

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE  
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL OTORGADA A TRAVÉS  
DE LA RESOLUCIÓN 800 DE 22 DE JULIO DE 1993. GASODUCTO APIAY  
– OCOA.  
EXPEDIENTE LAM 1063**

**CRUCE SUBFLUVIAL RÍO OCOA**



**VALORACIÓN  
ECONÓMICA  
AMBIENTAL**



**TGI**  
Grupo Energía Bogotá

**RESUMEN EJECUTIVO**

## 0. RESUMEN EJECUTIVO

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la solicitud de modificación de la licencia ambiental otorgada a través de la Resolución 800 de 22 de julio de 1993, Gasoducto Apiay – Ocoa (expediente LAM 1063), para la reposición de tubería en el Cruce Subfluvial del río Ocoa, se desarrolla en el marco normativo vigente, acogiendo los términos de referencia para proyectos de conducción de fluidos por ductos en el sector hidrocarburos, HI-TER-1-05 (2006), así como los lineamientos contenidos en la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA- y El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS- (2018).

En este sentido, Transportadora de Gas Internacional S.A. E.S.P. (TGI) presenta el EIA correspondiente para la ejecución del nuevo cruce el cual se construirá a través del método de Perforación Horizontal Dirigida (PHD) como solución definitiva para reponer la tubería de gas de 6” de diámetro en operación, teniendo en cuenta que la tubería actual presenta exposición a factores meteorológicos y a la socavación de la corriente hídrica que han generado su deterioro y desgaste.

El proyecto surge como resultado de las actividades de operación y mantenimiento, en el marco del cumplimiento de la Ley 1523 de 2012 (Política Nacional de Gestión del Riesgo) y el principio de precaución y autoconservación, con lo cual se determinó la necesidad de la reposición de la tubería con el fin de evitar una emergencia en sectores aledaños al cruce del río Ocoa y minimizar el riesgo de afectación del suministro de gas en el país.

### 0.1 Localización del proyecto

El cruce del gasoducto Apiay – Ocoa, sobre el río Ocoa, se encuentra ubicado en el municipio de Villavicencio, al noroccidente del casco urbano, al interior de las unidades territoriales San Luis de Ocoa, San Cipriano y Las Mercedes Sector La Unión.

El área prevista de intervención efectiva del proyecto (es decir, sin superposición de polígonos) tiene una extensión aproximada 1,12 ha, distribuidas en seis polígonos a saber: i) un área de adecuación de acceso, ii) una plataforma de entrada en el costado norte (margen izquierda), iii) una plataforma de salida en el costado sur (margen derecha), iv) un área de construcción del gavión para proteger la margen izquierda, v) la lingada en el costado sur, y vi) el derecho de vía. Es de indicar que el área o sumatoria del total de los polígonos que integran el proyecto es de 1,23ha (área con traslape de polígonos u obras).

El área donde se adecúa el acceso se ubica en el predio El Escritorio y la plataforma de entrada y el gavión se ubican en el predio San Martín, ambos en San Luis de Ocoa. El área de la plataforma de salida, y la lingada se ubica en San Cipriano.

### 0.2 Descripción del proyecto

El método constructivo corresponde a la perforación horizontal dirigida, la cual consiste en hacer una perforación piloto de tres pulgadas de diámetro en curva suave de un lado al otro del río, siguiendo el alineamiento diseñado con base en los estudios de geotecnia, geomorfología e hidráulica fluvial y de socavación. A continuación, se describen someramente las obras requeridas para la materialización del cruce subfluvial.

**La plataforma de entrada** es concebida como un área en la cual se harán las intervenciones requeridas para iniciar la perforación del cruce subfluvial, ello implica la apertura de un foso o zanja de ingreso. Allí se ubicará el equipo de perforación, grúa, cabina de control, tanque o mezcla de lodos, piscina de lodos, bomba de lodos, almacén de bentonita, taller, contenedores de almacenamiento, torre de iluminación, así como oficinas (si se requiere), baños portátiles y áreas de disposición de residuos sólidos. Debido al proceso que se ha dinamizado en la margen izquierda, se diseñó un muro en gavión como sistema de protección contra la erosión y socavación a la altura del cruce subfluvial. Así mismo, teniendo en cuenta los resultados del estudio respecto a las obras de protección y ligado al diseño del gavión para el control de erosión lateral, se requiere la construcción de un dentellón en concreto ciclópeo hasta la profundidad de socavación.

Para llegar a la plataforma de entrada se requiere la adecuación de un acceso desde la vía Villavicencio – Acacias hasta la margen izquierda del río, donde se hará la respectiva nivelación para el paso de maquinaria y demás equipos que se requieren ubicar en la plataforma de entrada.

En la margen derecha del río Ocoa se instala la Plataforma de salida, donde se ubican algunas facilidades que permiten la construcción del proyecto y se ubicará maquinaria, equipos, tubería, oficinas, así como baños portátiles para el desarrollo de las actividades constructivas.

En la margen derecha también se ubica el área de lingada (en el barrio San Cipriano) y sobre la cual se ubicará la tubería del proyecto. En esta misma área se realizará el empalme y pega de la tubería. En esta área la tubería se apoyará sobre sacos de fique llenos de suelo suelto, y/o polines de madera, con el fin de evitar el contacto con el suelo.

Adicionalmente, como parte de las áreas del proyecto, se incluye el derecho de vía, que corresponde a la franja de terreno en la cual se encuentran los elementos que constituyen la infraestructura del proyecto y que a su vez contempla una zona o área de protección de dicha infraestructura; esta franja de terreno se encuentra legamente constituida para facilitar el transporte de gas. En este caso, el derecho de vía establecido para el Cruce del Río Ocoa, es aquel que se encuentra definido por el gasoducto que actualmente cruza este cuerpo hídrico (Gasoducto Apiay – Ocoa), es decir que, el DDV ya se encuentra constituido.

La materialización del proyecto se plantea por el método constructivo de perforación horizontal dirigida, para lo cual se requiere la ejecución de las siguientes actividades:

**Tabla 0-1 Listado de actividades para el desarrollo del Cruce Subfluvial río Ocoa**

| <b>1. PRE-CONSTRUCTIVA</b> |  |
|----------------------------|--|
| 1                          | Ingeniería de detalle  |
| 2                          | Acercamiento con comunidades e instituciones                 |
| 3                          | Adquisición de bienes y servicios                            |
| 4                          | Gestión predial e inmobiliaria (negociación de servidumbres) |
| 5                          | Contratación de personal                                     |
| <b>2. CONSTRUCTIVA</b>     |  |
| 6                          | Habilitación de accesos                                      |
| 7                          | Movilización de maquinaria, materiales y equipos             |
| 8                          | Movilización de personal                                     |
| 9                          | Señalización temporal y/o permanente                         |
| 10                         | Localización, replanteo y detección                          |

|  |   |
|--|---|
| 11   | Desmante o remoción de cobertura vegetal  |
| 12   | Descapote   |
| 13   | Geotecnia preliminar  |
| 14   | Conformación del derecho de vía (DDV)   |
| 15   | Transporte, acopio y tendido de la tubería  |
| 16   | Doblado, alineación y soldadura de la tubería   |
| 17   | Sand Blasting, control radiográfico, revestimiento de juntas y protección de la tubería |
| 18   | Prueba hidrostática o neumática   |
| 19   | Excavación de la zanja o fosa y movimientos de tierra                                   |
| 20   | Perforación Horizontal Dirigida (piloto y ensanchamientos sucesivos)                    |
| 21   | Reconformación del terreno y obras de protección geotécnica                             |
| 22   | Limpieza y revegetalización de áreas intervenidas                                       |
| 23   | Abandono del tubo actual – Inertiza (dejar libre de gases e impurezas)                  |
| <b>3. OPERATIVA</b>                              |   |
| 24   | Llenado y puesta en operación   |
| 25   | Mantenimiento del derecho de vía e infraestructura asociada                             |
| 26   | Reposición de tubería   |
| <b>4. DESMANTELAMIENTO (tubería superficial)</b> |   |
| 27   | Desmantelamiento y abandono de las instalaciones  |
| 28   | Desmantelamiento obras de concreto  |
| 29   | Mantenimiento de vías de acceso   |
| 30   | Desmante de la tubería y cierre técnico del ducto                                       |
| 31   | Conformación del terreno  |
| 32   | Revegetalización  |

