

INFORME
NIVELES Y FACTORES DE RIESGO DE EXPOSICIÓN A
METALES PESADOS E HIDROCARBUROS
EN LOS HABITANTES DE LAS COMUNIDADES DE LAS CUENCAS DE
LOS RÍOS PASTAZA, TIGRE, CORRIENTES Y MARAÑÓN
DEL DEPARTAMENTO DE LORETO
2016

INFORME TECNICO

Niveles y Factores de Riesgo de Exposición a Metales Pesados e Hidrocarburos en los Habitantes de las Comunidades de las Cuencas de los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes Y Marañón Del Departamento De Loreto

Autores

MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud - Perú

Jonh M. Astete Cornejo
Pilar Raquel Lizárraga Vara
Iselle Lynn Sabastizagal Vela
Jaime Rosales Rimache

Asesor Científico de las Federaciones de las Cuencas del Pastaza, Marañón, Tigre y Corrientes
Centro de Investigación y Epidemiología Ambiental - Barcelona
Cristina O' Callaghan Gordo

Colaboradores

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud - Perú

Félix Rodríguez Espinoza
Manuel Reynoso Zedano
Lenin Rueda Torres
Jorge Inolupu Cucche
Antonio Flores Tumba
Carlos Mori Gupioc
Juan José Chillitupa Campos
Edwin Giraldo Caballero
Juan Diaz Guevara
Mery Pimental Sarzuri
Jorge Luis Cusquisiban Aquino
Beltrán Amaro Bravo Chávez
Manuela López Garrido
Paola Marín Carrasco
Paúl Cano Pineda
Karen Judith Cueva Rodríguez
Gilmer Aristides Moreno Sandoval
Edwald Manchego Rea
Lourdes Giuliana Hoyos Moreno
Cintia Torres Calderón
Wagner Murayari Ocumbe
Carla Marjorie Gonzales Tamani
Cintia Torres Calderón
Franklin Moisés Serquen García
Fiona Stefani Pinedo Zevallos
Valeria Belén Pinedo Torres
Jeison Cieza Fernández
Adriano Pezo Bendayan

DIRESA Loreto
Betty Marlene Ríos Torres
Martha Elena Saldaña Sunción
Ray Claudio Fernández Noriega
Diego Alván Sinarahua

Asesores de las Federaciones de las Cuencas del Pastaza, Marañón, Tigre y Corrientes

Diana Papoulias
Manolis Kogenivas
Frederika Barclay
Tami Okamoto
Ángela Alfaro
Roció Arana

Intérpretes de las Federaciones de las Cuencas del Pastaza, Marañón, Tigre y Corrientes

Alejandro Taminche Ahuanari (Marañón)
Abel Najar Cariajano (Pastaza)
Segundo Alberto Cariajano Hualinga (Tigre)
William Chimboras Saquiray (Corrientes)
Armando Mango Sandi (Corrientes)
Daniel Ríos García (Corrientes)
Abanto Cisneros Ramírez (Corrientes)
Segundo Sandi (Corrientes)



ÍNDICE

1.	Resumen	5
2.	Introducción	7
3.	Métodos	11
4.	Resultados	21
5.	Discusión	53
6.	Conclusiones	55
7.	Recomendaciones	58
8.	Referencias Bibliográficas	59



2. INTRODUCCIÓN

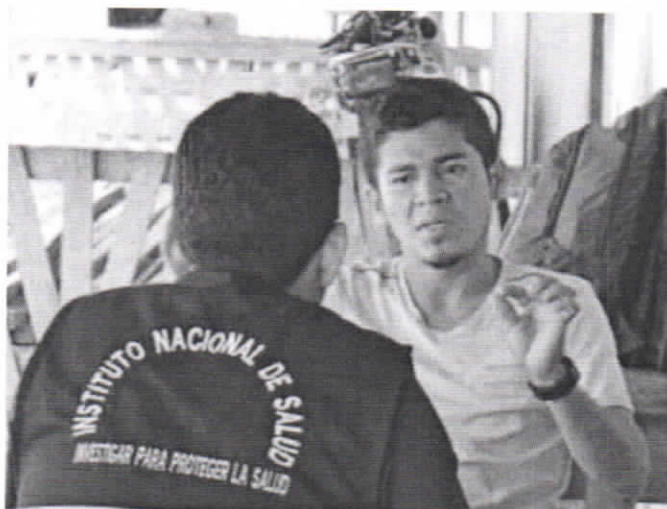
La presencia de ciertos elementos químicos en el medio ambiente, como los metales pesados, son consecuencia de su existencia espontánea en la naturaleza o de la actividad humana, como es el caso de la vida diaria y las actividades productivas; esta última, se considera que incide directamente en los valores de concentración de elementos químicos en el ambiente, llegando en ocasiones a niveles considerados como contaminación ambiental y riesgos químicos para la salud humana, causando efectos adversos en la población, flora y fauna; siendo este fenómeno una problemática de carácter mundial.

Entendiéndose como factor de riesgo ambiental en salud, a las características medioambientales a las que se exponen la población que pueden afectar su salud.(1)

En el caso de Perú, este contexto se sitúa en las comunidades indígenas Achuar, Quechua, Kichwa, Kukama y Urarina de la Amazonía del norte del Perú, región Loreto, en cuyas zonas aledañas se iniciaron las actividades petroleras por la década del 70 y que continúan en la actualidad. Desde entonces y a pesar de las legislaciones para la protección ambiental (Código Del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Decreto legislativo 613, 1990; Y el Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, Decreto supremo N° 015-2006-EM, 2006), la acumulación de pasivos ambientales por actividad petrolera, sumada a la contaminación producto del asentamiento de las poblaciones locales, generó la realización de diversos estudios en las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre y Marañón (DIGESA, 2013; ANA, 2013; OEFA, 2013; OSINERGMIN, 2013), los cuales identificaron el riesgo al que están expuestas las poblaciones de la zona y motivaron la Declaratoria de Emergencia Ambiental en las Cuencas de los ríos Pastaza (22 de marzo del 2013), Corrientes (7 de setiembre del 2013) y Tigre (29 de noviembre del 2013), así como la Declaratoria de Emergencia Sanitaria en localidades de esas tres cuencas y también de la cuenca del río Marañón (6 de mayo del 2014).

En tal sentido, la falta de periodicidad en monitoreos biológicos que permitan establecer el nivel de exposición a metales pesados e hidrocarburos en los pobladores de las comunidades indígenas Achuar, Quechua, Kichwa, Kukama y Urarina, hace difícil determinar los cambios en la exposición a tales compuestos. Las últimas evaluaciones se realizaron en la última década (Comisión Intrasectorial para la Prevención y Mitigación de la Contaminación por plomo y otros Metales Pesados, 2006; Anticona C. 2008) en poblaciones puntuales y no consideraron variables epidemiológicas que permitan identificar los riesgos de exposición y las principales vías de acceso involucradas en el ingreso de los contaminantes al organismo.

Para lo cual se planteó realizar un Estudio de Investigación con el objetivo general de:

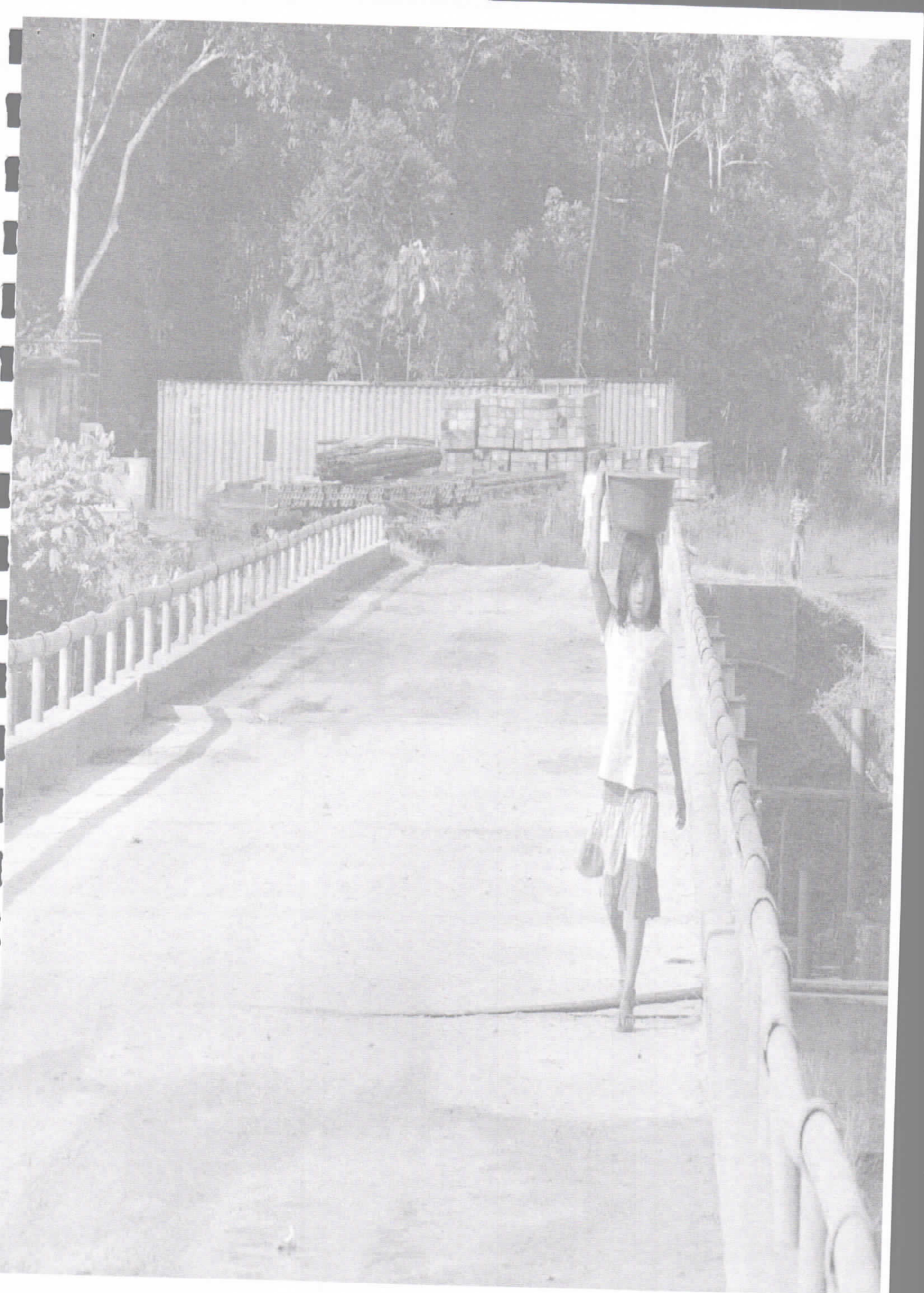


Determinar los niveles y factores de riesgo de exposición al plomo, cadmio, arsénico, mercurio, bario e Hidrocarburos en los habitantes de las comunidades indígenas de las cuencas de los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto.

Así mismo se consideró los siguientes objetivos específicos:

- Determinar los niveles de plomo en sangre de niños de 6 meses a 35 meses de edad de las comunidades de las cuencas de los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto.
- Determinar los niveles de plomo, cadmio, arsénico, mercurio y bario en habitantes mayores de 03 años de edad, de las comunidades de las cuencas de los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto.
- Determinar las posibles fuentes de exposición al plomo para los pobladores de las cuencas de los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto mediante la determinación del ratio de isótopos de plomo en muestras ambientales y de sangre.
- Determinar los niveles de exposición a hidrocarburos en los habitantes mayores de 03 años de edad, de las comunidades de las cuencas de los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto.
- Identificar los factores de riesgo de exposición a metales pesados e hidrocarburos en los habitantes de las comunidades de las cuencas de los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto.
- Determinar los niveles de plomo, cadmio, arsénico, mercurio y bario en muestras de aire, suelo residencial, agua de consumo humano, tierra agrícola y alimentos de la zona de estudio.
- Determinar las comunidades/áreas con riesgo de exposición a metales (plomo, cadmio, arsénico, mercurio y bario) e hidrocarburos.

Los resultados obtenidos en este estudio permitirán al Ministerio de Salud y al Gobierno Regional de Loreto intervenir, en el marco de sus competencias y de la normativa de salud vigente, desarrollar acciones de atención a las personas expuestas a metales pesados e hidrocarburos. Con la limitación de que los estudios transversales de exposición ambiental a sustancias químicas no determinan causalidad directa a metales pesados e hidrocarburos, pero permiten estimar *asociaciones de probabilidad*.



3. MÉTODOS

Diseño del estudio y toma de muestras

Estudio de corte transversal, descriptivo de componente analítico, que tuvo como población objetivo personas pertenecientes a las comunidades de las cuencas de los ríos **Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón** del departamento de Loreto.

La Federación de Las Comunidades Indígenas de las Cuatro Cuencas proporcionó el listado de comunidades a ser involucradas en el estudio (66) acordado mediante el acta de Lima de marzo del 2015 **ratificada por ACODECOSPAT, FECONACO Y FEDIQUEP Y OPIKAFPE**, en el marco del cumplimiento del DS 006-2014 (Tabla 1). De las cuales se seleccionaron **39 comunidades** mediante una selección por conveniencia, en las que además se garantizaba accesibilidad geográfica y logística.

Los estratos se generaron en base a características cualitativas, relacionadas a posibles fuentes de exposición ambiental, como información georreferenciada referida a infraestructura, antecedente de muestras ambientales que sobrepasen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o áreas impactadas existentes. Las 04 características para clasificar a cada comunidad fueron:

- 1) **Infraestructura:** la distancia de la comunidad y la infraestructura más próxima ubicada río arriba. Se toma en consideración la existencia de oleoducto, baterías, plataformas, etc.
- 2) **Contaminación:** la distancia entre la comunidad y la más próxima muestra de contaminación de suelo o área designada por OEFA como área impactada.
- 3) **Vertido:** la distancia más corta entre la comunidad y cuerpo de agua superficial (río, quebrada, cocha) cuando hay datos que indican contaminantes en el agua o sedimento río arriba y ubicado a no más de 100 km de la comunidad; o donde se sabe que hubo un derrame que contaminó el agua ubicada a no más de 100 km de la comunidad.
- 4) **Clúster:** distancia entre la comunidad y la concentración de un grupo de muestras que indican presencia de contaminantes, áreas designadas como sitio impactado e infraestructura.

La inclusión de esas cuatro características permitió clasificar a todas las comunidades elegibles para participar en el estudio en 3 estratos. Usamos la distancia más corta entre los puntos de georreferencia de la comunidad y cada una de las cuatro características y sumamos las cuatro distancias obtenidas.

Comunidades con distancia total *menor o igual a 50 km fueron designadas al estrato 1*, las comunidades con *distancia total entre 50 y 200 km fueron designados estrato 2*, y las *comunidades con una distancia mayor de 200 km estrato 3*.

Tabla 1. Listado de 66 comunidades proporcionado por las autoridades de las Comunidades de las 04 Cuencas

N°	Comunidad	N° familias	Grupo	Cuenca
1	ALFONSO UGARTE	10	1	
2	CUNINICO	266	1	
3	SAN JOSÉ DE SARAMURO	160	1	
4	SAN PEDRO	27	1	
5	BOLIVAR	26	3	Marañón
6	SAN MIGUEL	64	3	
7	LISBOA	40	3	
8	DOS DE MAYO	46	3	
9	PUERTO ORLANDO	42	3	
10	LOS VENCEDORES (JARDINES)	41	1	
11	NUEVO ANDOAS	400	1	
12	NUEVO PORVENIR	96	1	
13	ALIANZA TOPAL	47	1	
14	TITTYACU	40	1	
15	NUEVO UNGURAHUI	12	2	
16	SABALOYACU	26	2	
17	SUNGACHE	40	3	
18	BOLOGNESI	50	3	Pastaza
19	LOBOYACU	92	3	
20	ALIANZA CRISTIANA	160	3	
21	SOPLUN	66	3	
22	KUSHILLA DE MANCHARI	29	3	
23	NUEVA ESPERANZA	56	3	
24	SANTA MARIA DE MANCHARI	30	3	
25	TRUENO COCHA	31	3	
26	CAMPO VERDE	26	3	
27	NUEVA UNIÓN	17	3	
28	VILLA TROMPETEROS	200	1	
29	SAN JUAN DE TROMPETEROS	110	1	
30	ANTIOQUIA	46	1	
31	JOSE OLAYA	50	1	
32	PAMPA HERMOSA	128	2	
33	SAN CRISTOBAL	59	2	
34	ANEXO SAUKI	58	2	
35	LAS PALMERAS	11	2	
36	SANTA ROSA	52	2	
37	CUCHARA	38	2	
38	NUEVO PROGRESO	40	2	
39	ANEXO SION	54	2	
40	BELÉN DE PLANTANOYACU	69	2	
41	NUEVO SANTA CLARA	51	2	
42	NUEVO SAN MARTIN	31	2	
43	SAN CARLOS	55	2	
44	SAN JOSÉ DE NUEVA ESPERANZA	47	2	Corrientes
45	PUERTO ORIENTE	61	2	
46	SAN RAMON	29	2	
47	VALENCIA	24	2	
48	PERUANITO	32	2	
49	NUEVO PORVENIR	33	3	
50	NUEVA NAZARETH	30	1	
51	NUEVA VIDA	34	3	
52	BOCA DE COPAL	51	3	
53	PUCACURO	62	3	
54	ANEXO DOS DE MAYO	10	3	
55	ANEXO NUEVO PARAISO	17	3	
56	SANTA ELENA	20	3	
57	SANTA ISABEL DE COPAL	56	3	
58	PROVIDENCIA	51	3	
59	ANEXO NUEVO PIJUAYAL	65	3	
60	NUEVA JERUSALEN	110	1	
61	NUEVO TRIUNFO	74	3	
62	DOCE DE OCTUBRE	112	1	
63	ANDRÉS AVELINO CACERES	16	1	
64	BETANIA	7	2	Tigre
65	CENTRO ARENAL	12	2	
66	SAN JUAN DE BARTRA	36	2	

Se seleccionaron **todas las comunidades del estrato 1** para garantizar la representación de comunidades potencialmente con niveles más altos de exposición, y el 45% de las comunidades del estrato 2 y 3 de forma aleatoria.

