

# **ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN**

**MAESTRÍA EN  
GESTIÓN MINERA Y AMBIENTAL**



**Grado de contaminación y enriquecimiento antropogénico de  
metales en los suelos de la cabecera de la cuenca del río  
Corrientes, 2019**

**Trabajo de Investigación  
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en  
Gestión Minera y Ambiental

**Autor:**  
Bach. Colquehuanca Quispe, Jannet Vaneza

**Docente Guía:**  
Mtro. Niquen Espejo, Christopher

**TACNA – PERÚ  
2023**

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPITULO I: ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....</b>	<b>12</b>
1.1 Título del Tema .....	12
1.2 Planteamiento del Problema .....	12
1.3 Formulación del Problema.....	17
1.3.1 General .....	17
1.3.2 Específico .....	17
1.4 Hipótesis de la Investigación .....	18
1.4.1 General .....	18
1.4.1 Específicos.....	18
1.5 Objetivos de la Investigación.....	18
1.5.1 General .....	18
1.5.2 Específicos.....	19
1.6 Justificación .....	19
1.6.1 Justificación teórica.....	20
1.6.2 Justificación práctica .....	21
1.6.3 Justificación metodológica .....	21
1.7 Metodología .....	21
1.7.1 Tipo de Investigación .....	21
1.7.2 Diseño de investigación .....	22
1.7.3 Población .....	22
1.7.4 Muestra .....	23
1.7.5 Técnica e instrumento de recolección de datos.....	23
1.8 Principales definiciones.....	27
1.9 Alcances y Limitaciones .....	31
1.9.1 Alcances .....	31
1.9.2 Limitaciones .....	32
1.10 Cronograma.....	32
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO .....</b>	<b>55</b>
2.1 Conceptualización de las variables o tópicos clave .....	55
2.1.1 Variable Independiente: contaminación y enriquecimiento antropogénico de metales .....	55
2.1.2 Variable Dependiente: suelo de la Cuenca Corrientes.....	59

2.2	Importancia de las variables o tópicos.....	63
2.3	Modelo de las variables.....	64
2.4	Análisis comparativo de las bases teóricas .....	66
2.5	Análisis crítico de las bases teóricas.....	69
<b>CAPITULO III: MARCO REFERENCIAL .....</b>		<b>71</b>
3.1	Reseña histórica del Sector de Hidrocarburos.....	71
3.2	Reseña del Lote 192 .....	73
3.3	Presentación de actores.....	75
3.4	Diagnóstico sectorial .....	77
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>		<b>58</b>
4.1	Marco metodológico.....	58
4.1.1	Tipo y diseño de investigación .....	58
4.1.2	Técnicas e instrumentos .....	58
4.1.3	Población y Muestra.....	59
4.2	Resultados .....	59
4.2.1	Recopilación y sistematización de antecedentes claves.....	59
4.2.2	Sistematización de los resultados físico-químicos de metales en suelo .....	63
4.2.3	Determinación del Factor de Enriquecimiento (FE) .....	56
4.2.4	Determinación del Índice de Geoacumulación (Igeo) .....	58
4.3	Análisis y discusión de resultados.....	59
4.3.1	Comparación de las concentraciones de metales evaluados en Suelo con los valores de referencia .....	59
4.3.2	Análisis integral de los resultados de Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de geoacumulación determinado para cada sitio contaminado.....	57
4.3.3	Análisis de los resultados de Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de geoacumulación por sitio contaminado.....	69
<b>CAPÍTULO V: SUGERENCIAS .....</b>		<b>55</b>
5.1	Estudios específicos técnicos.....	55
5.2	Elaboración de Plan de Manejo.....	56
5.3	Oportunidades de Mejora .....	56
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>68</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	<b>23</b>
<i>Número de muestras de suelo por sitio impactado</i> .....	
<b>Tabla 2</b> .....	<b>26</b>
<i>Clases de factores de enriquecimiento para un metal pesado</i> .....	
<b>Tabla 3</b> .....	<b>26</b>
<i>Clasificación de la calidad del suelo de acuerdo al FE, según Sutherland (2000)</i> .....	
<b>Tabla 4</b> .....	<b>27</b>
<i>Clasificación de dos parámetros: clase de Índice de geoacumulación y grado de contaminación</i> .....	
<b>Tabla 5</b> .....	<b>27</b>
<i>Cronograma de actividades</i> .....	
<b>Tabla 6</b> .....	<b>62</b>
<i>Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelos 2017, para metales</i> .....	
<b>Tabla 7</b> .....	<b>65</b>
<i>Criterios considerados por los métodos de evaluación detectados</i> .....	
<b>Tabla 8</b> .....	<b>67</b>
<i>Análisis comparativos de la Variable Independiente del estudio</i> .....	
<b>Tabla 9</b> .....	<b>69</b>
<i>Análisis comparativos de la Variable Dependiente del estudio</i> .....	
<b>Tabla 10</b> .....	<b>56</b>
<i>Concentración de metales pesados en aguas de producción de campos petroleros</i> .....	
<b>Tabla 11</b> .....	<b>57</b>
<i>Concentración de Metales del Crudo producido en el ex Lote 1AB</i> .....	
<b>Tabla 12</b> .....	<b>60</b>
<i>Concentraciones de Nivel de Fondo determinados en los Planes de Rehabilitación aprobados de la Cuenca Corrientes – 2019</i> .....	
<b>Tabla 13</b> .....	<b>56</b>
<i>Concentraciones máximas y mínimas de metales en los suelos de los doce (12) Sitios Contaminados de la Cuenca Corrientes – 2019</i> .....	
<b>Tabla 14</b> .....	<b>57</b>
<i>Resultados promedio del Factor de Enriquecimiento (FE) de los sitios contaminados de la Cuenca Corrientes</i> .....	
<b>Tabla 15</b> .....	<b>58</b>
<i>Resultados de Índice de Geoacumulación (FE) de los sitios contaminados de la Cuenca Corrientes</i> .....	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> .....	<b>15</b>
<i>Ubicación de los 32 sitios contaminados correspondientes a los Planes de Rehabilitación situados en las cuencas de los ríos Corrientes, Tigre y Pastaza .....</i>	
<b>Figura 2</b> .....	<b>17</b>
<i>Ubicación del área de estudio correspondientes a los 12 sitios contaminados en la Cuenca del río Corrientes .....</i>	
<b>Figura 3</b> .....	<b>24</b>
<i>Etapas para el desarrollo del proyecto de Investigación .....</i>	
<b>Figura 4</b> .....	<b>72</b>
<i>Ubicación de los lotes 192 (Ex 1AB) y 8, Oleoducto Norperuano (ONP) y cantidad de Derrames de petróleo al 2022 .....</i>	
<b>Figura 5</b> .....	<b>55</b>
<i>Análisis FODA para el Sector de Hidrocarburos .....</i>	
<b>Figura 6</b> .....	<b>56</b>
<i>Afectaciones operacionales identificadas en el Lote 192 (Ex 1AB) .....</i>	
<b>Figura 7</b> .....	<b>61</b>
<i>Porcentaje de distribución de los metales y otros parámetros en 1 kg de PS en los suelos de los sitios contaminados situados en la cuenca del río Corrientes .....</i>	
<b>Figura 8</b> .....	<b>62</b>
<i>Variabilidad de las concentraciones de nivel de fondo de los metales presentes en los sitios contaminados de la cabecera de la cuenca del río Corrientes .....</i>	
<b>Figura 9</b> .....	<b>63</b>
<i>Variabilidad de las concentraciones de nivel de fondo del Hierro presente en los sitios contaminados de la cabecera de la cuenca del río Corrientes .....</i>	
<b>Figura 10</b> .....	<b>60</b>
<i>Concentraciones de Arsénico en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes .....</i>	
<b>Figura 11</b> .....	<b>60</b>
<i>Concentraciones de Bario en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes .....</i>	
<b>Figura 12</b> .....	<b>61</b>
<i>Concentraciones de Cadmio en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes .....</i>	
<b>Figura 13</b> .....	<b>61</b>
<i>Concentraciones de Cromo en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes .....</i>	
<b>Figura 14</b> .....	<b>56</b>
<i>Concentraciones de Mercurio en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes .....</i>	
<b>Figura 15</b> .....	<b>56</b>

<i>Concentraciones de Plomo en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del rio Corrientes.....</i>	
<b>Figura 16</b> .....	<b>58</b>
<i>Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Arsénico...</i>	
<b>Figura 17</b> .....	<b>60</b>
<i>Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Bario Total</i>	
<b>Figura 18</b> .....	<b>62</b>
<i>Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Cadmio ....</i>	
<b>Figura 19</b> .....	<b>64</b>
<i>Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Cromo Total.....</i>	
<b>Figura 20</b> .....	<b>66</b>
<i>Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Mercurio...</i>	
<b>Figura 21</b> .....	<b>68</b>
<i>Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Plomo.....</i>	

## RESUMEN

En la presente investigación se determinaron el índice de geoacumulación ( $I_{geo}$ ) y el factor de enriquecimiento (FE) de las concentraciones de metales pesados como el arsénico, bario, cadmio, cromo, mercurio y plomo detectados en 567 muestras de suelos evaluados en doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes, ubicado al norte de la Amazonía Peruana, políticamente en el distrito de Trompeteros, provincia de Nauta y departamento de Loreto, los mismos que cuentan con su respectivo Plan de Rehabilitación aprobado por el Ministerio de Energía y Minas. Las concentraciones detectadas en estos doce (12) sitios contaminados fueron analizadas en forma integral para que mediante la aplicación de técnicas de normalización geoquímica se pueda identificar el origen principal (geogénico o antropogénico) de dichas concentraciones y por consecuencia, determinar si es necesario o no implementar un plan de manejo ambiental complementario y sostenible en el tiempo destinado a la prevención, para un manejo y control adecuado y reducción de exposición de la población en relación a aquellos sitios donde se determine la presencia de metales de origen geogénico.

El análisis integral de las concentraciones de metales en los suelos de estos doce (12) sitios contaminados, permitieron determinar que los sitios con mayor alteración y contaminación por metales, son el Sitio S0118, toda vez que más del 85% de sus resultados presentan excedencias al ECA para Suelo, para todos los metales evaluados comprendidos en el ECA para suelo (arsénico, bario, cadmio, cromo, mercurio y plomo); seguido por los Sitios S0115 y S0113.

Asimismo, se determinó que el 65% de las muestras analizadas presentan un grado de contaminación “moderado a muy contaminado”, mientras que el 35%



restante, presenta un grado de contaminación “extremadamente contaminado”; y en relación al factor de enriquecimiento, se determinó que el 30% de las muestras presentan un enriquecimiento antropogénico, y un 70% de enriquecimiento **geogénico**, es decir provienen en mayor parte de condiciones naturales, asociadas a las características geológicas y litológicas propias del sitio.

Por lo que se determina que, sí resulta necesario implementar un programa de manejo ambiental complementario a las acciones de remediación aprobadas en los Planes de Rehabilitación, toda vez que las poblaciones de las comunidades cercanas estarán expuestas siempre a estas concentraciones naturales las cuales pueden representar un riesgo a largo plazo en la salud de las personas, por lo que antes de elaborar dicho plan se requeriría elaborar estudios específicos en los suelos del área de estudio.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo determinar el grado de contaminación y enriquecimiento antropogénico de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca del río Corrientes, es decir analizar en forma integral el origen de las concentraciones altas de los metales presentes en el área de estudio, para poder determinar si es necesario o no, que se realicen medidas de manejo ambiental complementarios destinados a la prevención y control de la fuente según su origen, distintos a las acciones de remediación ya establecidos en los Planes de Rehabilitación aprobados, que tienen como fin descontaminar las áreas delimitadas como contaminadas, mas no el control de la fuente en caso se determine que las concentraciones de metales provienen de un origen geogénico. Asimismo, la presente investigación busca profundizar y ampliar el conocimiento sobre el origen geogénico y/o antropogénico de las fuentes de contaminación por metales que han venido afectando desde hace más de 49 años a la salud y el ambiente de las Comunidades Nativas de José Olaya, Nueva Jerusalén y Antioquía.

Motivo por el cual, desde el año 2013, luego de que se comprobara la contaminación por metales e hidrocarburos en el área de la cuenca del río Corrientes, el Ministerio del Ambiente (MINAM) aprobó la Declaratoria de Emergencia Ambiental para la Cuenca del río Corrientes, mediante Resolución Ministerial N° 263-2013-MINAM, 06 de septiembre de 2013.

Un año más tarde, ante la falta de acciones concretas que respondan a atender la emergencia ambiental, se activaron 7 conflictos socio-ambientales en la Región Loreto (Defensoría del Pueblo, Reporte N° 122. 2014) por parte de las Comunidades

Nativas, que exigían la remediación ambiental de los sitios impactados, por ello en mayo del 2015, el Estado logra por fin aprobar la Ley 30321, mediante el cual se crea el Fondo de Contingencia (en adelante, la Ley del Fondo) para la remediación ambiental de los sitios impactados situados en el ámbito de la cuenca de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón.

En marco de dicha Ley, el 2018 el Estado elaboró treinta (32) planes de Rehabilitación (MINEM, PR, 2022), de los cuales trece (13) se sitúan en la cuenca del río Corrientes, y doce (12) de ellos se encuentran aprobados a la fecha (abril, 2023), marcando así un hito sin precedentes que da inicio a la gestión y remediación ambiental en la amazonia de nuestro país. Por consiguiente, ante este importante primer paso surge la necesidad de analizar los resultados que contienen estos doce (12) primeros Planes de Rehabilitación aprobados, a fin de contribuir y complementar mediante estudios técnicos y científicos en material ambiental que aporten para una gestión sostenible, por lo que , en este contexto , profundizar en el origen de la fuente de contaminación, mediante técnicas de normalización geoquímica válidas, para determinar el grado de enriquecimiento antropogénico de los metales detectados resulta importante, para que en función a ello, se pueda proponer e incorporar un programa de manejo destinado al control de la fuente, ya sea antropogénica y/o geogénica, y así establecer una remediación sostenible en el tiempo.

## **CAPITULO I: ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

### **1.1 Título del Tema**

Grado de contaminación y enriquecimiento antropogénico de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca del río Corrientes, 2019.

### **1.2 Planteamiento del Problema**

La contaminación por metales pesados y metaloides en nuestro país es una problemática nacional actual, que se hace presente también en la amazonia peruana desde hace más de 49 años, dicha problemática está asociada a la falta de gestión e inadecuado manejo ambiental en las actividades industriales, comerciales, extractivas, entre otras, que se desarrollaron en la parte norte de la amazonia peruana, principalmente por las actividades petroleras, seguido por la contaminación producto de la aparición de actividades informales como la tala y la minería ilegal. Por ello, en el año 2012 la Presidencia del Consejo de ministros (en adelante, PCM) aprobó mediante Resolución Suprema N° 200-2012-PCM, la creación de una Comisión Multisectorial con el objetivo de que dicha comisión pueda analizar, diseñar y proponer medidas que permitan optimizar las condiciones ambientales de las comunidades situadas en las cuencas de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón de la amazonia peruana.

Esta Comisión, estuvo conformada por diferentes instituciones del Poder Ejecutivo, como la Autoridad Nacional del Agua (en adelante, ANA), el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante OEFA), la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (en adelante, DIGESA) y el Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería (en adelante OSINERGMIN). En el 2013, dicha comisión decidió iniciar la atención de los sitios contaminados situados en la

cuenca del río Corrientes , realizando monitoreos ambientales desde el 23 abril al 02 de mayo del 2013, en los cuales evidenció y confirmo la presencia de contaminantes en suelo, sedimentos y agua con concentraciones por encima de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) correspondientes a hidrocarburos totales de petróleo (TPH) y presencia de metales, tales como el arsénico, bario, cadmio, plomo y zinc.

En consecuencia, en función a los resultados obtenidos, el 07 de agosto de ese mismo año (2013), la Federación de Comunidades Nativas del Río Corrientes (en adelante, FECONACO)<sup>1</sup> solicitó al Ministerio del Ambiente (en adelante, MINAM) la Declaratoria de Emergencia Ambiental de la Cuenca Corrientes; por ello, el 06 de septiembre de 2013 el MINAM aprobó la Declaratoria de Emergencia de la Cuenca del río Corrientes , con el objeto de *“asegurar la gestión sostenible de las áreas contaminadas, llevando a cabo las acciones de remediación para eliminar los impactos en la salud pública y el medio ambiente, con el fin de minimizar la contaminación ambiental en forma inmediata”* (R.M. N° 263-2013-MINAM, 2013); sin embargo, a la fecha no existe información oficial sobre el cumplimiento de los objetivos de la mencionada Declaratoria de Emergencia, lo que conllevó en el 2014 que se desataran 7 conflictos socio-ambientales en la Región Loreto, según el reporte N° 122, 2014 publicado por la Defensoría del Pueblo, donde las Comunidades Nativas exigían entre sus pedidos la pronta remediación ambiental de los sitios impactados, tras arduos esfuerzos, en mayo del 2015, el Estado por fin logra aprobar la Ley 30321 (en adelante, Ley del Fondo), mediante el cual se crea el Fondo de Contingencia para la remediación ambiental de los sitios impactados situados en el ámbito de las cuencas de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón. Paralelamente, el Estado y las

---

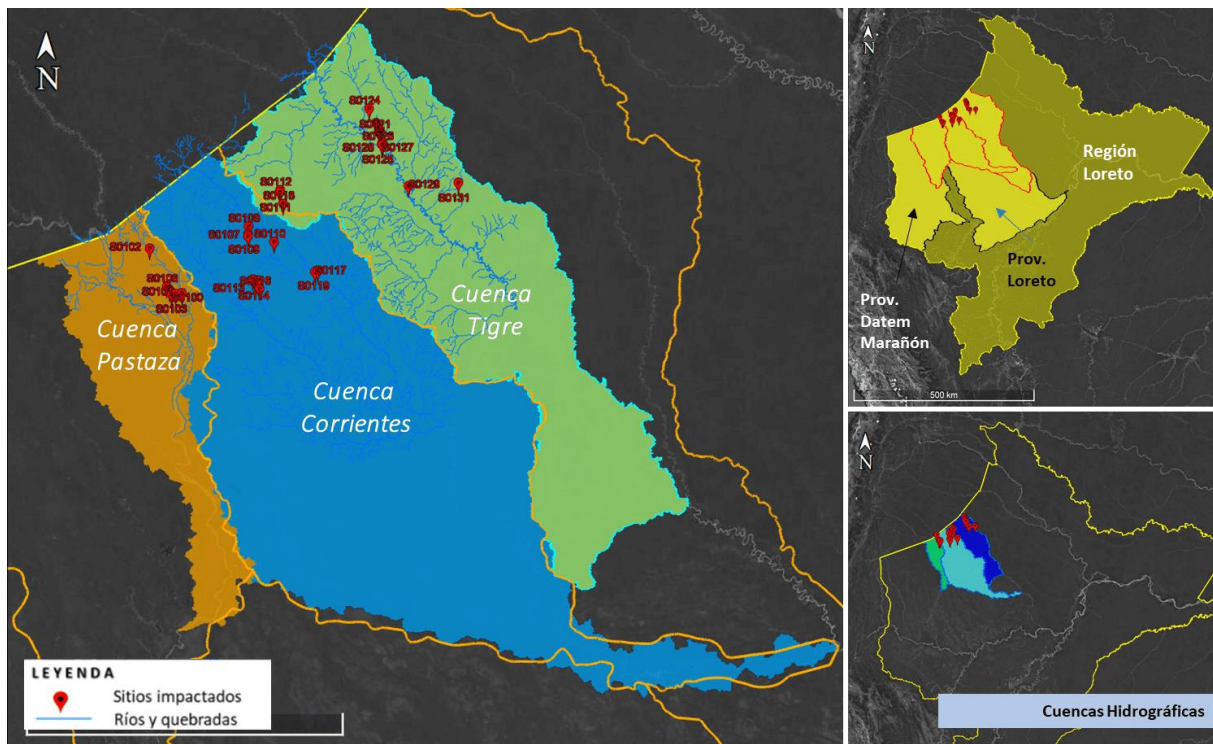
<sup>1</sup> Mmediante carta N° 0229-2013-FECONACO de fecha 07 de agosto 2013.

federaciones indígenas decidieron encargar al Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas (PNUD) la elaboración de un estudio independiente, transparente y con compromisos de altos estándares ambientales y sociales, que fue publicado en el 2018 con el nombre de “Estudio Técnico Independiente (ETI) del EX Lote 1AB” (en adelante, ETI), en el cual se publicó el análisis integral estadístico de las condiciones ambientales y sociales de las tres cuencas, demostrando para el caso de la cuenca del río Corrientes, concentraciones altas de plomo en suelos; y arsénico, cadmio, mercurio, plomo y bario en los sedimentos de dicha cuenca; asimismo, el ETI resaltó que el Ministerio de Salud (en adelante, MINSA) en sus evaluaciones de niveles de exposición a metales pesados de las personas indígenas, obtuvieron resultados que arrojan “(...) *niveles variables de presencia de plomo, cadmio, arsénico y mercurio en los habitantes indígenas, y que dicha exposición a metales pesados ha generado en la población indígena altos niveles de angustia e incertidumbre.*” (PNUD, 2018).

Por ello, con las conclusiones de las evaluaciones precedentes que demostraban la afectación por hidrocarburos y metales en dicha cuenca, en el 2018 y 2019 en el marco de la Ley del Fondo, se elaboraron en total treinta y dos (32) Planes de Rehabilitación para la remediación de los sitios impactados de las cuencas Corrientes, Tigre y Pastaza, de los cuales trece (13) corresponden a la cuenca del río Corrientes, respecto de los cuales a la fecha (abril de 2023) la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas (en adelante, MINEM), ha aprobado doce (12) Planes de Rehabilitación.

## Figura 1

Ubicación de los 32 sitios contaminados correspondientes a los Planes de Rehabilitación situados en las cuencas de los ríos Corrientes, Tigre y Pastaza



La aprobación de estos doce (12) planes de rehabilitación, marca un hito importante sin precedentes en el ámbito de la Gestión Ambiental de sitios contaminados en la Amazonia peruana, toda vez que a la fecha en el Perú no existen antecedentes de proyectos de remediación en selva que hayan tenido resultados exitosos por las limitaciones geográficas, logísticas y características propias de cada sitio contaminado. Estos planes de rehabilitación aprobados contienen las técnicas de remediación destinadas a la descontaminación de doce (12) sitios, los cuales además cuentan con las opiniones técnicas de las autoridades como el ANA, MINAM, MIDAGRI, SERFOR y DIGESA quienes dentro de sus competencias formularon observaciones técnicas a los planes de rehabilitación, las mismas que fueron subsanadas y sustentadas.

Por lo tanto, al ser estos doce (12) Planes de Rehabilitación los primeros estudios en ser realizados por el estado para la remediación de los sitios contaminados que permanecen en el lugar por más de cuatro décadas, resulta importante complementar estos estudios desde diferentes aspectos, como ambientales, técnicos, ingeniería, y ciencias como la geología, hidrogeología, geoquímica, etc. Con el fin de contribuir a una gestión ambiental sostenible en el tiempo.

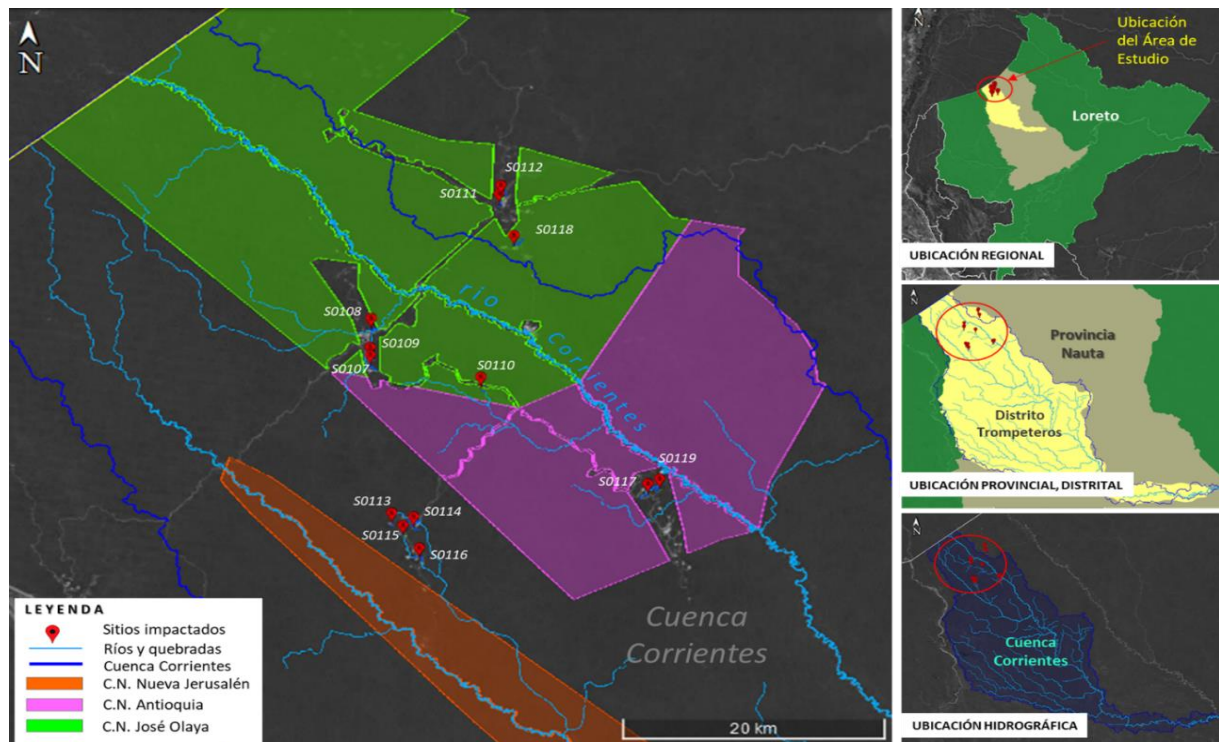
Por ello, la presente investigación, tiene a fin analizar y explicar el origen de la fuente de contaminación detectada en los sitios de la cuenca Corrientes situado en el distrito de Trompeteros, provincia de Nauta, región de Loreto, que se superponen a su vez sobre los territorios de tres (3) comunidades nativas correspondientes a las Comunidades Nativas de Nueva Jerusalén, Antioquia y José Olaya, desde un análisis integral de las concentraciones de metales detectados en estos sitios, considerando el riesgo a la salud de las comunidades nativas expuestas a estos sitios contaminados por hidrocarburos y metales durante más de cuatro décadas.

Las concentraciones que se analizarán en el presente trabajo de investigación, corresponden a las últimas evaluaciones realizadas en los sitios, las mismas que fueron recogidas en el año 2019, por consiguiente, corresponden a la data más actualizada y disponible del área de estudio hasta la fecha, la cual representa la base y sustento de estudio para poder determinar mediante técnicas de normalización geoquímica válidas el cálculo del índice de geoacumulación y factor de enriquecimiento; y de esta manera, conocer el origen de la fuente de contaminación de las concentraciones de los metales en los suelos de la cuenca del río Corrientes.



## Figura 2

Ubicación del área de estudio correspondientes a los 12 sitios contaminados en la Cuenca del río Corrientes



## 1.3 Formulación del Problema

### 1.3.1 General

¿Cuál es el grado de contaminación y enriquecimiento de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca del río Corrientes al 2019?

### 1.3.2 Específico

- ¿Qué metales en suelos de la cabecera de la cuenca del río Corrientes, exceden la normativa ambiental nacional e internacional al 2019?
- ¿Cuál es el índice de geoacumulación de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca corrientes al 2019?
- ¿Cuál es el factor de enriquecimiento (origen) de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca corrientes al 2019?
- En función al origen de la contaminación ¿es necesario implementar un plan de manejo ambiental complementario?

## **1.4 Hipótesis de la Investigación**

### **1.4.1 General**

El grado de contaminación y enriquecimiento de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca del río Corrientes al 2019 tiene mayor enriquecimiento de origen antropogénico que geogénico.

### **1.4.1 Específicos**

- Los metales que exceden la normativa ambiental nacional e internacional para suelos, corresponden al grupo de metales pesados tóxicos para la salud humana.
- El índice de geoacumulación de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca corrientes al 2019 corresponden a una contaminación moderada,
- El factor de enriquecimiento de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca corrientes al 2019 proviene principalmente de un enriquecimiento antropogénico.
- Si corresponde implementar un Plan de Manejo de Suelos complementario.

## **1.5 Objetivos de la Investigación**

### **1.5.1 General**

Determinar el grado de contaminación y enriquecimiento antropogénico de las concentraciones de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca del río Corrientes al 2019.

### **1.5.2 Específicos**

- Determinar el rango de las concentraciones de los metales presentes en los suelos de la cabecera de la cuenca del río Corrientes, que exceden la normativa ambiental nacional e internacional al 2019.
- Calcular el índice de geoacumulación de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca corrientes al 2019.
- Determinar el factor de enriquecimiento de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca corrientes al 2019.
- Determinar la necesidad de implementar un plan de manejo ambiental complementario, en función al origen de la contaminación.

### **1.6 Justificación**

El riesgo por la exposición a metales a las poblaciones de las Comunidad Nativas situados en los sitios contaminados de los doce (12) Planes de rehabilitación advierten la importancia de ahondar en la investigación del origen de dicha contaminación a partir de las concentraciones acumuladas y detectadas al 2019 en los suelos de dicha cuenca. Asimismo, considerando que los doce (12) Planes de rehabilitación corresponden a los primeros estudios aprobados para la remediación ambiental, y que contienen resultados a detalle de una amplia red de muestreo en suelos, que fueron analizados para identificar las excedencias respecto a la comparación de los estándares nacionales de calidad ambiental para suelo; no obstante, como dichos estudios tienen como objetivo principal caracterizar los límites de la extensión de la contaminación para determinar las acciones para su

remediación, no se profundiza en la investigación del origen de la fuente que aportó a la contaminación de los suelos de la cuenca del río Corrientes.

