

5. IDENTIFICACION Y ANALISIS DE IMPACTOS

Dado que la obra propuesta forma parte de un conjunto de acciones de un Plan en un nivel conceptual y de factibilidad, ella aun está sujeta a un análisis de viabilidad ambiental por lo que se consideró pertinente hacer un balance de los impactos positivos y negativos que potencialmente se generarán con la misma.

5.1. IMPACTOS POSITIVOS

El objeto fundamental de la obra es propiciar unas condiciones hidráulicas en el canal de navegación que permitan mejorar su navegabilidad y suprimir el dragado; en consecuencia, los impactos positivos que ella generaría serían la eliminación o minimización de los impactos negativos que están ocurriendo con el dragado; unos son sus costos de operación y otros las incidencias degradantes al medio, que también tienen implícitos unos costos.

5.1.1. Eliminación de costos de operación

Los costos de operación del dragado están dados por de los volúmenes de sedimento que anualmente, deben ser dragados⁷ y por el costo unitario por metro cúbico de esa operación, es decir. Se estima -en promedio- $3,8 \text{ Mm}^3/\text{año} \times 2,5 \text{ \$/m}^3 = 9,5 \times 10^6 \text{ \$/año}$.

5.1.2. Eliminación de impactos al medio por dragado

Los impactos generados por las operaciones de dragado en el sector en estudio, en particular, no han sido analizados; no obstante, existe una extensa base de información sobre los impactos de dragados en general y sobre todo el Orinoco.

- Impactos de los dragados sobre el medio físico-natural

Las operaciones de dragado afectan directa o indirectamente a los sistemas acuáticos, lo cual se manifiesta por: problemas de turbiedad asociados con la resuspensión y asentamiento del sedimento; la separación de los contaminantes y su nueva introducción en la columna de agua, la ingestión y acumulación de los contaminantes por los peces, la disminución a corto plazo del nivel de oxígeno disuelto, la modificación de la batimetría, ocasionando cambios en la circulación, y

7 "El Estudio para el mejoramiento integral del río Orinoco" (MARNR-JICA-1998), señala como dato del INC que entre 1965 y 1972 el volumen promedio de dragado en este sector fue de $3,8 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

composición química del agua y la disminución o pérdida y modificación de los hábitats para los recursos pesqueros y otra diversidad de especies.

Por su parte, la disposición de los materiales dragados puede ocasionar impactos similares a los que se asocian con la operación de dragado, aunque potencialmente más severos.

En el caso del paisaje ribereño, las zonas pesqueras existentes a los lados de las vías fluviales, pueden ser afectadas por las alteraciones hidráulicas. Tales impactos incluyen la degradación del terreno aluvial, mayor erosión, pérdida de vegetación, inundación y drenajes de tierras aluviales y humedales. La disposición terrestre de los materiales de dragado en sistemas confinados y no confinados puede impactar en el agua subterránea subyacente, contaminar los flujos superficiales y afectar futuras opciones de uso de la tierra.

– Impactos de los dragados sobre el medio socio-económico

Los proyectos de navegación interior pueden alterar las tradiciones culturales, étnicas, históricas y religiosas a nivel local. La aceptación o éxito de un proyecto pueden obstaculizarse por una preocupación local sobre la potencial destrucción de los sitios históricos, parques nacionales y reservas y de valiosos recursos recreacionales y de pesca en las zonas costaneras.

En el caso específico de este tramo en estudio las operaciones de dragado restringen el paso de pequeñas embarcaciones y crea condiciones en el río que inciden en una merma de las actividades pesqueras y su productividad.

Todos estos impactos referidos serían suprimidos con la mayor capacidad de arrastre que el río tendría, a través del canal de navegación, al aumentarse su caudal.

5.2. IMPACTOS NEGATIVOS

Los impactos que la obra de cierre del caño Tórtola podría generar sobre los tres aspectos considerados de mayor interés a los fines de este Estudio y de los cuales se ha hecho su caracterización en los Capítulos precedentes, estarán dependiendo de las modificaciones o efectos hidráulicos-fluviales que, potencialmente, se habrán de producir en ese sector del río Orinoco.