En las 39 comunidades seleccionadas se encontraba una población total de **2752 familias**. La determinación de número de familias según comunidades se realizó aplicando el muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional al número de familias por comunidad:

- N: 2752 familias
- Nivel de confianza: 95%
- Error: 5%
- Tasa de no respuesta: 10% (según piloto realizado)
- p: 50% (proporción de familias con niveles de exposición a metales pesados e hidrocarburos)

$$n = \frac{Np(1-p)}{[(d^2/Z^2_{1-\alpha/2} * (N-1) + p * (1-p))]}$$

El tamaño de muestra obtenido fue de **385 familias**. Al realizar la distribución proporcional se redondeó valores en diversas comunidades. Asimismo, en aquellas comunidades donde solo se obtenía 01 o 02 familias para el estudio, en discusión con los coinvestigadores de las Federaciones se decidieron considerar 3 familias. Con todo ello, se obtuvo un tamaño de muestra final igual a **392 familias**. (Tabla 2)

Tabla 2. Distribución de familias por comunidad seleccionada en las 04 Cuencas

Comunidad	Nh	nh	nh redondeado
1 Alfonso Ugarte	10	1.4	3.0
2 Cuninico	266	37.2	37.0
3 San Jose De Saramuro	160	22.4	22.0
4 San Pedro	27	3.8	4.0
5 Los Vencedores (Jardines)	41	5.7	6.0
6 Nuevo Andoas	400	56.0	56.0
7 Nuevo Porvenir	96	13.4	13.0
8 Alianza Topal	47	6.6	7.0
9 Titiyacu	40	5.6	6.0
10 Doce De Octubre	112	15.7	16.0
11 Andrés Avelino Caceres	16	2.2	3.0
12 Villa Trompeteros	200	28.0	28.0
13 San Juan De Trompeteros	110	15.4	15.0
14 Antioquia	46	6.4	6.0
15 Jose Olaya	50	7.0	7.0
16 Nueva Nazareth	30	4.2	4.0
17 Nueva Jerusalem	110	15.4	15.0
18 Betania	7	1.0	3.0
19 San Juan De Bartra	36	5.0	5.0
20 San Cristobal	59	8.3	8.0
21 Anexo Sauki	58	8.1	8.0
22 Las Palmeras	11	1.5	3.0
23 Nuevo Progreso	40	5.6	6.0
24 Belen De Plantanoyacu	69	9.7	10.0
25 Nuevo San Martin	31	4.3	4.0
26 San Jose De Nueva Esperar	47	6.6	7.0
27 Valencia	24	3.4	3.0
28 Bolivar	26	3.6	4.0
29 Lisboa	40	5.6	6.0
30 Dos De Mayo	48	6.4	6.0
31 Puerto Orlando	42	5.9	6.0
32 Sungache	40	5.6	6.0
33 Alianza Cristiana	160	22.4	22.0
34 Soplin	66	9.2	9.0
35 Nueva Esperanza	56	7.8	8.0
36 Campo Verde	26	3.6	4.0
37 Nueva Union	17	2.4	3.0
38 Nueva Vida	34	4.8	5.0
39 Santa Isabel De Copal	56	7.8	8.0
Total	2752	385.0	392.0

INS-CENSOPAS 2018

Previa a la ejecución de la investigación, se realizó la visita de reconocimiento a la zona de estudio, fase en la que el equipo técnico de investigadores realizó las siguientes tareas:

- a. Coordinación con las autoridades locales de las comunidades a intervenir:
 - Verificación de los datos de población de las comunidades indígenas en las 4 cuencas.
 - Fecha de intervención.

- Identificación de las comunidades a evaluar.
- Selección del intérprete por cuenca para levantar la información.
- b. Coordinación con los establecimientos de salud de las 4 cuencas.
 - Aseguramiento de la cadena de frío.
- c. Validación de la Ficha Epidemiológica:
 - Aplicación de la ficha a representantes de las comunidades visitadas.
- d. Prueba piloto de muestreo biológico que incluyó: Consejería sobre Metales Pesados y obtención del Consentimiento Informado, en una muestra de 30 habitantes por cada cuenca.
- e. Determinación de puntos de muestreo ambiental (suelo, aire, agua y suelo agrícola) y de alimentos.
- f. Prueba piloto de colecta de muestras ambientales y de alimentos (las mismas que se recogieron en el estudio) en cada una de las cuencas de estudio.

En el proceso de ejecución del estudio, no se ingresó a 03 de las comunidades seleccionadas por motivos de accesibilidad o por la falta de autorización local, y se realizó el cambio de la comunidad, previa coordinación con los asesores y los representantes de las comunidades, por otras comunidades que cumplían los mismos criterios de selección.

Para efectos de esta investigación, la unidad de muestreo es la familia. Para la selección de unidades de muestreo se elaboró el listado de familias en cada una de las Comunidades de las cuatro cuencas incluidas en el estudio en el momento en que los investigadores comunicaban sobre las características del estudio y solicitaban el Consentimiento Comunitario obtenido de la autoridad de la comunidad (aprobación de los líderes de las comunidades nativas (**Apus**) tanto para el ingreso como para la evaluación de sus pobladores, consignada con la firma del Consentimiento Comunitario Informado General con Autoridades).

La selección de las familias de la muestra se realizó en forma aleatoria, asignando un número a cada una de las familias, para luego generar tantos números aleatorios como número de familias se hayan establecido en la muestra. En cada familia seleccionada se evaluó la totalidad de los miembros que conforman la familia elegida. Para efectos de esta investigación fueron considerados como miembros de la familia padre, madre e hijos consanguíneos, hijos de otros compromisos, abuelos (maternos o paternos), tíos y sobrinos que compartan los mismos alimentos.

Todos los participantes debían cumplir el siguiente criterio de inclusión:

- Haber residido en las comunidades de las cuencas de los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto durante al menos 6 meses antes de la fecha de la inclusión en el estudio.
- Se obtuvo el consentimiento informado firmado de todos los participantes antes de su inclusión en el estudio.
 - Para participantes menores de 18 años, se obtuvo consentimiento de padres o tutores legales.
 - Niños de 6 meses a 2 años, 11 meses y 29 días con Consentimiento informado firmado por el padre y madre o tutor*, según corresponda para evaluación y dosaje de plomo en sangre.

- Habitantes mayores a 3 años y menores de 18 años con Consentimiento informado firmado por el padre y madre o tutor*, según corresponda.
- Habitantes mayores de 7 años y menores de 18 años con Asentimiento y Consentimiento Informado de padre y madre o tutor* según corresponda.

** El Consentimiento Informado fue firmado por ambos padres biológicos, salvo imposibilidad fehaciente (libertad suspendida o muerte de uno de los padres), o por la ausencia física de uno de los padres en el momento de la evaluación (viaje, enfermedad, divorcio o separación conyugal); la participación del tutor que firme el consentimiento para la evaluación de un menor, se realizara previa autorización y conocimiento de la autoridad de la comunidad indígena (Aou) y bajo responsabilidad del investigador principal.*

La ejecución del estudio de campo tuvo 02 fases:

La primera fase ejecutada del 9 de mayo al 10 de julio del 2016 donde se realizó la identificación de las familias y de los pobladores, a quienes se les aplicó una encuesta epidemiológica y se procedió a la toma de muestras de sangre y orina para la determinación de los niveles de metales (plomo en sangre y mercurio, cadmio, arsénico y bario en orina) y de aductos de ADN de Benzopireno.

La segunda fase del estudio se ejecutó del 11 de julio al 31 de agosto del 2016, fechas en las que se realizó muestreo de aire, agua de consumo humano, suelo, tierra agrícola y alimentos en las comunidades intervenidas y en viviendas de las familias evaluadas.

Análisis de laboratorio

La toma de muestras biológicas, contemplo las muestras de sangre para el análisis de plomo y aductos de benzo(a)pireno diol epóxido (BPDE) en ADN (BPDE-ADN) y las muestras de orina para el análisis de mercurio, cadmio, arsénico, bario y creatinina; la toma de muestras se realizó con medidas de bioseguridad y enmarcada en el procedimiento técnico PRT-CENSOPAS-010 "Colección, Conservación, Almacenamiento, Transporte y Recepción de muestras biológicas para determinación de metales pesados"

El envío de muestras biológicas y ambientales de la región Loreto a Lima, se realizó en cadena de frío, por vía fluvial, terrestre y aérea en el marco del procedimiento técnico PRT-CENSOPAS-010 "Colección, Conservación, Almacenamiento, Transporte y Recepción de muestras biológicas para determinación de metales pesados" así mismo fue con el acompañamiento de un representante designado por las comunidades indígenas.

El análisis de las muestras biológicas se realizó en los laboratorios del Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud (CENSOPAS), utilizando los siguientes métodos:

ENSAYO	METODO DE ANALISIS
Plomo en Sangre	MTA/MB-011/R92 Determinación de Plomo en Sangre – Método de Cámara de Grafito Espectrofotometría de Absorción Atómica
Mercurio en Orina	MET-CENSOPAS-002 Determinación de Mercurio en Orina por Vapor Frío – Inyección de Flujo
Arsénico en Orina	MET-CENSOPAS-005 ed. 2: Determinación de Arsénico Total en orina por Digestión Microondas / Generación de Hidruros / Absorción Atómica
Cadmio en Orina	MET – CENSOPAS – 006 - Determinación de Cadmio en orina por espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito
Bario en Orina	CDC - 3018.3 (15 element panel) and 3018A.2 (total arsenic)

El análisis de aductos de benzo(a)pireno diol epóxido (BPDE) en ADN (BPDE-ADN) se realizó con método que se basa en una Elisa indirecta en placas especiales de alta afinidad por el ADN el Límite de Cuantificación de Método (LCM) considerado fue (0.7791571 ng BPDE-ADN/ml).

En lo que respecta a las muestras Ambientales y de alimentos en un laboratorio externo certificado aplicando los métodos:

Los valores de Metales Pesados considerados como Límites de Referencia (LR) para el estudio fueron:

- Niveles de plomo en sangre: límites de referencia (LR) (Ministerio de Salud. 2017. Guía Práctica para el Manejo de Pacientes con Intoxicación por Plomo. Lima)
 - En niños (menor de 12 años) y gestantes:
 - Menor a los LR: <10 µg Pb/dL;
 - En el LR: = 10 µg Pb/dL
 - Mayor a los LR >10 µg Pb/dL
 - Población (a partir de 12 años):
 - Menor a los LR: < 20 µg Pb/dl
 - En el LR: = 20 µg Pb/dL
 - Mayor a los LR: > 20 µg Pb/dL
- Para la descripción de los niveles de cadmio, arsénico, mercurio y bario, se consideró a las poblaciones en 02 grupos: menores de 12 años y población de 12 años a más.
- Niveles de cadmio en orina: (Ministerio de Salud. 2013- Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de la Intoxicación por Cadmio. Lima)
 - Menor a los LR < 2 µg Cd/g Creatinina
 - En el LR: = 2 µg Cd/g Creatinina.
 - Mayor a los LR > 2 µg Cd/g Creatina
- Niveles de arsénico en orina: (Ministerio de Salud. 2011 -Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de la Intoxicación por Arsénico. Lima)
 - Menor a los LR: < 20 µg As/g Creatinina.
 - En el LR: = 20 µg As/g Creatinina
 - Mayor a los LR > 20 µg As/g Creatinina
- Niveles de mercurio en orina: (Ministerio de Salud. 2013 guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de la Intoxicación por Mercurio. Lima)
 - Menor a los LR: < 5 µg Hg Creatinina

- En el LR: = 5 µg Hg Creatinina
- Mayor a los LR > 5 µg Hg Creatinina
- Niveles de bario en orina: (MR Repetto y M Repetto. Tabla de concentraciones de xenobióticos en fluidos biológicos humanos como referencia para el diagnóstico toxicológico (versión 2015). En: "Ampliación de Toxicología de Postgrado 15", M. Repetto (ed.). CD-ROM. Ilustre Colegio Oficial de Químicos. Sevilla, 2015.)
 - En el LR: 0 - 6 µg g/L
 - Mayor a los LR > 6 µg g/L;

Los valores de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) fueron empleados para comparar los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras ambientales. (Tabla 3 y Tabla 4)

Tabla 3. Estándares de Calidad Ambiental para muestras de agua

Parámetro (mg/L)	NORMAS	
	DS 004-2017-MINAM	DS 031-2010-SA
As	0.01	0.01
Cd	0.003	0.003
Hg	0.001	0.001
Ba	0.7	0.7
Pb	0.01	0.01

INS-CENSOPAS 2018

Tabla 4. Estándares de Calidad Ambiental para muestras de suelo

Parámetro (mg/kg)	DS 002-2013-MINAM		
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/Parques	Suelo Comercial/Industrial/Extractivos
As total	50	50	140
Cd total	1.4	10	22
Hg total	6.6	6.6	24
Ba total	750	500	2000
Pb total	70	140	1200

INS-CENSOPAS 2018

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de variables demográficas, epidemiológicas de la población evaluada, describiendo características de cuenca, comunidad, etnia, sexo, características de vivienda, tipo de exposición a posibles fuentes de riesgo de exposición;

Examinamos la distribución de los niveles de metales en sangre y en orina entre la población de estudio. Como los niveles de metales entre los participantes del estudio no siguieron una distribución normal, se compararon los niveles medios de metales según las características demográficas mediante pruebas no paramétricas (la prueba de la suma de rangos de Wilcoxon para variables con dos categorías y la prueba de Kruskal-Wallis para variables con más de dos categorías).

La correlación entre los niveles de metales se probó utilizando el coeficiente de correlación de rango de Spearman. Los niveles de metales se transformaron

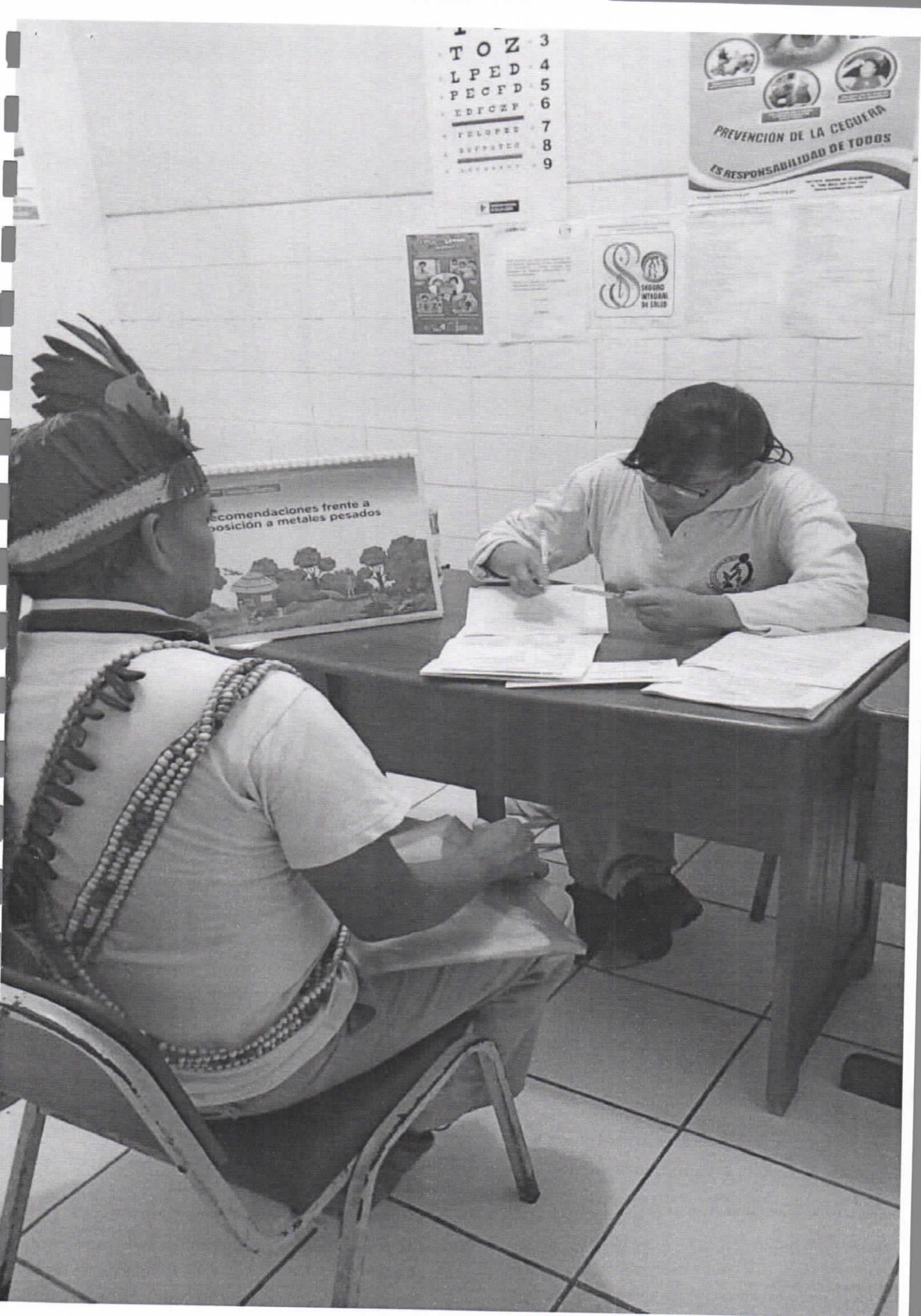
logarítmicamente para aproximarse a la distribución normal. Utilizamos modelos de regresión lineal ajustados por edad y sexo para estudiar la asociación entre las variables sociodemográficas y las exposiciones ambientales auto-reportadas y los niveles de metales y aductos de ADN en muestras biológicas.

Las variables asociadas con los niveles de cada metal pesado en los análisis básicos (ajustados por edad y sexo) se consideraron para los análisis de regresión lineal múltiple. En el modelo final de regresión lineal múltiple, incluimos todas las variables que tenían un interés *a priori* y / o las que estaban asociadas independientemente con los niveles de metales en los análisis multivariados. 97 (8.3% de los participantes no tenían datos (missing) para variables básicas y fueron excluidos de análisis.

Para el caso del Plomo en sangre, describimos los valores de la población entre los 6 y 35 meses de edad, misma que incluimos en el análisis de población menor a 12 años por manejar los mismos valores de referencia del metal, de la misma manera se hace el análisis de la población con 12 años o más; para describir los niveles de los otros metales pesados y los marcadores de exposición a hidrocarburos nuestra descripción se centrara en 02 grupos poblacionales: menores de 12 años y de 12 años a más.

Para muestras ambientales, calculamos las medias y medianas de metales y el porcentaje de muestras con valores de metales por encima los valores de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) incluidos en el DS 004-2017-MINAM, DS 031-2010-SA y en el DS 002-2013-MINAM.

Para el procesamiento de los datos se elaboró la base de datos utilizando el software EPIDAT 3.1 y para el análisis se utilizó el software estadístico STATA V15.



1 T O Z 3
2 L P E D 4
3 P E C F D 5
4 E D I C Z F 6
5 F E L O P E S 7
6 S U P P A T E S 8
7 Q U I J U A N O 9

PREVENCIÓN DE LA CEGUERA
ES RESPONSABILIDAD DE TODOS

S
SEGURO INTEGRAL DE SALUD

Recomendaciones frente a
exposición a metales pesados

4. RESULTADOS

4.1. Información Epidemiológica de la Población evaluada,

De la muestra total de familias calculadas (392) para el estudio, **391** familias accedieron a participar, de las cuales el mayor número de familias participantes correspondía a las **Cuencas del Pastaza (142)** y a la **Cuenca del Corrientes (138)**.

Las 391 familias participantes de las comunidades de las 4 cuencas, representaron 1168 habitantes, donde en mayor número se evaluaron 389 y 434 habitantes en la Cuenca del Pastaza y del río Corrientes respectivamente, con un promedio de miembros por familia en las comunidades visitadas en el Marañón de 3.1, Pastaza de 2.7, Tigre 3.1 y Corrientes 3.1; para un adecuado análisis la distribución etaria consideró a 2 grupos, la población menor de 12 años (820) y población mayor a 12 años (348). (Grafico 1, Tabla 5).