Por ello, resulta importante analizar los valiosos resultados de estos estudios, con el objetivo de analizar la fuente (geogénica y/o antropogénica) de contaminación que dio origen a las altas concentraciones de metales, mediante técnicas de normalización geoquímicas válidas para calcular el índice de geoacumulación y factor de enriquecimiento; y de esta manera determinar la necesidad de implementar un plan de manejo ambiental complementario.

Asimismo, el presente proyecto busca contribuir al conocimiento del origen de la fuente de contaminación en función de los resultados analíticos recogidos en cada uno de los doce (12) Planes de Rehabilitación aprobados, y pueda servir como insumo para futuros estudios ambientales dentro de la cuenca Corrientes y/o como referencia para sitios con características similares.

### **1.6.1 Justificación teórica**

Contribuir en la adecuada gestión y remediación ambiental de los sitios impactados de la cuenca del río Corrientes situado en la Amazonia norperuana, proporcionando un análisis integral de la contaminación por metales en los suelos, y su grado de enriquecimiento antropogénico, el cual permitirá determinar la necesidad de implementar un plan de manejo ambiental complementario, y de esta manera aportar en el manejo ambiental de la contaminación de estos sitios y al conocimiento actual de las características ambientales de las concentraciones de metales presentes en la cuenca del río corrientes, el cual puede ser considerado como una base de las características del sitio para futuras evaluaciones ambientales en materia de gestión de sitios contaminados que se sitúen en la cuenca del río Corrientes.

En ese sentido, la presente investigación resulta viable, pues se dispone de las fuentes de información y datos analíticos necesarios para llevarla a cabo, los cuales son de acceso público y se encuentran publicados en el portal institucional del MINEM<sup>2</sup>.

### **1.6.2 Justificación práctica**

Los resultados de la presente investigación buscan contribuir en la gestión ambiental de los primeros doce (12) planes de rehabilitación aprobados en la cuenca del río Corrientes, el cual es de interés social, científico y político; aportando con el análisis del origen de los metales detectados para determinar la necesidad de incorporar o no un programa de manejo destinado al control de la fuente, ya sea antropogénica y/o geogénica, y de esta manera contribuir con una remediación sostenible en el tiempo.

### **1.6.3 Justificación metodológica**

El procedimiento metodológico utilizado para la determinación del grado de contaminación y enriquecimiento antropogénico de las concentraciones detectadas en la cabecera de la cuenca del río Corrientes, mediante el uso de indicadores de técnicas geoquímicas puede ser replicado en instrumentos ambientales en materia de gestión de sitios contaminados y otros en que se requiera indagar sobre las características de la fuente de contaminación.

## **1.7 Metodología**

### **1.7.1 Tipo de Investigación**

---

<sup>2</sup> Portal Institucional del MINEM, donde se encuentran publicados los doce (12) planes de rehabilitación aprobados en la cuenca del río Corrientes: <http://www.minem.gob.pe/descripcion.php?idSector=22&idTitular=9448>

El tipo de investigación del presente estudio es de tipo descriptivo, toda vez que: *“busca especificar propiedades, características y rangos importantes de cualquier fenómeno que se analice”* (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)(Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.92); asimismo, el enfoque del proyecto es cuantitativo toda vez que se sistematizará todos los datos de las concentraciones de metales de suelos muestreados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes, los cuales serán analizados y permitirán determinar el índice de geoacumulación y factor de enriquecimiento antropogénico de dichas concentraciones.

### **1.7.2 Diseño de investigación**

El presente estudio es de tipo, no experimental, transeccional descriptivo, puesto que *“tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una variable e en una población”* (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014); en este caso, el objetivo es determinar el grado de contaminación y factor de enriquecimiento antropogénico a partir de las concentraciones de metales en suelos de la cabecera de la cuenca del río Corrientes al 2019, y de esta manera determinar el origen de las concentraciones de dichos metales.

### **1.7.3 Población**

Los doce (12) sitios contaminados se encuentran ubicados al norte de la Amazonía Peruana, políticamente en el distrito de Trompeteros, provincia de Nauta y departamento de Loreto, y geográficamente en la cabecera de la cuenca del río Corrientes. Territorialmente los doce (12) sitios contaminados se superponen sobre los territorios de tres (3) Comunidades Nativas, las cuales corresponden a: la

Comunidad Nativa de José Olaya, Comunidad Nativa de Antioquia y a la Comunidad Nativa de Nueva Jerusalén.

#### 1.7.4 Muestra

El ámbito de la recopilación de muestras para el desarrollo del presente estudio de investigación comprende los resultados de 567 muestras de suelo comprendidas en los doce (12) Planes de Rehabilitación aprobados y publicados en la página web del MINEM, el número de muestras de suelo por sitio impactado se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Número de muestras de suelo por sitio impactado*

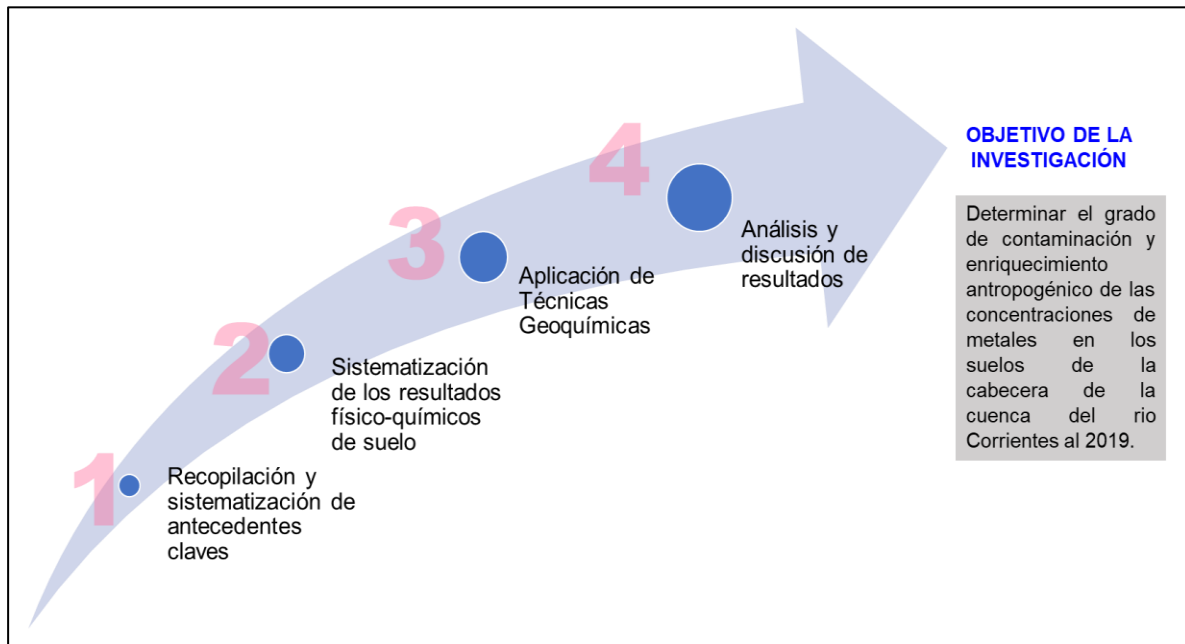
<b>Sitio Impactado</b>	<b>Cantidad de muestras de Suelo</b>
S0107	39
S0108	43
S0109	31
S0110	40
S0111	23
S0112	87
S0113	44
S0114	86
S0115	83
S0116	37
S0117	29
S0118	25
<b>Total</b>	<b>567</b>

#### 1.7.5 Técnica e instrumento de recolección de datos

El desarrollo del presente proyecto de investigación, se realizará mediante cuatro (4) etapas: (i) Recopilación y sistematización de antecedentes claves, (ii) Sistematización de los resultados físico-químicos de suelo contenidos en los doce (12) Planes de Rehabilitación de la Cuenca Corrientes, (iii) Determinación de rangos, y aplicación de técnicas de normalización geoquímica, para la determinación del grado

de contaminación y factor de enriquecimiento antropogénico, y (iv) Análisis y discusión de resultados.

**Figura 3**  
*Etapas para el desarrollo del proyecto de Investigación*



**a) Recopilación y sistematización de antecedentes claves**

Consiste en la recopilación de los valores de nivel de fondo de suelo dentro del área de estudio, los cuales deberán ser sistematizados y clasificados por sitio en una hoja de cálculo (Excel), esta recopilación es clave para considerar dichas concentraciones como base referencial de las concentraciones geogénicas del área de estudio, las cuales permitirán contribuir al sustento de los resultados del presente estudio de investigación.

**b) Sistematización de los resultados físico-químicos de suelo**

Esta etapa corresponde a la sistematización de todos los resultados de las concentraciones de metales contenidos en los doce (12) Planes de Rehabilitación



de la Cuenca Corrientes, en una hoja de cálculo (Excel) clasificados por sitio y por parámetro, que presente excedencias al ECA para Suelo (2017) y sus niveles de fondo, los cuales serán presentados en unidades de miligramos sobre kilogramos (mg/kg).

### c) Aplicación de Técnicas Geoquímicas

Se basa en la aplicación de las técnicas: (i) índice de geoacumulación (en adelante,  $I_{geo}$ ) y (ii) factor de enriquecimiento (en adelante, FE). Los  $I_{geo}$  para medir el grado de contaminación y el FE para conocer y entender la dinámica del componente metálico natural de los suelos que puede ser transportado en forma natural por medio de la lluvia, viento o por diferentes fuentes antropogénicas.

#### ▪ **Factor de Enriquecimiento (FE):**

Se determinará aplicando la ecuación (Ec.1) propuesta por Lawson & Winchester (1979):

$$FE = \frac{(x/C)_{muestra}}{(x/C)_{corteza}} \quad (\text{Ec.1})$$

Donde “x” corresponderá al metal de interés y “C” al metal de referencia, una vez determinado los valores de FE, se definirá la comparación de los resultados con cualquiera de las categorías utilizadas por Lawson & Wincheste (1979), Serra, Cuadrado, & Bot (2014), Sutherland (2000) y/o Barbieri (2016), las cuales se presentan en las Tablas 2, 3 y 8.

**Tabla 2***Clases de factores de enriquecimiento para un metal pesado*

<b>Clases de FE</b>	<b>Origen del elemento X (metal pesado)</b>
1-10	De la roca madre
10-500	Moderadamente enriquecido, e indica otra fuente de enriquecimiento adicional a la roca madre
>500	Indica un alto enriquecimiento y muestra que existe una grave contaminación de origen antropogénico.

Fuente: (Lawson &amp; Winchester, 1979).

**Tabla 3***Clasificación de la calidad del suelo de acuerdo al FE, según Sutherland (2000)*

<b>Clases de FE</b>	<b>Calidad del sedimento</b>
<1	No enriquecido
1<FE<3	Enriquecido menor
3<FE<5	Enriquecido moderado
5<FE<10	Enriquecido moderadamente severo
10<FE<25	Enriquecido severo
25<FE<50	Enriquecido muy severo
>50	Enriquecido extremadamente severo

Fuente: (Serra, Cuadrado, &amp; Bote, 2014).

- **Índice de Geoacumulación (*I<sub>geo</sub>*)**

Se determinará mediante la ecuación (Ec.2) definida por Müller (1969):

$$I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{1.5B_n} \quad (\text{Ec.2})$$

Donde “C<sub>n</sub>” es la concentración del metal analizado, “B<sub>n</sub>” es la concentración natural del metal presente en el área de estudio, y el valor de “1.5” corresponde al factor de corrección del metal contaminante en el ambiente debido a la variación litogénica (Müller G. , 1969). Müller G. distingue seis (6) clases de geoacumulación, las cuales se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Clasificación de dos parámetros: clase de índice de geoacumulación y grado de contaminación.*

<b>Valor de Igeo</b>	<b>Clases de Igeo</b>	<b>Grado de contaminación</b>
0	$I_{geo} \leq 0$	No contaminado
1	$0 < I_{geo} < 1$	No contaminado a moderadamente contaminado
2	$1 < I_{geo} < 2$	Moderadamente contaminado
3	$2 < I_{geo} < 3$	De moderado a muy contaminado
4	$3 < I_{geo} < 4$	Muy contaminado
5	$4 < I_{geo} < 5$	De muy contaminado a extremadamente contaminado
6	$5 < I_{geo} < 6$	Extremadamente contaminado

Fuente: (Müller G. , 1979).

#### **d) Análisis y discusión de resultados.**

Corresponde a la última etapa, para la cual se realiza tablas y gráficos estadísticos de resultados, tablas y gráficos comparativos, así como figuras y mapas de distribución, que permitan sustentar el resultado de la hipótesis formulada en el presente estudio de investigación.

### **1.8 Principales definiciones**

- a) Fuente de contaminación:** según el D.S.N°012-2017-MINAM se denomina también como “fuente primaria de contaminación”, y comprende cualquier componente, instalación o proceso de actividades antrópicas, que puede liberar contaminantes al medio ambiente (D.S.N°012-2017-MINAM, 2017, pág. 17).
- b) Antropogénico:** Según la RAE se denomina a lo “Perteneiente o relativo a lo que procede de los seres humanos que, en particular, tiene efectos sobre la naturaleza” (RAE, 2022, pág. en línea).
- c) Geogénico:** según la RAE, proviene de geogenia, que es la ciencia que trata del origen y formación de la Tierra (RAE, 2022, pág. en línea).

- d) Suelo:** Según el artículo 4 del D.S.N°012-2017-MINAM, es el material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad (D.S.N°012-2017-MINAM, 2017, pág. 17).
- e) Sedimentos:** Según el artículo 4 del D.S.N°012-2017-MINAM, es el material no consolidado depositado por procesos fluviales o marinos recientes, y que se encuentran permanente o temporalmente por debajo del espejo de aguas superficiales. (D.S.N°012-2017-MINAM, 2017, pág. 17).
- f) Sitio contaminado:** Según el artículo 4 del D.S.N°012-2017-MINAM, es el área en la cual el suelo contiene contaminantes provenientes de actividades antrópicas, en concentraciones que pueden representar riesgos para la salud o el ambiente, debido a que superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, estándares internacionales aprobados por el MINAM o los niveles de fondo, siempre que estos últimos presenten valores que excedan dichos estándares (D.S.N°012-2017-MINAM, 2017, pág. 17).
- g) Caracterización de sitios contaminados:** Según el Glosario de términos de Sitios Contaminados del MINAM corresponde a la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación (MINAM, 2016, pág. 6).
- h) Contaminación:** Según el Glosario de términos de Sitios Contaminados del MINAM corresponde a la distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos adversos al ambiente o sobre la salud (MINAM, 2016, pág.

- 6).
- i) **Contaminante:** Corresponde a cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente (D.S.N°012-2017-MINAM, 2017, pág. 7).
  - j) **Comunidad nativa:** Según el artículo 8 de la Ley 22175, Ley de Comunidades Nativas y de Desarrollo Agrario de la Selva y de Ceja de Selva, una comunidad nativa tiene origen en los grupos tribales de la selva y ceja de selva y están constituidas por conjuntos de familias vinculadas por los siguientes elementos principales: idioma o dialecto; características culturales y sociales; y tenencia y usufructo común y permanente de un mismo territorio con asentamiento nucleado o disperso (Decreto Ley 22175, 1978, pág. Art.8).
  - k) **Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos (MINAM, 2016, pág. 9)
  - l) **Matriz ambiental:** Según el Glosario de MINAM, corresponde a aquel elemento de un ecosistema en donde pueda estar incidiendo un contaminante después de su emisión. Puede ser el agua (de un río, laguna, estero o mar), el sedimento, el suelo o el aire. (MINAM, 2016, pág. 11).
  - m) **Nivel de fondo:** Según el D.S.N°012-2017-MINAM es la concentración de origen natural de una o más sustancias químicas presentes en los

componentes ambientales, que puede incluir el aporte de fuentes antrópicas no relacionadas al sitio potencialmente contaminado o sitio contaminado (D.S.N°012-2017-MINAM, 2017, pág. 17).

- n) Muestreo de Nivel de Fondo:** Según la Guía de Muestreo de suelos del MINAM, el objetivo de este muestreo es determinar la concentración de los químicos regulados por el ECA suelo en sitios contiguos al área contaminada, los mismos que pueden encontrarse en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la considerada, siendo aplicable a metales y metaloides (MINAM, 2014, pág. 4).
- o) Plan de Rehabilitación:** Según el artículo 3 del Reglamento de la Ley del Fondo (Ley N° 30321) corresponde al Instrumento de Gestión Ambiental Complementario dirigido a recuperar uno o varios elementos o funciones alteradas del ecosistema después de su exposición a los impactos ambientales negativos que no pudieron ser evitados o prevenidos, ni reducidos, mitigados o corregidos (D.S. N° 039-2016-EM, 2016, pág. 3).
- p) Remediación:** Según el artículo 4 del D.S.N°012-2017-MINAM, lo define como: la eliminación o reducción, a niveles aceptables, de los riesgos para la salud de las personas o el ambiente asociados a la contaminación del sitio. Además, comprende las acciones que permitan lograr el uso posterior del sitio o el restablecimiento del mismo a un estado similar al presentado antes de ocurrir los impactos ambientales negativos (D.S.N°012-2017-MINAM, 2017, pág. 17).

## 1.9 Alcances y Limitaciones

### 1.9.1 Alcances

- El presente estudio se basará en el análisis integral de los resultados analíticos de todos los metales analizados en suelo analizados en el marco de la elaboración de los doce (12) Planes de Rehabilitación de la cuenca del río Corrientes, que fueron aprobados entre el 2021 y 2022 por el MINEM. Hidrográficamente los doce (12) estudios se sitúan específicamente en la cabecera de la cuenca del río Corrientes, y sus resultados son de interés social, político y científico.
- El uso de los datos y contenido total de cada uno de los doce (12) Planes de Rehabilitación aprobados, son de dominio público y se encuentran publicados en el portal oficial del MINEM<sup>3</sup> así como sus respectivos levantamientos de observaciones y opiniones técnicas favorables emitidas por los opinantes técnicos (ANA, MINAM, DIGESA, SERFOR y MIDAGRI).
- El análisis integral que se realizará para cumplir con el objetivo del presente estudio de investigación se basa en la aplicación de técnicas de normalización geoquímica como el Índice de geoacumulación ( $I_{geo}$ ) y Factor de Enriquecimiento antropogénico (FE) aplicados en diferentes estudios y proyectos con objetivos de investigación de la fuente de contaminación.

---

<sup>3</sup> Portal Oficial del MINEM:  
[https://www.minem.gob.pe/\\_area.php?idSector=22&idArea=222&idTitular=9758&idMenu=sub8879&idCateg=1885](https://www.minem.gob.pe/_area.php?idSector=22&idArea=222&idTitular=9758&idMenu=sub8879&idCateg=1885)

### **1.9.2 Limitaciones**

- Las características geológicas y litológicas de los suelos amazónicos, toda vez que, desde el punto de vista químico, los suelos corresponden a un sistema complejo y heterogéneo que integra parámetros orgánicos e inorgánicos como los metales (Lugo, 2002).
- La no existencia de resultados de muestreos de suelo al 2022 en los sitios contaminados de la cuenca del río corrientes, por ello, el presente estudio de investigación se basa en los últimos resultados analíticos recogidos en los doce (12) sitios contaminados correspondientes al periodo 2018-2019, teniendo en cuenta además que, la inaccesibilidad y limitaciones logísticas de ingreso a estos sitios, se considerara pertinente y representativo trabajar con dicha data.
- El estudio no contempla el diseño de un plan de manejo destinado al control de la fuente, ya sea antropogénica o geogénica.

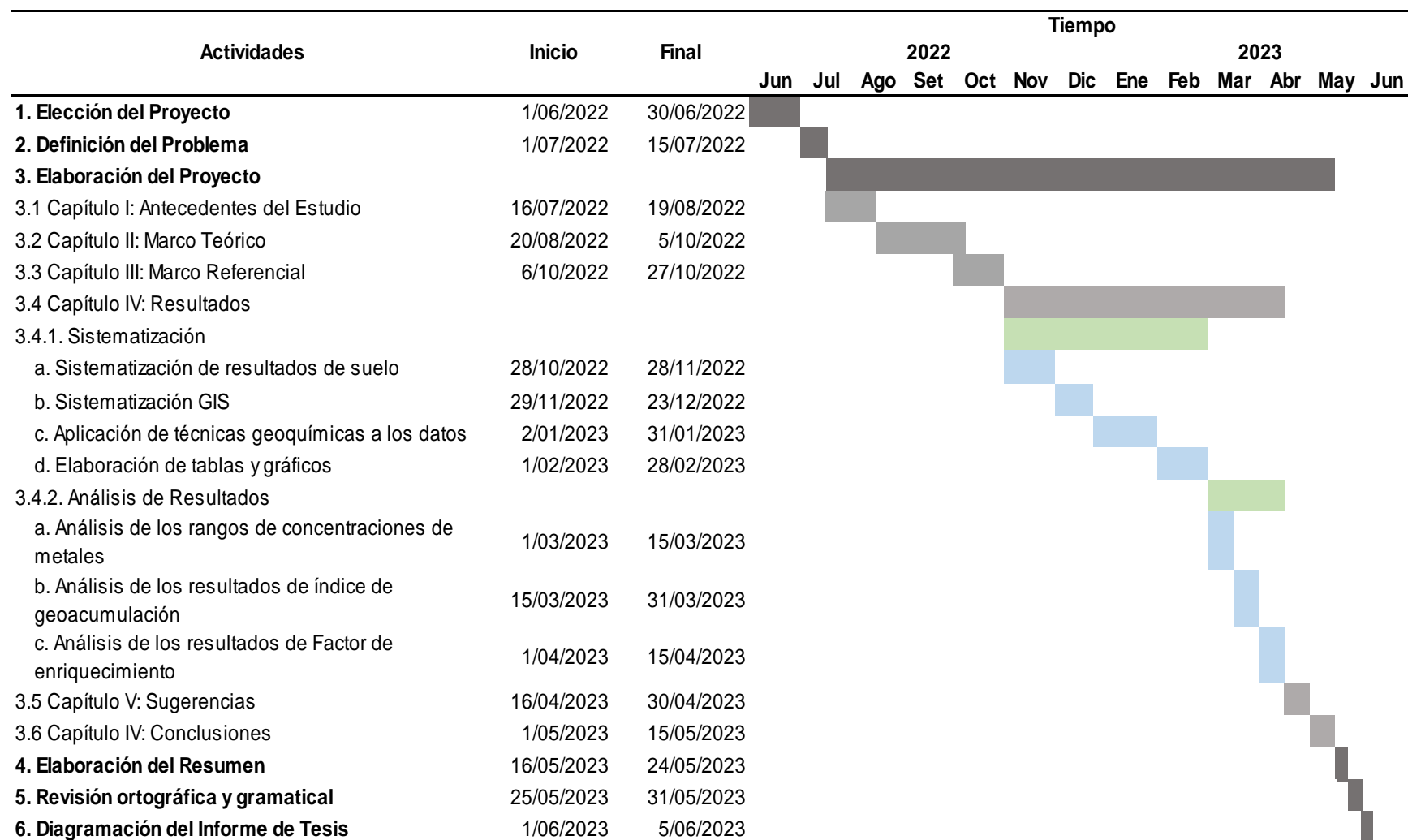
### **1.10 Cronograma**

A continuación, se presenta el cronograma de actividades que comprenderá el desarrollo del presente trabajo de investigación:



**Tabla 5**

*Cronograma de actividades*



## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

En el siguiente capítulo se presenta las bases teóricas que muestran el modelo teórico de las variables de investigación, asimismo se desglosa y desarrolla el fundamento teórico de la investigación el cual sirve como base para la construcción de aportes significativos para ambas variables de estudio. El marco teórico revisado para la elaboración del presente proyecto de investigación está compuesto por los siguientes puntos:

- Conceptualización de las variables o tópicos clave
- Importancia de las variables o tópicos
- Modelo de las variables
- Análisis comparativo de las bases teóricas
- Análisis crítico de las bases teóricas

Cada uno de estos puntos se desarrollan con el objetivo de presentar los principales aportes teóricos de las variables del presente proyecto de tesis, correspondiente a las concentraciones de metales en suelos producto de la contaminación y enriquecimiento antropogénico en la cuenca corrientes de la amazonia peruana.

### **2.1 Conceptualización de las variables o tópicos clave**

#### **2.1.1 Variable Independiente: contaminación y enriquecimiento antropogénico de metales**

La contaminación y el enriquecimiento antropogénico de metales han sido objeto de estudio a lo largo de los años, los antecedentes teóricos refieren desde antes del año 1969, Müller G. por primera vez determino la relación para calcular el índice de geoacumulación de metales, proponiendo así la ecuación (Ec.2) la misma que ha sido aplicada hasta la fecha en varios trabajos de investigación por diferentes autores; posteriormente, por 1979 Lantzy & Mackenzie consideraron la ecuación (Ec.1) para determinar el factor de enriquecimiento, la cual ha venido siendo ajustada en función a los alcances y particularidades específicos de cada trabajo de investigación, así como los criterios para valorar las categorías de enriquecimiento antropogénico.

Lo anteriormente señalado, lo recoge y analiza el artículo científico de Goya Heredia, Zafra Mejía, & Rodríguez Miranda (2020), donde realizaron una revisión internacional de una serie de bibliografías que se utilizaban y utilizan actualmente para evaluar las tendencias en el uso de métodos de evaluación por enriquecimiento y riesgo de contaminación por metales pesados asociados con los suelos y sedimentos, concluyendo que hay una preferencia mundial por las metodologías de: (i) Índice de geoacumulación (Igeo) y (ii) factor de enriquecimiento (FE), para determinar el grado de contaminación y enriquecimiento antropogénico por metales de un lugar determinado, valorando dicha preferencia con un 55,8% de trabajos de investigación que han utilizado el Índice de Geoacumulación (Igeo) y con un 42.9 % el uso del factor de enriquecimiento (FE). El artículo refiere también que, en países asiáticos el uso de estos métodos representa el 70.1% a nivel mundial, mientras que en los países de América el uso de estos métodos solo representa el 10,4% (Goya Heredia, Zafra Mejía, & Rodríguez Miranda, 2020).

Asimismo, considerando la importancia identificada y estudiada por Barbieri (2016) en su artículo *“Importancia del factor de enriquecimiento (FE) y el Índice de Geoacumulación (Igeo) para evaluar la contaminación del Suelo”*, donde en resumen resalta que, la importancia de determinar el índice de geoacumulación (Igeo) y el factor de enriquecimiento (FE) en un área con presencia de metales, radica en poder distinguir entre los valores de fondo naturales en los suelos y los aportes antropogénicos, y con ello poder reconocer que los valores o niveles de fondo del suelo natural cambian de un área a otra en función a la escala del área investigada.

En consecuencia, para determinar el grado de contaminación y enriquecimiento antropogénico de los suelos y sedimentos, se utilizan las técnicas de normalización geoquímica correspondientes al Índice de Geoacumulación (Igeo) y el Factor de Enriquecimiento (FE), cuyos modelos y base teórica se desarrolla a continuación:

**a) *Índice de Geoacumulación (Igeo)***

Debe entenderse como la determinación del grado de contaminación calculado mediante la relación de las concentraciones del área afectada con las concentraciones de una muestra de nivel de fondo, que son finalmente interpretadas mediante una escala cualitativa, y en función a la revisión bibliográfica de diferentes investigaciones publicadas en artículos internacionales, e investigaciones de tesis internacionales y nacionales, se determina utilizar para el presente proyecto de investigación la ecuación (Ec.2) definida por Müller (1969), la misma que es ampliamente utilizada para evaluar la contaminación a través de la relación de la concentración de un analito en la matriz de estudio frente a los valores de referencia o control.

Los resultados de Igeo se compararán y clasifican en base a las siete (7) categorías señaladas en la Tabla 4, propuesta por el mismo autor y utilizada actualmente en varios proyectos de investigación (Müller G. , 1969), (Müller G. , 1979), y (Müller V. G., 1986).

**b) Factor de enriquecimiento (FE)**

Propuesto en la década de 1970, basado en la ecuación de Buat- Menard & Cherselet (1979) que más tarde fue ajustada por Lantzy y Mckensie de (1979), y actualmente es muy utilizada para la evaluación de la contaminación por metales pesados en sedimentos fluviales y lacustres, así como en suelos. En “Química Ambiental” el factor de enriquecimiento se utiliza como marco de referencia para imputar la fuente de contaminación de un elemento en el suelo y de este modo evaluar el posible impacto de origen antropogénico que la originó (del Aguila Juárez, Lugo de la Fuente, & Vaca Paulín, 2005).

Por tanto, en el contexto ambiental el factor de enriquecimiento, es el método que permite distinguir entre las concentraciones y/o aportes geogénicos y/o antropogénicos, para el cual se utiliza la ecuación (Ec.1) que corresponde a un modelo matemático simple en función de las entradas, salidas y transferencias naturales y antropogénicas (Lantzy & Mackenzie, 1979) y las categorías de Factor de Enriquecimiento (FE) señaladas en la Tabla 3, la cual recoge los criterios de Sutherland (2000) y Barbieri (2016).