La información técnica suministrada por PCI para este Estudio sobre las características del Proyecto, sólo hace mención de las localizaciones y dimensionamientos aproximados de las obras de cierre del caño Tórtola y de la protección marginal de Barrancas, así como de la redistribución

de gastos esperados en los cauces, pero no de los efectos hidráulico-fluviales que pudieran presentarse en los mismos como consecuencia del cierre y que en definitiva serán los que determinen los impactos sobre los aspectos objeto de esta Evaluación Ambiental. En razón de esto, este análisis de impactos se inicia con los efectos hidráulico-fluviales potenciales.

5.2.1. Efectos hidráulico-fluviales potenciales

La intercepción del flujo hidráulico en el caño Tórtola no sólo producirá alteraciones en éste sino también en los otros dos brazos del río Orinoco (río Grande y caño Piacoa), que serán ahora receptores de el flujo interceptado. Las alteraciones o efectos que cabría esperar pueden ser de tres tipos:

- Variaciones del flujo
 - Erosión
 - Sedimentación
- Variaciones del flujo

Como efecto inmediato del cierre del caño Tórtola están las variaciones del flujo de los tres brazos que conforman el río Orinoco en ese sector, es decir:

- Por el caño Tórtola ya no fluirá libremente agua ni sedimento, por cuanto la obra prevé el cierre absoluto del caño hasta sus niveles de crecientes; sólo podrá producirse entrada de agua por reflujos, durante las crecientes, a través de su actual descarga al río Grande.
- Por el río Grande y el caño Piacoa se incrementarán los caudales que, de acuerdo con las estimaciones de PCI, representan proporcionalmente un 21% y 12% respectivamente.
- Como consecuencia de lo anterior, en el caño Macareo pudiera producirse una reducción del gasto. Esto se fundamenta en lo siguiente: en el sitio en el cual descarga el caño Tórtola al río Grande (margen derecha), nace por la margen izquierda de este último el caño Macareo en dirección SO-NE, mientras que el río Grande continua en dirección NO-SE (Gráfico N° 3.1); con el cierre del caño Tórtola se modificará la resultante de la referida convergencia de flujos, tendiendo hacia la dirección predominante del río Grande, lo que podría reducir, el flujo hacia el caño Macareo. En todo caso, es difícil precisar a nivel preliminar, lo que allí pudiera ocurrir por cuanto, hidráulicamente, es un sitio complejo, en el que no sólo hay una convergencia y una difluencia, sino que además se trata de una curvatura del río Grande y

el lecho de éste es más profundo que los del Tórtola y el Macareo, de modo que sólo a través de un modelo hidráulico más preciso, se podrá tener certeza sobre lo que ocurrirá con el flujo hacia el Macareo. La importancia de este análisis radica en el hecho de que el caño Macareo irriga cerca del 50% de la superficie del Delta del Orinoco y una reducción sustantiva de su gasto generaría alteraciones ecológicas y ambientales de importancia sobre su cauce y los que de él se derivan y sobre sus respectivas planicies.

De no ocurrir esta reducción de gasto hacia el Macareo y, contrariamente, se confirmara la hipótesis de distribución de gastos que ilustra el Gráfico N° 3.2, en el río Grande, aguas abajo de la difluencia del Macareo, habría una reducción de gasto del 15% y entonces allí se pudiera generar una necesidad mayor de dragado que la actual en ese sector.

