



Revisión crítica de los términos de referencia para la elaboración del estudio:
**“CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS Y PROPUESTA
PARA SU MANEJO, EN EL MARCO DEL PROYECTO
HIDROVÍA AMAZÓNICA”**



© Wildlife Conservation Society (WCS)
Av. Roosevelt 6360
Miraflores, Lima - Perú
wcsperu@wcs.org
www.wcsperu.org
www.aguasamazonicas.org

Julio 2020

Autor

PhD. Diana Papoulias
Toxicóloga acuática de E-Tech International

Revisión

PhD. Paola Naccarato

Edición

Msc. Fiorella Burneo

Cita sugerida:

Papoulias, Diana (2020). *Revisión crítica de los términos de referencia para la elaboración del estudio: "Caracterización de sedimentos y propuesta para su manejo, en el marco del proyecto Hidrovía Amazónica"*. WCS, Lima.



© Jeremy Snyder - WCS

Antecedentes

La **Hidrovía Amazónica** es un proyecto que el Estado peruano ha concesionado a la empresa COHIDRO por 20 años. Se realizará a lo largo de 2.687 km de los ríos Marañón, Huallaga, Ucayali y Amazonas.

Este proyecto, que busca mejorar la navegabilidad, tiene como principal actividad el dragado de “malos pasos” que dificultan el tránsito de las embarcaciones en época de vaciante. El dragado es la remoción, succión, transporte y descarga de sedimentos para ser depositados en otra zona del mismo río.

El Estudio de Impacto Ambiental-detallado del proyecto de la Hidrovía Amazónica (EIA-d)^a analizó

13 malos pasos a dragar según el contrato de concesión. Sin embargo, podría haber más de 13 o tener otra ubicación^b, ya que el fondo y la forma de estos ríos cambian constantemente. Por lo tanto, no se tiene información específica sobre los nuevos “malos pasos” que a futuro se podrían formar, lo cual deja una gran incertidumbre sobre los impactos ambientales a generar con el dragado.

Esta actividad de dragado se desarrollará en dos etapas según el contrato: el dragado de apertura, al inicio de las operaciones, y el dragado de mantenimiento, que se llevará a cabo una vez

^a Ver en: <https://www.senace.gob.pe/eva/>

^b El Estudio Detallado de Ingeniería contratado por COHIDRO confirma que son más malos pasos y que están en otros lugares.

al año durante los 20 años que dure el contrato de concesión. Los impactos a largo plazo de esta actividad tampoco han sido evaluados en el EIA-d.

Estudio de ecotoxicidad de sedimentos

En diciembre del 2019, por medio de la carta N° 0596-2019-GG-COHIDRO, la concesionaria del proyecto Hidrovía Amazónica comunicó a SENACE la decisión de desistir del procedimiento de evaluación del EIA-d, antes del vencimiento del plazo otorgado para levantar las observaciones.

La imposibilidad de cumplir esta etapa del proceso de evaluación del EIA-d fue atribuida por la concesionaria a un incumplimiento del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) en elaborar el estudio ecotoxicológico; este último fue insertado en los Términos de Referencia (TDR) del EIA-d y en el mismo contrato de concesión por ser un acuerdo del proceso de Consulta Previa el averiguar si existían contaminantes en los sedimentos. También se estableció que fuera el concedente, es decir, el MTC, quien debía realizar este estudio.

El hallazgo de la presencia de contaminantes en los sedimentos durante la etapa de línea de base debió alertar inmediatamente al concesionario y al concedente del proyecto sobre la obligación de iniciar el estudio para determinar los niveles de toxicidad de las sustancias tóxicas sobre las formas de vida presentes en los ríos y las personas. Este estudio debió presentarse junto con el EIA-d, pero no se hizo así.

En este momento, la situación es de incumplimiento contractual y las partes (COHIDRO y MTC) decidirán si continúan con el contrato de concesión y de qué manera.

El día 13 de febrero del 2020, el MTC otorgó la buena pro al Consorcio Amazónica para la realización del estudio de ecotoxicidad de sedimentos, denominado: *Servicio de elaboración del estudio de caracterización de sedimentos y propuestas para su manejo en el marco del proyecto Hidrovía Amazónica*. El consorcio está formado por:

- PRW Ingeniería y Construcción S.A.C.
- Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research Sucursal del Perú.
- A & L Lab Sociedad Anónima Cerrada.

El tiempo de duración del estudio es de **165 días** y el monto del contrato es de **714.697,941 dólares**.

Revisión crítica del TDR del estudio de ecotoxicidad de sedimentos^c

Los términos de referencia^d para el estudio de ecotoxicidad de sedimentos, como su nombre lo indica^e, se enfocan en la “caracterización” de los sedimentos a dragar y en elaborar una propuesta adecuada para el manejo de sedimentos contaminados, con el fin de minimizar los impactos en la salud humana y el ambiente (especialmente sobre los ecosistemas acuáticos).

Los objetivos específicos son:

- Verificar la ubicación de los “malos pasos” identificados para realizar estudios toxicológicos.
- Realizar la caracterización física, química^g y ecotoxicológica^h de los sedimentos.
- Evaluar el efecto ecotoxicológico de los sedimentos caracterizados sobre las especies clave.
- Evaluar los efectos de bioacumulación sobre las especies acuáticas clave.
- Determinar la propuesta de manejo de los sedimentos caracterizados.
- Presentar el análisis de costos para la gestión integral de sedimentos caracterizados.

Debido a que en el Perú no se ha desarrollado criterios o pautas para evaluar proyectos de dragado ni tampoco de calidad de sedimentos, se recurrió a la norma del Consejo Nacional del Medio Ambiente Brasileño (CONAMA) Resolución N°454/2012, la cual está basada en parte en la guía estadounidense y en parámetros canadienses (Canadian Sediment Quality Guidelines), a pesar de las diferencias que existen entre latitudes tan distantes.

^c Los resultados del estudio ecotoxicológico son considerados parte del EIA-d.

^d Adjuntos en este documento.

^e Caracterización de sedimentos y propuesta para su manejo, en el marco del proyecto Hidrovía Amazónica.

^f El manejo incluye definir el modo de dragado, el tratamiento y la disposición final de los sedimentos involucrados.

^g La caracterización química se realiza con el fin de evaluar los posibles impactos en la vida acuática en el lugar propuesto para la eliminación de material dragado aguas abajo.

El flujograma de CONAMA indica que primero se debe realizar la caracterización física de la muestra. Si esta no cumple con los requisitos del artículo N° 7 de la resolución CONAMA, referidos a las características que debe cumplir la muestra para estar exenta de un proceso de estudios, se sigue con la caracterización química.

Siempre según el flujograma de CONAMA, continúa la clasificación y la determinación de la necesidad o no de seguir con los estudios ecotoxicológicos de los sedimentos. El artículo N° 12 (ver resolución CONAMA N° 454/2012 adjunta) detalla los niveles de clasificación (nivel 1 y nivel 2) de las concentraciones de los elementos (o sustancias) contaminantes para determinar si se requiere o no una caracterización ecotoxicológica (ver flujograma en la norma CONAMA adjunta).

Tal y como está escrito el TDR, este tiene varias fallas e inconsistencias técnicas, y además interpreta incorrectamente la norma de CONAMA, lo cual hace pensar que los resultados del estudio ecotoxicológico no serán confiables. En este sentido, a continuación se describen y comentan algunos de los puntos críticos identificados en el TDR para el estudio de ecotoxicidad de sedimentos.

