_26	Temporal	5093765,503	2883238,485	Acceso entre las torres T54 y T55	Arroyo Kitiramahana	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 3 pilares
OC_27	Temporal	5096635,868	2879923,218	Acceso a las torres T67 y T68	Arroyo Pajala	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 2 pilares
OC_28	Temporal	5094582,238	2884914,361	Acceso entre las torres T22 y T23	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 3 pilares
OC_30	Permanente	5101547,187	2877461,052	Acceso a las torres T81 y T83	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_31	Permanente	5101536,263	2877460,476	Acceso a las torres T81 y T83	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_32	Permanente	5104167,573	2899807,9	Acceso entre las torres T01 y T02	Arroyo Kapata (Arroyo Iwo)	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_34	Permanente	5104104,406	2899732,853	Acceso entre las torres T01 y T02	Arroyo Kapata (Arroyo Iwo)	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_36	Temporal	5095537,051	2887015,807	Acceso a las torres T43 y T44	Arroyo directo al Caribe 02	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 2 pilares
OC_37	Temporal	5101859,402	2897249,629	Acceso a torre T11	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 4 pilares
OC_41	Temporal	5101177,588	2895647,115	Acceso a torre T15 y patio de tendido 07	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón 2 pilares
OC_43	Permanente	5099627,072	2878417,54	Acceso a las torres T73 y T78	Arroyo Kitiramahana	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_44	Permanente	5099742,919	2878417,88	Acceso a las torres T73 y T78	Arroyo Kitiramahana	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón- 1 celdas o cajones 1m x1m
OC_45	Permanente	5101829,496	2877493,038	acceso al patio de tendido 37	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box Cajón
OC_46	Permanente	5095340,642	2881269,723	Acceso entre las torres T61 y T62	Arroyo Pajala	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box Cajón
OC_47	Permanente	5098768,885	2879873,119	Acceso al patio de tendido 31	Arroyo Kitiramahana	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box Cajón
OC_48	Permanente	5103227,008	2875821,808	Acceso a torre T89	Arroyo Achoujuri	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box Cajón

ID	Tipo de obra	coordenadas sistema Único nacional		Acceso	Cuenca	Actividad a realizar	Estructura hidráulica
		Este	Norte				
OC_49	Temporal	5102231,917	2898189,676	Acceso a la torre T09	Arroyo Waráralu (Ay. Marbella o Ay. Purarapu)	Estructura de manejo hidráulico temporal	Pontón

Fuente: Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023

Figura 7-2. Ubicación de puntos de ocupación de cauce autorizados en la licencia ambiental



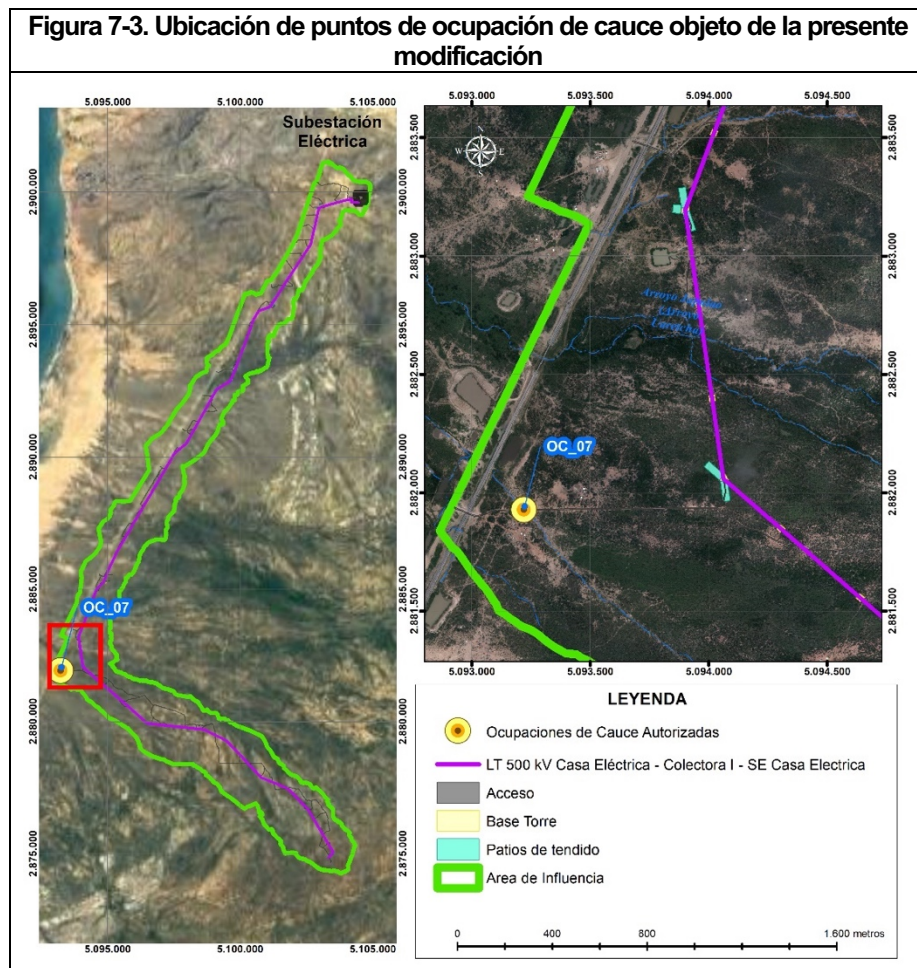
Fuente: Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023

Por otro lado, el Artículo Quinto de la Resolución 3158 de 2023, no autorizó el permiso de ocupación de cauce para la ocupación identificada como OC_07, la cual es objeto de la presente modificación y que corresponde a las características señaladas en la Tabla 7-4 y la Figura 7-3.

Tabla 7-4. Permisos de ocupación de cauce y cruces a cuerpos de agua objeto de la presente modificación

ID	Tipo de obra	coordenadas sistema Único nacional		Acceso	Cuenca	Actividad a realizar	Estructura hidráulica
		Este	Norte				
OC_07	Permanente	5093219,908	2881929,138	Acceso entre las torres T58 y T59	Arroyo Pajala	Estructura de manejo hidráulico permanente	Box cajón-3 celdas o cajones 1mx1m

Fuente: Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.4.2 Análisis de frecuencia para caudales máximos y medios

La información que se presenta a continuación corresponde a la información relacionada en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023. A continuación, se presenta el cálculo de caudales máximos y medios para la OC_07 objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental.

7.4.2.1 Caudales máximos

El análisis de caudales máximos consistió en derivar las series de caudales diarios para cada una de las áreas de aporte a partir de los hietogramas de diseño definidos para una simulación continua en el software HEC HMS, estas series de caudales fueron procesadas y se les aplicó un análisis de frecuencia de máximos para determinar los caudales pico a distintos periodos de retorno. Estos caudales fueron utilizados posteriormente en las modelaciones hidráulicas. Los archivos correspondientes a la modelación hidrológica se encuentran en el **Anexo C-1 Ocupación de cauce/ Modelo hidrológico**.

Se identificaron siete estaciones aledañas al área de estudio distribuidas en las siguientes categorías: 5 estaciones pluviométricas (PM) Jojoncito [15070110], Orochon [15070240], Santana Urraich [15070010], Perpana [15070090] y Irraipa [15070070]; 1 climatológica ordinaria (CO) Rancho Grande [15085040] y 1 climática principal (CP) Aeropuerto Puerto Bolívar - Aut [15075501]. Para construir los hietogramas de diseño se aplicaron polígonos de Thiessen y se construyó una serie sintética de lluvia representativa para las cuencas de interés.

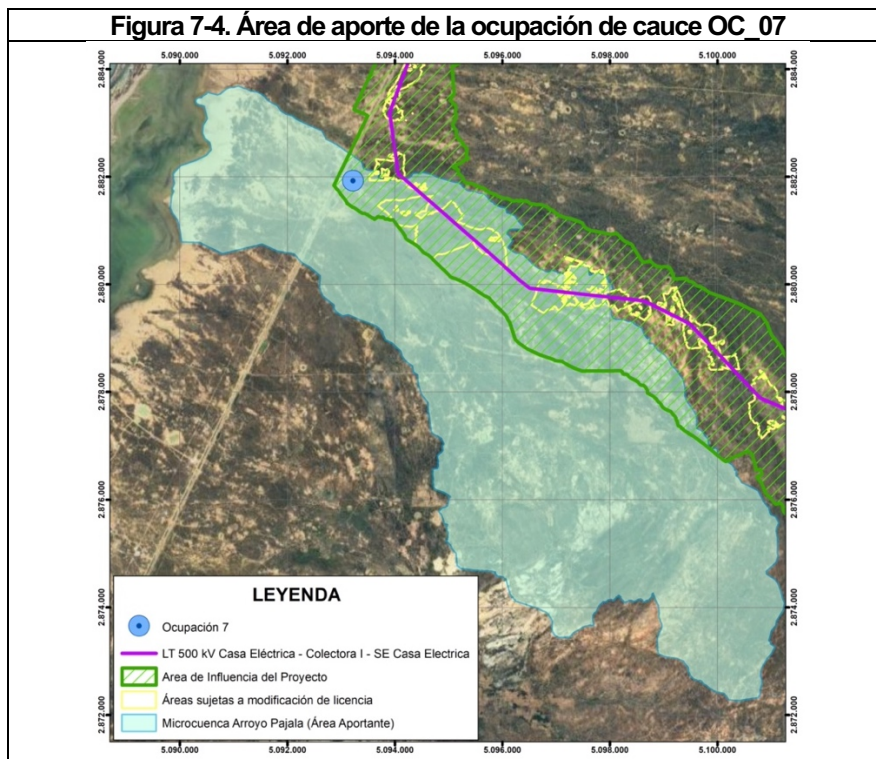
Los sistemas hidrológicos son afectados algunas veces por eventos extremos, tales como tormentas severas, crecientes repentinas y sequías. La magnitud de un evento extremo esta inversamente relacionada con su frecuencia de ocurrencia, es decir, eventos muy severos ocurren con menor frecuencia que eventos más moderados (Chow *et al.*, 1994). Para la obtención de los caudales extremos se realizó el análisis de frecuencias de los datos de precipitación máxima en un día, las estaciones de lluvia utilizadas, a cada una de estas series de datos se le realizó el análisis de distribución de probabilidad de Gumbel.

La Figura 7-4 muestra las áreas de aporte de la ocupación de cauce OC_7. Las áreas de aporte definidas para el punto de la ocupación de cauce se presentan en la Tabla 7-5.

Tabla 7-5. Áreas aportantes de la ocupación de cauce OC_07

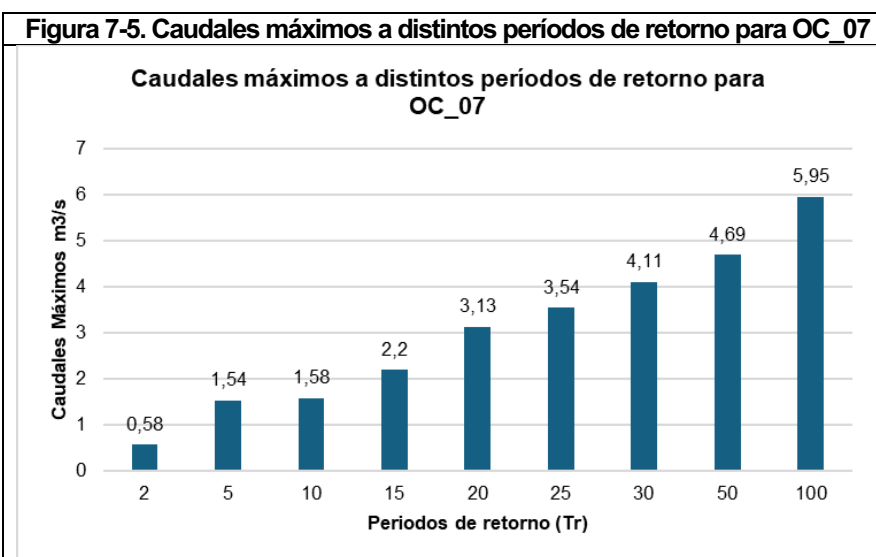
ID_OC	Área de aporte OC (km²)	Nombre de cuenca	Área cuenca (km²)
OC_07	2,32	Arroyo Pajala	49,62

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023 Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

En la Figura 7-5 se muestran los resultados de los caudales a distintos periodos de retorno comparando los órdenes de magnitud en función del área de aporte.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

Por otro lado, en la Tabla 7-6 se presenta la relación de los caudales máximos a distintos periodos de retorno para la ocupación de cauce OC_07.

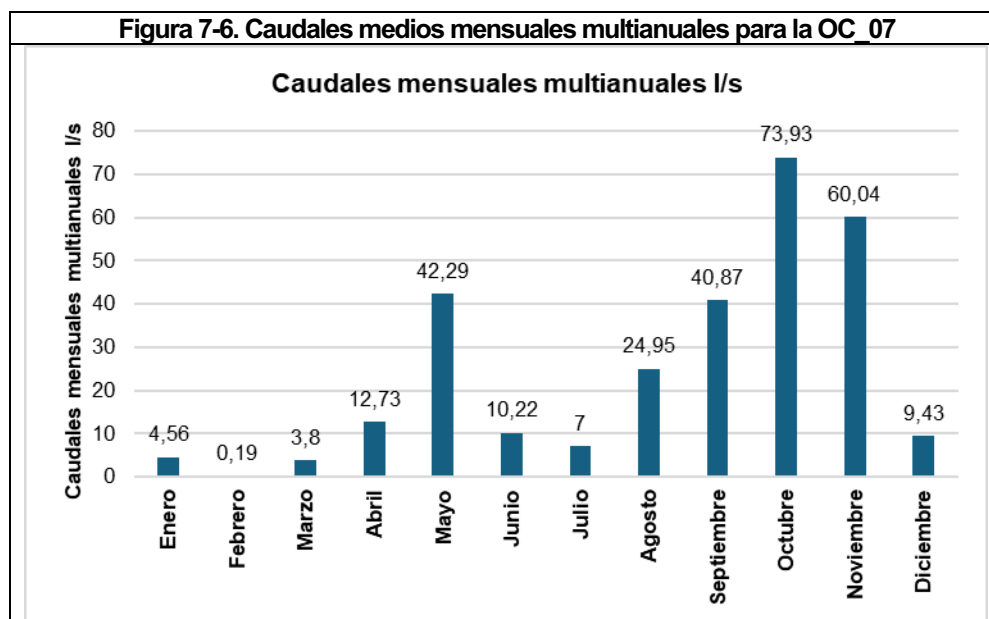
Tabla 7-6. Caudales máximos a distintos periodos de retorno para la Ocupación de Cauce OC_07

Ocupación de cauce	Caudales Máximos m ³ /s								
	Periodos de retorno (Tr)								
	2	5	10	15	20	25	30	50	100
OC_07	0,58	1,54	1,58	2,20	3,13	3,54	4,11	4,69	5,95

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.4.2.2 Caudales medios

A partir de la modelación lluvia escurrentía del modelo continuo para las áreas de aporte y con series de datos hidroclimatológicos entre 1991 y 2020 se determinó el régimen de caudales medios para cada uno de los puntos de cruce donde se puede evidenciar la variabilidad de caudales interanuales y multianuales presentes en la ocupación de cauce OC_07. Los resultados se muestran de la Figura 7-6 y la Tabla 7-7.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

Tabla 7-7. Caudales medios mensuales multianuales para la ocupación de cauce OC_07

Ocupación	Caudales mensuales multianuales l/s											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
OC_07	4,56	0,19	3,80	12,73	42,29	10,22	7,00	24,95	40,87	73,93	60,04	9,43

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.4.3 Secciones topobatimétricas

La información que se presenta a continuación corresponde a la información relacionada en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023. Se presentan las secciones topo batimétricas para la ocupación de cauce objeto de la presente modificación de licencia ambiental.

Una vez obtenidos los caudales para el periodo de retorno, se procedió a determinar las cotas de inundación de los drenajes principales y escorrentías, para el periodo de retorno de 20 años, teniendo en cuenta que la OC_07 corresponde a una ocupación permanente, este ejercicio se realizó con el programa HEC-RAS versión 5.0.7. HEC RAS, el cual es un modelo desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers (USACE) Hydrologic Engineering Center (HEC). El modelo permite calcular los perfiles hidráulicos para flujo permanente gradualmente variado en el tramo de un cuerpo hídrico tanto en un régimen subcrítico como supercrítico o mixto. El procedimiento computacional se basa en la solución de la ecuación de energía, en el que las pérdidas de energía se calculan mediante la ecuación de Manning y las pérdidas por expansión y contracción se avalúan afectando el cambio en cabezas de velocidad por el coeficiente correspondiente. El objetivo principal del modelamiento es determinar las alturas de la lámina de agua para condiciones extremas, así como la extensión de la planicie de inundación.

De este modo, se inició cargando los datos de las secciones transversales del drenaje al programa HEC – RAS 5.0.7, secciones tomadas en campo producto de la topografía tanto del terreno como del fondo del drenaje principal realizada expresamente para este proyecto, posteriormente fueron introducidos los datos de caudales calculados con anterioridad para el periodo de retorno de 20 años. Finalmente, se procedió a realizar el cómputo de simulación de caudales y generación de áreas inundables.