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S., para Transportadora de Gas Internacional S.A. E.S.P.

### 0.3 Área de influencia

La definición del área de influencia (AI) tiene en cuenta los lineamientos de la Metodología para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS – ANLA 2018), según la cual ésta se delimita por componente, grupo de componentes o medios (abiótico, biótico, socioeconómico). Inicialmente para la definición del AI preliminar, se determinaron las unidades mínimas de análisis (UMA) a partir de los siguientes criterios: i) Existencia de una unidad cartografiada para el componente; ii) Ubicación de las obras o intervenciones requeridas por proyecto con relación a la unidad cartográfica del componente; y iii) Naturaleza y extensión estimada del impacto generado por la infraestructura del proyecto sobre el componente. Una vez definida el área de influencia preliminar por componente y por medio, bajo el análisis de la trascendencia de impactos ambientales, en un proceso iterativo se ajustan los límites previamente establecidos y se configura el área de influencia final y/o definitiva del proyecto.

Luego del análisis realizado, los impactos que se consideraron de mayor significancia ambiental y que permitieron redefinir el polígono establecido como área de influencia del medio abiótico corresponden a los impactos previstos sobre los componentes Geología, Geomorfología, Hidrogeología y suelos. En este sentido, se definió como AI del medio abiótico las áreas a ser intervenidas, es decir las plataformas de entrada y salida, lingada y el área de adecuación de acceso.

Para el medio biótico se definió como criterio principal, para la delimitación del área de influencia final, las coberturas de la tierra ajustadas una vez realizadas las actividades de campo, pues las mismas serán las que se intervendrán directamente, y consecuentemente podrán afectar las condiciones o cotidianidad de las especies faunísticas existentes en el área. De acuerdo con lo indicado en el análisis

de trascendencia de impactos ambientales, se considera que, a partir de la remoción de individuos arbóreos, así como de la capa orgánica del suelo, se generará una alteración tanto a las coberturas de la tierra, como a las especies de fauna que habitan en coberturas aledañas o en la misma cobertura que será intervenida con el proyecto.

Conforme el análisis realizado para el medio socioeconómico no se identificaron impactos ambientales de significancia ambiental relevante (crítico, severo) que permitieran definir un polígono como área de influencia; No obstante, se analizaron los impactos de significancia moderada con el fin de obtener una mejor aproximación a un área de influencia que a su vez contemple la envergadura del proyecto. En función de esto, se considera que las áreas de influencia del medio socioeconómico son equivalentes al límite propuesto para los medios abiótico y biótico.

## 0.4 Caracterización del área de influencia del proyecto

### 0.4.1 Medio abiótico

Dentro de la caracterización del área de influencia del proyecto, a nivel geológico, se identificaron dos unidades geológicas del cuaternario, las cuales corresponden a: Terrazas Aluviales (Qt) y Depósitos Aluviales (Qal). Estas se describen a continuación:

**Terrazas Aluviales (Qt):** Son pequeñas plataformas sedimentarias constituidas en un valle fluvial por los propios sedimentos que transporta el cauce del río Ocoa. Los sedimentos son arenas, limos, arcillas, guijos, gravas de rocas sedimentarias y metamórficas producto de la degradación de las unidades geológicas que conforman el borde llanero.

**Depósito Aluvial (Qal):** Corresponde a sedimentos detríticos que han sido transportados y sedimentados por los cauces de ríos y quebradas a lo largo de su llanura de inundación, siendo notorio el cauce del río Ocoa. Los sedimentos son tipo gravas, guijos, arenas de grano grueso a fino, limos y arcillas, con un contenido significativo de material orgánico. La continuidad de estos depósitos es irregular, conforme al espacio de acomodación de los sedimentos.

En lo que respecta al componente de geomorfología, se identificaron siete (7) subunidades, las cuales corresponden a:

**Terraza de acumulación subreciente (Ftas):** son superficies planas a suavemente inclinadas, remanente de terrazas subrecientes de morfología ondulada, disectadas, localmente basculadas, con inclinaciones entre 3° a 5°, aunque algunos sectores pueden alcanzar los 10° donde se presenta limitada por escarpes de 5 a 20 m. Su origen es relacionado a la ampliación del valle del Río Ocoa al ganar importancia la erosión en sus márgenes.

**Plano o llanura de inundación (Fpi):** Superficie de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundable. Se localiza bordeando los cauces fluviales del Río Ocoa y el Caño Termocoa, donde es limitado localmente por escarpes de terraza. Actualmente se desarrollan actividades de ganadería en su superficie.

**Isla fluvial (Fif):** En el área de influencia está compuesta por gravas, arenas, limos y sedimentos acumulados por el Río Ocoa, cubiertos por vegetación.

Cauce aluvial (Fca): Corresponde a las áreas por donde frecuentemente circulan las corrientes permanentes de agua. Dependiendo de la época del año estas geoformas pueden presentar pequeñas variaciones a la escala cartografiada, debido a la divagación de las corrientes. Para el área de influencia y a la escala de trabajo, esta subunidad se relaciona exclusivamente con el cauce del Río Ocoa y el Caño Termocoa.

Barra Lateral (Fbl): Cuerpo elongado, en forma romboidal convexo en planta y en superficie de morfología suave ondulada, dispuesto paralelo a las márgenes de los cauces fluviales mayores, con la punta más aguda en la dirección de la corriente. Su origen es relacionado a la acumulación de sedimentos durante grandes inundaciones, que luego de disminuir el caudal, quedan como remanentes. Se desarrollan en áreas de energía bajas a lo largo del cauce del río Ocoa, depósitos de sedimentos de tamaño fino a gravas.

Superficies de explanación (Ase): Corresponde a planos de allanamiento hechos en laderas de sustratos rocosos y/o materiales inconsolidados con el fin de adecuar el terreno para la construcción o con fines de estabilización de laderas, mediante la explanación o terraceos que disminuyen la pendiente del terreno. En el área de influencia esta unidad está representada por el barrio San Cipriano y las industrias que se han emplazado al lado de la vía Villavicencio – Acacias.

Dique (Ad): Barrera artificial construida con el mismo material del Río Ocoa en contra de inundaciones en la zona de vivienda del barrio San Cipriano, tiene 2,5m de alto, 4m de ancho en la base y 1,5m en el lomo.

