

Lima, 04 de mayo del 2021
Carta PRFNP N° 272 – 2021

Dra. MARTHA ALDANA DURÁN
Directora General de la Dirección General de Asuntos Ambientales de
Hidrocarburos
Ministerio de Energía y Minas – MINEM

Asunto: Información complementaria para el Levantamiento de Observaciones subsistentes de los Planes de Rehabilitación de los sitios impactados SO109 y SO112 – Cuenca Corrientes

Referencia: Carta PRFNP N° 392 – 2020 (SO109)
Carta PRFNP N° 384 – 2020 (SO112)

De mi consideración:

Me dirijo a Usted, en relación a los documentos de la referencia, a fin de enviar la siguiente información:

SO109

- *Información complementaria para el Levantamiento de Observaciones subsistentes del Plan de Rehabilitación del sitio impactado SO109 (Sitio 3) – Cuenca Corrientes, en relación al Tomo B MINAM, el cual ha sido elaborado por la consultora Consorcio JCI-HGE, y cuenta con 28 folios.*

SO112

- *Información complementaria para el Levantamiento de Observaciones subsistentes del Plan de Rehabilitación del sitio impactado SO112 (Sitio 35) – Cuenca Corrientes, en relación al Tomo B MINAM, el cual ha sido elaborado por la consultora Consorcio JCI-HGE, y cuenta con 24 folios.*



Atentamente,

Profonanpe

Firmado digitalmente por:
WILLEMS DELANOY ANTON
SEBASTIAN

Motivo: En señal de
conformidad

Anton Willems Delanoy
Director Ejecutivo

Fecha: 04/05/2021 10:51:12

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES
(TOMO B MINAM)

INFORMACION COMPLEMENTARIA II

AUTO DIRECTORAL N° 103-2020-MINEM-DGAAH

PLAN DE REHABILITACIÓN
DEL SITIO IMPACTADO
S0112 (Sitio 35)

**Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación
de 13 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la
cuenca del río Corrientes**

Elaborado para:



Presentado por:



Av. La Paz N° 1381, Miraflores, Lima, Perú
RPM: #943903565, Tel. 255-8500 / 986664361
proyectos@jci.com.pe, www.jci.com.pe

PY-1801
Mayo, 2021

ÍNDICE GENERAL

Tomo B - Ministerio del Ambiente (MINAM).....	1
INTRODUCCIÓN	1
INFORMACION COMPLEMENTARIA II.....	1
OBSERVACIÓN N.° 39	1
OBSERVACIÓN N.° 40	21

TOMO B - MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM)

INTRODUCCIÓN

Con base en la revisión efectuada con los especialistas del Ministerio del Ambiente (MINAM), con la presencia de Ministerio de Energía y Minas (MINEM), y con el objeto de subsanar observaciones que aún persisten del documento de Levantamiento de Observaciones del Sitio 112 (sitio 35), se presenta la siguiente información complementaria respecto a las Observaciones N° 39 y 40.

INFORMACION COMPLEMENTARIA II

Caracterización del riesgo ecológico, Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM, El PR, en el literal C. del ítem 4.10.

OBSERVACIÓN N.° 39

El PR, realiza una descripción genérica y superficial que carece de evidencia cuantitativa de todas las conjeturas descritas, así como de los niveles de riesgo establecidos, se recomienda brindar un mayor detalle con evidencia que respalde las conclusiones e inferencias plasmadas en el literal.

Respuesta:

En atención a la observación, es preciso indicar que la evaluación de riesgo para el escenario ecológico contempla los lineamientos sugeridos por la Guía ERSA, por la presencia de contaminantes que puedan afectar a estos receptores, evidencias de toxicidad, componentes bióticos expuestos o que presenten un mayor riesgo, entre otros. Es importante señalar que la guía ERSA permite el uso metodologías cualitativas y semicuantitativas, la guía no restringe su uso y el alcance del estudio tampoco limita a una metodología específica.

La guía ERSA (de carácter orientativo) indica lo siguiente en relación con la caracterización del riesgo ecológico:

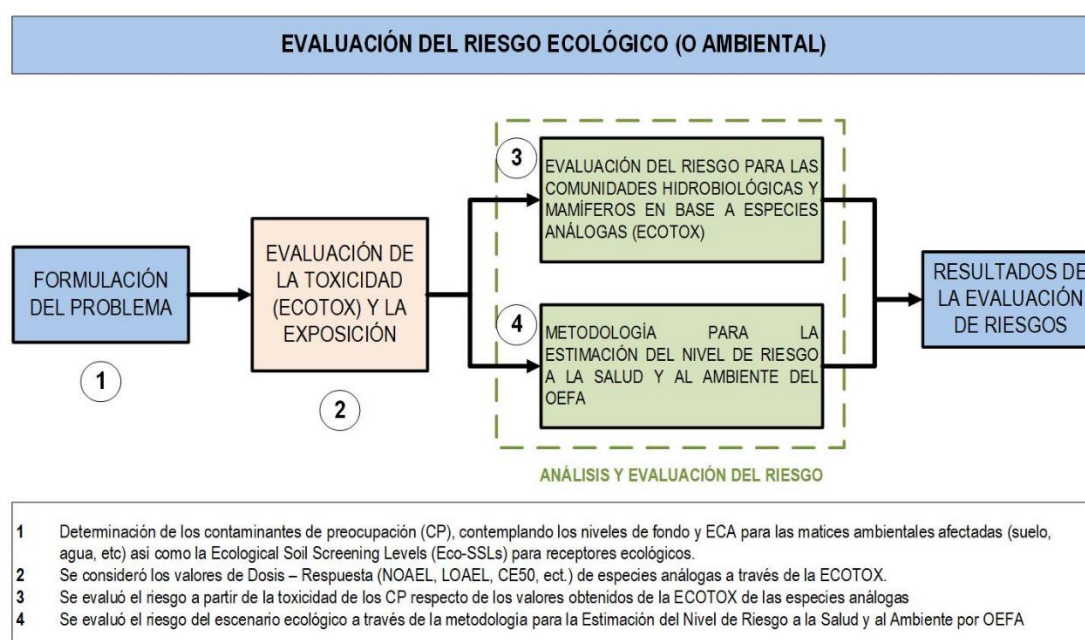
“(...) existen diferentes enfoques para la estimación de un riesgo. En una evaluación de riesgos ecológicos es común no conseguir datos toxicológicos específicos para las especies evaluadas y es necesario tener decisiones basadas en una evaluación cualitativa o semi-cuantitativa. En estos casos es necesario confiar en el peso de las evidencias y en la experiencia de los especialistas que participan en la evaluación(...)”

De acuerdo con lo anterior, se infiere la libertad que se promueve en la guía ERSA para direccionar la caracterización del riesgo ecológico, reconociendo la limitada información o data toxicológica

para todas las especies, aplicando este caso para las para especies de selva. Lo descrito en el párrafo anterior lo reconoce la Guía ERSa sobre la evaluación del riesgo ecológico por la ausencia en algunos casos de información enfocado a estudios de toxicidad; sin embargo, la misma guía propone lineamientos y fuentes bibliográficas donde se tiene información de toxicidad, que permita realizar una evaluación del riesgo en función de la toxicidad para estos receptores ecológicos.