1. Información química de sedimentos presentada en el EIA-d tiene poca utilidad para identificar malos pasos para estudiar sedimentos

Los objetivos del TDR se desarrollarían a partir de los resultados del análisis químico de sedimentos del EIA-d del proyecto Hidrovía Amazónica como base para pre-seleccionar los malos pasos y puntos que serían evaluados bajo la norma CONAMA (tabla III en la Resolución CONAMA N° 454/2012).

En cuanto a la localización de muestras (según lo indicado en el capítulo 9 del TDR referido a: alcances y descripción del servicio en la sección de investigaciones y mediciones en campo 9.2.1)ⁱ, dice: “Si bien los puntos de toma de muestra pueden ser inicialmente definidos según la información que se presenta en los cuadros N° 03, N° 04 y

N° 05 —referidos a la ubicación de los malos pasos identificados en época de vaciante para los ríos Ucayali, Huallaga y Marañón al 2018 (ver anexo 1)—, considerando la norma de CONAMA, deberán presentar su propuesta confirmando con la batimetríaⁱ si estos han desaparecido, se han movido y/o han aparecido nuevos malos pasos” (Concesionaria COHIDRO, 2019). **Desde este principio está mal diseñado el estudio.**

Debido a que el EIA-d fue hecho en el año 2018 (y presentado al Senace en el 2019), es posible que los malos pasos hayan desaparecido, como además lo confirma el Estudio detallado de Ingeniería. Por ello, el consultor debería determinar si los malos pasos se han movido y/o existen nuevos, y repetir la batimetría y con esta información ajustar el lugar a muestrear. También hay que reconocer que el EIA-d contiene solo resultados para sedimentos superficiales y no del perfil vertical, pues las muestras se recogieron usando el equipo Van Veen, que, como se puede ver en la imagen 1, solo considera el sedimento superficial, dejando de lado diferentes tipos de sedimento que serían dragados y cuya evaluación debería ser integral.

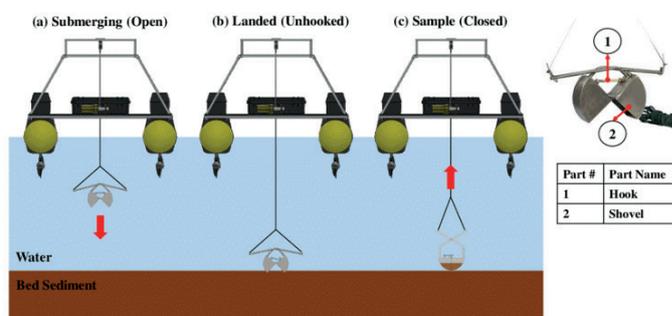
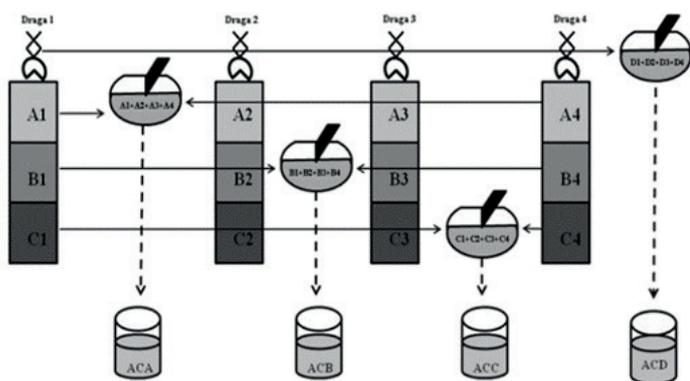


Imagen 1: Muestreo de sedimentos con un Van Veen Grab Sampler (Han et al., 2019)

El MTC ha preseleccionado los malos pasos, incluidos los puntos, a analizar sobre la base del análisis realizado como parte del EIA-d. Sin embargo, para obtener resultados fiables, es necesario regresar a cada mal paso, diseñar un plan de muestreo adecuado, obtener muestras verticales y hacer el análisis físico y químico, y evaluar la toxicidad potencial sobre la base de los resultados como se observa en la imagen 2.

ⁱ Revisar TDR, página 12

ⁱ Se refiere al levantamiento topográfico del relieve de las superficies del terreno cubierto por el agua, como por ejemplo el fondo de los lechos de los ríos.



ACA - Amostra composta do horizonte A
 ACB - Amostra composta do horizonte B
 ACC - Amostra composta do horizonte C
 ACD - Amostra composta do horizonte superficial (até 20 cm) coletado por dragas

Imagen 2: Métodos de recolección, almacenamiento y manipulación de sedimentos para análisis químicos y toxicológicos. Ilustración adaptada (US Environmental Protection Agency, 2001).

2. La evaluación de calidad de sedimentos estipulada en el TDR es inconsistente con lo establecido por la norma CONAMA

El TDR para el estudio de ecotoxicidad de sedimentos indica que los sedimentos analizados en el EIA-d (7.6.1.14 del TDR del EIA-d: “Calidad de sedimentos fluviales”) fueron evaluados tomando en consideración las normas publicadas por el Consejo Nacional del Medio Ambiente Brasileño (CONAMA) Resolución N° 454/2012. Al respecto, en el EIA-d, “se han identificado áreas que superan las concentraciones de parámetros químicos del nivel 1 (umbral debajo del cual hay menos probabilidad de efectos adversos a la biota) de dicha norma (Cohidro 2018)”.

Bajo este criterio, todos los trece (13) malos pasos en el Estudio de Factibilidad del proyecto Hidrovía (Proinversión, 2016) (anexo 2: resumen de los elementos que superan la norma CONAMA) requieren estudios de ecotoxicidad de sedimentos. Sin embargo, es necesario señalar que las sustancias químicas analizadas en los sedimentos no coincidieron con la lista de sustancias recomendadas por CONAMA a ser analizadas ni fueron determinadas en función de las fuentes potenciales de contaminantes en el área a ser dragada, como también está estipulado por la norma CONAMA. Además, la información en la línea base del EIA-d (capítulo 10) donde

se describe el uso del terreno, calidad del agua, pasivos ambientales y resúmenes de estudios por terceros, indica la existencia de una alta variedad de fuentes potenciales de contaminantes orgánicos e inorgánicos, lo cual refuerza la necesidad de investigar el perfil del sedimento en cada mal paso y expandir la lista de químicos analizados.

3. Método, localidad y cantidad de muestra

La norma CONAMA permite dos diferentes tipos de muestreo de sedimento: el método simple y el método compuesto bajo definición de unidad característica del dragado (UCD). La CONAMA ha basado su método parcialmente en el manual técnico *Métodos de recolección, almacenamiento y manipulación de sedimentos para análisis químicos y toxicológicos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos* (2001).

Parece que el muestreo en el EIA-d fue simple, ya que no están compuestas las muestras horizontales. Sin embargo, en el TDR no queda claro cuál es el tipo de muestreo que requiere el MTC, pero parece ser el simple, ya que lo que indica el TDR no coincide con el método de UCD^k (método compuesto). Se observa aquí que el consultor debe coleccionar suficiente muestra para hacer toda la caracterización, lo cual es adecuado. Sin embargo, el tiempo determinado en el cronograma de los TDR no es suficiente para hacerlo porque se tiene que analizar 126 puntos, tomar las muestras y posteriormente entregarlas al laboratorio ubicado en Lima, donde se homogenizan las muestras y se realizan varias pruebas.