– Efectos de erosión

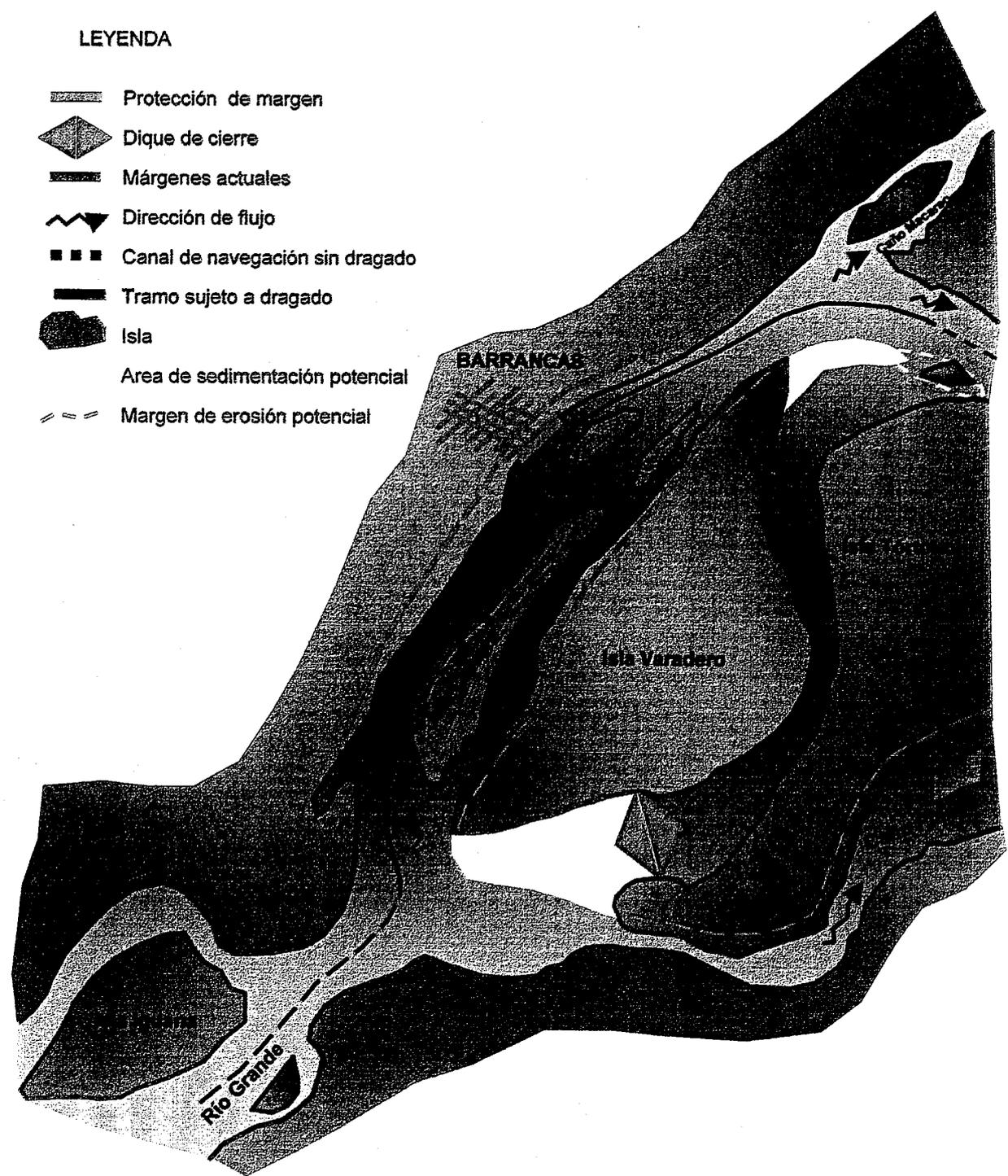
El principal efecto buscado con el cierre del caño Tórtola es precisamente la profundización del cauce principal (río Grande) del Orinoco en ese sector (Barrancas) a los fines de evitar el dragado. Sin embargo, este efecto no sólo se sucederá en la dirección vertical del cauce sino en todo su perímetro hidráulico, lo que significa que habrá también erosión de sus márgenes, aunque ella será de mucho menor proporción que la de fondo, por cuanto el material del lecho es arenoso y el de las márgenes es predominantemente arcilloso, con mayor cohesión, y consecuentemente más resistente a la erosión.