Por otra parte, a diferencia de la evaluación del riesgo a la salud humana donde se tiene un solo receptor (el ser humano), el riesgo ecológico tiene la particularidad de presentar diversos receptores debido a la variedad de especies predominantes en este escenario con diferentes mecanismos de respuesta ante un contaminante. **Asimismo, tal como menciona la referida guía, se le da un peso o un valor considerable en la evaluación de riesgos a los organismos que se encuentran en cuerpos de agua y/o suelo contaminado los cuales tienen un mayor contacto frente a otros receptores.** Bajo esta premisa se desarrolla la evaluación de riesgos para este escenario de acuerdo al siguiente procedimiento:

Gráfico 4-Obs-39a Esquema de la evaluación del riesgo ecológico



Elaboración: Consorcio JCI & HGE / PROFONANPE, 2021.

Del cuadro 4-Obs-39a se observa el esquema metodológico respecto a la evaluación de riesgos para el escenario ecológico para el sitio S112. Es preciso indicar que la evaluación de riesgos para las comunidades hidrobiológicas (especies acuáticas) se partió en base a la información ecotoxicológica de la ECOTOX de especies análogas, respecto a las especies del sitio S0112; asimismo, complementariamente se consideró la metodología del OEFA para realizar la evaluación de riesgos para el escenario ecológico (o NRSAmbiente) considerando el sitio S0112 en su totalidad.

Asimismo, respecto a la evaluación de riesgos para las **comunidades hidrobiológicas** se precisa lo siguiente:

- i) Como parte de la definición del problema, se procede a la determinación de los contaminantes de preocupación (CP) para este escenario el cual contempló los ECA para Suelo en la Categoría Uso Agrícola, aprobado mediante D.S. N° 011-2017-MINAM, normas internacionales

como la *Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environment and Human Health*, Uso Agrícola, para aquellos parámetros que no estén contemplados en la norma nacional vigente; e incluso la *Ecological Soil Screening Levels* (Eco-SSLs) por la USEPA, las cuales corresponden a las concentraciones de contaminantes en el suelo que protegen a los receptores ecológicos de la exposición directa del suelo o de la ingestión de biota que vive sobre el suelo.

- ii) Respecto a la toxicidad y sin perjuicio de no conseguir datos toxicológicos específicos para las especies evaluadas en el sitio que conlleven a la toma de decisiones basadas en una evaluación cualitativa o semicuantitativa; se tiene en cuenta las evidencias registradas, los resultados analíticos de las matrices ambientales evaluadas, la información ecotoxicología de las especies análogas contenidas en bases bibliográficas de la USEPA y el juicio de experto del equipo multidisciplinario. Considerando ello, se detalla las especies análogas consideradas en la evaluación de riesgos para las comunidades hidrobiológicas (Los datos ecotoxicológicos de las especies análogas para los CP en evaluación también se detallaron en el PR del sitio S0112):

Cuadro 4-12 EPA Ecotox usados para la comunidad hidrobiológica encontrada en el - sitio S0112 (Sitio 35)
Arsénico

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Arsenic	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Green Algae	Algae	NR	NR	Lab	61	EC50	Al mg/L
Zooplancton	Arsenic	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	Water Flea	Crustaceans	NR	NR	Lab	1,8	LC50	Al mg/L
Bentos	Arsenic	<i>Cloeon dipterum</i>	Mayfly	Insects/Spiders	NR	NR	Lab	0,25	-	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Bario

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Barium	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Zooplancton	Barium	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Fresh water	Lab	68	NOEC	Al mg/L
Bentos	Barium	<i>Hyalella azteca</i>	Scud	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Fresh water	Lab	>1	LC50	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cobre

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Copper	<i>Didymosphenia geminata</i>	Diatom	Algae	NR	Freshwater	Field naturally	0,3	LOEC	AI mg/L
Zooplancton	Copper	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,01	EC50	AI mg/L
Bentos	Copper	<i>Zelandobius sp.</i>	Stonefly	Insects/Spiders	NR	Freshwater	Field naturally	0,3	NOEC	AI mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cromo

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Chromium	<i>Scenedesmus incrassatulus</i>	Green Algae	Algae	NR	Freshwater	Lab	1	LOEL	AI mg/L
Zooplancton	Chromium	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,07	NOEC	AI mg/L
Bentos	Chromium	<i>Chironomus plumosus</i>	Midge	Insects/Spiders	Larva	Freshwater	Lab	0,8	EC50	AI mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Benzo (a) antraceno

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Benzoantracene	<i>Anabaena flosaquae</i>	Blue-Green Algae	Algae; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,005	NR	Al mg/L
Zooplancton	Benzoantracene	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	Neonate	Freshwater	Lab	0,00095883186	EC50	Al mg/L
Bentos	Benzoantracene	<i>Dreissena polymorpha</i>	Zebra Mussel	Molluscs; U.S. Exotic/Nuisance Species	NR	Freshwater	Field Natural	< 0,01	NR	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Benzo (e) pireno

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Benzo (e) pireno	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Zooplancton	Benzo (e) pireno	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,0007	LT50	Al mg/ml
Bentos	Benzo (e) pireno	<i>Chironomus riparius</i>	Midge	Insects/Spiders; Standard Test Species	Larva	Freshwater	Lab	>0,005	EC50	Al mg/ml

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Fenantreno

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Phenantrene	<i>Chlorella fusca</i> var. <i>vacuolata</i>	Green Algae	Algae	NR	Freshwater	Lab	0,588	EC50	Al mg/L
Zooplancton	Phenantrene	<i>Daphnia pulex</i>	Water flea	Crustaceans, Estándar Test Species	NR Neonato	Freshwater	Lab	0,06	LOEC	Al mg/L
Bentos	Phenantrene	<i>Chironomus tentans</i>	Midge	Insects/Spiders; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,49	LC50	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONAMPE, 2021.

Fluoreno

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Fluorene	<i>Anabaena flosaquae</i>	Blue-Green Algae	Algae; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,259	NR	Al mg/ml
Zooplancton	Fluorene	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,0625	NOEC	Al mg/ml
Bentos	Fluorene	<i>Chironomus riparius</i>	Midge	Insects/Spiders; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,29	NOEC	Al mg/ml

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONAMPE, 2021.