Según un laboratorio de Brasil con experiencia en ensayos para dragados siguiendo la norma CONAMA, hay que mantener el sedimento frío, no congelado, en la oscuridad y tiene que ser usado en los bioensayos antes de 30 días de haber sido recolectado. Después de los 30 días, el sedimento almacenado pueda volverse más tóxico, especialmente si contiene mucho arsénico (como

^k Unidad de caracterización del dragado (UCD): subdivisión de un área a dragar que contiene un volumen de sedimento limitado y caracterizable por medio de una muestra compuesta representativa, que se puede utilizar en la planificación del muestreo siempre que haya suficiente información previa disponible sobre el área y sus sedimentos, dependiendo del historial de contaminación, las fuentes de contaminación y la granulometría de los sedimentos, entre otros.



© Jeremy Snyder - WCS

muestran los sedimentos de Perú), lo cual generaría resultados positivos falsos. Todo esto implica que el laboratorio tiene que devolver los resultados físicos y químicos al consultor para que sean evaluados y así determinar cuáles puntos serán excluidos de los estudios de ecotoxicología. La logística es muy complicada y confusa en los TDR bajo análisis.

Si hubieran hecho el análisis físico-químico en una primera etapa y determinado bien cuáles son los malos pasos a investigar en los ensayos ecotoxicológicos, habría sido factible en esta etapa desarrollar una estrategia para tomar las muestras y hacer el análisis físico-químico en paralelo a los ensayos ecotoxicológicos. Es importante anotar que estos deben hacerse en paralelo para no alterar los resultados.

4 . Control de calidad

El TDR del Estudio de Sedimentos, igual que el del EIA-d, requiere muestras de sedimento en puntos aguas arriba y aguas abajo del área de estudio (malos pasos). Presumiblemente, como muestras testigo o muestras de control, como las llaman en el EIA-d. Sin embargo, **no existe ninguna razón lógica para que estos puntos sean tomados como referencia para las características físico-químicas del material a dragar**. La definición de sedimento según

la referencia: **“Un sedimento es aquel que refleja las condiciones del sitio de disposición excepto cuando este espacio haya recibido sedimento de dragado anteriormente. Se usa para comparar e interpretar los resultados de los bioensayos”** (US Environmental Protection Agency and US Army Corps of Engineers, 1998). No se indica claramente si se toman estas muestras también para el análisis físico-químico en los malos pasos que no se han movido. Tampoco se indica si se va a usar estas muestras en los estudios ecotoxicológicos. Se observa que CONAMA no pide muestras de aguas arriba y aguas abajo. El estudio también dispone la toma de muestras en el lugar donde se va a depositar el sedimento del dragado, pero no se indica dónde está localizado, si se caracteriza igual que otros malos pasos/muestras ni si se usa en los ensayos ecotoxicológicos o se evalúa para parámetros biológicos. Se requiere tomar muestras y hacer evaluaciones en los lugares donde se va a depositar el sedimento para contar con una línea base y para determinar si el material dragado tiene efectos adversos en la biota.

5 . Caracterización física

Primero se realizará la caracterización física de las muestras siguiendo la norma internacional para el análisis granulométrico por tamizado y sedimentación: ASTM D-422 (Canadian Council

of Ministers of the Environment, 2007) para poder evaluarlos, según la norma CONAMA. Las muestras serán evaluadas para ver si algunas deben ser exoneradas. Pero como se menciona arriba, esto se debería haber hecho en otro estudio *scoping* para determinar los malos pasos y usando una muestra vertical core representativa del material a ser dragado. También es correcto hacer otra vez el análisis físico-químico de la muestra de sedimentos que se van a usar en los ensayos, pero en esta fase no están excluyendo, sino caracterizando.

6. Caracterización química

Los TDR indican que se debe **determinar las concentraciones de las sustancias contaminantes en la fracción integral de la muestra, es decir, compuesta por sedimento vertical**. Como se observa en las tablas (anexo 3: tabla niveles de clasificación del material a ser dragado y tabla original CONAMA), se ha seleccionado solo algunos contaminantes y valores del CONAMA.

Por ejemplo, no se incluye a los pesticidas clorados ni a los PCB¹. La Resolución CONAMA indica en el artículo N° 9 (Resolución CONAMA adjunta) que quien otorga la licencia ambiental después de analizar el plan de muestreo debe definir las sustancias químicas a analizar según las posibles fuentes de contaminación, presumiblemente en consulta con OEFA u otra autoridad competente. El capítulo 10 del EIA-d describe los pasivos ambientales concluyendo que “los pasivos ambientales existentes no contribuyen a la toxicidad de los sedimentos”. En la línea base del EIA-d se describe el uso de tierra cerca de los malos pasos y la calidad de agua superficial, e indica posibles contribuciones de contaminantes a los sedimentos. Esos estudios sugirieron la necesidad de ampliar la lista de contaminantes analizados en parte basados en que el resultado de la calificación del agua de la mayoría de los malos pasos es de mala calidad. Usando el cuadro sobre los niveles de clasificación del material a ser dragado del TDR (anexo 4) y también los criterios en el TDR, se evalúa si es

¹ Los policlorobifenilos (PCB) están considerados según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) entre los 12 contaminantes más nocivos fabricados por el ser humano. Son sustancias altamente peligrosas que son absorbidas con gran facilidad por los tejidos adiposos de los seres humanos y los animales, y cuya eliminación es muy difícil.

necesario que se estudie la ecotoxicología del sedimento.

Se observa que la suma de los HAP^m no está incluida en la tabla y que la suma de grupos A y B no es igual a 1.000. La suma de HAP está indicada en CONAMA porque la suma de 1.000 incluye cuatro HAP adicionales que no están presentes en la lista (ver comparación en anexo 3). El TDR sugiere que se analice la especiación de los principales metales, pero en realidad **por la toxicidad solo merece hacerse con arsénico para As (III) y As (V) y Cr (VI)**. También propone que el consultor debe incluir otros metales según la naturaleza de los suelos amazónicos que puedan afectar la biota y usan el ejemplo del aluminio.

No tienen información en el EIA-d ni piden algún estudio en el TDR para estimar los efectos en la columna de agua bajo la actividad de dragado. Esto es un error grave. Por ello diferentes expertos recomiendan hacer un análisis químico de lixiviadosⁿ y compararlos con los ECA^o para agua. El análisis de lixiviados permite entender cuáles contaminantes pueden salir del sedimento suspendido y/o disuelto en el agua y estar biodisponible para la biota acuática. El análisis también permite el cálculo teórico del potencial para la bioacumulación de los compuestos químicos polares no orgánicos. Esto es una omisión muy importante.

7. Evaluación Biológica

La descripción de la evaluación biológica en el TDR es muy general. No se encuentra la evaluación biológica en la norma CONAMA. No indica ningún requisito. El TDR afirma sobre la caracterización biológica lo siguiente: **“La caracterización biológica del material a dragar debe determinar el estado actual de las comunidades biológicas existentes de las especies de flora y fauna acuáticas en los malos pasos que podrían ser afectadas directa e indirectamente por las actividades de construcción y operación del proyecto**. Para ello utilizarán los puntos de muestreo referenciales por la dinámica del río”.

^m Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP): los HAP son un grupo de sustancias químicas que se forman durante la incineración incompleta del carbón, el petróleo, el gas, la madera y otras sustancias orgánicas.

ⁿ Son el resultado de un proceso de percolación.