Asimismo, las pequeñas islas que existen dentro del río Grande podrían reducir su superficie y alguna podría hasta desaparecer con el tiempo (Gráfico N° 5.1).

De otra parte, este proceso de ampliación de cauces también habrá de producirse en el caño Piacoa y muy posiblemente con mayor intensidad que en el río Grande dada la cercanía del cierre del caño Tórtola a la entrada del Piacoa, donde se presentará un cambio de velocidad del flujo por una contracción brusca de la sección del río (Gráfico N° 5.1).

El proceso de ensanchamiento del caño Piacoa ocurrirá, fundamentalmente, hacia su margen izquierda (Norte), mientras que la margen derecha no sufrirá mayor alteración por cuanto constituye un sustrato rocoso que forma parte del macizo Guayanés.

Gráfico N° 5.1
EFECTOS HIDRAULICO-FLUVIALES DEL CIERRE DEL CAÑO TORTOLA



La erosión de las márgenes, como es obvio, será más notoria en los períodos de crecientes de los primeros años de funcionamiento del cierre, mientras el río alcanza su sección de equilibrio, y entre sus consecuencias más inmediatas estaría la afectación de bienhechurías ribereñas, incluida la misma protección marginal de 2 km prevista frente a Barrancas, por cuanto ella pudiera resultar insuficiente ante el proceso de erosión que se generará en la misma margen aguas arriba de la citada población.

– Efectos de sedimentación

Un efecto casi simultáneo al anterior -como consecuencia de la intercepción del flujo- es la depositación de sedimentos en el caño Tórtola. En este sentido se pueden distinguir dos sectores fundamentales (Gráfico N° 5.1):

- Inmediatamente aguas arriba del dique de cierre, donde se colmatará prácticamente todo el cauce del caño uniendo las islas Varadero y Tórtola.
- En la descarga del caño Tórtola, donde propenderá a formarse una barra que puede terminar por convertir al Caño en una laguna durante los períodos de aguas bajas.

5.2.2. Impactos sobre la calidad del agua y ecosistemas acuáticos

El Proyecto se ubica en un área crítica desde el punto de vista físico natural como es el inicio del Delta. El Delta es un sistema complejo y muy particularmente en lo que se refiere al funcionamiento hidráulico, de ahí que perturbaciones en este sector, pueden tener efectos de naturaleza y expresión espacial difíciles de predecir, si no se cuenta con información suficiente y adecuada para llevar a cabo un análisis predictivo con un aceptable nivel de confiabilidad. La información hidráulica -requerida para el modelaje del funcionamiento del sistema- es indispensable para la identificación de los posibles impactos del Proyecto, por lo que los efectos que se describen a continuación tienen un carácter sólo aproximado, con base en los efectos hidráulico-fluviales descritos.

- Asociados a la variación del flujo
- Un incremento en la descarga del río Grande en período de aguas bajas en el sector de Barrancas, favorecería la dispersión de contaminantes generados en esta población y vertidos al río.