Naftaleno

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Naftalene	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	Diatom	Algae	NR	Freshwater	Lab	2	EC50	Al mg/ml
Zooplancton	Naftalene	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,69	EC50	Al mg/ml
Bentos	Naftalene	<i>Chironomus riparius</i>	Midge	Insects/Spiders; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,1	NR	Al mg/ml

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 4-19 EPA Ecotox usados para peces y otros estudios ecotoxicológicos - sitio S0112 (Sitio 35)

Comunidad HB	Nombre Químico	Nombre Científico de la Especie	Nombre Común de la Especie	Especie Grupo	Estadio de crecimiento	Medio	Sitio de Prueba	Conc 1 (Estandarizado)	Endpoint	Conc 1 Unidades (Estandarizado)
Peces	Barite	<i>Poecilia reticulata*</i>	Guppy	Pescado; Especie Estándar de Prueba	NR	Agua	Lab	0,9 mg/L	-	Al mg/L
	Cadmium	<i>Danio rerio</i>	Zebra Danio	Pescado; Especie Estándar de Prueba	Inmadura	Agua	Lab	0,0105	NOEC	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

*Paredes& Miglio 2018. Evaluación de riesgo ecológico de la barita (BaSO₄) empleando pruebas ecotoxicológicas con doce organismos.

- iii) Estratégicamente se consideró como parte de las estrategias indicadas en la Guía ERSa, emplear indicadores ecológicos presentes en los ecosistemas naturales¹; en atención a ello, se determinaron especies análogas respecto a las especies identificadas (comunidades hidrobiológicas) por ser las especies de mayor sensibilidad ante un evento de contaminación, así como como parte del primer eslabón de la cadena trófica. Además, como parte de la evaluación de riesgos se realiza un análisis basado en supuestos conservadores y en escenarios donde no se cuenta con información o datos puntuales que en algunos casos son complejos, por lo que es importante el juicio de experto del equipo multidisciplinario a fin evaluar y conceptualizar la evaluación de riesgos de estos escenarios e inferencias basadas en analogías con similares condiciones.²

Se realizó una evaluación sobre las comunidades hidrobiológicas en el sitio S0112 con información analítica de las matrices ambientales evaluadas (agua superficial y sedimentos) sobre las cuales estaría expuestas estas especies, el desarrollo del mismo se detalla en el PR. Para la evaluación del riesgo de las comunidades hidrobiológicas (receptores ecológicos) es preciso indicar que, al no contarse con información cuantitativa de toxicidad de las especies del sitio, se consideró los valores de toxicidad de las especies análogas provenientes de la ECOTOXicology knowledgebase (ECOTOX) administrada por el Centro de Toxicología Computacional y Exposición (CCTE) de la División de Ecología de Toxicología de los Grandes Lagos (GLTED) de la USEPA.

ECOTOX es una base conocimiento de datos únicos de toxicidad química sobre la vida acuática, plantas terrestres y vida silvestre, sustentadas en publicaciones y artículos científicos, cuyos ensayos se basan en pruebas y análisis de Dosis – Respuesta. Estos datos de toxicidad (NOAEL, LOAEL, NOEC, entre otros) parten de resultados de ensayos toxicológicos en dichas especies acorde a los procedimientos y estándares de la USEPA; y que son recopiladas en la ECOTOX³.

Respecto al sitio S0112 se consideraron especies análogas (fitoplancton, zooplancton, y bentos) respecto a las especies identificadas en las estaciones de muestreo del sitio, las cuales tengan una similitud a nivel taxonómico y/o función dentro del mismo nicho ecológico. La selección de las especies análogas, siguen los siguientes criterios:

- Se seleccionan especies representativas, para el caso de comunidades hidrobiológicas, categorizados por grupo (fitoplancton, zooplancton, macrobentos, etc.).
- Afinidad/relación taxonómica de las especies o grupos (familia, clase, orden, género, especies) encontrados.
- Selección de la especie más abundante, por *phyllum*, clase u orden taxonómico. Los resultados en abundancia permiten considerar a un grupo como representativo para otros grupos. Cuando esta situación tiene lugar, es decir que los *Phyla* más abundantes son comunes, el análisis comparativo de toxicidad se efectuará sobre el representante más abundante de estos
- Que ocupen en el mismo nicho o nichos equivalentes dentro del mismo sistema acuático
- Dinámica trófica equivalente o que presente similitud en la selección que se efectúe
- Tener un similar tipo de hábitat y tipo de alimentación de la especie identificada en campo.

¹ Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (MINAM, 2015).

² Framework for ecological risk assessment (USEPA, 1992).

³ Framework for ecological risk assessment. 1992. EPA/630/R-92/001. Guidelines for Ecological Risk Assessment. 1998. EPA/630/R-95/002F.

- iv) Respecto a las metodologías a considerar sobre la evaluación de riesgos, las cuales se indican en las literaturas como: i) USEPA metodologías para determinar el riesgo ecológico (U.S. EPA Ecological Risk Management Guidance document); ii) Guidance for Conducting Ecological Risk Assessment 2008 del Estado de OHIO; iii) Federal Contaminated Sites Action Plan – Ecological Risk Assessment Guidance Canada-2012, entre otras fuentes, se tiene lo siguiente:

La metodología para realizar la evaluación de riesgos ecológicos sugiere un método empírico (o método del cociente) para realizar la evaluación de riesgo ecológico donde se realiza las comparaciones de valores únicos de efecto y exposición, que se basan en la relación de una concentración de exposición y un valor toxicológico conforme a la siguiente expresión:

$$HQ = \frac{Dose}{NOAEL} \quad or \quad HQ = \frac{EEC}{NOAEL}$$

Donde:

HQ : Cociente de peligrosidad

Dose : Ingesta estimada de contaminantes en el sitio (mg contaminant/kg body weight per day)

EEC : Concentración ambiental estimada en el sitio (mg/kg soil; mg/L water; mg/kg food, etc.)

NOAEL : Nivel sin efectos adversos observados.

De acuerdo con esta expresión, al obtener como producto de esta operación un HQ con un valor superior a 1 indica una preocupación de la sustancia evaluada, caso contrario, si el valor es menor a 1, no se tendría riesgo sobre las sustancias evaluadas.

Sin embargo, considerando la información disponible del sitio S0112 y considerando la información que pueda haber sobre toxicidad de todos los compuestos y las especies estudiadas, se tiene una incertidumbre en algunos casos alta dependiendo de la información disponible, por lo cual este método no es aplicable. A continuación, se cita un extracto sobre esta metodología de acuerdo con lo mencionado por la *Guidelines for Ecological Risk Assessment* de la US EPA, la cual sugiere la propia guía ERSA, que a su vez hace hincapié el evaluador. Esta guía indica lo siguiente (**traducción**):

(...) este método supone que las concentraciones en el ambiente no cambian en el tiempo ni en el espacio, y que los datos relacionados con el efecto son los adecuados para ser extrapolados directamente al campo. Es un método muy útil para elaborar un primer cálculo del riesgo, pero no debe considerarse como una estimación cuantitativa, ya que no es consistente con los esquemas probabilísticos; por esta razón, es difícil integrar estos resultados con cualquier parámetro de evaluación que esté expresado en términos de probabilidad (...).

(...) además, en la mayoría de los casos el método del cociente no considera el análisis de incertidumbres (...)