^o Los ECA (estándares de calidad ambiental) son establecidos por el MINAM. Fijan los máximos valores permitidos de contaminantes en el ambiente.

8 . Ensayos ecotoxicológicos

El TDR indica que **los ensayos deben incluir información sobre calidad de agua, pero no indica por qué**. En realidad, las condiciones en los ensayos deben ser parecidas a las condiciones del medio donde se hará el dragado. **Tampoco indica el nivel de clasificación, si los estudios deben ser agudos o crónicos**. CONAMA recomienda trabajar con los organismos del grupo de las anfípodos para los ensayos y cuando se usan otros organismos, estos deben ser reconocidos como especies estándares por instituciones de investigación específicas para sedimentos^p. Sería muy costoso hacer los ensayos con organismos que representen cada nivel en la cadena trófica: lo más importante es usar una o dos especies que estén en contacto con el sedimento y/o puedan ingerirlo.

CONAMA, en el artículo N° 20, recomienda el uso de estudios complementarios, como el de bioacumulación, cuando los resultados de los ensayos químicos y ecotoxicológicos señalen que son tóxicos. Esto se hace para entender la bioacumulación de sustancias que tienen

mayor potencial de causar efectos adversos, como el mercurio, el plomo, el cadmio, los PCB^q (compuestos organoclorados) y pesticidas organoclorados. CONAMA también recomienda estudios usando la metodología de lixiviados^r. Se recomienda para el ensayo de bioacumulación usar la guía estándar para la determinación de la bioacumulación de contaminantes asociados a sedimentos por invertebrados bentónicos (*Standard Guide for Determination of the Bioaccumulation of Sediment-Associated Contaminants by Benthic Invertebrates-ASTM*^s E1 688-10) u otro equivalente.

El análisis de bioacumulación se realiza a fin de confirmar si existen o no efectos de bioacumulación de metales pesados en las especies clave de ictiofauna y para eso se toma como referencia la línea de base biológica del EIA-d (anexo 5: clasificación de las especies de peces). Como indican los TDR, la finalidad de los ensayos es evaluar impactos a la vida acuática en el lugar propuesto para la disposición del material dragado; sin embargo, el TDR pide que la evaluación biológica sea en el área del dragado de los malos pasos y no considera hacerlo en el lugar donde se realizará la disposición del material dragado.

^p Los ensayos de ecotoxicidad se utilizan normalmente para detectar efectos agudos o crónicos de sustancias en organismos representativos tipo agudo o crónico. Agudo: ocurre dentro de un periodo corto (minutos, horas o días) en relación con el periodo de vida del organismo de ensayo. Crónico: ocurre durante un periodo relativamente largo de exposición (una porción significativa de la vida del organismo > 10 %).

^q Los policlorobifenilos (PCB) o bifenilos policlorados son una serie de compuestos organoclorados.

^r Estos estudios sirven para conocer los efectos del dragado en la calidad del agua. Esta metodología también se aplica en cualquier situación donde los tóxicos de los sedimentos suspendidos sean relevantes.

^s *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.*



9. Evaluación de estudios ecotoxicológicos†

En el TDR no queda claro si los estudios de bioacumulación se harán sobre la base de los resultados del ensayo ecotoxicológico y si de todas maneras se realizarían. Además, en el TDR se señala lo siguiente: **para la clasificación del material, según los resultados de la caracterización ecotoxicológica, se considerará: I. Efecto tóxico no significativo cuando sea menor o igual al 50 % del efecto tóxico medido; II. Efecto tóxico significativo cuando sea más del 50 % del efecto tóxico medido.**

Según indica el TDR: **“Cuando el material dragado presente el resultado del análisis ecotoxicológico mayor al 50% del efecto tóxico medido o concentración de cualquiera de las sustancias superiores al nivel 2, serán necesarios estudios específicos de viabilidad técnica y locacional para definir la disposición adecuada de los sedimentos a ser dragados, por ejemplo, evaluaciones de bioacumulación para las sustancias que tengan el mayor potencial de causar efectos adversos”.**

10. Plazo establecido

165 días no es suficiente para hacer los estudios de manera adecuada, especialmente si se considera que no han hecho el estudio en una fase anterior, así que son muchas muestras a manejar bajo estrictos protocolos de preservación. Además, no se ha considerado que no existen laboratorios peruanos con experiencia en hacer los estudios requeridos, y mucho menos que estén acreditados. Por ello, lo mejor sería mandar los sedimentos a otro país con mayor experiencia, como Brasil.

Según el TDR: **la duración del estudio es de ciento sesenta y cinco días (165) calendario (no incluye el periodo de revisión ni levantamiento de observaciones). Considerando 15 días para el plan de trabajo; 90 días para la caracterización de sedimentos; 60 días para la elaboración del informe final.**

† La ecotoxicología es la ciencia que estudia los efectos tóxicos provocados por los contaminantes naturales y sintéticos sobre los ecosistemas.

11. Requerimientos de personal

Sobre los requerimientos de personal, el TDR no incluye como requisito la presencia de un ecotoxicólogo.

12. Flujograma

El flujograma no es correcto porque indica que solo cuando los resultados del análisis químico superen el nivel 2 de CONAMA se hacen los estudios de ecotoxicología y de bioacumulación. Pero CONAMA usa una mezcla de los niveles 1 y 2 para decidir si se requiere o no ensayos de toxicidad de sedimento y sobre la base de esta información si es necesario o no realizar estudios complementarios, por ejemplo de bioacumulación (anexo 6).

Conclusiones

Lo más adecuado técnicamente habría sido diseñar una estrategia de muestreo que logre determinar cuáles son los contaminantes que existen en el área. Después, tomar muestras verticales en puntos según el criterio de muestreo de cada mal paso, realizar un análisis físico-químico y determinar cuáles superan la norma de CONAMA y ECA vigentes de Perú. En conclusión, el estudio pedido por el MTC y los Términos de Referencia no va a cumplir con los objetivos propuestos. Es evidente que el TDR no ha sido elaborado por expertos en el tema. Se observa que han querido seguir la norma CONAMA; sin embargo, al no tener conocimientos expertos en el tema, la han aplicado incorrectamente.

Existen muchas guías disponibles y se podría recomendar las de la US Army Corps of Engineers (USACOE). Tienen protocolos muy desarrollados que, además, fueron desarrollados en conjunto con la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (USEPA). En general, el protocolo consiste en hacer la evaluación por fases o etapas, siendo cada etapa más detallada y más costosa que la anterior, porque estudiar a profundidad todo el sedimento de los ríos no es posible. Como anexo se presenta un esquema

del nivel de acercamiento que se usa como una referencia estándar en ecotoxicología (imagen 3).

Dado que el MTC no ha escrito un TDR detallado y dado que no existen laboratorios capacitados para realizar los análisis en Perú, el MTC no puede haber evaluado bien las calificaciones de las empresas que concursaron. Peor aún si el MTC puso tope de presupuesto sin conocer el costo real de estos análisis. Por otro lado, si la empresa tampoco entiende bien el tema de toxicología de sedimento, no va a poder

interactuar bien con los laboratorios para asegurar que los ensayos necesarios estén bien hechos. Lo recomendado sería que se vuelvan a iniciar las evaluaciones previas al estudio toxicológico y se haga una buena evaluación de cuáles son los malos pasos a ser analizados a través de análisis físico-químicos y modelaciones, y cuáles merecen ser analizadas a través de estudios ecotoxicológicos con diferentes niveles de detalle. La gran limitante será, sin dudas, no haber considerado el efecto de los sedimentos suspendidos en la columna de agua.