- Variación en los caudales de los caños Macareo y Manamo, que pueden afectar el funcionamiento de estos sistemas aguas abajo. Si la descarga aumenta, habría que considerar el efecto de desborde del Macareo sobre áreas adyacentes (sistema Cocuina-Cocuinita). Esta situación ha sido evaluada de manera muy preliminar en estudios realizados en el Bloque Delta Centro (INFRAWIN, 1997). Si la descarga disminuye, habrá que revisar con cuidado la situación del Manamo, la cual ha sido analizada en varios estudios en los que se destaca el proceso de salinización progresiva que se ha venido produciendo en el sector bajo y medio del sistema, con consecuencias ecológicas y socioeconómicas importantes.
- El cierre total del caño Tórtola determinaría el estancamiento de las aguas abajo del cierre (cambio de una condición lótica a una léntica). Esta situación de estancamiento podría generar condiciones que favorecerían el incremento de procesos productivos autóctonos. La productividad secundaria de sistemas como el cauce principal del Orinoco, está sustentada principalmente en los aportes alóctonos (materia orgánica), provenientes de la cuenca y en particular del plano de inundación. La producción autóctona está limitada por la baja disponibilidad de nutrientes y de luz. Durante el período de aguas bajas, se generan condiciones que favorecen la autotrofia del sistema incentivada por una mayor transparencia y concentración de nutrientes. Al producirse el cierre, la eliminación de la corriente provocaría la sedimentación del material suspendido favoreciendo el paso de luz. Si se considera además que en las islas adyacentes hay asentamientos humanos y se desarrollan actividades agropecuarias, es de esperar que los aportes de nutrientes derivados de estas actividades se concentren en el sector aislado. Esto crearía condiciones favorables para el desarrollo de organismos autótrofos (macrohidrofitas y fitoplancton), que constituirían la base de relaciones tróficas fundamentadas en su productividad. Por otra parte, la estabilidad del fondo y los aportes de materia orgánica derivados del aumento de la productividad, podría favorecer el establecimiento de comunidades bentónicas diversas. En comparación con la condición lótica, se experimentaría un incremento en la diversidad biótica.

Adicionalmente y de acuerdo con estudios realizados en áreas del Delta afectadas por el cierre de caños, en las zonas de sedimentación podría esperarse un incremento sustancial en la cobertura de plantas. Colonnello y Medina (1998) realizaron un análisis de los efectos que tuvo el cierre del caño Manamo sobre la vegetación asociada al curso de agua. La construcción del dique en el Manamo introdujo grandes cambios en el régimen hidrológico del río. El flujo de agua dulce fue reducido del 11 al 0,5% de la descarga total anual del Orinoco. Los procesos morfodinámicos crearon nuevos hábitats (barras de arena) para la vegetación acuática y terrestre. En una estación ubicada en la sección superior del caño, pocos kilómetros aguas abajo del dique, los citados autores, a través del análisis de fotos aéreas (1932 a 1992),

comprobaron el desarrollo extensivo de una barra de arena que incrementó la superficie de la isla en el centro de ese punto en un 30%. En este sector de suelos arenosos se produjo una sucesión secundaria que condujo a la formación de un bosque de pantano de 15 a 25 m de altura, con especies características de la región del alto Delta. Este efecto de sedimentación se atribuyó a la disminución de la velocidad de la corriente y al descenso del nivel, aguas abajo del dique.

Colonnello et al. (1993), analizaron la composición de las comunidades de macrofitas en el Delta, en función de las condiciones hidráulicas predominantes encontrando lo siguiente: en general, el menor número de especies (1 a 10) se presentó en lo que llamaron hábitats tipo I, representado por estaciones donde el río mantiene un curso recto, con pocas sinuosidades. En estos casos aparecen plantas monoespecíficas o con pocas especies flotantes libres como es el caso de *Eichornia crassipes* y *Salvinia auriculata*, y enraizadas flotantes como *Paspalum repens*, *Eichornia azurea* y *E. polystachya*, sujetas a la remoción por las fuertes corrientes de las aguas. Las localidades con estas características son: Brazo Imataca, Río Grande, Araguao-Araguaito, Macareo, así como hábitats sujetos a fuertes oscilaciones causadas por la marea. De allí que en términos generales los grandes caños del Delta mantienen poca vegetación flotante en los tramos superiores y mucha más en los tramos inferiores. Al tipo II, corresponden aquellas localidades medianamente ricas en especies (10 a 20), constituidas por las zonas de depositación de sedimentos en los sectores cóncavos de las curvas de los caños, en los que la velocidad disminuye apreciablemente, tal como caño Curiapo, entre otros. El tipo III se presenta cuando los ambientes son lénticos, con oscilaciones estacionarias marcadas pero diarias muy moderadas. En este caso se encuentra el mayor número de especies (20 ó más), flotantes libres, flotantes enraizadas, emergentes y parcialmente sumergidas.