Ante lo expuesto, se consideraron estos aspectos a la hora de definir la metodología para evaluar los riesgos para el escenario ecológico. Además, y sin perjuicio de lo indicado líneas arriba, para la evaluación de riesgos en las comunidades hidrobiológicas del sitio S112, si bien es cierto que se consideraron los valores de ecotoxicidad provenientes de la ECOTOX, estos

se compararon con las concentraciones en las matrices ambientales (agua superficial y sedimentos) sobre las cuales estarían expuestas ante los CP presentes.

De lo referido, el análisis realizado para la evaluación de estos receptores ecológicos en base con la toxicidad de estos CP en estas matrices sigue los lineamientos establecidos por la guía ERSa y también por el método propuesto por la US EPA que se ciñe bajo el enfoque del método determinístico (o método del cociente).

De los valores indicados en los Cuadros 4-13, 4-14, 4-15, 4-16, 4-17, 4-18 y 4-20 del PR, se realiza la división bajo el enfoque del método determinístico (HQ) de los valores detallados, donde tenemos como parte de la concentración ambiental estimada en el sitio S0112 (EEC) a los resultados del análisis de ensayo del laboratorio de las concentraciones en agua superficial evaluados en las estaciones de muestreo del sitio S0112; y como parte de las concentraciones de toxicidad se consideró el NOAEL, sin perjuicio de que para algunas especies no se cuente con el NOAEL sino con información de LOAEL, NOEC, LD50, entre otros. Por ende, al realizar dicha división para determinar el Cociente de Peligrosidad (HQ), los resultados no sobrepasan la 1, sustentando de esta manera la ausencia de riesgo por exposición ante estos CP por parte de estos receptores ecológicos.

Lo indicado líneas arriba y acorde tal como se detalló en el ítem 4.3 del PR se realiza el análisis correspondiente, concluyendo que estos receptores ecológicos no presentan un riesgo por exposición a los CP evaluados en estas matrices ambientales.

Cuadro 4-13 Evaluación de riesgos sobre la comunidad fitoplanctónica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante														
							Arsénico Total			Bario			Cobre			Cromo			Benzo(a) antraceno		
							Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)
Agua superficial	Húmeda	S0112-HB-FIT-1-001	Naviculares	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	mg/L	0,0119	61	0,00019 Valor por debajo del HQ 1	0,0665	NR	NR	0,0005	0,3	0,00166 Valor por debajo del HQ 1	0,001	1	0,001 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,005	0,016 Valor por debajo del HQ 1
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp.	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Naviculares	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria ulna</i>	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Naviculares	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i> sp.	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus</i> sp.	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas</i> sp.	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas hispida</i> var. <i>coronata</i>	mg/L	0,0119	61		0,0665			0,0005	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
		S0112-HB-FIT-2-001	Naviculares	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	mg/L	0,011	61	0,00018 Valor por debajo del HQ 1	0,0618	NR	NR	0,0004	0,3	0,00133 Valor por debajo del HQ 1	0,001	1	0,001 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,005	0,016 Valor por debajo del HQ 1
			Naviculares	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.	mg/L	0,011	61		0,0618			0,0004	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Naviculares	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	mg/L	0,011	61		0,0618			0,0004	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	mg/L	0,011	61		0,0618			0,0004	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	mg/L	0,011	61		0,0618			0,0004	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i> sp.	mg/L	0,011	61		0,0618			0,0004	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.	mg/L	0,011	61		0,0618			0,0004	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
	Seca	S0112-HB-FIT-1-001	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	mg/L	0,00246	61	0,00005 Valor por debajo del HQ 1	0,0665	NR	NR	0,0003	0,3	0,001 Valor por debajo del HQ 1	0,001	1	0,001 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,005	0,016 Valor por debajo del HQ 1
			Cymbellales	Gomphonemataceae	ND	mg/L	0,00246	61		0,0665			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	mg/L	0,00246	61		0,0665			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Naviculares	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	mg/L	0,00246	61		0,0665			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Naviculares	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	mg/L	0,00246	61		0,0665			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.	mg/L	0,00246	61		0,0665			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Pleurotaenium</i> sp.	mg/L	0,00246	61		0,0665			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Synechococcales	Leptolyngbyaceae	ND	mg/L	0,00246	61		0,0665			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas</i> sp.	mg/L	0,00246	61		0,0665			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus</i> sp.	mg/L	0,00246	61		0,0665			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.	mg/L	0,00246	61		0,0665			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
		S0112-HB-FIT-1-002	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> cf. <i>acicularis</i>	mg/L	0,00119	61	0,0000195 Valor por debajo del HQ 1	0,0618	NR	NR	0,0003	0,3	0,001 Valor por debajo del HQ 1	0,001	1	0,001 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,005	0,016 Valor por debajo del HQ 1
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	mg/L	0,00119	61		0,0618			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Cymbellales	Gomphonemataceae	ND	mg/L	0,00119	61		0,0618			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	mg/L	0,00119	61		0,0618			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Naviculares	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	mg/L	0,00119	61		0,0618			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Naviculares	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	mg/L	0,00119	61		0,0618			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Synechococcales	ND	ND	mg/L	0,00119	61		0,0618			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Synechococcales	Leptolyngbyaceae	ND	mg/L	0,00119	61		0,0618			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas</i> sp.	mg/L	0,00119	61		0,0618			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.	mg/L	0,00119	61		0,0618			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	
			Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus</i> sp.	mg/L	0,00119	61		0,0618			0,0003	0,3		0,001	1		0,00008	0,005	

Norma: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 4-14 Evaluación de riesgos sobre la comunidad fitoplanctónica en agua superficial del Sitio S0112 (Sitio 35)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante																
							Benzo(e) pireno			Fenantreno			Fluoreno			Naftaleno							
							Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)					
Agua superficial	Húmeda	S0112-HB-FIT-1-001	Naviculales	Naviculaceae	Navicula sp.	mg/L	0,00045	NR	NR	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000153 Valor por debajo del HQ 1	0,000153 Valor por debajo del HQ 1	0,00004 Valor por debajo del HQ 1	0,00004 Valor por debajo del HQ 1	0,00004 Valor por debajo del HQ 1						
			Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Thalassiosiphysales	Catenulaceae	Amphora sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria ulna	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Euglenales	Phacaceae	Phacus sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas hispida var. coronata	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2											
		S0112-HB-FIT-2-001	Naviculales	Naviculaceae	Navicula sp.	mg/L	0,00045	NR	NR	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000153 Valor por debajo del HQ 1	0,000153 Valor por debajo del HQ 1	0,00004 Valor por debajo del HQ 1	0,00004 Valor por debajo del HQ 1	0,00004 Valor por debajo del HQ 1						
			Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
	Oscillatoriales		Oscillatoriaceae	Phormidium sp.	mg/L	0,00045	0,00008											0,588	0,00004	0,26	0,00008	2	
	Seca	S0112-HB-FIT-1-001	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sp.	mg/L	0,00045	NR	NR	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000153 Valor por debajo del HQ 1	0,000153 Valor por debajo del HQ 1	0,00004 Valor por debajo del HQ 1	0,00004 Valor por debajo del HQ 1	0,00004 Valor por debajo del HQ 1						
			Cymbellales	Gomphonemataceae	ND	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Naviculales	Naviculaceae	Navicula sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Desmidiiales	Closteriaceae	Closterium sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Desmidiiales	Desmidiaceae	Pleurotaenium sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Synechococcales	Leptolyngbyaceae	ND	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Euglenales	Phacaceae	Phacus sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			Euglenales	Euglenaceae	Euglena sp.	mg/L	0,00045											0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2
			S0112-HB-FIT-1-002	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia cf. acicularis	mg/L											0,00045	NR	NR	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000136 Valor por debajo del HQ 1	0,000136 Valor por debajo del HQ 1
		Bacillariales		Bacillariaceae	Nitzschia sp.	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2										
		Cymbellales		Gomphonemataceae	ND	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2										
		Eunotiales		Eunotiaceae	Eunotia sp.	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2										
		Naviculales		Naviculaceae	Navicula sp.	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2										
		Naviculales		Pinnulariaceae	Pinnularia sp.	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2										
		Synechococcales		Nd	ND	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2										
		Synechococcales		Leptolyngbyaceae	ND	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2										
		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas sp.	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2											
	Euglenales	Euglenaceae	Euglena sp.	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2												
	Euglenales	Phacaceae	Phacus sp.	mg/L	0,00045	0,00008	0,588	0,00004	0,26	0,00008	2												