Cabe indicar que, para la determinación del metal de referencia como elemento conservativo en la ecuación (Ec.1) se considerará los metales más abundantes del área de estudio como el aluminio, hierro y silicio, aunque muchos autores han utilizado

satisfactoriamente al hierro para normalizar una contaminación de metales pesados (del Aguila Juárez, Lugo de la Fuente, & Vaca Paulín, 2005).

## **2.1.2 Variable Dependiente: suelo de la Cuenca Corrientes**

### **a) Suelos**

La organización Internacional de Normalización ISO (11074-17:2015), (ISO, 2013) define el suelo la capa superior de la corteza terrestre transformada por la erosión y por procesos físico-químicos y biológicos. Está compuesto de partículas minerales, materia orgánica, agua, aire organismos vivientes organizados en horizontes genéticos de suelo. (11074:2015, ISO 2013).

Por otro lado, según los Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados, aprobado mediante el D.S. N°012-2017-MINAM, el suelo se define desde un contexto ambiental como el material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad. (MINAM, 2017).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), define al suelo como el medio natural para el crecimiento de las plantas, conformado por varias capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas por minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. Asimismo, señala que el suelo es el producto final de la influencia del tiempo combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), y de materiales parentales (rocas y minerales originarios) (FAO, 2022).

- **Composición Química:**

Según la organización Internacional de Normalización ISO (11074-17:2015), (ISO, 2013), señala que el suelo, está constituido por tres fases diferentes: la disolución acuosa, la fase sólida y la fase gaseosa (11074:2015, ISO 2013).

En ese sentido, la composición de la fase gaseosa del suelo varía también con la profundidad, mientras que la fase sólida está fundamentalmente formada por partículas que constituyen el soporte que confiere rigidez y firmeza al suelo, a su vez representa aproximadamente la mitad de la composición total de los suelos y está constituida por una fracción inorgánica y una orgánica.

La fracción orgánica del suelo, aunque sólo representa un porcentaje en peso muy pequeño de la composición global del mismo, es de vital importancia para determinar su fertilidad, porque es una fuente de alimentos para microorganismos, participa en diversos procesos químicos edáficos y afecta a sus propiedades físicas. Asimismo, está formada por la acumulación de residuos de orígenes vegetales y animales, en parte descompuestos y por otra reconstituidos. Esta materia está en constante transformación debido a la descomposición que experimenta por los microorganismos del suelo (Allen, 1995).

Mientras que, en la fracción inorgánica se encuentran partículas minerales de distintos tamaños como gravas, arenas, limos y arcillas, que a su vez está compuesta por minerales primarios, como aluminosilicatos (minerales que contienen óxido de aluminio y cuarzo), cuarzos, feldespatos, micas, etc., y secundarios como carbonatos, óxidos, compuestos de azufre, etc., (González

Delgado, Orozco Barrenetxea, Pérez Serrano, Alfayate Blanco, & Rodriguez Vidal, 2002).

Por otro lado, los elementos que forman las rocas y que constituyen principalmente la corteza terrestre son alrededor de 50 de los cuales 10 son los más abundantes y corresponden a oxígeno, silicio, aluminio, hierro, carbono, calcio, potasio, sodio, manganeso y titanio; los cuales son clasificados como macronutrientes y micronutrientes dependiendo de la concentración en la disolución acuosa del suelo (Sposito, 1984).

Por lo tanto, el contenido de metales que se encuentran en el suelo debería ser únicamente en función de la composición del material original, pero la actividad humana incrementa el contenido de estos elementos en cantidades considerables, siendo esta una de las principales causas de su presencia a niveles tóxicos, y excepcionalmente por causas naturales.

#### ***b) Valores de nivel de fondo***

Es el contenido natural de sustancias en el suelo, depende completamente de las características mineralógicas y de composición del material geológico original/de origen (Barbieri, 2016).

Asimismo, el MINAM define como niveles de fondo a las concentraciones de origen natural de una o más sustancias químicas presentes en los componentes ambientales, que puede incluir el aporte de fuentes antrópicas no relacionadas al sitio potencialmente contaminado o sitio contaminado. (MINAM, 2017).



Por lo que, el nivel de fondo debe considerarse como la concentración de una sustancia presente de forma sistemática en el medio natural, la cual no fue influenciada por actividades humanas localizadas; así pues, estos valores deberían permitir detectar la presencia de concentraciones no naturales en el suelo (OEFA, 2015).

En los Planes de Rehabilitación de la Cuenca Corrientes realizados por PROFONANPE (2019), se presentaron valores de nivel de fondo evaluados en los suelos de la cuenca del río Corrientes.

### **c) Aspectos legales de contenidos de metales en suelos**

En la Tabla 6 se muestran los valores del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelos aprobados mediante D.S. N° 011-2017-MINAM por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

**Tabla 6**

*Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelos 2017, para metales.*

Parámetros (mg/kg)	Usos del Suelo	
	Suelo Agrícola	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo
Arsénico	50	140
Bario total	750	2 000
Cadmio	1,4	22
Cromo total	**	1 000
Cromo VI	0,4	1,4
Mercurio	6,6	24
Plomo	70	800
Cianuro Libre	0,9	8

Fuente: D.S. N° 011-2017-MINAM. 2017.

### **d) Contaminación del suelo**

La contaminación del suelo por metales y metaloides, juega un papel importante debido a su enorme impacto medioambiental, una publicación de la

FAO define a la "*contaminación del suelo*" como la presencia en el suelo de un químico o una sustancia fuera de sitio y/o presente en una concentración más alta de lo normal que tiene efectos adversos sobre cualquier organismo al que no están destinados. La contaminación del suelo con frecuencia no puede ser directamente evaluada o percibida visualmente, convirtiéndola en un peligro oculto (Rodríguez Eugenio, McLaughlin, & Pennock, 2019).

## **2.2 Importancia de las variables o tópicos**

En el 2016, el Profesor Maurizio Barbieri realizó el artículo sobre "*Importancia del factor de enriquecimiento (EF) y el índice de Geoacumulación (Igeo) para evaluar la contaminación del Suelo*", motivado por las diversas observaciones de aumentos significativos en el contenido de metales que habían estudiado muchos autores, cuyas concentraciones altas se daban no solo en áreas de alta actividad industrial sino también en áreas alejadas de los centros industriales producto del transporte atmosférico de largo alcance.

Resaltado así que, la evaluación de la contaminación por metales es muy importante para la supervivencia humana, y que determinar únicamente las tasas y/o concentraciones de metales en los horizontes superficiales del suelo no es suficiente, ya que no proporciona el estado de contaminación de los suelos, toda vez que saber solamente las concentraciones no permite distinguir entre el nivel de fondo del suelo (en su estado natural) y su enriquecimiento antropogénico.

Señalando adicionalmente que, se debe evaluar la posible relación con las características del sustrato del suelo (material parental), y su uso.

Luego de analizar las bases teoricas y las observaciones de otros autores, Barbieri (2016) concluye que la importancia de determinar el indice de geoacumulación (Igeo) y el factor de enriquecimiento (EF) en un área con presencia de metales, radica en poder distinguir entre los valores de fondo naturales y los aportes antropogénicos, y con ello poder reconocer que los valores o niveles de fondo del suelo natural cambian de un área a otra en función a la escala del área investigada. Por dichas razones, señala que el monitoreo geoquímico del suelo es importante con el objetivo de evaluar el contenido natural de metales pesados en los suelos, relacionado con los materiales parentales y el posible enriquecimiento debido a las actividades humanas (Barbieri, 2016).

### **2.3 Modelo de las variables**

En el 2020, Goya Heredia, Zafra Mejía, & Rodríguez Miranda, realizaron el estudio de investigación “*Tendencias metodológicas en la evaluación del grado de contaminación y de riesgos por metales pesados presentes en sedimentos viales urbanos*” mediante el cual realizaron una revisión internacional de una serie de bibliografías que se utilizan para evaluar las tendencias en el uso de métodos de evaluación por enriquecimiento y riesgo de contaminación por metales pesados, los cuales se presentan en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Criterios considerados por los métodos de evaluación detectados*

Tipo de evaluación	Método	Ecuación	Criterio	Fuente
Enriquecimiento metálico	Cf = factor de contaminación	$Cf^i = (C^i/B^i)$	C <sup>i</sup> = Concentración del metal de interés [mg/kg] B <sup>i</sup> = Concentración del valor de fondo para cada metal [mg/kg]. 1.5 = Factor de corrección.	(a)
	Cdeg = grado de contaminación	$Cdeg = \sum Cf^i$		
	Igeo = índice de geoacumulación	$Igeo = \log_2(C^i / 1.5 B^i)$	C <sup>i_ref</sup> = Concentración del metal de referencia para la normalización [mg/kg]. n = Número de metales considerados. Tr <sup>i</sup> = Factor tóxico del MP (Zn = 1, Cr = 2, Pb = 5, Cu = 5, Cd = 30).	(b)
	EF = factor de enriquecimiento	$EF = (C^i / C^{i_ref})_{muestra} / (C^i / C^{i_ref})_{fondo}$		
	PLI = índice de carga de contaminación	$PLI = [(Cf_1) \times (Cf_2) \times (Cf_3) \times \dots (Cf_n)]^{1/n}$		
Riesgos ambientales	Er = factor de riesgo ecológico	$Er^i = Tr^i \times Cf^i$	Tr <sup>i</sup> = Factor tóxico del MP (Zn = 1, Cr = 2, Pb = 5, Cu = 5, Cd = 30).	(c)
	RI = índice de riesgo ecológico	$RI = \sum Er^i$		
Riesgos para la salud	HQ = cociente de riesgo no cancerígeno por vía de exposición	$HQ_{ing} = (ADD_{ing})/RfD_{ing}$ $HQ_{inh} = (ADD_{inh})/RfD_{inh}$ $HQ_{der} = (ADD_{der})/RfD_{der}$	ADD <sup>i</sup> = Dosis diaria promedio por vía de exposición. [mg/kg*día] RfD <sup>i</sup> = Dosis de referencia por MP y vía de exposición. [mg/kg*día]	(d) y (e)
	HI = índice de riesgo no cancerígeno	$HI = HQ_{ing} + HQ_{inh} + HQ_{derm}$		
	CR = índice de riesgo cancerígeno	$CR = LADD \times SF$	LADD = Dosis diaria promedio de por vida [mg/kg*día]. SF = Factor gradiente de toxicidad por emisión	(d) y (e)
	PI = índice de polución	$PI = C_i / X_a$ $PI = 1 + (C - X_a) / (X_b - X_a)$ $PI = 2 + (C - X_b) / (X_c - X_b)$ $PI = 3 + (C - X_c) / (X_c - X_b)$		
	IPI = índice de polución integrada	$IPI = \sum (PI - 1)$		

Fuente: (Goya Heredia, Zafra Mejía, & Rodríguez Miranda, 2020).

Notas de la Tabla:

- (a) L. Hakanson, "An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach", *Water Res.*, vol. 14, no. 8, pp. 975-1001, 1980, doi:10.1016/0043-1354(80)90143-8.
- (b) Y. Faiz, M. Tufail, M. T. Javed, M. M. Chaudhry, Naila-Siddique, "Road dust pollution of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn along Islamabad Expressway, Pakistan", *Microchem. J.*, vol. 92, no. 2, pp. 186-192, 2009, doi:10.1016/j.microc.2009.03.009.
- (c) X. Lu, L. Wang, K. Lei, J. Huang, Y. Zhai, "Contamination assessment of copper, lead, zinc, manganese and nickel in street dust of Baoji, NW China", *J. Hazard. Mater.*, vol. 161, no. 2-3, pp. 1058-1062, 2009, doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.04.052.
- (d) D. L. Tomlinson, J. G. Wilson, C. R. Harris, D. W. Jeffrey, "Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index", *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, vol. 33, no. 1-4, pp. 566-575, 1980, doi: 10.1007/BF02414780.
- (e) L. Hakanson, "An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach", *Water Res.*, vol. 14, no. 8, pp. 975-1001, 1980, doi: 10.1016/0043-1354(80)90143-8.

Los hallazgos detectados de la recopilación de metodologías utilizadas por diferentes investigadores, muestran el siguiente orden de importancia para la categorías de métodos de evaluación de la contaminación por metales pesados, donde se observa que el enriquecimiento metálico (87,0%) es mayor (>) que el riesgo sobre la salud (55,8%), y este último mayor que (>) el riesgo ambiental (35,1%). Asimismo, a nivel continental propone un orden de importancia en el uso de estos métodos que sería el siguiente: en Asia (70,1%) > Europa (11,7%) > América (10,4%) > África (7,79%). En relación con los métodos de evaluación del riesgo por enriquecimiento metálico, los resultados muestran una preferencia mundial por la metodología del Índice de Geoacumulación (Igeo) con un 55,8%, seguida por el método de factor de enriquecimiento con un 42,9%, razón por la cual mucho de los estudios realizados con el objeto de determinar el grado de contaminación, utilizan estos dos últimos métodos (Goya Heredia, Zafra Mejía, & Rodríguez Miranda, 2020).

## **2.4 Análisis comparativo de las bases teóricas**

Las definiciones que se describen en el presente apartado corresponden a los tópicos identificados como claves y que están relacionados con las variables de estudio, cuyo objetivo es determinar el grado de contaminación y enriquecimiento

antropogénico de metales en los suelos de la cabecera de la cuenca Corrientes de nuestra amazonia peruana; por lo que se consideró pertinente la discusión de las ecuaciones para la medición de la variable independiente y las definiciones de la variable dependiente, para las cuales se consideró además el estudio realizado por Goya Heredia, Zafra Mejía, & Rodríguez Miranda (2020) quien realizó un análisis comparativos de las metodologías utilizadas para la determinación del grado de contaminación y enriquecimiento antropogénico que corresponde a la primera variable del presente proyecto de investigación.

**Tabla 8**  
*Análisis comparativos de la Variable Independiente del estudio*

<b>Tópico</b>	<b>Autor</b>	<b>Modelo</b>	<b>Comentario</b>
Grado de Contaminación	Müller (1969)	Índice de Geoacumulación (Igeo): $I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{1.5B_n}$	La ecuación propuesta por Müller ha sido utilizada ampliamente en diferentes trabajos de investigación, con un factor de corrección del contaminante de 1.5 debido al efecto litogénico.
	Loska et al., (1997)	$I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{0.2 B_n}$	En la ecuación recogida y utilizada por Loska, se observa que se ajustó el factor de corrección de Müller (1.5) a 0.2, cuya razón no se explica en el artículo, y no ha encontrado antecedentes donde se haya aplicado dicho ajuste.
Enriquecimiento Antropogénico	Lantzy y Mckensie de (1979)	Factor de Enriquecimiento (FE): $FE = \frac{(Me / Al)_{muestra}}{(Me / Al)_{corteza}}$	Propuesto en la década de 1970, basado en la ecuación de Buat- Menard & Cherselet (1979) que más tarde fue ajustada por Lantzy y Mckensie., La cual ha sido ajustada y aplicada para

Tópico	Autor	Modelo	Comentario
			diferentes metales de referencia como muestra de nivel de fondo en la corteza, pero conservando el principio matemático de la ecuación, lo cual se puede evidenciar en las siguientes ecuaciones ajustadas en varios trabajos de investigación.
	Del Aguila Juárez, Lugo de la Fuente, & Vaca Paulín (2005)	$FE = \frac{(X / Fe)_{lluvia}}{(X / Fe)_{corteza}}$	Estos autores recogen la ecuación de Lantzy y Mckensie (1979) y la ajustan en función al metal de referencia de nivel de fondo, observandose además, algunos cambios de forma en relación a las momenglaturas, pero manteniendo el principio de la ecuación.
	Akoto, Ephraim, & Darko (2008)	$FE = \frac{(M / Fe)_{sample}}{(M / Fe)_{background}}$	
	Serra, Cuadrado, & Botté (2014)	$FE = \frac{(Me / X)_{sedimento}}{(Me / X)_{corteza}}$	
	Parra Vargas (2013) y otros investigadores.	$FE = \frac{(X / C)_{muestra}}{(X / C)_{corteza}}$	
	Grant & Middleton (1990), y García Ordiales (2015)	$FE = \frac{\left(\frac{C_x}{Al_{ref}}\right)_{muestra}}{\left(\frac{C_x}{Al_{ref}}\right)_{background}}$	Luego de un análisis comparativo de metodologías aplicadas en diversos estudios, Goya Heredia, Zafra Mejía, & Rodríguez Miranda (2020) recoge y reconoce a esta ecuación como la mas utilizada para la determinación del Factor de enriquecimiento.
	Barbieri (2016)	$FE = \frac{(Metal / RE)_{soil}}{(Metal / RE)_{background}}$	
	Goya Heredia, Zafra Mejía, & Rodríguez Miranda (2020)	$FE = (C / C_{ref})_{muestra} / (C / C_{ref})_{fondo}$	

**Tabla 9***Análisis comparativos de la Variable Dependiente del estudio*

<b>Tópico</b>	<b>Autor</b>	<b>Definición</b>	<b>Comentario</b>
Suelos	ISO (11074-17:2015), (ISO, 2013)	Capa superior de la corteza terrestre transformada por la erosión y por procesos físico-químicos y biológicos.	
	MINAM, (2017) D.S. N°012-2017-MINAM	Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad	Comparando las definiciones, la que más se ajusta al contexto del presente estudio es la definida por la ISO (11074-17:2015) (ISO, 2013, que señala que se debe considerar como suelo, a la capa superior de corteza terrestre transformada por la erosión, procesos físico-químicos y biológicos.
	FAO (2022)	Medio natural para el crecimiento de las plantas, conformado por varias capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas por minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua.	

## 2.5 Análisis crítico de las bases teóricas

Luego del análisis comparativo de las metodologías utilizadas en diferentes trabajos de investigación nacionales e internacionales que aplicaron para determinar el grado de contaminación y enriquecimiento de metales en suelos, se puede observar que la mayoría coincide en aplicar las mismas dos (2) técnicas de normalización geoquímica correspondientes al Índice de Geoacumulación (Igeo) y Factor de Enriquecimiento (FE), con algunos ajustes que responden a las particularidades de los metales objeto de investigación y de las matrices ambientales analizadas. No obstante, dichos ajustes no alteran el principio matemático de las ecuaciones y/o modelos iniciales propuestos por Müller (1969) para el caso del Índice de



Geoacumulación (Igeo), y la ecuación propuesta por Buat- Menard & Cherselet (1979) para la determinación del Factor de enriquecimiento (FE).

Por lo que se determina, que el uso de las dos (2) técnica de normalización geoquímicas antes señaladas son técnicas válidas de amplia aplicabilidad para la medición de las variables planteadas en el presente proyecto de investigación, concordando así con las conclusiones de Goya Heredia, Zafra Mejía, & Rodríguez Miranda (2020) en su análisis *“Tendencias metodológicas en la evaluación del grado de contaminación y de riesgos por metales pesados presentes en sedimentos viales urbanos”* quien reconoce a las dos (2) técnicas de normalización antes señaladas como las más utilizadas a nivel mundial.

En ese sentido, las ecuaciones que se aplicaran para el presente proyecto de investigación se basaran en las ecuaciones (Ec.1) y (Ec.2) descritas en el ítem 1.7.5 – *“Aplicación de Técnicas geoquímicas”*.

## **CAPITULO III: MARCO REFERENCIAL**

### **3.1 Reseña histórica del Sector de Hidrocarburos**

El sector Hidrocarburos en el país, se inicia en el año 1863 con las primeras actividades de hidrocarburos en la costa norte del país, luego en 1939 se inició en la selva central, posteriormente en 1971, en la selva norte; y, en el 2004, en la selva sur. Es importante indicar que el desarrollo de la exploración y producción del sector hidrocarburos en nuestro país tiene un impacto significativo sobre la economía nacional porque aporta al incremento del producto bruto interior (PBI), la generación de empleo y la balanza comercial. La principal y mayor producción petrolera proviene de los lotes ubicados en las cuencas Marañón, Tigre, Corrientes y Pastaza, como es el caso de los Lotes 67, 64, 95, 192 (Ex Lote 1 AB) y 8, que cuentan con reservas de petróleo descubiertas, de los cuales es el Lote 192 donde se ubica el área de estudio del presente proyecto de investigación, y donde se sitúan los yacimientos hidrocarburíferos que bombea y distribuye la Estación Andoas mediante el Ramal Norte del Oleoducto Norperuano.

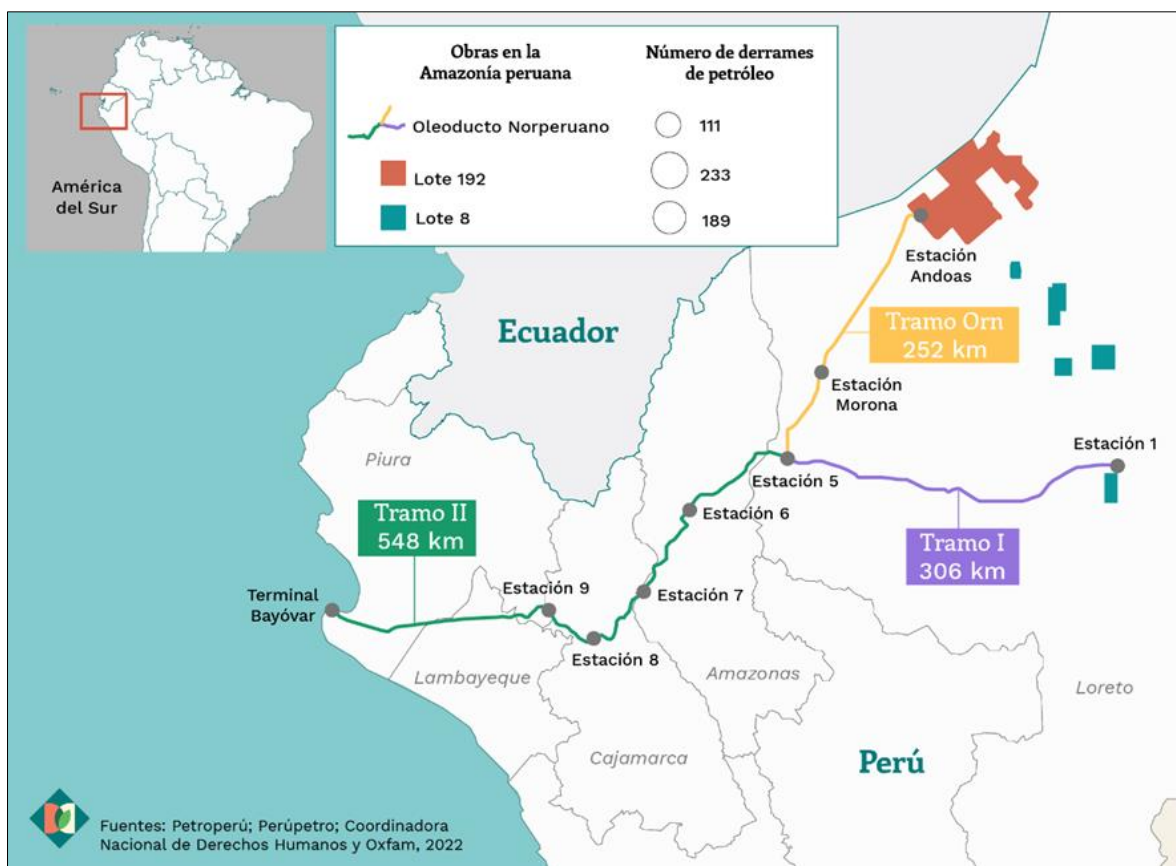
En la actualidad, la producción de petróleo desde estos Lotes petroleros es de 41,000 barriles diarios, mientras que el combustible requerido por las industrias, el parque automotor y la población en general del país es de 250,000 barriles diarios de petróleo, lo que implica que el país gaste alrededor de 5,500 millones de dólares aproximadamente en importaciones para asegurar el abastecimiento de hidrocarburos.

Ambientalmente, desde el año 1993 se regula el marco normativa ambiental del Sector, luego de varias denuncias de sitios contaminados producto de la actividad de

hidrocarburos y malas prácticas ambientales de los operadores de los lotes, el 13 de agosto de 1993 se aprueba la Ley Orgánica de Hidrocarburos (Ley N° 26221) y el primer Reglamento ambiental de hidrocarburos, que con el paso del tiempo sufrió varias modificaciones hasta el último que fue aprobado mediando Decreto Supremo N° 039-2014-EM (actualmente vigente). Estas principales regulaciones ambientales, permitieron estructurar el marco normativo ambiental del Sector, en el cual diferentes instituciones forman parte como el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), el Ministerio del Ambiente (MINAM), y sus instituciones adscritas como ANA, OEFA, y SERNANP que regulan, evalúan y supervisan la actividad del Sector en el marco de sus competencias.

#### Figura 4

Ubicación de los lotes 192 (Ex 1AB) y 8, Oleoducto Norperuano (ONP) y cantidad de Derrames de petróleo al 2022.



Fuente: extraído de <https://dialogochino.net/es/actividades-extractivas-es/53777-en-peru-los-derrames-de-petroleo-manchan-a-la-amazonia-por-que-se-actua-tan-lentamente/>

### 3.2 Reseña del Lote 192

El Lote 192 (Ex Lote 1AB) donde se sitúa el área de estudio del presente proyecto de investigación, se caracteriza por ser el activo petrolero más importante del país, se sitúa entre las provincias de Datem del Marañón y Loreto, en la región de Loreto. Posee una superficie 512347 hectáreas y una capacidad de producción básica promedio de 10500 barriles de petróleo al día.

Las actividades hidrocarburíferas en el área del Lote 192 (Ex Lote 1 AB), se inicia desde el 22 de junio de 1971 donde se suscribió por primera vez el contrato de operaciones para la explotación de petróleo, entre el Estado representado por Petróleos del Perú S.A (en adelante, **PETROPERÚ**) y Occidental Petroleum Corporation del Perú (en adelante, **OPCP**) sobre el Lote 1 A (abarcando una extensión de 529000 ha) donde se descubrió el yacimiento Capahuari Norte y en el cual en el año 1972 se perforó el primer pozo. Paralelo a ello, se suscribió un contrato con Union Oil and Gas Group LTD (en adelante, **Unión Oil**) por el Lote 1B de 479 265 ha de extensión, en el cual se descubre reservas de crudo con la perforación del pozo Jíbaro (los descubrimientos continuaron hasta 1989). El éxito obtenido fue tal, que conllevó a la perforación de otros pozos en toda la zona, haciendo en total 244 pozos perforados hasta la fecha.

Por tanto, dichas actividades de producción conllevaron a la construcción del Oleoducto Norperuano entre los años 1973 y 1977 y la venta del crudo comenzó en enero de 1975. Es preciso indicar que, durante la operación de los lotes 1A y 1B, se produjeron varios derrames de hidrocarburos hacia el entorno, generando impactos ambientales negativos significativos. El impacto fue tal que al año 1983 se difundieron los primeros estudios de aguas y peces realizados en la zona, donde concluyeron que

existía contaminación por cloruros, manganeso, hidrocarburos y cromo en los ríos Corrientes, Tigre y Capahuari, entre otros; habiendo también contaminación por plomo y cobre en peces del río Corrientes. Estos derrames continuaron produciéndose en años posteriores (MINEM, 2022).

En el año 1986 ambos lotes se fusionan, conformando el Lote 1 AB, con una extensión de 497000 ha; asimismo, hasta ese año se llegó a reportar una producción acumulada de 481 millones de barriles de petróleo. Las primeras denuncias públicas se registraron en el año 1994 por parte de las federaciones indígenas sobre fugas en las tuberías del oleoducto, así como el vertimiento de aguas de producción a los ríos y suelos. Paralelamente en el año 1995, OPCP se fusionó con Occidental Peruana Inc. Sucursal del Perú (en adelante, **OXY**), un año más tarde (1996) el alcalde del distrito de Trompeteros denunció públicamente a OXY y a PETROPERÚ ante la Fiscalía de la Nación, donde la Federación de Comunidades Nativas del río Corrientes (FECONACO) solicitó la conformación de una comisión especial para llevar a cabo una auditoría ambiental y la evaluación del grado de contaminación del río Corrientes.

A partir del año 2001, la Dirección Regional de Salud (DIRESA) del Gobierno Regional de Loreto, monitoreó el río Corrientes para determinar la calidad del agua de consumo humano, agua superficial y sedimentos, obteniéndose valores que no cumplían con la normativa vigente en ese entonces (Ley General de Aguas); agudizándose las denuncias públicas de las federaciones indígenas de la zona exigiendo estudios de suelos, agua y metales pesados en sangre. (MINEM, 2022) (FONAM, 2019).

Posteriormente, en setiembre de 2013, el MINAM mediante Resolución Ministerial N.º 263-2013-MINAM, emitió la Declaración de Emergencia Ambiental

(DEA) de la cuenca del río Corrientes, aprobando el Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo para la identificación de sitios impactados dentro de la cuenca, en el ámbito de influencia directa e indirecta de la actividad de hidrocarburos. A finales del año 2013, OEFA realizó un segundo monitoreo participativo en la cuenca del río Corrientes (comprendiendo los distritos de Andoas, Pastaza Trompeteros y Tigre) con la finalidad de identificar los sitios impactados dentro del Lote 192 (Ex Lote 1 AB).

El 7 de mayo de 2015 se publica la Ley N.º 30321 que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental de los sitios impactados como consecuencia de las actividades de hidrocarburos. En diciembre de 2016 se publica el reglamento de la Ley N.º 30321 mediante Decreto Supremos N.º 039-2016-EM, a fin de establecer los lineamientos a seguir para la ejecución de la remediación ambiental de los sitios impactados por hidrocarburos. (PNUD, 2018).