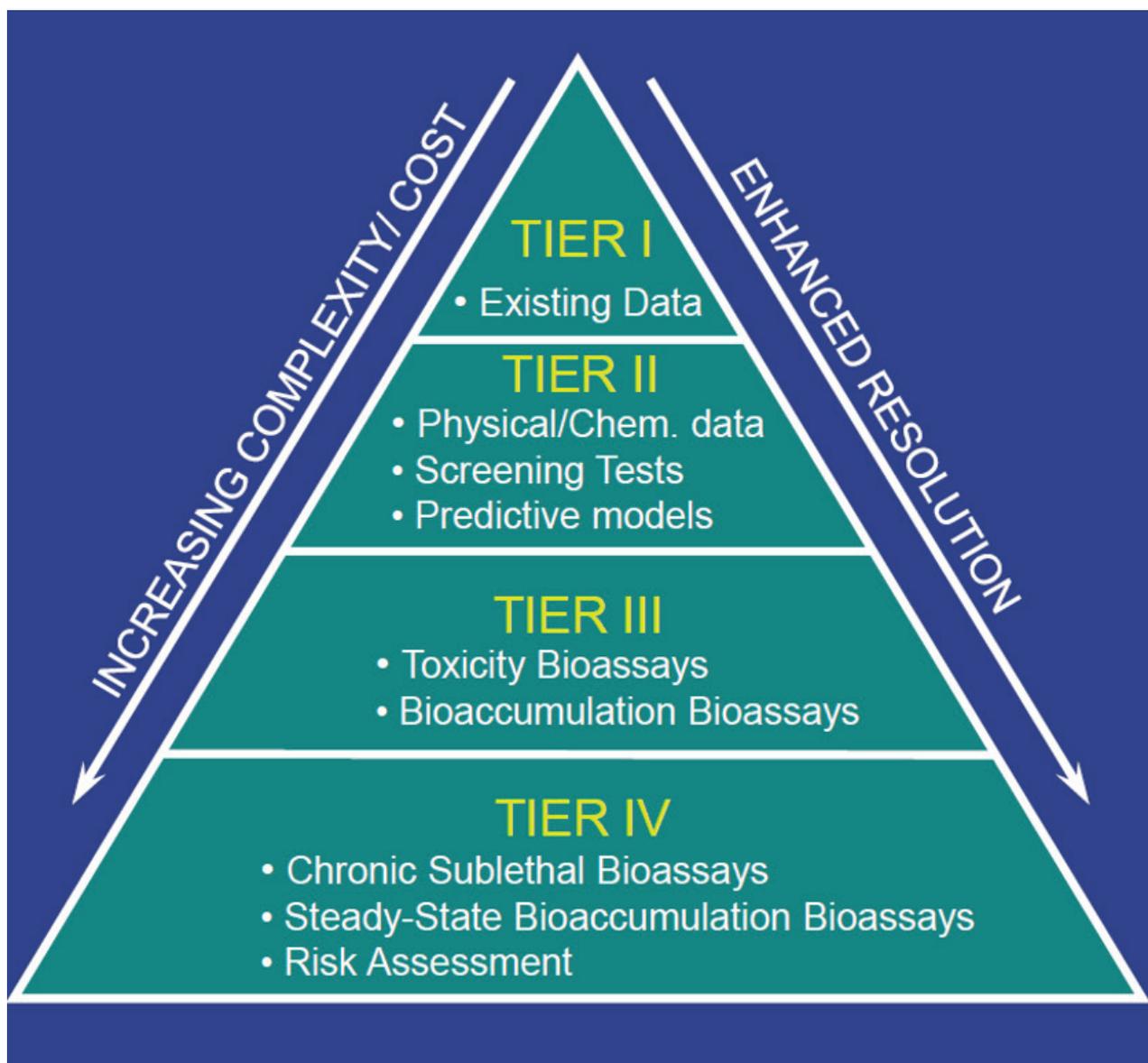


Imagen 3: Esquema del nivel de acercamiento que se usa como una referencia estándar en ecotoxicología (US Environmental Protection Agency and US Army Corps of Engineers, 1998).

Glosario de Términos

- **AI:** Área de influencia del proyecto.
- **ASTM:** Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils. Método estándar para analizar el tamaño de partículas de los suelos.
- **Canadian Sediment Quality Guidelines:** Guía de calidad de sedimentos canadiense.
- **Canadian Environmental Quality Guidelines:** Valores guías de calidad ambiental canadienses.
- **CONAMA:** Comisión Nacional del Medio Ambiente Brasileño.
- **COHIDRO:** Concesionaria Hidrovía Amazónica S. A.
- **ECA:** Estándares de Calidad Ambiental.
- **EIA:** Estudio de Impacto Ambiental.
- **EIA-d:** Estudio de Impacto Ambiental-detallado.
- **EDI:** Estudio Detallado de Ingeniería.
- **INACAL:** Instituto Nacional de Calidad.
- **MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- **SENACE:** Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles.
- **USEPA:** Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
- **Material a ser dragado:** material que será removido o movido del lecho de cuerpos de agua a través de la actividad de dragado.
- **UCS:** Unidad de Caracterización de Dragado.
- **HAP:** hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Bibliografía

Canadian Council of Ministers of the Environment (2007). ASTM D-422. Recuperado de: www.astm.org/Standards/D422

Canadian Council of Ministers of the Environment (2001). *Canadian Sediment Quality Guidelines*. Recuperado de: www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/

Canadian Council of Ministers of the Environment (2019). ASTM E1706 – 19. *Standard Test Method for Measuring the Toxicity of Sediment-Associated Contaminants with Freshwater Invertebrates*.

Concesionaria COHIDRO S. A. (2018). *Estudio de Impacto Ambiental-detallado del proyecto "Hidrovía Amazónica"*.

Han, J., Luo, S., Sundar, S., Singh Y., Lee, B., Voyles, R., Postigo-Malaga, M., Gonzales, E., Paredes, L. y Min, B. (2019). *Development of an Unmanned Surface Vehicle for Remote Sediment Sampling with a Van Veen Grab Sampler*. Purdue University, Myongji University y Universidad Nacional de San Agustín.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2019). *Términos de Referencia para la elaboración del estudio: "Caracterización de sedimentos y propuesta para su manejo, en el marco del proyecto Hidrovía Amazónica"*. MTC.

Proinversión (2012). *Estudio de Factibilidad del proyecto Hidrovía. "Mejoramiento y Mantenimiento de las Condiciones de Navegabilidad en los ríos Ucayali, Huallaga, Marañón y Amazonas"*.