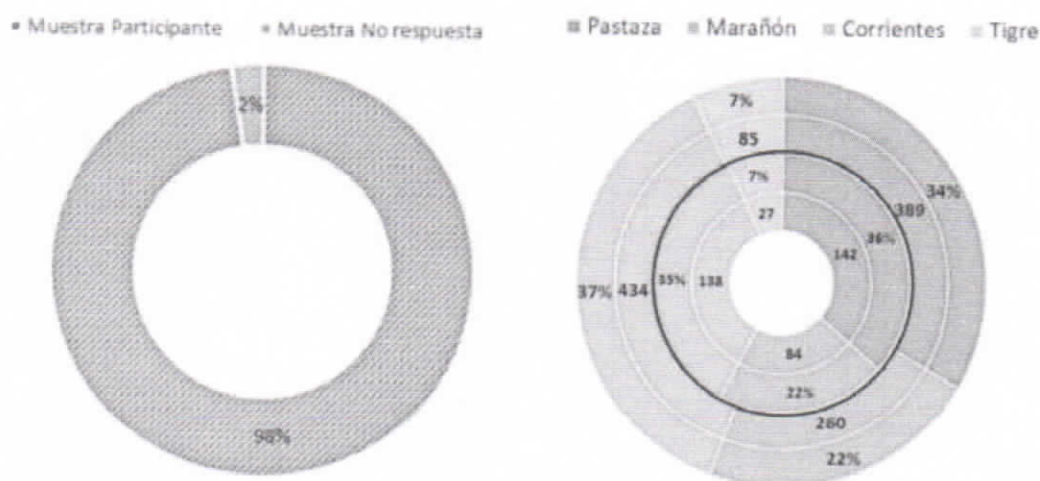


Grafico 1: Muestra Total de familias participantes en el Estudio "Niveles y factores de riesgo de exposición a metales pesados e hidrocarburos en los habitantes de las comunidades de las cuencas de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto- 2016"

Tabla 5: Muestra Total de familias y población, participantes por Cuenca - Loreto- 2016

Cuenca	Familia n=391	Habitantes n=1162(*)	Mayor o igual de 12 años n=815	Menores de 12 años n=347
Marañón	84	260	177	83
Pastaza	142	387	284	103
Tigre	27	85	62	23
Corrientes	138	430	292	138

*1168 personas respondieron la ficha; sin embargo, en 6 de ellas no se pudo precisar la edad

INS-CENSOPAS 2018

Se evaluaron 347 habitantes menores a 12 años, de los cuales 172 eran del sexo masculino y 175 del sexo femenino. En este grupo etario, el pueblo indígena con mayor participación fue el Achuar; en el grupo etario mayor o igual a 12 años se entrevistaron 815 habitantes, 384 varones y 431 mujeres, siendo el pueblo indígena Kichwa con 299 habitantes el más representativo, seguido de los Achuar con 282 habitantes (Tabla 6).

Tabla 6: Sexo y Pueblo Indígena de población participante de las Cuatro Cuencas, Loreto 2016

Características	Menor de 12 años		Mayor de 12 años	
	n= 347	(%)	n= 815	(%)
Sexo				
Masculino	172	49.6	384	47.1
Femenino	175	50.4	431	52.9
Pueblo Indígena				
Achuar	134	38.6	282	34.6
Quechua	11	3.2	19	2.3
Kichwa	111	32.0	299	36.7
Kukama	70	20.2	150	18.4
Urarina	6	1.7	18	2.2
Otro Pueblo	5	1.4	11	1.3
Mestizo	10	2.9	36	4.4

INS-CENSOPAS 2018

4.2. Niveles de Exposición a Metales Pesados

En la Tabla 7, se describen los diferentes niveles de concentración de metales pesados en la población total estudiada.

La concentración promedio de Plomo (Pb) en sangre es 7.5 µg/dL, encontrándose el mayor valor promedio en la cuenca del río Corrientes (10.4 µg/dL) y el valor individual de Pb más elevado es 44.7 µg/dL en la misma cuenca.

Respecto a Arsénico (As) en orina, la concentración promedio es 18.5 µg/g creatinina, encontrándose el mayor valor promedio en la cuenca del río Pastaza (22.1 µg/g creatinina). El valor individual más elevado de As es 255.2 µg/g creatinina en la cuenca del río Pastaza.

Para el Mercurio (Hg) en orina, la concentración promedio es 4.3 µg/g creatinina, encontrándose el mayor valor promedio en las cuencas de los ríos Marañón y Tigre (5.8 µg/g creatinina en ambos). El valor individual más elevado de Hg es de 34.0 µg/g creatinina en la cuenca del río Marañón.

El Cadmio (Cd) en orina de la población evaluada, la concentración promedio es 1.0 µg/g creatinina, encontrándose el mayor valor promedio en la cuenca del río Tigre (1.8 µg/g creatinina). El valor individual más elevado de Cd es 10.2 µg/g creatinina en la cuenca del río Corrientes.

Por último en relación al Bario (Ba) en orina, la concentración promedio es 3.4 µg/L, encontrándose el mayor valor promedio en la cuenca del río Marañón (4.0 µg/L) y el valor individual más elevado de Ba es 40.8 µg/L en la cuenca del río Corrientes.

Tabla 7: Concentración de plomo, arsénico, mercurio, cadmio y bario en la población de las Cuatro Cuencas, Loreto 2016

Metal	Cuenca	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	p valor
Plomo en sangre (µg/dL)	Marañón	237	3.9	3.6	2.9	1.0	33.1	0.0001
	Pastaza	357	6.5	5.2	5.1	1.0	44.0	
	Tigre	81	9.6	5.5	8.6	2.8	37.8	
	Corrientes	372	10.4	6.9	8.7	1.0	44.7	
	Total	1047**	7.5	6.2	5.8	1.0	44.7	
Arsénico en orina corregido por creatinina (µg/g creat)	Marañón	200	18.4	16.7	12.9	1.8	108.5	0.0734
	Pastaza	266	22.1	31.4	11.1	1.6	255.2	
	Tigre	66	13.3	10.6	10.0	1.4	48.1	
	Corrientes	292	16.7	16.8	10.9	1.4	122.8	
	Total	824	18.5	22.4	11.4	1.4	255.2	
Mercurio en orina corregido por creatinina (µg/g creat)	Marañón	200	5.8	5.7	4.1	0.4	34.0	0.0001
	Pastaza	266	4.2	3.7	3.0	0.4	22.3	
	Tigre	66	5.8	5.5	3.4	0.6	30.7	
	Corrientes	292	2.9	2.5	2.3	0.4	23.3	
	Total	824	4.3	4.3	2.9	0.4	34.0	
Cadmio en orina corregido por creatinina (µg/g creat)	Marañón	200	1.0	0.8	0.7	0.1	5.5	0.0001
	Pastaza	266	0.8	0.8	0.6	0.1	6.9	
	Tigre	66	1.8	1.7	1.2	0.3	8.3	
	Corrientes	292	1.1	1.1	0.8	0.1	10.2	
	Total	824	1.0	1.0	0.7	0.1	10.2	
Bario en orina (µg/dL)	Marañón	240	4.0	4.8	2.6	0.1	33.9	0.0023
	Pastaza	355	3.0	3.2	2.0	0.1	22.1	
	Tigre	82	2.3	2.1	1.7	0.1	10.5	
	Corrientes	361	3.6	4.8	2.3	0.1	40.8	
	Total	1038	3.4	4.2	2.2	0.1	40.8	

¹ Kruskal Wallis test. Existe significancia estadística en los cinco metales analizados a nivel de cada cuenca INS-CENSOPAS 2018

** la brecha corresponde a muestras no consideradas por ser insuficientes

Plomo en sangre

Niveles de plomo en sangre de niños de 6 meses a 35 meses de edad

Solo 22 niños de 6 meses a 35 meses de edad, fueron evaluados en las comunidades pertenecientes a las 04 cuencas, el valor mínimo encontrado ha sido de 1µg/dL de Pb en sangre y el único valor máximo fue de 16.9 µg/dL en la cuenca del río Corrientes; (Tabla 8); ningún niño menor a 36 meses fue dosado en la cuenca del río Tigre.

Tabla 8: Concentración de plomo en sangre en la población de 6 a 35 meses de edad en las Cuatro Cuencas, Loreto 2016

Cuenca	Concentración de plomo en sangre (µg Pb/dL sangre)					
	06 a 35 meses de edad					
	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	4	5.2	3.5	5.2	1.0	9.6
Pastaza	6	3.3	1.1	3.3	2.0	4.4
Tigre	0	0	0	0	0	0
Corrientes	12	7.5	4.5	5.9	3.3	16.9
Total	22	5.9	4.0	4.7	1.0	16.9

El dosaje en esta población se evalúa de manera conjunta con la población infantil menor a 12 años; por lo que para un mejor análisis los 22 menores de 36 meses se incluyen en el análisis de toda la población menor de 12 años.

Plomo en sangre de población evaluada

Los valores de referencia establecidos para población infantil menor de 12 años es de 10 μ g/dL de Pb en sangre, por lo que la descripción de los resultados incluye los niños de 03 a 35 meses (Tabla 9), la concentración promedio de plomo en sangre es 7.0 μ g/dL. El mayor valor individual encontrado (44.0 μ g/dL) corresponde a un habitante de la cuenca del río Pastaza (comunidad Alianza Topal).

Tabla 9: Concentración de plomo en sangre en población de las Cuatro Cuenas según características seleccionadas, Loreto 2016

Característica	Concentración de plomo en sangre (μ g Pb/dL sangre)											
	Menores de 12 años						De 12 años a más					
Sexo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Hombre	152	8.8	7.3	6.7	1.0	44.0	347	9.8	6.7	6.2	1.0	44.7
Mujer	157	5.4	4.6	4.1	1.0	29.4	391	5.9	4.8	4.4	1.0	31.0
Cuenca	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	70	3.7	4.9	2.4	1.0	33.1	167	4.0	2.9	3.1	1.0	14.9
Pastaza	95	5.6	5.5	3.8	1.0	44.0	262	6.8	5.0	5.5	1.0	31.2
Tigre	21	7.4	4.2	6.9	2.8	20.2	60	10.4	5.7	9.5	3.1	37.8
Corrientes	123	9.9	6.6	8.0	1.0	31.8	249	10.7	7.0	9.1	1.0	44.7
Pueblo indígena	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Achuar	120	9.8	6.4	8.0	1.0	31.8	242	10.8	6.9	9.3	1.0	44.7
Quechua y Kichwa	111	5.8	5.5	3.8	1.0	44.0	300	7.6	5.5	6.3	1.0	37.8
Kukama	59	3.4	4.9	2.4	1.0	33.1	142	3.9	2.9	3.1	1.0	14.9
Mestizo y otros pueblos	19	7.5	6.6	4.2	1.0	22.3	54	4.9	3.9	3.4	1.0	16.9
Grupo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Grupo 1	196	6.7	5.8	4.6	1.0	44.0	489	7.3	6.0	5.5	1.0	37.8
Grupo 2	45	11.7	6.9	10.1	2.9	29.4	99	11.6	6.3	10.7	1.0	44.7
Grupo 3	68	4.7	5.5	3.1	1.0	31.8	150	6.7	5.3	5.4	1.0	31.0
Muestra total	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Total	309	7.0	6.3	4.8	1.0	44.0	738	7.8	6.1	6.3	1.0	44.7

INS-CENSOPAS 2018

El 20.1% (62) de la población menor de 12 años (Tabla 10) presenta valores de plomo en sangre por encima del valor referencial (VR), encontrándose en esta población que el mayor porcentaje de personas con valores de plomo en sangre superiores al VR corresponde a la cuenca del río Corrientes (33.3%) y al pueblo indígena Achuar (32.5%).

En la población mayor o igual de 12 años, la concentración promedio de plomo en sangre es 7.8 μ g/dL. El mayor valor individual encontrado (44.7 μ g/dL) corresponde a un habitante de la comunidad Belén de Plantanoyacu (río Corrientes). El 4.3% (32) de la población mayor de 12 años presenta valores de plomo en sangre por encima del VR, encontrándose en esta población que el mayor porcentaje de personas con valores de plomo en sangre superiores al VR también corresponde a la cuenca del río Corrientes (10.0%) y al pueblo indígena Achuar (9.9%). (Tabla 9 y 10)

Tabla 10: Distribución de la población de las cuatro cuencas según concentración de plomo en sangre y características seleccionadas, Loreto 2016

Característica	Concentración de plomo en sangre											
	Menores de 12 años						De 12 años a más					
	<10 ug/dL		≥10 ug/dL		Total		<20 ug/dL		≥20 ug/dL		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sexo												
Hombre	110	72.4	42	27.6	152	100.0	320	92.2	27	7.8	347	100.0
Mujer	137	87.3	20	12.7	157	100.0	386	98.7	5	1.3	391	100.0
Total	247	79.9	62	20.1	309	100.0	706	95.7	32	4.3	738	100.0
Cuenca												
Marañón	65	92.9	5	7.1	70	100.0	167	100.0	0	0.0	167	100.0
Pastaza	83	87.4	12	12.6	95	100.0	257	98.1	5	1.9	262	100.0
Tigre	17	81.0	4	19.0	21	100.0	58	96.7	2	3.3	60	100.0
Corrientes	82	66.7	41	33.3	123	100.0	224	90.0	25	10.0	249	100.0
Total	247	79.9	62	20.1	309	100.0	706	95.7	32	4.3	738	100.0
Pueblo indígena												
Achuar	81	67.5	39	32.5	120	100.0	218	90.1	24	9.9	242	100.0
Quechua y Kichwa	95	85.6	16	14.4	111	100.0	292	97.3	8	2.7	300	100.0
Kukama	56	94.9	3	5.1	59	100.0	142	100.0	0	0.0	142	100.0
Mestizo y otros pueblos	15	78.9	4	21.1	19	100.0	54	100.0	0	0.0	54	100.0
Total	247	79.9	62	20.1	309	100.0	706	95.7	32	4.3	738	100.0
Grupo												
Grupo 1	162	82.7	34	17.3	196	100.0	469	95.9	20	4.1	489	100.0
Grupo 2	23	51.1	22	48.9	45	100.0	92	92.9	7	7.1	99	100.0
Grupo 3	62	91.2	6	8.8	68	100.0	145	96.7	5	3.3	150	100.0
Total	247	79.9	62	20.1	309	100.0	706	95.7	32	4.3	738	100.0

INS-CENSOPAS 2018

Arsénico en orina de población evaluada

En la población menor de 12 años (Tabla 11), la concentración promedio de arsénico en orina es 27.7 µg/g creatinina. El mayor valor individual encontrado (255.2 µg/g creatinina) corresponde a un habitante de la comunidad Titiyacu (río Pastaza). A nivel de cuenca, las concentraciones promedio de arsénico en orina que superan el valor de referencia (VR=20 µg/g creatinina) se encuentran en el río Pastaza (41.5 µg/g creatinina) y en el río Corrientes (24.4 µg/g creatinina).

Tabla 11: Concentración de arsénico en orina en población de las Cuatro Cuencas según características seleccionadas, Loreto 2016

Característica	Concentración de arsénico en orina ($\mu\text{g As/g creatinina en orina}$)											
	Menores de 12 años						De 12 años a más					
	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Sexo												
Hombre	111	31.0	33.6	22.9	2.6	235.6	263	13.7	12.7	9.8	1.6	108.5
Mujer	119	24.7	31.9	15.1	1.9	255.2	331	16.0	17.1	10.7	1.4	143.7
Cuenca												
Marañón	55	19.3	14.3	16.8	1.9	68.5	145	18.0	17.5	12.5	1.8	108.5
Pastaza	68	41.5	49.6	25.2	2.6	255.2	198	15.4	17.8	9.9	1.6	143.7
Tigre	15	16.3	10.1	15.3	3.0	35.0	51	12.4	10.7	9.1	1.4	48.1
Corrientes	92	24.4	23.4	15.8	2.5	122.8	200	13.1	11.0	9.8	1.4	66.4
Pueblo indígena												
Achuar	91	29.6	40.2	15.8	2.5	255.2	195	12.5	11.5	8.8	1.4	70.8
Quechua y Kichwa	79	31.6	32.4	23.8	2.6	168.1	231	14.7	16.5	9.8	1.4	143.7
Kukama	46	19.4	14.2	17.6	1.9	68.5	122	18.4	18.6	12.7	1.8	108.5
Mestizo y otros pueblos	14	21.2	19.5	15.3	4.0	78.5	46	18.1	11.1	13.0	3.5	45.6
Grupo												
Grupo 1	149	31.3	37.8	22.1	1.9	255.2	411	15.6	15.4	10.7	1.4	108.5
Grupo 2	33	24.2	24.7	12.7	2.6	122.8	66	10.9	9.3	7.9	2.2	44.3
Grupo 3	48	19.0	14.5	16.6	2.6	71.1	117	15.3	17.3	10.5	1.7	143.7
Muestra total												
Total	230	27.7	32.8	18.9	1.9	255.2	594	15.0	15.3	10.3	1.4	143.7

INS-CENSOPAS 2018

El 47.8% (110) de la población menor de 12 años (Tabla 12) presenta valores de arsénico en orina por encima del VR, encontrándose en esta población que el mayor porcentaje de personas con valores de arsénico en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Pastaza (58.8%) y a los pueblos indígenas Quechua y Kichwa (55.7%).

En la población mayor de 12 años, la concentración promedio de arsénico en orina es $15.0 \mu\text{g/g creatinina}$. El mayor valor individual encontrado ($143.7 \mu\text{g/g creatinina}$) corresponde a un habitante de la comunidad Nueva Unión (río Pastaza). El 22.7% (135) de la población mayor de 12 años presenta valores de arsénico en orina por encima del VR, encontrándose en esta población que el mayor porcentaje de personas con valores de arsénico en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Marañón (31.7%), y a los mestizos y otros pueblos indígenas (34.8%). (Tabla 11 y 12)

Tabla 12: Distribución de la población de las cuatro cuencas según concentración de arsénico en orina y características seleccionadas, Loreto 2016

Característica	Concentración de arsénico en orina											
	Menores de 12 años					De 12 años a más						
	<20 ug/g creat		≥20 ug/g creat		Total	<20 ug/g creat		≥20 ug/g creat		Total		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Sexo												
Hombre	49	44.1	62	55.9	111	100.0	212	80.6	51	19.4	263	100.0
Mujer	71	59.7	48	40.3	119	100.0	247	74.6	84	25.4	331	100.0
Total	120	52.2	110	47.8	230	100.0	459	77.3	135	22.7	594	100.0
Cuenca												
Marañón	32	58.2	23	41.8	55	100.0	99	68.3	46	31.7	145	100.0
Pastaza	28	41.2	40	58.8	68	100.0	154	77.8	44	22.2	198	100.0
Tigre	10	66.7	5	33.3	15	100.0	41	80.4	10	19.6	51	100.0
Corrientes	50	54.3	42	45.7	92	100.0	165	82.5	35	17.5	200	100.0
Total	120	52.2	110	47.8	230	100.0	459	77.3	135	22.7	594	100.0
Pueblo indígena												
Achuar	50	54.9	41	45.1	91	100.0	166	85.1	29	14.9	195	100.0
Quechua y Kichwa	35	44.3	44	55.7	79	100.0	180	77.9	51	22.1	231	100.0
Kukama	27	58.7	19	41.3	46	100.0	83	68.0	39	32.0	122	100.0
Mestizo y otros pueblos	8	57.1	6	42.9	14	100.0	30	65.2	16	34.8	46	100.0
Total	120	52.2	110	47.8	230	100.0	459	77.3	135	22.7	594	100.0
Grupo												
Grupo 1	73	49.0	76	51.0	149	100.0	316	76.9	95	23.1	411	100.0
Grupo 2	19	57.6	14	42.4	33	100.0	57	86.4	9	13.6	66	100.0
Grupo 3	28	58.3	20	41.7	48	100.0	86	73.5	31	26.5	117	100.0
Total	120	52.2	110	47.8	230	100.0	459	77.3	135	22.7	594	100.0

INS-CENSOPAS 2018

Mercurio en orina

En la población menor de 12 años (Tabla 13), la concentración promedio de mercurio en orina es 4.1 µg/g creatinina. El mayor valor individual encontrado (30.7 µg/g creatinina) corresponde a un habitante de la comunidad 12 de Octubre (río Tigre). La concentración promedio de mercurio en orina que supera el valor de referencia (VR=5 µg/g creatinina) se encuentra en el río Tigre (6.9 µg/g creatinina).