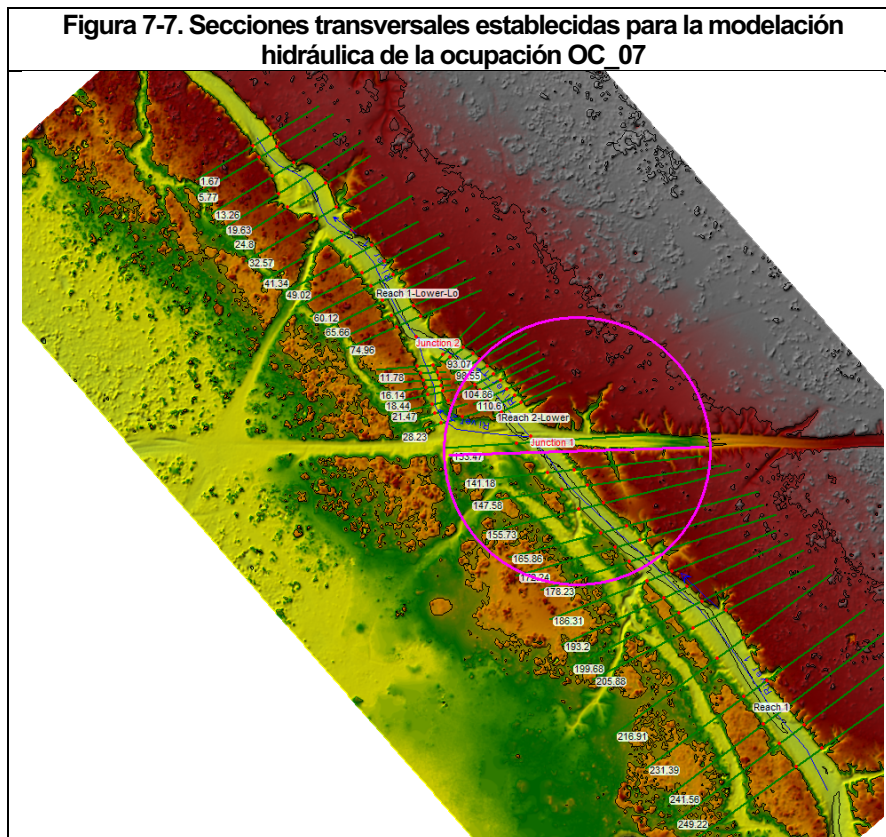
Posteriormente, se asignaron elevaciones a los cortes y cauce usando el MDT y fue exportado en formato sdf para ser corrido en HEC-RAS. Se importó y mejoró la geometría de cada uno de los proyectos. A partir de la topografía se construyeron perfiles topobatimétricos con el software HEC RAS. Esta información permitió calcular la pendiente longitudinal del cauce con el que se asignaron las condiciones de frontera del modelo. Una vez realizado esto, se importó el modelo de elevación en formato .tiff en el software y se visualizó en la interfaz de edición de la geometría y a partir de esta geometría se dibujaron secciones a intervalos regulares a lo largo del cauce. Tanto la simulación de los caudales como la geometría de los tramos y los resultados del modelo se presentan en el **Anexo C-1 Ocupación de cauce/Diseños**.

A continuación, se relacionan los resultados de la metodología descrita en el Capítulo 2 y aplicada a la ocupación de cauce OC_07.

7.4.3.1 Geometría de los tramos

El programa requiere como insumo un modelo digital del terreno – MDT en formato vectorial TIN, el cual fue generado a partir de la topografía levantada en campo y los datos básicos de entrada, correspondientes a la geometría del cauce, la topografía de las secciones transversales incluyendo el cauce principal y las laderas, el caudal, los valores de los coeficientes de pérdidas y las condiciones de frontera.

Se crearon las capas o shapes de geometría vacíos para el análisis de caudal en el punto de control y las velocidades, que incluyen los *stream centerline* correspondientes al cauce del drenaje, *Banks* como las márgenes de la quebrada, *flowpaths* o centroides de zonas y los *XSCutlines* o secciones transversales. La geometría utilizada para cada una de las modelaciones y por ende para cada punto de cruce proyectado se presenta en la Figura 7-7.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.4.4 Dinámica fluvial

La información que se presenta a continuación, corresponde a la información relacionada en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023. En este apartado se analiza el comportamiento de los cauces a través del tiempo, integrando interpretaciones cualitativas y cuantitativas que caracterizan una corriente hídrica (Tabla 7-8).

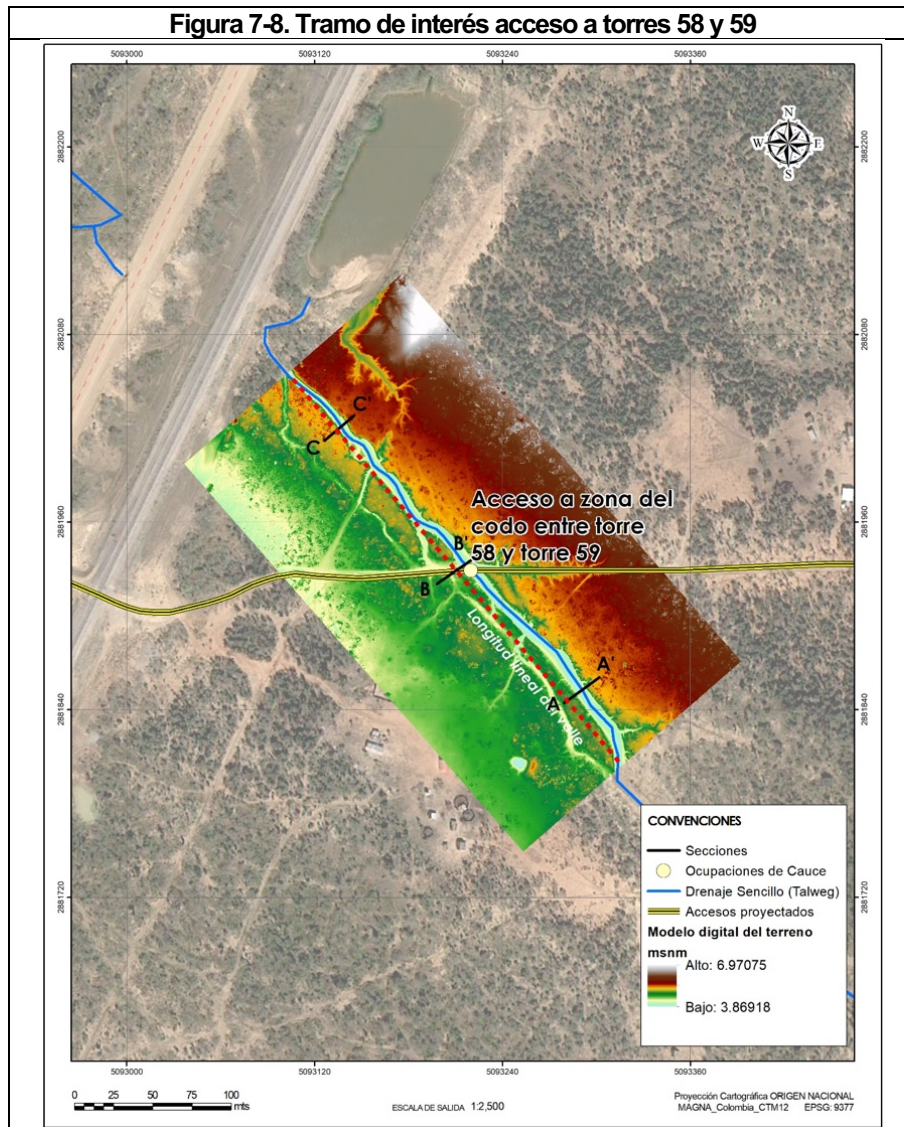
Tabla 7-8. Resumen resultados análisis dinámica fluvial

Id	Coordenadas sistema único nacional		Ancho de la sección (m)	Descripción del cauce	Fotografía
	Este	Norte			
OC_07	5093219,908	2881929,138	9,57	Profundidad máxima de 0,54m, atrincheramiento de 2,49, índice de sinuosidad de 1,027. Cauce recto.	

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

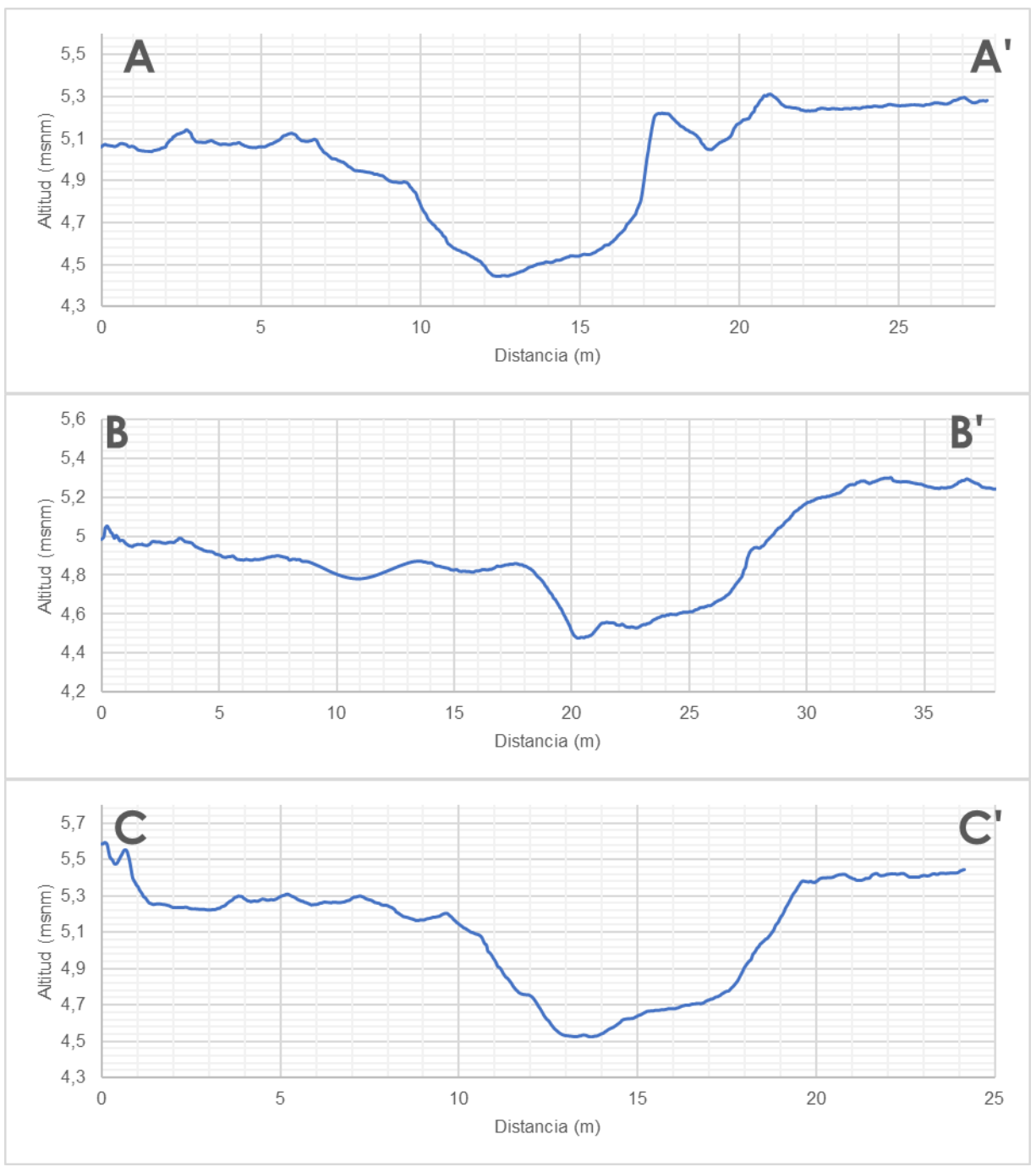
7.4.4.1 OC_07 (Acceso a las torres 58 y 59)

La sección de análisis cubre la ocupación de cauce por acceso a las torres 58 y 59. Se tomaron los valores de diferencia de altura y distancia adquiridos en el levantamiento topográfico de campo (0,18 m y 309,04 m respectivamente), representando un valor de pendiente media de 0,0005. Las secciones transversales construidas a partir del DTM se muestran en la Figura 7-8. Dentro del análisis general del tramo de interés (Figura 7-8), se reconocen profundidades máximas en promedio de 0,5424 m y un ancho de banca llena de 9,57 m lo que resulta en una relación ancho/profundidad de 17,65. El ancho proclive a inundación se encuentra alrededor de 23,9 m, con lo cual el atrincheramiento se calcula en cerca de 2,49. El índice de sinuosidad del arroyo se calculó a partir de la relación entre la longitud de talweg (319,02 m) y la longitud del valle (310,64 m), arrojando un valor de 1,027, mostrando un comportamiento recto en el sector analizado.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES.
2023. LAV0022-00-2023

Figura 7-9. Secciones transversales arroyo de OC por acceso a torres 58 y 59



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

El análisis y reconocimiento de los elementos principales del segmento de interés del arroyo se realizó a partir del análisis de 3 momentos históricos (diciembre de 2004, julio del 2016 y junio de 2022) (Figura 7-10), en dicho análisis se identifica que la tasa de migración lateral es nula. El drenaje ha mantenido su cauce intacto a través del tiempo con un trazo casi rectilíneo y con una geometría hidráulica muy bien definida. No se observan elementos geomorfológicos asociados a inundaciones, por el contrario, puede ser que se esté desarrollando una sedimentación activa en este tramo.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.4.5 Diseño de tránsito hidráulico

La información que se presenta a continuación corresponde a la información relacionada en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023.

Una vez introducidas, ajustadas y georreferenciadas las secciones transversales en el modelo, se consideraron otros parámetros como: coeficiente de rugosidad de Manning, pendiente longitudinal, coeficientes de contracción y caudal de diseño. Posteriormente, se incorporaron las condiciones de frontera para poder correr el mismo (ver Tabla 7-9).

Coeficientes de Manning: El coeficiente de rugosidad n de Manning se estimó a partir de los resultados de los análisis granulométricos para cada cruce proyectado y de las características generales de cobertura en el sector mediante la metodología de Cowan, la cual propone que el n de Manning se estima a partir de la siguiente expresión:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

Donde n_0 es un valor básico del coeficiente de rugosidad de Manning (n) para un canal recto, uniforme y liso en los materiales naturales involucrados, n_1 es un valor que debe agregarse para corregir el efecto de las rugosidades superficiales, n_2 considera las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal del canal, n_3 es un valor para considerar las obstrucciones, n_4 tiene en cuenta la vegetación y las condiciones del flujo, y m_5 es un factor de corrección de los efectos por meandros en el canal. Para las ocupaciones de cauce en estudio se obtuvieron los siguientes n de Manning siguiendo la metodología de Cowan (Tabla 7-9).

Tabla 7-9. Coeficientes de rugosidad para modelaciones hidráulicas

Sector	n0	n1	n2	n3	n4	m	Rugosidad	Promedio
OC_07								
Lecho	0,02	0,001	0,001	0,013	0,005	1	0,04	0,04
Bancas	0,02	0,001	0,001	0,013	0,005	1	0,04	

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.4.5.1 Diseño de tránsito hidráulico sin obra

7.4.5.1.1 Acceso a las torres 58 y 59 (OC_07)

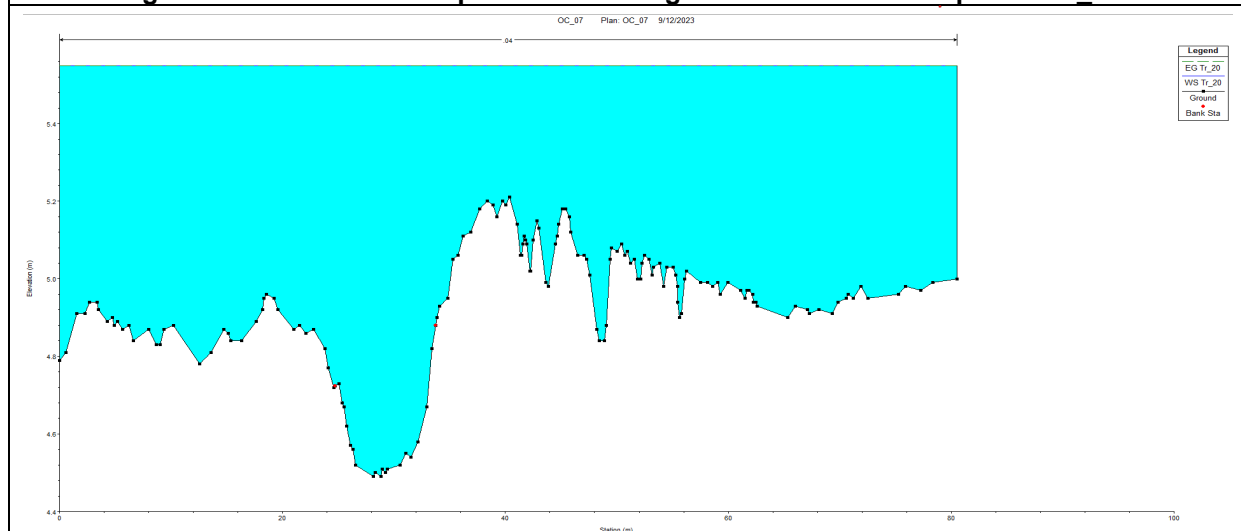
El modelo de simulación hidráulica para este cauce en el tramo de cruce de la vía de acceso a las torres 58 y 59 (ocupación de cauce OC_07) muestra el resultado que se describe en la Tabla 7-10, que indica las condiciones del flujo para las crecientes de caudales en un periodo de retorno de 20 años ($Tr=20$) entre (Figura 7-11 y la Figura 7-12).