Resolución N° 454/2012 [Consejo Nacional del Medio Ambiente Brasileño (CONAMA)]. Recuperado de: www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res_conama_454_2012_materialserdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf

US Environmental Protection Agency (2001). *Methods for collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual*. Recuperado de: www.epa.gov/ocean-dumping/methods-collection-storage-and-manipulation-sediments-chemical-and-toxicological

US Environmental Protection Agency and US Army Corps of Engineers (1998). *Evaluation of Dredged Material Proposed for discharge in Waters of the U. S. – Testing Manual*. Recuperado de: https://www.epa.gov/sites/production/files/201508/documents/inland_testing_manual_0.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Cuadros N° 3, N° 4 y N° 5, referidos a la ubicación de los malos pasos en los ríos Ucayali, Huallaga y Marañón. La información respecto a los malos pasos identificados en época de vaciante para el año 2018 se presenta a continuación. En el tramo del río Ucayali se encontraron 4 malos pasos:

Cuadro N° 3: Ubicación de Malos Pasos en el río Ucayali

N°	Referencia o centro poblado cercano al mal paso	Coordenadas		Coordenadas		Longitud (m)	Progresiva (Km)	Nivel de Referencia (msnm)
		UTM (WGS 1984)		Geográficas				
		Inicio	Final	Inicio	Final			
Eje Río Ucayali								
1	Mi Perú	554748	555198	74°30' 9.956" W	74°29' 55.271" W	1200	4+450	138.23
		9077170	9077969	8°20' 53.625" S	8°20' 27.581" S		5+650	
2	San Francisco	550344	550299	74°32' 34.387" W	74°32' 35.950" W	3070	23+350	136.77
		9088711	9091696	8°14' 38.005" S	8°13' 0.792" S		26+420	
3	Roaboya	505160	503789	74°57' 11.534" W	74°57' 56.281" W	1400	196+600	126.99
		9141897	9141768	7°45' 46.968" S	7°45' 51.198" S		198+000	
4	Inahuaya	473341	470986	75°14' 29.183" W	75°15' 45.928" W	3150	335+500	119.92
		9210641	9212524	7°8' 28.107" S	7°7' 26.760" S		338+650	

Fuente: Estudio de Batimetría en vaciante. COHIDRO (2018)

En el río Huallaga se identificaron 8 malos pasos, 4 de ellos en los primeros 40 km desde la ciudad de Yurimaguas y los otros 4 casi en la confluencia con el río Marañón:

Cuadro N° 4: Ubicación de Malos Pasos en el río Huallaga

N°	Referencia o centro poblado cercano al mal paso	Coordenadas		Coordenadas		Longitud (m)	Progresiva (Km)	Nivel de Referencia (msnm)
		UTM (WGS 1984)		Geográficas				
		Inicio	Final	Inicio	Final			
1	Paranapura	377702	378577	5°52' 50.19"	5°51' 55.16"	2000	0+500	126.88
		9349872	9351564	76°6' 17.18"	76°5' 48.59"		2+500	
2	Metrópolis	370113	368710	5°50' 23.42"	5°48' 13.35"	4250	22+000	125.01
		9354364	9358356	76°10' 23.63"	76°11' 8.95"		26+250	
3	Oro Mina	371038	373492	5°46' 41.72"	5°46' 4.27"	2750	30+000	124.43
		9361175	9362330	76°09' 53.10"	76°8' 33.25"		32+750	
4	Santa María	377721	380405	5°46' 46.72"	5°47' 29.59"	3000	37+500	123.85
		9361035	9359724	76°06' 15.84"	76°04' 48.67"		40+500	
5	Selva Alegre	391713	390000	5°36' 59.77"	5°37' 22.62"	2000	79+000	120.36
		9379086	9378382	75°58' 39.94"	75°59' 35.67"		81+000	
6	6 de Enero	396964	396250	5°33' 26.56"	5°32' 43.56"	1500	96+000	119.02
		9385642	9386962	75°55' 48.94"	75°56' 12.06"		97+500	
7	Nueva Libertad	397964	400334	5°31' 34.75"	5°30' 40.02"	3000	100+500	118.62
		9389077	9390762	75°55' 16.27"	75°53' 59.17"		103+500	
8	San Luis	430103	433840	5°04' 39.61"	5°06' 14.17"	5000	217+500	110.21
		9438716	9435816	75°37' 50.12"	75°35' 48.84"		222+500	

Fuente: Estudio de Batimetría en vaciante. COHIDRO (2018)

En el río Marañón se identificaron 4 malos pasos en los primeros 25 km desde la localidad de Saramiriza y 1 mal paso más alejado. Estos se detallan a continuación:

Cuadro N° 5: Ubicación de Malos Pasos en el río Marañón

N°	Referencia o centro poblado cercano al mal paso	Coordenadas		Coordenadas		Longitud (m)	Progresiva (Km)	Nivel de Referencia (msnm)
		UTM (WGS 1984)		Geográficas				
		Inicio	Final	Inicio	Final			
1	Gasolina	232995	234676	4°35' 14.72"	4°34' 45.24"	1300	2+500	139.32
		9492492	9493404	77°24' 23.25"	77°23' 28.66"		4+350	
2	Kerosene	237012	237808	4°36' 51.96"	4°37' 3.79"	300	9+750	137.28
		9489518	9489157	77°22' 13.34"	77°21' 47.54"		10+500	
3	Puerto Elisa	240499	240418	4°38' 52.46"	4°39' 26.08"	1300	15+000	135.56
		9485826	9484792	77°20' 20.64"	77°20' 23.38"		16+000	
4	28 de Julio	242080	241801	4°42' 24.22"	4°43' 12.14"	3002	22+500	135.11
		9479324	9477850	77°19' 30.08"	77°19' 39.27"		24+000	
5	Puerto América	266892	268640	4°44' 44.36"	4°44' 14.03"	3003	70+250	129.41
		9475097	9476034	77°06' 5.67"	77°05' 8.86"		72+000	

Fuente: Estudio de Batimetría en vaciante. COHIDRO (2018)

Anexo 2: Cuadro resumen de los elementos que superan el nivel 1 de la norma CONAMA, en los trece (13) malos pasos y el canal de acceso del puerto de Iquitos identificados en el Estudio de Factibilidad del proyecto Hidrovía.

Cuadro N° 1: Resumen de los parámetros que superan el nivel 1 del CONAMA en los malos pasos y canal de acceso del puerto Iquitos

Cuenca	Componente del Proyecto	Estaciones de Muestreo	Parámetros - Superan el Nivel 1 del Conama	
			Temporada	
			Húmeda	Seca
Río Marañón	Mal Paso Puerto Elisa	SD-41	As	As
		SD-42	As	As
		SD-43	As	As
		SD-44	As	As
		SD-45	As	As
		SD-46	As	As
Río Marañón	Mal Paso Gasolina	SD-47	As	As
		SD-48	As	As
		SD-49	As	As
		SD-50	As	As
	Mal Paso Kerosene	SD-51	As	As
		SD-52	As	As
		SD-53	As	As
		SD-54	As	As
Río Ucayali	Mal Paso Cornejo Portugal	SD-59	As	As
		SD-60	As	As
		SD-63	As	As
		SD-64	As	As
	Mal Paso Santa Fe	SD-82	As	As
	Mal Paso Salina del Puinahua	SD-89	As	As
Puerto Iquitos	Canal de Acceso al Puerto de Iquitos	SD-100	As, Ni	As, Ni
		SD-101	As	As

Fuente: Informe COHIDRO (2018): Resultados de calidad de sedimentos de acuerdo a la Línea Base Física del EIA-d.

Anexo 3: Comparación entre la tabla de contaminantes indicada en el TDR y la original de la norma CONAMA. El cuadro 9 proveniente del TDR muestra que no ha considerado la suma de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), no está incluido en la tabla y que la suma de grupos A y B no es igual a 1.000, pues no han considerado los 4 HAP adicionales que como se observa no están presentes en la lista.