Tabla 13: Concentración de mercurio en orina en población de las Cuatro Cuencas según características seleccionadas, Loreto 2016

Característica	Concentración de mercurio en orina (µg Hg/g creatinina en orina)											
	Menores de 12 años						De 12 años a más					
	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Sexo												
Hombre	111	3.9	4.1	2.9	0.4	30.7	263	4.3	4.8	2.8	0.4	34.0
Mujer	119	4.3	3.6	2.8	0.6	21.5	331	4.4	4.1	3.1	0.4	32.6
Cuenca												
Marañón	55	4.2	3.1	3.4	0.4	14.0	145	6.4	6.3	4.6	0.5	34.0
Pastaza	68	4.6	3.6	3.1	0.7	17.7	198	4.1	3.8	3.0	0.4	22.3
Tigre	15	6.9	8.5	2.9	1.0	30.7	51	5.5	4.2	4.1	0.6	16.4
Corrientes	92	3.2	3.0	2.4	0.6	23.3	200	2.8	2.3	2.3	0.4	14.2
Pueblo indígena												
Achuar	91	3.2	3.0	2.3	0.6	23.3	195	2.8	2.2	2.3	0.4	14.2
Quechua y Kichwa	79	5.3	5.1	3.3	0.7	30.7	231	4.6	4.0	3.4	0.4	22.3
Kukama	46	4.1	2.9	3.2	0.4	12.2	122	6.3	6.0	4.8	0.5	34.0
Mestizo y otros pueblos	14	3.2	1.6	3.1	1.1	6.2	46	4.7	6.1	2.9	0.5	33.7
Grupo												
Grupo 1	149	3.5	3.5	2.6	0.4	30.7	411	4.4	4.8	2.9	0.4	34.0
Grupo 2	33	4.8	5.1	3.4	0.9	23.3	66	3.4	2.6	2.6	0.6	13.0
Grupo 3	48	5.2	3.8	4.2	1.2	17.7	117	4.9	4.0	3.6	1.1	20.3
Muestra total												
Total	230	4.1	3.9	2.9	0.4	30.7	594	4.4	4.4	2.9	0.4	34.0

INS-CENSOPAS 2018

El 24.8% (57) de la población menor de 12 años (Tabla 14) presenta valores de mercurio en orina por encima del VR (5 µg/g creatinina), encontrándose en esta población que el mayor porcentaje de personas con valores de mercurio en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Pastaza (36.8%) y a los pueblos indígenas Quechua y Kichwa (39.2%).

En la población mayor de 12 años, la concentración promedio de mercurio en orina es 4.4 µg/g creatinina. El mayor valor individual encontrado (34.0 µg/g creatinina) corresponde a un habitante de la comunidad Cuninico (río Marañón). A nivel de cuenca, las concentraciones promedio de mercurio en orina que superan el valor de referencia (VR=5 µg/g creatinina) se encuentran en el río Marañón (6.4 µg/g creatinina) y en el río Tigre (5.5 µg/g creatinina). Asimismo, el 27.6% (164) de la población mayor de 12 años presenta valores de mercurio en orina por encima del VR, encontrándose en esta población que el mayor porcentaje de personas con valores de mercurio en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Marañón (46.7%) y al pueblo indígena Kukama (48.4%). (Tabla 13 y 14)

Tabla 14: Distribución de la población de las cuatro cuencas según concentración de mercurio en orina y características seleccionadas, Loreto 2016

Característica	Concentración de mercurio en orina											
	Menores de 12 años					De 12 años a más						
	<5 ug/g creat		≥5 ug/g creat		Total	<5 ug/g creat		≥5 ug/g creat		Total		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Sexo												
Hombre	86	77.5	25	22.5	111	100.0	194	73.8	69	26.2	263	100.0
Mujer	87	73.1	32	26.9	119	100.0	236	71.3	95	28.7	331	100.0
Total	173	75.2	57	24.8	230	100.0	430	72.4	164	27.6	594	100.0
Cuenca												
Marañón	40	72.7	15	27.3	55	100.0	78	53.8	67	46.2	145	100.0
Pastaza	43	63.2	25	36.8	68	100.0	146	73.7	52	26.3	198	100.0
Tigre	10	66.7	5	33.3	15	100.0	29	56.9	22	43.1	51	100.0
Corrientes	80	87.0	12	13.0	92	100.0	177	88.5	23	11.5	200	100.0
Total	173	75.2	57	24.8	230	100.0	430	72.4	164	27.6	594	100.0
Pueblo indígena												
Achuar	79	86.8	12	13.2	91	100.0	174	89.2	21	10.8	195	100.0
Quechua y Kichwa	48	60.8	31	39.2	79	100.0	159	68.8	72	31.2	231	100.0
Kukama	34	73.9	12	26.1	46	100.0	63	51.6	59	48.4	122	100.0
Mestizo y otros pueblos	12	85.7	2	14.3	14	100.0	34	73.9	12	26.1	46	100.0
Total	173	75.2	57	24.8	230	100.0	430	72.4	164	27.6	594	100.0
Grupo												
Grupo 1	120	80.5	29.0	19.5	149	100.0	302	73.5	109	26.5	411	100.0
Grupo 2	25	75.8	8.0	24.2	33	100.0	53	80.3	13	19.7	66	100.0
Grupo 3	28	58.3	20.0	41.7	48	100.0	75	64.1	42	35.9	117	100.0
Total	173	75.2	57	24.8	230	100.0	430	72.4	164	27.6	594	100.0

INS-CENSOPAS 2018

Cadmio en orina

En la población menor de 12 años (Tabla 15), la concentración promedio de cadmio en orina es 0.8 µg/g creatinina. El mayor valor individual encontrado (6.3 µg/g creatinina) corresponde a un habitante de la comunidad Nueva Jerusalén (río Corrientes). Tanto a nivel de cuenca como a nivel de comunidad, las concentraciones promedio de cadmio en orina no superan el valor de referencia (VR=2 µg/g creatinina).

Tabla 15: Concentración de cadmio en orina en población de las Cuatro Cuencas según características seleccionadas, Loreto 2016

Característica	Concentración de cadmio en orina ($\mu\text{g Cd/g creatinina}$ en orina)											
	Menores de 12 años						De 12 años a más					
	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Sexo												
Hombre	111	0.7	0.5	0.6	0.1	3.6	263	1.0	0.9	0.7	0.1	6.2
Mujer	119	0.8	0.8	0.6	0.1	6.3	331	1.2	1.3	0.8	0.1	10.2
Cuenca												
Marañón	55	0.6	0.4	0.5	0.1	2.7	145	1.1	0.9	0.9	0.1	5.5
Pastaza	68	0.7	0.7	0.5	0.1	4.9	198	0.9	0.8	0.6	0.1	6.9
Tigre	15	0.8	0.4	0.6	0.4	1.7	51	2.0	1.9	1.4	0.3	8.3
Corrientes	92	0.9	0.7	0.7	0.1	6.3	200	1.2	1.2	0.8	0.1	10.2
Pueblo indígena												
Achuar	91	0.9	0.7	0.7	0.2	6.3	195	1.2	1.2	0.8	0.1	10.2
Quechua y Kichwa	79	0.7	0.7	0.6	0.1	4.9	231	1.1	1.2	0.7	0.1	8.3
Kukama	46	0.6	0.4	0.5	0.1	2.7	122	1.1	0.9	0.9	0.1	5.5
Mestizo y otros pueblos	14	0.5	0.3	0.5	0.1	1.0	46	1.2	1.0	1.0	0.3	5.8
Grupo												
Grupo 1	149	0.8	0.8	0.6	0.1	6.3	411	1.2	1.1	0.8	0.1	7.9
Grupo 2	33	0.9	0.4	0.7	0.1	1.9	66	1.4	1.8	0.8	0.2	10.2
Grupo 3	48	0.6	0.3	0.5	0.1	1.5	117	1.0	0.7	0.7	0.1	4.0
Muestra total												
Total	230	0.8	0.7	0.6	0.1	6.3	594	1.1	1.1	0.8	0.1	10.2

INS-CENSOPAS 2018

Sin embargo, el 2.6% (6) de la población menor de 12 años (Tabla 16) presenta valores de cadmio en orina por encima del VR, encontrándose en esta población que el mayor porcentaje de personas con valores de cadmio en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Corrientes y el pueblo indígena Achuar (3.3% en ambos).

En la población mayor de 12 años, la concentración promedio de cadmio en orina es 1.1 $\mu\text{g/g}$ creatinina. El mayor valor individual encontrado (10.2 $\mu\text{g/g}$ creatinina) corresponde a un habitante de la comunidad Peruanito (río Corrientes). El 12.8% (76) de la población mayor de 12 años presenta valores de cadmio en orina por encima del VR, encontrándose en esta población que el mayor porcentaje de personas con valores de cadmio en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Tigre (31.4%), a mestizo y otros pueblos (15.2%). (Tabla 15 y 16)

Tabla 16: Distribución de la población de las cuatro cuencas según concentración de cadmio en orina y características seleccionadas, Loreto 2016

Característica	Concentración de cadmio en orina											
	Menores de 12 años						De 12 años a más					
	<2 ug/g creat		>=2 ug/g creat		Total		<2 ug/g creat		>=2 ug/g creat		Total	
Sexo	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hombre	109	98.2	2	1.8	111	100.0	236	89.7	27	10.3	263	100.0
Mujer	115	96.6	4	3.4	119	100.0	282	85.2	49	14.8	331	100.0
Total	224	97.4	6	2.6	230	100.0	518	87.2	76	12.8	594	100.0
Cuenca	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Marañón	54	98.2	1	1.8	55	100.0	129	89.0	16	11.0	145	100.0
Pastaza	66	97.1	2	2.9	68	100.0	181	91.4	17	8.6	198	100.0
Tigre	15	100.0	0	0.0	15	100.0	35	68.6	16	31.4	51	100.0
Corrientes	89	96.7	3	3.3	92	100.0	173	86.5	27	13.5	200	100.0
Total	224	97.4	6	2.6	230	100.0	518	87.2	76	12.8	594	100.0
Pueblo indígena	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Achuar	88	96.7	3	3.3	91	100.0	170	87.2	25	12.8	195	100.0
Quechua y Kichwa	77	97.5	2	2.5	79	100.0	200	86.6	31	13.4	231	100.0
Kukama	45	97.8	1	2.2	46	100.0	109	89.3	13	10.7	122	100.0
Mestizo y otros pueblos	14	100.0	0	0.0	14	100.0	39	84.8	7	15.2	46	100.0
Total	224	97.4	6	2.6	230	100.0	518	87.2	76	12.8	594	100.0
Grupo	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Grupo 1	143	96.0	6.0	4.0	149	100.0	356	86.6	55	13.4	411	100.0
Grupo 2	33	100.0	0.0	0.0	33	100.0	56	84.8	10	15.2	66	100.0
Grupo 3	48	100.0	0.0	0.0	48	100.0	106	90.6	11	9.4	117	100.0
Total	224	97.4	6	2.6	230	100.0	518	87.2	76	12.8	594	100.0

INS-CENSOPAS 2018

Bario en orina

En la población menor de 12 años (Tabla 17), la concentración promedio de bario en orina es 3.6 µg/L. El mayor valor individual encontrado (40.6 µg/dL) corresponde a un habitante de la comunidad Villa Trompeteros (río Corrientes). A nivel de cuenca, la concentración promedio de bario en orina no supera el valor referencial (VR=6 µg/L). Asimismo, el 16.7% (51) de la población menor de 12 años (Tabla 18) presenta valores de bario en orina por encima del VR, encontrándose en esta población que el mayor porcentaje de personas con valores de bario en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Pastaza (20.4%), y a mestizos y otros pueblos indígenas (28.6%).

En la población mayor de 12 años, la concentración promedio de bario en orina es 3.2 µg/L. El mayor valor individual encontrado (40.8 µg/dL) corresponde a un habitante de la comunidad Nueva Vida (río Corrientes). El 11.6% (85) de la población mayor de 12 años presenta valores de bario en orina por encima del VR (6 µg/L), encontrándose en esta población que el mayor porcentaje de personas con valores de bario en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Marañón (15.5%), y el pueblo indígena Kukama (14.7%). (Tabla 17 y 18)

Tabla 17: Concentración de bario en orina en población de las Cuatro Cuencas según características seleccionadas, Loreto 2016

Característica	Concentración de bario en orina ($\mu\text{g Ba/L}$ orina)											
	Menores de 12 años						De 12 años a más					
	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Sexo												
Hombre	147	3.1	2.7	2.4	0.1	14.4	347	2.9	3.9	1.9	0.1	40.8
Mujer	159	4.1	4.8	2.7	0.1	40.6	385	3.5	4.5	2.1	0.1	33.3
Cuenca												
Marañón	72	4.1	3.2	3.9	0.1	14.9	168	3.9	5.4	2.2	0.1	33.9
Pastaza	98	3.6	3.5	2.3	0.1	19.1	257	2.7	3.0	1.9	0.1	22.1
Tigre	22	2.0	1.4	1.8	0.1	5.4	60	2.4	2.3	1.6	0.1	10.5
Corrientes	114	3.8	4.9	2.6	0.1	40.6	247	3.5	4.7	2.2	0.1	40.8
Pueblo indígena												
Achuar	110	3.5	4.5	2.6	0.1	40.6	241	3.5	4.7	2.2	0.1	40.8
Quechua y Kichwa	115	3.2	3.3	2.2	0.1	19.1	295	2.7	3.0	1.9	0.1	22.1
Kukama	60	4.2	3.2	4.1	0.1	14.9	143	3.9	5.3	2.1	0.1	33.9
Mestizo y otros pueblos	21	5.0	5.5	3.3	0.4	20.0	53	3.6	4.6	2.5	0.1	29.1
Grupo												
Grupo 1	193	3.8	4.3	2.7	0.1	40.6	484	3.1	4.1	2.0	0.1	33.9
Grupo 2	42	3.2	3.2	2.1	0.3	16.4	98	3.0	3.3	1.9	0.2	18.7
Grupo 3	71	3.5	3.5	2.1	0.1	16.5	150	3.7	5.2	2.3	0.1	40.8
Muestra total												
Total	306	3.6	4.0	2.6	0.1	40.6	732	3.2	4.2	2.0	0.1	40.8

INS-CENSOPAS 2018

Tabla 18: Distribución de la población de las cuatro cuencas según concentración de bario en orina y características seleccionadas, Loreto 2016

Característica	Concentración de bario en orina											
	Menores de 12 años						De 12 años a más					
	<6 $\mu\text{g/L}$		≥ 6 $\mu\text{g/L}$		Total		<6 $\mu\text{g/L}$		≥ 6 $\mu\text{g/L}$		Total	
Sexo	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hombre	127	86.4	20	13.6	147	100.0	311	89.6	36	10.4	347	100.0
Mujer	128	80.5	31	19.5	159	100.0	336	87.3	49	12.7	385	100.0
Total	255	83.3	51	16.7	306	100.0	647	88.4	85	11.6	732	100.0
Cuenca	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Marañón	58	80.6	14	19.4	72	100.0	142	84.5	26	15.5	168	100.0
Pastaza	78	79.6	20	20.4	98	100.0	232	90.3	25	9.7	257	100.0
Tigre	22	100.0	0	0.0	22	100.0	54	90.0	6	10.0	60	100.0
Corrientes	97	85.1	17	14.9	114	100.0	219	88.7	28	11.3	247	100.0
Total	255	83.3	51	16.7	306	100.0	647	88.4	85	11.6	732	100.0
Pueblo indígena	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Achuar	94	85.5	16	14.5	110	100.0	212	88.0	29	12.0	241	100.0
Quechua y Kichwa	97	84.3	18	15.7	115	100.0	266	90.2	29	9.8	295	100.0
Kukama	49	81.7	11	18.3	60	100.0	122	85.3	21	14.7	143	100.0
Mestizo y otros pueblos	15	71.4	6	28.6	21	100.0	47	88.7	6	11.3	53	100.0
Total	255	83.3	51	16.7	306	100.0	647	88.4	85	11.6	732	100.0
Grupo	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Grupo 1	160	82.9	33.0	17.1	193	100.0	430	88.8	54	11.2	484	100.0
Grupo 2	38	90.5	4.0	9.5	42	100.0	84	85.7	14	14.3	98	100.0
Grupo 3	57	80.3	14.0	19.7	71	100.0	133	88.7	17	11.3	150	100.0
Total	255	83.3	51	16.7	306	100.0	647	88.4	85	11.6	732	100.0

INS-CENSOPAS 2018

4.3. Análisis de aductos de BPDE-ADN para evaluar exposición a Hidrocarburos

Un total de 1143 muestras de sangre fueron empleadas para la obtención de ADN y cuantificación de aductos de benzopireno (BPDE-ADN). El límite de cuantificación (LCM) considerado fue 0.7791571 ng BPDE-ADN/ml. De las 1143 muestras (Tabla 19), 52 (4.8%) superaron el LCM, y en la cuenca del río Tigre ninguna muestra estuvo por encima del LCM.

Tabla 19. Número de muestras según Límite de Cuantificación de Aductos de ADN de Benzopireno distribuido por Cuencas-Loreto 2016

Cuenca	Aductos de benzopireno		Total
	<= LCM	> LCM	
Marañón	246	1	247
Pastaza	378	8	386
Tigre	82	0	82
Corrientes	385	43	428
Total	1091**	52	1143

INS-CENSOPAS 2018

** la brecha corresponde a muestras no consideradas por ser insuficientes

Los valores promedio variaron de 0.28825 a 0.40019 ng BPDE-ADN/ml (Tabla 20). Los máximos valores encontrados fueron 5.55527 ng BPDE-ADN/ml en la Cuenca del Río Pastaza – Comunidad de Nuevo Andoas y de 8.16778 ng BPDE-ADN/ml en la Cuenca del Río Corrientes- Comunidad de Villa Trompeteros. En la cuenca del Río Marañón el máximo valor hallado fue en la comunidad de Cuninico (1.42639 ng BPDE-ADN/ml).

Tabla 20. Valores de aductos de ADN de benzopireno (ng BPDE-ADN/ml) distribuido por Cuencas-Loreto 2016

Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	246	0.29544	0.12978	0.26368	0.00809	1.42639
Pastaza	378	0.36342	0.33132	0.33139	0.00019	5.55527
Tigre	82	0.28825	0.18496	0.30791	0.00041	0.77021
Corrientes	385	0.40019	0.61985	0.22842	0.00371	8.16778
Total	1091	0.35363	0.41690	0.28846	0.00019	8.16778

INS-CENSOPAS 2018

4.4. Factores de riesgo de exposición a metales pesados e hidrocarburos

Según información recogida con la ficha epidemiológica, en lo que refiere a posibles fuentes de exposición a metales pesados o hidrocarburos, el 12.5% (101) de los pobladores mayores a 12 años y el 5.6% (19) de los menores de 12 años refieren que han estado en contacto con crudo de petróleo en los últimos 6 meses; el 25% (203) de los mayores de 12 años refirió haber trabajado en el proceso de recuperación de petróleo también en los últimos 6 meses (Tabla 21).

Tabla 21: Antecedentes de exposición ambiental de población mayor de 12 años de las Cuatro Cuencas, Loreto – 2016

Características	n= 815	(%)
Contacto con crudo/petróleo		
No	714	(87.6)
Si, en las últimas dos semanas	29	(3.6)
Si, en los últimos 6 meses	72	(8.8)
Trabajo de recuperación de petróleo		
No	611	(75.3)
Si, en las últimas dos semanas	7	(0.9)
Si, en los últimos 6 meses	41	(5.0)
Si, más de 6 meses atrás	154	(18.9)
Trabajo en zonas de impacto o contacto con residuos sólidos		
No	634	(77.9)
Si, en las últimas dos semanas	2	(0.2)
Si, en los últimos 6 meses	35	(4.3)
Si, más de 6 meses atrás	144	(17.7)
Recolecta chatarra		
No	775	(95.0)
Si, en las últimas dos semanas	1	(0.1)
Si, en los últimos 6 meses	39	(4.8)

INS-CENSOPAS 2018

Según la Tabla 22, el 69% de las familias participantes, reportaron que su vivienda se encontraba próxima a una zona potencialmente contaminada; principalmente referían cercanía a zona donde se había suscitado un derrame de petróleo.