Respecto al componente Suelo, y puntualmente al uso actual, se identificó al interior del área de influencia, que el mayor porcentaje se encuentra ocupado por tierras dedicadas a la ganadería de pastoreo extensivo y al uso residencial. También se identificó uso de conservación y de servicios, así como áreas con cuerpos de agua natural.

Se identificó que la capacidad de uso corresponde a un potencial de clase 4, 5 y 8. Para el primero caso, las tierras están limitadas por condiciones de alta pluvisididad, lo cual promueve suelos desaturados con baja capacidad de intercambio catiónico y fertilidad baja, el uso recomendado es para sistemas agroforestales. En el segundo caso, clase 5, se encuentra integrado por suelos con dos tipos de limitantes diferentes, uno por humedad y el otro por el tipo de suelo. Para la clase 8, las tierras de esta clase concentran varios grupos de manejo con diferentes limitantes, algunos presentan suelos erosionados, otros por condiciones de excesos de precipitación y acumulación de agua en los suelos, y por último aquellos que se restringen por presentar suelos susceptibles a la degradación al ser albergue de especies protectoras del agua y por ende del suelo.

A partir de la superposición de las dos variables descritas anteriormente, se determinó que el mayor porcentaje del área de influencia del proyecto presenta tierras sin conflicto o un uso adecuado, es decir, tierras donde el uso actual es concordante con la vocación de la tierra. Igualmente, pero en una menor proporción, se identificaron conflictos por sobreutilización moderada, sobreutilización severa, subutilización ligera y por subutilización moderada.

A nivel hidrológico, el área de influencia, de acuerdo con la Zonificación y Codificación de Unidades Hidrográficas e Hidrogeológicas de Colombia, se encuentra ubicada en el área hidrográfica del Orinoco (3), la zona hidrográfica del Meta (5) y la subzona hidrográfica del río Guatiquía (3503). De acuerdo con

la clasificación se identifica una cuenca de orden 1 comprendida por el área hidrográfica del Orinoco, una cuenca de orden 2 por la zona hidrográfica del Meta, una cuenca de orden 3 por la subzona hidrográfica del río Guatiquía y una (1) cuenca de orden 4 comprendida por la cuenca del río Ocoa. La codificación presentada a partir del orden cuatro (4), corresponde a la codificación establecida por el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Guatiquía, adoptada mediante Resolución No. 003 del 7 de diciembre de 2010.

En el área de influencia no se identificaron usos relevantes del recurso hídrico superficial; sin embargo, si se evidenciaron usos para cuerpos de agua subterránea, principalmente aljibes construidos por la misma comunidad que los utiliza. Consecuentemente, de acuerdo con los resultados obtenidos tras aplicar la matriz de decisión para el indicador IVH, se ha identificado una vulnerabilidad alta y muy alta al desabastecimiento para la cuenca del río Ocoa, para los periodos comprendidos entre los meses de abril – diciembre y enero – marzo, respectivamente. Los resultados sugieren que las presiones actuales sobre el recurso hídrico pueden conllevar al desabastecimiento en la cuenca hidrográfica.

En lo que respecta al componente hidrogeológico se realizó un análisis cualitativo de las propiedades geológicas, de manera que se logró establecer la presencia de Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular y Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad en el área de influencia. En el primer caso, las unidades comprenden un sistema de acuíferos conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente de la cuenca de montaña y de ladera, donde se resaltan las terrazas aluviales y los aluviones. En el segundo caso, los acuíferos son continuos y de extensión regional, de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glaciofluvial, marino y volcánico.

Así mismo, el área de influencia se encuentra conformado por los denominados acuíferos someros, donde se resalta la presencia de terrazas aluviales (Qt), compuestos por cantos de diversos orígenes y envueltos en una matriz arenosa – arcillosa con un muy bajo grado de consolidación y baja a media permeabilidad. Se disponen a lo largo del cauce del Río Ocoa. En menor proporción, se presentan depósitos de tipo aluvial (Qal), compuestos por cantos rodados de diferentes tamaños y orígenes, de poco espesor, y constantemente retrabajados por la dinámica del Río Ocoa y sus tributarios, en este caso el Caño Termocoa.

De acuerdo con la metodología empleada para la determinación de la estabilidad geotécnica, se establecieron cinco escenarios de estabilidad, los cuales van desde una Estabilidad Geotécnica Muy Baja (EGMB) hasta una Estabilidad Geotécnica Muy Alta (EGMA). El resultado del procesamiento aplicado a las variables geoambientales analizadas, arrojó tres escenarios de estabilidad, sugiriendo que dentro del área de influencia se presentan zonas con una estabilidad geotécnica: Muy Alta (EGMA), Alta (EGA) y Media (EGM).

En el componente atmosférico, se identificó que en función de la temperatura y de las precipitaciones, en el área de influencia predomina el clima Muy húmedo. Se ejecutó el monitoreo de calidad del aire en 3 puntos para determinar las condiciones del recurso atmosférico en el área de influencia del proyecto. Los resultados obtenidos indican que se cumplen los límites máximos permisibles estipulados en la Resolución 2254 de 2017, motivo por el cual se identificó una calidad del aire de categoría Buena, de acuerdo con el cálculo del ICA. No obstante, es de mencionar que se identificó una calidad aceptable para el parámetro PM2.5.

Adicionalmente, con el fin de conocer el impacto que tendría el proyecto en el área de influencia, se ejecutó el modelo predictivo de dispersión de contaminantes, bajo un escenario en construcción. Este contempló las actividades inherentes al proceso de reposición de tubería. Así, de acuerdo con los límites permisibles que exige la resolución 2254 de 2017 MADS, se determinó que las máximas concentraciones arrojadas por el modelo registran valores para CO, PM2.5, PM10, NO2 y SO2 por debajo del límite permisible.

Para el componente ruido, y conforme las mediciones realizadas en campo, se puede afirmar que los resultados obtenidos para el horario diurno en el día hábil exceden el límite máximo permisible 65 dB(A) estipulado por la Resolución 627/2006 del MADS), para los puntos 1 y 2; El día hábil se registraron valores de 65,9 dB(A) en el punto 1 siendo ésta la medición diurna más alta, 65,2 dB(A) en el punto 2, 61,6 dB(A) en el punto 3 y 61,7 dB(A) en el punto 4; En cuanto al día no hábil, se registraron valores de 60,4 dB(A) en el punto 1, 57,3 dB(A) en el punto 2, 56,3 dB(A) en el punto 3 y 57,1 dB(A) en el punto 4 siendo ésta la medición más baja; y en la jornada nocturna, los resultados obtenidos en el día hábil y el día no hábil muestran niveles superiores al límite estipulado de 50 dB(A), obteniéndose para el día hábil resultados de 61,7 dB(A) en el punto 1, 60,9 dB(A) en el punto 2 siendo ésta la medición más baja, 61,1 dB(A) en el punto 3 y 65,1 dB(A) en el punto 4 siendo ésta la medición nocturna más alta. Para el día no hábil, se registraron valores de 61,0 dB(A) en el punto 1, 64,7 dB(A) en el punto 2, 61,6 dB(A) en el punto 3 y 62,4 dB(A) en el punto 4.