Tabla 7-10. Resultados lámina de agua y caudal para OC_07

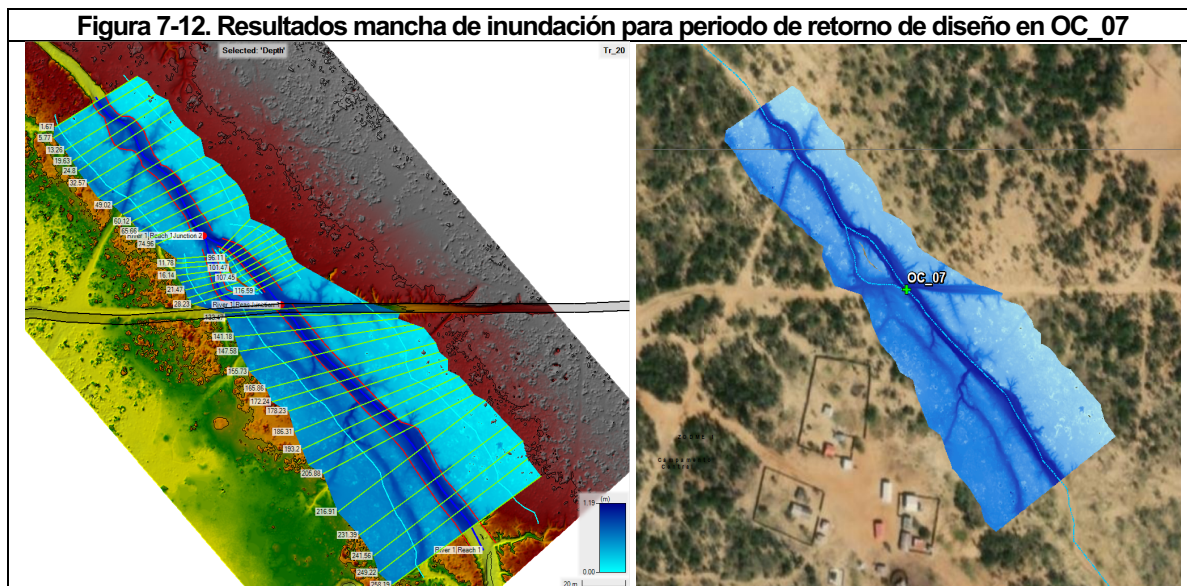
River Sta	Tr Retorno	Q Total (m³/s)	Cota de Fondo (m)	Cota Lámina de Agua (m)	Cota de Prof Crítica (m)	Cota de línea de energía (m)	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Área (m²)	Ancho (m)	No, De Froude
133.47	TR20	3,13	4,49	5,55		5,55	0,000011	0,08	51,05	80.54	0,03

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

Figura 7-11. Resultados vista perfil láminas de agua a distintos TR en ocupación OC_07E



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025



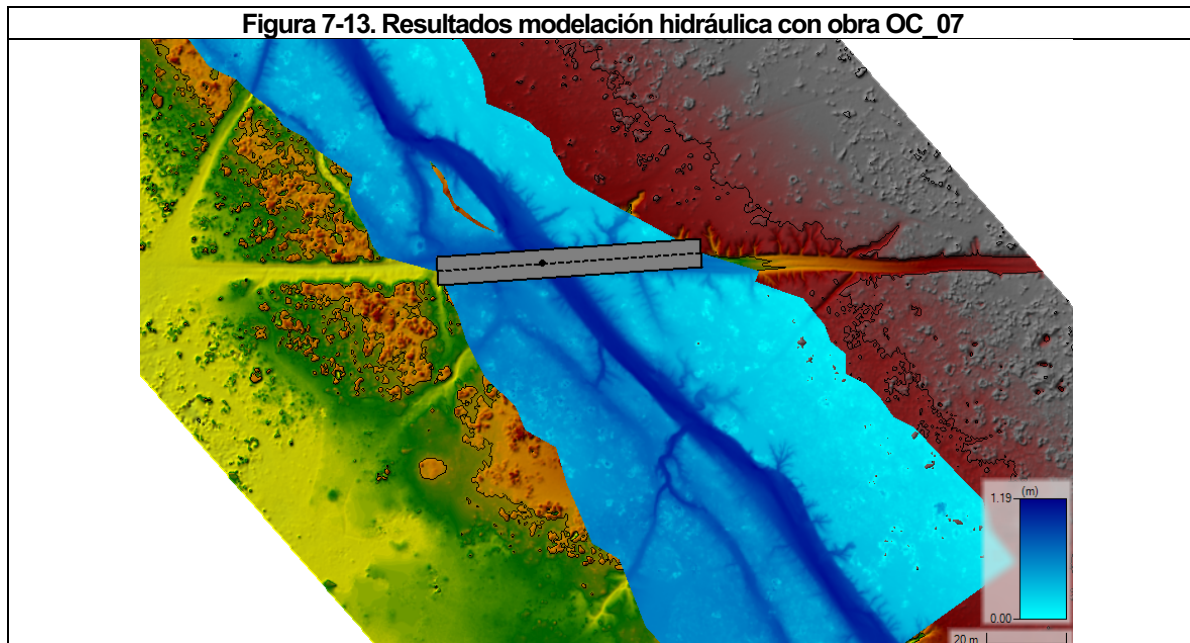
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.4.5.2 Diseño de tránsito hidráulico con obra

Una vez establecidas las modelaciones hidráulicas en 1d para la ocupación de cauce OC_07 se establecieron cada una de las estructuras de paso de flujo que fueron diseñadas tomando en consideración la cota de inundación máxima determinada a partir de los caudales picos y tomando en consideración las características de cada uno de los accesos y el ancho de cada uno de los cauces permanentes. Las estructuras tipo de los diseños definitivos se presentan en el numeral 7.4.6 y en el **Anexo C-1 Ocupación de cauce/Diseños**, adicionalmente los resultados de la modelación hidráulica con estructura se encuentran en el **Anexo C-1 Ocupación de cauce/Hidráulica - Modelación con obra**. A continuación, se presentan las modelaciones con estructura en el software HEC-RAS para la ocupación de cauce.

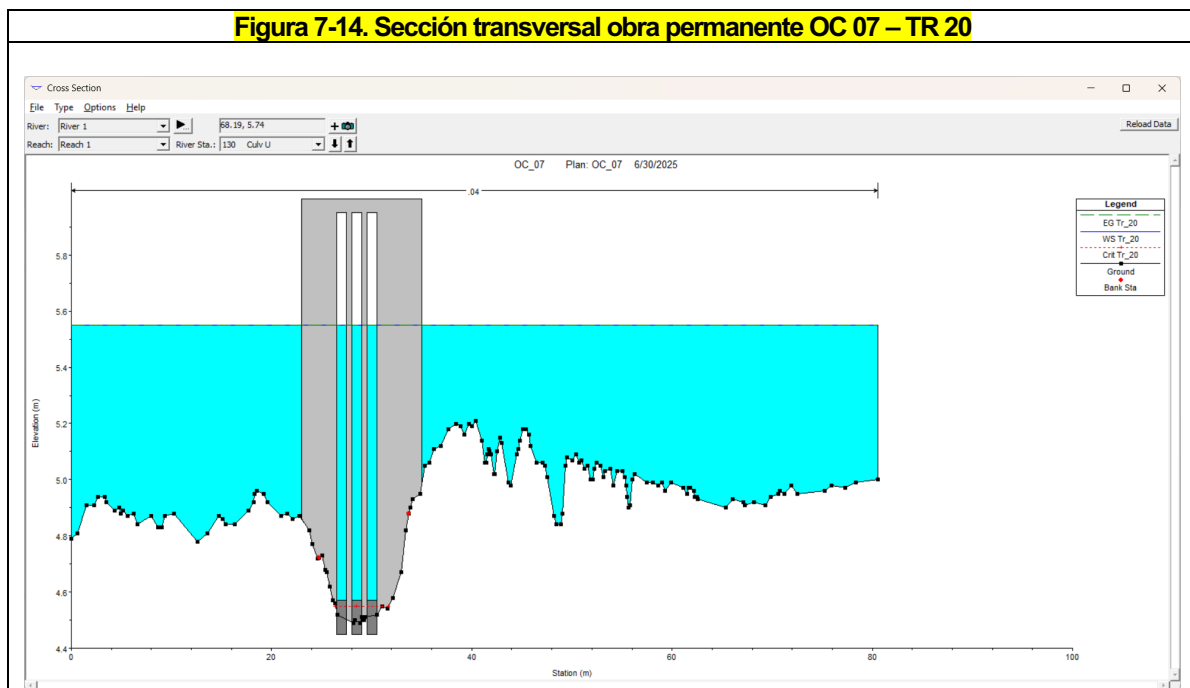
7.4.5.2.1 Ocupación de cauce OC_07

Teniendo en cuenta la geometría delimitada en el modelo sin obra se realiza el montaje de la estructura de tipo permanente que corresponde a un box culvert de tres celdas, que posee dimensiones de **1,5 m de alto** x 1 m de ancho, entre las secciones **133,47 y 129,79** teniendo en cuenta el ancho de la vía de acceso como se muestra en la Figura 7-13.



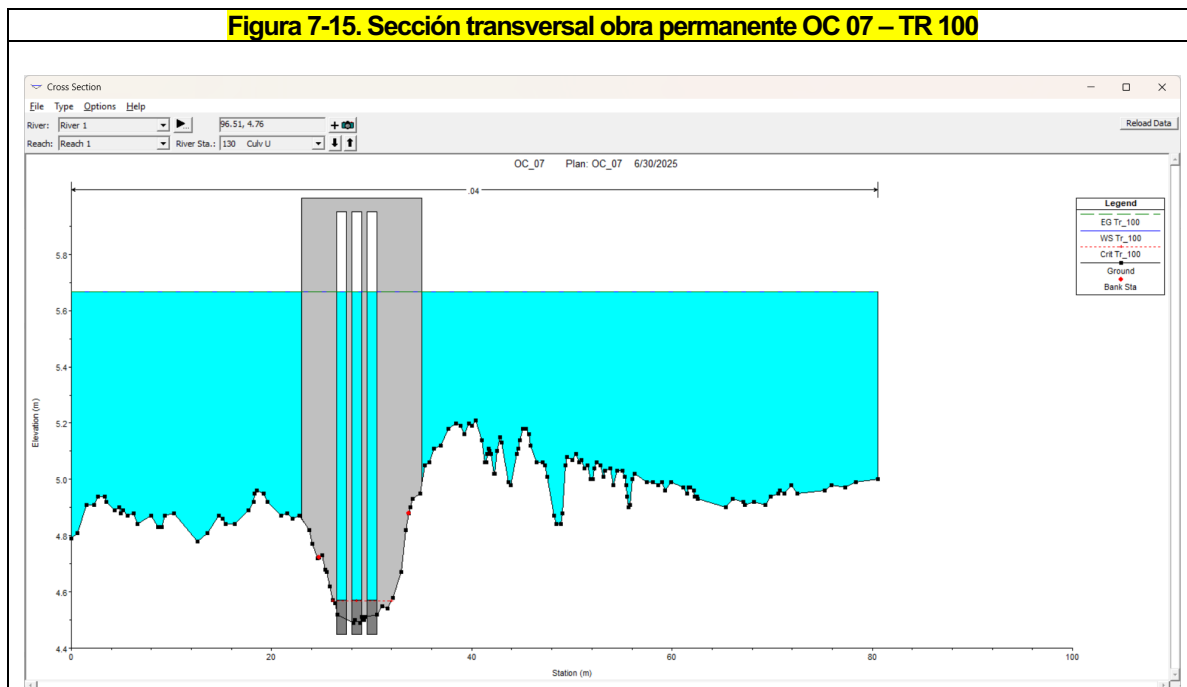
Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

La altura de esta estructura se diseña teniendo en cuenta la cota de la lámina de agua para periodos de retomo de hasta 100 años (Figura 7-14).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

Figura 7-15. Sección transversal obra permanente OC 07 – TR 100



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.4.6 Diseño de obras civiles

La información que se presenta a continuación corresponde a la información relacionada en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023.

Las obras hidráulicas para la ocupación de cauce se diseñaron en función de los resultados de las manchas y cotas de inundación para los periodos de retorno de 100 años para las obras permanentes, atendiendo el riesgo permisible en función del tiempo previsto de construcción de las torres en línea con lo dispuesto en el manual de drenaje para carreteras (Mintransporte & INVIAS, 2009). Así mismo se tuvieron en cuenta la naturaleza de los cauces y los materiales de construcción, tal y como se muestra en la Tabla 7-11.

Tabla 7-11. Tipos de obra de la ocupación de cauce OC_07

ID	Tipo de obra	Coordenadas Sistema Origen Único nacional		Estructura hidráulica
		Este	Norte	
OC_07	Prevista y Permanente	5093219,908	2881929,138	Box cajón-3 celdas o cajones 1,5m x 1m

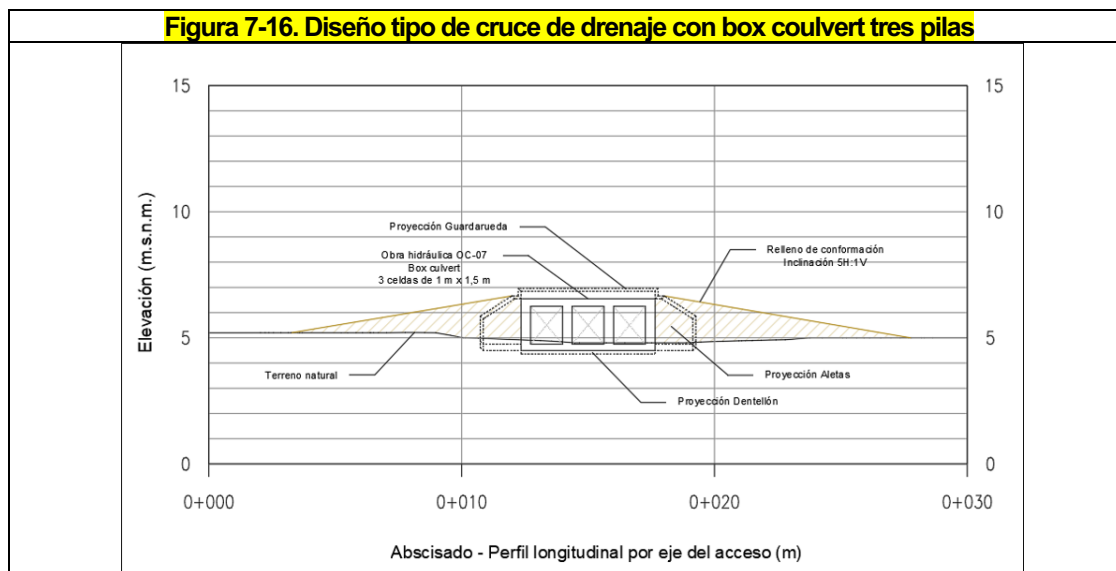
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023. Modificado por AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.4.6.1 Estructura de obras de cruce

A continuación, se presentan los tipos de obras proyectadas. Los diseños específicos se encuentran en el **Anexo C-1 Ocupación de cauce/Diseños**.

7.4.6.1.1 Cruce tipo box culvert

Este tipo de obra se hará para la ocupación de cauce OC_07, la cual es considerada permanente. El diseño típico para estas obras se divide en el tipo de cajones o pilares que tiene cada estructura box que para la OC_07, es de 3 cajones, los diseños representativos se muestran en la Figura 7-16.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.4.6.2 Materiales y procedimientos

A continuación, se detallan los procedimientos de construcción a desarrollar para las obras temporales y permanentes.

- Rocería, limpieza y descapote

Comprende la remoción de la vegetación, de arbustos, y rastrojo, la extracción de raíces y de otros materiales que interfieran con la construcción de la obra y que se juzgue conveniente remover.

- Localización y replanteo:

Se refiere a la ejecución de las operaciones iniciales y permanentes de localización, replanteo, topografía y elaboración de los planos finales que incluyen la ubicación general de las obras con respecto al DDV y a sus áreas de influencia.

- Para obras temporales se contempla adicional a las actividades anteriormente mencionadas:
- Suministro e instalación de terreno para aproximaciones
- Suministro e instalación de pila-pilotes
- Suministro e instalación de vigas de madera
- Suministro e instalación de conexiones entre viga-viga y columna-viga
- Suministro e instalación de tablero de madera

Para obras permanentes se contempla adicional a las actividades de rocería, limpieza, descapote, localización y replanteo:

- Excavación mecánica

- Concreto Ciclópico de 2500 Psi para Solad

Incluye suministro y colocación de concreto ciclópico para el mejoramiento del suelo base de la estructura del box coulvert y sus respectivas zarpas, se fundirán las bases con su ancho correspondiente y se instalara concreto ciclópico clase D de resistencia de 2500 PSI con piedra bolo. El concreto ciclópico será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1). Se deberá nivelar cuidadosamente las superficies para que la estructura quede con la forma y dimensiones indicadas en el diseño.

- Concreto de 4000 Psi para Cajón y Aletas:

Consiste en suministro y colocación de concreto de resistencia 4000 PSI. Para su desarrollo se requerirá de formaleta metálica, seguido del acarreo de los materiales necesarios tales como arena, triturado y cemento para proceder a la preparación de la mezcla y luego continuar con un vaciado y vibrado del concreto ya preparado con un vibrador. Luego de esto es vital y de gran importancia dar un lapso para el curado del concreto dejando que este alcance su resistencia para así finalmente poder pasar al desencofrado de los elementos. Antes de la colocación del concreto se deberá figurar, armar y colocar el refuerzo de acuerdo con al diseño estructural, teniendo en cuenta los diámetros de la varilla, las longitudes de traslapo y los recubrimientos, se chequeará su colocación y luego se transportará, y se vaciará el concreto progresivamente por medios manuales o mecánicos sin que éste produzca segregación. Se realizará el vibrado del concreto por medios mecánicos o manuales

- Acero de refuerzo de $f_y = 60.000$ PSI:

Se iniciará con la instalación del acero de refuerzo por tanto se procederá con el despiece el cual será de acuerdo con lo descrito en los planos estructurales, primeramente, se iniciará con el corte y figuración del refuerzo. El doblado de las varillas se realizará en frío acomodándolas a las formas indicadas en los planos.

Para el corte y configuración se deberá contar con la maquinaria y herramientas adecuadas para estos trabajos tales como cizallas y tronadoras. Luego el refuerzo deberá colocarse con exactitud en los sitios y en la forma indicada en los planos y despieces respectivos y asegurarse firmemente mediante el uso de soportes, espaciadores, ganchos metálicos, alambre negro, silletas de acero, o cualquier otro sistema de fijación que garantice su inmovilidad durante la colocación y fraguado de la mezcla de concreto.

Estos elementos de soporte deberán quedar embebidos en el concreto sin que le produzcan coloración o deterioro. En los empalmes y cruces de las barras, deberán emplearse para su fijación, el amarre por medio de alambre negro; este amarre podrá hacerse en forma alternada si el espaciamiento entre barras es menor de treinta (30) cm en ambas direcciones.

Se colocará la mezcla de concreto, y se verificará que el refuerzo como los elementos de soporte, estén libres de escamas, óxido, aceites, pintura, lodo, polvo o cualquier otra materia extraña que pueda disminuir su adherencia con el concreto.

- Relleno para estructuras con recebo

- Terraplén

Se refiere a la selección, transporte, disposición, conformación y compactación manual y/o mecánica por capas, de los Materiales seleccionados, que cumplan con los requerimientos establecidos en el estudio de suelo y geotecnia, aprobados por la Interventoría para la realización de terraplén en los accesos de la estructura que hayan sido previamente revisadas y aprobadas por la Interventoría. Se deberán seleccionar los Materiales para Rellenos, de manera que se garantice que están libres de basuras, materia orgánica, raíces, escorias, terrones y piedras de diámetro

mayor a 0,10 m y que tendrán la humedad óptima para permitir su adecuada disposición, conformación y compactación. En términos generales, los rellenos se realizarán con los materiales seleccionados que hayan sido adecuadamente preservados por el contratista y previamente aprobados por la Interventoría.

Una vez realizada la selección, se debe proceder a la actividad de compactación de este material en las zonas donde se realizó la excavación, por medios manuales o mecánicos. El terreno debe ser compactado en capas de 10 humedeciendo las mimas hasta alcanzar la nivelación del terreno con un grado de compactación de 95%.

La última capa será en subbase granular clase c. El confinamiento de este relleno será perimetral con una barrera de sacos suelos cemento en relación 4:1. La profundidad de hincado de los pilotes depende de la capacidad del suelo en sitio, el diseño estructural propone pilas pilotes de 4m de longitud, pero debe ser verificado y autorizado por el ingeniero geotecnista. Se deberá utilizar madera estructural selecta ES1 (Guayacán o Nazareno).