Norma: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Norma: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

Cuadro 4 15 Evaluación de riesgos sobre la comunidad zooplanctónica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante														
							Arsénico Total			Bario			Cobre			Cromo			Benzo(a) antraceno		
							Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)
Agua superficial	Húmeda	S0112-HB-FIT-1-001	Cyclopoida	ND	ND	mg/L	0,0119	1,8	0,0066 Valor por debajo del HQ 1	0,0665	68	NR	0,0005	0,01	0,05 Valor por debajo del HQ 1	0,001	0,07	0,014 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,00096	0,083 Valor por debajo del HQ 1
			Nd (larva nauplio)			mg/L	0,0119			0,0665			0,0005			0,001			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,0119			0,0665			0,0005			0,001			0,00008		
			Arcellinida	Centropxyidae	Centropyxis sp.	mg/L	0,0119			0,0665			0,0005			0,001			0,00008		
			Arcellinida	Arcellidae	Arcella sp.	mg/L	0,0119			0,0665			0,0005			0,001			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,0119			0,0665			0,0005			0,001			0,00008		
			Ploima	Mytilinidae	Mytilina sp.	mg/L	0,0119			0,0665			0,0005			0,001			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane cf. bulla	mg/L	0,0119			0,0665			0,0005			0,001			0,00008		
			Ploima	Lepadellidae	Lepadella sp.	mg/L	0,0119			0,0665			0,0005			0,001			0,00008		
		Ploima	Euchlanidae	Euchlanis sp.	mg/L	0,0119	0,0665	0,0005	0,001	0,00008											
		S0112-HB-FIT-2-001	Diplostraca	Chydoridae	Chydorus sp.	mg/L	0,011	1,8	0,0061 Valor por debajo del HQ 1	0,0618	68	NR	0,0004	0,01	0,04 Valor por debajo del HQ 1	0,001	0,07	0,014 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,00096	0,083 Valor por debajo del HQ 1
			Peritrichida	Vorticellidae	Vorticella sp.	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
			Arcellinida	Arcellidae	Arcella sp.	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane cf. bulla	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
			Ploima	Notommatidae	Cephalodella sp.	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
			Ploima	Lepadellidae	Lepadella sp.	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
			Ploima	Euchlanidae	Euchlanis sp.	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
			Ploima	Asplanchnidae	Asplanchna sp.	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
			Ploima	Brachionidae	Plationus sp.	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane sp.	mg/L	0,011			0,0618			0,0004			0,001			0,00008		
	Seca		S0112-HB-FIT-1-001	Cyclopoida	ND	ND	mg/L			0,00246			1,8			0,00136 Valor por debajo del HQ 1			0,0665		
		Nd (larva nauplio)			mg/L	0,00246	0,0665	0,0003	0,001	0,00008											
		ND		ND	ND	mg/L	0,00246	0,0665	0,0003	0,001	0,00008										
		Arcellinida		Centropxyidae	Centropyxis sp.	mg/L	0,00246	0,0665	0,0003	0,001	0,00008										
		Arcellinida		Arcellidae	Arcella sp.	mg/L	0,00246	0,0665	0,0003	0,001	0,00008										
		ND		ND	ND	mg/L	0,00246	0,0665	0,0003	0,001	0,00008										
		Ploima		Mytilinidae	Mytilina sp.	mg/L	0,00246	0,0665	0,0003	0,001	0,00008										
		Ploima		Lecanidae	Lecane cf. bulla	mg/L	0,00246	0,0665	0,0003	0,001	0,00008										
		Ploima		Lepadellidae	Lepadella sp.	mg/L	0,00246	0,0665	0,0003	0,001	0,00008										
		S0112-HB-FIT-1-002	Diplostraca	Chydoridae	Chydorus sp.	mg/L	0,00119	1,8	0,00066 Valor por debajo del HQ 1	0,0618	68	NR	0,0003	0,01	0,03 Valor por debajo del HQ 1	0,001	0,07	0,014 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,00096	0,083 Valor por debajo del HQ 1
			Peritrichida	Vorticellidae	Vorticella sp.	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		
			Arcellinida	Arcellidae	Arcella sp.	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane cf. bulla	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		
			Ploima	Notommatidae	Cephalodella sp.	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		
			Ploima	Lepadellidae	Lepadella sp.	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		
			Ploima	Euchlanidae	Euchlanis sp.	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		
			Ploima	Asplanchnidae	Asplanchna sp.	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		
			Ploima	Brachionidae	Plationus sp.	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane sp.	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003			0,001			0,00008		

Norma: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Norma: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