Tabla 22: Vivienda o actividad económica (agricultura, pesca y caza) realizada por la familia, en referida cercanía a zonas potencialmente contaminadas en las comunidades de las Cuatro Cuencas, Loreto-2016

Características	Vivienda próxima a una zona potencialmente contaminada		Chacra próxima a una zona potencialmente contaminada		Lugar de pesca próxima a una zona potencialmente contaminada		Lugar de caza próxima a una zona potencialmente contaminada	
	n= 391	(%)	n= 391	(%)	n= 391	(%)	n= 391	(%)
Pozo petrolero abandonado	20	(5.12)	7	(1.79)	8	(2.05)	15	(3.84)
Pozo petrolero en producción	39	(9.97)	20	(5.12)	15	(3.84)	17	(4.35)
Quemadero de gas	3	(0.77)	1	(0.26)	0	(0)	1	(0.26)
Canal de drenaje abandonado	2	(0.51)	3	(0.77)	7	(1.79)	5	(1.28)
Canal de drenaje en uso	3	(0.77)	5	(1.28)	2	(0.51)	4	(1.02)
Zona de derrame	159	(40.66)	131	(33.5)	196	(50.13)	156	(39.9)
Zona de remediación	6	(1.53)	5	(1.28)	4	(1.02)	1	(0.26)
Lugar donde huele a químico	7	(1.79)	6	(1.53)	2	(0.51)	3	(0.77)
Pase del oleoducto	14	(3.58)	20	(5.12)	10	(2.56)	5	(1.28)
Chatarreo / botadero	17	(4.35)	11	(2.81)	7	(1.79)	10	(2.56)
Ninguno	121	(30.95)	174	(44.5)	132	(33.76)	167	(42.71)
no aplica	0	(0)	8	(2.05)	8	(2.05)	7	(1.79)

INS-CENSOPAS 2018

Un dato importante identificado en la ficha epidemiológica es que el 38.4% de las familias de las cuatro cuencas utiliza el petróleo como insumo para la limpieza del piso o suelo de sus viviendas. (Tabla 23); el mayor número de familias que refieren vivir cerca de un derrame de petróleo se encuentra en la cuenca del río Corrientes, representando un 14.6% del total de familias evaluadas.

Tabla 23: Agua para higiene y uso de petróleo para limpieza, en las comunidades de las Cuatro Cuencas, Loreto-2016

Característica	Marañón			Pastaza			Tigre			Corriente			Total	
	n= 84	(%) cuenca	(%) 4 cuencas	n= 142	(%) cuenca	(%) 4 cuencas	n= 27	(%) cuenca	(%) 4 cuencas	n= 118	(%) cuenca	(%) 4 cuencas	n= 391	(%) característica
Cuerpo de agua empleado para baño														
Quebrada	11	13.1	2.8	4	2.8	1.0	2	7.4	0.5	11	7.4	0.5	28	7.2
Cocha	5	6.0	1.3	23	16.2	5.9	4	14.8	1.0	1	0.7	0.3	33	8.4
Río	50	59.5	12.8	50	35.2	12.8	16	59.3	4.1	87	63.0	22.3	203	51.9
Agua de pozo	5	6.0	1.3	53	37.3	13.6	2	7.4	0.5	14	10.1	3.6	74	18.9
Agua de la planta	5	6.0	1.3	6	4.2	1.5	0	0.0	0.0	2	1.5	0.5	13	3.3
Otro	8	9.5	2.1	6	4.2	1.5	3	11.1	0.8	23	16.7	5.9	40	10.2
Uso de petróleo como insumo de limpieza														
No	53	63.1	13.6	95	66.9	24.3	20	74.1	5.1	73	52.9	18.7	241	61.6
Sí	31	36.9	7.9	47	33.1	12.0	7	25.9	1.8	65	47.1	16.6	150	38.4

INS-CENSOPAS 2018

Asociación de Exposición al Plomo

En los menores de 12 años, la concentración de plomo en sangre se encuentra asociada a la edad, al sexo, a la comunidad en la que se reside el individuo y al material del techo de la vivienda (Tabla 24). Se observa que conforme se incrementa en un año la edad de la población menor de 12 años, la concentración de plomo en sangre aumenta, en promedio, en 0.58 µg/dL. Ser del sexo femenino se encuentra asociado a presentar en promedio menor concentración de plomo en sangre respecto al sexo masculino.

En los mayores de 12 años, la concentración de plomo en sangre se encuentra asociada también al sexo y a la comunidad que reside el individuo, sumándose a ello, el pueblo indígena que pertenece, (Tabla 25). Se observa que ser del sexo femenino se encuentra asociado a presentar en promedio menor concentración de plomo en sangre respecto al sexo masculino. Asimismo residir en una vivienda con piso de cemento se encuentran asociados a menores concentraciones de plomo en sangre. Ser Quechua o Kichwa, o residir en una vivienda habitada por 07 o más miembros están asociados a una mayor concentración de plomo en sangre.

Tabla 24. Asociación entre la concentración de plomo en sangre y características de la población menor de 12 años

Variables	Coefficiente de regresión (IC 95%)
Edad	0.58*** [0.38, 0.78]
Sexo	
Hombre	0 (Referencia)
Mujer	-2.93*** [-4.10, -1.76]
Pueblo indígena	
Achuar	0 (Referencia)
Quechua y Kichwa	-1.68 [-5.83, 2.46]
Kukama	-1.2 [-5.77, 3.37]
Mestizo y otros pueblos	-0.57 [-4.08, 2.95]
Techo de la vivienda	
Hoja	0 (Referencia)
Calamina	-0.19 [-2.14, 1.76]
Hoja y calamina	7.34*** [3.57, 11.10]
Piso de la vivienda	
Pona o tabla	0 (Referencia)
Tierra	-1.62 [-3.80, 0.57]
Cemento	-0.24 [-2.31, 1.82]

* p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001

Tabla 25. Asociación entre la concentración de plomo en sangre y características de la población igual o mayor de 12 años

Variables	Coefficiente de regresión (IC 95%)
Edad	0 [-0.02, 0.03]
Sexo	
Hombre	0 (Referencia)
Mujer	-3.81*** [-4.51, -3.11]
Pueblo indígena	
Achuar	0 (Referencia)
Quechua y Kichwa	2.19* [0.19, 4.18]
Kukama	-1.25 [-3.80, 1.30]
Mestizo y otros pueblos	-1.82 [-3.70, 0.06]
Personas que viven en la misma casa	
<=3	0 (Referencia)
4-6	0.71 [-0.22, 1.64]
>=7	1.87*** [0.83, 2.91]
Piso de la vivienda	
Pona o tabla	0 (Referencia)
Tierra	0.53 [-0.75, 1.80]
Cemento	-1.91** [-3.22, -0.60]
Lugar donde toma agua durante el trabajo	
Quebrada	0 (Referencia)
Rio	0.93 [-0.11, 1.97]
Cocha	0.62 [-0.77, 2.00]
Otro	-0.67 [-1.66, 0.33]

* p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001

Arsénico

En los menores de 12 años, la concentración de arsénico en orina se encuentra asociada a la comunidad (Tabla 26). Se identificó que residir en la comunidad Titiyacu (río Pastaza) está asociado a una mayor concentración de arsénico en orina.

En los mayores de 12 años, la concentración de arsénico en orina se encuentra asociada a la edad, al pueblo indígena y a la comunidad en la que se reside el individuo (Tabla 27). Se observa que conforme se incrementa en un año la edad de la población mayor de 12 años, la concentración de arsénico en orina disminuye, en promedio, en 0.08 µg/g creatinina. Residir en una vivienda cuya pared es de calamina o latón, o ser Kukama o mestizo están asociados a una mayor concentración de arsénico en orina.

Tabla 26. Asociación entre la concentración de arsénico en orina y características de la población menor de 12 años

Variables	Coefficiente de regresión (IC 95%)
Edad	-1.15 [-2.71, 0.40]
Sexo	
Hombre	0 (Referencia)
Mujer	-0.89 [-9.30, 7.53]
Pueblo indígena	
Achuar	0 (Referencia)
Quechua y Kichwa	4.79 [-23.92, 33.49]
Kukama	-1.88 [-34.45, 30.69]
Mestizo y otros pueblos	-7.16 [-35.04, 20.73]
Consumo tripas pescado	
No	0 (Referencia)
Si	-10.03* [-19.63, -0.44]

* p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001

Tabla 27. Asociación entre la concentración de arsénico en orina y características de la población mayor de 12 años

Variables	Coefficiente de regresión (IC 95%)
Edad	-0.08* [-0.16, -0.00]
Sexo	
Hombre	0 (Referencia)
Mujer	1.92 [-0.55, 4.39]
Pueblo indígena	
Achuar	0 (Referencia)
Quechua y Kichwa	4.31 [-2.60, 11.21]
Kukama	10.21* [1.10, 19.32]
Mestizo y otros pueblos	6.92* [0.18, 13.65]
Pared de la vivienda	
Madera	0 (Referencia)
Pona/caña	4.61 [-1.75, 10.98]
Calamina o Latón	8.69* [0.55, 16.83]
No tiene paredes	1.02 [-4.07, 6.11]

* p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001

Mercurio

En los menores de 12 años, la concentración de mercurio en orina se encuentra asociada a la comunidad en la que reside el individuo. (Tabla 28). En los mayores de 12 años, la concentración de arsénico en orina se encuentra asociada a la edad y a la comunidad en la que se reside el individuo (Tabla 29). Se observa que conforme se incrementa en un año la edad de la población mayor de 12 años, la concentración de arsénico en orina aumenta, en promedio, en 0.03 µg/g creatinina.

Tabla 28. Asociación entre la concentración de mercurio en orina y características de la población menor de 12 años

Variables	Coefficiente de regresión (IC 95%)
Edad	-0.07 [-0.26, 0.12]
Sexo	
Hombre	0 (Referencia)
Mujer	0 [-1.04, 1.05]
Pueblo indígena	
Achuar	0 (Referencia)
Quechua y Kichwa	2.22 [-1.36, 5.79]
Kukama	-0.31 [-4.38, 3.77]
Mestizo y otros pueblos	-0.05 [-3.51, 3.42]
Lugar de baño	
Quebrada	0 (Referencia)
Rio	0.87 [-1.41, 3.15]
Agua de pozo de la planta	1.34 [-1.93, 4.61]
Otro	-0.65 [-4.42, 3.11]

* p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001

Tabla 29. Asociación entre la concentración de mercurio en orina y características de la población mayor de 12 años

Variables	Coefficiente de regresión (IC 95%)
Edad	0.03** [0.01,0.05]
Sexo	
Hombre	0 (Referencia)
Mujer	-0.07 [-0.79,0.65]
Pueblo indígena	
Achuar	0 (Referencia)
Quechua y Kichwa	1.76 [-0.06,3.58]
Kukama	1.67 [-0.73,4.07]
Mestizo y otros pueblos	1.34 [-0.43,3.11]
Presencia en trabajos de recuperación de petróleo en derrames	
No	0 (Referencia)
Sí	-0.74 [-1.56,0.09]

* p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001

Cadmio

En los menores de 12 años, no se encontró asociación entre la concentración de cadmio en orina y las variables consideradas en el estudio (Tabla 30).

En los mayores de 12 años, la concentración de cadmio en orina se encuentra asociada a la edad, al sexo, a la comunidad en la que se reside el individuo y al hábito de fumar (Tabla 31). Se observa que conforme se incrementa en un año la edad de la población mayor de 12 años, la concentración de cadmio en orina aumenta, en promedio, en 0.02 µg/g creatinina. Ser del sexo femenino se encuentra asociado a presentar en promedio mayor concentración de cadmio en orina respecto al sexo masculino. Asimismo, fumar está asociado a presentar en promedio mayor concentración de cadmio en orina respecto a quienes no fuman.

Tabla 30. Asociación entre la concentración de cadmio en orina y características de la población menor de 12 años

Variables	Coefficiente de regresión (IC 95%)
Edad	0 [-0.04,0.03]
Sexo	
Hombre	0 (Referencia)
Mujer	0.03 [-0.16,0.23]
Pueblo indígena	
Achuar	0 (Referencia)
Quechua y Kichwa	-0.02 [-0.68,0.63]
Kukama	0.07 [-0.67,0.82]
Mestizo y otros pueblos	0.02 [-0.61,0.64]

* p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001

Tabla 31. Asociación entre la concentración de cadmio en orina y características de la población mayor de 12 años

Variables	Coefficiente de regresión (IC 95%)
Edad	0.02*** [0.02,0.03]
Sexo	
Hombre	0 (Referencia)
Mujer	0.41*** [0.23,0.58]
Pueblo indígena	
Achuar	0 (Referencia)
Quechua y Kichwa	-0.14 [-0.61,0.33]
Kukama	-0.07 [-0.68,0.55]
Mestizo y otros pueblos	0.09 [-0.36,0.55]
Hábito de fumar	
No	0 (Referencia)
Si	0.35* [0.06,0.64]

* p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001

Bario

La concentración de bario en orina se encuentra asociada a la comunidad en la que se reside el individuo tanto en los menores como mayores de 12 años (Tabla 32) y (Tabla 33).

Tabla 32. Asociación entre la concentración de bario en orina y características de la población menor de 12 años

Variables	Coefficiente de regresión (IC 95%)
Edad	-0.06 [-0.22,0.10]
Sexo	
Hombre	0 (Referencia)
Mujer	0.83 [-0.09,1.76]
Pueblo indígena	
Achuar	0 (Referencia)
Quechua y Kichwa	0.17 [-3.15,3.49]
Kukama	1.16 [-2.53,4.85]
Mestizo y otros pueblos	-0.01 [-2.94,2.92]

* p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001

Tabla 33. Asociación entre la concentración de bario en orina y características de la población mayor de 12 años

Variables	Coefficiente de regresión (IC 95%)
Edad	-0.02 [-0.04,0.00]
Sexo	
Hombre	0 (Referencia)
Mujer	0.41 [-0.20,1.03]
Pueblo indígena	
Achuar	0 (Referencia)
Quechua y Kichwa	-0.95 [-2.74,0.84]
Kukama	-0.67 [-3.01,1.67]
Mestizo y otros pueblos	-0.39 [-2.11,1.34]

* p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001

4.5. Niveles de metales pesados e hidrocarburos en muestras ambientales

4.5.1. Suelo

Para la descripción de los resultados de metales pesados en muestras de suelo, los clasificaremos en 03 tipos:

- Suelo Vivienda: Muestra de tierra de vivienda de familia como unidad de muestreo;
- Suelo agrícola: Muestra de tierra de zona de sembrío de comunidad muestreada y
- Suelo sedimento de zona a la que mayor cantidad de personas acudía en la comunidad; de esta manera:

En **suelo vivienda**; de los cinco metales analizados, bario y plomo fueron los metales que presentaron concentraciones por encima de los Estándares de Calidad Ambiental (500 mg/kg y 140 mg/kg, respectivamente). En el caso de plomo, la concentración máxima se encontró en la cuenca del río Corrientes (293.4 mg/kg) en una sola vivienda de la comunidad de San Juan de Trompeteros. En el caso de bario, las concentraciones máximas se encontraron en las cuencas de los ríos Marañón (comunidad de Cuninico, 01 vivienda), Pastaza (comunidades de Nuevo Andoas, Alianza Topal, Titiyacu y Alianza Cristiana, 17 viviendas en total) y Corrientes (comunidades de Belén de Plantanoyacu y Nueva Vida, 04 viviendas en total), variando de 847.2 mg/kg (cuenca del río Marañón) a 2,569.7 mg/kg (cuenca del río Corrientes), (Tabla 34 y Tabla 35)

Tabla 34. Número de viviendas por cuenca según Estándar de Calidad Ambiental para bario en muestras de suelo residencial- Loreto 2016

Cuenca	Bario - Estándar de Calidad Ambiental (500 mg/kg)		Total
	<= ECA	> ECA	
Marañón	79	1	80
Pastaza	119	17	136
Tigre	32	0	32
Corrientes	88	4	92
Total	318	22	340

INS-CENSOPAS 2018

Tabla 35: Concentraciones de Metales Pesados Suelo Vivienda de las Comunidades de las Cuatro Cuencas, Loreto 2016

Concentraciones de Arsénico en suelo de vivienda (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	80	6.9	3.1	6.5	1.7	14.6
Pastaza	136	3.1	1.8	2.7	0.3	10.4
Tigre	32	4.7	2.2	4.8	0.0	9.1
Corrientes	92	2.1	2.4	1.7	0.3	16.2
Total	340	3.9	3.0	3.0	0.0	16.2
Concentraciones de cadmio en suelo de vivienda (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	80	0.3	0.1	0.3	0.1	0.7
Pastaza	136	0.4	0.3	0.3	0.0	2.6
Tigre	32	0.5	0.4	0.4	0.0	1.3
Corrientes	92	0.3	0.4	0.2	0.0	3.1
Total	340	0.3	0.3	0.3	0.0	3.1
Concentraciones de mercurio en suelo de vivienda (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	80	0.1	0.1	0.1	0.0	0.4
Pastaza	136	0.1	0.1	0.1	0.0	0.6
Tigre	32	0.1	0.2	0.1	0.0	0.9
Corrientes	92	0.3	0.3	0.2	0.0	2.0
Total	340	0.2	0.2	0.1	0.0	2.0
Concentraciones de plomo en suelo de vivienda (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	80	17.4	14.3	15.4	2.6	111.9
Pastaza	136	18.0	14.7	15.7	2.4	100.5
Tigre	32	11.7	7.0	11.8	0.0	36.5
Corrientes	92	20.6	32.1	14.0	4.2	293.4
Total	340	18.0	20.5	14.8	0.0	293.4
Concentraciones de bario en suelo de vivienda (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	80	135.6	277.1	101.9	34.2	2569.7
Pastaza	136	257.7	245.7	183.8	5.4	1404.1
Tigre	32	83.5	62.1	83.9	0.0	310.5
Corrientes	92	141.9	172.0	67.4	4.9	847.2
Total	340	181.3	233.2	108.2	0.0	2569.7

INS-CENSOPAS 2018

En **suelo agrícola**, de los cinco metales analizados el Cadmio, Bario y Plomo fueron los metales que presentaron concentraciones por encima de los Estándares de Calidad Ambiental (1.4 mg/kg, 750 mg/kg y 70 mg/kg, respectivamente). En el caso de Cadmio, las concentraciones máximas se encontraron en las cuencas de los ríos Corrientes (comunidad de Valencia, 01 vivienda) y Tigre (comunidad de San Juan de Bartra, 02 viviendas), variando de 1.8 mg/kg (cuenca del río Corrientes) a 2.9 mg/kg (cuenca del río Tigre). El Bario, la concentración máxima se encontró en la cuenca del río Corrientes (975.3 mg/kg), en la comunidad de Nueva Vida (01 vivienda) y para el plomo, las concentraciones máximas se encontraron en la cuenca del río Corrientes, variando de 73.9 mg/kg (comunidad de Pucacuro, 01 vivienda) a 128.1 mg/kg (comunidad de San Juan de Trompeteros (03 viviendas); (Tabla 36).