Cuadro N° 9: Niveles de Clasificación del Material a ser Dragado

Sustancias		Tabla III – CONAMA		
		Nivel 1	Nivel 2	
Metales y Semimetales (mg/kg)	Arsénico	5.9	17	
	Cadmio	0.6	3.5	
	Plomo	35	91.3	
	Cobre	35.7	197	
	Cromo	37.3	90	
	Mercurio	0.17	0.486	
	Níquel	18	35.9	
	Zinc	123	315	
	Hidrocarburos Aromáticos de Petróleo -HAPs (µg/kg)	Grupo A	Benzo(a)antraceno	31.7
Benzo(a)pireno			31.9	782
Criseno			57.1	862
Dibenzo (a,h)antraceno			6.22	135
Grupo B		Acenafteno	6.71	88.9
		Acenaftileno	5.87	128
		Antraceno	46.9	245
		Fluoranteno	111	2355
		Fluoreno	21.2	144
		Fenantreno	41.9	515
		2-Metilnaftaleno	20.2	201
		Naftaleno	34.6	391
		Pireno	53	875

Fuente: Resolución 454, CONAMA (2012)

TABELA III
NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL A SER DRAGADO

SUBSTÂNCIAS	NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL A SER DRAGADO (em unidade de material seco)				
	ÁGUA DOCE		ÁGUA SALINA/SALOBRA		
	Nível 1	Nível 2	Nível 1	Nível 2	
Metais e Semi metais (mg/kg)	Arsênio (As)	5,9 ^a	17 ^a	19 ^a	70 ^a
	Cadmio (Cd)	0,6 ^a	3,5 ^a	1,2 ^a	7,2 ^a
	Chumbo (Pb)	35 ^a	91,3 ^a	46,7 ^a	218 ^a
	Cobre (Cu)	35,7 ^a	197 ^a	34 ^a	270 ^a
	Cromo (Cr)	37,3 ^a	90 ^a	81 ^a	370 ^a
	Mercúrio (Hg)	0,17 ^a	0,486 ^a	0,3 ^a	1,0 ^a
	Níquel (Ni)	18 ^a	35,9 ^a	20,9 ^a	51,6 ^a
	Zinco (Zn)	123 ^a	315 ^a	150 ^a	410 ^a
	TBT (µg/kg)	Tributilestanho	-	-	100 ^b
Pesticidas organoclorados (µg/kg)	HCH (Alfa-HCH)	-	-	0,32 ^c	0,99 ^c
	HCH (Beta-HCH)	-	-	0,32 ^c	0,99 ^c
	HCH (Delta-HCH)	-	-	0,32 ^c	0,99 ^c
	HCH (Gama-HCH/Lindano)	0,94 ^d	1,38 ^d	0,32 ^c	0,99 ^c
	Clordano (Alfa)	-	-	2,26 ^e	4,79 ^e
	Clordano (Gama)	-	-	2,26 ^e	4,79 ^e
	DDD ^a	3,54 ^a	8,51 ^a	1,22 ^b	7,81 ^b
	DDE ^b	1,42 ^a	6,75 ^a	2,07 ^b	374 ^b
	DDT ^c	1,19 ^a	4,77 ^a	1,19 ^b	4,77 ^b
	Dieldrin	2,85 ^a	6,67 ^a	0,71 ^b	4,3 ^b
	Endrin	2,67 ^a	62,4 ^a	2,67 ^b	62,4 ^b

PCBs (µg/kg)	Bifenilas Policloradas – Somatória das 7 bifenilas ^d	34,1 ^a	277 ^a	22,7 ^a	180 ^a	
Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos – HAPs (µg/kg)	Grupo A	Benzo(a)antraceno	31,7 ^a	385 ^a	280 ^a	690 ^a
		Benzo(a)pireno	31,9 ^a	782 ^a	230 ^a	760 ^a
		Criseno	57,1 ^a	862 ^a	300 ^a	850 ^a
		Dibenzo(a,h)antraceno	6,22 ^a	135 ^a	43 ^a	140 ^a
	Grupo B	Acenafteno	6,71 ^a	88,9 ^a	16 ^a	500 ^a
		Acenaftileno	5,87 ^a	128 ^a	44 ^a	640 ^a
		Antraceno	46,9 ^a	245 ^a	85,3 ^a	1100 ^a
		Fenantreno	41,9 ^a	515 ^a	240 ^a	1500 ^a
		Fluoranteno	111 ^a	2355 ^a	600 ^a	5100 ^a
		Fluoreno	21,2 ^a	144 ^a	19 ^a	540 ^a
		2-Metilnaftaleno	20,2 ^a	201 ^a	70 ^a	670 ^a
		Naftaleno	34,6 ^a	391 ^a	160 ^a	2100 ^a
		Pireno	53 ^a	875 ^a	665 ^a	2600 ^a
Somatória de HAPs	1000	-	4000 ^e	-		

a DDD: 2,2-bis(p-clorofenil)-1,1-dicloroetano ou diclorodifenildicloroetano. Este critério se aplica a soma dos isômeros p,p' e o,p';
 b DDE: 1,1-dicloro-2,2-bis(p-clorofenil)etileno ou diclorodifenildicloroetileno. Este critério se aplica a soma dos isômeros p,p' e o,p';
 c DDT: 2,2-bis(p-clorofenil)-1,1,1-tricloroetano ou diclorodifeniltricloroetano. Este critério se aplica a soma dos isômeros p,p' e o,p';
 d A sete bifenilas correspondem a PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180;
 e) Somatória inclui, além dos compostos avaliados: benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(ghi)perileno e indeno(1,2,3 cd)pireno.

Anexo 4: Niveles de clasificación del material a ser dragado (pág. 17 del TDR)

Sustancias		Tabla III - CONAMA		
		Nivel 1	Nivel 2	
Metales y Semimetales (mg/kg)	Arsénico	5.9	17	
	Cadmio	0.6	3.5	
	Plomo	35	91.3	
	Cobre	35.7	197	
	Cromo	37.3	90	
	Mercurio	0.17	0.486	
	Níquel	18	35.9	
	Zinc	123	315	
Hidrocarburos Aromáticos de Petróleo - HAPs (µg/kg)	Grupo A	Benzo(a)antraceno	31.7	385
		Benzo(a)pireno	31.9	782
		Criseno	57.1	862
		Dibenzo (a, h)antraceno	6.22	135
	Grupo B	Acenafteno	6.71	88.9
		Acenaftileno	5.87	128
		Antraceno	46.9	245
		Fluoranteno	111	2355
		Fluoreno	21.2	144
		Fenantreno	41.9	515
		2-Metilnaftaleno	20.2	201
		Naftaleno	34.6	391
		Pireno	53	875

Fuente: Resolución 454, CONAMA(2012)

Anexo 5: Clasificación de las especies de peces según el grupo trófico precisado en el EIA-d