Cuadro 4-16 Evaluación de riesgos sobre la comunidad zooplanctónica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante											
							Benzo(e) pireno			Fenantreno			Fluoreno			Naftaleno		
							Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)
Agua superficial	Húmeda	S0112-HB-FIT-1-001	Cyclopoida	ND	ND	mg/L	0,00045	0,0007	0,643 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,00601	0,0133 Valor por debajo del HQ 1	0,00004	0,0625	0,00064 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,69	0,0001 Valor por debajo del HQ 1
			Nd (larva nauplio)			mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Arcellinida	Centropyxidae	Centropyxis sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Arcellinida	Arcellidae	Arcella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Mytilinidae	Mytilina sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane cf. bulla	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Lepadellidae	Lepadella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Euchlanidae	Euchlanis sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
		S0112-HB-FIT-2-001	Diplostraca	Chydoridae	Chydorus sp.	mg/L	0,00045	0,0007	0,643 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,00601	0,0133 Valor por debajo del HQ 1	0,00004	0,0625	0,00064 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,69	0,0001 Valor por debajo del HQ 1
			Peritrichida	Vorticellidae	Vorticella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Arcellinida	Arcellidae	Arcella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane cf. bulla	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Notommatidae	Cephalodella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Lepadellidae	Lepadella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Euchlanidae	Euchlanis sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Asplanchnidae	Asplanchna sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Brachionidae	Plationus sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
	Seca	S0112-HB-FIT-1-001	Cyclopoida	ND	ND	mg/L	0,00045	0,0007	0,643 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,00601	0,0133 Valor por debajo del HQ 1	0,00004	0,0625	0,00064 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,69	0,0001 Valor por debajo del HQ 1
			Nd (larva nauplio)			mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Arcellinida	Centropyxidae	Centropyxis sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Arcellinida	Arcellidae	Arcella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Nd	Nd	ND	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Mytilinidae	Mytilina sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane cf. bulla	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Lepadellidae	Lepadella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Euchlanidae	Euchlanis sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
		S0112-HB-FIT-1-002	Diplostraca	Chydoridae	Chydorus sp.	mg/L	0,00045	0,0007	0,643 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,00601	0,0133 Valor por debajo del HQ 1	0,00004	0,0625	0,00064 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,69	0,0001 Valor por debajo del HQ 1
			Peritrichida	Vorticellidae	Vorticella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Arcellinida	Arcellidae	Arcella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			ND	ND	ND	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane cf. bulla	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Notommatidae	Cephalodella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Lepadellidae	Lepadella sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Euchlanidae	Euchlanis sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Asplanchnidae	Asplanchna sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Brachionidae	Plationus sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		
			Ploima	Lecanidae	Lecane sp.	mg/L	0,00045			0,00008			0,00004			0,00008		

Norma: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Norma: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 4-17 Evaluación de riesgos sobre la comunidad béntica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante														
							Arsénico Total			Bario			Cobre			Cromo			Benzo(a) antraceno		
							Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)
Agua superficial	Húmeda	S0112-HB-BEN1-001	Diptera	Chironomidae	ND	mg/L	0,0119	0,25	0,0476 Valor por debajo del HQ 1	0,0665	1	0,0665 Valor por debajo del HQ 1	0,0005	0,3	0,0016 Valor por debajo del HQ 1	0,001	0,8	0,00125 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,01	0,008 Valor por debajo del HQ 1
		S0112-HB-BEN1-002	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	ND	mg/L	0,011	0,25	0,044 Valor por debajo del HQ 1	0,0618	1	0,0618 Valor por debajo del HQ 1	0,0004	0,3	0,0013 Valor por debajo del HQ 1	0,001	0,8	0,00125 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,01	0,008 Valor por debajo del HQ 1
			Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,011			0,0618			0,0004	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,01	
			Diptera	Chironomidae (Pupa)	ND	mg/L	0,011			0,0618			0,0004	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,01	
			Diptera	Ceratopogonidae	ND	mg/L	0,011			0,0618			0,0004	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,01	
			Diptera	Dolichopodidae	ND	mg/L	0,011			0,0618			0,0004	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,01	
			Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,00246	0,25	0,0098 Valor por debajo del HQ 1	0,0665	1	0,0665 Valor por debajo del HQ 1	0,0003	0,3	0,001 Valor por debajo del HQ 1	0,001	0,8	0,00125 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,00095	0,084 Valor por debajo del HQ 1
	Seca	S0112-Hb BEN1-001	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium sp.</i> (Larva)	mg/L	0,00246			0,0665			0,0003	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,00095	
			Odonata	Magapodagrionidae	ND	mg/L	0,00246			0,0665			0,0003	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,00095	
			Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>	mg/L	0,00246			0,0665			0,0003	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,00095	
			Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,00119	0,25	0,0047 Valor por debajo del HQ 1	0,0618	1	0,0618 Valor por debajo del HQ 1	0,0003	0,3	0,001 Valor por debajo del HQ 1	0,001	0,8	0,00125 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,00095	0,084 Valor por debajo del HQ 1
		S0112-Hb-BEN1-002	Diptera	Ceratopogonidae	ND	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,00095	
			Diptera	Psychodidae	ND	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,00095	
			Diptera	Tipulidae	ND	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,00095	
			Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>	mg/L	0,00119			0,0618			0,0003	0,3		0,001	0,8		0,00008	0,00095	

Norma: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 4-18 Evaluación de riesgos sobre la comunidad béntica en agua superficial del Sitio S0112 (Sitio 35)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante											
							Benzo(e) pireno			Fenantreno			Fluoreno			Naftaleno		
							Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)	Resultado análisis (EEC)	Valor referencia ECOTOX (NOAEL, DL50, etc.)	Cociente de Peligrosidad (HQ)
Agua superficial	Húmeda	S0112-HB-BEN1-001	Diptera	Chironomidae	ND	mg/L	0,00045	0,0005	0,9 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,49	0,00016 Valor por debajo del HQ 1	0,00004	0,29	0,000137 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,1	0,0008 Valor por debajo del HQ 1
		S0112-HB-BEN1-002	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	ND	mg/L	0,00045	0,0005	0,9 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,49	0,00016 Valor por debajo del HQ 1	0,00004	0,29	0,000137 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,1	0,0008 Valor por debajo del HQ 1
			Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
			Diptera	Chironomidae (Pupa)	ND	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
			Diptera	Ceratopogonidae	ND	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
			Diptera	Dolichopodidae	ND	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
	Seca	S0112-Hb BEN1-001	Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,00045	0,0005	0,9 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,49	0,00016 Valor por debajo del HQ 1	0,00004	0,29	0,000137 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,1	0,0008 Valor por debajo del HQ 1
			Diptera	Simuliidae	Simulium sp. (Larva)	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
			Odonata	Magapodagrionidae	ND	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
			Decapoda	Palaemonidae	Macrobrachium sp.	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
		S0112-Hb-BEN1-002	Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,00045	0,0005	0,9 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,49	0,00016 Valor por debajo del HQ 1	0,00004	0,29	0,000137 Valor por debajo del HQ 1	0,00008	0,1	0,0008 Valor por debajo del HQ 1
			Diptera	Ceratopogonidae	ND	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
			Diptera	Psychodidae	ND	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
			Diptera	Tipulidae	ND	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
			Decapoda	Palaemonidae	Macrobrachium sp.	mg/L	0,00045	0,0005		0,00008	0,49		0,00004	0,29		0,00008	0,1	
		Norma: EPA/ECOTOX base de datos: http://www.Epa.gov/ecotox/ (Matriz Agua Superficial)																