Finalmente, para las obras temporales se debe tener en cuenta que relación de talud a generar en la entrada y salida a las ocupaciones del cauce será de H:5 - V:1.

Para las obras permanentes la relación de talud a generar en la entrada y salida a la ocupación del cauce será de H:7 - V:1. El relleno se realizará con material seleccionado, compactado al 95% del Proctor y la profundidad del Box Culvert estará sustentada por estudios geotécnicos y de estabilidad, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y estructurales del Box.

7.4.6.2.1 Geomembranas áreas de descole

Para las ZODMES se contemplan las siguientes actividades relacionadas con la construcción de la obra de llegada de los canales de escorrentía (descole) a los cuerpos de agua:

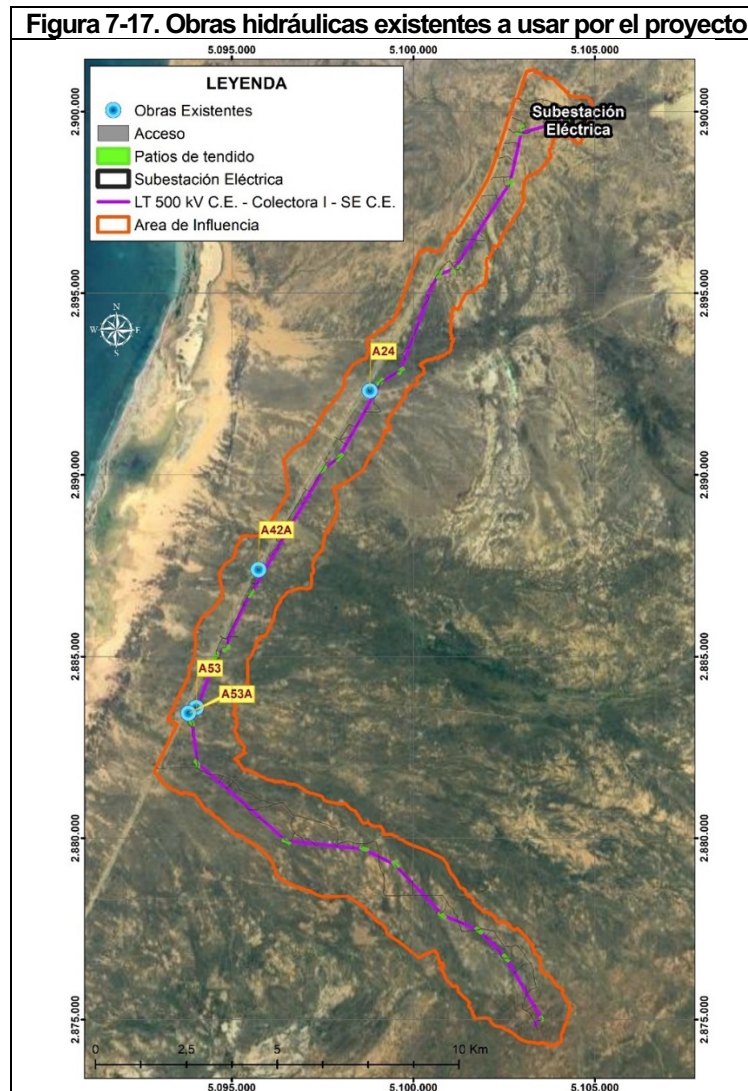
- Rocería, Limpieza y Descapote
- Localización y replanteo
- Perfilamiento y conformación de talud cauce
- Revegetalización con manto vegetal-biomanto TRM

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte y colocación, utilizados para el control de erosión en los márgenes de los cauces para frenar la erosión, de acuerdo con los planos del proyecto, las especificaciones y las instrucciones del Interventor.

La matriz de los mantos permanentes TRM está conformada por fibras 100% estabilizadas de polipropileno, contra rayos UV. Su espesor es homogéneo en toda el área del manto. Es resistente a los químicos que normalmente habitan en el ambiente natural del suelo. Estos tipos de mantos se instalan donde la vegetación natural, por sí sola, no está en la capacidad de resistir las condiciones de flujo, ni provee la protección suficiente para la erosión a largo plazo. Además, es utilizado para restauración del paisaje, creación de suelo y revegetación, y no posee efectos adversos sobre el entorno, pues está conformado por materiales inertes.

7.4.6.3 Obras hidráulicas existentes a ser usadas por el proyecto

En el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, se indicó que teniendo en cuenta el inventario de vías a usar por el proyecto, adicional a la identificación de las ocupaciones de cauce, se realizó inventario de las obras hidráulicas existentes verificando su estado y tipo de obra, resaltando que para estas obras no se requiere solicitar permiso de ocupación de cauce, serán usadas por el proyecto y en caso de generar daños en estas estructuras la compañía realizará las inspecciones y mantenimientos respectivos, tal y como se aprecia en la Tabla 7-12 y la Figura 7-17.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

Tabla 7-12. Obras hidráulicas existentes a usar por el proyecto

ID	ID VÍA	Acceso a torre	Coordenadas		Tipo de Obra	Estado	Observación	Registro Fotográfico
			Este	Norte				
1	A24	T26 y T27	5098802,643	2892312,458	Box Culvert doble	Excelente	Obra Existente en el Acceso A24, permite el ingreso hacia las torres T26 y T27. NO requiere permiso de Ocupación de Cauce.	
2	A42A	T42	5095736,330	2887391,335	Alcantarilla	Bueno	Obra Existente en el Acceso A42A, permite el ingreso a la T42. NO requiere permiso de Ocupación de Cauce.	

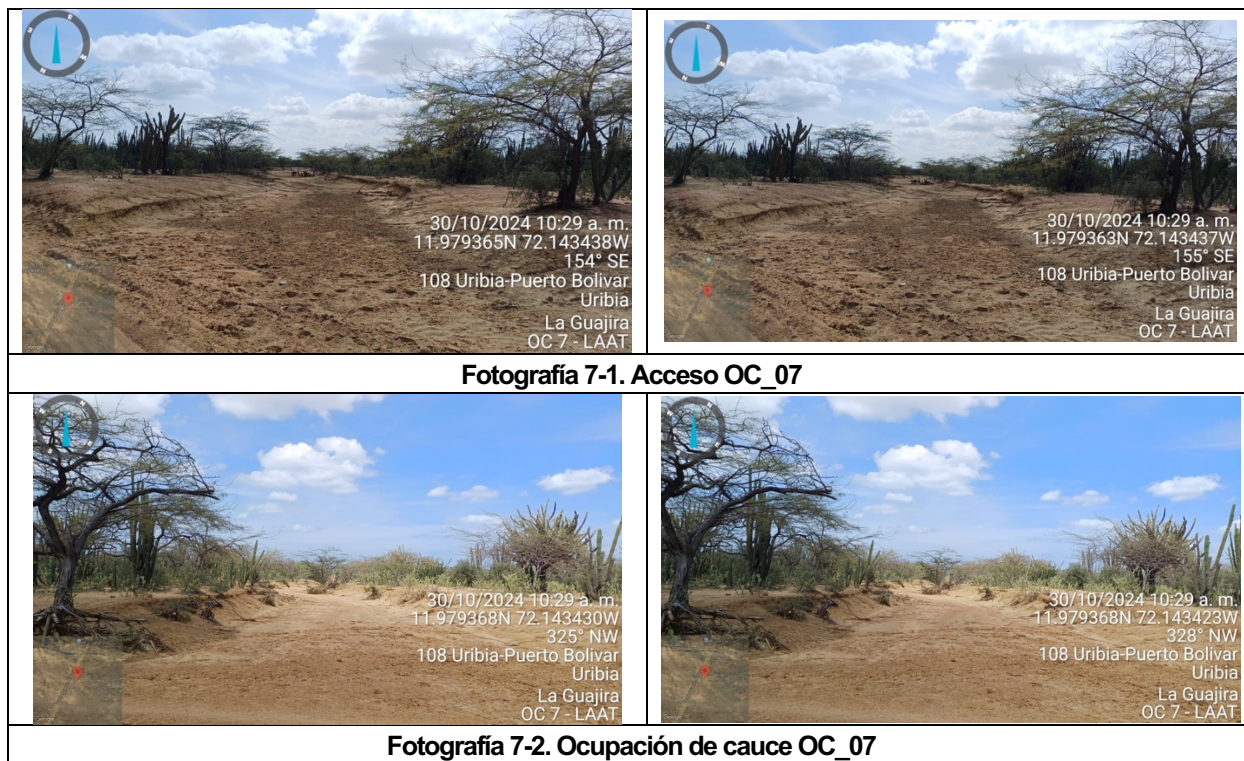
ID	ID VÍA	Acceso a torre	Coordenadas		Tipo de Obra	Estado	Observación	Registro Fotográfico
			Este	Norte				
3	A53	T53	5094021,522	2883590,951	Batea	Excelente	Obra Existente en el Acceso A53, permite el ingreso a la T53. NO requiere permiso de Ocupación de Cauce.	
4	A53A	T54	5093809,757	2883441,202	Box Culvert triple	Excelente	Obra Existente en el Acceso A53A, que permite el ingreso a la T54. NO requiere permiso de Ocupación de Cauce.	

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Línea de Conexión A 500 KV Casa Eléctrica - Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, AES. 2023. LAV0022-00-2023

7.4.7 Calidad de agua

Para la presente modificación de licencia ambiental la cual busca viabilizar la aprobación del punto de ocupación de cauce OC_07, se identificó el punto de monitoreo de calidad de agua establecido en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y que corresponde al punto OC3, el cual se encuentra asociado a dicha ocupación.

Durante la verificación de las condiciones del punto de monitoreo en el arroyo de acceso a la Torre 58 se evidenció que este se encontraba seco (30 de octubre de 2024), como se puede evidenciar en las siguientes fotografías.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

Teniendo en cuenta lo anterior, a para la presente modificación de licencia ambiental se tiene en cuenta la contenida en el componente de calidad de agua y ecosistemas acuáticos presentada en el Estudio de Impacto Ambiental con radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y evaluado a través de la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y Resolución 000661 del 15 de abril de 2024, por la cual se otorgó licencia ambiental. Es importante mencionar que tal y como se informó en su momento en el Estudio de Impacto Ambiental, el punto de muestreo OC3, se encuentra asociado con el punto de ocupación OC_07.

7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL

En el marco de la modificación de la licencia ambiental Proyecto línea de alta tensión 500kV Casa Eléctrica- Colectora I, teniendo como base los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17, se realiza censo forestal a las áreas de intervención por

viabilizar y se detalla la metodología en el Capítulo 2. Generalidades. De modo que se realiza censo forestal de fustales (DAP>10cm), latizales y cardonales dentro de estas áreas.

A continuación, en el presente capítulo se detallará los volúmenes necesarios por categoría de tamaño solicitada para cada infraestructura, las especies solicitadas para aprovechamiento forestal y su categoría de amenaza y/o veda. De igual forma, se presenta la caracterización de las epífitas vasculares, no vasculares, terrestres y rupícolas dentro del áreas objeto de intervención.

7.5.1 Metodología

7.5.1.1 Inventario forestal

El inventario forestal consiste en realizar el levantamiento de fustales, cardonales y latizales al 100% dentro de las de intervención. De tal manera, que los fundamentos para determinar las categorías de tamaño de los individuos se observan a continuación:

- Fustales: Individuos arbóreos con DAP (diámetro a la altura del pecho) > a 10 cm o CAP (circunferencia a la altura del pecho) > a 32 cm.
- Latizales: Individuos arbóreos con DAP<10 cm y alturas mayores a 1.5 metros.

Durante la fase de oficina se calculan las variables presentadas en la Tabla 7-13.

Tabla 7-13. Análisis de la información del censo forestal.

Etapas	Actividad	Descripción
Trabajo de precampo	Revisión de información secundaria	Fueron revisados diferentes estudios para el componente biótico desarrollados en la zona con el fin de identificar especies vegetales con el potencial de ser encontradas en el área de inventario
	Censo forestal (definición)	Se realiza censo forestal a todos los árboles en estado fustal (DAP ≥ 10 cm), latizales y cardonales localizados sobre las áreas de intervención.
Trabajo de campo	Reconocimiento del área	Una vez en la zona se realiza un reconocimiento previo del área de influencia del proyecto
	Distribución del inventario	Para el trabajo de campo participaron dos comisiones conformadas cada una por un (1) ingeniero forestal y dos (2) auxiliares de campo por cada comunidad.
	Identificación de los árboles y cardonales	Dentro las áreas definidas se realizó la identificación taxonómica de todos los árboles en estado fustal, latizal y cardonales. Lo anterior se logró mediante el reconocimiento del nombre común de las especies con la ayuda de los auxiliares de campo, y mediante el registro de rasgos morfológicos y taxonómicos para su posterior identificación. Todos los individuos por remover fueron marcados con pintura tipo esmalte de color rojo y amarillo En todos los casos los árboles fueron georreferenciados en coordenadas planas bajo el sistema magna sirgas origen único CTM-12.
	Dasometría	Los datos capturados en campo para los individuos inventariados fueron: Fustales Cap = circunferencia a la altura del pecho (1,30 cm) en cm Altura total (m) Altura de reiteración o comercial (m) Longitud de la copa X y Y (m) Latizales y Cardonales

Etapa	Actividad	Descripción
		Cap = circunferencia a la altura del pecho (1,30 cm) en cm Altura total (m)
	Individuos bifurcados	Los árboles que presentaron bifurcaciones por debajo de los 1.30 m, se consideraron como un solo individuo y se hicieron las mediciones por el número de bifurcaciones que presentaron, para posteriormente aplicar la fórmula del diámetro cuadrático medio. Diámetro cuadrático medio (dcm): es el DAP., que correspondería a un área resultante de la suma del área de los fustes medidos en individuos bifurcados o polifurcados. $\sqrt{\sum_{i=1}^n DAP_i^2}$
Análisis de información	Variables calculadas	A partir de los valores dasométricos se calcularon las siguientes variables: Dap (m) = (cap/π)/100 Área basal = (π/4)*(dap(m))² Ff = 0,7 Volumen total = área basal*altura total*ff Volumen comercial = área basal*altura comercial*ff Biomasa Carbono
	Caculo del volumen	Tanto el volumen total (m³) como el volumen comercial o de reiteración (m³) se calculó para cada una de las especies identificadas y para el total de los árboles inventariados en estado fustal.
	Cálculo de volumen en Cardonales	$V1 = 10^{-0.61} * H^{1.16} * d^{0.92} * b^{0.33}$ En donde: V= volumen (m³) H= altura (m) d= diámetro basal (m) b= número de ramificaciones o brazos Esto se explica con detalle en el Capítulo 2. Generalidades.

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Es importante mencionar que, en el censo forestal, debido a que participaron dos comisiones en campo, la marcación de individuos corresponde a una letra que identifica cada comisión seguido del número consecutivo de cada individuo como se observa en la Tabla 7-14. Por lo tanto, es una numeración consecutiva para todo el censo teniendo un único ID para cada fustal. De igual forma, la marcación fue mediante pintura amarilla o roja con sus respectivas coordenadas almacenadas en el **Anexo C-2 Aprovechamiento Forestal/Formato Censo Forestal**. Igualmente, se presenta el registro fotográfico realizado durante los trabajos de campo en el **Anexo C-2 Aprovechamiento forestal/Registro fotográfico** y **Anexo F Registro Fotográfico**.

¹ Pavón, N. P., Ayala, C. O., & Martínez-Falcón, A. P. (2016). Water and carbon storage capacity in *Isolatocereus dumortieri* (Cactaceae) in an intertropical semiarid zone in Mexico. *Plant Species Biology*, 31(3), 240–243. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12102>

Tabla 7-14 Marcación de individuos en censo forestal

Comisión	Letra identificación	Ejemplo de marcación de individuos
1	J	J-1, J2, J3, etc.
2	H	H-1, H2, H3, etc.

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

7.5.2 Área de intervención y cobertura a remover

Las áreas de intervención por viabilizar, objeto de la modificación de licencia ambiental, suman en total 4,309 ha las cuales se distribuyen en cuatro (4) coberturas de la tierra, luego de la actualización de las coberturas de la Tierra (**Ver Capítulo 2. Generalidad y 5.2 Caracterización del medio biótico**), de las cuales dos (2) corresponden a coberturas naturales que son el arbustal denso y abierto, con 1,958 ha y 1,897 ha respectivamente; siendo las dos coberturas con mayor extensión. Seguidamente, se encuentra la cobertura de tierras desnudas y degradadas con 0,335 ha que interviene con la infraestructura proyectada (Tabla 7-15).

Igualmente, en la Tabla 7-15, se observa la diferencia entre las coberturas presentadas en el Estudio de Impacto Ambiental, respecto a las actualizaciones realizadas específicamente sobre las áreas negadas de aprovechamiento forestal (áreas de intervención por viabilizar), siendo las coberturas de arbustal denso y abierto detalladas para separar las áreas que correspondían a Red vial, o tierras desnudas y degradadas, esto por la escala de trabajo (1:5000) y el insumo de ortofotografía utilizado en un régimen de lluvias.

Tabla 7-15 Coberturas de la tierra existentes dentro de las áreas de intervención por viabilizar

Cobertura de la Tierra	Área (ha) EIA (2023)	%	Área (ha) Actualización	%
1.1.2 Tejido urbano discontinuo	0,094	2,18	0,094	2,18
1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	0,013	0,31	0,026	0,60
3.2.2.1 Arbustal denso	1,834	42,56	1,958	45,43
3.2.2.2 Arbustal abierto	2,328	54,01	1,897	44,02
3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,041	0,94	0,335	7,78
Total, general	4,309	100	4,309	100

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

En la siguiente tabla, se desglosa la diferencia de las coberturas actualizadas respecto a las radicadas en el EIA por cada infraestructura del área de intervención.