En complemento a lo anterior, y con el fin de estimar el nivel de ruido que generaría el proyecto durante sus actividades constructivas, se ejecutó un modelo predictivo de emisión de ruido usando el software Sounplan versión 8. De acuerdo con las fuentes de emisión de ruido del proyecto, los resultados tendieron a ser constantes en toda la zona modelada, debido a que se prevé un bajo nivel de emisión de ruido generado por las fuentes a utilizar en conjunto por el proyecto. Con los resultados se identifica que las fuentes en conjunto no logran generar una afectación en un área considerable del proyecto. Los niveles de ruido a los que se ven expuestos los receptores aledaños a las actividades de construcción en el área de influencia del proyecto son inferiores al límite industrial indicado en la norma vigente para dicho sector, el cual corresponde a 75 dB en horario diurno.

#### 0.4.2 Medio biótico

Para el medio biótico, puntualmente lo asociado al componente flora, se identificó que la cobertura de la tierra con mayor ocupación en el área de influencia corresponde a la cobertura de Pastos limpios con un porcentaje de 46,55%, seguido de la cobertura de la tierra de Tejido urbano discontinuo con un porcentaje de 18,48%, Bosque de galería y/o ripario con un porcentaje de 12,80%; Pastos arbolados con un porcentaje de 10,18%; Ríos (50 m) con un porcentaje de 5,38%, Zonas industriales o comerciales con un porcentaje de 3,44%, Tierras desnudas y degradadas con un porcentaje de 1,32%, Zonas arenosas naturales con un porcentaje de 1,30% y por último Red vial, ferroviaria y terrenos asociados con un porcentaje de 0,56%.

En lo que respecta al componente fauna, se realizó la caracterización del grupo aves, donde conforme las observaciones de campo se reportó un total de 151 individuos, pertenecientes a 40 especies de 23 familias y 14 órdenes. En lo que respecta a mamíferos, se emplearon muestreos directos en campo, colecta de especímenes (trampas Sherman, trampas Tomahawk) observaciones directas e indirectas (Rastros, huellas, heces), a partir de ello se registraron 2 individuos de mono capuchino (*Cebus apella*); se realizó el registro de otras especies, como la fara, a partir de entrevistas verbales con pobladores de la zona. Vale indicar que no se registraron individuos o especies asociadas a murciélagos. Para el



grupo herpetos, de acuerdo con las observaciones y registros de campo, se reportó para el área de influencia un total de 3 individuos, pertenecientes a 3 especies de 2 familias y 2 órdenes

Para el componente de flora vascular y no vascular, es válido indicar que, para el Bosque de galería y/o ripario se registraron al interior del área de influencia 78 individuos, 2 especies y 2 familias de epífitas vasculares. La única especie registrada en la cobertura de Pastos arbolados, al interior del área de influencia, corresponde a *Monstera adansonii* Schott. Para la cobertura de pastos limpios no se registraron plantas vasculares de hábito epífita, ya que el único árbol que se registró fue *Cecropia peltata* L. (Urticaceae) el cual albergaba únicamente presencia de epífitas no vasculares.

En lo que respecta a la flora no vascular, para la cobertura de Bosque de galería y/o ripario se registraron 16.544 cm<sup>2</sup> de cobertura de flora no vascular de hábito epífita, en donde el grupo que mayor cobertura presentó fue el de los Líquenes con 8.720 cm<sup>2</sup> de cobertura, seguida de los Musgos con 7.544 cm<sup>2</sup>. La especie *Octoblepharum albidum* Hedw. (musgo) presentó la mayor cantidad de cobertura con 4.208 cm<sup>2</sup>, seguida de *Stirtonia* sp. (Liquen) con 2.496 cm<sup>2</sup> y *Vitalia caespitosa* con 2.416 cm<sup>2</sup> (musgo).

Para la cobertura de pastos arbolados se registraron 19.952 cm<sup>2</sup> de cobertura para epífitas no vasculares, en donde los musgos fueron los que más cobertura, en cm<sup>2</sup>, pues presentaron un total de 12.380 cm<sup>2</sup>. En la cobertura vegetal identificada como Pastos Limpios, *Lecanora* cf. *tropica* Zahlbr fue la única especie registrada con 40 cm<sup>2</sup> de cobertura. Por su parte, en la cobertura de Tejido urbano discontinuo se registró un total 9.800 cm<sup>2</sup> de cobertura, en donde los musgos presentaron la mayor cantidad con 5.380 cm<sup>2</sup> de cobertura, entre las especies que más cobertura presentaron en el tejido urbano discontinuo se encuentran *Vitalia caespitosa*, seguida de *Octoblepharum albidum*.

En el área de influencia del proyecto no se identificaron áreas de especial interés ambiental que pudieran llegar a ser afectadas o intervenidas con la ejecución de obras del Cruce subfluvial del río Ocoa.

#### 0.4.3 Medio socioeconómico

La caracterización del área de influencia del proyecto, en lo que respecta al medio socioeconómico se realizó con base en las condiciones de las unidades territoriales de San Luis de Ocoa, Las Mercedes sector La Unión y San Cipriano, del municipio de Villavicencio, departamento del Meta.

Para la determinación de las unidades territoriales menores que fueron objeto de caracterización, se tomó como base la información secundaria disponible en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE- del año 2019. Adicionalmente, de acuerdo con los ejercicios de participación que se surtieron en cada unidad territorial, se validaron los límites territoriales con las comunidades de manera que se logró coherencia entre la percepción social del territorio y las fuentes de información secundaria disponibles.

También se revisó la cartografía oficial de los instrumentos de ordenamiento territorial del municipio de Villavicencio y se verificó la información disponible en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-.

Esta caracterización se enmarca en los lineamientos de las políticas ambientales contempladas principalmente en la Constitución Nacional de 1991, la Ley 99 de 1993 (Gestión y Conservación del Medio Ambiente), Decreto 1076 de 2015 (Decreto único), Ley 152 de 1994 (Ley Orgánica del Plan de

Desarrollo), con sus respectivos decretos reglamentarios y se fundamenta en la aplicación de las reglamentaciones existentes sobre los mecanismos de participación de las comunidades contemplados en la Ley 134 de 1994 y la Guía de lineamientos de participación para estudios Ambientales (ANLA) de julio de 2018.

Se presentan aspectos relevantes de los componentes demográfico, espacial, económico, cultural y político-organizativo, así como las tendencias de desarrollo, de las comunidades localizadas en las áreas de intervención asociadas a las obras y actividades del cruce subfluvial. Esta caracterización contribuye a consolidar una línea base que permite identificar o estimar los posibles impactos que puedan presentarse en el medio socioeconómico, teniendo en cuenta el alcance del proyecto.

Para el componente Paisaje, se integró la información obtenida de los capítulos de geomorfología y coberturas de la tierra, mediante el uso de la herramienta de Información Geográfica ArcGis, se realizó la superposición espacial de las siete (7) unidades geomorfológicas y nueve (9) coberturas identificadas y se obtuvo un total de 35 unidades de paisaje. Siendo así, entre las unidades de mayor representatividad dentro del área se encuentran: Pastos Arbolados en Terraza de Acumulación Subreciente con un área de 6,78 ha, representado el 9,94%, Pastos Limpios en Terraza de Acumulación Subreciente abarcando 25,41 ha, representando el 37,27% y por último el Tejido Urbano Discontinuo en Superficies de Explanación con 10,85 ha, representando el 15,92% del área de influencia del proyecto.