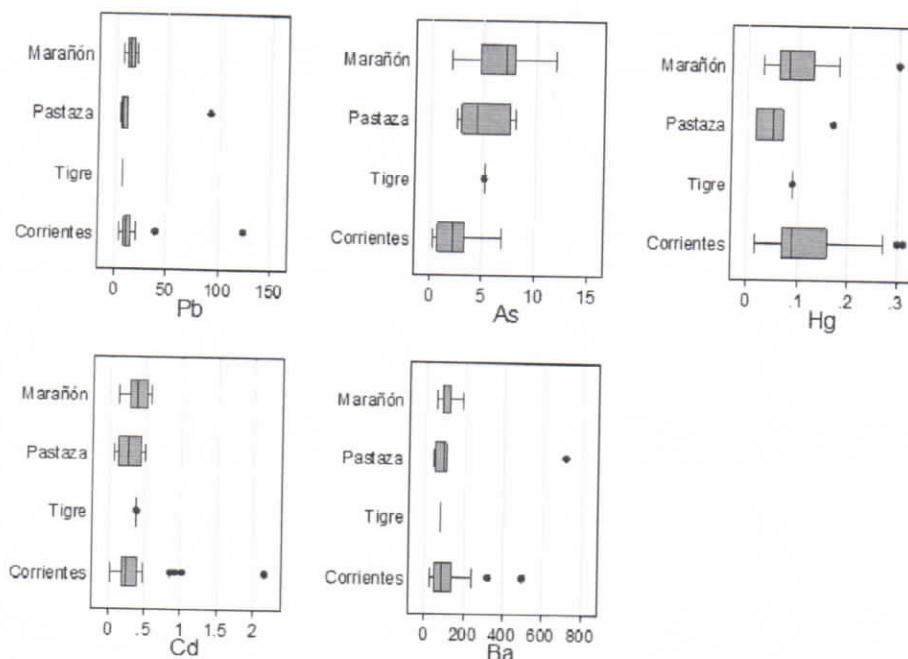
Tabla 36: Concentraciones de Metales Pesados Suelo Agrícola de las Comunidades de las Cuatro Cuencas, Loreto 2016

Concentraciones de arsénico en suelo agrícola (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	23	7.6	3.3	7.8	2.5	12.4
Pastaza	57	3.4	2.0	3.2	0.3	9.8
Tigre	23	5.0	1.5	4.7	2.8	8.1
Corrientes	75	1.9	1.0	1.9	0.3	6.3
Total	178	3.5	2.6	2.6	0.3	12.4
Concentraciones de cadmio en suelo agrícola (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	23	0.4	0.2	0.4	0.1	0.8
Pastaza	57	0.4	0.2	0.3	0.0	1.2
Tigre	23	0.8	0.7	0.6	0.1	2.9
Corrientes	75	0.4	0.3	0.3	0.0	1.8
Total	178	0.4	0.4	0.4	0.0	2.9
Concentraciones de mercurio en suelo agrícola (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	23	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2
Pastaza	57	0.1	0.1	0.1	0.0	0.4
Tigre	23	0.4	0.8	0.1	0.0	3.3
Corrientes	75	0.2	0.2	0.1	0.0	1.5
Total	178	0.2	0.3	0.1	0.0	3.3
Concentraciones de plomo en suelo agrícola (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	23	17.2	5.0	17.9	3.5	27.2
Pastaza	57	15.4	7.4	15.5	2.9	34.1
Tigre	23	13.6	6.2	13.3	4.9	34.8
Corrientes	75	19.8	21.0	14.3	6.9	128.1
Total	178	17.2	14.6	14.8	2.9	128.1
Concentraciones de bario en suelo agrícola (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	23	122.6	31.9	123.4	36.3	180.6
Pastaza	57	275.3	213.0	188.4	11.8	681.6
Tigre	23	117.6	65.9	112.1	13.4	307.5
Corrientes	75	237.7	208.3	206.6	7.8	975.3
Total	178	219.4	192.0	138.2	7.8	975.3

INS-CENSOPAS 2018

En el **sedimento**, la concentración de arsénico varió de 0.25 a 11.87 mg/kg, siendo éste el máximo valor hallado en la comunidad de San Pedro, ubicada en la cuenca del río Marañón. La concentración de cadmio varió de 0.03 a 2.16 mg/kg, siendo éste el máximo valor hallado en la comunidad de Nuevo San Martín, ubicada en la cuenca del río Corrientes. La concentración de mercurio varió de 0.02 a 0.31 mg/kg, siendo éste el máximo valor hallado en la comunidad de Nuevo San Martín, ubicada en la cuenca del río Corrientes. La concentración de plomo varió de 3.69 a 123.29 mg/kg, siendo éste el máximo valor hallado en la comunidad de Pucacuro, ubicada en la cuenca del río Corrientes. La concentración de bario varió de 27.58 a 720.04 mg/kg, siendo éste el máximo valor hallado en la comunidad de Alianza Cristiana, ubicada en la cuenca del río Pastaza; (Figura 2).

Figura 2: Concentraciones de Metales Pesados Sedimento de las Comunidades de las Cuatro Cuencas, Loreto 2016



INS-CENSOPAS 2018

4.5.2 Agua

El agua de consumo humano fue muestreada de dos fuentes: el agua de consumo almacenada en la vivienda y el agua obtenida en río o pileta.

Para el caso de **Agua Vivienda**, de los cinco metales analizados en muestras de agua para consumo humano obtenidas de las viviendas, el Cadmio fue el único metal que presentó concentraciones por encima de los Estándares de Calidad Ambiental 0.003 mg/L.

La concentración máxima de Cadmio de 0.0108 mg/L se encontró en la cuenca del río Tigre específicamente en la comunidad de Arenal.

En lo referente a **Agua Río/Pileta**, de los cinco metales analizados en muestras de agua para consumo humano obtenidas de río o de pileta, Arsénico y Plomo fueron los metales que presentaron concentraciones por encima de los Estándares de Calidad Ambiental 0.01 mg/L para ambos.

En el caso de Arsénico, la concentración máxima se encontró en la cuenca del río Marañón 0.0125 mg/L, en la comunidad de San Pedro (01 vivienda).

En el caso de plomo (Tabla 37), las concentraciones máximas se encontraron en las cuencas de los ríos Marañón (comunidad de Cuninico, 01 vivienda), Pastaza (comunidad de Sungache, 01 vivienda) y Tigre (comunidad de Andrés Avelino Cáceres, 01 vivienda), variando de 0.0102 mg/L (cuenca del río Marañón) a 0.0114 mg/L (cuenca del río Pastaza).

Tabla 37: Concentraciones de Metales Pesados en Agua de Río/Pileta para Consumo Humano de las Comunidades de las Cuatro Cuencas, Loreto 2016

Concentraciones de arsénico en agua de río/pileta (mg/L) para consumo humano según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	23	0.0021	0.0026	0.0019	0.0002	0.0125
Pastaza	32	0.0011	0.0008	0.0012	0.0002	0.0036
Tigre	9	0.0017	0.0023	0.0009	0.0002	0.0071
Corrientes	61	0.0009	0.0007	0.0008	0.0002	0.0028
Total	125	0.0012	0.0014	0.0009	0.0002	0.0125
Concentraciones de cadmio en agua de río/pileta (mg/L) para consumo humano según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	23	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004
Pastaza	32	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002
Tigre	9	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005
Corrientes	61	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
Total	125	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005
Concentraciones de mercurio en agua de río/pileta (mg/L) para consumo humano según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	23	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
Pastaza	32	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
Tigre	9	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
Corrientes	61	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005
Total	125	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0005
Concentraciones de plomo en agua de río/pileta (mg/L) para consumo humano según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	23	0.0018	0.0023	0.0014	0.0001	0.0102
Pastaza	32	0.0009	0.0020	0.0004	0.0001	0.0114
Tigre	9	0.0026	0.0033	0.0020	0.0001	0.0110
Corrientes	61	0.0006	0.0007	0.0003	0.0001	0.0037
Total	125	0.0010	0.0018	0.0004	0.0001	0.0114
Concentraciones de bario en agua de río/pileta (mg/L) para consumo humano según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	23	0.0511	0.0368	0.0432	0.0059	0.1493
Pastaza	32	0.0387	0.0332	0.0322	0.0008	0.1402
Tigre	9	0.0396	0.0405	0.0374	0.0017	0.1375
Corrientes	61	0.0390	0.0398	0.0276	0.0002	0.2602
Total	125	0.0412	0.0376	0.0320	0.0002	0.2602

INS-CENSOPAS 2018

4.5.3. Filtros de aire

Se realizaron 14 muestreos, la concentración de Arsénico varió de (0.011 a 0.115 $\mu\text{g}/\text{muestra}$), siendo éste último el máximo valor hallado en la comunidad de Dos de Mayo, ubicada en la cuenca del río Marañón. La concentración de Cadmio varió de (0.005 a 0.030 $\mu\text{g}/\text{muestra}$), siendo éste el máximo valor hallado en la comunidad de 12 de Octubre, ubicada en la cuenca del río Tigre. La concentración de bario varió de (0.076 a 0.419 $\mu\text{g}/\text{muestra}$), siendo éste el máximo valor hallado en la comunidad de 12 de Octubre, ubicada en la cuenca del río Tigre. En todos los puntos evaluados (Tabla 38), la concentración de mercurio se encontró en 0.005 $\mu\text{g}/\text{muestra}$ y la concentración de plomo en 0.035 $\mu\text{g}/\text{muestra}$.

Tabla 38: Concentraciones de Metales Pesados en Aire de las Comunidades de las Cuatro Cuencas, Loreto 2016

Concentraciones de arsénico en aire (µg/muestra) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	4	0.037	0.052	0.011	0.011	0.115
Pastaza	3	0.021	0.018	0.011	0.011	0.042
Tigre	4	0.011	0.000	0.011	0.011	0.011
Corrientes	3	0.021	0.017	0.011	0.011	0.041
Total	14	0.023	0.029	0.011	0.011	0.115
Concentraciones de cadmio en aire (µg/muestra) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	4	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005
Pastaza	3	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005
Tigre	4	0.015	0.012	0.013	0.005	0.030
Corrientes	3	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005
Total	14	0.008	0.008	0.005	0.005	0.030
Concentraciones de mercurio en aire (µg/muestra) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	4	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005
Pastaza	3	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005
Tigre	4	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005
Corrientes	3	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005
Total	14	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005
Concentraciones de plomo en aire (µg/muestra) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	4	0.035	0.000	0.035	0.035	0.035
Pastaza	3	0.035	0.000	0.035	0.035	0.035
Tigre	4	0.035	0.000	0.035	0.035	0.035
Corrientes	3	0.035	0.000	0.035	0.035	0.035
Total	14	0.035	0.000	0.035	0.035	0.035
Concentraciones de bario en aire (µg/muestra) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	4	0.101	0.022	0.103	0.076	0.121
Pastaza	3	0.117	0.017	0.126	0.097	0.127
Tigre	4	0.183	0.158	0.110	0.092	0.419
Corrientes	3	0.117	0.040	0.110	0.080	0.160
Total	14	0.131	0.086	0.114	0.076	0.419

INS-CENSOPAS 2018

4.6. Niveles de Metales Pesados en muestras de alimentos

Se recolectó 793 muestras de los alimentos (Tabla 39), de los cuales el 58.1% correspondía a la variedad de pescados propios de la zona. Los alimentos fueron obtenidos tanto de los hogares visitados como de los lugares de pesca, para el caso de los peces. Los alimentos obtenidos de los hogares fueron clasificados según grupo alimentario.

Tabla 39. Alimentos muestreados en las cuatro cuencas. Loreto 2016

Alimentos	n	%
Obtenidos en hogares		
Pescados	108	13.6
Carnes	26	3.3
Vísceras	10	1.3
Frutas	112	14.1
Tubérculos y raíces	55	6.9
Oleaginosas	4	0.5
Bebidas	17	2.1
Obtenidos en lugares de pesca		
Pescados	461	58.1
Total	793	100.0

4.6.1. Muestras de alimentos obtenidos en hogares

Se obtuvo 332 muestras de alimentos de los hogares visitados. Según grupo de alimento, predominaron el pescado (13.6%) y las frutas (14.1%). En la Tabla 40 se observa que los pescados son los que presentaron las concentraciones promedio más altas de plomo (0.59 mg Pb/kg alimento), mercurio (0.67 mg Hg/kg alimento) y bario (53.57 mg Ba/kg alimento); mientras que las vísceras, presentaron las concentraciones promedio más altas de arsénico (0.60 mg As/kg alimento) y de cadmio (0.37 mg Hg/kg alimento).

De las 332 muestras de alimentos obtenidos, solo 01 muestra de pescado (1%) superó la concentración máxima permitida (CMP) para plomo. Quince muestras (4.5%) superaron la CMP para arsénico, de las cuales 14 eran masato (bebida) y 01, víscera. Cincuenta y cinco muestras (16.6%) superaron la CMP para mercurio, de las cuales, 41 eran pescados. Doce muestras (3.6%) superaron la CMP para cadmio, de las cuales, 7 eran vísceras.

Según cuenca, los alimentos que superaron la CMP para arsénico fueron: las vísceras y el masato en la cuenca del río Marañón (3%), y tanto en la cuenca del río Pastaza como en la cuenca del río Corrientes, el masato (6.2% y 5.4%, respectivamente).

En la cuenca del río Marañón, el 1% (pescados) de las muestras de alimentos superaron la CMP para plomo; el 3% (masato y vísceras), para arsénico; el 23% (pescados, carnes y vísceras), para mercurio; y 4% (vísceras), para cadmio.

En la cuenca del río Pastaza, no se encontró alimentos que superen la CMP para plomo. Sin embargo, el 6.2% (masato) de las muestras de alimentos excedieron la CMP para

arsénico; el 19.2% (pescados, carnes, vísceras, tubérculos y raíces), para mercurio; y 2.3% (vísceras), para cadmio.

En la cuenca del río Tigre, no se encontró alimentos que superen la CMP para plomo ni arsénico. No obstante, el 7.1% (pescados) de las muestras de alimentos superaron la CMP para mercurio; y 10.7% (vísceras), para cadmio.

En la cuenca del río Corrientes, no se encontró alimentos que superen la CMP para plomo. Sin embargo, el 5.4% (masato) de las muestras de alimentos superaron la CMP para arsénico; el 6.8% (pescados y carnes), para mercurio; y 2.7% (tubérculos y raíces), para cadmio.

Tabla 40. Concentración de metales en muestras de alimentos (mg/Kg alimento) según grupo de alimento

Metal	Grupo de alimento	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Concentración de plomo (mg Pb/Kg alimento)	Pescados	108	0.59	2.92	0.25	0.25	30.54
	Carnes	26	0.27	0.10	0.25	0.25	0.76
	Vísceras	10	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25
	Frutas	112	0.26	0.07	0.25	0.25	0.87
	Tubérculos y raíces	55	0.27	0.08	0.25	0.25	0.67
	Oleaginosas	4	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25
	Bebidas	17	0.21	0.09	0.25	0.01	0.25
	Total	332	0.37	1.67	0.25	0.01	30.54
Concentración de arsénico (mg As/Kg alimento)	Pescados	108	0.47	0.64	0.25	0.25	4.18
	Carnes	26	0.26	0.05	0.25	0.25	0.51
	Vísceras	10	0.60	0.44	0.44	0.25	1.58
	Frutas	112	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25
	Tubérculos y raíces	55	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25
	Oleaginosas	4	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25
	Bebidas	17	0.21	0.10	0.25	0.01	0.25
	Total	332	0.33	0.39	0.25	0.01	4.18
Concentración de mercurio (mg Hg/Kg alimento)	Pescados	108	0.67	0.89	0.32	0.02	4.38
	Carnes	26	0.36	0.60	0.12	0.02	2.98
	Vísceras	10	0.56	0.90	0.18	0.02	2.39
	Frutas	112	0.03	0.05	0.02	0.02	0.30
	Tubérculos y raíces	55	0.20	0.63	0.02	0.02	4.25
	Oleaginosas	4	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02
	Bebidas	17	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02
	Total	332	0.31	0.67	0.02	0.00	4.38
Concentración de cadmio (mg Cd/Kg alimento)	Pescados	108	0.06	0.11	0.03	0.03	0.94
	Carnes	26	0.04	0.03	0.03	0.03	0.12
	Vísceras	10	0.37	0.31	0.30	0.03	1.00
	Frutas	112	0.03	0.00	0.03	0.03	0.03
	Tubérculos y raíces	55	0.06	0.10	0.03	0.03	0.71
	Oleaginosas	4	0.10	0.04	0.09	0.06	0.15
	Bebidas	17	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03
	Total	332	0.05	0.11	0.03	0.01	1.00
Concentración de bario (mg Ba/Kg alimento)	Pescados	108	53.57	467.59	1.77	0.03	4865.63
	Carnes	26	2.86	6.78	0.75	0.08	34.67
	Vísceras	10	2.66	2.69	1.92	0.24	8.34
	Frutas	112	2.74	3.10	1.91	0.33	27.07
	Tubérculos y raíces	55	8.82	8.14	5.35	0.21	32.56
	Oleaginosas	4	8.39	7.97	8.44	0.82	15.87
	Bebidas	17	3.09	3.80	1.85	0.51	16.57
	Total	332	20.37	286.90	2.06	0.03	4865.63

INS-CENSOPAS 2018

4.6.2. Muestras de peces obtenidos en lugares de pesca

Se obtuvo muestras de 230 peces, que representan 461 muestras (230 muestras de músculo y hueso y 231 muestras de vísceras); distribuidos en 29 variedades, de las cuales predominaron: Bujurqui (13.4%), Palometa (13.0%) y Fasaco (12.4%). Según el tipo de alimentación de los peces obtenidos, se elaboró una clasificación de cuatro grupos tróficos:

Grupo trófico 1: Peces bénticos o que se alimentan de zooplancton y/o plantas.

Grupo trófico 2: Peces que se alimentan de otros peces y/o insectos.

Grupo trófico 3: Peces que se alimentan de frutos y/o insectos.

Grupo trófico 4: Peces que se alimentan de plancton.

Los grupos tróficos que predominaron fueron el 1 (Béntico/zooplancton y/o plantas) y el 2 (Peces/ Peces e insectos), representando el 69.6% de las 29 variedades obtenidas.

4.6.2.1. Concentración de Metales Pesados en músculo y huesos de peces

Según la **Variedad de peces**, las concentraciones más altas de arsénico se encontraron en los peces carachama, fasaco y sábalo (5.11, 4.24 y 4.16 mg/kg, respectivamente). La concentración más alta de cadmio se encontró en el pez fasaco (33.25 mg/kg). La concentración más alta de plomo se encontró en el pez sábalo (7.40 mg/kg). La concentración más alta de mercurio se encontró en el pez canero (9.93 mg/kg). La concentración más alta de bario se encontró en el pez carachama (188.32 mg/kg).

Según el Grupo Trófico; las concentraciones más altas de arsénico se encontraron en tres grupos tróficos:

Grupo 1, alimentación a base de zooplancton y/o plantas (5.11 mg/kg),

Grupo 2, alimentación a base de peces y/o insectos (4.24 mg/kg);

Grupo 3, alimentación a base de frutos y/o insectos (4.16 mg/kg).