Tabla 7-16 Ajuste de coberturas por cada área de intervención por viabilizar respecto al EIA

ID Infraestructura	Cobertura Tierra	Áreas actuales(ha)	EIA 2023 área (ha)	Diferencia
ACE_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,123	0,121	0,003
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,143	0,218	-0,076
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,073		0,073
ACz1_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,007	0,007	0,000
ACz2	1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	0,000	0,000	0,000
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,004	0,004	0,000
AN01_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,018	0,043	-0,025
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,032	0,007	0,025
AN02_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,008	0,017	-0,009
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,009		0,009
AN03_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000

ID Infraestructura	Cobertura Tierra	Áreas actuales(ha)	EIA 2023 área (ha)	Diferencia
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,011	0,013	-0,002
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,002		0,002
AN07_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso		0,001	-0,001
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,001		0,001
AN10_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,011	0,015	-0,004
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,004		0,004
AN11_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso		0,004	-0,004
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,006	0,006	0,000
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,004		0,004
AN13_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,002	0,002	0,000
AN14_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,003	0,003	0,000
AN17_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,002	0,002	0,000
AN23_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,001	0,001	0,000
AN26_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,049	0,049	0,000
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,011	0,011	0,000
AN27_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,004	0,004	0,000
AN28	3.2.2.1 Arbustal denso	0,018	0,018	0,000
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,001	0,001	0,000
AN29_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,011	0,011	0,000
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,006	0,006	0,000
AN31_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,006	0,006	0,000
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,004	0,004	0,000
AN32_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,051	0,051	0,000
AN33_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,012	0,012	0,000
AN35	3.2.2.1 Arbustal denso	0,002	0,002	0,000
AN38_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000
AN39	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,003	0,003	0,000
AN40_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,003	0,003	0,000
AN42_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,004	0,004	0,000
AN43_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,003	0,003	0,000
AN46_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,000	0,000	0,000
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,001	0,001	0,000
AN48_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,003	0,003	0,000
AN49_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,005	0,005	0,000
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,010	0,010	0,000
AN51_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000
AN54_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,010	0,010	0,000

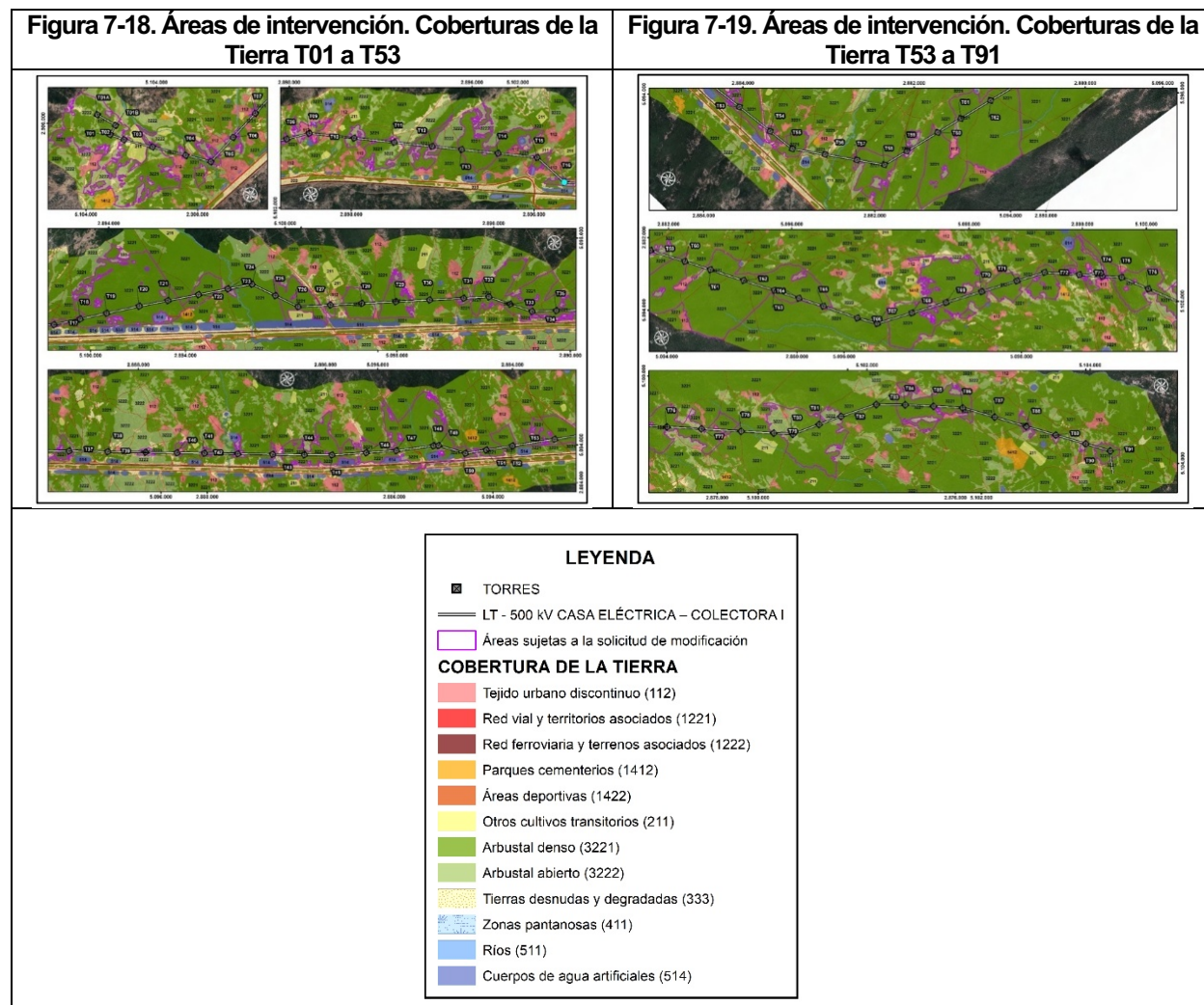
ID Infraestructura	Cobertura Tierra	Áreas actuales(ha)	EIA 2023 área (ha)	Diferencia
AN55_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,010	0,010	0,000
AN56_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto		0,001	-0,001
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,001		0,001
AN59	3.2.2.1 Arbustal denso		0,001	-0,001
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,006	0,004	0,001
AN60_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000
AN61_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,003	0,003	0,000
AN64_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,002	0,002	0,000
AN65_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000
AN68_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,024	0,024	0,000
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,002	0,002	0,000
AN70_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,003	0,003	0,000
AN71_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,003	0,003	0,000
AN73	3.2.2.1 Arbustal denso	0,002	0,002	0,000
AN74_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,005	0,005	0,000
AN77_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,009	0,009	0,000
AN81_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,007	0,007	0,000
AN82	3.2.2.1 Arbustal denso		0,022	-0,022
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,022		0,022
AN90	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,004	0,004	0,000
AN91_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,000	0,000	0,000
B01	3.2.2.1 Arbustal denso	0,029	0,094	-0,065
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,065		0,065
B01A	3.2.2.1 Arbustal denso	0,077	0,077	0,000
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,017	0,017	0,000
B01B	1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	0,013	0,013	0,000
	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,036	0,080	-0,044
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,044		0,044
B02	3.2.2.1 Arbustal denso	0,014		0,014
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,026	0,094	-0,068
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,053		0,053
B03_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,016		0,016
	3.2.2.2 Arbustal abierto		0,016	-0,016
B04_MOD	1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	0,012		0,012
	3.2.2.1 Arbustal denso	0,011		0,011
	3.2.2.2 Arbustal abierto		0,023	-0,023

ID Infraestructura	Cobertura Tierra	Áreas actuales(ha)	EIA 2023 área (ha)	Diferencia
B05_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto		0,005	-0,005
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,005		0,005
B06	3.2.2.1 Arbustal denso	0,022	0,022	0,000
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,041	0,041	0,000
B07	3.2.2.1 Arbustal denso		0,063	-0,063
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,054		0,054
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,008		0,008
B08_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,002	0,002	0,000
B09	1.1.2 Tejido urbano discontinuo	0,094	0,094	0,000
B10	3.2.2.1 Arbustal denso		0,063	-0,063
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,063		0,063
B11	3.2.2.1 Arbustal denso	0,025	0,032	-0,007
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,038	0,031	0,007
B12	3.2.2.1 Arbustal denso	0,063	0,063	0,000
B13	3.2.2.1 Arbustal denso	0,063	0,063	0,000
B15_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso		0,014	-0,014
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,006		0,006
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,008		0,008
B16_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,006	0,006	0,000
B17_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,023	0,023	0,000
B19	3.2.2.1 Arbustal denso	0,063	0,063	0,000
B22_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000
B27	3.2.2.1 Arbustal denso	0,044	0,032	0,012
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,019	0,030	-0,012
B31_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,008	0,008	0,000
B32_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,000	0,000	0,000
B35	3.2.2.1 Arbustal denso	0,063	0,063	0,000
B37_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,022	0,022	0,000
B39	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,063	0,063	0,000
B40_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,012	0,012	0,000
B41_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,012	0,012	0,000
B45_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000
B47_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,006	0,006	0,000
B49_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,003	0,003	0,000
B53	3.2.2.1 Arbustal denso	0,042	0,063	-0,021
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,021		0,021
B54	3.2.2.1 Arbustal denso	0,063	0,063	0,000

ID Infraestructura	Cobertura Tierra	Áreas actuales(ha)	EIA 2023 área (ha)	Diferencia
B56_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto		0,007	-0,007
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,007		0,007
B88	3.2.2.1 Arbustal denso	0,063	0,063	0,000
B91_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,002	0,002	0,000
CE_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,493	0,000	0,492
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,927	1,499	-0,573
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,080		0,080
CZ1_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000
CZ2_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,001	0,001	0,000
PT-01	3.2.2.1 Arbustal denso	0,142	0,205	-0,062
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,097	0,035	0,062
PT-03_MOD	1.2.2.1 Red vial y territorios asociados		0,000	0,000
	3.2.2.1 Arbustal denso		0,072	-0,072
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,072		0,072
PT-04_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000
PT-06_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,066	0,057	0,010
	3.2.2.2 Arbustal abierto		0,010	-0,010
PT-08_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,005	0,005	0,000
PT-09_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,023	0,023	0,000
PT-15_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,022		0,022
	3.2.2.2 Arbustal abierto		0,022	-0,022
PT-16_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,000	0,000	0,000
PT-18_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,072	0,072	0,000
PT-19_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,002	0,002	0,000
PT-20_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,009	0,009	0,000
PT-21_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,011	0,011	0,000
PT-22_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,012	0,012	0,000
PT-23_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,000	0,000	0,000
PT-24_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,001	0,001	0,000
PT-35_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso		0,032	-0,032
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,032		0,032
PT-40_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,000	0,000	0,000
PT-41_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,002	0,002	0,000
ZODME_1_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,000	0,000	0,000
TOTAL		4,309	4,309	

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

En la Figura 7-18 y Figura 7-19, se observa la distribución de las coberturas, en cada una de las áreas proyectadas de intervención a la cobertura vegetal.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

7.5.3 Infraestructura por viabilizar que NO requiere permiso de aprovechamiento forestal

En la Tabla 7-17, se relaciona el ID de la infraestructura que fue negada para aprovechamiento forestal mediante Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y confirmada mediante Resolución 175 del 10 de febrero de 2025. Esta infraestructura se requiere para la ejecución del proyecto, sin embargo, se evidencia con el censo realizado que no requiere de aprovechamiento forestal (**Ver Anexo F Registro fotográfico/ Ficha Infraestructura Sin Aprovechamiento**).

En este sentido, de las 42 áreas de la Tabla 7-17, 17 áreas corresponden a la infraestructura completa que no requiere de permiso de aprovechamiento por ausencia de individuos fustales, latizales o cardonales (0,140 ha) que se excluyen de la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal pese a que se encuentren dentro del área del proyecto, puesto que si se realizará intervención en dichas áreas.

Adicionalmente, existen otras infraestructuras que se incluyen en la Tabla 7-17, como áreas parciales de las cuales 0,283 ha no tienen ningún individuo arbóreo, latizal o cardonal, y por lo cual, se excluyen del permiso de aprovechamiento forestal, y 2,215 ha si requieren del permiso de aprovechamiento forestal. Es decir, que 0,423ha no necesitan permiso de aprovechamiento forestal (0,140ha+0,283), y 3,886ha (2,215ha de infraestructura parcial + 1,671ha de infraestructura completa) que si requiere permiso de aprovechamiento forestal (**Ver Anexo Cartográfico AprovechaForestalPG**).

En los casos donde no se encuentran individuos arbóreos en la totalidad del polígono, no se solicitará permiso de aprovechamiento forestal, pero si la viabilidad del área para la etapa constructiva. En resumen, de las 4,309 ha del área total del proyecto, se excluyen en total 0,423 ha en las que no existen individuos fustales, latizales o cardonales que requieran un permiso de aprovechamiento forestal. Y, en línea con lo anterior, en la presente modificación de licencia se solicita viabilizar la intervención de estas 0,423 ha de infraestructura, bajo el entendido de que no se requiere solicitar el respectivo permiso de aprovechamiento forestal, sustentado fotográfica y técnicamente la ausencia de fustales, latizales o cardonales, en el capítulo 7. Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de los Recursos Naturales.

Tabla 7-17 Infraestructura completa y parcialmente que no requiere de permiso de aprovechamiento forestal

ID Infraestructura	Área con aprovechamiento (ha)	Área sin aprovechamiento (ha)	Área Total de intervención (ha)	Total/Parcial
ACE_MOD	0,262	0,077	0,339	Parcial
ACz2	0,004	0,000	0,004	Parcial
AN01_MOD	0,043	0,007	0,050	Parcial
AN02_MOD		0,017	0,017	No requiere aprovechamiento
AN03_MOD	0,012	0,002	0,014	Parcial
AN07_MOD		0,001	0,001	No requiere aprovechamiento
AN10_MOD	0,005	0,010	0,015	Parcial
AN11_MOD	0,006	0,004	0,010	Parcial
AN13_MOD		0,002	0,002	No requiere aprovechamiento
AN29_MOD	0,013	0,004	0,017	Parcial
AN31_MOD	0,007	0,003	0,010	Parcial
AN35		0,002	0,002	No requiere aprovechamiento
AN38_MOD		0,001	0,001	No requiere aprovechamiento
AN46_MOD	0,001	0,000	0,001	Parcial
AN56_MOD		0,001	0,001	No requiere aprovechamiento
B01	0,093	0,001	0,094	Parcial
B01B	0,036	0,058	0,094	Parcial
B02	0,053	0,041	0,094	Parcial
B03_MOD	0,014	0,002	0,016	Parcial
B05_MOD		0,005	0,005	No requiere aprovechamiento
B06	0,022	0,041	0,063	Parcial
B07	0,053	0,009	0,063	Parcial
B08_MOD		0,002	0,002	No requiere aprovechamiento
B09		0,094	0,094	No requiere aprovechamiento
B15_MOD	0,006	0,008	0,014	Parcial
B22_MOD		0,001	0,001	No requiere aprovechamiento
B32_MOD		0,000	0,000	No requiere aprovechamiento
B41_MOD	0,010	0,002	0,012	Parcial
B45_MOD		0,001	0,001	No requiere aprovechamiento
B56_MOD		0,007	0,007	No requiere aprovechamiento

ID Infraestructura	Área con aprovechamiento (ha)	Área sin aprovechamiento (ha)	Área Total de intervención (ha)	Total/Parcial
B91_MOD		0,002	0,002	No requiere aprovechamiento
CE_MOD	1,499	0,000	1,499	Parcial
CZ2_MOD		0,001	0,001	No requiere aprovechamiento
PT-04_MOD		0,001	0,001	No requiere aprovechamiento
PT-06_MOD	0,057	0,010	0,066	Parcial
PT-09_MOD	0,020	0,004	0,023	Parcial
PT-23_MOD		0,000	0,000	No requiere aprovechamiento
PT-24_MOD		0,001	0,001	No requiere aprovechamiento
Total	2,215	0,423	2,638	

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Como ejemplo se observa en la Fotografía 7-3, infraestructura como el Acceso Nuevo (AN02) no requiere de aprovechamiento al no existir individuos en categoría fustal, latizal y/o cardonal, sin embargo, se requiere para el desarrollo del proyecto. Todos los registros fotográficos de esta infraestructura se pueden ver con detalle en el **Anexo F Registro fotográfico/ Ficha Infraestructura Sin Aprovechamiento**). En algunos casos las áreas son muy pequeñas de menos de 1m², que no abarca ningún individuo, y aunque el registro fotográfico muestre individuos, se hace la claridad en cada anexo que no se requiere de la remoción de los individuos arbóreos o de cardonales.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Como consecuencia, a pesar, que el área de polígonos objeto de la modificación de la licencia suman 4,309 ha en total, en el aprovechamiento forestal la intervención, será de 3,89 ha (Tabla 7-18), de acuerdo, con lo anterior expuesto acerca de la ausencia de individuos en algunos de los polígonos proyectados para infraestructura. En este sentido, la cobertura que mayor área será intervenida corresponde a Arbustal denso con 1,91 ha.

Sin embargo, se reitera que para el proyecto se busca viabilizar las 4,309 ha que hacen parte del área del proyecto, aunque para aprovechamiento forestal sólo se requiere del permiso de 3,89 ha.

Tabla 7-18 Áreas de intervención que requieren aprovechamiento forestal

Cobertura de la Tierra	Área (ha)
Arbustal abierto	1,80
Arbustal denso	1,91
Red vial y territorios asociados	0,01
Tierras desnudas y degradadas	0,17
Total, general	3,89

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

7.5.4 Especies objeto de intervención

En la Tabla 7-19 se observa en total 12 especies asociadas a cinco (5) familias que se encuentran dentro de las áreas de intervención por viabilizar. Se observa, que la especie que mayor número de individuos y volumen aporta corresponde al Yosuu (*Stenocereus griseus*) con 881 individuos, y volumen total de 275,08m³, a pesar de que este volumen no es maderable, y fue calculado de acuerdo con las condiciones de la especie, el cual almacena agua y carbono, se reporta a la autoridad el volumen total para remover.

Por otra parte, de las especies forestales se resalta que 248 individuos del Trupillo (*Neltuma juliflora*) serán objeto de intervención, así como 90 individuos del Dividivi (*Libidibia coriaria*) serán objeto de tala. Finalmente, se destaca que, además del Yosuu (*Stenocereus griseus*), existe otra especie más de la familia Cactaceae (Tabla 7-19).

Tabla 7-19 Composición florística de las áreas de intervención

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Vol. Total (m3)
BORAGINACEAE	<i>Rocheftoria spinosa</i>	Alapai	1	0,005
CACTACEAE	<i>Cereus repandus</i>	Cardón Kayush	2	1,037
	<i>Stenocereus griseus</i>	Yossu	881	275,08
CAPPARACEAE	<i>Quadrella odoratissima</i>	Olivo	2	0,162
FABACEAE	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Hachii	3	0,023
	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	10	0,797
	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	90	1,257
	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	248	3,958
	<i>Parkinsonia praecox</i>	Mapúa	8	0,125
	<i>Piptadenia retusa</i>	Apoto	5	0,355
	<i>Pithecellobium subglobosum</i>	Toolish	44	0,717
SIMAROUBACEAE	<i>Castela erecta</i>	Uruwúa	1	0,002
Total, general			1295	283,527

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

7.5.5 Volumen, biomasa y carbono total por cobertura y categoría de tamaño

Dado que se realizó censo forestal de fustales, latizales y cardonales, se presenta a continuación los volúmenes solicitados por cobertura, y categoría de tamaño. En la Tabla 7-20, se observa, que la cobertura donde mayores individuos fustales se removerá corresponde a arbustal denso con 37 individuos arbóreos, y, principalmente de la especie Trupillo (*Neltuma juliflora*) con 18 individuos. Seguidamente, se encuentra la cobertura de arbustal abierto con un total de 15 individuos arbóreos, e igualmente la especie con mayores individuos arbóreos a remover corresponde el Trupillo (*Neltuma juliflora*) con ocho (8) individuos.