Dentro de las unidades de menor representación en el área de influencia se encuentran: Bosques de galería y/o ripario en Barra Lateral y Red vial en Terraza de Acumulación Subreciente con un porcentaje de ocupación de 0,002% del área de influencia del proyecto.

#### 0.4.4 Zonificación Ambiental

El área de influencia del proyecto se caracteriza por presentar una susceptibilidad ambiental muy alta, en poca extensión, pues se encuentra atribuida principalmente a la cobertura de bosque de galería y/o ripario, cobertura de menor extensión, pero de mayor susceptibilidad a nivel biótico. En este sentido, las áreas de susceptibilidad muy alta corresponden a 8,73ha, equivalentes a 12,80% del AI. En lo que respecta a las áreas de alta susceptibilidad es de mencionar que se encuentran asociadas principalmente al río Ocoa y caño la Unión, y otros cuerpos hídricos, así como a la unidad territorial de San Cipriano, por lo que abarcan una extensión de 15,62ha correspondientes a 22,91% del área de influencia.

Las áreas de susceptibilidad ambiental moderada corresponden a 43,83ha, equivalentes al 64,29% del área de influencia y se encuentran localizadas principalmente en las áreas de intervención del proyecto, sobre la vereda San Luis de Ocoa, área que se ubica en una cobertura de pastos limpios. De acuerdo con los resultados obtenidos se puede afirmar que no se presentan áreas de susceptibilidad ambiental baja o muy baja al interior del área de influencia.

Por su parte, una vez superpuesta la zonificación ambiental general con los determinantes ambientales, el área de influencia aumenta sus áreas de susceptibilidad alta teniendo en cuenta que uno de los principales determinantes se encuentra asociado a la ronda de protección del río Ocoa. Por tanto, se tiene que en el área de influencia no se presentan áreas de muy baja susceptibilidad ambiental; se presenta una susceptibilidad ambiental moderada en 30,16ha, correspondientes al 44,24% del AI; una

susceptibilidad ambiental alta en 29,29ha, representadas en el 42,96% del AI; y una susceptibilidad ambiental muy alta equivalente a 8,73ha, es decir, al 12,80% del AI.

### 0.5 Demanda de recursos naturales

Conforme las áreas que se pretenden intervenir con la ejecución del proyecto, y lo indicado en la ingeniería básica relacionada con el mismo, se ha evaluado la cantidad de recursos naturales potencialmente requeridos para la construcción del proyecto. Teniendo en cuenta lo anterior se requiere la ocupación de Cauce sobre el río Ocoa, así como el aprovechamiento forestal de 31 individuos fustales que se ubican sobre el derecho de vía, plataforma de salida y área de lingada. Igualmente, es necesario solicitar el levantamiento parcial de veda de flora epífita no vascular reportada en el área de intervención del proyecto, en donde en total se registraron 5.600 cm<sup>2</sup> de cobertura en tres grupos, Líquenes (1.964cm<sup>2</sup>), Musgos (3.576 cm<sup>2</sup>) y Hepáticas (60 cm<sup>2</sup>).

Para la ejecución del cruce subfluvial no se solicita concesión de aguas superficiales y/o subterráneas, vertimiento en suelo o agua, materiales de construcción ni permiso de emisiones atmosféricas.

### 0.6 Evaluación ambiental

En la evaluación ambiental del **escenario Sin Proyecto**, de acuerdo con el desarrollo de las actividades de campo y la revisión de información existente, se realizó una aproximación al estado actual de los componentes ambientales y se estimó su tendencia, considerando la perspectiva del desarrollo regional y local, la dinámica económica, los planes gubernamentales, la preservación y manejo de los recursos naturales y las consecuencias que para estos componentes tienen las actividades antrópicas y naturales propias del área de influencia. Para este escenario se identificaron un total de 77 interacciones (actividades-impactos); en donde el 81,82% corresponde a impactos de carácter negativo, mientras que el 18,18% restante fueron impactos de carácter positivo. El mayor porcentaje de los impactos tienen importancia moderada (32,47%), seguido de los impactos irrelevantes con el 27,27%. Los impactos severos tienen una presencia del 18,18% y los críticos tan solo se encuentra un 3,90% de los impactos; por otro lado, los impactos positivos en el escenario sin proyecto se establecen con un 18,18% de incidencia

Analizando el carácter del impacto en el escenario sin proyecto, se evidencia que la actividad que tiene mayor número de impactos negativos sobre el ambiente es aquella denominada “Actividad industrial” con un total de 21 interacciones, seguido de la “Actividad ganadera” con 16 y el “Aprovechamiento forestal” y “Operaciones de vías existentes”, las cuales cuentan con 11 y 9 interacciones negativas respectivamente. Por otro lado, la actividad agrícola cuenta con solamente 6 interacciones de carácter negativo teniendo en cuenta que su incidencia es puntual para abastecimiento de la comunidad local y que no tiene mayor presencia al interior del área de influencia. Igualmente, se presentaron interacciones de carácter positivo de forma generalizada en el total de las actividades analizadas evidenciándose un total de 7 interacciones.

Así mismo, se logró identificar una mayor incidencia de impactos con carácter negativo en los tres medios teniendo en cuenta que el medio abiótico presenta una mayor presión con un total de 30 interacciones de carácter negativo, seguido del medio biótico con 22 y el socioeconómico con 11; no obstante, se pueden identificar 14 interacciones de carácter positivo en el medio socioeconómico.

Para el escenario con proyecto se presentaron 288 interacciones entre actividades e impactos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, de las cuales el 59,38% representan impactos de carácter negativo y el 40,63% representan los impactos de carácter positivo.

Las interacciones más representativas corresponden a los impactos de importancia irrelevante con un total de 99 interacciones, equivalente al 34,38%, seguido de los impactos de importancia moderada con un total de 70 interacciones (24,31%), y un 0,69% para las interacciones de importancia severa con un total de 2 impactos; no se presentaron impactos con significancia crítica; en cuanto a los impactos de carácter positivo se cuenta con 117 interacciones representando dentro de la distribución porcentual un 40,63%.

En cuanto a las actividades del proyecto, se identifica que las que más interacciones de carácter negativo presentaron fueron en orden de importancia: Descapote (21) y desmonte o remoción de cobertura vegetal (19). Por otro lado, las que más interacciones de carácter positivo presentaron fueron en orden de importancia: revegetalización (15), y la limpieza y revegetalización de áreas intervenidas (13).

Para este escenario se identificó una mayor incidencia de impactos con carácter negativo en los tres medios teniendo en cuenta que el medio abiótico presenta una mayor presión con un total de 93 interacciones de carácter negativo, seguido del medio socioeconómico y el medio biótico, cada uno con 39 interacciones. Igualmente se pueden identificar 66 interacciones de carácter positivo en el medio socioeconómico, 10 para el medio biótico y 41 interacciones positivas para el medio abiótico.

### 0.7 Zonificación de manejo ambiental

De acuerdo con el desarrollo de la metodología planteada para la determinación de la zonificación ambiental, el menor porcentaje del área de influencia se asocia a áreas de intervención con restricción alta, entre otras cosas, por el grado de intervención antrópica que han sufrido las coberturas de la tierra, la importancia que a nivel biótico se presenta alta para las coberturas naturales como lo es el bosque de galería y/o ripario. Estas áreas corresponden a áreas que requieren medidas de manejo ambiental especiales para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos generados por las actividades del proyecto. En caso de no aplicarse estas medidas, se presentarían afectaciones altas o muy altas en los atributos ambientales. Abarcan en total 8,79ha, es decir 12,89% del área de influencia.