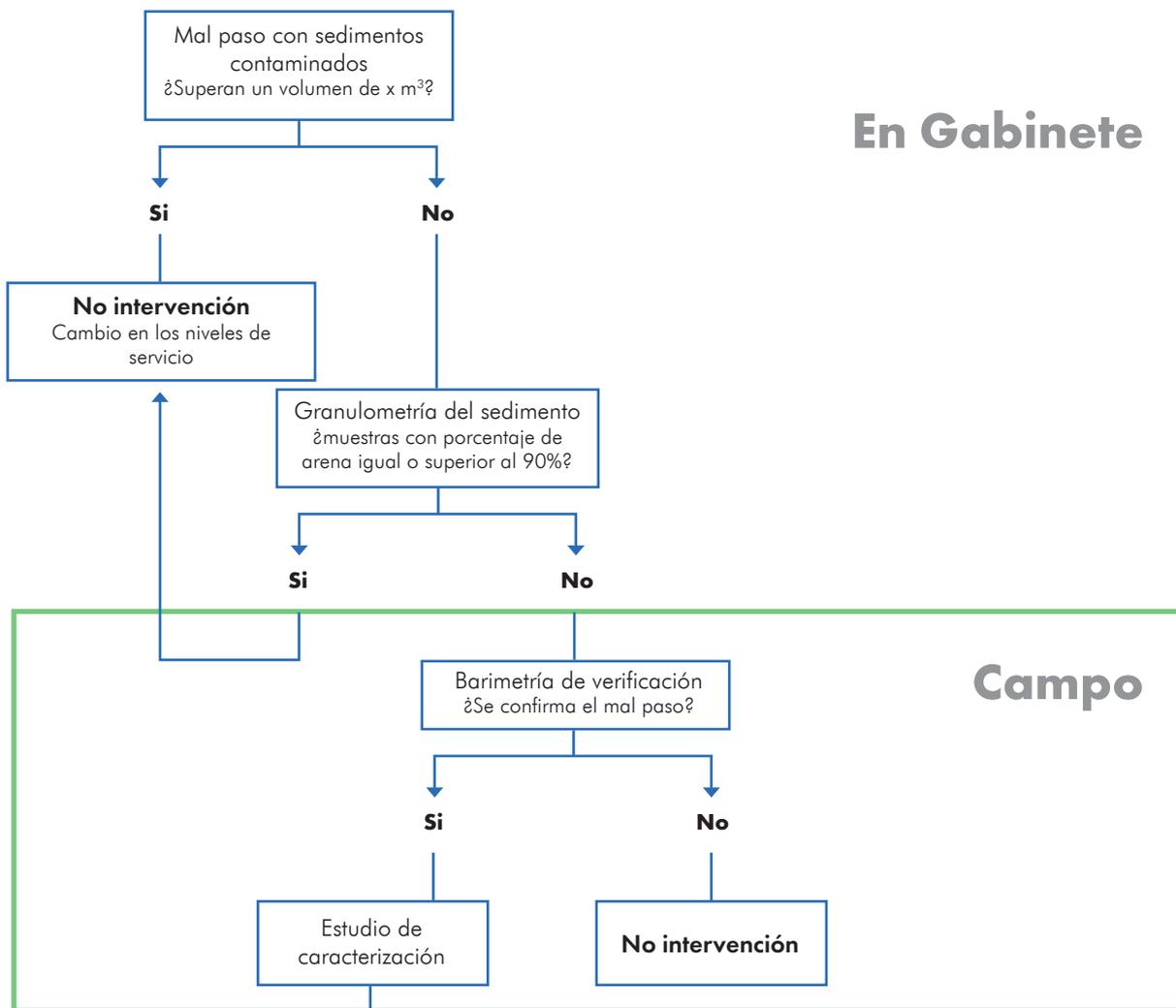
Cuadro 7.2 - 276 Clasificación de las especies de peces indicando su grupo trófico

Orden	Familia	Especie	Grupo Trófico
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>	Omnívoro
		<i>Schizodon fasciatus</i>	Omnívoro
	Bryconidae	<i>Salminus affinis</i>	Carnívoro (piscívoro)
	Characidae	<i>Galeocharax gulo</i>	Carnívoro (invertívoro)
	Cynodontidae	Chambira	Carnívoro (piscívoro)
	Curimatidae	<i>Psectrogaster rutiloides</i>	Dentritívoro
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Carnívoro (piscívoro)
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i>	Dentritívoro
	Serrasalmidae	<i>Mylossoma aureum</i>	Omnívoro
		<i>Pygocentrus nattereri</i>	Omnívoro
<i>Serrasalmus sp</i>		Omnívoro	
<i>Serrasalmus rhombeus</i>		Carnívoro (piscívoro)	
Siluriformes	Doradidae	<i>Pterodoras granulosus</i>	Herbívoro
		<i>Trachydoras steindachneri</i>	Carnívoro (invertívoro)
	Aucheniteridae	<i>Trachelyopterus galeatus</i>	Omnívoro
	Heptapteridae	<i>Pimelodella sp</i>	Carnívoro (invertívoro)
	Pimelodidae	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	Carnívoro (piscívoro)
		<i>Pimelodina flavipinnis</i>	Herbívoro
		<i>Pimelodus blochii</i>	Omnívoro
		<i>Platysilurus mucosus</i>	Carnívoro (piscívoro)
		<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Carnívoro (piscívoro)
<i>Sorubim lima</i>		Omnívoro	
Perciformes	Scianidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Carnívoro (piscívoro)

Elaborado por ECSA Ingenieros

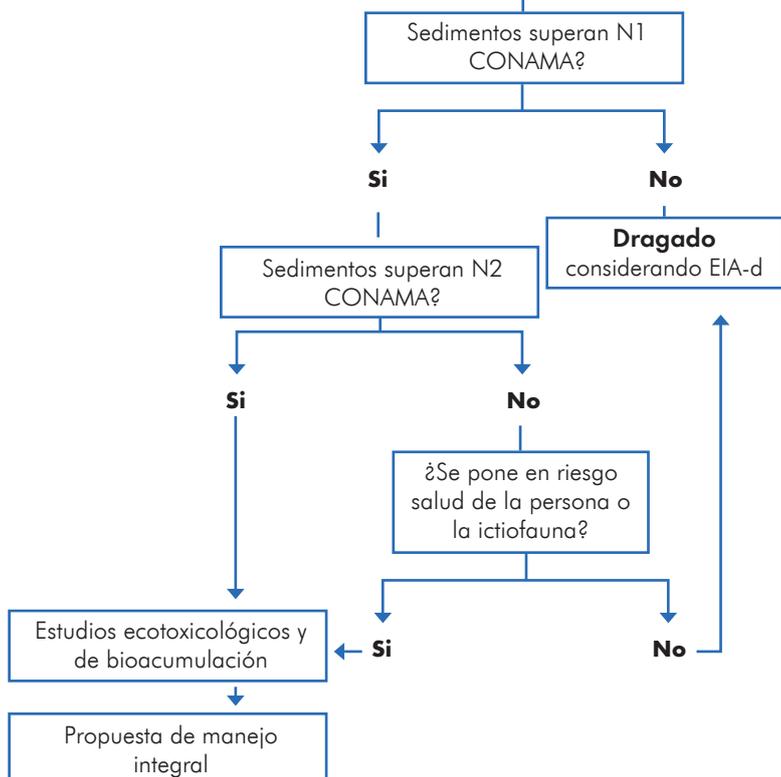
Anexo 6: Consideraciones y orientaciones para la elaboración del estudio de “Caracterización de sedimentos y propuesta para su manejo en el marco del proyecto Hidrovía Amazónica”.

En Gabinete



Campo

En Gabinete



Nota: La implementación está sujeta a la disponibilidad presupuestal del Ministerio de Transportes y Comunicaciones



www.peru.wcs.org
www.wcs.org
www.aguasamazonicas.org

LIMA

Av. Roosevelt 6360
Miraflores, Lima - Perú
+51 (1) 446 4947

LORETO

Urb. Sargento Loes Mz Q Lt 1
Iquitos, Loreto - Perú
+51 (65) 235 344

PUNO

Jr. Independencia 143
Dpto. B 202, Puno - Perú
+51 989 430 446