El total de volumen a remover en categoría de fustal corresponde a 3,21 m³ un volumen comercial de 1,05 m³ y biomasa total de 42,97 Kg, asociado a 53 individuos arbóreos en total distribuidos en tres (3) coberturas de la tierra.

Tabla 7-20 Volumen por cobertura y especie en fustales para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal

FUSTALES								
Cobertura	Familia	Nombre común	Nombre científico	Nº individuos	Vol. T (m³)	Vol. C (m³)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)
3.2.2.1 Arbustal denso	Capparaceae	Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	2	0,16	0,07	2,16	1,08
	Fabaceae	Apoto	<i>Piptadenia retusa</i>	2	0,28	0,06	3,73	1,87
		Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	6	0,45	0,14	6,00	3,00
		Dividivi	<i>Libidibia coriaria</i>	8	0,45	0,16	6,09	3,04
		Toolish	<i>Pithecellobium subglobosum</i>	1	0,02	0,01	0,31	0,15
		Trupillo	<i>Neltuma juliflora</i>	18	1,04	0,33	13,89	6,95
3.2.2.2 Arbustal abierto	Fabaceae	Apoto	<i>Piptadenia retusa</i>	3	0,08	0,03	1,01	0,51
		Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	2	0,32	0,10	4,30	2,15
		Dividivi	<i>Libidibia coriaria</i>	1	0,04	0,01	0,47	0,24
		Mapúa	<i>Parkinsonia praecox</i>	1	0,03	0,01	0,45	0,23
		Trupillo	<i>Neltuma juliflora</i>	8	0,31	0,12	4,21	2,10
3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	Fabaceae	Trupillo	<i>Neltuma juliflora</i>	1	0,03	0,01	0,34	0,17
TOTAL				53	3,21	1,05	42,97	21,48

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Por otra parte, en categoría latizal fueron censados 359 individuos para un volumen total de 4,19 m³, un volumen comercial de 1,46 m³ y una biomasa de 56,11 Kg, que se distribuyen en cuatro (4) coberturas de la tierra (Tabla 7-21). En este caso, los latizales se encuentran mayormente en la cobertura de arbustal denso siendo en total 229 individuos a remover en esta cobertura, siendo la especie principal el Trupillo (*Neltuma juliflora*) con 141 individuos, y seguidamente está el Dividivi (*Libidibia coriaria*) con 57 individuos.

De igual forma, se identifican 122 individuos en la cobertura de arbustal abierto siendo las especies de Trupillo (*Neltuma juliflora*) y Dividivi (*Libidibia coriaria*) igualmente las de mayores individuos a remover.

Tabla 7-21 Volumen por cobertura y especie en latizales para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal

LATIZALES								
Cobertura	Familia	Nombre común	Nombre científico	Nº individuos	Vol. T (m³)	Vol. C (m³)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)
1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	Fabaceae	Trupillo	<i>Neltuma juliflora</i>	1	0,01	0,00	0,11	0,05
3.2.2.1 Arbustal denso	Fabaceae	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	2	0,03	0,01	0,37	0,19
		Dividivi	<i>Libidibia coriaria</i>	57	0,54	0,24	7,28	3,64
		Hachii	<i>Diphysa carthagenensis</i>	3	0,02	0,01	0,31	0,16
		Mapúa	<i>Parkinsonia praecox</i>	1	0,01	0,00	0,10	0,05
		Toolish	<i>Pithecellobium subglobosum</i>	25	0,52	0,17	6,94	3,47
		Trupillo	<i>Neltuma juliflora</i>	141	2,01	0,64	26,89	13,45
	Boraginaceae	Alapai	<i>Rochefortia spinosa</i>	1	0,00	0,00	0,07	0,03

LATIZALES								
Cobertura	Familia	Nombre común	Nombre científico	N° individuos	Vol. T (m³)	Vol. C (m³)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)
3.2.2.2 Arbustal abierto	Fabaceae	Dividivi	<i>Libidibia coriaria</i>	24	0,22	0,07	2,99	1,50
		Mapúa	<i>Parkinsonia praecox</i>	4	0,06	0,03	0,79	0,39
		Toolish	<i>Pithecellobium subglobosum</i>	18	0,18	0,06	2,35	1,18
		Trupillo	<i>Neltuma juliflora</i>	74	0,54	0,21	7,19	3,60
	Simaroubaceae	Uruwúa	<i>Castela erecta</i>	1	0,00	0,00	0,03	0,02
3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	Fabaceae	Mapúa	<i>Parkinsonia praecox</i>	2	0,03	0,01	0,34	0,17
		Trupillo	<i>Neltuma juliflora</i>	5	0,03	0,01	0,35	0,17
TOTAL				359	4,19	1,46	56,11	28,06

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Finalmente, en cuanto a los cardonales se censaron un total de 883 individuos arbóreos que representan un volumen total de 276,12 m³, y biomasa total de 29,71 ton asociados a dos (2) especies de cardón (Tabla 7-22). Aquí vale la pena resaltar que se reporta dos (2) individuos de la especie cardón Cardón Kayush (*Cereus repandus*), y la especie con mayor número de individuos corresponde al Yosuu (*Stenocereus griseus*).

Tabla 7-22 Volumen por cobertura y especie en especies de cardón para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal

CARDONALES								
Cobertura	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nº individuos	Vol. T	Biomasa (Kg)	Biomasa (ton)	Carbono (Kg)
3.2.2.1 Arbustal denso	Cactaceae	<i>Cereus repandus</i>	Cardón Kayush	1	0,65	122,00	0,12	61,00
		<i>Stenocereus griseus</i>	Yossu	527	158,29	17751,68	17,75	8875,84
3.2.2.2 Arbustal abierto	Cactaceae	<i>Cereus repandus</i>	Cardón Kayush	1	0,39	87,98	0,09	43,99
		<i>Stenocereus griseus</i>	Yossu	353	116,67	11729,95	11,73	5864,97
3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	Cactaceae	<i>Stenocereus griseus</i>	Yossu	1	0,13	13,45	0,01	6,73
Total, general				883	276,12	29705,06	29,71	14852,53

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

7.5.6 Volumen, biomasa y carbono total por infraestructura y categoría de tamaño

De igual forma, se presenta a continuación, los volúmenes diferenciados por el tipo de infraestructura que se requiere para el proyecto. Para ver con detalle el ID de cada polígono, y las especies presentes se puede ver el **Anexo C-2 Aprovechamiento Forestal**; sin embargo, para efectos de sintetizar los resultados y los volúmenes solicitados de aprovechamiento forestal se agrupan por tipo de infraestructura.

En la categoría de fustales, se observa en la Tabla 7-23 que para el acceso a la Subestación únicamente se requiere de un (1) individuos de la especie Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), 29 individuos para los accesos nuevos, y para las bases de las Torres se requiere de 15 individuos pertenecientes a seis (6) especies, los patios de tendido en total

requieren de la remoción de cuatro (4) individuos pertenecientes a dos (2) especies, y finalmente, para la subestación eléctrica se requiere de la tala de dos (2) individuos fustales que pertenecen a la especie Trupillo (*Neltuma juliflora*).

Tabla 7-23 Volumen por infraestructura y especie en fustales para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal

FUSTALES							
Infraestructura	Nombre científico	Nombre común	N° individuos	Vol. T (m³)	Vol. C (m³)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)
Acceso casa Eléctrica	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	1	0,04	0,01	0,60	0,30
Acceso Nuevo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	3	0,33	0,11	4,41	2,20
	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	1	0,17	0,06	2,23	1,12
	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	20	1,10	0,34	14,74	7,37
	<i>Parkinsonia praecox</i>	Mapúa	1	0,03	0,01	0,45	0,23
	<i>Piptadenia retusa</i>	Apooto	3	0,17	0,05	2,25	1,12
	<i>Quadrella odoratissima</i>	Olivo	1	0,14	0,06	1,90	0,95
	TOTAL		29	0,55	29	1,94	0,62
Base Torre	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	4	0,40	0,12	5,30	2,65
	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	4	0,16	0,05	2,16	1,08
	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	3	0,12	0,05	1,55	0,78
	<i>Piptadenia retusa</i>	Apooto	2	0,19	0,04	2,50	1,25
	<i>Pithecellobium subglobosum</i>	Toolish	1	0,02	0,01	0,31	0,15
	<i>Quadrella odoratissima</i>	Olivo	1	0,02	0,01	0,26	0,13
	TOTAL		15	0,41	15	0,90	0,30
Canal Zodme 1	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	1	0,05	0,02	0,62	0,31
Pacios de tendido	TOTAL		1	0,00	1	0,05	0,02
	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	2	0,05	0,02	0,69	0,34
	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	2	0,08	0,02	1,09	0,55
	TOTAL		4	0,08	4	0,13	0,04
Subestación casa Eléctrica	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	2	0,08	0,04	1,06	0,53
Acceso Canal Zodme 1	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	1	0,06	0,02	0,85	0,43
Total, general			53	3,21	1,05	42,97	21,48

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

En la categoría de latizales se resalta la infraestructura de las bases torre dado que se requiere en total 102 individuos en categoría de latizal, para la subestación eléctrica 111 individuos, seguidamente están los accesos nuevos con 79 individuos arbóreos, y 46 individuos para los patios de tendido (Tabla 7-24). Como se ha reiterado a lo largo de los análisis, las especies con mayor número de individuos en todas las áreas objeto de intervención corresponde al Trupillo (*Neltuma juliflora*) y Dividivi (*Libidibia coriaria*).

Tabla 7-24 Volumen por infraestructura y especie en latizales para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal

LATIZALES							
Infraestructura	Nombre científico	Nombre común	N° individuos	Vol. T (m³)	Vol. C (m³)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)
Acceso casa Eléctrica	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	4	0,03	0,01	0,45	0,22
	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	13	0,19	0,05	2,50	1,25
	<i>Parkinsonia praecox</i>	Mapúa	1	0,00	0,00	0,02	0,01

LATIZALES							
Infraestructura	Nombre científico	Nombre común	Nº individuos	Vol. T (m³)	Vol. C (m³)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)
TOTAL			18	0,25	18	0,22	0,06
Acceso Nuevo	<i>Castela erecta</i>	Uruwúa	1	0,00	0,00	0,03	0,02
	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	16	0,18	0,07	2,42	1,21
	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	53	0,85	0,26	11,39	5,69
	<i>Pithecellobium subglobosum</i>	Toolish	9	0,18	0,04	2,46	1,23
TOTAL			79	0,96	79	1,22	0,37
Base Torre	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	28	0,27	0,13	3,66	1,83
	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	53	0,76	0,26	10,20	5,10
	<i>Parkinsonia praecox</i>	Mapúa	2	0,03	0,01	0,41	0,21
	<i>Pithecellobium subglobosum</i>	Toolish	19	0,37	0,13	4,94	2,47
TOTAL			102	2,14	102	1,44	0,54
Canal Zodme 1	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	1	0,03	0,01	0,41	0,21
TOTAL			1	0,00	1	0,03	0,01
Pacios de tendido	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	2	0,03	0,01	0,37	0,19
	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	13	0,10	0,03	1,31	0,65
	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	27	0,32	0,11	4,32	2,16
	<i>Pithecellobium subglobosum</i>	Toolish	4	0,02	0,01	0,33	0,17
TOTAL			46	1,12	46	0,47	0,16
Subestación casa Eléctrica	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Hachii	3	0,02	0,01	0,31	0,16
	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	18	0,12	0,05	1,64	0,82
	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	74	0,42	0,18	5,64	2,82
	<i>Parkinsonia praecox</i>	Mapúa	4	0,06	0,03	0,79	0,39
	<i>Pithecellobium subglobosum</i>	Toolish	11	0,12	0,05	1,56	0,78
	<i>Rocheffortia spinosa</i>	Alapai	1	0,00	0,00	0,07	0,03
TOTAL			111	5,43	111	0,75	0,31
Zodme 1	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi	1	0,03	0,01	0,38	0,19
TOTAL			1	0,03	1	0,03	0,01
Acceso Canal Zodme 1	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	1	0,04	0,01	0,49	0,25
TOTAL			1	0,01	1	0,04	0,01
Total, general			359	4,19	1,46	56,11	28,06

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

En síntesis, el volumen total solicitado sumados los volúmenes de individuos fustales y latizales suman 7,40 m³, una biomasa y carbono de 99,08 Kg y 49,54 Kg, respectivamente; y corresponde a 412 individuos arbóreos (Tabla 7-25).

Tabla 7-25 Volumen Total (Latizales y Fustales) por cobertura e infraestructura solicitado para aprovechamiento forestal

Infraestructura	Cobertura	Número de individuos	Vol. T (m³)	Vol. C (m³)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)
Acceso casa Eléctrica	3.2.2.1 Arbustal denso	12	0,20	0,05	2,67	1,33
	3.2.2.2 Arbustal abierto	6	0,07	0,02	0,87	0,44
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	1	0,00	0,00	0,02	0,01
TOTAL		19	19	0,27	0,07	3,56
Acceso Nuevo	3.2.2.1 Arbustal denso	78	2,40	0,74	32,11	16,05
	3.2.2.2 Arbustal abierto	30	0,76	0,25	10,19	5,09
TOTAL		108	108	3,16	0,99	42,29
Base Torre	1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	1	0,01	0,00	0,11	0,05
	3.2.2.1 Arbustal denso	91	1,91	0,68	25,55	12,77
	3.2.2.2 Arbustal abierto	21	0,35	0,12	4,73	2,37
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	4	0,07	0,02	0,90	0,45

Infraestructura	Cobertura	Número de individuos	Vol. T (m³)	Vol. C (m³)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)
TOTAL		117	117	2,34	0,83	31,28
Canal Zodme 1	3.2.2.1 Arbustal denso	2	0,08	0,03	1,03	0,52
TOTAL		2	2	0,08	0,03	1,03
Pacios de tendido	3.2.2.1 Arbustal denso	37	0,45	0,15	6,04	3,02
	3.2.2.2 Arbustal abierto	13	0,15	0,05	2,07	1,04
TOTAL		50	50	0,61	0,20	8,11
Subestación casa Eléctrica	3.2.2.1 Arbustal denso	44	0,40	0,15	5,33	2,67
	3.2.2.2 Arbustal abierto	66	0,42	0,20	5,62	2,81
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	3	0,01	0,00	0,11	0,06
TOTAL		113	113	0,83	0,36	11,07
Zodme 1	3.2.2.2 Arbustal abierto	1	0,03	0,01	0,38	0,19
TOTAL		1	1	0,03	0,01	0,38
Acceso Canal Zodme 1	3.2.2.1 Arbustal denso	2	0,10	0,02	1,35	0,67
TOTAL		2	2	0,10	0,02	1,35
Total general		412	7,40	2,51	99,08	49,54

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Finalmente, en cuanto a los volúmenes por infraestructura para las especies de cardonales, se observa en la Tabla 7-26, que la infraestructura que mayor requiere de remoción de individuos de esta categoría de tamaño corresponde a las bases de las Torres con 313 individuos, seguido a los polígonos de la subestación casa eléctrica que requiere de la remoción de 228 individuos de la especie Yosuu (*Stenocereus griseus*). Por lo tanto, en total se requiere el aprovechamiento de 883 individuos de estas dos (2) especies de cardón, que suman un total un volumen de 276,12m³.

Tabla 7-26 Volumen por infraestructura y especie en cardonales para las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal

Infraestructura	Nombre científico	N° individuos	Vol. T (m³)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)
Acceso Canal Zodme 2	<i>Stenocereus griseus</i>	2	0,49	35,97	17,98
Acceso Casa Eléctrica	<i>Stenocereus griseus</i>	6	1,95	141,47	70,74
Base Torre	<i>Stenocereus griseus</i>	313	98,20	10451,52	5225,76
Pacios de tendido	<i>Stenocereus griseus</i>	127	33,20	3146,60	1573,30
Subestación casa Eléctrica	<i>Stenocereus griseus</i>	228	86,34	10238,00	5119,00
Zodme 1	<i>Stenocereus griseus</i>	2	0,90	141,01	70,50
Accesos nuevos	<i>Cereus repandus</i>	2	1,04	209,98	104,99
	<i>Stenocereus griseus</i>	203	54,01	5340,51	2670,26
TOTAL		883	276,12	29705,06	14852,53

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

7.5.7 Solicitud de aprovechamiento forestal

En resumen, para todos los individuos censados (fustales, latizales y cardonales) se solicita un aprovechamiento forestal total de 283,53 m³, que abarca la intervención de 3,89 ha y una biomasa total de 29.804,14 kg. Esta información, se ve reflejada dentro del **Anexo E Cartografía** en la capa AprovechaForestalPG.

Tabla 7-27. Solicitud de aprovechamiento forestal (Fustales, latizales, y cardonales) dentro de la infraestructura proyectada.