Para las áreas de intervención con restricción media, se presenta una extensión de 47,23ha, es decir un 69,27% del área de influencia, siendo esta la categoría de manejo más representativa al interior del AI. Estas zonas corresponden a áreas que requieren medidas de manejo ambiental para prevenir, mitigar o corregir los impactos generados por las actividades del proyecto. En caso de no aplicarse estas medidas, se presentarían afectaciones moderadas o altas en los atributos ambientales. Estas áreas se espacializan principalmente en el barrio San Cipriano y el predio San Martín contemplando la importancia a nivel socioeconómico que estas áreas representan.

Las áreas de intervención con restricción baja se encuentran asociadas a zonas donde la susceptibilidad ambiental es baja, por lo que son zonas equivalentes a áreas que requieren medidas de manejo ambiental genéricas pero localizadas para prevenir y mitigar los impactos generados por las actividades del proyecto. En caso de no aplicarse estas medidas, se presentarían afectaciones bajas y/o moderadas en los atributos ambientales. Se extienden en 12,16ha, es decir el 17,84% del área de influencia. Se presentan en los límites del área de influencia del proyecto en coberturas que no serán

intervenidas como lo son las zonas industriales o comerciales o bien los pastos arbolados ubicados en el costado oeste del AI.

### 0.8 Plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (PMA), comprende el conjunto de estrategias, planes, programas y proyectos diseñados para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos identificados en cada una de las etapas y actividades del proyecto Cruce Subfluvial del Río Ocoa.

La estructuración y contenido de cada una de las fichas de manejo incluye para las distintas etapas del proyecto, los programas necesarios que puedan brindar el adecuado manejo ambiental y permitan un sistemático y eficiente seguimiento por parte de las autoridades ambientales competentes.

En este PMA, se han considerado 25 fichas subdivididas en: doce (12) para el medio abiótico, siete (7) para el medio biótico y seis (6) para el medio socioeconómico, en donde se contemplan los programas para el manejo del suelo, del aire, del recurso hídrico, para la protección y conservación de los hábitats, la revegetalización, entre otras, y finalmente el programa de gestión social.

A continuación, en la Tabla 0-2 se presentan los programas y fichas propuestas para el manejo ambiental del proyecto.

**Tabla 0-2 Programas y Fichas propuestas para el Plan de Manejo Ambiental**

| <b>MEDIO ABIÓTICO</b>                  |  |                           |
|--|--|---------------------------|
| <b>PROGRAMA</b>                        | <b>FICHA</b>   | <b>CÓDIGO DE LA FICHA</b> |
| MANEJO DEL SUELO                       | Manejo y disposición temporal de materiales de excavación    | P-MA-01                   |
|  | Manejo de taludes  | P-MA-02                   |
|  | Manejo paisajístico  | P-MA-03                   |
|  | Manejo de materiales de construcción                         | P-MA-04                   |
|  | Manejo de residuos sólidos y especiales                      | P-MA-05                   |
|  | Manejo de residuos líquidos                                  | P-MA-06                   |
|  | Manejo de escorrentía  | P-MA-07                   |
|  | Manejo y uso de vías   | P-MA-08                   |
|  | Señalización   | P-MA-09                   |
| MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO             | Manejo de cruces de cuerpos de agua superficial              | P-MA-10                   |
|  | Manejo y uso eficiente del agua                              | P-MA-11                   |
| MANEJO DEL RECURSO AIRE                | Manejo de fuentes de emisiones y ruido                       | P-MA-12                   |
| <b>MEDIO BIÓTICO</b>                   |  |                           |
| <b>PROGRAMA</b>                        | <b>FICHA</b>   | <b>COD DE LA FICHA</b>    |
| MANEJO DEL MEDIO BIÓTICO               | Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote          | P-MB-01                   |
|  | Manejo del aprovechamiento forestal                          | P-MB-02                   |
|  | Protección y conservación de hábitats                        | P-MB-03                   |
|  | Revegetalización de áreas intervenidas                       | P-MB-04                   |
|  | Manejo de fauna  | P-MB-05                   |
| MANEJO DE FLORA VASCULAR Y NO VASCULAR | Rescate, traslado y reubicación de especies de flora en veda | P-MB-06                   |
|  | Recuperación, Rehabilitación o Restauración Ecológica        | P-MB-07                   |
| <b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b>            |  |                           |

| PROGRAMA       | FICHA   | COD DE LA FICHA |
|----------------|---|-----------------|
| GESTIÓN SOCIAL | Capacitación al personal vinculado al proyecto                    | P-SE-01         |
|                | Información y participación comunitaria                           | P-SE-02         |
|                | Apoyo a la capacidad de gestión comunitaria                       | P-SE-03         |
|                | Capacitación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto | P-SE-04         |
|                | Protección de infraestructura social                              | P-SE-05         |
|                | Atención a la comunidad   | P-SE-06         |

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S., para Transportadora de Gas Internacional S.A. E.S.P.

### 0.9 Plan de seguimiento y monitoreo del proyecto

Los programas de seguimiento y monitoreo para los medios abiótico, biótico y socioeconómico se encuentran orientados a evaluar la efectividad de las medidas de manejo formuladas para la atención de los impactos del proyecto y con el fin de tener las herramientas suficientes y necesarias para determinar de manera oportuna los ajustes que deban implementarse a los manejos previstos, acorde con los resultados obtenidos.

Este plan al mismo tiempo permite identificar potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo del proyecto. De esta manera, en cada una de las fichas propuestas, se relacionan las actividades a llevar a cabo durante las diferentes etapas del proyecto, los objetivos y metas, así mismo los indicadores establecidos para el respectivo control.

A continuación, en la tabla 0-3 se presentan los programas propuestos para el seguimiento y monitoreo de la ejecución del cruce subfluvial.

**Tabla 0-3 Programas de seguimiento al manejo ambiental**

| MEDIO          | PROGRAMA  | CÓDIGO DE LA FICHA |
|----------------|---|--------------------|
| ABIÓTICO       | Manejo del suelo                                  | PSM-MA-01          |
|                | Manejo de residuos sólidos, líquidos y especiales | PSM-MA-02          |
|                | Manejo del recurso hídrico                        | PSM-MA-03          |
|                | Manejo del recurso aire                           | PSM-MA-04          |
| BIÓTICO        | Manejo del medio biótico                          | PSM-MB-01          |
|                | Manejo de flora vascular y no vascular            | PSM-MB-02          |
| SOCIOECONÓMICO | Gestión social                                    | PSM-SE-01          |

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S., para Transportadora de Gas Internacional S.A. E.S.P.

En términos generales, este seguimiento y/o monitoreo se efectúa mediante la medición de parámetros ambientales, el cálculo de indicadores y el desarrollo de análisis que interpreten los resultados obtenidos durante el monitoreo.

Por lo anterior, se presenta la propuesta de un sistema de indicadores que permite monitorear los factores impactados y tener una visión de la calidad del medio y su comportamiento o tendencia. La construcción de este sistema de indicadores considera la caracterización ambiental de los componentes de cada medio y el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

En este sentido, el seguimiento y monitoreo a la calidad del medio se encuentra compuesto por 5 programas, 3 asociados al medio abiótico, 1 asociado al medio biótico y un al medio socioeconómico.