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 4-20 Evaluación de riesgos sobre los peces en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Especie	Unidades	Contaminante			Contaminante		
							Bario Total			Cadmio		
							Resultado análisis	Valor referencia	Análisis	Resultado análisis	Valor Ecotox referencia	Análisis
Agua Superficial	Seca	E01-11.09.18 S0112	Characiformes	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	mg/L	0,0618	0,9	0,0686 Valor por debajo del HQ 1	0,00001	0,0105	0,00095 Valor por debajo del HQ 1
			Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Crenuchidae	<i>Characidium aff. Steindachneri</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia oligolepis</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia cotinho</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Chrysobrycon eliasi</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Gymnocorymbus thayeri</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Chichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Chichliformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Thalassophryne amazonica</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
		E02-14.09.18 S0112	Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia oligolepis</i>	mg/L	0,0618	0,9	0,0686 Valor por debajo del HQ 1	0,00001	0,0105	0,00095 Valor por debajo del HQ 1
			Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Charax tectifer</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Hemigrammus</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Iguanodectidae	<i>Bryconops inpai</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Lebiasinidae	<i>Pyrhulina cf. Laeta</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Chichliformes	Cichlidae	<i>Bujurquina</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	

Importante:

Se indica que el Bario Total, Cadmio y Plomo no son CP para la matriz agua superficial del sitio S0112 (sitio 35); no obstante, se evaluaron estos elementos a fin de demostrar que las concentraciones registradas no superan los valores de Ecotox. Por ende, los valores excedentes de estos CP en las muestras de peces pudieron haber sido asimilados en zonas fuera del ámbito del sitio S0112 (sitio 35).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021

Asimismo, respecto a la evaluación de riesgos ecológicos del sitio S0112 se precisa lo siguiente:

- v) Complementariamente para la determinación del riesgo ecológico también se empleó la metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente de Sitios Impactados, aprobada mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 028-2017-OEFA/CD / Adaptado de *Canadian Council of Ministers of the Environment (2008) National Classification System for Contaminated Sites. Guidance Document*. Esta metodología se basa en un método numérico aditivo, que adiciona puntuaciones a una serie de características o factores asociados al sitio impactado y al medio en el que se encuentra, considerando los mecanismos de transporte y la exposición de los receptores potenciales. Además, si perjuicio que esta aproximación numérica no ha sido diseñada para proporcionar una evaluación de riesgo cuantitativa como tal, proporciona un método a fin de asistir de manera técnica y científica en la evaluación del riesgo.

Esta metodología de OEFA se ha realizado para ecosistemas terrestres, y se ha complementado con otras metodologías existentes (evaluación a través de especies análogas). La evaluación del riesgo ecológico aplicando la metodología cualitativa OEFA que da mayor peso a la información de **calidad ambiental** e información respecto al **escenario ecológico, complementando a la evaluación de riesgos realizado sobre las comunidades hidrobiológicas la cual parte de la evaluación de la toxicidad de los CP sobre estos receptores**. La información de estos datos ecotoxicológicos corresponden a las especies análogas las cuales se encuentran publicadas en la base de datos de la ECOTOX y han sido empleadas para evaluar a las especies identificadas en el sitio S0112.

Si bien es cierto que el alcance de esta metodología se aplica obligatoriamente a las acciones de OEFA para la identificación de sitios impactados por actividades de hidrocarburos para las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre y Marañón; no es restrictiva su aplicación como tal, debido a que como parte de la priorización de un sitio impactado por hidrocarburos se realiza una evaluación de riesgos a fin de realizar una toma de decisiones en función del riesgo para su debida atención; a pesar de no encontrarse necesariamente en la fase de caracterización. Además, la evaluación de riesgos por la metodología propuesta por OEFA la cual es aplicado para la priorización de los sitios impactados en el marco de la ley 30321, no restringe su aplicación exclusivamente para esta fase; dado que tal como lo indica el D.S. N° 012-2017-MINAM, en la fase de caracterización se realiza la respectiva evaluación de riesgos a la salud y el ambiente.

Esta metodología recoge los criterios y lineamientos establecidos en las normas y guías internacionales para la toma de decisiones para la gestión y manejo de sitios contaminados, como son la Guía Estándar para la Acción Correctiva Basada en el Riesgo (RBCA)⁴, la *Guidance for Superfund* de la *United States Environmental Protection Agency* (USEPA)⁵, la Guía Sistema Nacional de Clasificación de Sitios Contaminados de *Canadian Council of Ministers of the Environment*⁶, la Descripción del Catastro de Sitios Contaminados y de su Sistema de Puntuación y Priorización de la Secretaría de Medio Ambiental y Recursos

⁴ American Society of Testing Materials (ASTM). *Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites. E1739-95(Reapproved 2015)*.

⁵ U.S. Environmental Protection Agency. (1989). *Risk Assessment Guidance for Superfund, Human Health Evaluation Manual (Part A)*. Extraído de: <https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>

⁶ Canadian Council of Ministers of the Environment. (2008) *National Classification System for Contaminated Sites. Guidance Document*. Extraído de: www.ccme.ca

Naturales (SEMARNAT) de México⁷, el Sistema de Puntuación de Áreas Contaminadas, Brasil⁸ y el Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FMA/P)⁹, entre otras. Asimismo, se han considerado la normativa nacional, la Guía ERSA¹⁰ y la Metodología para Estimación del Nivel de Riesgo de Pasivos Ambientales en el Subsector Hidrocarburos¹¹.

La determinación del riesgo acorde a la metodología planteada, considera el cálculo del Índice Foco (I_{Foco}) el cual se basa en la suma de varios factores asociados al impacto sobre el componente ambiental suelo, agua subterránea, agua superficial, sedimento y flora/fauna; el Índice de Transporte asociado al receptor ecológico ($I_{Transporte\ asociado\ a\ receptor\ ecológico}$) se basa en un escenario de potencial migración y/o atenuación de la afectación de los contaminantes a consecuencia del transporte hacia escenarios de exposición ambiental fuera del sitio impactado; y el Índice Ecológico ($I_{Receptor\ ambiente}$) el cual se basa en la exposición del receptor ecológico ante los contaminantes en evaluación. **El desarrollo de la metodología se detalla en el literal C2 del ítem 4.10 del PR.**

Cada uno de estos índices son calculados por una serie de factores los cuales otorgan una puntuación máxima de 100 puntos y tienen un peso ponderal de 33 %. Es preciso indicar que el I_{Foco} toma como premisas información analítica y basado en la toxicidad de los contaminantes a evaluar como el caso del Factor Sustancia (F_{sust}); criterios y evidencias organolépticas en las matrices ambientales afectadas del sitio que corroboren y/o complementen la información analítica obtenida de los contaminantes evaluados como el caso del Factor *in-situ* ($F_{in-situ}$); la extensión del sitio impactado que contempla el Factor Extensión (F_{ext}); y por último, la presencia y/o persistencia de focos que tienen el potencial de liberar contaminantes al entorno, como el caso del Factor Actividad del Foco (F_{ACT}). Cada uno de los índices expuestos y los respectivos factores que determinan el cálculo de este, se sustenta con la información resultante de la fase de caracterización, tal como se detalla en el literal C del ítem 4.10 del PR.

Si bien OEFA tiene un uso obligatorio de esta metodología, también lo pueden hacer otras instituciones de manera opcional, al igual que el uso de los Indicadores de Calidad de los Recursos Hídricos (Publicación 2018 y 2020) donde se indica que es de uso obligatorio de la ANA, y además más opcional por otras entidades, entre otros.