Infraestructura	Cobertura de la Tierra	Área (ha)	Individuos	Vol. Total	Biomasa (Kg)
ACE_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,12	18	2,15	144,14
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,11	6	0,07	0,87
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,03	1	0,00	0,02
ACz1_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	2	0,10	1,35
ACz2	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	2	0,49	35,97
AN01_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,02	11	2,73	183,06
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,03	5	1,05	62,79
AN03_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	12	3,37	272,20
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	2	0,36	20,23
AN10_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	1	0,64	100,88
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	1	0,15	16,96
AN11_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	5	0,53	32,36
AN14_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	3	0,48	61,17
AN17_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	3	0,07	0,99
AN23_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	2	0,00	0,05
AN26_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,05	15	0,62	18,70
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	3	0,61	58,09
AN27_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	4	1,35	68,01
AN28	3.2.2.1 Arbustal denso	0,02	24	4,87	328,42
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	1	0,30	19,00
AN29_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	28	5,62	398,24
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	6	0,94	66,68
AN31_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	2	0,30	33,93
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	1	0,02	0,31
AN32_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,05	11	0,80	63,68
AN33_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	7	0,26	27,52
AN39	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	3	0,72	107,00
AN40_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	4	1,07	63,83
AN42_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	10	1,70	138,82
AN43_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	2	0,20	15,01
AN46_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	1	0,26	37,14
AN48_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	8	1,14	112,43
AN49_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	7	0,91	92,54
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	2	0,17	15,12
AN51_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	1	0,08	1,06

Infraestructura	Cobertura de la Tierra	Área (ha)	Individuos	Vol. Total	Biomasa (Kg)
AN54_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	5	0,80	99,09
AN55_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	3	0,01	0,17
AN59	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	8	0,97	90,75
AN60_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	4	0,76	71,89
AN61_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	6	0,68	89,26
AN64_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	2	0,06	0,82
AN65_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	2	0,17	14,98
AN68_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,02	36	4,45	454,21
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	6	1,07	86,61
AN70_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	4	2,13	359,17
AN71_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	6	0,78	111,04
AN73	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	6	3,12	495,13
AN74_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	8	1,61	230,94
AN77_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	5	1,03	52,51
AN81_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	3	1,04	60,65
AN82	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,02	15	4,65	357,21
AN90	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	5	0,45	60,67
AN91_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	4	3,10	541,44
B01	3.2.2.1 Arbustal denso	0,03	15	5,28	364,65
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,07	13	3,99	271,41
B01A	3.2.2.1 Arbustal denso	0,08	13	0,74	78,50
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,02	1	0,07	12,17
B01B	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,04	2	0,01	0,15
B02	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,05	3	0,04	0,55
B03_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	1	0,02	0,27
B04_MOD	1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	0,01	1	0,01	0,11
	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	2	0,02	0,22
B06	3.2.2.1 Arbustal denso	0,02	2	0,12	18,20
B07	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,05	11	3,67	609,27
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,01	1	0,03	0,34
B10	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,06	25	6,52	1094,12
B11	3.2.2.1 Arbustal denso	0,02	10	2,22	144,34
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,04	10	2,25	146,91
B12	3.2.2.1 Arbustal denso	0,06	24	6,53	1138,94
B13	3.2.2.1 Arbustal denso	0,06	32	6,07	842,13
B15_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	2	1,03	170,54
B16_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	4	0,52	22,34

Infraestructura	Cobertura de la Tierra	Área (ha)	Individuos	Vol. Total	Biomasa (Kg)
B17_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,02	9	2,06	141,02
B19	3.2.2.1 Arbustal denso	0,06	33	7,51	493,25
B27	3.2.2.1 Arbustal denso	0,04	29	7,39	475,56
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,02	12	3,93	252,43
B31_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	3	0,27	32,52
B35	3.2.2.1 Arbustal denso	0,06	21	4,83	734,31
B37_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,02	32	8,38	544,71
B39	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,06	21	7,02	430,45
B40_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	9	2,77	159,46
B41_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	3	0,66	41,70
B47_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	3	0,17	17,18
B49_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	1	0,04	0,50
B53	3.2.2.1 Arbustal denso	0,04	5	0,77	55,97
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,02	9	1,97	164,69
B54	3.2.2.1 Arbustal denso	0,06	41	5,25	691,17
B88	3.2.2.1 Arbustal denso	0,06	27	8,40	1332,71
CE_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,49	133	36,51	4814,21
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,93	204	50,52	5421,30
	3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,08	4	0,14	13,57
CZ1_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	2	0,08	1,03
PT-01	3.2.2.1 Arbustal denso	0,14	58	13,87	1213,94
	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,10	35	7,49	576,30
PT-03_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,07	5	0,35	18,74
PT-06_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,06	17	2,51	339,05
PT-08_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	12	2,49	361,73
PT-09_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,02	6	0,80	56,16
PT-15_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,02	7	0,32	39,88
PT-16_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	1	0,00	0,05
PT-18_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,07	11	0,38	39,65
PT-19_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	1	0,03	0,39
PT-20_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,01	3	0,68	93,98
PT-21_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	5	0,87	63,54
PT-22_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,01	5	1,20	93,71
PT-35_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,03	8	1,95	117,14
PT-40_MOD	3.2.2.1 Arbustal denso	0,00	2	0,66	98,44
PT-41_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	1	0,21	42,00
ZODME_1_MOD	3.2.2.2 Arbustal abierto	0,00	3	0,93	141,39

Infraestructura	Cobertura de la Tierra	Área (ha)	Individuos	Vol. Total	Biomasa (Kg)
	Total general	3,89	1295	283,53	29.804,15

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

En el **Anexo C-2 Aprovechamiento Forestal** y **Anexo F Registro Fotográfico** se presentan los soportes correspondientes a la presente solicitud de aprovechamiento forestal.

7.5.8 Sistema de aprovechamiento y destinación de productos forestales

Para las obras se debe remover toda la vegetación encontrada en las áreas que requieran ser intervenidas, esto con el fin de obtener terrenos limpios y libres de obstáculos que pudiesen impedir el trabajo normal del equipo de construcción. La actividad requiere el manejo de los residuos generados y para ello se contemplan las labores de desmonte y descapote, tala y aserrado y repicado y manejo de residuos.

7.5.8.1 Desmonte y descapote

Las actividades de desmonte y descapote hacen referencia al retiro del material vegetal hasta el nivel del suelo natural, de manera tal que la superficie quede despejada. El descapote y desenraice consiste en el retiro de raíces y de suelos que contengan materia orgánica, arcillas expansivas o cualquier otro material inapropiado para la construcción de la obra.

En esta actividad pueden usarse herramientas manuales (machetes, rulas, etc.) y complementarse con equipos mecánicos (guadaña o motosierra). Se constituye en una labor previa que viabiliza las posteriores acciones de acondicionamiento del área para el trabajo constructivo. Esta actividad estará a cargo de cuadrillas de rocería en las cuales el personal debe dotarse con elementos de protección como: monogafas, guantes, casco con barbuquejo, canilleras y botas con puntera.

Para desarrollar estas actividades, se tendrán en cuenta las siguientes medidas de manejo:

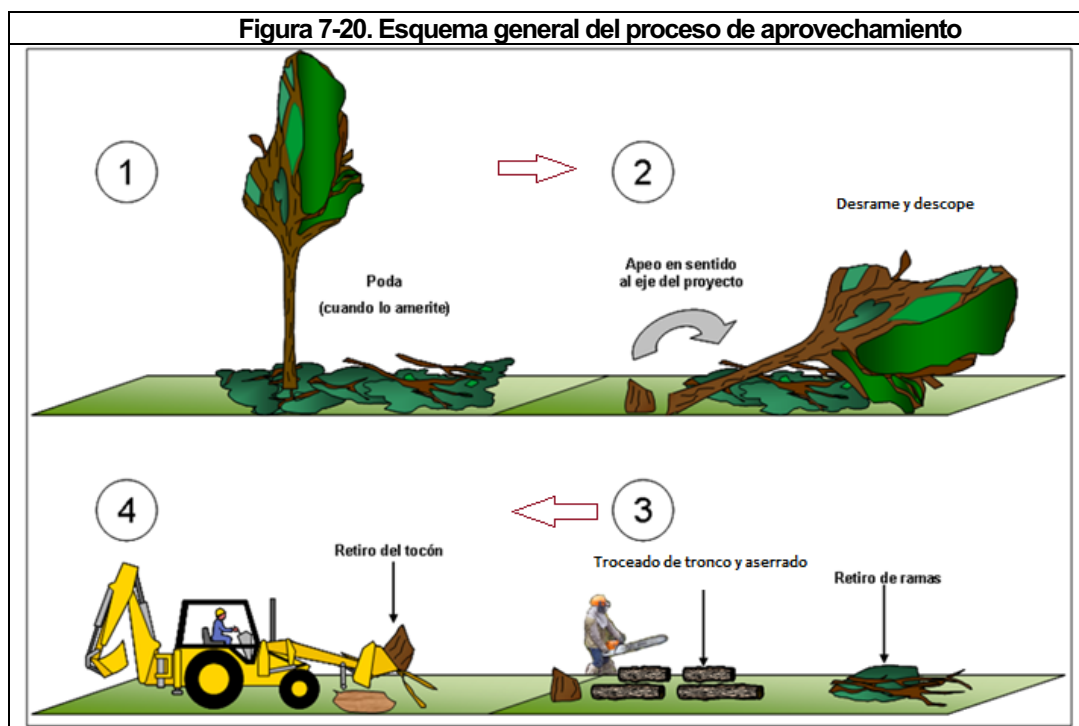
- Delimitación y demarcación con cintas de seguridad de la zona que será intervenida.
- Se cortarán los individuos por la sección más cercana a la superficie del suelo, luego se acumulará dicho material para ser transportado a la zona de disposición temporal de la capa vegetal.
- El material sobrante se dispondrá considerando posibles riesgos ambientales como incendios o afectación de la calidad del recurso hídrico, por lo tanto, no se hará en cercanías a cuerpos de agua, se cumplirá con una distancia mínima a estos de 30 m.
- No se permitirá la quema de vegetación o del material producto del corte, ni el uso de herbicidas, sin previo aviso a la autoridad ambiental.

7.5.8.2 Tala y aserrado

Implica el aprovechamiento de productos maderables por medio del aserrado de las trozas o secciones de ramas con diámetro adecuado. A continuación, se describen las consideraciones técnicas que se tendrán para desarrollar la actividad adecuadamente.

• Sistema de aprovechamiento

El aprovechamiento forestal se realizará de manera exclusiva en las áreas y sobre el volumen total autorizado por la autoridad ambiental.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025. Tomado de www.samsa.co

El procedimiento de aprovechamiento consiste en la extracción de todos los árboles mediante un sistema que combina el apeo, descope, troceo de fustes y aserrado con motosierra. Los tocones serán removidos con maquinaria pesada, con el fin de contar con un área totalmente adecuada para la construcción de las obras.

• Personal para el aprovechamiento forestal

El aprovechamiento forestal es una actividad muy peligrosa y por lo tanto será fundamental proporcionar seguridad a los trabajadores y al entorno natural y social. El personal vinculado a la labor cumplirá con los requisitos necesarios para acceder al trabajo, en este caso contará con experiencia certificada y demostrará suficiencia en las pruebas de evaluación en tala dirigida para ser contratado en la obra.

Esto permite evitar daños y destrucción de árboles remanentes, pérdida de madera, ineficiencia, altos costos de tala y extracción, así como disminuir el riesgo de accidentes.

La cuadrilla de aprovechamiento estará conformada mínimo por dos personas:

- 1. Auxiliar de campo:** responsable de apoyar al operador de motosierra en la limpieza de los alrededores del tronco, abrir sendas de escape, suministrar combustible a la motosierra y aceite a la cadena, además de velar por la seguridad de ambos. Debe estar dotado con elementos de protección como: casco con barbuquejo, monogafas, guantes y botas de seguridad.
- 2. Operario:** quien debe ser aserrador práctico y con experiencia, responsable de efectuar los cortes de apeo (aplicando técnicas de tala dirigida), trozado, dimensionado de productos y repicado de residuos. Su dotación consiste en casco con protección visual y auditiva, guantes, calzado y ropa para trabajo forestal (Figura 7-21).

Para desarrollar apropiadamente el proceso de aprovechamiento forestal, se deberán contar con equipo como:

- Motosierras de potencia y espada de dimensión adecuada para el tipo de árboles a intervenir.
- Herramienta manual: machetes, palas, hachas, piedra de afilar, etc.
- Accesorios como: cinta métrica, herramientas básicas para mantenimiento de la motosierra.
- Estuche de primeros auxilios que incluya suero antiofídico.
- Combustible y lubricante para motor y la cadena.

• **Especificaciones para tala de árboles:**

1. Antes de realizar la tala es importante contar con el replanteo topográfico que determine las zonas específicamente requeridas para la construcción de las obras del proyecto.
2. Se realizará un recorrido dentro del polígono predefinido y se procederá a reseñar con pintura de forma visible cada uno de los fustales, de manera tal que se pueda contar con un dato de la cantidad de árboles a apear y se logre verificar con los registros del inventario forestal que las labores de aprovechamiento se efectuarán correctamente.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S, 2025. Tomado de www.epibalear.es

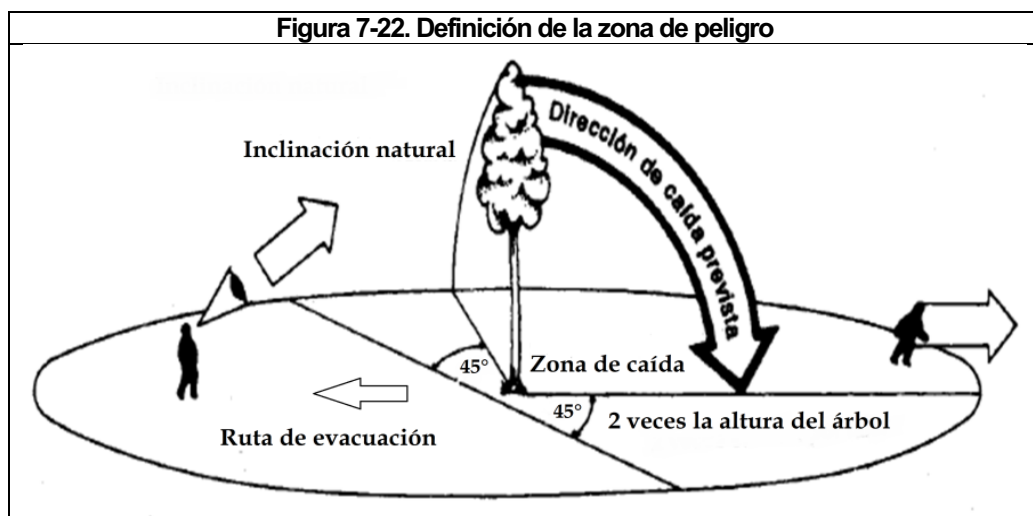
3. El sentido de caída de los árboles debe estar dirigido en lo posible hacia el eje de las franjas a intervenir o hacia la parte interna de los polígonos a afectar, para tal fin se deben tener en cuenta procedimientos técnicos de tala dirigida.
4. Los árboles que presenten contacto a nivel de copa con otros árboles deben ser desconectados previamente al proceso de corte para evitar situaciones que puedan poner en riesgo a los operarios.

5. Se establecerán con anticipación los sitios de cargue, descargue y cambio de combustible y aceite de la motosierra con el propósito de evitar vertimientos en el suelo o cuerpos de agua. Los aceites residuales de la motosierra utilizada en el proceso de aprovechamiento forestal serán dispuestos temporalmente en contenedores seguros para luego ser trasladados a la zona de disposición preestablecida para tal fin.

• Operación de apeo de los árboles

La operación de apeo se realizará con motosierras de potencias y dimensión de espada de acuerdo con el tamaño de los fustes, procediendo de la siguiente manera:

1. Antes de iniciar las labores de aprovechamiento forestal se verificará que el personal participante cuente con las capacidades técnicas para desarrollar esta actividad y esté dotado de los elementos de protección apropiados.
2. Una vez el equipo está preparado, se inicia limpiando manualmente el contorno de los árboles involucrados con el fin de liberarlos de maleza, lianas u otros que dificulten la tarea del operador y su ayudante, es conveniente mencionar que las lianas y enredaderas pueden modificar la dirección de caída de un árbol.
3. Se hace necesario que la cuadrilla de tala realice una evaluación del estado del árbol (inclinación, equilibrio de copa, presencia de ramas con posibilidad de caída, pudriciones del fuste, etc.) y de la zona, con el fin de tomar las decisiones acertadas para direccionar la caída, definir la ruta de escape y en general evitar al máximo condiciones inseguras que pongan en riesgo al personal, así como lograr una tala eficiente.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025. Tomado de Tanner, Hans².

4. Se elige la dirección de caída y la dirección de escape. Como medida de seguridad se debe mantener libre de personal y equipos el área comprendida entre la zona de caída más un ángulo de 45° a lado de dicho sector, con una medida equivalente a dos veces la altura del árbol a talar. Tanto la dirección de caída del árbol como de escape estarán libres de todo material o elemento que cause obstrucción (Figura 7-22).

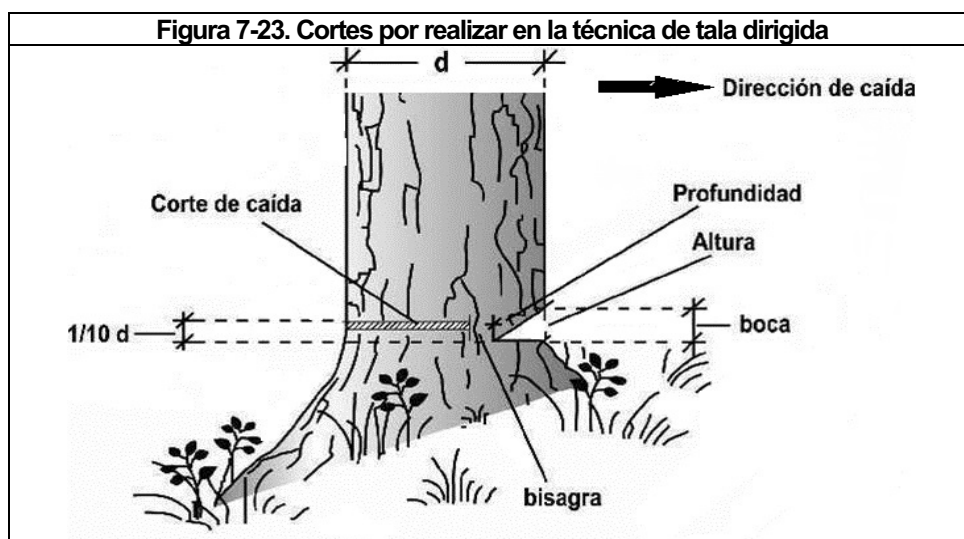
De acuerdo con las condiciones particulares de cada individuo se requiere la aplicación de una técnica de tala. A continuación, se hará la descripción de cada caso:

² TANNER, Hans. 1997. Técnica de corta dirigida. Manual ilustrado. Santa Cruz, Bolivia. 119 pág.

▪ Técnica de tala de árboles en condiciones normales

La técnica consiste básicamente en la secuencia de tres tipos de corte: apertura de la boca, delimitación de la bisagra y corte de tumba orientado.