### **3.3 Presentación de actores**

#### **a) Instituciones Públicas:**

- Ministerio del Ambiente (MINAM): entidad que formula, planifica, dirige, ejecuta, supervisa y evalúa la Política Nacional del Ambiente (PNA), aplicable a todos los niveles de gobierno, y dirigimos el Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA) y el Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) ejerciendo la rectoría del Sector Ambiental.
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM): formula y evalúa las políticas de alcance nacional en materia del desarrollo sostenible de las actividades minero-energéticas, contribuyendo al desarrollo humano, así como la disminución del impacto ambiental.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA): es la entidad encargada de ejercer la

rectoría técnica - normativa y establecer procedimientos para la gestión integrada, sostenible y multisectorial de los recursos hídricos en beneficio de los usuarios de agua y población en general, de manera oportuna y eficaz.

- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA): Impulsa y promueve el cumplimiento de las obligaciones ambientales en los agentes económicos y la mejora del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, de manera articulada, efectiva y transparente.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA): es el órgano de línea dependiente del Viceministerio de Salud Pública, constituye la Autoridad Nacional en Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria, responsable en el aspecto técnico, normativo, vigilancia, supervigilancia de los factores de riesgos físicos, químicos y biológicos externos a la persona y fiscalización en materia de salud ambiental.
- PROFONANPE: es una institución de derecho privado sin fines de lucro y de interés público y social, que administra los recursos del fondo Nacional para Áreas Naturales Protegidas por el Estado (FONANPE) creado por el Decreto Ley N° 26154, y el fondo nacional del ambiente (FONAM) creado por la Ley N° 26793, así como los recursos que le sean transferidos por las entidades públicas para los fines que se establezcan por normas específicas. Actualmente, es la entidad encargada de la Secretaría técnica y administrativa del Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental de los Sitios Contaminados de las Cuencas Corrientes, Tigre, Pastaza y Marañón (Ley N° 30321).

**b) Gobierno Regional:**

- Gobierno Regional de Loreto

**c) Gobierno Local:**

- Municipalidad Provincial de Nauta, y Municipalidad Distrital de Trompeteros

**d) Comunidades Nativas situadas en el área de estudio:**

- Comunidad Nativa José Olaya: su población asciende a más de 500 personas, siendo la comunidad más grande en relación a las otras dos comunidades situadas en el área del presente proyecto de investigación. (FONAM, 2019).
- Comunidad Nativa Nueva Jerusalén: su población asciende a 300 personas. (FONAM, 2019).
- Comunidad Nativa Antioquia: su población asciende a 100 personas. (FONAM, 2019).

### **3.4 Diagnóstico sectorial**

Para el análisis sectorial se ha aplicado el análisis FODA, el cual contribuye con la construcción de una imagen actual del sector, permitiendo generar un diagnóstico y, con base a éste, tomar las decisiones a las que haya lugar de acuerdo con los objetivos y metas planificadas en el presente proyecto de investigación.



**Figura 5**

*Análisis FODA para el Sector de Hidrocarburos*

ANALISIS FODA	<b>Fortalezas - F (fuerzas internas clave)</b>	<b>Debilidades - D (debilidades internas clave)</b>
<b>Oportunidades - O (Externas clave)</b>	<b>Estrategias - FO</b>	<b>Estrategias - DO</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El avance e innovación tecnológico de nuevas técnicas de remediación ambiental.</li> <li>2. El avance de estudios técnicos e investigaciones de alcance internacional en materia de gestión de sitios contaminados, como los publicados por la EPA, ATSDR, entre otros.</li> <li>3. La ejecución de la remediación de los sitios contaminados, forma parte de los pedidos urgentes y prioridades de las Comunidades situadas en el entorno de los sitios contaminados.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agilizar la ejecución de las acciones de remediación de los doce sitios contaminados contenidos en los primeros 12 planes de rehabilitación aprobados.</li> <li>2. Establecer medidas de manejo complementarias, que garanticen la sostenibilidad de la remediación de estos sitios contaminados en el tiempo, en función al control y prevención de las fuentes de contaminación existentes (geogénicas y/o antropogénicas).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proyectar la elaboración de estudios técnicos a nivel nacional, destinados a la investigación de niveles de fondo en suelos según su tipo y características.</li> <li>2. En función a los valores de niveles de fondo que se determinen en los tipos de suelo a nivel nacional, y luego de un análisis a nivel toxicológico humano y ambiental, establecer valores máximos para todos los metales de mayor riesgo y/o exposición.</li> </ol>
<b>Amenazas - A (amenazas externas clave)</b>	<b>Estrategias - FA</b>	<b>Estrategias - DA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Emergencias ambientales (fugas, derrames, cortes, atentados) en el entorno de los sitios contaminados caracterizados, que involucren la extensión y grado de contaminación de las áreas y volúmenes contaminados ya determinados en los Planes de rehabilitación realizados por el Estado y que estos involucren un aumento del presupuesto para su remediación adicional al presupuesto aprobado.</li> <li>2. La desconfianza de las comunidades respecto a los resultados y delimitaciones de las áreas y volúmenes contaminados determinados en los estudios técnicos realizados en dichas áreas.</li> <li>3. Los tiempos que demandan los procedimientos ambientales y autorizaciones necesarias que se requieren antes de ejecutar la remediación en los sitios contaminados.</li> <li>4. La problemática social existente y futura con las Comunidades Nativas situadas en el entorno de los Sitios Contaminados.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementar una Guía sectorial de Plan de muestreo detallado, a fin de fortalecer y garantizar que los estudios ambientales destinados a la remediación contengan una adecuada caracterización y delimitación de los sitios contaminados.</li> <li>2. Implementar un Programa de Monitoreo participativo, considerando que la remediación de los sitios contaminados es un objetivo común de las Comunidades Nativas y el Estado, para fortalecer y afianzar los resultados del éxito de la remediación.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atender las demandas de las Comunidades Nativas es clave, por lo que las Autoridades según sus competencias deberían coordinar con celeridad en forma sinérgica, para identificar y resolver primero los problemas internos o externos que impiden atender dichas solicitudes, y de esta manera establecer convenios y/o estrategias destinadas a atender en forma urgente gran parte de las demandas de las Comunidades Nativas.</li> </ol>

En ese sentido, conforme a las reseñas antes referidas, la no contención de derrames y un inadecuado mantenimiento de las líneas de conducción hacia las estaciones de bombeo y el mismo Oleoducto norperuano (ONP), han sumado al deterioro ambiental del territorio de la cuenca corrientes, donde se asientan los territorios de las Comunidades Nativas José Olaya, Nueva Esperanza y Antioquia, quienes finalmente se ven expuestos desde hace más de 40 años a los contaminantes como metales e hidrocarburos de petróleo, por lo que resulta necesario e importante profundizar en la investigación de estos sitios, en este caso el enfoque es investigar la fuente para poder determinar la necesidad o no de establecer medias complementarias destinadas a la prevención y control de la fuente en el tiempo.

Por ello, considerando el contenido de metales promedio de la industria petrolera en los yacimientos del lote 192 (Ex 1AB) conforme se aprecia en las Tablas 11, 16 y 17, lote que se superpone con la cuenca del río corrientes, resulta importante poder analizar mediante técnicas geoquímicas los resultados de suelos contenidos en los doce (12) planes de rehabilitación aprobados, a fin de poder conocer el factor de enriquecimiento antropogénico de dichos metales, y evaluar la necesidad de la implementación de un plan de manejo complementario dirigido a la prevención de exposición de metales a los pobladores de las Comunidades situadas en los entornos de estos sitios contaminados situados en la Cuenca Corrientes.

**Figura 6**

*Afectaciones operacionales identificadas en el Lote 192 (Ex 1AB).*



Fuente: (PNUD, 2018).

**Tabla 10**

*Concentración de metales pesados en aguas de producción de campos petroleros*

<b>Metal</b>	<b>Campos petroleros alrededor del mundo (mg/L)</b>	<b>Ex Lote 1AB según EIA OXY (1995) (mg/L)</b>	<b>Ex Lote 1AB según Reportes Públicos (mg/L)</b>
Cadmio	0,02 – 1,1	0 – 18,4	0,0024 – 0,0073
Cromo	< 0,002 – 1,5	0 – 0,22	< 0,001 – 0,0899
Cobre	0,002 – 8,8		
Plomo	< 0,001 - 0,002	0 – 3,3	< 0,004
Mercurio	< 0,01 - 35	0 – 0,14	< 0,00008 – 0,0004
Zinc	1,3- 650	0,02 – 1,05	
Arsénico			< 0,0006 – 0,0755
Bario			< 0,0012 – 40,3

Fuente: (PNUD, 2018).

**Tabla 11***Concentración de Metales del Crudo producido en el ex Lote 1AB*

<b>Yacimiento</b>		<b>Capahuari</b>	<b>Dorissa</b>	<b>Huayuri</b>	<b>Jibarito</b>	<b>Shiviyacu + Carmen</b>	<b>San Jacinto</b>
Muestra ID		Crudo	Crudo	Crudo	Crudo (10° API)	Crudo	Crudo
Fecha Recibida		13.12.06	20.02.07	02.05.07	07.12.06	06.12.06	16.07.07
<b>Datos de Destilación</b>							
Gravedad API @ 60 °F		30,8	32,4	23,5	9,1	19,4	10,5
Gravedad Específica 60/60 °F		0,8717	0,8633	0,9129	10,065	0,9379	0,9962
Viscosidad cSt @ 37.8 °C		7,97	6,21	43,68		172,4	
<b>Metales por ICP</b>							
Níquel	mg/kg	7,01	2,46	64,6	117	76,4	144
Vanadio	mg/kg	11,6	1,45	148	291	165	314
Hierro	mg/kg				53,6		125
Sodio	mg/kg				978		2713
Cobre	mg/kg				0,375		0,54

Fuente: (PNUD, 2018).

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

### **4.1 Marco metodológico**

#### **4.1.1 Tipo y diseño de investigación**

La investigación del presente estudio es de tipo descriptivo, con enfoque cuantitativo toda vez que se ha sistematizado todos los datos de las concentraciones de metales de suelos muestreados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes, para ser analizados y determinar el índice de geoacumulación y factor de enriquecimiento antropogénico de dichas concentraciones.

Asimismo, la presente investigación es de tipo, no experimental, transeccional descriptivo, puesto que el objetivo es determinar el grado de contaminación y factor de enriquecimiento antropogénico a partir de las concentraciones de metales en suelos en un determinado espacio, en este caso en la cabecera de la cuenca del río Corrientes al 2019, y de esta manera determinar el origen de las concentraciones de dichos metales.

#### **4.1.2 Técnicas e instrumentos**

El desarrollo del presente proyecto de investigación, se realizó mediante las siguientes cuatro (4) etapas: (i) Recopilación y sistematización de antecedentes claves, (ii) Sistematización de los resultados físico-químicos de suelo contenidos en los Planes de Rehabilitación aprobados situados en la Cuenca Corrientes, (iii) Determinación del grado de contaminación y factor de enriquecimiento antropogénico, mediante el uso de técnicas geoquímicas aplicando las ecuaciones 1 y 2

desarrolladas en el ítem 1.7.5 del presente informe, y finalmente se realizó el (iv) análisis y discusión de resultados.

#### **4.1.3 Población y Muestra**

Se ha sistematizado los resultados físico-químicos de 567 muestras de suelo comprendidas en los doce (12) sitios contaminados contenidos en los Planes de Rehabilitación aprobados, los cuales se encuentran ubicados al norte de la Amazonía Peruana, políticamente en el distrito de Trompeteros, provincia de Nauta y departamento de Loreto, y geográficamente en la cabecera de la cuenca del río Corrientes. Territorialmente se superponen sobre las áreas de tres (3) Comunidades Nativas, las cuales corresponden a: la Comunidad Nativa de José Olaya, Comunidad Nativa de Antioquia y a la Comunidad Nativa de Nueva Jerusalén.

## **4.2 Resultados**

### **4.2.1 Recopilación y sistematización de antecedentes claves**

Se considerar como antecedentes clave las concentraciones de nivel de fondo estudiados en los sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes, la importancia de estos valores radica en su objetivo de estudio, toda vez que según la Guía para Suelos del MINAM, es *“determinar la concentración de los químicos regulados por el ECA suelo en sitios contiguos al área contaminada, los mismos que pueden encontrarse en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la considerada, siendo aplicable a metales y metaloides”* (MINAM, 2014).

Por ello, a fin de conocer las concentraciones naturales de los metales en los sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes, los cuales

son necesarios para poder extraer la concentración natural del metal de referencia presente en la corteza del sitio “C”, y aplicarlo en la ecuación (Ec.1) para determinar el factor de enriquecimiento (FE), se procedió a recopilar y sistematizar en la Tabla 12, todos los valores de nivel de fondo estudiados y contenidos en los Planes de Rehabilitación aprobados.

**Tabla 12**

*Concentraciones de Nivel de Fondo determinados en los Planes de Rehabilitación aprobados de la Cuenca Corrientes – 2019*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Hierro Total	Mercurio	Plomo
Unidad	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS
S0107-NF	6.22	37.42	0.0008	13	20972	0.079	8.054
S0108-NF	6.39	50.24	0.0008	24	31654	0.01	11.3
S0109-NF	4.68	14.07	0.0008	12.4	20712	0.01	5.23
S0110-NF	6.25	15.26	0.0008	13.3	18474	0.061	41.1
S0111-NF	4.62	47.36	0.0008	16.5	28549	0.01	10.4
S0112-NF	4.18	68.35	0.09049	11.4	20643	0.01	10.3
S0113-NF	1.08	16.07	0.0008	13.2	26059	0.079	7.349
S0114-NF	1.07	10.36	0.02517	11	12520	0.084	3.674
S0115-NF	0.978	10.53	0.0008	9.632	20456	0.01	5.537
S0116-NF	1.78	15.81	0.0008	14.9	21662	0.01	7.301
S0117-NF	2.7	45.08	0.0008	17.4	28417	0.088	9.765
S0118-NF	0.811	17.9	0.0008	94.6	58164	0.066	7.628
<b>Promedio</b>	3.40	29.04	0.01	20.94	25690.17	0.04	10.64
<b>Mediana</b>	3.44	16.99	0.0008	13.25	0.036	7.841	3.44

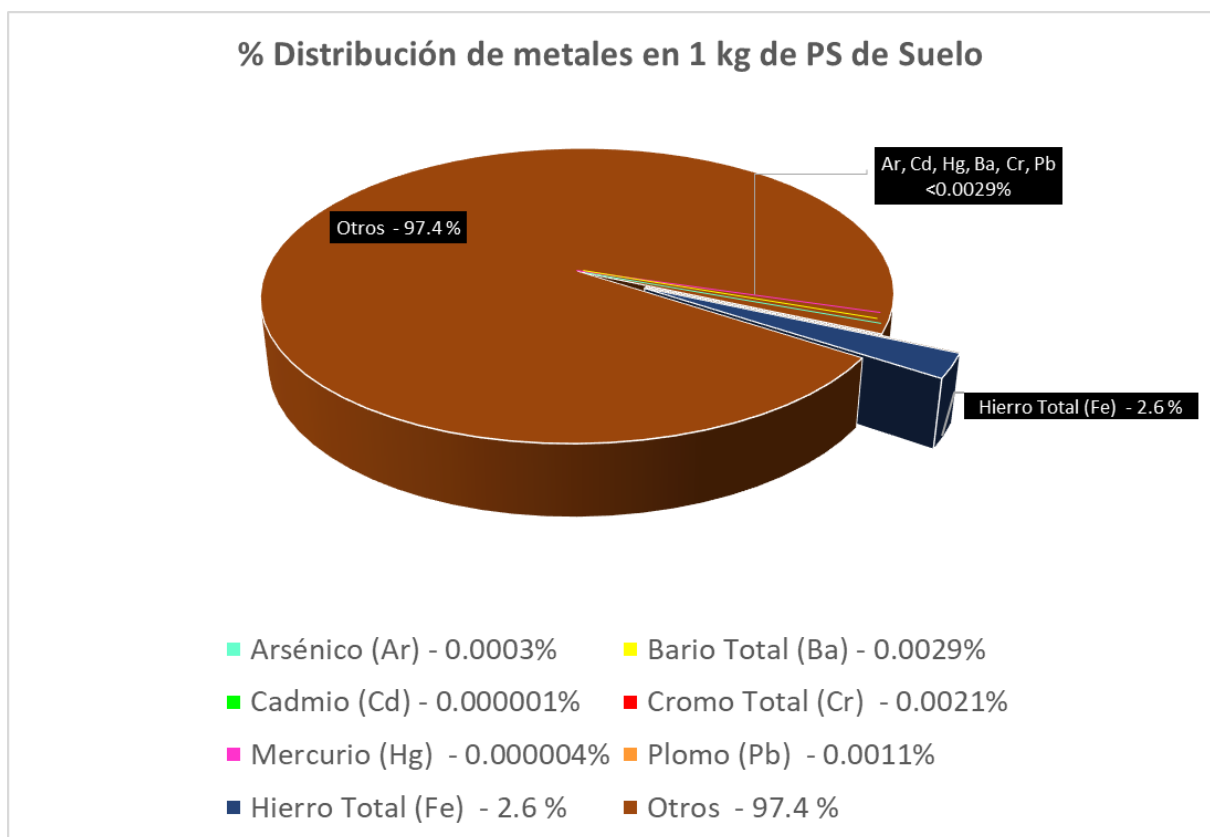
Fuente: Planes de Rehabilitación de la Cuenca Corrientes (2019) presentados a MINEM en el Marco de la Ley del Fondo.

Los valores de nivel de fondo recopilados, fueron analizados estadísticamente para determinar la variabilidad de las concentraciones (ver Figura 7), determinándose el promedio y la mediana de los mismos (ver Tabla 12), dicho análisis permitió

identificar la distribución de las concentraciones respecto a 1 kg de peso seco de suelo, resultando que el hierro representa el elemento metálico con mayor distribución representando el 2.6% del total, seguido con porcentajes menores al 0.002% del resto de metales evaluados en el presente apartado (bario, cromo, arsénico, mercurio, y plomo), conforme se puede observar en la Figura 7.

**Figura 7**

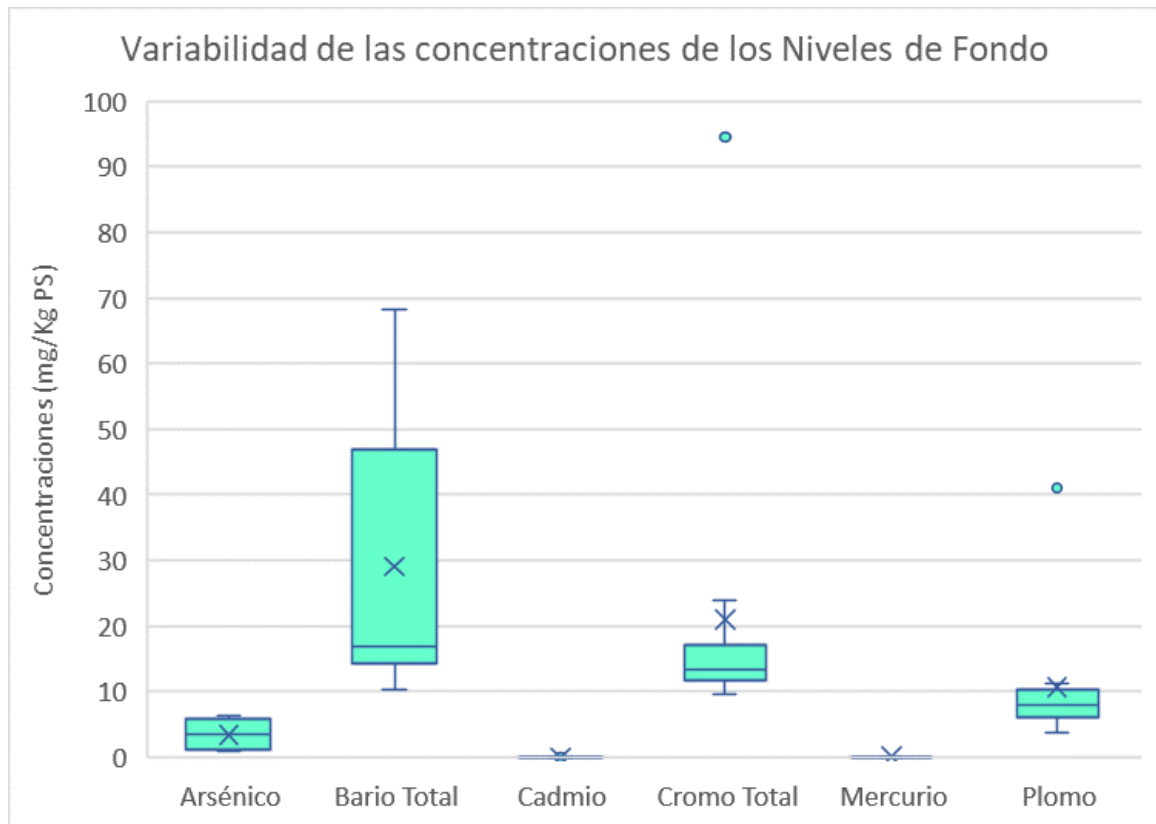
*Porcentaje de distribución de los metales y otros parámetros en 1 kg de PS en los suelos de los sitios contaminados situados en la cuenca del río Corrientes*





### Figura 8

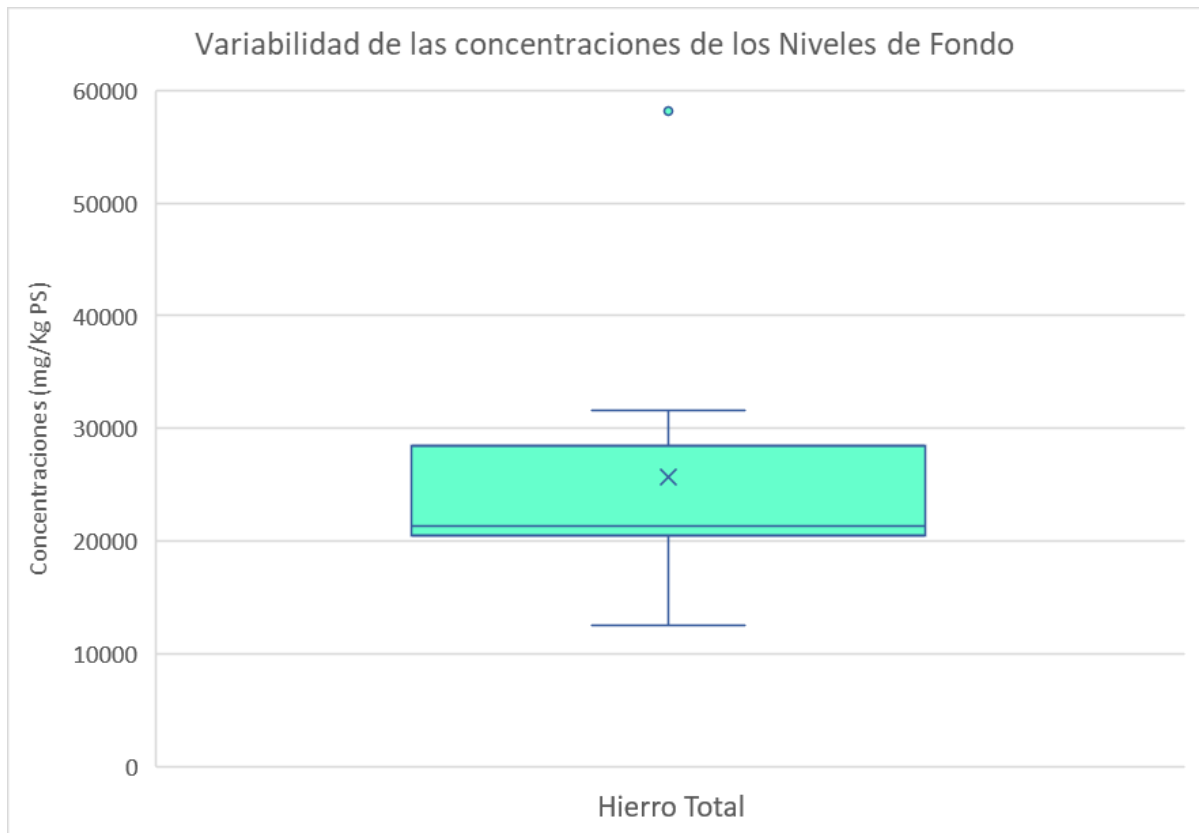
Variabilidad de las concentraciones de nivel de fondo de los metales presentes en los sitios contaminados de la cabecera de la cuenca del río Corrientes.



Estos valores serán considerados para la determinación del factor de enriquecimiento (FE) de los parámetros: Arsénico, Bario Total, Cadmio, Cromo Total, Mercurio y Plomo. Adicionalmente se ha extraído los resultados del parámetro Hierro Total, toda vez que para la determinación del Factor de Enriquecimiento (FE) se estandariza los contenidos de metales pesados medidos respecto a un metal de referencia como el Fe, Al o Zn. Por ello, para el presente caso en específico de este estudio, se consideró al hierro como elemento metálico conservativo y representativo para los objetivos de la presente investigación (ver Figuras 7 y 9).

### Figura 9

Variabilidad de las concentraciones de nivel de fondo del Hierro presente en los sitios contaminados de la cabecera de la cuenca del río Corrientes.



#### 4.2.2 Sistematización de los resultados físico-químicos de metales en suelo

La sistematización de todos los resultados físico-químicos de suelos contenidos en los Planes de Rehabilitación aprobados en la cuenca del río Corrientes, fue importante para poder analizar la variabilidad de las concentraciones de los metales presentes los sitios contaminados de la referida cuenca. En ese sentido, los resultados de las 567 muestras se presentan en el Anexo 01 del presente informe, en el cual se ha realizado a su vez su comparación con los valores de la normativa nacional e internacional vigentes para la matriz suelo correspondientes al ECA para Suelo -Uso agrícola, aprobado mediante Decreto Supremo N°011-2017-MINAM y la norma internacional Canadian Soil Quality, y de forma complementaria y referencial

se realizó la comparación con los valores de nivel de fondo presentados en la Tabla 12.

Asimismo, se ha determinado las concentraciones máximas y mínimas en unidades de mg/kg PS para cada parámetro metálico evaluado de cada Sitio contaminado, los cuales se presentan en la Tabla 13, donde las celdas resaltadas en color naranja corresponden a las concentraciones máximas que exceden el ECA Suelo – Uso agrícola (resaltado en letras rojas), la Norma Internacional Canadian Soil Quality (resaltado en letras moradas), y finalmente a los valores de Nivel de Fondo (resaltado en letras color verde).

**Tabla 13**

*Concentraciones máximas y mínimas de metales en los suelos de los doce (12) Sitios Contaminados de la Cuenca Corrientes – 2019*

Sitio Impactado	Valores de comparación y Nivel de Fondo	Arsénico mg/kg PS	Bario Total mg/kg PS	Cadmio mg/kg PS	Cromo Total mg/kg PS	Mercurio mg/kg PS	Plomo mg/kg PS
	<i>ECA Suelo - Uso Agrícola</i>	50	750	1.4	-	6.6	70
	<i>Canadian Soil Quality</i>	12	750	1.4	64	6.6	70
	<i>Nivel de Fondo</i>	6.22	37.42	0.0008	13	0.079	8.054
S0107	Min.	2.87	11.09	0.001	5.11	0.01	6.07
	Max.	23.30	3661.00	33.31	39.90	1.31	661.00
	<i>Nivel de Fondo</i>	6.39	50.24	0.0008	24	0.00999	11.3
S0108	Min.	2.22	27.30	0.00	11.30	0.01	5.72
	Max.	14.90	102.80	0.40	39.50	0.11	26.00
	<i>Nivel de Fondo</i>	4.68	14.07	0.0008	12.4	0.00999	5.23
S0109	Min.	1.85	6.66	0.00	6.24	0.01	5.30
	Max.	18.60	1996.00	0.42	36.20	0.15	30.20
	<i>Nivel de Fondo</i>	6.25	15.26	0.0008	13.3	0.061	41.1
S0110	Min.	0.39	2.83	0.00	3.18	0.01	2.34
	Max.	17.60	112.90	0.14	20.10	0.07	16.70
S0111	<i>Nivel de Fondo</i>	4.62	47.36	0.0008	16.5	0.00999	10.4

Sitio Impactado	Valores de comparación y Nivel de Fondo	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
		mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS
	<i>ECA Suelo - Uso Agrícola</i>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	-	<b>6.6</b>	<b>70</b>
	<i>Canadian Soil Quality</i>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
S0112	Min.	1.36	54.07	0.00	7.60	0.01	8.47
	Max.	<b>6.57</b>	<b>1589.66</b>	<b>0.47</b>	<b>37.10</b>	<b>0.26</b>	<b>33.10</b>
	Nivel de Fondo	<b>4.18</b>	<b>68.35</b>	<b>0.0905</b>	<b>11.4</b>	<b>0.00999</b>	<b>10.3</b>
	Min.	0.84	22.07	0.00	8.72	0.01	4.06
S0113	Max.	<b>11.70</b>	<b>2344.00</b>	<b>2.92</b>	<b>222.00</b>	<b>0.48</b>	<b>199.00</b>
	Nivel de Fondo	<b>1.08</b>	<b>16.07</b>	<b>0.0008</b>	<b>13.2</b>	<b>0.079</b>	<b>7.349</b>
	Min.	0.52	6.50	0.00	4.63	0.01	3.60
	Max.	<b>20.30</b>	<b>5000.00</b>	<b>7.02</b>	<b>139.00</b>	0.73	<b>214.00</b>
S0114	Nivel de Fondo	<b>1.07</b>	<b>10.36</b>	<b>0.0252</b>	<b>11</b>	<b>0.084</b>	<b>3.674</b>
	Min.	0.12	4.06	0.00	4.37	0.01	4.04
	Max.	<b>10.70</b>	<b>214.00</b>	<b>0.17</b>	<b>46.40</b>	<b>0.30</b>	<b>416.00</b>
	Nivel de Fondo	<b>0.978</b>	<b>10.53</b>	<b>0.0008</b>	<b>9.632</b>	<b>0.00999</b>	<b>5.537</b>
S0115	Min.	0.11	5.70	0.00	3.07	0.01	3.45
	Max.	<b>39.90</b>	<b>5000.00</b>	<b>3.26</b>	<b>91.10</b>	<b>0.87</b>	<b>440.00</b>
	Nivel de Fondo	<b>1.78</b>	<b>15.81</b>	<b>0.0008</b>	<b>14.9</b>	<b>0.00999</b>	<b>7.301</b>
	Min.	0.40	6.26	0.00	5.20	0.01	3.99
S0116	Max.	<b>11.50</b>	<b>1897.00</b>	<b>0.29</b>	<b>35.40</b>	<b>0.19</b>	<b>21.10</b>
	Nivel de Fondo	<b>2.7</b>	<b>45.08</b>	<b>0.0008</b>	<b>17.4</b>	<b>0.088</b>	<b>9.765</b>
	Min.	0.58	2.99	0.00	7.45	0.01	6.09
	Max.	<b>17.20</b>	<b>154.00</b>	<b>0.20</b>	<b>34.80</b>	<b>6.52</b>	<b>29.90</b>
S0117	Nivel de Fondo	<b>0.811</b>	<b>17.9</b>	<b>0.0008</b>	<b>94.6</b>	<b>0.066</b>	<b>7.628</b>
	Min.	0.47	6.61	0.00	71.30	0.01	5.79
	Max.	<b>167.00</b>	<b>1837.00</b>	<b>1.66</b>	<b>347.00</b>	<b>1.59</b>	<b>1151.00</b>
	Max.						