**Tabla 0-4 Programas de seguimiento y monitoreo a la calidad del medio**

| PROGRAMA  | CÓDIGO DE LA FICHA |
|---|--------------------|
| Seguimiento a la calidad del recurso suelo        | PSCM-MA-01         |
| Seguimiento a la calidad del recurso hídrico      | PSCM-MA-02         |
| Seguimiento a la calidad del recurso aire         | PSCM-MA-03         |
| Seguimiento a la calidad del medio biótico        | PSCM-MB-01         |
| Seguimiento a la calidad del medio socioeconómico | PSCM-SE-01         |

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S., para Transportadora de Gas Internacional S.A. E.S.P.

## 0.10 Plan de gestión del riesgo

El conocimiento del riesgo consideró el análisis de los escenarios de riesgo que el entorno puede generar sobre la infraestructura que hace parte de una actividad puntual, relacionada con el cruce subfluvial, así como aquellos escenarios de riesgo que la infraestructura, operación y actividades del proyecto puedan llegar a generar sobre el entorno.

En el primer caso, la valoración del riesgo se realizó mediante la aplicación de una metodología semi-cualitativa; para los escenarios en el segundo caso, se consideraron dos enfoques metodológicos, i) semi-cuantitativo, enfocado en las actividades de construcción y mantenimiento; ii) cuantitativo, dado que la operación del proyecto contempla el transporte de sustancias químicas consideradas como peligrosas. Los resultados de los enfoques metodológicos se presentan a continuación:

La estimación del riesgo se define con base en la evaluación de la vulnerabilidad (bien sea del entorno o de la infraestructura del proyecto a analizar) y la magnitud de las consecuencias que la materialización de un evento amenazante podría llegar a generar (pueden ser naturales, sociales, tecnológicos, entre otros), bien sea que estos se analicen desde el entorno hacia la actividad o viceversa.

Para los escenarios de riesgo que el desarrollo de las actividades del proyecto pudiese originar sobre el entorno se consideraron dos enfoques metodológicos, i) semi-cuantitativo, enfocado en las actividades de construcción y mantenimiento; ii) cuantitativo, dado que la operación del proyecto contempla el transporte de sustancias químicas consideradas como peligrosas. Los resultados de los enfoques metodológicos se presentan a continuación:

### 0.10.1 Semi-cuantitativo

Se procedió a determinar el nivel de riesgo asociado a cada una de las actividades a desarrollar en las diferentes etapas del proyecto, empleando una matriz que involucra las variables evaluadas. El nivel de riesgo definido para cada uno de los escenarios evaluados fue determinado según el aspecto sobre el cual se indicó o relacionó el mayor nivel de vulnerabilidad, en este sentido, el cruce entre el nivel de la amenaza y el nivel de vulnerabilidad permitió establecer el nivel de riesgo para cada uno de los eventos de riesgo definidos.

Los eventos amenazantes de deslizamiento del material excavado o descapotado y desestabilización del talud del río, desbordamiento de lodos de perforación de las piscinas y derrame de lodos así como accidentes ocupacionales, que pueden llegar a generarse durante las actividades de desmonte o remoción de cobertura vegetal, descapote, excavación de la zanja o fosa y movimientos de tierra, la perforación horizontal dirigida (piloto y ensanchamientos sucesivos), representan los altos niveles de

riesgo, esto debido a las actuales condiciones del área del proyecto, en dónde actualmente existen procesos de socavación y erosión activos. Por lo cual la materialización de dichos escenarios de riesgo supone una posible afectación al ambiente, así como altas pérdidas económicas y altos tiempos respecto a la capacidad de recuperación.

#### 0.10.2 Metodología cuantitativa

Para la aplicación metodológica cuantitativa, se establecieron los corredores de protección y afectación, definidos por la envolvente resultante de trazar circunferencias con centro en cada equipo involucrado en el análisis de riesgo, para este caso puntual, la sección de tubería a reemplazar.

Conforme la modelación realizada, se observa que el nivel de riesgo ambiental se presenta en categoría muy baja en un área del 92,07% y sólo un pequeño porcentaje presenta niveles muy altos y altos (0,43% y 0,03%, respectivamente). Esta última condición se presenta sobre el bosque de galería y/o ripario, donde se intersectan la mayor cantidad de áreas de afectación para cada suceso final y, además, se presenta el mayor registro de especies faunísticas en el AI.

En lo que respecta al medio socioeconómico, la mayor parte del área evaluada presenta un riesgo socioeconómico muy bajo (94,18%), no obstante, también se presentan área de nivel muy alto y alto con un 1,79% y 0,86% del área evaluado, respectivamente.

Frente al riesgo individual, de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de riesgo, es posible identificar que el cruce subfluvial del río Ocoa no representa un nivel de riesgo de categoría muy alto. Así mismo es posible identificar que el mayor nivel de riesgo que genera el gasoducto (riesgo alto) presenta un radio de 19,29 metros.

Finalmente, para el riesgo social, con base a los datos de frecuencias de ocurrencia de los sucesos finales y del número de fatalidades calculadas para cada uno de ellos, se construyó una gráfica logarítmica, teniendo en cuenta los criterios de límites de riesgo social no tolerable y tolerable del Marco de Referencia para Valoración de Riesgos (Universidad de los Andes, 2013). Siendo así, el número de fatalidades que podría generar el tramo del gasoducto en el cruce subfluvial del río Ocoa se encuentra en los límites aceptables, debido a que el riesgo de materialización de los sucesos finales es bajo.

Se consideran medidas de reducción del riesgo, tales como medidas estructurales, las cuales consisten en obras de ingeniería para la prevención de riesgos factibles y la mitigación de riesgos ya existentes.. También, se consideran medidas no estructurales que buscan reducir la vulnerabilidad del sistema expuesto a través de medidas legislativas u organizativas que en combinación con las medidas estructurales permiten mitigar el riesgo de una manera efectiva e Integral.

Teniendo en cuenta que el cruce subfluvial del río Ocoa es una infraestructura nueva y que no se plantean cambios del proceso diferente al transporte de gas natural, las medidas prospectivas de reducción del riesgo se basan principalmente en la socialización del presente plan y el proceso de educación ambiental relacionada con la gestión del riesgo de desastres, con las comunidades dentro de las áreas de afectación de la tubería.

Adicionalmente se deben realizar simulacros que permitan relacionar y hacer partícipes del plan al CMGRD de los actores que infieren en el área de influencia del proyecto, así, como sus entidades de ayuda. Sin embargo, en aras de reforzar la gestión del riesgo y propender por la prevención de las



posibles contingencias a las que pueda haber lugar, durante la construcción y operación del proyecto se contemplan actividades como: Inspecciones de derecho de vía, Monitoreo de sensores de deformación y monitoreos de la geo-amenaza a partir de corridas de mapeo inercial.

#### 0.11 Plan de abandono y restauración final

El plan de abandono y restauración final incluye una propuesta de uso final del suelo en armonía con el área intervenida, contemplando medidas de manejo y reconfiguración paisajística que propenden por garantizar estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal. Este plan incluye una estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia sobre la finalización del proyecto.

El plan de abandono se enfocará a la revegetalización de áreas intervenidas, reconfiguración morfológica, desmantelamiento de obras civiles y retiro de maquinaria y equipos e incluye el seguimiento y monitoreo de tales actividades.