Finalmente, es preciso indicar que el objetivo del PR del sitio S0112 es la aplicación del ECA Suelo de uso agrícola, más no la aplicación de niveles de remediación específicos que pudieran advertirse como parte del ERSA independientemente de las metodologías establecidas o contempladas en su desarrollo; de este modo, se tiene que las acciones de rehabilitación contempladas en el PR del Sitio S0112 se consideraron valores de remediación más conservadores. En ese sentido, los resultados de la aplicación de la Metodología de OEFA y la metodología para recursos hidrobiológicos a partir de la evaluación de la toxicidad en referencia a las especies análogas (ECOTOX), no tendrá implicancias en el cumplimiento del objetivo del PR del Sitio S0112.

⁷ Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. (2009) *Descripción del Catastro de Sitios Contaminados y de su sistema de puntuación y priorización*. Extraído de: <http://www.semarnat.gob.mx>.

⁸ Projeto CETESB – GTZ. (2001). *Ficha puntuación de áreas contaminadas*. Extraído de: <http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2013/11/7101.pdf>.

⁹ Servicio Nacional de Geología y Minería. (2008) *Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FMA/P)*. Extraído de: <http://www.sernageomin.gob.cl/pdf/material/MANUALDEEVALUACIONRIESGOSFMAP.pdf>.

¹⁰ Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en sitios contaminados, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 034-2015-MINAM.

¹¹ Metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo de Pasivos Ambientales en el Subsector Hidrocarburos, aprobada mediante Resolución del Consejo Directivo N° 022-2013-OEFA/CD.

Caracterización del riesgo ecológico, Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM: El PR, en el literal C. del ítem 4.10, indica que, para caracterizar el riesgo ecológico, se ha empleado la Metodología para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente de sitios impactados aprobada mediante Resolución de Consejo Directivo N° 028-2017-OEFA/CD.

OBSERVACIÓN N.° 40

El PR debe considerar la Guía ERSa del MINAM, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 034-2015-MINAM, que recomienda las siguientes estrategias para brindar una explicación más detallada de la evaluación de riesgos ecológicos: 1) *la realización de ensayos en laboratorio (típicamente de toxicidad aguda y sub crónica) conjuntamente con el uso de modelos para predecir los efectos de diferentes contaminantes que puedan ser introducidos en el ambiente, y 2) la utilización de indicadores ecológicos presentes en ecosistemas naturales.*

Asimismo, la Guía ERSa del MINAM, menciona en el ítem 7 “Caracterización del Riesgo Ecológico”, que para una explicación más detallada de la evaluación de riesgos ecológicos son, por ejemplo: a) US EPA (1997). Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments. EPA 1940-R-97-006, b) Introducción al Análisis de Riesgos Ambientales y c) FAO, 2001. Draft of guidelines for assessment of ecological hazards of herbicide- and insect-resistant crops. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Plant Protection Division, Rome.

Respuesta:

En atención a la observación, es preciso indicar que la evaluación de riesgo para el escenario ecológico contempla los lineamientos sugeridos por la Guía ERSa, por la presencia de contaminantes que puedan afectar a estos receptores, evidencias de toxicidad, componentes bióticos expuestos o que presenten un mayor riesgo, entre otros. Es importante señalar que la guía ERSa permite el uso metodologías cualitativas y semicuantitativas, la guía no restringe su uso.

Por otro lado, respecto a las metodologías a considerar sobre la evaluación de riesgos, las cuales se indican en las literaturas como: i) USEPA metodologías para determinar el riesgo ecológico (U.S. EPA Ecological Risk Management Guidance document); ii) Guidance for Conducting Ecological Risk Assessment 2008 del Estado de OHIO; iii) Federal Contaminated Sites Action Plan – Ecological Risk Assessment Guidance Canada-2012, entre otras fuentes, se tiene lo siguiente:

La metodología para realizar la evaluación de riesgos ecológicos sugiere un método empírico (o método del cociente) para realizar la evaluación de riesgo ecológico donde se realiza las comparaciones de valores únicos de efecto y exposición, que se basan en la relación de una concentración de exposición y un valor toxicológico conforme a la siguiente expresión:

$$HQ = \frac{Dose}{NOAEL} \quad or \quad HQ = \frac{EEC}{NOAEL}$$

Donde:

HQ : Cociente de peligrosidad

Dose : Ingesta estimada de contaminantes en el sitio (mg contaminant/kg body weight per day)

EEC : Concentración ambiental estimada en el sitio (mg/kg soil; mg/L water; mg/kg food, etc.)

NOAEL : Nivel sin efectos adversos observados.

De acuerdo con esta expresión, al obtener como producto de esta operación un HQ con un valor superior a 1 indica una preocupación de la sustancia evaluada, caso contrario, si el valor es menor a 1, no se tendría riesgo sobre las sustancias evaluadas.

Sin embargo, considerando la información disponible del sitio S0112 y considerando la información que pueda haber sobre toxicidad de todos los compuestos y las especies estudiadas, se tiene una incertidumbre en algunos casos alta dependiendo de la información disponible, por lo cual este método no es aplicable. A continuación, se cita un extracto sobre esta metodología de acuerdo con lo mencionado por la *Guidelines for Ecological Risk Assessment* de la US EPA, la cual sugiere la propia guía ERSA, que a su vez hace hincapié el evaluador. Esta guía indica lo siguiente (traducción):

(...) este método supone que las concentraciones en el ambiente no cambian en el tiempo ni en el espacio, y que los datos relacionados con el efecto son los adecuados para ser extrapolados directamente al campo. Es un método muy útil para elaborar un primer cálculo del riesgo, pero no debe considerarse como una estimación cuantitativa, ya que no es consistente con los esquemas probabilísticos; por esta razón, es difícil integrar estos resultados con cualquier parámetro de evaluación que esté expresado en términos de probabilidad (...).

(...) además, en la mayoría de los casos el método del cociente no considera el análisis de incertidumbres (...)

Ante lo expuesto, se consideraron estos aspectos a la hora de definir la metodología para evaluar los riesgos para el escenario ecológico. Además, y sin perjuicio de lo indicado líneas arriba, para la evaluación de riesgos en las comunidades hidrobiológicas del sitio S112, si bien es cierto que se consideraron los valores de ecotoxicidad provenientes de la ECOTOX, estos se compararon con las concentraciones en las matrices ambientales (agua superficial y sedimentos) sobre las cuales estarían expuestas ante los CP presentes.

De lo referido, el análisis realizado para la evaluación de estos receptores ecológicos en base con la toxicidad de estos CP en estas matrices sigue los lineamientos establecidos por la guía ERSA y también por el método propuesto por la US EPA que se ciñe bajo el enfoque del método determinístico (o método del cociente). El desarrollo de la metodología en la evaluación de riesgos ecológicos para las comunidades hidrobiológicas, se detalló en atención a la Observación N° 39.