Los peces de los Grupos 1 y 2 provenían de la cuenca del río Pastaza; mientras que los del Grupo 3, de la cuenca del río Marañón. La concentración más alta de cadmio se encontró en un grupo trófico: Grupo 2, alimentación a base de peces y/o insectos (33.25 mg/kg). Los peces de este grupo provenían de la cuenca del río Pastaza. La concentración más alta de plomo se encontró en un grupo trófico: Grupo 3, alimentación a base de frutos y/o insectos (7.40 mg/kg). Los peces de este grupo provenían de la cuenca del río Marañón. Las concentraciones más altas de mercurio se encontraron en dos grupos tróficos: Grupo 2, alimentación a base de peces y/o insectos (9.93 mg/kg) y Grupo 3, alimentación a base de frutos y/o insectos (4.71 mg/kg). Los peces de estos dos grupos tróficos provenían de la cuenca del río Pastaza. La concentración más alta de bario se encontró en un grupo trófico: Grupo 1, alimentación a base de zooplancton y/o plantas (188.32 mg/kg). El valor extremo igual a 2850.08 mg/kg se halló en el grupo trófico 4. Los peces de estos dos grupos tróficos provenían de la cuenca del río Pastaza. (Tabla 41)

Tabla 41: Concentraciones de Metales Pesados en Músculo y Hueso de Peces de las Comunidades de las Cuatro Cuenclas, Loreto 2016

Concentración de arsénico en músculo y huesos de peces (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	66	0.32	0.48	0.25	0.25	4.16
Pastaza	57	0.50	0.99	0.25	0.25	5.11
Tigre	42	0.26	0.04	0.25	0.25	0.52
Corrientes	65	0.27	0.07	0.25	0.25	0.62
Concentración de cadmio en músculo de peces (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	66	0.08	0.33	0.03	0.03	2.61
Pastaza	57	0.63	4.40	0.03	0.03	33.25
Tigre	42	0.09	0.06	0.07	0.03	0.22
Corrientes	65	0.05	0.05	0.03	0.03	0.22
Concentración de plomo en músculo y huesos de peces (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	66	0.36	0.88	0.25	0.25	7.40
Pastaza	57	0.38	0.44	0.25	0.25	2.98
Tigre	42	0.31	0.34	0.25	0.25	2.41
Corrientes	65	0.27	0.09	0.25	0.25	0.74
Concentración de mercurio en músculo y huesos de peces (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	66	0.48	0.44	0.39	0.02	2.44
Pastaza	57	0.69	1.49	0.34	0.02	9.93
Tigre	42	0.40	0.49	0.24	0.04	2.95
Corrientes	65	0.40	0.37	0.27	0.02	1.82
Concentración de bario en músculo y huesos de peces (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	n	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	66	5.98	13.33	1.65	0.20	97.25
Pastaza	57	63.97	377.17	1.62	0.09	2850.08
Tigre	42	31.94	68.26	16.82	0.29	435.96
Corrientes	65	15.46	27.71	3.98	0.53	167.06

INS-CENSOPAS 2018

4.6.2.2. Concentración de Metales Pesados en vísceras de peces

Según la **Variación de Peces**, las concentraciones más altas de arsénico en vísceras de peces se encontraron en tres variedades: bujurqui, fasaco y carachama (13.55, 12.99 y 12.03 mg/kg, respectivamente). Las concentraciones más altas de cadmio en vísceras de peces se encontraron en dos variedades: ractacara y fasaco (15.18 y 10.34 mg/kg, respectivamente). Las concentraciones más altas de plomo en vísceras de peces se encontraron en tres variedades: bujurqui, palometa y carachama (11.64, 10.84 y 10.01 mg/kg, respectivamente). La concentración más alta de mercurio en vísceras de peces se encontró en una variedad: canero (5.02 mg/kg). Las concentraciones más altas de bario en vísceras de peces se encontraron en cuatro variedades: bujurqui, carachama, ractacara y palometa (713.51, 689.92, 577.92 y 491.60 mg/kg).

Según la **cuenca**, donde se realizó la pesca, las concentraciones más altas de arsénico en vísceras de peces se encontraron en una cuenca: Pastaza (13.55 mg/kg, en el pez bujurqui). La concentración más alta de cadmio en vísceras de peces se encontró en una cuenca: Tigre (15.18 mg/kg, en el pez ractacara). Las concentraciones más altas de plomo en vísceras de peces se encontraron en dos cuencas: Corrientes (11.64 mg/kg, en el pez bujurqui) y Marañón (10.84 mg/kg, en el pez palometa). La concentración más alta de mercurio se encontró en una cuenca: Pastaza (5.02 mg/kg, en el pez canero). Las concentraciones más altas de bario en vísceras de peces se encontraron en dos cuencas: Corrientes (713.51 mg/kg, en el pez bujurqui) y Tigre (577.92 mg/kg, en el pez ractacara). Y de acuerdo a la **Comunidad** las concentraciones más altas de arsénico en vísceras de

peces se encontraron en dos comunidades: Nuevo Andoas (13.55 mg/kg) y Nueva Unión (12.03 mg/kg), ambas ubicadas en la cuenca del río Pastaza, los niveles de cadmio en vísceras de peces se encontró en una comunidad: El Arenal (15.18 mg/kg), ubicada en la cuenca del río Tigre, el plomo en vísceras de peces se encontró en tres comunidades: Nueva Jerusalén (11.64 mg/kg), ubicada en la cuenca del río Corrientes; Alfonso Ugarte (10.84 mg/kg) y Dos de Mayo (10.01 mg/kg), estas dos últimas ubicadas en la cuenca del río Marañón. La concentración más alta de mercurio en vísceras de peces se encontró en una comunidad: Soplín (5.02 mg/kg), ubicada en la cuenca del río Pastaza. Las concentraciones más altas de bario en vísceras de peces se encontraron tres comunidades: Nueva Jerusalén (713.51 mg/kg), Nueva Nazareth (689.92 mg/kg), José Olaya (491.60 mg/kg), las tres ubicadas en la cuenca del río Corrientes; y 12 de Octubre (577.92 mg/kg), ubicada en la cuenca del río Tigre.

Según grupo trófico; Las concentraciones más altas de arsénico en vísceras de peces se encontraron en tres grupos tróficos: Grupo 4, alimentación a base de plancton (13.55 mg/kg); Grupo 2, alimentación a base de peces y/o insectos (12.99 mg/kg); y Grupo 1, alimentación a base de zooplancton y/o plantas (12.03 mg/kg). Los peces de los tres grupos provenían de la cuenca del río Pastaza. La concentración más alta de cadmio en vísceras de peces se encontró en un grupo trófico: Grupo 1, alimentación a base de zooplancton y/o plantas (15.18 mg/kg). Los peces de este grupo provenían de la cuenca del río Tigre.

La concentración más alta de plomo en vísceras de peces se encontró en tres grupos tróficos: Grupo 4, alimentación a base de plancton (11.64 mg/kg); Grupo 3, alimentación a base de frutos y/o insectos (10.84 mg/kg); y Grupo 1, alimentación a base de zooplancton y/o plantas (10.01 mg/kg). Los peces de este último grupo provenían de la cuenca del río Marañón; mientras que los peces del Grupo 4, de la cuenca del río Corrientes. Los niveles más altos de mercurio en vísceras de peces se encontró en un grupo trófico: Grupo 2, alimentación a base de peces y/o insectos (5.02 mg/kg). Los peces de estos dos grupos tróficos provenían de la cuenca del río Pastaza.

Las concentraciones más altas de bario en vísceras de peces se encontraron en tres grupos tróficos: Grupo 4, alimentación a base de plancton (713.51 mg/kg), Grupo 1, alimentación a base de zooplancton y/ plantas (689.92 mg/kg) y Grupo 3, alimentación a base de frutos e insectos (491.60 mg/kg). Los peces de estos tres grupos tróficos provenían de la cuenca del río Corrientes; (Tabla 42)

Tabla 42: Concentraciones de Metales Pesados en Viscera de Peces de las Comunidades de las Cuatro Cuencas, Loreto 2016

Concentración de arsénico en víscera de peces (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	N	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	66	0.55	0.82	0.25	0.25	5.79
Pastaza	57	1.37	3.10	0.25	0.25	13.55
Tigre	42	0.83	0.96	0.38	0.25	4.60
Corrientes	66	1.01	0.97	0.66	0.25	4.36
Concentración de cadmio en víscera de peces (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	N	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	66	0.84	1.81	0.31	0.03	9.77
Pastaza	57	0.87	1.49	0.30	0.03	7.79
Tigre	42	2.26	2.65	1.53	0.03	15.18
Corrientes	66	1.44	2.08	0.74	0.03	10.34
Concentración de plomo en víscera de peces (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	N	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	66	0.91	1.93	0.25	0.25	10.84
Pastaza	57	0.77	1.24	0.25	0.25	4.86
Tigre	42	1.24	1.61	0.25	0.25	6.31
Corrientes	66	1.25	1.93	0.56	0.25	11.64
Concentración de mercurio en víscera de peces (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	N	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	66	0.48	0.61	0.22	0.02	2.77
Pastaza	57	0.48	0.82	0.15	0.02	5.02
Tigre	42	0.23	0.26	0.16	0.02	1.36
Corrientes	66	0.23	0.29	0.14	0.02	1.76
Concentración de bario en víscera de peces (mg/kg) según cuenca						
Cuenca	N	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Marañón	66	7.89	23.07	1.20	0.09	174.31
Pastaza	57	27.96	60.85	3.76	0.03	280.69
Tigre	42	46.93	97.57	9.14	0.08	577.92
Corrientes	66	62.97	141.68	6.53	0.36	713.51

INS-CENSOPAS 2018

4.7. Entrega de Resultados

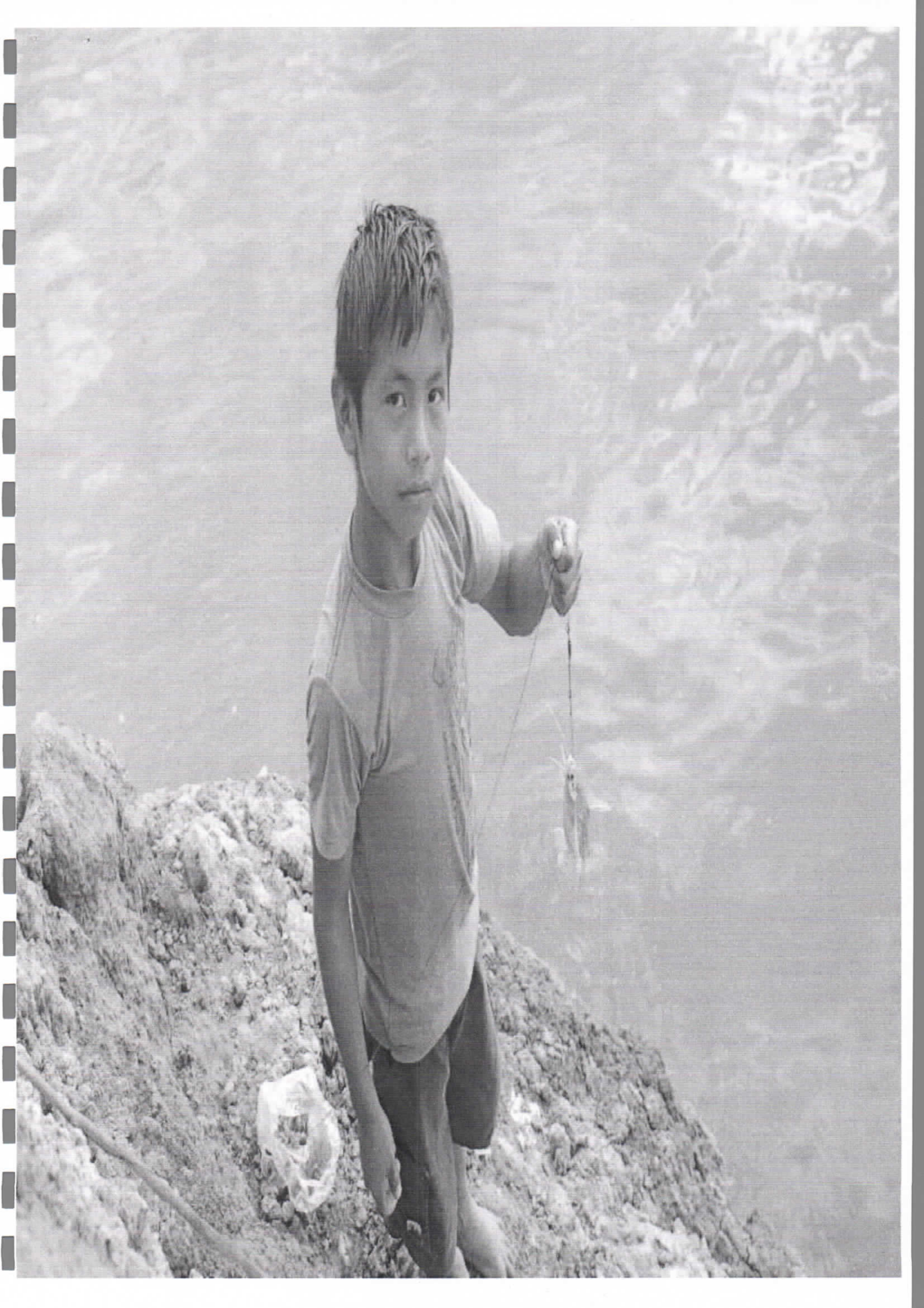
El proceso de entrega de resultados estuvo sujeta a disponibilidad presupuestaria y autorización tanto a nivel de Ministerio de Salud como de las federaciones representantes de las comunidades intervenidas; se realizó en 02 etapas entre los meses de mayo y diciembre del 2018; entre el 03 y el 17 de mayo del 2018 se visitaron las comunidades de la cuenca del río Marañón y entre el 06 y el 25 de mayo del 2018 se visitaron las comunidades de la cuenca del río Pastaza, mismo proceso que estuvo acompañado de una brigada de atención coordinada por el Ministerio de Salud; después de esta primera fecha a solicitud de las comunidades se reprogramó la entrega de resultados en la cuenca del Corrientes y del río Tigre, así mismo solicitaron una segunda visita de orientación sobre medidas preventivas frente a la exposición a metales pesados en las cuencas de los ríos Marañón y Pastaza.

El equipo de investigación estableció una estrategia para la entrega de resultados a la población de las comunidades, que pudo aplicarse en la segunda fase que se

desarrolló entre el 22 de octubre y el 20 de diciembre del 2018; la cual consistió en:

- Capacitación sobre metales pesados y entrega de resultados en poblaciones indígenas, a personal para entrega de resultados: 02 médicos especialistas en Medicina Ocupacional y Medio Ambiente: 01 Medico con estudios de maestría en Medicina Ocupacional y Medio Ambiente; 02 enfermeras, 02 nutricionistas y 02 técnicos de laboratorio.
- Misma capacitación se brindó a brigadas de salud coordinadas por el Ministerio de Salud.
- Elaboración de material para capacitar a promotores de salud por comunidad, sobre medidas preventivas de exposición a metales pesados.

De esta manera se concluyó las entregas de resultados a los pobladores intervenidos, quiénes recibieron orientación médica y nutricional dirigidas a la prevención de exposición a metales pesados; entre el 29 de octubre y el 24 de noviembre en las cuencas de los ríos Corrientes y Tigre y entre el 29 de noviembre y el 20 de diciembre del 2018 las cuencas de los ríos Marañón y Pastaza.



5. DISCUSION

Según los objetivos planteados consideramos presentar los niveles de metales pesados en mayores de 3 años, sin embargo se presentaron los resultados tomando como punto de corte 12 años, debido a lo establecido en las guías técnicas nacionales aprobadas por el MINSA en referencia a metales pesados.

Los niveles de metales pesados encontrados en el presente estudio, en las comunidades de las cuencas de los ríos Marañón, Pastaza, Corrientes y Tigre, se encuentran por encima de los VR establecidos por el Ministerio de Salud de Perú, en caso del plomo en niños menores de 12 años (20.1%) frente a (4.3%) en los de 12 años a más; el arsénico en orina por encima del VR se presenta en los menores de 12 años en un 47.8% y en un 22.7% en los de 12 años a más; en caso del mercurio el 24.8% en menores de 12 años y el 27.6% en población con 12 o más años presentan niveles por encima del VR; solo el 2.6% de los menores de 12 años y el 12.8% de los de 12 años a más, presentaron niveles de cadmio en orina por encima del VR y para el caso del bario el 16.7% (51) de la población menor de 12 años y el 11.6% de la población mayor o igual a 12 años presenta valores de bario en orina por encima del VR.

Si bien estos valores reflejan probabilidad de exposición a los metales pesados en sus diversas fuentes, es necesario considerar que la presencia de los mismos pueden generar algún síntoma de efecto, necesarios de evaluar, que permitan un diagnóstico sindrómico de exposición y daño y permitan identificar un posible caso; pues estos niveles posteriormente pueden dar sintomatología u otros efectos a la salud que pueden disminuir la calidad de vida (Rice et al., 2014). Los niños y las gestantes son especialmente vulnerables al efecto de los metales pesados, ya que sus características fisiológicas facilitan su absorción y pueden afectar el sistema nervioso durante el desarrollo temprano (Debes et al., 2016; Grandjean y White, 2002).

La quema de fósiles y residuos, al igual que aguas residuales y petróleo en crudo pueden contener metales pesados (Fakhru'l-Razi et al., 2009; Lienemann et al., 2007; Wilhelm, 1999), y niveles elevados de estos metales están relacionados a los que se presentan en el entorno ecológico circundante.

El 44.3% de las familias refieren quemar sus residuos domésticos. El consumo de agua no tratada (75.7%) y las diversas fuentes de agua sin tratamiento para consumo (mayor al 52%) evidencian que las medidas de saneamiento básico, además de otras posibles fuentes, representan un factor de riesgo de exposición no solo a contaminantes químicos sino también de origen biológico.

El uso de agua para la pesca y para el consumo durante la realización de la pesca, agricultura y caza. Se puede identificar que el 40% de las comunidades pescan en las cochas, y la fuente de agua para consumo durante sus labores es principalmente el agua de quebradas (40.7%).

Para cocinar, el combustible más usado es la leña (86.5%). La principal fuente de agua para el consumo proviene de la "planta de agua" de la cual el 30% de la población trata

el agua mediante cloración. El porcentaje de tratamiento del agua antes del consumo mediante cloración o ebullición, varía según la fuente del agua. En lo que respecta a la quema de residuos domésticos, el 52.8% de las familias de las comunidades de la cuenca del río Pastaza realizan esta práctica.

Por lo que además de fuentes de exposición asociadas a las actividades extractivas en la zona de estudio se suman, las características de manejo de residuos, quema de madera y consumo de agua no tratada; o para el caso de mercurio, este también puede provenir de fuentes orgánicas como la ingesta de pescado (Abdelouahab et al., 2008; Passos et al., 2007); la contaminación de los peces con mercurio está muy extendida en la región y es un riesgo para la salud que afecta a muchos de los pueblos indígenas que viven a lo largo de los ríos y afluentes amazónicos (Faial et al., 2015; Olivero-Verbel et al., 2016; Weinhouse et al., 2017).

Como posible fuente riesgo además se considera las actividades de extracción de petróleo (Webb et al., 2016). Sin embargo, varios estudios han identificado la deforestación, la erosión del suelo y la minería de oro como las principales fuentes de exposición.

El metaanálisis de Yusta-García et al. (2017) concluyeron que las aguas de los ríos son las principales fuentes de exposición al plomo en las comunidades de la cuenca del Corrientes. Niveles altos de plomo en la sangre han sido reportados previamente entre los pueblos indígenas del Cuenca del río Corrientes (Anticona et al., 2012; DIGESA, 2006). El presente estudio ha identificado diferentes riesgos de exposición relacionado a los niveles encontrados en la población, la identificación de signos y síntomas es necesaria para evaluar si los habitantes de esta zona presentan algún grado de afectación a su salud, así como la necesaria implementación de medidas preventivas que tienen que ser implementadas a diferente nivel, desde la vivienda, comunidad, región y que incluya las actividades económicas del entorno como es la extracción petrolera, la tala de árboles, la agricultura, el transporte y el comercio.

La Federación de Las Comunidades Indígenas de las Cuatro Cuencas proporcionó el listado de comunidades a ser involucradas en el estudio (66) acordado mediante el acta de Lima de marzo del 2015 ratificada por ACODECOSPAT, FECONACO Y FEDIQUEP Y OPIKAFPE en el marco del cumplimiento del DS 006-2014 (Tabla 1). De las cuales se seleccionaron 39 comunidades mediante una selección por conveniencia, en las que además se garantizaba accesibilidad geográfica y logística. Al aplicar un muestreo aleatorio simple para seleccionar las familias de estas 39 comunidades, permite que los resultados sean aplicables para las comunidades participantes.