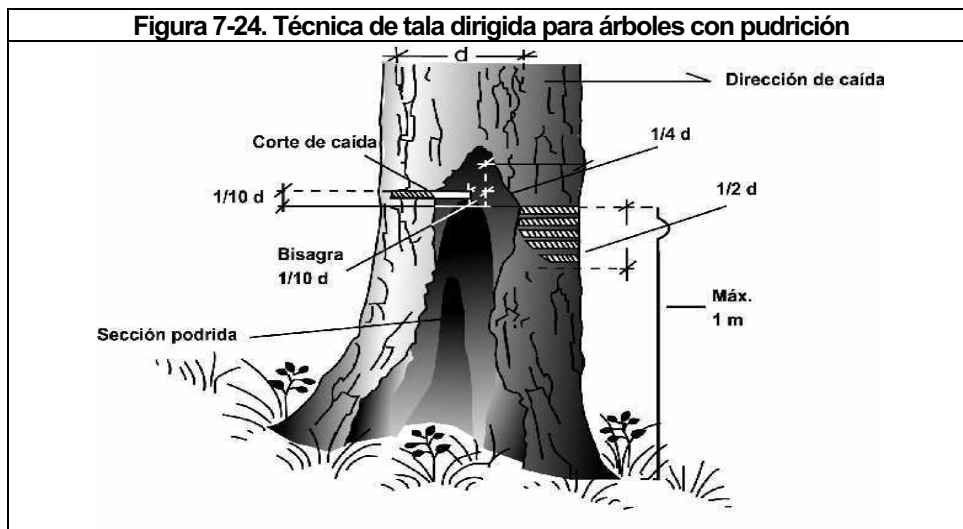
Se procederá a realizar el primer corte denominado de dirección o bisagra, que tiene como finalidad determinar la orientación de caída del árbol. Este se efectúa por medio de un corte perpendicular con respecto a la posición del árbol, el cual se realiza a la mínima altura posible con el fin de aprovechar al máximo el volumen comercial del árbol. La profundidad de este corte no debe ser mayor a una quinta parte del diámetro, el corte oblicuo debe tener una altura igual a la profundidad de la boca, estas medidas se consiguen al introducir la espada de la motosierra a 45° de inclinación. El siguiente corte se denomina de caída, se realiza en sentido opuesto y por encima del nivel del corte de dirección, con este se debe avanzar hasta llegar a la zona de la bisagra sin cortarla (Figura 7-23).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025. Tomado de Orozco et al., 2006

▪ Técnica de tala de árboles con pudrición

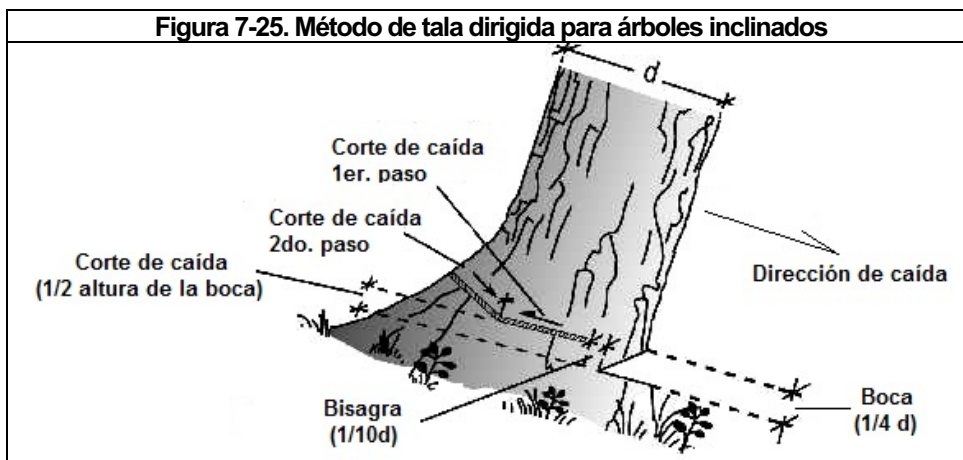
Los huecos son fruto de pudriciones de duramen causadas por hongos xilófagos. Gran parte de los accidentes graves en la tala son causados por la caída de los árboles huecos, ya que estos tienden a caer rápidamente y en una dirección imprevisible. Si el árbol está hueco solamente en la base del tronco (un metro de altura), la tala arriba del hueco resuelve el problema. No obstante, si el hueco se extiende más de la base del tronco, es necesario adoptar un corte especial ampliando los bordes de la bisagra a ambos lados, culminando con el corte de tumba (Figura 7-24).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025. Tomado de Orozco et al., 2006

▪ Técnica de tala de árboles con troncos muy inclinados

Los árboles con inclinación acentuada ofrecen mayores riesgos de accidentes durante el corte por causa de la rapidez con que ellos tienden a caer. Adicionalmente, las rajaduras causadas por errores en el corte son más comunes en estos árboles, menguando el volumen aprovechable. Para reducir tales problemas, se deben cumplir las siguientes recomendaciones: iniciar con el corte de boca y luego elaborar un hueco próximo al centro del tronco con ayuda de la espada de la motosierra, de forma tal que se atraviese de un lado a otro delimitando la bisagra. Por último, el corte de caída debe ser realizado de forma inclinada hasta encontrar el hueco anteriormente realizado de manera rápida (Figura 7-25).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025. Tomado de Orozco et al., 2006

▪ Operación de descope y troceado de fustes

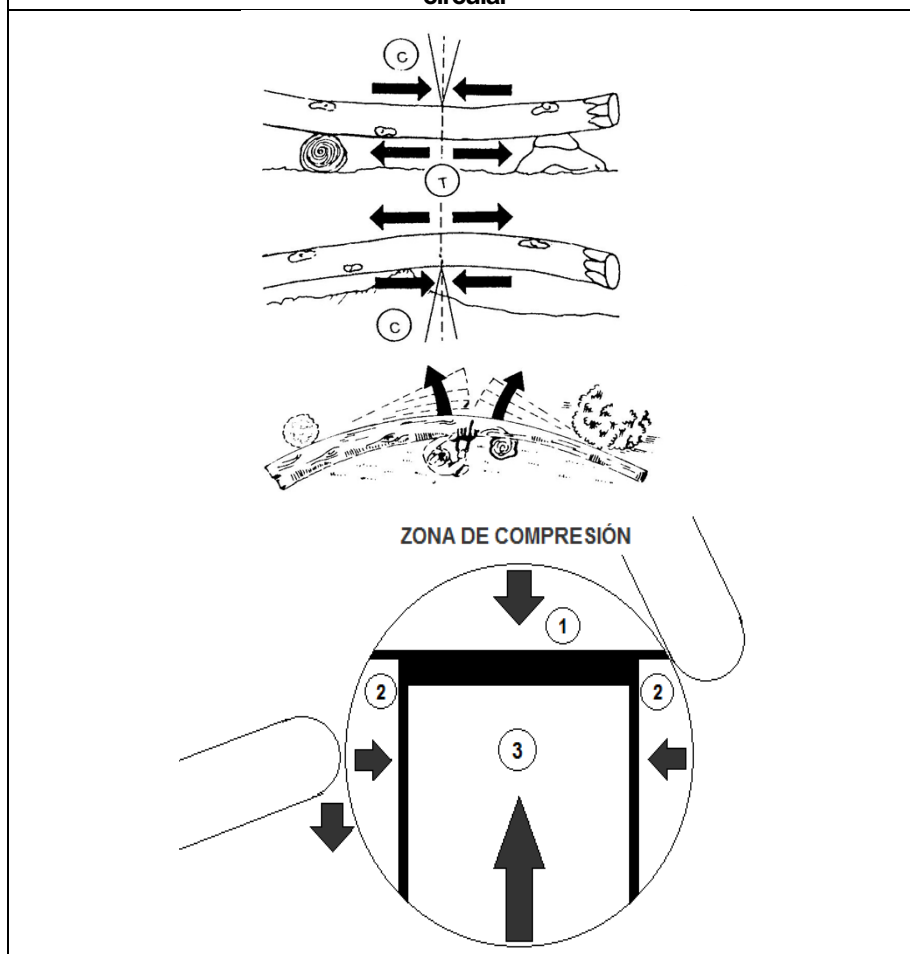
Una vez apeado el árbol y liberado el fuste de la copa (descopado), las actividades después de la tala consisten inicialmente en hacer el despunte (separar la copa del árbol) y dividir la troza en trozas menores (troceado). Para esto

se procederá a trocearlo en longitudes comerciales de 3 m, 4 m y 5 m para su posterior aserrado y uso de productos como materia prima en las actividades constructivas de la obra, o a seccionar adecuadamente para su posterior disposición en las zonas de apilado de residuos.

El número de trozas depende del largo inicial del tronco, de la densidad de la madera (bloques grandes son difíciles de transportar), del tipo de transporte y de la posición de la caída con relación a la ramificación de arrastre. Incluso se evaluará la posibilidad de obtener partes de ramas gruesas y rectas. Para el caso de árboles podridos, se introducirá una vara de madera para estimar la profundidad de esta pudrición.

Para prevenir accidentes y evitar que se raje la madera, hay que evaluar los siguientes aspectos y adoptar las medidas del caso:

Figura 7-26. Zonas de compresión (c) y tensión (t). Pasos para realizar el corte circular



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025. Adaptado de BOLFOR (1997)3.

- No trocear sin haber terminado el desrame.

³ Ibid., p. 121.

- Reconocer la zona de tensión “T” y la zona de comprensión “C”. Se debe iniciar el corte en la zona de comprensión, hasta que el corte empiece a cerrarse.
- El operario no debe pararse del lado donde está la curvatura o “comba”, sino hacia el lado de adentro.
- Evitar hacerse del lado donde la troza puede caerse o resbalarse.
- No pararse sobre la troza cuando se observe riesgo de que se reviente.
- Emplear, hasta donde sea posible, el corte circular (Figura 7-26).

7.5.8.3 Operación de aserrado de trozas

Con esta labor se busca obtener productos maderables de excelente calidad, bien dimensionados, con cortes ortogonales y sin problemas de defectos en la calidad de la madera.

1. Una vez se tiene la troza en un terreno adecuado para la labor se puede iniciar su reaserrado, en caso contrario hay que realizar algunas acciones (como usar calzas de madera) para estabilizarla y evitar un accidente, recordando eliminar ramas y otras partes del árbol que puedan dificultar el proceso de aserrado.
2. En el sitio de aprovechamiento se realizará la eliminación de los orillos, de tal manera que se obtenga la mayor sección de madera.
3. Luego se procede a hacer cortes longitudinales de las diferentes trozas previa modulación y marcado, para lo cual será necesaria la fuerza de dos personas si el corte es muy ancho o de una para cortes angostos. Es importante recalcar que los cortes se iniciarán siempre desde la parte más delgada de la troza. Como es casi imposible predecir las anomalías internas por crecimiento en la madera, será conveniente aplicar reaserrado sobre aquellas piezas anómalas o redestinar el producto según otros requerimientos.
4. Los productos para extraer consisten en bloques de longitud variable, con buena calidad de dimensionamiento y bordes homogéneos, sin deformaciones ni rajaduras.
5. Se hace necesario sacar el agua libre de la madera, parándola de forma conveniente en los sitios de entable, al menos un periodo de tiempo equivalente a 24 horas. Esto permitirá reducir el esfuerzo de los animales de tiro o arrastre y la hará menos susceptible a la degradación biológica.

▪ Transporte y disposición de la madera

En lo posible la madera obtenida del aprovechamiento forestal será utilizada en su totalidad para suplir las demandas requeridas por el proyecto. No se realizará comercialización de los productos obtenidos del aprovechamiento.

En caso de que el volumen exceda los requerimientos del proyecto, o que las especies aprovechadas tengan características muy particulares que no permitan su uso (madera de muy baja densidad, fibra entrecruzada, etc.) o que por las condiciones propias del árbol no sea apto para el reaserrado (torcidos, malformados, con pudriciones, etc.), la madera puede ser entregada a la comunidad, previa solicitud escrita, para lo cual se elaborará un acta de donación donde se especifique el uso final que tendrá el recurso, y en caso dado, solicitar a la autoridad competente la aprobación de este trámite.

7.5.8.4 Repicado y manejo de residuos

Los productos vegetales menores sin uso maderable como ramas y hojas resultantes del descope de árboles, serán apilados temporalmente en la obra y transportados a los patios de disposición final de materiales vegetales, pudiendo ser los siguientes:

- Áreas de bosque cercanas a las zonas de remoción de cobertura vegetal y descapote, ubicando el material repicado en sitios aireados y drenados, sin dañar los árboles, para que se incorporen como materia orgánica al suelo del bosque.
- Zonas de cultivos, previa autorización de los propietarios, para la producción de abonos orgánicos, insumos para siembra y propagación. En este caso se debe elaborar acta de donación, especificando su uso final.

7.5.9 Especies potenciales de aprovechamiento forestal en categoría de amenaza y/o veda regional

En la Tabla 7-28 se encuentran listadas las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza ya sea por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el Apéndice I, II y III de la CITES, en la Resolución 126 de 2024 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y especies con veda regional. Además de esto en la Tabla 7-28 se indica la distribución geográfica de las especies y en qué estado de desarrollo se encuentran (fustal, latizal, brinzal).

7.5.9.1 Especies con veda regional

Dentro de los individuos registrados en el inventario forestal no se evidencia existencia de especies en veda regional declarada por la Corporación Autónoma Regional de La Guajira, a través del Acuerdo 003 del 22 de diciembre de 2012.

7.5.9.2 CITES

Dos (2) especies pertenecientes a la familia Cactaceae, que corresponden a Cardón Kayush (*Cereus repandus*), y Yosuu (*Stenocereus griseus*), se encuentran registrados en el Apéndice II de la CITES, esta clasificación indica que las especies no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio y uso.

7.5.9.3 Lista roja - UICN

Por su parte, de acuerdo con la UICN ninguna de las especies se encuentra en categoría de amenaza, la mayoría se encuentran bajo la categoría de “Preocupación menor” (LC), el cual indica que un taxón habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado, incluye taxones abundantes y de amplia distribución⁴.

7.5.9.4 Resolución 126 de 2024

Ninguna de las especies reportadas en el inventario del presente proyecto se encontró registradas en la Resolución 126 de 2024 del MADS.

Tabla 7-28 Especies endémicas, en veda y/o en alguna categoría de amenaza en las áreas de intervención por viabilizar

Familia	Nombre científico	Nombre común	UICN	CITES	Resolución 126 de 2024	Veda Regional
BORAGINACEAE	<i>Rocheportia spinosa</i>	Alapai	No Evaluada	-	-	-
CACTACEAE	<i>Cereus repandus</i>	Cardón Kayush	LC	Apéndice II	-	-
	<i>Stenocereus griseus</i>	Yosuu		Apéndice II	-	-

⁴ UICN. (2023) Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. 34 p.

Familia	Nombre científico	Nombre común	UICN	CITES	Resolución 126 de 2024	Veda Regional
CAPPARACEAE	<i>Quadrella odoratissima</i>	Olivo	No Evaluada	-	-	-
FABACEAE	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Hachii		-	-	-
	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil		-	-	-
	<i>Libidibia coriaria</i>	Dividivi		-	-	-
	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo		-	-	-
	<i>Parkinsonia praecox</i>	Mapúa		-	-	-
	<i>Piptadenia retusa</i>	Apoto		-	-	-
	<i>Pithecellobium subglobosum</i>	Toolish		-	-	-
SIMAROUBACEAE	<i>Castela erecta</i>	Uruwá		-	-	-

LC: Preocupación menor

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2025

7.6 RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD

Mediante el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, se presentaron las metodologías detalladas que serán utilizadas para la implementación del PMA y el plan de compensación del componente biótico del proyecto “Línea de conexión a 500kv Casa Eléctrica-Colectora I y subestación Casa Eléctrica”.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, establece en la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023, lo siguiente:

“(…)

Frente a este tema y al analizar la reglamentación compilada en el Decreto 1076 de 2015, es posible verificar que existe normativa específica para el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial, regulado en los artículos 2.2.2.8.1.1. a 2.2.2.8.6.9. del citado decreto (que compilan el Decreto 1376 de 2013) y para el permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales, regulado en los artículos 2.2.2.9.2.1. a 2.2.2.9.2.14. del mismo cuerpo normativo (que compilan el Decreto 3016 de 2013).

Sin embargo, también es posible constatar que no existe reglamentación referente al permiso de recolección de especímenes de la diversidad biológica con fines no comerciales para el desarrollo de un proyecto licenciado. Por lo tanto, la ejecución de las actividades correspondientes a la recolección de especímenes de la diversidad biológica con fines de manejo en el marco de la licencia ambiental del presente proyecto deberá ser tratado en la lógica de las medidas de manejo ambiental derivadas del instrumento ambiental.

(…)”

Por otro lado, la citada resolución en su artículo vigésimo tercero establece lo siguiente:

“... **ARTÍCULO VIGESIMO TERCERO.** La sociedad AES COLOMBIA & CIA S.C.A. E.S.P., deberá respecto de la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Biodiversidad, presentar en el respectivo Informe de Cumplimiento Ambiental – ICA, las actividades de recolección relacionadas con el mismo, incluyendo la relación del

material recolectado, removido o extraído temporal o definitivamente del medio silvestre y la metodología implementada. Presentar la información documental conforme a los lineamientos establecidos en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos y bajo el modelo de almacenamiento geográfico adoptado en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 o aquella norma que la modifiquen o sustituya.”

Por otro lado, para proceder a la elaboración del muestreo para el aprovechamiento forestal de la presente modificación de licencia ambiental, AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., cuenta con permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales, otorgado por ANLA, mediante la Resolución 1599 del 25 de julio de 2023. Para la ejecución del estudio se procedió a la radicación del formato de inicio de actividades. Posteriormente se solicitó ampliación de las fechas de actividades hasta el 30 de diciembre de 2024 (Radicado 20246201152802 del 04 de octubre de 2024). Estos documentos se presentan en el **Anexo B Caracterización ambiental/Biótico/Permiso de recolección**.

7.7 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

De acuerdo a lo mencionado en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, dado que no se tendrán plantas de concretos ni trituración de material pétreo o equipos fijos que generen emisiones atmosféricas, el proyecto no requiere la solicitud de permisos de emisiones atmosféricas. Sin embargo, dando cumplimiento a los requerimientos de los Términos de Referencia TdR-17, mediante el radicado 20236200147422 del 25 de mayo de 2023, se presentó la evaluación de calidad de aire mediante la estimación de emisiones atmosféricas y el modelado matemático de la dispersión de contaminantes a nivel de calidad del aire.

7.8 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

La información relacionada con la adquisición de materiales de construcción relacionada en el presente documento corresponde a la presentada a la autoridad ambiental mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y evaluado a través de la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y Resolución 000661 del 15 de abril de 2024, por la cual se otorgó licencia ambiental.