- Dado que las condiciones del agua del caño son de importancia vital para los pobladores de las islas adyacentes (el caño constituye su única fuente de agua), se podría presentar una situación de afectación a estas poblaciones por cambios en la calidad del agua, por efecto de las descargas domésticas de los propios asentamientos y por el escurrimiento de las áreas de actividad agropecuaria. Las condiciones que se crearían bajo esta situación posiblemente no se ajustarían a lo que establece la normativa derivada de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en lo que respecta a aguas para consumo humano

- Asociados a procesos de erosión y sedimentación

Cambios en la morfometría del sector incluyendo las islas, caños y riberas, como resultado de los procesos de erosión y depositación de sedimentos generados por las nuevas condiciones

hidráulicas. Estos cambios en la morfometría afectarían a su vez los patrones de inundación, generando pérdida de suelos por inundación o erosión. La alteración de la dinámica del plano de inundación, podría afectar procesos productivos en el río que dependen de los aportes de estas áreas inundables; cuando se produce la conexión durante el ascenso del nivel del río.

5.2.3. Impactos sobre la fauna ictícola y la pesca

– Impactos preexistentes en el río

En el Bajo Orinoco, tramo del río en el cual se ubica el área de estudio ya existen algunas intervenciones antrópicas, que es necesario señalar como impactos preexistentes en el río y de los cuales se pueden inferir algunas experiencias referenciales para este análisis. Entre estas intervenciones antrópicas destacan: el dragado del canal que se extiende entre Pto. Ordaz y Boca Grande y el control que se le hizo al caño Manamo.

Ambas obras indudablemente que han generado efectos ambientales, aunque éstos han sido poco evaluados. El dragado del canal genera, entre otros efectos, las modificaciones del hábitat especialmente del substrato y de las riberas del canal. Las migraciones de algunas especies de peces pudieron y son afectadas por esta operación cuyos efectos, sin embargo, parecen disiparse o atenuarse al existir ramificaciones o derivaciones alternas al canal así como otras márgenes, substratos y planicies de inundación no afectados directamente por el dragado.

En cuanto al control del caño Manamo, sus efectos en relación con la fauna acuática y pesquerías fueron notables. Novoa (1982) comparando la composición de las capturas experimentales en el tramo superior de los caños Manamo y Macareo, pudo establecer la virtual desaparición de algunas especies de peces en el caño Manamo las cuales son dependientes del plano de inundación, tales como el coporo y otras. Así mismo, se registró una disminución general de la abundancia y una reducción de la biodiversidad de la biomasa como consecuencia del cierre o regulación del flujo del caño Manamo con lo cual se interrumpió el ciclo inundación-estiaje que normalmente se daba en ese caño.

Si a lo anterior se le agregan otros efectos adicionales como la acidificación de los suelos y aguas, contaminación urbana, proliferación de malezas acuáticas, desplazamiento de las comunidades indígenas, etc, se concluye que esa obra de ingeniería tuvo un balance muy negativo y originó graves daños al ambiente y al desarrollo regional sin que se produjeran los beneficios que se auguraban a la agricultura y ganadería locales.

Por todo lo anterior, se ha fortalecido una visión muy negativa de este tipo de obras de ingeniería, altamente impactante de la sostenibilidad de los ecosistemas naturales.

Los efectos ambientales de tales obras fueron y siguen siendo subestimados. El dragado del canal ha podido afectar las migraciones de peces, alterando el hábitat tanto de los fondos como de las márgenes de ese sector del Orinoco aunque modificando sólo una parte o fracción de toda el área disponible y de distribución de los organismos acuáticos durante una época del año (meses secos).

Por su parte, el control del caño Manamo ha tenido efectos más profundos e irreversibles por su carácter permanente. Cortó el ciclo inundación-estiaje, vital para muchas especies de peces, simplificando la composición de la ictiofauna y disminuyendo la abundancia general de la fauna acuática debido al deterioro de la calidad del agua, modificación del hábitat, reducción del plano inundable y modificación del ciclo hidrológico, disparador de procesos vitales en las poblaciones naturales.