6. CONCLUSIONES

Niveles de exposición a metales pesados

- 1) El promedio de plomo en niños de 3 meses a 35 meses de edad en las 4 cuencas, es de 5.9 $\mu\text{g}/\text{dL}$, solo se encuentra un valor máximo de 16.9 $\mu\text{g}/\text{dL}$ de Pb en sangre en la cuenca del río Corrientes.
- 2) Los niños menores de 12 años en general presentan una concentración promedio de plomo en sangre es 7.0 $\mu\text{g}/\text{dL}$; el 20.1% de la población menor de 12 años presenta valores de plomo en sangre por encima del valor referencial (VR).
- 3) El mayor porcentaje de personas menores de 12 años con valores de plomo en sangre superiores al VR corresponde a la cuenca del río Corrientes (33.3%) y al pueblo indígena Achuar (32.5%).
- 4) En lo que respecta a la población con 12 años a más, la concentración promedio de plomo en sangre es 7.8 $\mu\text{g}/\text{dL}$; el 4.3% (32) de la población mayor de 12 años presenta valores de plomo en sangre por encima del VR; tanto a nivel de cuenca como a nivel de comunidad, las concentraciones promedio de plomo en sangre no superan el valor de referencia en adultos (VR=20 $\mu\text{g}/\text{dL}$).
- 5) El mayor porcentaje de personas de 12 a más años, con valores de plomo en sangre, en población por encima del VR también corresponde a la cuenca del río Corrientes (10.0%) y al pueblo indígena Achuar (9.9%).
- 6) El Arsénico (As) en población menor a 12 años, presenta una concentración promedio de 27.7 $\mu\text{g}/\text{As}/\text{g}/\text{creatinina}$ y en aquellos con 12 años o más la concentración promedio de arsénico en orina es 15.0 $\mu\text{g}/\text{g}$ creatinina.
- 7) El 47.8% de la población menor de 12 años presenta valores de arsénico en orina por encima del VR y el 22.7% (135) de la población de 12 años a más, presenta valores de arsénico en orina por encima del Valor de Referencia (20 $\mu\text{g}/\text{g}$ creatinina).
- 8) El mayor porcentaje de menores de 12 años con valores de arsénico en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Pastaza (58.8%) y a los pueblos indígenas Quechua y Kichwa (55.7%), mientras que en los habitantes de 12 años a más, el mayor porcentaje de personas con valores de arsénico en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Marañón (31.7%), y a los mestizos y otros pueblos indígenas (34.8%).
- 9) La población menor de 12 años, presenta una concentración promedio de mercurio en orina de 4.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ creatinina y 4.4 $\mu\text{g}/\text{g}$ creatinina para aquellos que tienen 12 años o más; el 24.8% (57) de la población menor de 12 años (Tabla 29) presenta valores de mercurio en orina por encima del VR (5 $\mu\text{g}/\text{g}$ creatinina) y el 27.6% (164) de la población mayor o igual a 12 años presenta valores de mercurio en orina por encima del VR.
- 10) El mayor porcentaje de personas menores de 12 años, con valores de mercurio en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Pastaza (36.8%) y a los pueblos indígenas Quechua y Kichwa (39.2%) y el mayor porcentaje de personas de 12 a más años con valores de mercurio en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Marañón (46.7%) y al pueblo indígena Kukama (48.4%).
- 11) La concentración promedio de cadmio en orina es 0.8 $\mu\text{g}/\text{g}$ creatinina para los menores de 12 años y de 1.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ creatinina para los de 12 años a más;

- 12) El 2.6% (6) de la población menor de 12 años presenta valores de cadmio en orina por encima del Valor de Referencia (2 µg/g creatinina), mientras el 12.8% (76) de la población de 12 años a más presenta valores de cadmio en orina por encima del Valor de Referencia (2 µg/g creatinina).
- 13) Tanto a nivel de cuenca como a nivel de comunidad, las concentraciones promedio de cadmio en orina no superan el valor de referencia (VR); el mayor porcentaje de personas menores de 12 años con valores de cadmio en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Corrientes y el pueblo indígena Achuar (3.3% en ambos) y el mayor porcentaje de personas con 12 o más años con valores de cadmio en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Tigre (31.4%) y a mestizo y otros pueblos (15.2%).
- 14) La concentración promedio de bario en orina es 3.6 µg/L en menores de 12 años y en los de 12 años a más de 3.2 µg/L.
- 15) El 16.7% (51) de la población menor de 12 años y el 11.6% (85) de la población mayor o igual a 12 años presenta valores de bario en orina por encima del Valor de Referencia (6 µg/L).
- 16) El mayor porcentaje de personas menores de 12 años con valores de bario en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Pastaza (20.4%), y a mestizos y otros pueblos indígenas (28.6%) y los de 12 años a más con valores de bario en orina superiores al VR corresponde a la cuenca del río Marañón (15.5%), y el pueblo indígena Kukama (14.7%).
- 17) Respecto a los **aductos de ADN de benzopireno**, como marcador de riesgo y exposición a hidrocarburos, solo 52 personas (4.8%) de las muestras superaron el Limite de Cuantificación de Método. Dado al limitado tamaño de muestra no se pudieron realizar análisis para mirar asociaciones entre factores de riesgo y niveles de aductos.

Niveles de metales pesados e hidrocarburos en muestras ambientales y alimentos

- 18) En las muestras ambientales analizadas, no se evidenciaron hidrocarburos totales ni hidrocarburos aromáticos policíclicos.
- 19) Los Niveles de Metales Pesados en **suelo vivienda, el Bario y Plomo** fueron los metales que presentaron concentraciones por encima de los Estándares de Calidad Ambiental y en **suelo agrícola**, de los cinco metales analizados el **Cadmio, Bario y Plomo** fueron los metales que presentaron concentraciones por encima de los Estándares de Calidad Ambiental.
- 20) Para el caso de **Agua Vivienda**, de los cinco metales analizados en muestras de agua para consumo humano obtenidas de las viviendas, el **Cadmio** fue el único metal que presentó concentraciones por encima de los Estándares de Calidad Ambiental; en comparación con el **Agua Río/Pileta**, de los cinco metales analizados en muestras de agua para consumo humano obtenidas de río o de pileta, **Arsénico y Plomo** fueron los metales que presentaron concentraciones por encima de los Estándares de Calidad Ambiental.
- 21) Según la **Variedad de peces**, las concentraciones más altas de arsénico se encontraron en los peces carachama, fasaco y sábalo; la concentración más alta de cadmio se encontró en el pez fasaco (33.25 mg/kg), la concentración más alta de plomo se encontró en el pez sábalo (7.40 mg/kg). La concentración más alta de mercurio se encontró en el pez canero (9.93 mg/kg). La concentración más alta de bario se encontró en el pez carachama (188.32 mg/kg).

- 22) **Según la cuenca** donde se obtuvieron los peces, las concentraciones más altas de arsénico en músculo y huesos de peces se encontraron en dos cuencas: Pastaza (5.11 mg/kg, en el pez carachama), y Marañón (4.16 mg/kg, en el pez sábalo). La concentración más alta de cadmio se encontró en una cuenca: Pastaza (33.25 mg/kg, en el pez fasaco). La concentración más alta de plomo se encontró en una cuenca: Marañón (7.40 mg/kg, en el pez sábalo). La concentración más alta de mercurio se encontró en una cuenca: Pastaza (9.93 mg/kg, en el pez canero). La concentración más alta de bario se encontró en una cuenca: Tigre (435.96 mg/kg, en el pez bujurqui).
- 23) En los **alimentos obtenidos en las viviendas**, los pescados son los que presentaron las concentraciones promedio más altas de plomo, mercurio y bario (0.59 mg Pb/kg alimento, 0.67 mg Hg/kg alimento y 53.57 mg Ba/kg alimento).
- 24) Las vísceras presentaron las concentraciones promedio más altas de arsénico y de cadmio (0.60 mg As/kg alimento y 0.37 mg Hg/kg alimento).
- 25) En la cuenca del río Marañón, el 1% (pescados) de las muestras de alimentos superó la concentración máxima permitida (CMP) para plomo; el 3% (masato y vísceras) excedió la CMP para arsénico; el 23% (pescados, carnes y vísceras) sobrepasó la CMP para mercurio; y el 4% (vísceras), para cadmio.
- 26) En la cuenca del río Pastaza, no se encontró alimentos que superen la CMP para plomo. Sin embargo, el 6.2% (masato) de las muestras de alimentos excedió la CMP para arsénico; el 19.2% (pescados, carnes, vísceras, tubérculos y raíces) sobrepasó la CMP para mercurio; y 2.3% (vísceras), para cadmio.
- 27) En la cuenca del río Tigre, no se encontró alimentos que superen la CMP para plomo ni arsénico. No obstante, el 7.1% (pescados) de las muestras de alimentos superó la CMP para mercurio; y el 10.7% (vísceras) excedió las CMP para cadmio.
- 28) En la cuenca del río Corrientes, no se encontró alimentos que superen la CMP para plomo. Sin embargo, el 5.4% (masato) de las muestras de alimentos superó la CMP para arsénico; el 6.8% (pescados y carnes) excedió la CMP para mercurio; y el 2.7% (tubérculos y raíces) sobrepasó la CMP para cadmio.
- 29) La determinación del ratio de isótopos de plomo en muestras ambientales y de sangre, no se realizó por motivos relacionados a la implementación del método, a la disponibilidad de laboratorios externos para el análisis, según la Nota Informativa, comunicada por el laboratorio de CENSOPAS N° 18-2018-GVG-LQ-DEIPCROA-CENSOPAS/INS

7. RECOMENDACIONES PRELIMINARES

- Para poder evaluar las implicaciones a nivel de salud de los elevados niveles de arsénico encontrados en la población (especialmente elevados en la población <12 años), así como para estudiar las posibles fuentes de exposición, se recomienda especiar el arsénico (identificar si es de fuente orgánica o inorgánica).
- Realizar un análisis para estudiar la asociación entre consumo de determinados alimentos y niveles de metales en sangre/orina.
- Recomendaciones sobre monitoreo periódico de matrices ambientales donde se han encontrado valores por encima de los límites recomendados.
- Comunicar a las autoridades locales y nacionales, para implementar un programa de monitoreo de población en riesgo de exposición a metales pesados y otras sustancias químicas.
- Fortalecer en los establecimientos de Salud de las zonas evaluadas la formación de recursos humanos con capacidad para realizar actividades de prevención, frente a riesgos a la salud por exposición a metales pesados e hidrocarburos.
- Trabajo conjunto del Gobierno Regional, autoridades locales, instituciones públicas y privadas, además de la sociedad civil, con el afán de elaborar un Plan de Prevención y Monitoreo Biológico en zonas de posible riesgo de exposición a contaminantes ambientales.
- Promover la manipulación adecuada de alimentos para asegurar una alimentación saludable mediante la adopción de medidas de protección ambiental que impidan su contaminación por aire, suelo y agua; a través de la implementación de programas de educación nutricional a la población.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. Prüss-Üstün and C. Corvalán. Ambientes saludables y prevención de enfermedades. Primera. OMS, editor. Ginebra; 2006.
2. Perú, Presidencia de la República. Decreto legislativo 613 de Agosto 9 de 1990. Código Del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
3. Perú, Presidencia de la República. Aprueban Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos DECRETO SUPREMO N° 015-2006-EM EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
4. Perú, Dirección Ambiental de Salud Ambiental. Resultados del Monitoreo de la Calidad del Agua de Consumo Humano en 17 Localidades de la Cuenca del Río Marañón. Lima: DIGESA; 2013.
5. Perú, Autoridad Nacional del Agua (ANA). Resultados del monitoreo participativo de la calidad de agua superficial y sedimentos de la cuenca del río Marañón del 12 al 23 de setiembre del 2013. Lima: 2013.
6. Perú, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Resultados del monitoreo ambiental participativo en la Cuenca del río Marañón. Lima; 2013.
7. Perú, Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). Visita de supervisión a la cuenca del Marañón. Grupo de trabajo ambiental comisión multisectorial: INFORME N° 238918-2014-GFHL-UPPD. Lima; 2013.
8. Comisión Intrasectorial para la Prevención y Mitigación de la Contaminación por plomo y otros Metales Pesados. Visita de reconocimiento para la evaluación de la calidad sanitaria de los recursos hídricos y muestreo biológico en comunidades de la cuenca del Río Corrientes. Lima; 2006.
9. Anticona C. Heavy metal levels and nutritional status in two indigenous communities of the Corrientes river. Loreto- Perú. Umeá: Umeå University, 2008. 46pp
10. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). Atlanta: ATSDR; 1999.
11. Valdivia M. Intoxicación por plomo. Rev. Soc. Per. Med. Inter. 2005 18(1): 22
12. Centers for Disease Control and Prevention. Preventing Lead Poisoning in Young Children. Atlanta: CDC; 1997.
13. Ministerio de Salud. Guía técnica de práctica clínica para el manejo de pacientes por intoxicación por plomo RM 511/2007 [disponible en internet] Lima: MINSA; 2007. [citado el 13 noviembre de 2014] Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/documentos/Guias/RM511-2007%20Intox%20Plomo.pdf>
14. Ramos W. Intoxicación plúmbica crónica: Revisión problemática ambiental en el Perú. Rev. Peru. Epid. 2009; 13(2)
15. Ferrer A. Intoxicación por metales. Anales Sis San Navarra 2003; 26 (1): 141-153.
16. World Health Organization (2010). Preventing disease through h healthy environments exposure to lead: a major public health concern. Geneva.
17. Veil, J. A., Puder, M. G., Elcock, D., & Redweik, R. J. (2004). A white paper describing produces water from production of crude oil, natural gas and coal bed methane.
18. Brown, L. M., Kim, D., Yomai, A., Meyer, P. A., Noonan, G. P., Huff, D., & Flanders, W. D. (2005). Blood lead levels and risk factors for lead poisoning in children and caregivers in Chuuk State, Micronesia. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 208(4), 231–6. doi:10.1016/j.ijheh.2005.01.028
19. Naeher, L. P., Rubin, C. S., Hernandez-Avila, M., Noonan, G. P., Paschal, D., Narciso, J., ... McGeehin, M. (2003). Use of isotope ratios to identify sources contributing to pediatric lead poisoning in Peru. Archives of Environmental Health, 58(9), 579–89.
20. Fillion, M., Blais, J. M., Yumvihoze, E., Nakajima, M., Workman, P., Osborne, G., & Chan, H. M. (2014). Identification of environmental sources of lead exposure in Nunavut (Canada) using stable isotope analyses. Environment International, 71, 63–73. doi:10.1016/j.envint.2014.06.004
21. Cao, S., Duan, X., Zhao, X., Wang, B., Ma, J., Fan, D., ... Jiang, G. (2014). Isotopic ratio based source apportionment of children ' s blood lead around coking plant area. Environment International, 73, 158–166. doi:10.1016/j.envint.2014.07.015
22. Programas de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Análisis del flujo del comercio y revisión de prácticas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en América Latina y el Caribe. Ginebra: PNUMA; 2010
23. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for cadmium. Atlanta: ATSDR; 2012.
24. Nordberg G. Metales: Propiedades químicas y toxicidad, Cadmio. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. OIT; 2011
25. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for cadmium. Atlanta: ATSDR; 2012.
26. Ramírez A. Toxicología del cadmio, conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. Anales. Fac. de Med. UNMSM. 2002. Vol. 63(1): 51 - 64
27. Hughes M, Beck B, Chen Y, Lewis A, David J. Arsenic, Exposure and Toxicology: A Historical Perspective. Toxi. Sci. 2011. 123(2) 305-322.
28. Das NK, Sengupta SR. Arsenicosis: Diagnosis and treatment. Ind. Jour. Derma. Vene. Lepro. 2008. 74: 571-81.
29. Agency for Toxic Substances and Disease Register. Arsénico. [Internet] Atlanta: ATSDR; 2007. [disponible en internet] [citado 13 noviembre de 2014] Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf>
30. Guía de práctica clínica para el manejo de pacientes por Intoxicación por Plomo. RM 389/2011. [disponible en internet] Lima: MINSA 2011 [citado 13 noviembre 2014] Disponible en: http://saludmoquegua.gob.pe/Salud_pers/Normas_tecnicas/Arch_norm_tecn/METPES_RM389-2011_guia_pract_clin_arsn.pdf
31. Agreda O, Rojas M, Sarmiento A. Evaluación diagnóstica del contenido de arsénico en las fuentes de abastecimiento de agua potable del Estado Carabobo, Venezuela. Gac Méd Caracas 2005;113(1):58-64
32. Rios -Arana JV, Walsh EJ, Gardea -Torresdey JL. Assessment of arsenic and heavy metal concentrations in water and sediments of the Rio Grande at El Paso-Juarez metroplex region. Enviro. Interna. 2004 Jan;29(7): 957-71.

33. Brodtkin E, Mattman A, Kennedy J, Kling R. Review Lead and mercury exposures: interpretation and action. *CMAJ* 2007. 176(1): 59-63.
34. V. Ramirez A. Intoxicación ocupacional por mercurio *Acta Med. Per.* 2008. 69(1): 46-50
35. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Evaluación mundial sobre el mercurio. Ginebra: PNUMA, 2005.
36. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for barium and barium compounds. Atlanta: ATSDR; 1995.
37. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). Atlanta: ATSDR; 1999.
38. Fillion, M., Blais, J. M., Yumvihoze, E., Nakajima, M., Workman, P., Osborne, G., & Chan, H. M. (2014). Identification of environmental sources of lead exposure in Nunavut (Canada) using stable isotope ana
39. Godschalk, R. W. L., Van Schooten, F.-J., & Bartsch, H. (2003). A Critical Evaluation of DNA Adducts as Biological Markers for Human Exposure to Polycyclic Aromatic Compounds. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 36(1), 1–11. doi:10.5483/BMBRep.2003.36.1.001
40. Congreso de la República del Perú. Ley de Petróleo N°11780. Congreso de la República; Lima. 1952.
41. Congreso de la República del Perú. Ley de Hidrocarburos N°26222. Congreso de la República; Lima. 1993.
42. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Evaluación de contenido de metales en tejido de peces de Consumo humano. IIAP: Loreto; 1984
43. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Evaluación hidrobiológica del río Corrientes. IIAP: Loreto; 1987.
44. World Wildlife Fund Peru. Efectos Ambientales de la actividad petrolera en las áreas de influencia de los Lotes 8/8x y 1 AB, Loreto. WWF: Loreto; 1996-1997
45. Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales. Evaluación Ambiental Territorial de las Cuencas de los Ríos Tigre-Pastaza. Lima: Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales; 1998.
46. Federación de Comunidades Nativas del Corrientes (FECONACO). "Impactos Petroleros en Territorios Indígenas: Experiencias del Programa de Vigilancia Territorial del río Corrientes". Iquitos; 2011.
47. Perú, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Informe 411-2014-OEFA/DS-HID: Resumen Ejecutivo sobre la situación ambiental del lote 1-AB operado por la Empresa Pluspetrol S.A. Lima; 2014.
48. Repetto M. Glosario de Términos toxicológicos; M. Repetto (ed) Postgrado en toxicología. Ilustre Colegio Oficial de Químicos. Sevilla. CD-ROM. 2014. ISBN: 13:978-84-695-3142-6.
49. Organización Internacional de Trabajo. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/021542/021542-07.pdf>
50. Manuel Repetto Jimenez, Guillermo Repetto Kuhn. Toxicología fundamental. Editorial Díaz de Santos. 4ta edición. España 2009.
51. Delgado, J. & Delgado, Y. M. (2006, 22 de diciembre). Conducta o comportamiento. Más allá de las disquisiciones terminológicas. *Revista Psicología Científica.com*, 8(20). Disponible en: <http://www.psicologiacientifica.com/conducta-comportamiento> - See more at: <http://www.psicologiacientifica.com/conducta-comportamiento/#sthash.jKaR1nUR.dpuf>
52. Perú, Ministerio de Salud. RM 538-2009. Nueva estructura de etapas de vida. MINSA; Lima, 2009.
53. Willet W. Food Frequency Methods. En *Nutritional Epidemiology*. 2°ed. New York-Oxford, Oxford University Press; 1998. pp. 74-100.
54. Willet W. Reproducibility and Validity Food-Frequency Questionnaires. En *Nutritional Epidemiology*. 2°ed. New York-Oxford, Oxford University Press; 1998. pp. 101-147.