#### 4.2.3 Determinación del Factor de Enriquecimiento (FE)

Considerando que la técnica de FE estandariza los contenidos de metales pesados que se miden respecto a un metal de referencia como el Hierro, Aluminio o Zinc (Ravichandran et al., 1995), para el caso específico del presente estudio, se consideró el Hierro como elemento conservativo de la corteza de los sitios de la cuenca corrientes.

Para estimar el impacto antropogénico de los suelos contaminados de la Cuenca Corrientes, se aplicó la ecuación (Ec.1) ajustada por Lantzy y Mckensie de (1979), la cual fue aplicada a todas las concentraciones de las 567 muestras de suelo extraídas para los doce (12) sitios contaminados, cuyos resultados se presentan en el Anexo 02 del presente informe de investigación.







Asimismo, se ha determinado los valores promedio de factor de enriquecimiento (FE) para los seis (6) metales evaluados por sitio contaminado, cuyos resultados promedios y categorización de grado de enriquecimiento respectivo, se presentan en la Tabla 14.

**Tabla 14**

*Resultados promedio del Factor de Enriquecimiento (FE) de los sitios contaminados de la Cuenca Corrientes*

Sitio Impactado	Factor de Enriquecimiento (FE)					
	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
107	1.3	10.6	2321.3	1.4	1.1	5.3
108	1.1	1.1	113.8	1.1	2.5	1.3
109	1.2	12.2	54.8	1.3	3.4	2.2
110	1.5	2.9	70.3	1.6	0.6	0.5
111	1.1	6.8	170.1	1.3	4.3	1.7
112	0.8	1.6	1.3	1.7	1.9	1.3
113	6.2	208.0	1330.5	4.7	2.7	7.2
114	1.6	3.4	2.1	1.5	0.4	4.5
115	2.5	25.0	156.5	1.8	6.0	4.3
116	1.4	11.6	43.9	1.2	4.0	1.7
117	2.5	1.1	130.3	1.6	2.6	2.1
118	14.2	7.5	237.3	1.3	1.7	11.5

**Leyenda:**

Color	Clase FE	Grado de Enriquecimiento
	<1	No enriquecido
	1<FE<3	Enriquecido menor
	3<FE<5	Enriquecido moderado
	5<FE<10	Enriquecido moderadamente severo
	10<FE<25	Enriquecido severo
	25<FE<50	Enriquecido muy severo

#### 4.2.4 Determinación del Índice de Geoacumulación (Igeo)








Para estimar el Índice de Geoacumulación de los suelos contaminados de la Cuenca Corrientes, se utilizó la ecuación (Ec.2) definida por Müller (1969), la cual fue aplicada a las concentraciones de las 567 muestras de suelo extraídas de los doce (12) sitios contaminados declarados en los Planes de Rehabilitación aprobados de la Cuenca Corrientes, cuyos resultados se presentan en el Anexo 03 del presente proyecto de investigación. Asimismo, se ha determinado los valores promedio de Índice de Geoacumulación (Igeo) de cada parámetro por sitio contaminado a fin de determinar su grado de contaminación en forma integral, los cuales se presentan en la Tabla 15.

**Tabla 15**

*Resultados de Índice de Geoacumulación (FE) de los sitios contaminados de la Cuenca Corrientes*

Índice de Geoacumulación (Igeo)						
Sitio Impactado	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
107	2.5	3.7	6.9	2.7	0.3	3.4
108	2.5	2.3	4.4	2.4	2.9	2.6
109	2.6	4.1	3.8	2.7	3.3	3.4
110	2.2	2.6	2.9	1.7	-0.1	0.0
111	2.2	3.9	7.4	2.4	2.9	2.8
112	2.6	3.3	1.9	3.7	3.1	3.1
113	3.2	4.9	6.5	2.6	1.0	3.2
114	3.1	3.7	0.1	2.6	0.5	4.0
115	2.8	4.4	4.9	2.5	3.5	3.3
116	2.5	3.1	3.8	2.3	3.2	2.6
117	2.9	1.5	3.1	2.0	0.2	2.5
118	4.3	3.9	5.4	3.1	2.3	4.1

**Leyenda:**

Color	Valor	Clases	Grado de contaminación
	0	$I_{geo} \leq 0$	No contaminado
	1	$0 < I_{geo} < 1$	No contaminado a moderadamente contaminado
	2	$1 < I_{geo} < 2$	Moderadamente contaminado
	3	$2 < I_{geo} < 3$	De moderado a muy contaminado
	4	$3 < I_{geo} < 4$	Muy contaminado
	5	$4 < I_{geo} < 5$	De muy contaminado a extremadamente contaminado
	6	$5 < I_{geo} < 6$	Extremadamente contaminado

### **4.3 Análisis y discusión de resultados**

#### **4.3.1 Comparación de las concentraciones de metales evaluados en Suelo con los valores de referencia**

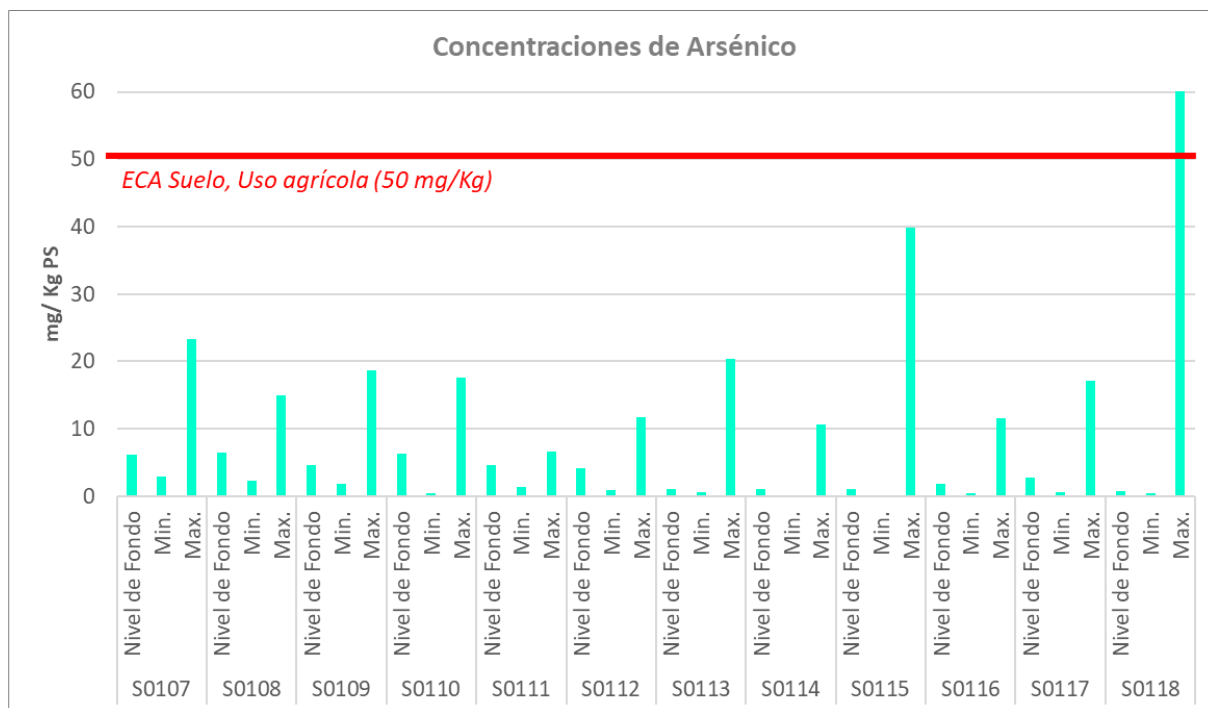
La Tabla 13, permite apreciar en forma preliminar que todas las concentraciones máximas detectadas en los sitios de estudio presentan excedencias al nivel de fondo, es decir superan las concentraciones naturales del suelo correspondientes a la naturaleza de los suelos de dichos sitios, a su vez identifico que los parámetros de Bario, Cadmio y Plomo presentan altas concentraciones, triplicando su valor límite, muy por encima del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, Uso agrícola, aprobado mediante Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM (ECA Suelo, MINAM, 2017).

Los resultados recopilados y sistematizados presentados en el Anexo 1, permiten apreciar que los doce (12) sitios contaminados superan los valores de nivel de fondo (ver Tabla 12), los cuales evidencian en forma preliminar que, la contaminación identificada en estos sitios correspondería a un enriquecimiento antropogénico de mayor grado.

De los resultados de la comparación realizada con los ECA para Suelo, Uso agrícola (ECA Suelo, MINAM, 2017), que se presentan en las Tablas del Anexo 1, se aprecia que los sitios con mayor alteración y contaminación por metales, son el Sitio S0118, toda vez que más del 85% de sus resultados presentan excedencias al ECA para Suelo, para todos los metales evaluados (arsénico, bario, cadmio, cromo, mercurio y plomo); seguido por los Sitios S0115 y S0113, conforme se puede apreciar en las Figuras 10, 11, 12, 13 , 14 y 15.

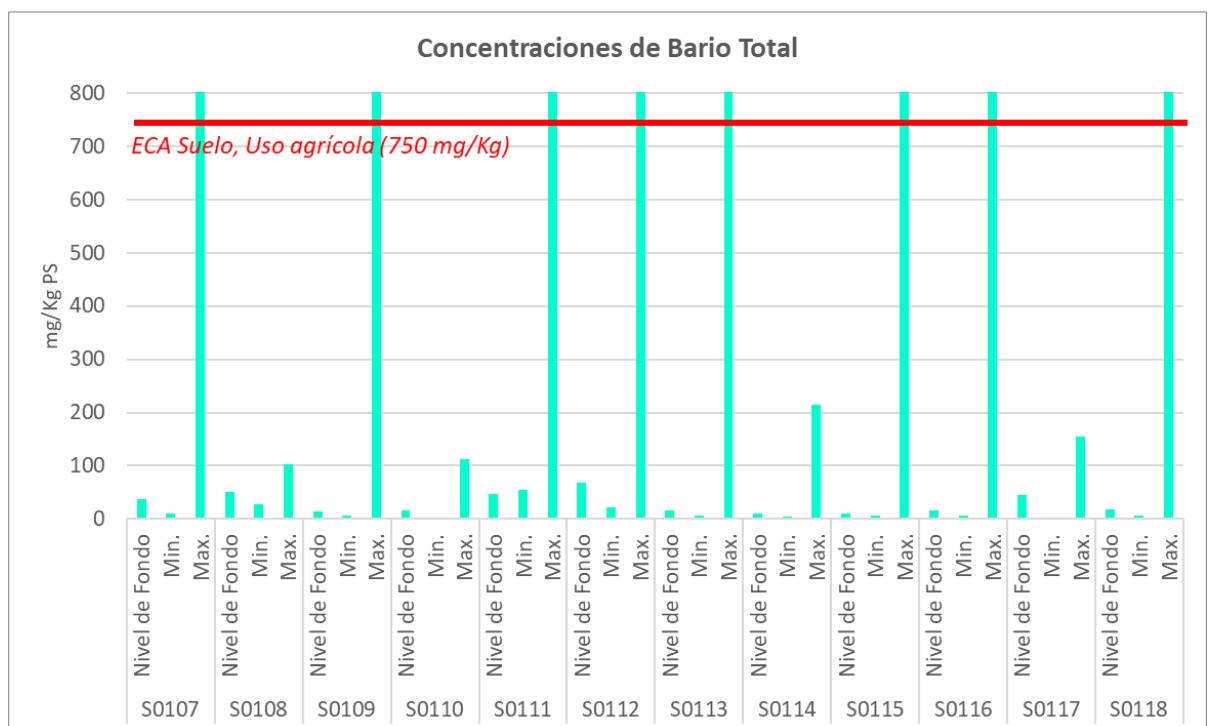
**Figura 10**

Concentraciones de Arsénico en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes



**Figura 11**

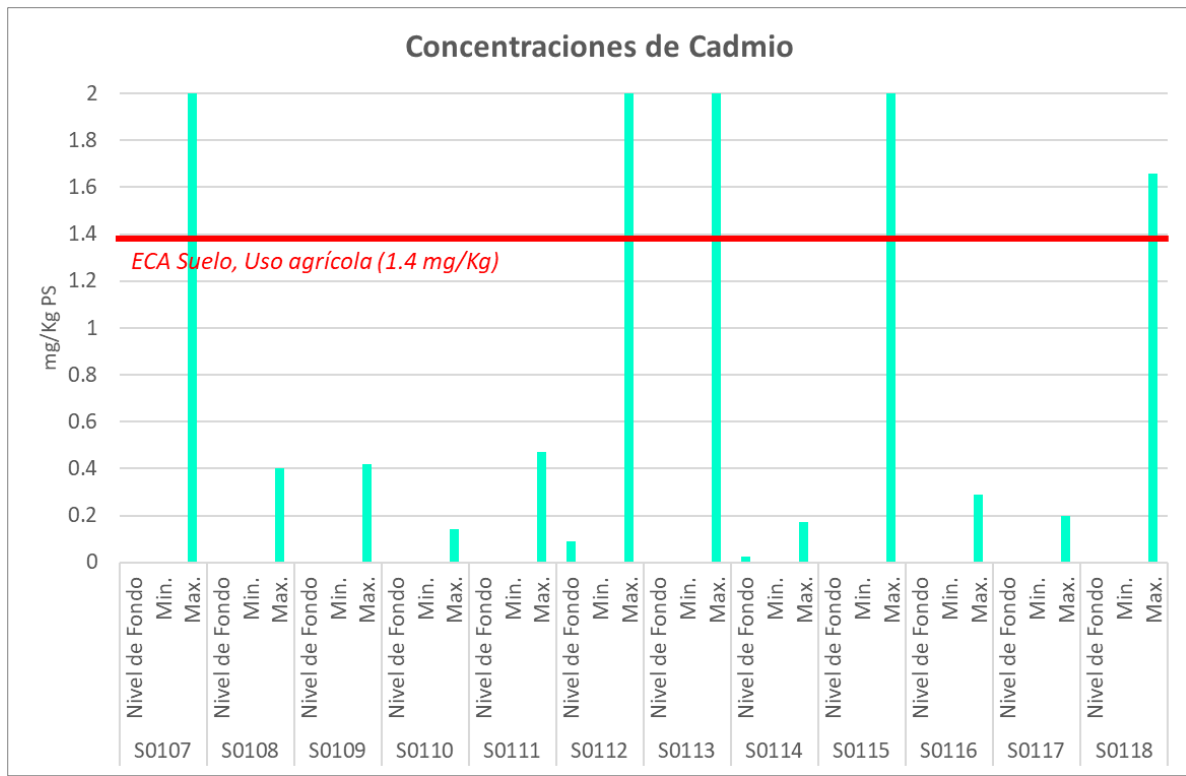
Concentraciones de Bario en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes





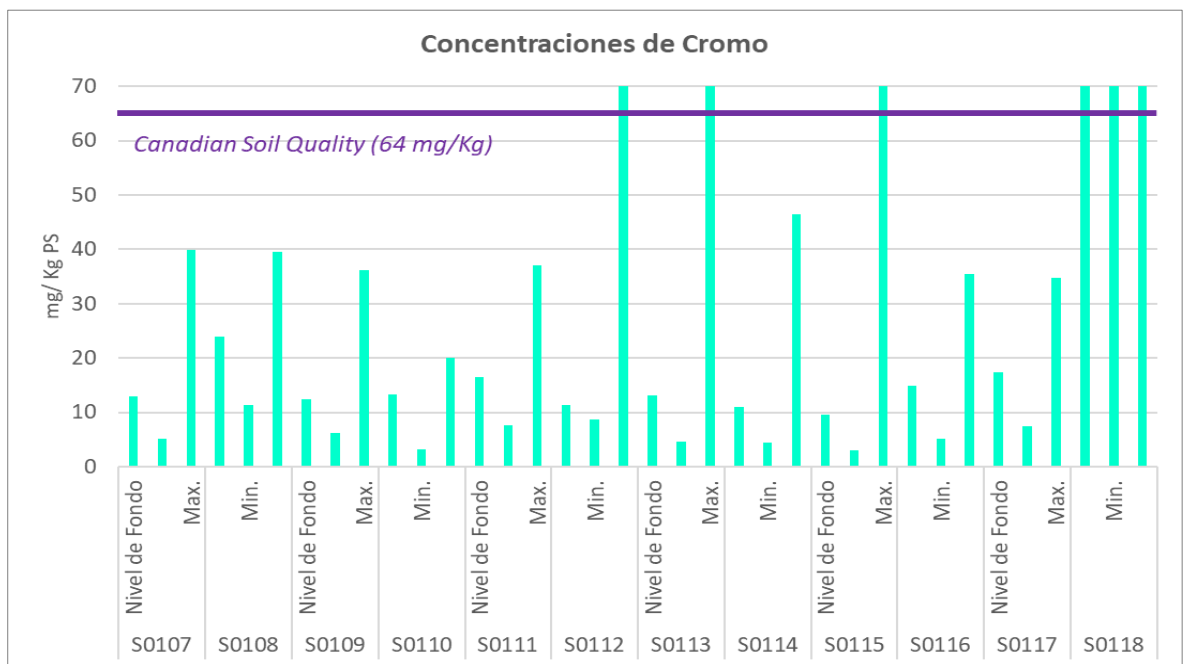
**Figura 12**

Concentraciones de Cadmio en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes



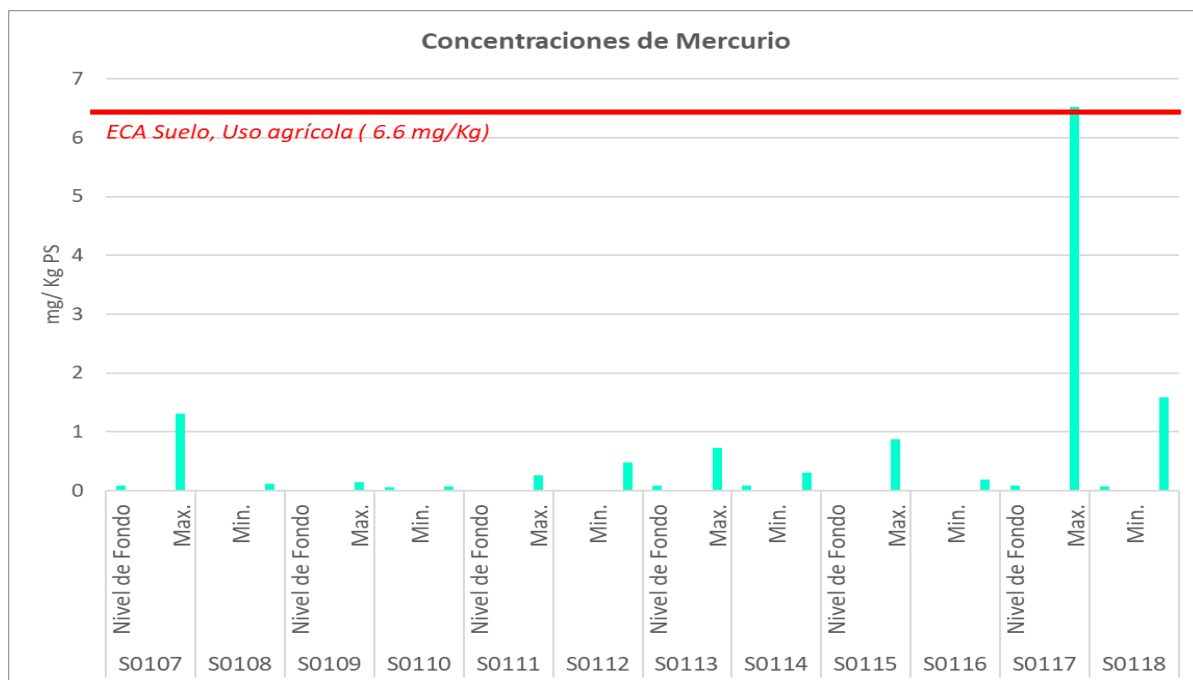
**Figura 13**

Concentraciones de Cromo en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes



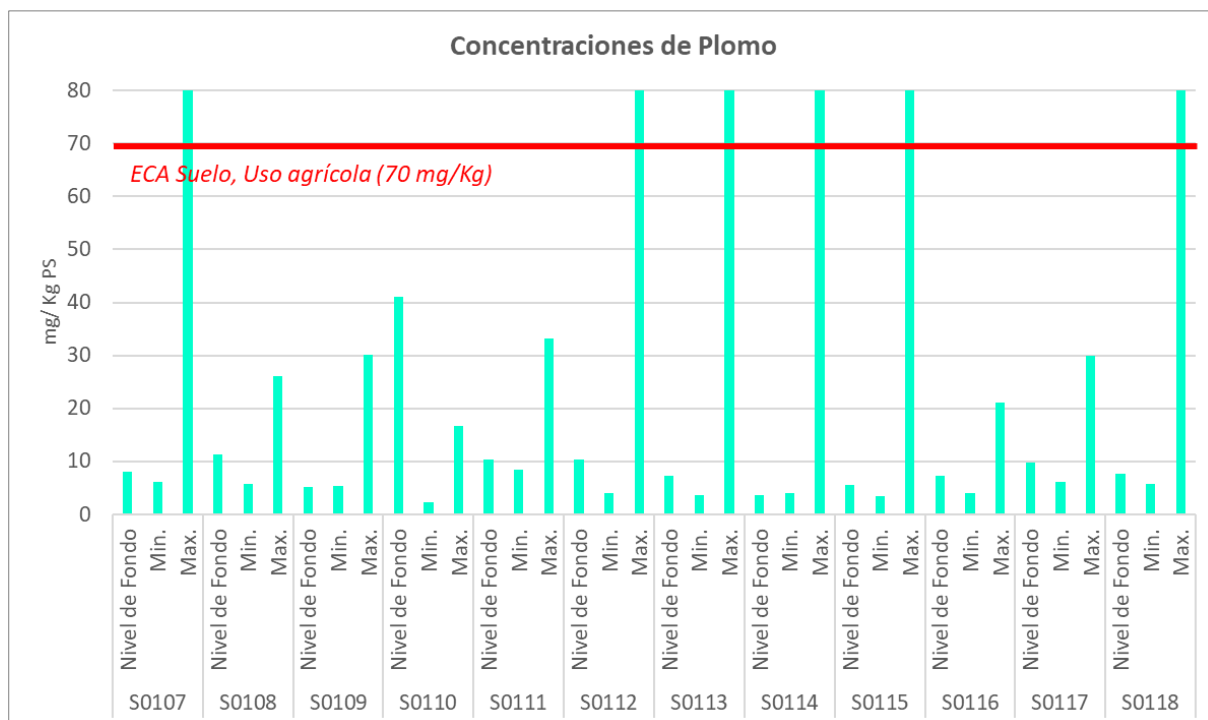
**Figura 14**

Concentraciones de Mercurio en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes



**Figura 15**

Concentraciones de Plomo en los doce (12) sitios contaminados situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes



#### **4.3.2 Análisis integral de los resultados de Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de geoacumulación determinado para cada sitio contaminado.**

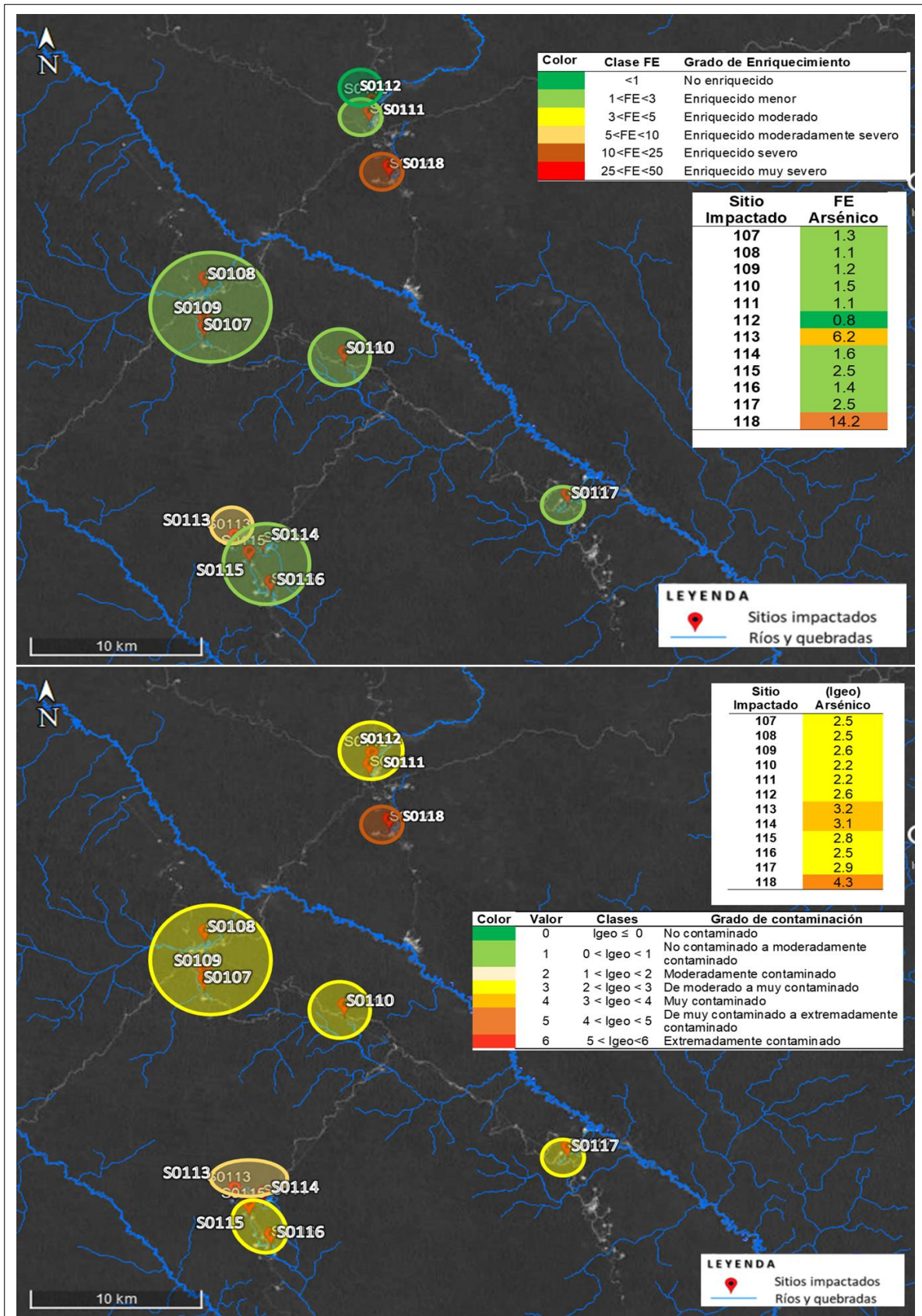
Los resultados de Factor de enriquecimiento (FE) e Índice de geoacumulación (Igeo), presentados en los Anexos 2 y 3, ha permitido analizar el origen probable de las concentraciones presentes en cada uno de los doce (12) sitios evaluados, así como el grado de su contaminación, para entender los resultados de las referidas determinaciones se procede en los siguientes apartados a analizar e interpretar en forma integral y espacial cada metal analizado:

- **Arsénico**

Las concentraciones (mg/kg PS) de este parámetro, presentaron casi en forma homogénea un factor de enriquecimiento promedio “menor” a “no enriquecido” para nueve (9) sitios, correspondientes al: S0112, S0111, S0108, S0107, S0109, S0117, S0114, S0115 y S0116, lo que significa que las concentraciones de este parámetro provienen en gran parte de origen natural, que de acuerdo al índice de geoacumulación de valor 3, es decir representan una contaminación moderada a muy contaminada. Mientras que, las concentraciones de arsénico que si corresponden a un aporte severo de enriquecimiento fue identificado en el Sitio S0118, el cual a su vez presenta un índice de geoacumulación de valor 6 es decir “extremadamente contaminado”, seguido por el sitio S0113, que presenta un enriquecimiento de origen antropogénico con moderadamente severo, con un índice de geoacumulación de valor 3.2 correspondiente a “muy contaminado”. Por lo que se puede determinar que las concentraciones de arsénico situados en la cabecera de la cuenca corrientes provienen de origen natural en su mayoría, a excepción de las concentraciones de arsénico detectadas en los sitios S0118, S0113 y S0114 (ver Figura 16).