Finalmente, con el Proyecto que se está evaluando, localizado en los alrededores de Barrancas del Orinoco, específicamente en el caño Tórtola, en una zona donde existe una actividad pesquera relevante, es de esperar que ocurran efectos adversos sobre el medio natural y socio-económico del área; sino similares, bastante parecidos a los ya indicados, dependiendo de las características de la obra y de las condiciones físico-naturales e hidráulicas del sitio de ubicación de la misma.

El Proyecto incluye la interrupción del flujo de agua a través del caño mediante la construcción de un dique de roca y concreto que desvíe la circulación del agua hacia los dos restantes ramales: caño Piacoa y el canal principal. Tales estructuras de regulación podrán incidir en la dinámica hidráulica antes comentada; en los mecanismos de adaptación de los organismos; en las estrategias o modos de vida de los pescadores; en la cotidianidad de los lugareños que viven de la pesca artesanal, así como en los pobladores locales que utilizan el caño como vía de tránsito para las comunidades urbanas donde establecen sus centros de intercambios y relacionamiento. Igualmente, no se deben obviar los eventuales efectos que podrían reflejarse aguas arriba o aguas debajo de la propia obra.

– Impactos potenciales de la obra

A continuación se relacionan los principales impactos que se podrían generar sobre las variables en consideración (fauna ictícola y pesca).

- Pérdida de hábitats: Como se recoge en los resultados de las encuestas realizadas (Anexo B.1), tanto los pescadores de Barrancas como de los alrededores de Tórtola, indicaron que existen algunas localidades especiales para la pesca que ellos reconocen como "playas", donde el pescado se concentra y permanece por períodos variables, facilitándose su captura. No se sabe con exactitud las razones que motiven tal fenómeno. De tales localidades, las más mencionadas fueron las "playas" de Mariches y Tórtola, que desaparecerían con el cierre, total o parcial, del caño Tórtola.
- Disminución del plano inundable: Al forzar un mayor flujo hacia las dos ramificaciones restantes (canal de navegación y caño Piacoa), se provocarán procesos erosivos en las márgenes con la consiguiente pérdida de algunas lagunas y sabanas del plano inundable próximos al canal actual. Así mismo, las áreas inundables de la isla de Tórtola, muy extensa por la dimensión de dicha isla, también se perderán.
- Tal reducción del área de inundación, cuya cuantificación en hectáreas habría que hacer, afectará la productividad pesquera en alguna medida que será mayor mientras mayor sea la superficie que se pierda.
- Amenaza a la sustentabilidad de la fauna acuática y pesquerías comerciales del río Orinoco: especialistas comparte la opinión que el dragado afectó las migraciones hacia aguas arriba de numerosas especies de peces que conforman la base actual de importantes pesquerías a lo largo del río Orinoco. No obstante, tal efecto quizás pudo atenuarse al mantenerse intactas, sin mayores cambios, las otras rutas para los peces representadas por los caños Tórtola y Piacoa en el sector más ancho del río Orinoco. De tal manera que si bien la fauna y sus procesos han sido afectados, gran parte del área y hábitats importantes para el descanso durante los largos desplazamientos están disponibles para que las migraciones, aguas arriba y aguas abajo, todavía puedan tener lugar.
- El cierre del caño Tórtola podría significar el fin de este delicado equilibrio ya amenazado con el dragado. Los factores de perturbación serían mucho mayores ahora y las migraciones con propósitos reproductivos posiblemente no podrán completarse. Además, numerosos hábitats importantes para las diferentes especies desaparecerían irremediablemente.
- Los efectos no serán sólo sobre los pobladores locales que dependen de la actividad pesquera, como forma principal de empleo y sustento familiar, sino que se extenderán a los pescadores que viven aguas arriba de Barrancas; ello significaría que alrededor de unos 10.000 productores se verían también seriamente afectados.