Para el caso de la tubería (actualmente en operación) que se pretende reponer con la construcción de este cruce subfluvial, en cada uno de los extremos, se deberá soldar un Cap SCH STD, aplicando el procedimiento de soldadura aprobado para la construcción y realizando las pruebas de calidad que se requiera. En uno de los extremos se sondeará una facilidad que permita el venteo para el llenado del tramo de tubería y en el otro una que permita la inyección del llenante.

Se utilizará un gas inerte para todos los trabajos de inertización. El volumen del gas a utilizar se calculará basado en la longitud y el diámetro de la tubería, el cual deberá verificarse con el proveedor de los cilindros la presión y volumen reales, los cuales dependerán de los tramos definidos por el ejecutor de la obra.

El inicio de la tubería debe contar con una conexión que permita realizar el acople de los cilindros de gas inerte. Una vez conectados se da inicio para el proceso de inertización. Para ello se debe abrir la válvula de venteo para despresurizar el tramo a dejar fuera de servicio. Luego se inicia la introducción de gas inerte lentamente para lograr la expulsión del gas contenido en el tramo de tubería por la válvula de venteo.

Durante este proceso se debe evaluar el gas de descarga con un explosímetro hasta la lectura indique un cero por ciento constante de gas natural, punto en el cual se considerará que el purgado se ha completado; en este momento se cierra la válvula del cilindro de gas inerte y la válvula de venteo.

#### 0.12 Inversión del 1%

Contemplando que no se hará aprovechamiento de aguas superficiales y/o subterráneas para suplir la demanda hídrica del proyecto, conforme la normativa vigente, no procede la propuesta del Plan de Inversión del 1%.

#### 0.13 Plan de compensación del medio biótico

Las compensaciones ambientales son un instrumento fundamental para asegurar que los impactos residuales ocasionados por proyectos de desarrollo puedan ser subsanados mediante la

implementación de acciones de restauración, enriquecimiento o conservación de ecosistemas equivalentes a los afectados.

La compensación del componente biótico para el Cruce subfluvial del río Ocoa, se definió con base en los criterios establecidos en el Manual de Compensaciones del Componente Biótico, el cual establece los lineamientos técnicos y el procedimiento necesario para la asignación de compensaciones para el medio biótico (fauna, flora, cobertura vegetal y contexto paisajístico), permitiendo a los generadores de impactos sobre la biodiversidad de ecosistemas naturales terrestres continentales y vegetación secundaria, por la ejecución de proyectos obras y actividades en el marco de las licencias ambientales, identificar dónde, cuánto y cómo compensar. De esta manera, el área a compensar se determina por medio de la aplicación de un factor total de compensación que se define en cuatro criterios: i) representatividad del ecosistema en el sistema nacional de áreas protegidas, ii) rareza, iii) remanencia y su iv) tasa de transformación anual.

Con base en los lineamientos establecidos en el Manual de compensaciones del componente biótico (MADS, 2018) y la clasificación de los ecosistemas que se traslapan con el área de intervención del proyecto, se determinaron los factores totales de compensación para los ecosistemas naturales y las zonas transformadas, estos últimos bajo un factor de compensación de 1:1, a partir de la sumatoria de los factores de compensación individuales (Tabla 0-5).

**Tabla 0-5 Factores de compensación por unidad ecosistémica en el área de modificación del proyecto.**

| BIOMA                     | REPRESENTATIVIDAD | RAREZA | REMANENCIA | POTENCIAL DE TRANSFORMACIÓN | FACTOR DE COMPENSACIÓN |
|---------------------------|-------------------|--------|------------|-----------------------------|------------------------|
| Helobioma Villavicencio   | 2,5               | 1      | 2          | 1,5                         | 7                      |
| Ecosistemas transformados | 0,25              | 0,25   | 0,25       | 0,25                        | 1                      |

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S., para Transportadora de Gas Internacional S.A. E.S.P.

De esta manera, la definición de cuánto compensar se realizó tomando como referencia las áreas objeto de intervención por ecosistema y los factores de compensación relacionados según su estado de ecosistema natural (Bosque de galería del Helobioma Villavicencio) o transformado, para un área total a compensar de 1,19 ha, relacionadas en la Tabla 0-6.

**Tabla 0-6 Ecosistemas objeto de compensación**

| Ecosistema a compensar                                     | Área (ha)   | FC | Área a compensar (ha) |
|--|-------------|----|-----------------------|
| Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio  | 0,06        | 7  | 0,41                  |
| Pastos limpios del Helobioma Villavicencio                 | 0,08        | 1  | 0,08                  |
| Pastos limpios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio | 0,70        | 1  | 0,70                  |
| <b>Total general</b>                                       | <b>0,84</b> |    | <b>1,19</b>           |

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S., para Transportadora de Gas Internacional S.A. E.S.P.

Para la determinación final de las áreas para la ejecución de la compensación se consideraron los requisitos mínimos establecidos por el Manual de compensaciones del componente biótico (MADS,

2018), de tal manera que, las 1,19 ha necesarias a compensar se encuentran localizadas en i) Ecosistemas equivalentes a los afectados, incluyendo en este caso, acciones en áreas que aunque en el momento actual pueden estar en ecosistemas transformados (pastos arbolados del Helobioma Villavicencio) se llevarán a la conformación el ecosistema natural intervenido (Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio), toda vez que, este constituye el ecosistema original previo a la intervención.

Igualmente, las áreas seleccionadas para compensación son equivalentes en tamaño o área a compensar del fragmento de ecosistema impactado, de tal manera que se cumple con la extensión aplicable según el factor de compensación descrito en el numeral anterior. Así mismo, las áreas para compensación presentan una condición igual o mayor al fragmento del ecosistema impactado, aportando a nivel regional a la recuperación de hábitats naturales y al desarrollo de áreas núcleo para la fauna, teniendo en cuenta que, las acciones plantean el aumento de los tamaños de fragmento y el mejoramiento de las condiciones estructurales de fragmentos remanentes.

Para definir el cómo compensar se tuvieron en cuenta cuatro (4) componentes que buscan garantizar la permanencia y legalidad de las acciones. Estos componentes son: i) las acciones, ii) los modos, iii) los mecanismos de implementación y la administración del plan de compensación, y iv) las formas de presentación e implementación de las compensaciones.

Dentro de las acciones de compensación, el Manual considera tres alternativas: i) la preservación, ii) la restauración en sus diferentes enfoques y iii) el uso sostenible de la biodiversidad. Los modos hacen referencia a las alternativas de manejo que permiten la implementación de acciones de compensación en las áreas definidas, y se caracterizan por tener instrumentos legales particulares que permitan su implementación y aseguran la permanencia y sostenibilidad de las compensaciones. Los mecanismos de implementación y administración están orientados a identificar si las acciones de compensación serán realizadas por el usuario o a través de operadores, mediante la constitución de encargos fiduciarios en convenio/contrato con ONG's, comunidades organizadas, universidades, institutos, fondos públicos o privados; bancos de hábitat, bosques de paz u otros.

Para el caso particular del presente plan de compensación, el planteamiento definido busca generar una estrategia de compensación focalizada en la restauración ecológica de los remanentes naturales existentes, de tal manera que se incluyan acuerdos de conservación con las comunidades para garantizar la permanencia de las actividades en el tiempo.