**Figura 16**

*Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Arsénico*



- **Bario Total**

Las concentraciones (mg/kg PS) de este parámetro, presentaron un enriquecimiento promedio aleatorio, desde un “enriquecimiento menor” hasta “enriquecimientos muy severo”, donde los sitios cuyas concentraciones de bario podrían tener un bajo enriquecimiento antropogénico son los Sitios S0108, S0110 y S0117, todas vez que presentan un factor de enriquecimiento promedio menor ( $1 < FE < 3$ ), cuyo índice de geoacumulación promedio es de valor 3, es decir representan una contaminación moderada a muy contaminada.

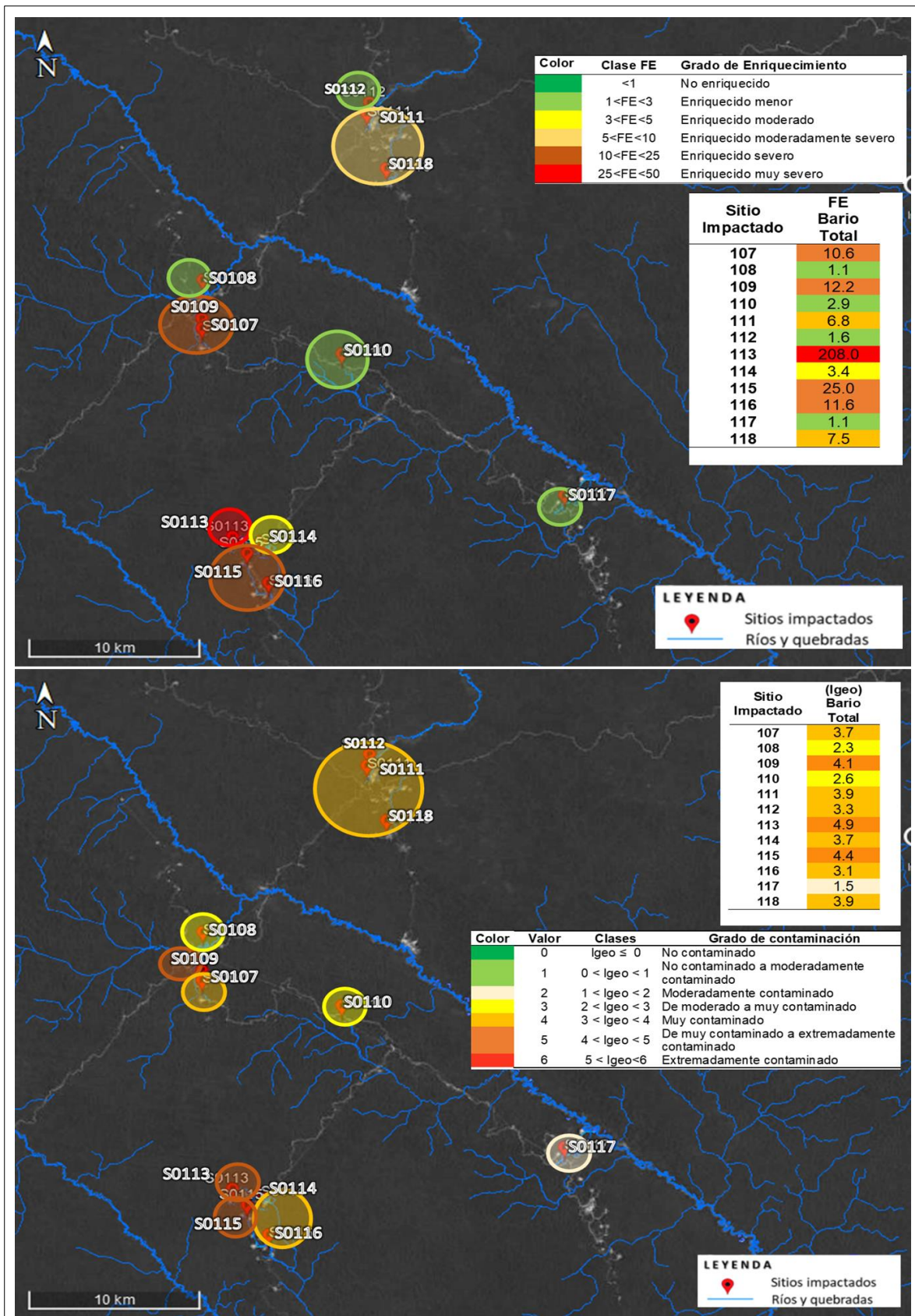
Mientras que, las concentraciones de bario que si corresponden a un aporte severo a muy severo de enriquecimiento se advertirían en los sitios S0113, seguido por muy detrás por los sitios S0109, S0107, S0115, y S0116. No obstante, el índice de geoacumulación de estas concentraciones se valora entre “modernamente contaminado” a “muy contaminado”, como es el caso de las concentraciones de bario detectadas en los sitios concernientes al S0109, S0113 y S0115, que presenta un enriquecimiento de origen antropogénico moderadamente severo.

Por lo que se puede determinar que las concentraciones de bario situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes provienen tanto de origen natural como en su mayor parte antropogénico, el cual a su vez guarda concordancia con los parámetros de interés del sector hidrocarburos, donde se requiere para la perforación de pozos el uso de baritina que podría corresponder a una de las potenciales fuentes de aporte de las concentraciones detectadas al 2019 en los sitios evaluados en el presente informe.

En la Figura 17, se puede apreciar en forma espacial los resultados de FE e Igeo de las concentraciones de Bario detectadas en los 12 sitios contaminados.

**Figura 17**

*Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Barrio Total*



- **Cadmio**

Las concentraciones (mg/kg PS) de este parámetro detectados en casi la totalidad de los sitios evaluados, presentaron un enriquecimiento promedio de origen antropogénico muy severo (ver polígonos de color rojo en la figura 17), cuya clase es “ $25 < FE < 50$ ”, cabe indicar que los sitios que presentan este tipo de enriquecimiento son los siguientes diez (10) sitios: S0107, S0108, S0109, S0110, S0111, S0118, S0117, S0113, S0115, y S0116. Asimismo, el índice de geoacumulación promedio de las concentraciones de cadmio para estos 10 sitios son de valor 3 a 6, es decir representan una contaminación desde “moderada a muy contaminada” a “extremadamente contaminado”.

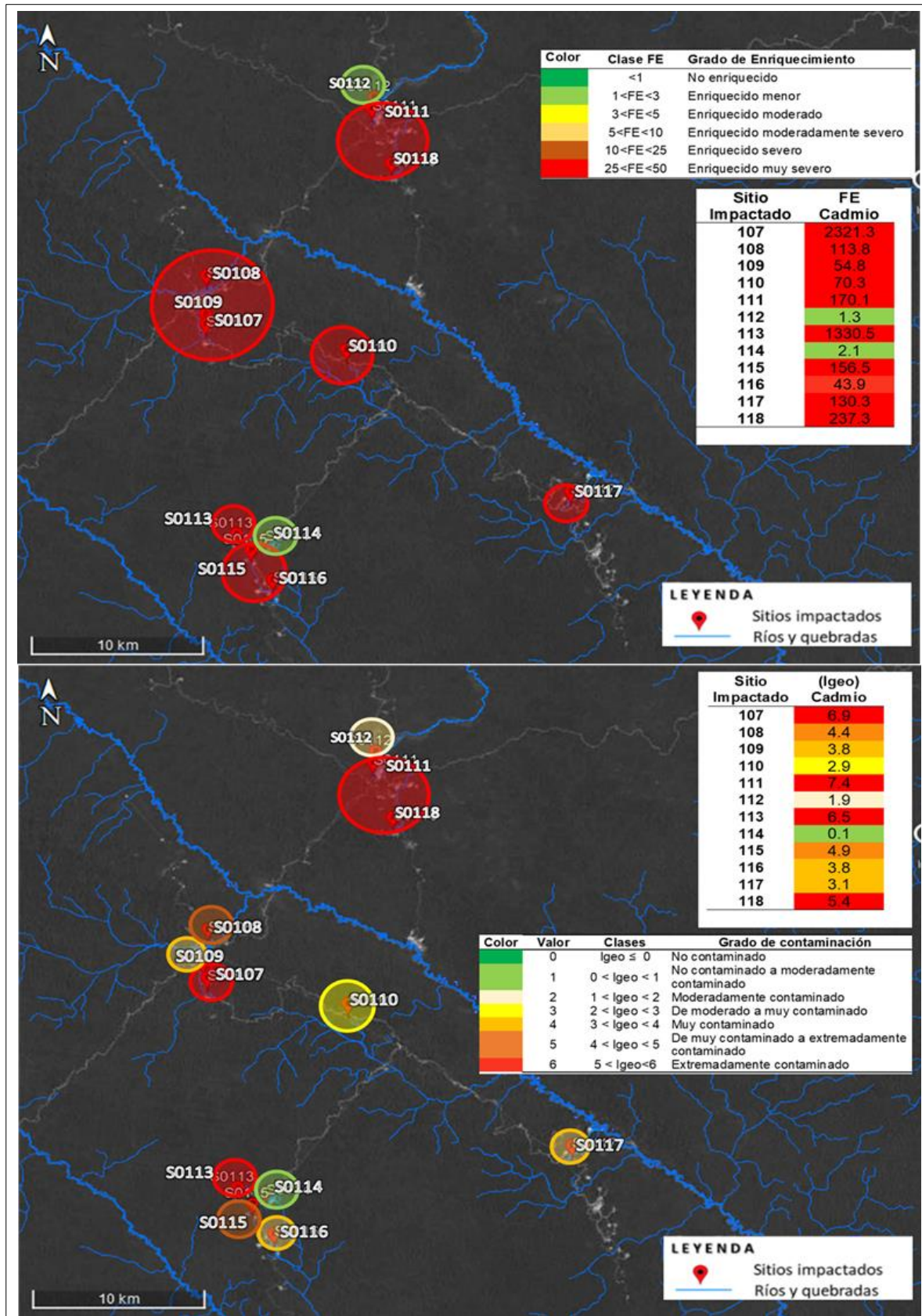
Mientras que, los sitios que presentan concentraciones de cadmio provenientes probablemente de origen natural, corresponderían a los sitios S0112 y S0114, cuyo índice de geoacumulación de estas concentraciones se valora como de “moderado a muy contaminado”. Asimismo, los resultados de las concentraciones de cadmio detectadas en el sitio S0114 presentan un grado de “no contaminado”.

Por lo que se puede determinar que las concentraciones de cadmio situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes provienen casi en su totalidad de origen antropogénico, toda vez que presentan un enriquecimiento muy severo, cuyo grado de contaminación se puede concluir que es de moderadamente contaminado a extremadamente contaminado.

En la Figura 18, se puede apreciar en forma espacial los resultados de FE e Igeo de las concentraciones de Cadmio detectadas en los 12 sitios contaminados.

**Figura 18**

*Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Cadmio*





- **Cromo Total**

En relación a las concentraciones (mg/kg PS) de este parámetro, se observa que estos corresponden casi en su totalidad, a excepción del Sitio S0113, a concentraciones no enriquecidas antropogénicamente (ver polígonos verdes en la Figura 19), toda vez que el enriquecimiento promedio detectado presenta un valor promedio de 1.4, cabe indicar que los sitios que presentan este tipo de enriquecimiento son los siguientes once (11) sitios: S0107, S0108, S0109, S0110, S0111, S0112, S0114, S0115, S0116, S0117 y S0118. Asimismo, el índice de geoacumulación promedio de las concentraciones de Cromo total registrados para estos once (11) sitios son de valor 2 a 3, es decir representan una contaminación desde “moderadamente contaminado” a “de moderado a muy contaminado”.

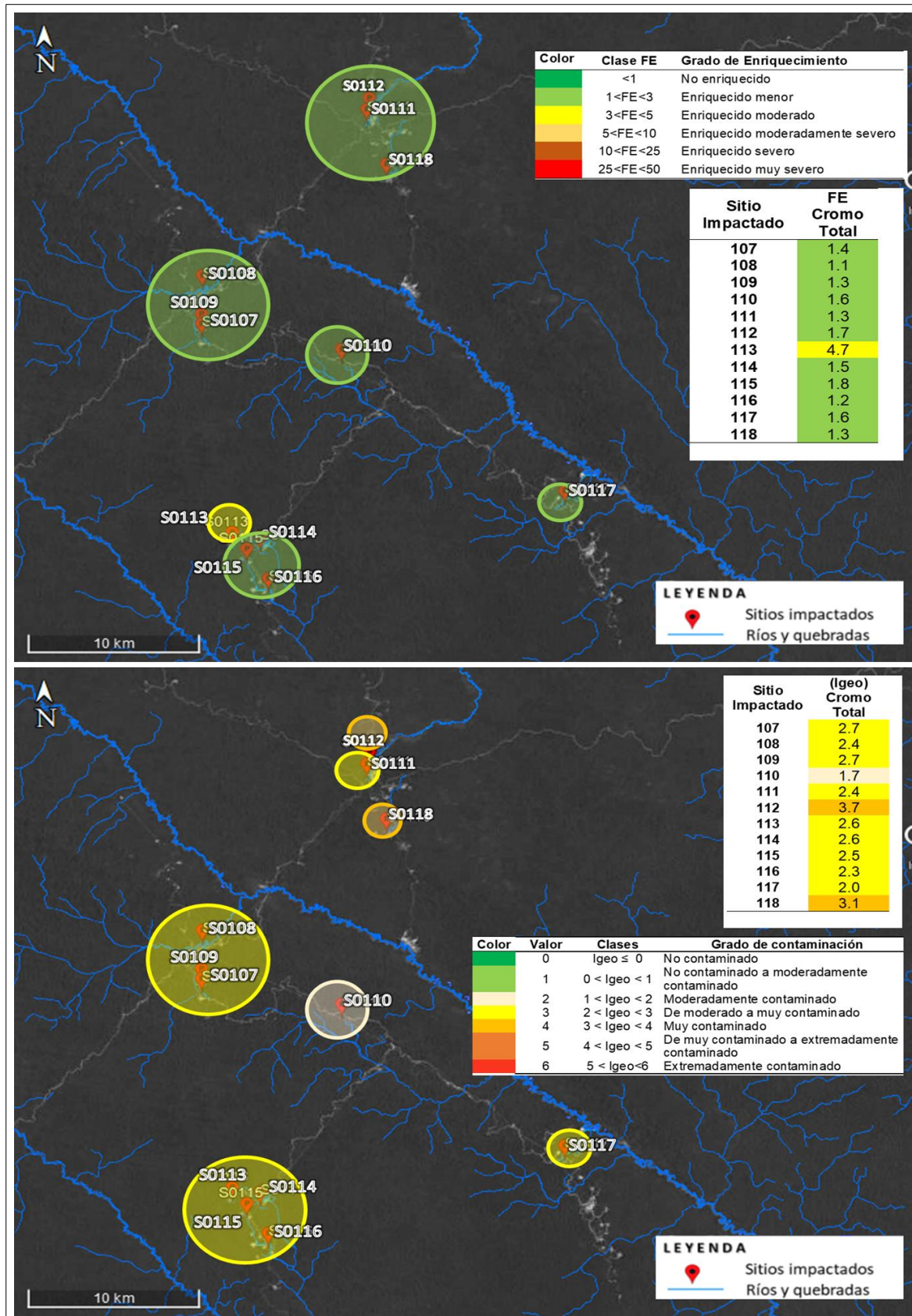
Mientras que, el sitio que presenta concentraciones de enriquecimiento moderado, es el sitio S0113, cuyo índice de geoacumulación se valora como de “moderado a muy contaminado”.

Por lo que se puede determinar que las concentraciones de Cromo total evaluados y situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes provienen casi en su totalidad de origen natural, con muy bajo enriquecimiento antropogénico, cuyo grado de contaminación se puede concluir que es de “moderadamente contaminado”.

En la Figura 19, se puede apreciar en forma espacial y gráfica la distribución y los resultados de factor de enriquecimiento (FE) e Índice de geoacumulación (Igeo) concernientes a las concentraciones del Cromo total detectadas en los 12 sitios contaminados.

**Figura 19**

*Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Cromo Total*



- **Mercurio**

En relación a las concentraciones (mg/kg PS) de este parámetro, se observa que estos corresponden en su mayoría de sitios a un “enriquecimiento menor”, el cual fue determinado para los sitios S0107, S0108, S0109, S0111, S0112, S0113, S0116, S0117 y S0118 , (ver polígonos verdes en la Figura 20), toda vez que el enriquecimiento promedio detectado presenta un valor promedio de 1.1 a 4, Asimismo, el índice de geoacumulación promedio de las concentraciones de Mercurio registrados para estos sitios son de valor 2 a 3, es decir representan una contaminación desde “moderadamente contaminado” a “de moderado a muy contaminado”.

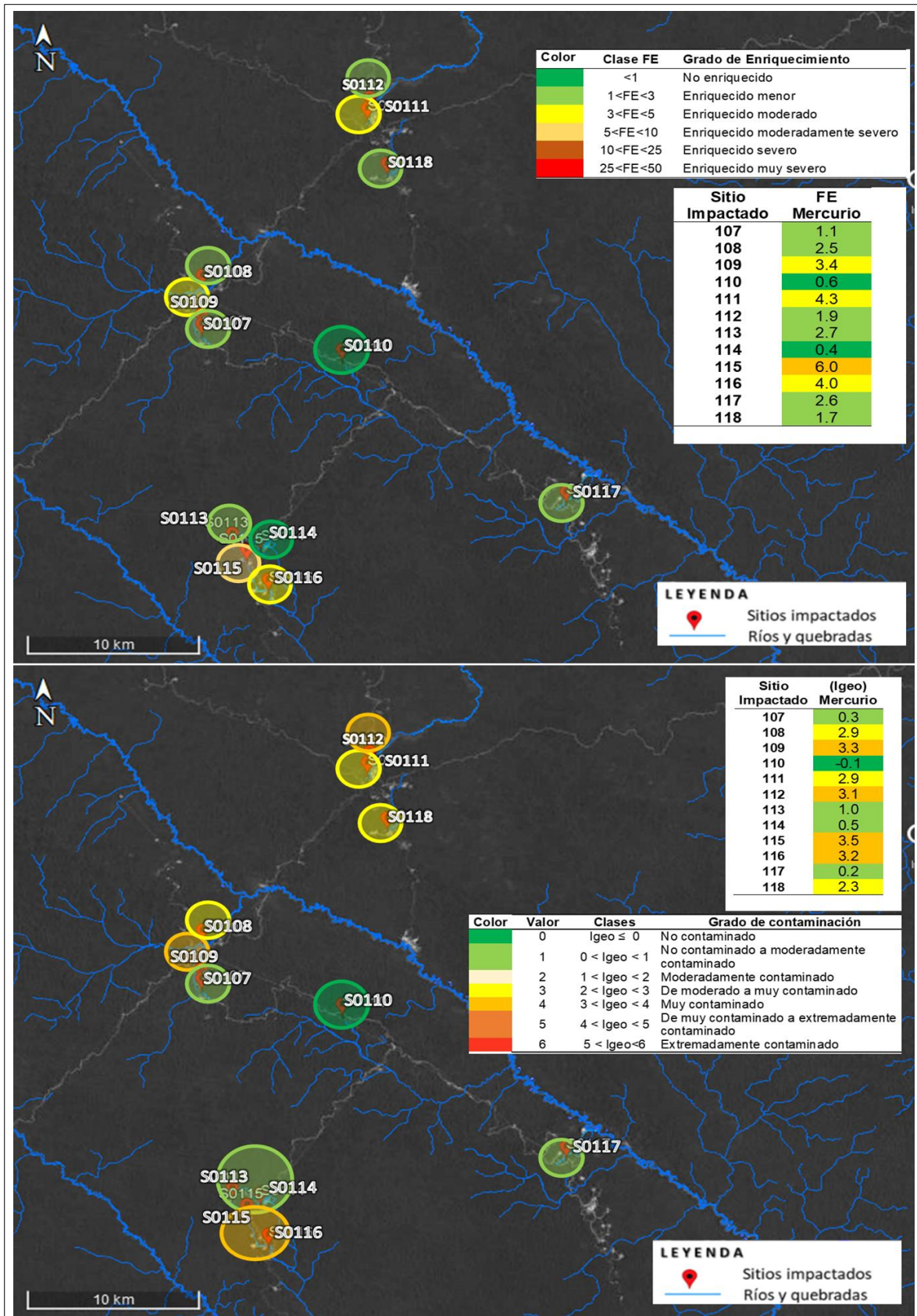
Mientras que, el sitio que presenta concentraciones de enriquecimiento moderado de mercurio, es el sitio S0115, cuyo índice de geoacumulación se valora como de “muy contaminado”.

Por lo que se puede determinar que las concentraciones de Mercurio total evaluados y situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes provienen en forma parcial de origen natural y antropogénico, cuyo grado de contaminación varía desde “moderadamente contaminado” a “muy contaminado”.

En la Figura 20, se puede apreciar en forma espacial y gráfica la distribución y los resultados de factor de enriquecimiento (FE) e Índice de geoacumulación (Igeo) concernientes a las concentraciones del Cromo total detectadas en los 12 sitios contaminados.

**Figura 20**

Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Mercurio



- **Plomo**

En relación a las concentraciones (mg/kg PS) de este parámetro, se observa que estos corresponden en su mayoría de sitios a un “enriquecimiento menor”, el cual fue determinado para los sitios: S0108, S0109, S0111, S0112, S0116, y S0117 (ver polígonos verdes en la Figura 20), mientras que el sitio S0110 determinó que las concentraciones detectadas no presentan un enriquecimiento de origen antropogénico, mientras que el índice de geoacumulación promedio para este sitio S0110 es de grado “no contaminado”.

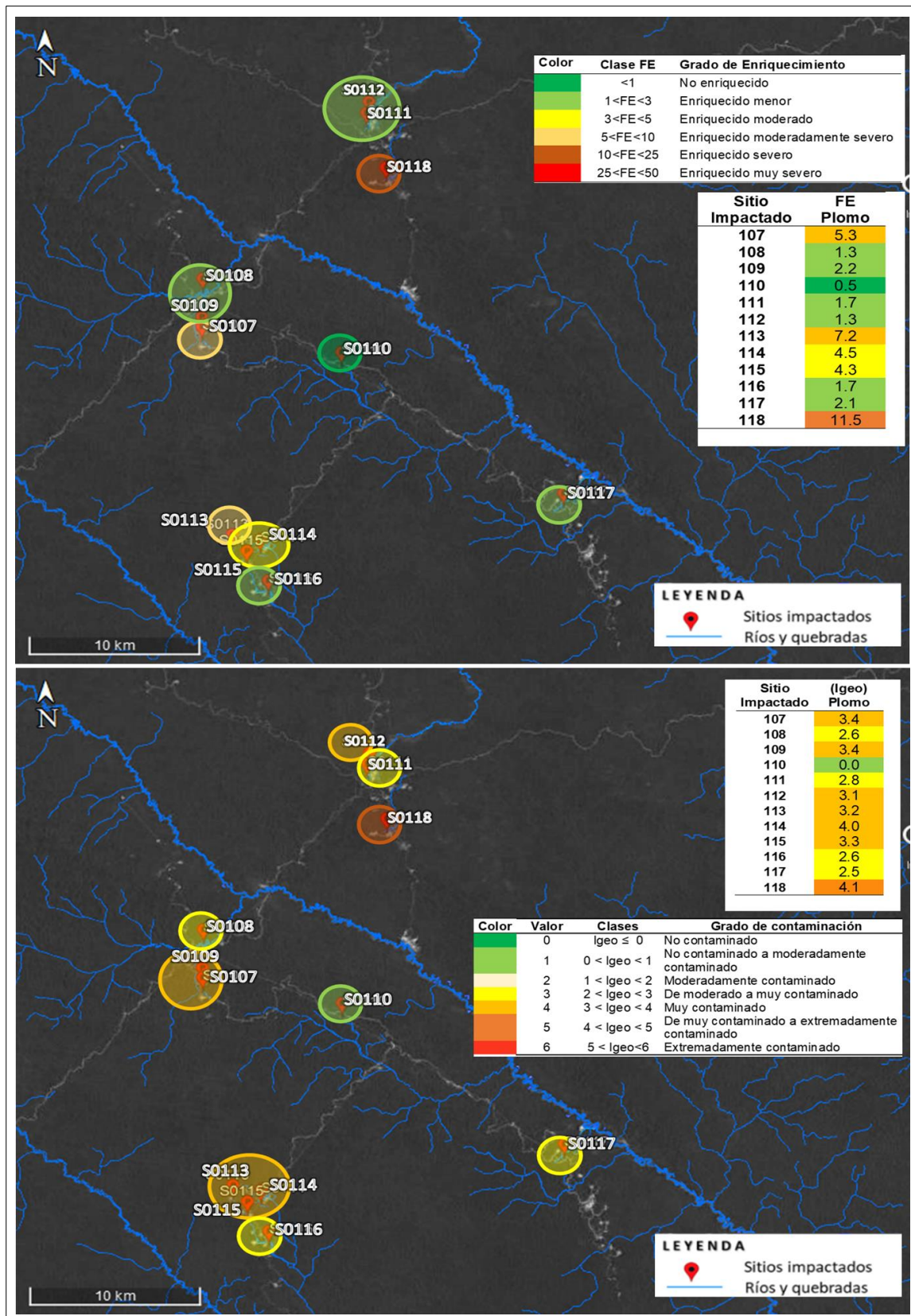
Asimismo, se observa que en los sitios S0114, S0115, S0107 y S0113 se determinó que las concentraciones detectadas presentan un “enriquecimiento moderadamente severo” a “enriquecimiento severo”.

Los valores de geoacumulación, permiten determinar un grado de contaminación “moderadamente contaminado” a “muy contaminado”. en casi la totalidad de los doce (12) sitios evaluados. Por lo que se puede determinar que las concentraciones de Plomo evaluados y situados en la cabecera de la cuenca del río Corrientes son de procedencia en su mayoría de origen natural, seguido en forma puntual por un enriquecimiento antropogénico, cuyo grado de contaminación varía desde “moderadamente contaminado” a “muy contaminado”.

En la Figura 21, se puede apreciar en forma espacial y gráfica la distribución y los resultados de factor de enriquecimiento (FE) e Índice de geoacumulación (Igeo) concernientes a las concentraciones del plomo detectadas en los 12 sitios contaminados.

**Figura 21**

*Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de Geoacumulación (Igeo) promedio del Plomo*



### **4.3.3 Análisis de los resultados de Factor de Enriquecimiento (FE) e Índice de geoacumulación por sitio contaminado.**

#### **a) Factor de Enriquecimiento (FE)**

- El Sitio S0107, presenta una contaminación de enriquecimiento muy severo de Cadmio y severa de Bario con un valor promedio de 2321.3 y 10.6 respectivamente como grado de enriquecimiento de origen antropogénico, y de no enriquecido por mercurio y arsénico.
- El Sitio S0108, presenta una contaminación de enriquecimiento muy severo únicamente de Cadmio con un valor promedio de 113.8 como grado de enriquecimiento de origen antropogénico. Asimismo, en forma muy puntual presenta una contaminación severa de Mercurio en dos muestras con un valor de 14.429 de grado de enriquecimiento, y de no enriquecido por bario, cromo, mercurio y arsénico.
- El sitio S0109, presenta una contaminación de enriquecimiento muy severo de Cadmio y severa de Bario con un valor promedio de 54.827 y 12.219 respectivamente como grado de enriquecimiento de origen antropogénico. Asimismo, presenta un enriquecimiento moderado de Mercurio, con un valor promedio de 3.397 como grado de enriquecimiento, y de no enriquecido por arsénico y cromo.
- El Sitio S0110, presenta una contaminación de enriquecimiento muy severo únicamente de Cadmio con un valor promedio de 70.329 como grado de enriquecimiento de origen antropogénico, y de no enriquecido por arsénico y cromo, mercurio y plomo.

- El Sitio S0111, presenta una contaminación de enriquecimiento muy severo únicamente de Cadmio con un valor promedio de 70.329 como grado de enriquecimiento de origen antropogénico, seguido por un enriquecimiento moderado de Bario y Mercurio, con un valor promedio de 6.754 y 4.272 respectivamente como grado de enriquecimiento, y de no enriquecido por arsénico y cromo.
- El Sitio S0112, presenta una contaminación de enriquecimiento menor para los parámetros de Bario, Cadmio, Cromo Total, Mercurio y Plomo, con un valor promedio entre 1.291 y 1.604 como grado de enriquecimiento de origen antropogénico. Por otro lado, se observa que las concentraciones de arsénico no presentan un enriquecimiento de origen antropogénico, si no natural propio del sitio.
- El sitio S0113, presenta una contaminación de enriquecimiento muy severo de Bario y Cadmio con un valor promedio de 207.957 y 1330.49 respectivamente como grado de enriquecimiento de origen antropogénico. Seguido por un grado moderado de enriquecimiento de cromo, arsénico y plomo, con valores promedio de 6.226, 4.702, y 7.231 respectivamente.
- El sitio S0114, presenta una contaminación de enriquecimiento severo de Bario y plomo con un valor promedio 3.408 y 4.481 respectivamente, y como grado de enriquecimiento menor en los parámetros de arsénico, cadmio, y cromo. y de no enriquecido el parámetro de mercurio.
- El sitio S0115, presenta una contaminación de enriquecimiento severo y muy severo de Bario, cadmio, mercurio y plomo con un valor promedio de 24.994 y 156.489 respectivamente.



- El sitio S0116, presenta una contaminación de enriquecimiento severo y muy severo de Bario y cadmio con un valor promedio de 11.578 y 43.940 respectivamente.
- El sitio S0117, presenta una contaminación de enriquecimiento muy severo de Cadmio y severo de Bario, con valores promedio de 11.578 y 43.940 respectivamente.
- El sitio S0118, presenta una contaminación de enriquecimiento muy severo de Cadmio y severo de Arsénico y Plomo, con valores promedio de 237.3, 14.18 y 11.534, respectivamente.
- Finalmente, los resultados, permiten determinar en forma integral que el 30% de las muestras presentan un enriquecimiento antropogénico, y un 70% de enriquecimiento geogénico, es decir debido a las características geológicas y litológicas propias del sitio.

**b) Índice de Geoacumulación (Igeo)**

- El Sitio S0107, presenta una contaminación de suelo “extremadamente contaminado” por cadmio, seguido por bario y plomo como “muy contaminados”; por otro lado, se observa que las concentraciones de mercurio detectadas en las muestras no corresponden a una contaminación antropogénica.
- El Sitio S0108, presenta una contaminación de suelo “de moderado a muy contaminado” en los parámetros de arsénico, bario, cromo, mercurio y plomo; mientras que las concentraciones de “contaminado” por cadmio se presentan en forma muy puntual únicamente en cinco muestras de

Cadmio.

- En el Sitio S0109, los resultados demuestran que las concentraciones de los parámetros arsénico, bario, cadmio, mercurio y plomo, son de moderado a muy contaminado. Los resultados permiten observar también que el suelo del Sitio S0109 no presenta contaminación de Mercurio, ni de plomo.
- En el Sitio S0110, los parámetros que se determinaron como moderadamente contaminados son el arsénico, bario, cadmio, y cromo total), mientras que las concentraciones de Mercurio y plomo, no representan un grado de contaminación, determinándose como “no contaminados”.
- En el Sitio S0111, el parámetro que se determinó como moderadamente contaminado es el cadmio, seguido por el Bario como muy contaminado; mientras que los demás parámetros (arsénico, cromo, mercurio y plomo) presentan concentraciones que representan un grado de contaminación moderado.
- En el Sitio S0112, el parámetro que se determinó como moderadamente contaminado es el cadmio, seguido por el Bario como “muy contaminado”; mientras que los demás parámetros (arsénico, cromo, mercurio y plomo) presentan concentraciones que representan un grado de contaminación “moderado”.
- El Sitio S0113, presenta una variabilidad con distintas determinaciones de grado de contaminación, entre los cuales se sitúa el Cadmio como el

parámetro que se determinó como extremadamente contaminado, seguido por el Bario, Arsénico, y plomo como muy contaminado.

- El Sitio S0114, presenta una variabilidad con distintas determinaciones de grado de contaminación, entre los cuales se sitúa el arsénico, bario y plomo como los parámetros que se determinó como moderadamente contaminados, seguido por el Cromo.
- El Sitio S0115, presenta concentraciones de Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio y Plomo, con un grado de contaminación que varía de “moderado” a “muy contaminado” en todos los metales analizados del ECA para Suelo – Uso agrícola.
- El Sitio S0116, presenta concentraciones de Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio y Plomo, con un grado de contaminación que varía de “moderado” a “muy contaminado” en todos los metales analizados del ECA para Suelo – Uso agrícola.
- El Sitio S0117, presenta concentraciones de Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio y Plomo, con un grado de contaminación que varía desde “moderadamente” a “muy contaminado” en todos los metales analizados del ECA para Suelo – Uso agrícola.
- El Sitio S0118, presenta concentraciones de Arsénico, Bario, Cromo y Plomo, con un grado de contaminación “muy contaminado”, mientras que el parámetro “cadmio” presenta concentraciones que representan un grado de “extremadamente contaminado”.
- Finalmente, los resultados, permiten determinar en forma integral que el

65% de las muestras presentan un grado de contaminación “moderado a muy contaminado”, mientras que el 35% restante presenta un grado de contaminación “extremadamente contaminado”.

## **CAPÍTULO V: SUGERENCIAS**

En función a los resultados del índice de geoacumulación y factor de enriquecimiento analizados en el presente estudio de investigación, permitieron determinar que las concentraciones de metales detectadas en las evaluaciones del 2019 situadas en la cabecera de la cuenca del río Corrientes provienen en mayor porcentaje de un origen geogénico, es decir por condiciones naturales propias del sitio, por lo que se sugiere realizar lo siguiente:

### **5.1 Estudios específicos técnicos**

En el espacio geográfico objeto de la presente investigación se sugiere realizar los siguientes estudios técnicos específicos en la cabecera de la cuenca del río Corrientes, tales como:

- Realizar un estudio específico y detallado de niveles de fondo en suelo y sedimentos entorno a la cuenca corrientes y/o suelo amazónico, para determinar la variabilidad de las concentraciones geogénicas que hay en el suelo.
- Realizar un estudio de geológico y litológico de los suelos de la cuenca del río corrientes.
- Realizar un estudio de geoquímico y de metales en los suelos de la cuenca del río Corrientes, a fin de conocer el estado actual de las concentraciones de metales y la geoquímica de los suelos del área.
- Realizar un estudio de riesgo a la salud y el medio ambiente de las concentraciones de metales presentes en forma natural en los suelos de la

cuenca corrientes.

- Realizar un estudio de sangre a los pobladores de las comunidades situadas en la cuenca corrientes, para determinar los niveles de metales en sangre, a fin de tomar las acciones prioritarias en atención a la salud de los pobladores de las comunidades que se sitúan a lo largo de la cuenca.

## **5.2 Elaboración de Plan de Manejo**

Considerando que las concentraciones de metales detectadas en cabecera de la cuenca del río Corrientes provienen en mayor porcentaje de un origen geogénico, se sugiere elaborar un plan de manejo complementario a las acciones de remediación aprobados en los Planes de Rehabilitación de la Cuenca del río Corrientes, destinado a la prevención mediante medidas de manejo de control que permitan a la población identificar y distinguir las zonas con concentraciones altas de metales de origen geogénico y reducir la exposición de la población en relación a estos sitios, para la determinación de las medidas de manejo y que estén sean lo más efectivas y sostenibles en el tiempo, será necesario tener primero los resultados de los estudios específicos complementarios sugeridos en el ítem anterior, y en función a ello establecer las medidas adecuadas. El plan de manejo complementario que se establezca, se recomienda ser socializado con las comunidades situadas en el área de estudio, a fin de sensibilizar y concientizar a la población las medidas de manejo que deben considerar durante la manipulación y/o exposición a los suelos que presentan concentraciones altas de metales en forma natural.

## **5.3 Oportunidades de Mejora**

Se propone realizar un banco de datos de resultados de calidad de suelo amazónicos, iniciando con la recopilación de los suelos analizados en el marco de los

Planes de Rehabilitación de las cuencas de los ríos Corrientes, Tigre y Pastaza, la finalidad de contar con un banco de datos de monitoreos de suelos, es poder contar con un portal cuyos resultados estén disponibles y en línea para uso académico e investigación, debido a que resulta necesario e importante fomentar la investigación de estos suelos debido a su complejidad y variadas características que presentan en los distintos pisos geológicos y fisiográficos.

## CONCLUSIONES

- En relación a las concentraciones de los metales que excedieron la normativa ambiental nacional e internacional, así como los niveles de fondo al 2019, se observa que todos los metales recogidos en el ECA para Suelo, presentan excedencias a la normativa ambiental, los cuales corresponden a: el Arsénico, Bario Total, Cadmio, Cromo Total, Mercurio, y Plomo. Cuyas concentraciones permiten concluir que los sitios con mayor alteración y contaminación por metales, son el Sitio S0118, toda vez que más del 85% de sus resultados presentan excedencias al ECA para Suelo, para todos los metales evaluados (arsénico, bario, cadmio, cromo, mercurio y plomo); seguido por los Sitios S0115 y S0113.
- En relación al índice de geoacumulación y/o grado de contaminación de los suelos de la cabecera de la cuenca del río Corrientes, se determinó que un 65% de las muestras analizadas presentan un grado de contaminación “moderado a muy contaminado”, mientras que el 35% restante presenta un grado de contaminación “extremadamente contaminado”.
- En relación al Factor de enriquecimiento, los resultados de las concentraciones de suelo de los 12 sitios contaminados, permitieron determinar que el 30% de las muestras presentan un enriquecimiento antropogénico, y un 70% de enriquecimiento geogénico, es decir de condiciones naturales, asociadas a las características geológicas y litológicas propias del sitio.
- En relación a la necesidad de implementar un plan de manejo ambiental complementario, considerando que las concentraciones de metales detectadas en la cabecera de la cuenca del río Corrientes presentan altos grados de



contaminación, donde el 70% de las muestras analizadas provienen de origen geogénico y solo el 30% restante está asociado a un enriquecimiento antropogénico.

En consecuencia se determina que, sí resulta necesario implementar un programa de manejo ambiental complementario a las acciones de remediación aprobadas en los Planes de Rehabilitación, toda vez que las poblaciones de las comunidades cercanas estarán expuestas siempre a estas concentraciones naturales las cuales pueden representar un riesgo a largo plazo en la salud de las personas, por lo que antes de elaborar dicho plan se requeriría elaborar estudios específicos en los suelos del área de estudio. Asimismo, dicho plan de manejo debería considerar aspectos técnicos y de seguridad en la manipulación de estos suelos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Akoto, O., Ephraim, J., & Darko, G. (2008). Heavy Metals Pollution in Surface Soils in the Vicinity of Abundant Railway Servicing Workshop in Kumasi, Ghana. *International Journal of Environmental Research*(2), 359-364.
- Allen, H. E. (1995). *Metal Specification and Contamination of Soil*. Boca Raton: Lewis. Obtenido de <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000142218/Description>
- Barbieri, M. (1-4 de enero de 2016). The Importance of Enrichment Factor (EF) and Geoaccumulation Index. *Journal of Geology & Geophysics*, 5(1).  
doi:10.4172/2381-8719.1000237
- Bravo Inclán, L. A., Hansen, A., & Leon Zavala, A. (1995). Fuentes de contaminación y enriquecimiento de metales en sedimento de la cuenca LermaChapala. 3, 55-69. Obtenido de <http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/733/721>
- Cabrera Drouet, J. (2018). *Evaluación de la contaminación por metales pesados en sedimentos y suelos de la Reserva Biológica Limoncocha - Ecuador mediante índices de polución*. Tesis de Master, Universidad de Cantabria, Ecuador.  
Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/14196/409479.pdf?sequence=1>
- Chen, C.-W., Kao, C.-M., Chen, C.-F., & Dong, C.-D. (2007). Distribution and accumulation of heavy metals in the sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan. *Chemosphere*, 66(8), 1431-1440.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.09.030>.

Condori Sulla, K. A. (2021). *Estimación del factor de enriquecimiento, índice de geoacumulación y los riesgos ecológicos de elementos ecotóxicos en los sedimentos marinos del puerto de Matarani, 2019*. Tesis, Universidad Nacional de San Agustín, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12174>

D.S. N° 039-2016-EM. (23 de diciembre de 2016). Reglamento de la Ley que crea el Fondo de Contingencia para remediación ambiental. *norma*, Artículo 3: Definiciones. Obtenido de [https://www.minem.gob.pe/\\_legislacionM.php?idSector=5&idLegislacion=11798](https://www.minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=5&idLegislacion=11798)

D.S.N°012-2017-MINAM. (2017). Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados. (*Artículo 4*). Obtenido de [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds\\_012-2017-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_012-2017-minam.pdf)

De Miguel, E., Callaba, A., Arranz, J., Cala, V., Chacón, E., Gallego, E., . . . Palacios, H. (2002). *Determinación de niveles de fondo y niveles de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos de la Comunidad de Madrid* (N°2 ed.). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.

Decreto Ley 22175. (9 de mayo de 1978). Ley de Comunidades Nativas y de Desarrollo Agrario de la Selva y de Ceja de Selva. Artículo 8. Lima. Recuperado el 2022, de [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/0D41EC1170BDE30A052578F70059D913/\\$FILE/\(1\)leydecomunidadesnativasley22175.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/0D41EC1170BDE30A052578F70059D913/$FILE/(1)leydecomunidadesnativasley22175.pdf)

Defensoria del Pueblo. (2021). En defensa de las personas expuestas a metales pesados, metaloides y otras sustancias químicas. 8. Obtenido de <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2021/12/Informe-de-Adjunti%CC%81a-N%C2%B0-19-2021-DP-AMASPPI.pdf>

del Aguila Juárez, P., Lugo de la Fuente, J., & Vaca Paulín, R. (julio-octubre de 2005). Determinación de factores de enriquecimiento y geoacumulación de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, y Zn en suelos de la cuenca alta del río Lerma. *Ciencia Ergo Sum*, 12(2), 155-161.  
doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10412207>

FAO. (2022). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 15 de septiembre de 2022, de Portal de Suelos de la FAO: <https://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>

FECONACO. (2013). *FECONACO*. Recuperado el 2022, de FECONACO: <http://feconaco.org/>

FONAM. (2019). *Planes de Rehabilitación de la Cuenca Corrientes*. Lima, Perú.  
Obtenido de [https://www.minem.gob.pe/\\_area.php?idSector=22&idArea=222&idTitular=9758&idMenu=sub8879&idCateg=1885](https://www.minem.gob.pe/_area.php?idSector=22&idArea=222&idTitular=9758&idMenu=sub8879&idCateg=1885)

García Ordiales, E., Loredó, J., Cienfuegos, P., Covelli, S., Flor Blanco, G., Fontolan, G., . . . Flor, G. (enero de 2015). Metales pesados y metaloides en sedimentos de las Marismas del Estuario del río Nalón (Norte de España). *Comunicações Geológicas*, 102(Especial I), 69-72. Obtenido de [https://www.ineg.pt/wp-content/uploads/2020/03/11-Garcia-Ordiales-et-al\\_-Metales-pesados-Marismas-del-Estuario-del-r%C3%ADo-Nal%C3%B3n\\_v2\\_rede\\_SM.pdf](https://www.ineg.pt/wp-content/uploads/2020/03/11-Garcia-Ordiales-et-al_-Metales-pesados-Marismas-del-Estuario-del-r%C3%ADo-Nal%C3%B3n_v2_rede_SM.pdf)

- González Delgado, M. N., Orozco Barrenetxea, C., Pérez Serrano, A., Alfayate Blanco, J. M., & Rodríguez Vidal, F. J. (2002). *Contaminación Ambiental*. Madrid: Paraninfo.
- Goya Heredia, A., Zafra Mejía, C. A., & Rodríguez Miranda, J. P. (julio de 2020). Tendencias metodológicas en la evaluación del grado de contaminación y de riesgos por metales pesados presentes en sedimentos viales urbanos. *a UIS Ingenierías*, 19(4), 133-148. doi:<https://doi.org/10.18273/revuin.v19n4-2020012>
- Grant, A., & Middleton, R. (julio de 1990). An assessment of metal contamination of sediments in the humber estuary, U.K. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 31(1), 71-85. doi:[https://doi.org/10.1016/0272-7714\(90\)90029-Q](https://doi.org/10.1016/0272-7714(90)90029-Q).
- Hakanson, L., & Jansson, M. (1983). *Principles of Lake Sedimentology*. Alemania: SpringerVerlag.
- Hansen, A., León Zavala, A., & Bravo Inclán, L. (septiembre- diciembre de 1995). Fuentes de contaminación y enriquecimiento de metales en sedimentos de la cuenca Lerma-Chapala. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*, X(3), 55-69. doi:<http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/733>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). Mexico: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista- Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Lantzy, R., & Mackenzie, F. (1979, abril). Atmospheric trace metals: global cycles and assessment of man's impact. (Elsevier, Ed.) *Geochimica et*

*Cosmochimica Acta*, 43(4), 511-525. doi:[https://doi.org/10.1016/0016-7037\(79\)90162-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(79)90162-5)

Lawson, D., & Winchester, J. (1979). *A standard crustal aerosol as a reference for elemental enrichment factors* (Vol. 13). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0004698179900039>

Loska, K., Cebula, J., Pelzar, J., Wiechuła, D., & Kwapulinski, J. (enero de 1997). Use of Enrichment, and Contamination Factors Together with Geoaccumulation Indexes to Evaluate the Content of Cd, Cu, and Ni in the Rybnik Water Reservoir in Poland. *Water, Air, & Soil Pollution*(93), 347–365. doi:<https://doi.org/10.1023/A:1022121615949>

Mc.Bride, M. (1994). *Environmental Chemistry of soils*. USA: Oxford University Press New.

MINAM. (2014). *Guía para el muestreo de suelos*. Guía, Ministerio del Ambiente. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf>

MINAM. (2016). *Glosario de términos de Sitios Contaminados*. Ministerio del Ambiente. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>

MINEM. (10 de 08 de 2022). *Ministerio de Energía y Minas*. Obtenido de Ministerio de Energía y Minas: [https://www.minem.gob.pe/\\_detalle.php?idSector=21&idTitular=9272&idMenu=sub9264&idCateg=1727](https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=21&idTitular=9272&idMenu=sub9264&idCateg=1727)

Molina López , J. M., & García Herrero, J. (2006). *Técnicas de análisis de datos*. Obtenido de

[http://matema.ujaen.es/jnavas/web\\_recursos/archivos/weka%20master%20recursos%20naturales/apuntesAD.pdf](http://matema.ujaen.es/jnavas/web_recursos/archivos/weka%20master%20recursos%20naturales/apuntesAD.pdf)

Müller, G. (1969). Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geo Journal Library*, 79, 108-118.

Müller, G. (1979). Schwermetallen in den Redimen deN sediment des rheinse Veranderungen seit. *Umschau*, 778-783.

Müller, V. G. (Diciembre de 1986). Schadstoffe in Sedimenten - Sedimente als Schadstoffe. *Mitt österr. geol. Ges.*, 7(2), 107-126. Obtenido de [https://www.zobodat.at/pdf/MittGeolGes\\_79\\_0107-0126.pdf](https://www.zobodat.at/pdf/MittGeolGes_79_0107-0126.pdf)

Muyulema Allaica, J., Canga Castillo, S., Pucha Medina, P., & Espinosa Ruiz, C. (Noviembre - Diciembre de 2019). Evaluación de la contaminación por metales pesados en suelos de la Reserva Ecológica de. *Revista Internacional de Investigación e Innovación*, 7(41), 40-61. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/riiit/v7n41/2007-9753-riiit-7-41-40.pdf>

OEFA. (2015). *Informe de Determinación de niveles de fondo y niveles de referencia en tres asociaciones de suelo del departamento de Loreto*. Lima: Dirección de evaluación.

Páez Osuna, F. (2005). Fuentes de Metales en la Zona Costera Marina. *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*, 2, 329-342.  
doi:<https://docplayer.es/10300803-Fuentes-de-metales-en-la-zona-costera-marina.html>

Pantoja Mejía, R. M. (2021). *Indice de geoacumulación y factor de enriquecimiento de HG, CD, PB y CU en sedimentos marinos de la bahia Callao, periodo 2019, 2021*. Tesis, Universidad Nacional santiago Antúnez de Mayolo,

- Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Huaraz. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4936>
- Parra Vargas, S. M. (2013). *"Determinación del origen y mecanismos de contaminación por metales y metaloides en los suelos del valle de Puchuncaví (Chile)"*. Tesis Doctoral, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso. Obtenido de <http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/181715>
- PNUD. (2018). *Estudio Técnico Independiente (ETI) del Ex Lote 1AB*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Loreto.
- PNUD. (2022). *Estudio Técnico Independiente (ETI) del Lote 8*. Lima: Programa de las Naciones Unidas.
- Pueblo, D. d. (2014). *Reporte de Conflictos Sociales N°122*. Obtenido de <https://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/conflictos/2014/Reporte-Mensual-de-Conflictos-Sociales-N-122.pdf>
- PUINAMUDT. (2019). *PUINAMUDT*. Recuperado el 2022, de Observatorio Petrolero de la Amazonia Norte: <https://observatoriopetrolero.org/cuatro-cuencas/>
- Quevedo Cazares, J. L. (2013). *Determinación de factores de enriquecimiento e índices de geoacumulación de plomo, cadmio y níquel en suelos agrícolas del sector de San Alfonso de Machachi*. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7115>
- R.M. N° 263-2013-MINAM. (6 de septiembre de 2013). Declaran en Emergencia Ambiental la cuenca del río Corrientes, departamento de Loreto. Lima. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/RM-N%C2%BA-263-2013-MINAM.pdf>



RAE. (10 de 08 de 2022). *Diccionario panhispánico del español jurídico (DPEJ)*.

Recuperado el 10 de 08 de 2022, de en línea:

<https://dpej.rae.es/lema/antropog%C3%A9nico-ca>

Rodriguez Eugenio, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). *La Contaminación del suelo: una realidad oculta*. Roma: FAO.

Serra, A. V., Cuadrado, D. G., & Botté, S. E. (Diciembre de 2014). Índice de geoacumulación (Igeo) y factor de enriquecimiento (FE) en sedimentos del estuario de Bahía Blanca. *CONICET*. doi:10.13140/RG.2.1.4715.7364

Serra, A., Cuadrado, D., & Bote, S. (2014). Índice de geoacumulación (Igeo) y factor de enriquecimiento. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/303820580\\_Indice\\_de\\_geoacumulacion\\_Igeo\\_y\\_factor\\_de\\_enriquecimiento\\_FE\\_en\\_sedimentos\\_del\\_estuario\\_de\\_Bahia\\_Blanca](https://www.researchgate.net/publication/303820580_Indice_de_geoacumulacion_Igeo_y_factor_de_enriquecimiento_FE_en_sedimentos_del_estuario_de_Bahia_Blanca)

Sposito, G. (1984). *The surface chemistry of soils*. New York.

Sutherland, R. A. (2000). Bed sediment-associated trace metals in an urban stream, Oahu, Hawaii. *Environmental Geology* 39, 611--627.  
doi:<https://doi.org/10.1007/s002540050473>

Trujillo González, J. M., & Torres Mora, M. A. (Octubre de 2015). Niveles de contaminación en tres sectores de Villavicencio, a través del índice de geoacumulación (I-geo). *ORINOQUIA*, 19(1), 109-117. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-37092015000100010&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092015000100010&lng=en)

## **ANEXOS**

## **ANEXO 01**

Comparación de Resultados Físico-químicos de las muestras de  
suelos de los doce (12) Sitios Contaminados de la Cuenca  
Corrientes

**Tabla 1**  
**Concentraciones Metales en el Sitio S0107 – Cuenca Corrientes**

			<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
			<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
			<b>Nivel de Fondo</b>	<b>6.39</b>	<b>50.24</b>	<b>0.0008</b>	<b>24</b>	<b>0.01</b>	<b>11.3</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>	
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>							
S0107-S001-1.20	363,577	9,710,039	4.95	37.63	0.0008	19.7	0.01	13.8	
S0107-S002-1.20	363,580	9,709,787	10.3	431.8	0.4946	19.8	0.01	19.9	
S0107-S003-1.20	363,571	9,709,815	2.87	23.44	0.0008	6.219	0.01	9.336	
S0107-S004-1.20	363,580	9,709,844	7.16	25.83	0.0008	14.3	0.01	11.3	
S0107-S005-1.20	363,562	9,709,877	10.9	207.7	0.0646	24	0.01	21	
S0107-S006-1.00	363,580	9,709,911	6.35	54.24	0.0008	17.2	0.01	10.8	
S0107-S007-1.20	363,612	9,709,941	17.8	46.73	0.0618	25.7	0.01	18.3	
S0107-S008-0.75	363,605	9,709,950	12.1	440.9	0.5759	14.1	0.076	25.4	
S0107-S009-1.20	363,557	9,709,975	7.71	38.52	0.0008	23.6	0.01	15.4	
S0107-S010-1.20	363,618	9,710,006	8.77	1250	4.9564	17.4	0.291	102	
S0107-S011-1.20	363,631	9,709,996	4.78	106	0.0008	17.6	0.01	12.7	
S0107-S012-1.20	363,623	9,710,036	16.2	1341	25.1050	24.3	0.931	287	
S0107-S013-1.00	363,639	9,710,040	23.3	1547	33.3120	32.8	1.31	661	
S0107-S014-0.60	363,572	9,709,872	8.35	2435	0.2124	16.3	0.071	32.4	
S0107-S014-3.30	363,572	9,709,872	7.55	421.1	0.0573	16.6	0.01	18.9	
S0107-S014-5.10	363,572	9,709,872	7.26	1691	3.9454	32.9	0.175	80.8	
S0107-S015-0.60	363,593	9,709,894	5.2	446.6	0.4312	30.4	0.01	15	
S0107-S016-0.60	363,590	9,709,924	7.3	136.6	0.0509	37.4	0.01	16.5	
S0107-S016-2.60	363,590	9,709,924	5.44	66.15	0.0008	17	0.01	11.7	
S0107-S017-0.30	363,603	9,709,980	5.04	43.37	0.0008	16	0.01	14.2	
S0107-S017-2.70	363,603	9,709,980	7.75	32.11	0.0008	12.9	0.01	11.9	
S0107-S018-0.60	363,574	9,709,979	7.41	132.1	0.0609	34.4	0.01	25.8	
S0107-S018-4.20	363,574	9,709,979	5.64	45.41	0.0678	12.2	0.01	15.3	
S0107-S019-0.60	363,600	9,710,010	5.45	43.1	0.0008	19.3	0.01	16	
S0107-S019-2.70	363,600	9,710,010	7.28	33.94	0.0008	24.1	0.01	22.1	
S0107-S020-0.60	363,570	9,710,010	7.34	41.56	0.0008	12	0.01	14.9	
S0107-S020-2.70	363,570	9,710,010	7.37	32.56	0.0008	39.9	0.01	11.2	
S0107-S017-2.70	363,603	9,709,980	8.003	14.592	0.143999	9.895	0.0464	10.711	
S0107-S021-0.60	363,651	9,710,064	5.78	13.7	0.0008	9.73	0.01	6.85	

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>6.39</b>	<b>50.24</b>	<b>0.0008</b>	<b>24</b>	<b>0.01</b>	<b>11.3</b>
Código de Muestra	Coordenadas UTM		Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
	Este	Norte						
S0107-S021-1.50	363,651	9,710,064	3.91	12.15	0.0008	5.11	0.01	7.29
S0107-S022-0.60	363,634	9,710,051	6	92.38	0.4200	10.7	0.01	11.4
S0107-S022-1.50	363,634	9,710,051	11.3	3661	6.8400	14.1	0.202	134
S0107-S023-0.60	363,555	9,709,996	4.41	17.16	0.0008	6.62	0.01	6.99
S0107-S023-1.50	363,555	9,709,996	5.82	29.13	0.0500	11.3	0.01	9.14
S0107-S024-0.90	363,556	9,709,882	6.57	196	0.0008	15.7	0.067	11.8
S0107-S024-1.80	363,556	9,709,882	5.56	92.82	0.0008	14.8	0.01	9.98
S0107-S025-0.60	363,589	9,709,871	4.9	95.5	0.2100	10.9	0.01	6.58
S0107-S025-1.50	363,589	9,709,871	3.83	117.3	0.1500	14.8	0.01	9.52
S0107-S026-0.90	363,632	9,709,801	12.2	11.09	0.0008	30.8	0.01	7.18
S0107-S026-1.50	363,632	9,709,801	4.18	21.73	0.0008	9.34	0.01	6.07
S0107-S006-1.00	363,580	9,709,911	13.994	39.575	0.143999	12.66	0.0646	10.486

**Notas:**

En color rojo las excedencias al ECA Suelo – Uso agrícola

En color morado las excedencias a la Norma Internacional Canadian Soil Quality

En color mostaza las excedencias al Nivel de Fondo

**Tabla 2**

*Concentraciones Metales en el Sitio S0108 – Cuenca Corrientes*

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>363,520</b>	<b>9,709,926</b>	<b>6.22</b>	<b>37.42</b>	<b>0.0008</b>	<b>13</b>
Código de Muestra	Coordenadas UTM		Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
	Este	Norte						
S0108-S018-2.70	363,670	9,713,113	11.616	39.53	0.143999	20.193	0.0774	11.102
S0108-S015-2.70	363,520	9,712,994	9.225	38.936	0.143999	20.353	0.098	9.161
S0108-S001-1.20	363,535	9,713,032	5.32	68.32	0.2340	17.6	0.093	12.1
S0108-S002-0.90	363,542	9,713,071	5.56	62.63	0.2835	14.8	0.01	14.4
S0108-S003-0.60	363,546	9,713,100	7.03	42.93	0.0008	24.6	0.01	10.9
S0108-S004-0.90	363,575	9,713,117	7.26	30.81	0.0008	24.2	0.01	11
S0108-S005-0.60	363,603	9,713,088	6.25	97.77	0.3195	18.4	0.01	23.6

			<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
			<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
			<b>Nivel de Fondo</b>	<b>363,520</b>	<b>9,709,926</b>	<b>6.22</b>	<b>37.42</b>	<b>0.0008</b>	<b>13</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>	
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>							
S0108-S006-0.90	363,639	9,713,092	8.28	39.3	0.0008	28.4	0.01	13.1	
S0108-S007-0.90	363,630	9,713,117	6.81	33.97	0.0008	23	0.01	10.2	
S0108-S008-0.60	363,699	9,713,140	9.61	53.02	0.0008	27.3	0.01	14.9	
S0108-S009-0.60	363,714	9,713,116	8.28	43.86	0.0008	23	0.01	12.9	
S0108-S010-1.20	363,739	9,713,140	8.29	40.93	0.0008	24.1	0.01	14.1	
S0108-S011-0.90	363,751	9,713,131	8.23	46.78	0.0008	26.5	0.01	13.2	
S0108-S012-0.30	363,775	9,713,157	8.32	43.47	0.0008	25.2	0.086	12.3	
S0108-S013-0.30	363,841	9,713,173	7.71	39.24	0.0008	22.4	0.01	11.8	
S0108-S014-0.30	363,861	9,713,158	6.62	35.48	0.0008	17.5	0.01	10.8	
S0108-S015-0.60	363,520	9,712,994	4.76	71.55	0.0008	31.1	0.01	16	
S0108-S015-2.10	363,520	9,712,994	4.8	72.38	0.0617	23.5	0.01	15.7	
S0108-S015-3.30	363,520	9,712,994	5.53	56.73	0.0008	24.4	0.01	12.5	
S0108-S016-0.60	363,582	9,713,078	6.46	74.74	0.3518	24.2	0.01	20.9	
S0108-S016-2.70	363,582	9,713,078	14.9	57.29	0.0008	39.5	0.01	18.5	
S0108-S017-0.60	363,596	9,713,137	7.37	53.04	0.0008	33.5	0.01	16.8	
S0108-S017-2.70	363,596	9,713,137	7.54	39.51	0.0008	25	0.01	14.4	
S0108-S018-0.60	363,670	9,713,113	8.27	79.27	0.0008	35.8	0.01	19.5	
S0108-S018-2.10	363,670	9,713,113	9.53	56.41	0.0008	29.8	0.061	16	
S0108-S019-0.60	363,713	9,713,153	8.13	58.31	0.0008	34.4	0.01	19.4	
S0108-S019-2.70	363,713	9,713,153	4.31	69.48	0.0008	25.6	0.01	14.1	
S0108-S020-0.90	363,812	9,713,150	8.09	102.8	0.0008	39.2	0.068	16.4	
S0108-S020-3.30	363,812	9,713,150	3.36	57.6	0.3044	16.3	0.01	8.852	
S0108-S021-0.50	363,791	9,713,114	7.79	57.08	0.0008	26.9	0.074	16.5	
S0108-S021-2.00	363,791	9,713,114	7.58	53.35	0.0008	27.6	0.06	20.2	
S0108-S022-0.50	363,820	9,713,137	9	50.73	0.0008	27.2	0.01	20	
S0108-S022-1.50	363,820	9,713,137	9.45	50.52	0.0008	27.4	0.01	18.4	
S0108-S026-1.80	363,571	9,713,010	7.92	50	0.0008	29.5	0.01	10.2	
S0108-S027-0.90	363,618	9,713,042	6.04	42.12	0.0008	26.5	0.01	12.6	
S0108-S027-2.70	363,618	9,713,042	6.48	27.3	0.0008	25.2	0.01	10	
S0108-S028-0.60	363,619	9,713,076	7.78	40.66	0.0008	31.9	0.01	15	
S0108-S028-1.50	363,619	9,713,076	8.96	36.18	0.0008	34.7	0.01	13.3	
S0108-S023-0.90	363,541	9,713,150	7.04	51.47	0.1100	30.7	0.01	11.4	
S0108-S023-1.70	363,541	9,713,150	3.13	28.44	0.4000	16	0.01	5.72	
S0108-S024-0.90	363,498	9,713,076	9.4	98.56	0.0008	27.8	0.106	26	
S0108-S024-2.10	363,498	9,713,076	7.86	60.32	0.0008	27.6	0.01	11.2	
S0108-S025-0.60	363,502	9,713,012	5.87	56.72	0.1800	24.9	0.01	15.3	

<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>		<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>	
<b>Canadian Soil Quality</b>		<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>	
<b>Nivel de Fondo</b>		<b>363,520</b>	<b>9,709,926</b>	<b>6.22</b>	<b>37.42</b>	<b>0.0008</b>	<b>13</b>	
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>						
S0108-S025-1.50	363,502	9,713,012	2.22	59.19	0.0900	11.3	0.01	6.49
S0108-S026-0.90	363,571	9,713,010	6.98	49.97	0.0008	27.4	0.01	12.4

**Tabla 3**  
Concentraciones Metales en el Sitio S0109 – Cuenca Corrientes

<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>		<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>	
<b>Canadian Soil Quality</b>		<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>	
<b>Nivel de Fondo</b>		<b>4.68</b>	<b>14.07</b>	<b>0.0008</b>	<b>12.4</b>	<b>0.01</b>	<b>5.23</b>	
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>						
S0109-S001-0.90	363,707	9,710,541	9.2	31.7	0.0008	36.2	0.066	15
S0109-S002-0.60	363,535	9,710,667	6.47	40.32	0.0008	14.5	0.01	10.8
S0109-S003-0.90	363,660	9,710,598	5.12	10.32	0.0008	6.239	0.01	7.528
S0109-S004-1.20	363,621	9,710,606	5.48	20.09	0.0008	17.2	0.01	8.275
S0109-S005-0.90	363,550	9,710,659	6.76	94.04	0.0008	23.2	0.01	17.1
S0109-S006-0.30	363,575	9,710,633	18.6	1652	0.4157	31.6	0.087	30.2
S0109-S007-0.30	363,565	9,710,636	8.43	421.4	0.0763	26.9	0.067	19.6
S0109-S008-0.90	363,557	9,710,646	6.87	51.18	0.0008	20.2	0.053	16.8
S0109-S009-0.60	363,562	9,710,663	7.12	1996	0.2595	13.9	0.064	21.1
S0109-S010-0.90	363,565	9,710,702	4.01	24.24	0.0008	13.1	0.01	9.655
S0109-S010-1.20	363,565	9,710,702	4.6	25.84	0.0008	14.8	0.01	8.838
S0109-S011-0.60	363,576	9,710,689	2.86	56.47	0.0008	14.3	0.153	9.26
S0109-S012-0.90	363,594	9,710,673	2.33	23.44	0.0008	15.7	0.01	9.112
S0109-S013-0.60	363,593	9,710,648	8.34	29.91	0.0008	14	0.01	11.6
S0109-S013-2.70	363,593	9,710,648	1.85	47.74	0.0008	13.5	0.01	10.9
S0109-S014-0.60	363,568	9,710,647	8.86	52.93	0.0008	13.8	0.01	10.8
S0109-S014-2.10	363,568	9,710,647	5.78	46.58	0.0008	18.3	0.121	12.4
S0109-S015-0.90	363,576	9,710,664	5.06	293	0.0008	15.2	0.01	16
S0109-S015-2.70	363,576	9,710,664	9.93	47.72	0.0008	25	0.01	16.1
S0109-S016-0.30	363,560	9,710,679	4.06	30.52	0.0008	15.3	0.01	10.2
S0109-S016-2.70	363,560	9,710,679	4.66	23.88	0.0008	15.2	0.01	13.1

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>		<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>		<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>		<b>4.68</b>	<b>14.07</b>	<b>0.0008</b>	<b>12.4</b>	<b>0.01</b>	<b>5.23</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>	
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>							
S0109-S010-1.20	363,565	9,710,702	5.513	13.959	0.143999	8.593	0.0909	5.301	
S0109-S004-1.20	363,621	9,710,606	6.253	6.662	0.143999	11.006	0.0863	5.413	
S0109-S020-1.50	363,587	9,710,621	6.32	38.48	0.3000	14.5	0.01	9.35	
S0109-S021-0.60	363,676	9,710,659	6.88	43.1	0.0008	18.7	0.01	11.7	
S0109-S021-1.50	363,676	9,710,659	11	22.19	0.0008	18.9	0.01	13	
S0109-S017-0.60	363,537	9,710,725	2.44	32.25	0.0008	9.56	0.01	6.39	
S0109-S017-1.50	363,537	9,710,725	3.55	20.24	0.0008	13.1	0.01	8.88	
S0109-S018-0.60	363,533	9,710,683	3.6	27.37	0.0008	12.7	0.01	7.92	
S0109-S018-1.50	363,533	9,710,683	8.06	21.61	0.0008	13.3	0.01	12.4	
S0109-S019-1.20	363,549	9,710,623	6.21	193.7	0.0008	28.5	0.01	17.5	
S0109-S019-1.80	363,549	9,710,623	5.7	70.84	0.0008	21.5	0.094	10.7	
S0109-S020-0.60	363,587	9,710,621	6.05	26.54	0.0008	14	0.01	9.45	

**Tabla 4**  
Concentraciones Metales en el Sitio S0110 – Cuenca Corrientes

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>		<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>		<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>		<b>6.25</b>	<b>15.26</b>	<b>0.0008</b>	<b>13.3</b>	<b>0.061</b>	<b>41.1</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>	
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>							
S0110-S001-0.50	372,087	9,707,968	17.588	31.302	0.143999	10.745	0.0714	14.746	
S0110-S005-0.75	372,064	9,707,910	10.18	7.349	0.143999	8.641	0.049	4.954	
S0110-S005-0.75	372,074	9,707,933	15	87.79	0.0008	18.7	0.01	6.931	
S0110-S001-0.50	372,087	9,707,968	12.8	33.18	0.0008	11.2	0.01	13.7	
S0110-S002-0.50	372,137	9,707,939	3.84	7.26	0.0008	4.068	0.01	4.596	
S0110-S003-1.20	372,100	9,707,926	7.44	15.85	0.0008	20.1	0.01	6.41	
S0110-S004-0.50	372,063	9,707,943	7.31	18.92	0.0008	6.301	0.01	8.769	
S0110-S006-0.30	372,014	9,708,088	8.03	22.76	0.0008	8.393	0.01	10.4	
S0110-S007-0.50	372,038	9,707,959	4.94	11.79	0.0008	5.115	0.01	5.957	
S0110-S008-1.00	371,990	9,707,928	5.54	12.51	0.0008	9.513	0.01	6.64	
S0110-S009-0.50	372,023	9,708,002	5.25	21.8	0.0008	6.5	0.01	9.38	
S0110-S010-1.00	371,975	9,707,938	5.33	11.02	0.0008	7.927	0.01	7.856	



		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>6.25</b>	<b>15.26</b>	<b>0.0008</b>	<b>13.3</b>	<b>0.061</b>	<b>41.1</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>						
S0110-S011-0.25	372,035	9,708,041	8.91	25.61	0.0008	8.601	0.01	10.3
S0110-S012-0.30	372,029	9,708,059	7.57	19.45	0.0008	7.852	0.01	9.786
S0110-S013-1.20	371,974	9,708,094	7.52	15.76	0.0008	8.464	0.01	8.049
S0110-S014-0.60	371,993	9,708,130	6.52	23.83	0.0008	9.114	0.01	8.252
S0110-S015-0.90	371,959	9,708,140	8.64	22.14	0.0008	11.1	0.01	9.972
S0110-S016-0.30	372,003	9,708,151	12	31.03	0.0008	11.2	0.01	13.3
S0110-S017-1.20	372,094	9,707,950	17.6	22.49	0.0008	11.9	0.01	9.06
S0110-S017-3.60	372,094	9,707,950	7.26	14.45	0.0008	8.435	0.01	7.035
S0110-S018-0.60	372,071	9,707,963	3.5	11.53	0.0008	9.743	0.01	5.34
S0110-S018-3.00	372,071	9,707,963	5.11	13.15	0.0008	12.9	0.01	6.534
S0110-S019-0.30	372,031	9,707,963	4.92	22.87	0.0008	6.276	0.01	9.473
S0110-S019-4.20	372,031	9,707,963	7.67	20.7	0.0008	4.411	0.01	6.69
S0110-S020-0.30	372,022	9,707,975	6.66	16.87	0.0008	6.855	0.01	8.365
S0110-S020-4.00	372,022	9,707,975	0.482	11.37	0.0008	5.136	0.01	5.394
S0110-S021-0.60	372,038	9,708,001	6.7	32.94	0.0008	9.137	0.01	15.4
S0110-S021-3.30	372,038	9,708,001	0.397	2.829	0.0008	3.832	0.01	2.339
S0110-S022-0.60	372,047	9,708,026	5.45	23.85	0.0008	7.229	0.01	14.1
S0110-S022-4.20	372,047	9,708,026	15.7	23.72	0.0008	12.3	0.01	16.7
S0110-S023-0.90	372,117	9,707,936	6.2	24.87	0.0008	10.1	0.01	8.134
S0110-S023-4.20	372,117	9,707,936	7.54	9.76	0.0008	7.787	0.01	6.157
S0110-S024-0.60	372,021	9,708,064	5.91	12.6	0.0008	12.6	0.01	6.887
S0110-S024-3.60	372,021	9,708,064	5.65	17.62	0.0008	11.6	0.01	6.702
S0110-S025-0.30	371,957	9,708,080	13	31.28	0.0008	13.6	0.01	15.3
S0110-S025-3.60	371,957	9,708,080	0.386	5.533	0.0008	3.241	0.01	4.927
S0110-S026-0.60	371,983	9,708,100	9.81	27.16	0.0008	12.8	0.01	14.5
S0110-S026-3.00	371,983	9,708,100	1.1	30.32	0.1390	10	0.01	9.349
S0110-S027-0.60	372,002	9,708,176	6.27	17.51	0.0008	11.6	0.01	7.12
S0110-S027-1.50	372,002	9,708,176	10.1	112.9	0.0008	9.11	0.061	14.5
S0110-S028-0.60	372,009	9,708,002	6.17	24.91	0.0008	7.92	0.01	9.37
S0110-S028-1.50	372,009	9,708,002	1.82	7.414	0.0008	3.18	0.01	4.84

**Tabla 5**

*Concentraciones Metales en el Sitio S0111 – Cuenca Corrientes*

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>4.62</b>	<b>47.36</b>	<b>0.0008</b>	<b>16.5</b>	<b>0.01</b>	<b>10.4</b>
Código de Muestra	Coordenadas UTM		Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
	Este	Norte						
S0111-S001-0.60	373,363	9,723,694	4.28	106	0.090280	17.5	0.01	24.3
S0111-S002-0.90	373,356	9,723,707	4.32	711	0.180560	18.5	0.01	17.2
S0111-S002-0.90	373,356	9,723,707	4.213	1589.656	0.469000	8.765	0.262	22.46
S0111-S002-1.20	373,356	9,723,707	4.63	102.3	0.119660	37.1	0.0100	17.8
S0111-S003-0.60	373,357	9,723,762	5.89	115	0.000800	23.6	0.01	33.1
S0111-S004-1.20	373,358	9,723,782	1.36	557.1	0.069220	7.595	0.01	10
S0111-S005-0.90	373,348	9,723,810	2.84	133.9	0.053360	17.8	0.01	15.5
S0111-S006-0.60	373,334	9,723,806	4.5	104.4	0.000800	21.7	0.01	15
S0111-S007-0.60	373,361	9,723,737	5.15	145.7	0.180900	20.3	0.01	13.3
S0111-S007-3.30	373,361	9,723,737	4.72	91.85	0.054610	18.3	0.01	10.4
S0111-S008-0.90	373,375	9,723,740	4.67	63.16	0.000800	23.3	0.01	13.7
S0111-S008-2.70	373,375	9,723,740	6.38	72.85	0.000800	20.1	0.01	12.2
S0111-S009-0.60	373,357	9,723,775	3.45	54.07	0.049970	18.7	0.01	19.8
S0111-S009-2.70	373,357	9,723,775	5.77	75.08	0.000800	26.9	0.01	11.8
S0111-S010-0.90	373,346	9,723,822	4.52	138	0.086410	18.1	0.01	10.4
S0111-S010-3.30	373,346	9,723,822	4.79	276.8	0.367560	25.1	0.01	11.9
S0111-S010-5.10	373,346	9,723,822	3.49	639.3	0.295990	26.7	0.01	13.9
S0111-S011-0.90	373,348	9,723,873	4.05	64.71	0.069790	10.7	0.06	10.2
S0111-S012-0.90	373,345	9,723,857	2.57	69.6	0.067650	14.7	0.064	12.4
S0111-S014-0.90	373,285	9,723,808	6.57	68.01	0.000799	15.1	0.01	13.2
S0111-S014-1.50	373,285	9,723,808	5.29	87.51	0.000799	12.6	0.01	8.47
S0111-S015-0.60	373,341	9,723,684	3.83	212.9	0.240000	15	0.01	15.9
S0111-S015-1.20	373,341	9,723,684	4.9	102.8	0.090000	14.1	0.01	16
S0111-S013-0.60	373,308	9,723,869	5.57	84.33	0.076300	16.5	0.066	16.9

**Notas:**

En color rojo las excedencias al ECA Suelo – Uso agrícola

En color morado las excedencias a la Norma Internacional Canadian Soil Quality

En color mostaza las excedencias al Nivel de Fondo

**Tabla 6**

*Concentraciones Metales en el Sitio S0112 – Cuenca Corrientes*

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>4.18</b>	<b>68.35</b>	<b>0.090490</b>	<b>11.4</b>	<b>0.01</b>	<b>10.3</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>						
S0112-S001-1.20	373,611	9,724,229	2.41	130.2	0.050550	20.6	0.01	12.7
S0112-S002-1.20	373,578	9,724,247	3.671	91.172	0.143999	24.446	0.0931	14.029
S0112-S002-1.20	373,578	9,724,247	5.06	121	0.122670	46.6	0.01	31.8
S0112-S003-1.20	373,570	9,724,336	6.36	228.5	0.174890	43.5	0.073	30.5
S0112-S004-1.20	373,615	9,724,332	1.39	22.2	0.000800	148	0.067	10.8
S0112-S005-1.20	373,660	9,724,342	1.53	22.07	0.000800	153	0.08	7.414
S0112-S006-0.60	373,691	9,724,390	1.31	91.2	0.050810	12.6	0.01	4.06
S0112-S007-1.20	373,652	9,724,382	5.57	223.4	0.292090	35.3	0.01	20.8
S0112-S008-1.20	373,615	9,724,379	7.22	203.8	0.299610	39.6	0.01	24.6
S0112-S009-1.20	373,571	9,724,381	11.6	257.1	0.208410	44.6	0.056	105
S0112-S010-1.20	373,528	9,724,382	4.93	142.2	0.301290	28.7	0.01	23.9
S0112-S011-1.20	373,488	9,724,423	8.1	238.7	0.336040	26	0.01	32.7
S0112-S012-1.20	373,468	9,724,492	6.27	210.9	0.424180	32.7	0.05	19.8
S0112-S013-1.20	373,489	9,724,559	6.85	191.6	0.254880	44.8	0.01	22.1
S0112-S014-1.20	373,492	9,724,590	3.85	77.91	0.000800	10.1	0.01	12
S0112-S015-1.20	373,532	9,724,606	8.05	125.9	0.259700	25.7	0.01	28.1
S0112-S016-1.50	373,538	9,724,641	7.05	125.9	0.249770	22.6	0.01	27.7
S0112-S017-0.90	373,571	9,724,634	11.2	187.3	0.240380	22.6	0.01	83.2
S0112-S018-1.20	373,571	9,724,602	11.7	153.6	0.289860	26.3	0.053	112
S0112-S019-1.20	373,616	9,724,605	5.56	156.3	0.186030	19	0.01	25.9
S0112-S020-1.20	373,618	9,724,560	4.16	48.83	0.000800	18.9	0.01	12.6
S0112-S021-1.20	373,618	9,724,475	6.57	2344	2.921400	25.2	0.483	199
S0112-S022-0.60	373,638	9,724,433	2.99	667	0.270990	93.1	0.01	30.7
S0112-S023-0.60	373,587	9,724,278	4.05	99.36	0.081170	44.6	0.01	17
S0112-S023-3.30	373,587	9,724,278	3.41	78.72	0.105380	51.5	0.01	17
S0112-S023-3.30	373,587	9,724,278	2.857	61.338	0.143999	101.399	0.0966	23.092
S0112-S023-5.10	373,587	9,724,278	2.74	61.23	0.063870	10.2	0.01	13.7
S0112-S024-0.30	373,570	9,724,305	3.9	106	0.076890	40.7	0.01	18.3
S0112-S024-2.10	373,570	9,724,305	3.74	129.3	0.081900	59.1	0.01	19.4
S0112-S024-4.50	373,570	9,724,305	4.7	50.49	0.000800	17.7	0.01	9.556
S0112-S025-0.60	373,578	9,724,417	7.25	274	0.346110	30.1	0.01	18.6
S0112-S025-4.50	373,578	9,724,417	4.62	312.1	0.190120	55.7	0.064	24.2

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>4.18</b>	<b>68.35</b>	<b>0.090490</b>	<b>11.4</b>	<b>0.01</b>	<b>10.3</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>						
S0112-S025-4.50	373,578	9,724,417	4.581	321.939	0.179000	36.824	0.1017	21.567
S0112-S025-5.70	373,578	9,724,417	5.63	103.9	0.000800	17.1	0.01	16.4
S0112-S026-0.90	373,538	9,724,416	6.7	266	0.232280	33.6	0.01	21
S0112-S026-2.10	373,538	9,724,416	8.84	256.1	0.295630	26.5	0.058	22.8
S0112-S026-6.30	373,538	9,724,416	7.73	89.1	0.000800	16.8	0.01	17.4
S0112-S027-0.90	373,509	9,724,437	8.48	218.3	0.344070	62.1	0.107	29.2
S0112-S027-3.30	373,509	9,724,437	8.18	222.9	0.281960	21.5	0.01	21
S0112-S027-5.70	373,509	9,724,437	4.98	93.73	0.000800	10.3	0.01	12.8
S0112-S028-0.60	373,554	9,724,369	6.25	113.5	0.180210	24.8	0.01	20.4
S0112-S028-3.30	373,554	9,724,369	8.54	168.4	0.224240	26	0.01	22.7
S0112-S028-3.30	373,554	9,724,369	4.413	112.707	0.169000	24.542	0.0846	18.743
S0112-S028-6.30	373,554	9,724,369	3.39	96.36	0.000800	13	0.01	13.8
S0112-S029-0.60	373,580	9,724,458	4.39	195.4	0.166120	68.4	0.01	13.8
S0112-S029-1.80	373,580	9,724,458	4.13	186.5	0.142880	76.7	0.01	13.6
S0112-S029-4.80	373,580	9,724,458	3.85	96.07	0.073050	85.9	0.01	12.2
S0112-S030-0.90	373,537	9,724,463	6.93	214.1	0.316160	24.2	0.01	13.6
S0112-S030-3.30	373,537	9,724,463	6.25	173.3	0.220410	30.7	0.01	12.9
S0112-S030-4.50	373,537	9,724,463	5.65	211.3	0.182440	34.1	0.01	12.9
S0112-S031-0.60	373,629	9,724,359	6.37	166.7	0.206560	57.2	0.01	19.4
S0112-S031-2.10	373,629	9,724,359	7.39	161.9	0.152120	36.6	0.01	23.3
S0112-S031-2.10	373,629	9,724,359	5.74	149.323	0.226000	32.329	0.0864	19.36
S0112-S031-5.10	373,629	9,724,359	5.88	64.33	0.176620	15.4	0.01	13.6
S0112-S032-0.90	373,506	9,724,488	6.54	188.3	0.285830	24	0.061	12.6
S0112-S032-2.10	373,506	9,724,488	6.83	205.2	0.310360	24.5	0.01	13
S0112-S032-5.10	373,506	9,724,488	3.81	60.75	0.000800	17.4	0.01	10.9
S0112-S033-0.90	373,536	9,724,504	6.69	205.3	0.283250	22	0.01	12.5
S0112-S033-2.10	373,536	9,724,504	1.11	146.3	0.000800	149	0.087	17.4
S0112-S034-0.90	373,579	9,724,506	4.57	92.39	0.061670	24.9	0.01	13.2
S0112-S034-3.30	373,579	9,724,506	1.36	83.3	0.137330	8.722	0.01	7.422
S0112-S034-4.50	373,579	9,724,506	2.31	80.33	0.062350	14.5	0.01	10.6
S0112-S035-0.90	373,565	9,724,528	4.42	106.9	0.124000	25.5	0.01	12.9
S0112-S035-1.50	373,565	9,724,528	4.72	80.96	0.070660	20.9	0.01	11.2
S0112-S035-4.50	373,565	9,724,528	4.93	88.96	0.000800	18	0.01	12.2
S0112-S036-0.90	373,510	9,724,531	5.96	215.4	0.306450	39.3	0.01	12
S0112-S036-2.10	373,510	9,724,531	5.89	154.7	0.253200	36.8	0.01	12.1
S0112-S036-5.10	373,510	9,724,531	6.49	77.83	0.000800	27.8	0.01	21

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>4.18</b>	<b>68.35</b>	<b>0.090490</b>	<b>11.4</b>	<b>0.01</b>	<b>10.3</b>
Código de Muestra	Coordenadas UTM		Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
	Este	Norte						
S0112-S037-0.90	373,542	9,724,554	5.67	122.1	0.164770	31.5	0.01	15
S0112-S039-0.60	373,707	9,724,461	5.41	255.1	0.0800	23.7	0.01	21.6
S0112-S039-0.90	373,707	9,724,461	6.3	201	0.0900	23.4	0.01	18.1
S0112-S040-1.50	373,636	9,724,484	4.99	511.7	0.0900	17.8	0.01	17.2
S0112-S040-2.00	373,636	9,724,484	6.15	138.8	0.1500	17.3	0.01	17.6
S0112-S041-0.90	373,529	9,724,656	6.24	132.8	0.1000	40.4	0.01	21.7
S0112-S041-1.50	373,529	9,724,656	6.9	129.4	0.1500	27.2	0.01	19.9
S0112-S042-1.20	373,452	9,724,536	6.84	195.1	0.2400	26.5	0.01	21.5
S0112-S042-2.10	373,452	9,724,536	6.21	148	0.1600	28.3	0.01	18.8
S0112-S043-0.90	373,480	9,724,436	7.09	250.6	0.3000	23.7	0.01	18
S0112-S043-2.00	373,480	9,724,436	7.22	170.8	0.3400	19	0.01	16.3
S0112-S044-0.60	373,524	9,724,373	4.73	108.3	0.1300	25.5	0.052	19.9
S0112-S044-1.50	373,524	9,724,373	4.87	108.5	0.1600	34.2	0.059	18.7
S0112-S045-0.60	373,536	9,724,335	5.56	134.3	0.2100	31.7	0.051	19.5
S0112-S045-1.50	373,536	9,724,335	5.26	136.6	0.1800	36.8	0.01	19.7
S0112-S046-0.60	373,553	9,724,256	4.12	120.8	0.1600	30.4	0.174	17.5
S0112-S046-1.80	373,553	9,724,256	3.68	98.3	0.0800	33.3	0.114	15.4
S0112-S047-0.90	373,568	9,724,221	0.84	108.4	0.0500	222	0.01	41.9
S0112-S047-2.10	373,568	9,724,221	5.18	123.5	0.1400	33.8	0.01	14.9
S0112-S037-2.10	373,542	9,724,554	5.03	94.1	0.000800	27.9	0.056	22.9
S0112-S037-4.70	373,542	9,724,554	5.1	49.2	0.000800	23.7	0.01	8.974
S0112-S038-1.20	373,519	9,724,564	6.71	138.4	0.163070	18.8	0.01	11.9
S0112-S038-2.40	373,519	9,724,564	7.15	122.7	0.153080	19.2	0.01	12.8
S0112-S038-5.40	373,519	9,724,564	4.92	40.19	0.000800	15.6	0.01	10.4

**Notas:**

En color rojo las excedencias al ECA Suelo – Uso agrícola

En color morado las excedencias a la Norma Internacional Canadian Soil Quality

En color mostaza las excedencias al Nivel de Fondo

**Tabla 7**

*Concentraciones Metales en el Sitio S0113– Cuenca Corrientes*

			<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
			<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
Nivel de Fondo				1.08	16.07	0.000800	13.2	0.079	7.349
Código de Muestra	Coordenadas UTM		Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo	
	Este	Norte							
S0113-S001-1.20	365,331	9,696,515	0.769	39.37	0.000800	8.608	0.01	7.476	
S0113-S002-1.20	365,316	9,696,508	2.857	959.714	0.264000	8.609	0.073	12.736	
S0113-S002-1.20	365,316	9,696,508	9.23	5000	2.206000	98.8	0.366	90.8	
S0113-S003-0.90	365,293	9,696,579	2.68	2550	0.597920	35	0.113	24.1	
S0113-S004-1.20	365,298	9,696,605	1.35	10.22	0.024010	17.3	0.085	8.732	
S0113-S005-0.90	365,315	9,696,596	0.626	11.63	0.013710	8.778	0.069	3.595	
S0113-S006-1.20	365,271	9,696,648	2.19	1195	0.355870	17.7	0.127	16.6	
S0113-S007-0.30	365,265	9,696,665	9.6	4901	0.718770	37.6	0.327	82.3	
S0113-S008-1.20	365,236	9,696,657	1.34	41.3	0.023120	12.3	0.065	7.761	
S0113-S009-1.20	365,211	9,696,694	0.679	43.22	0.065140	5.406	0.042	10	
S0113-S010-1.20	365,173	9,696,642	2.31	173.5	0.082650	17.4	0.091	21.9	
S0113-S011-1.20	365,120	9,696,603	1.14	33.24	0.017090	19.1	0.148	6.552	
S0113-S012-1.20	365,114	9,696,588	1.17	35.07	0.021820	12	0.055	10.3	
S0113-S013-1.20	365,047	9,696,577	1.1	10.3	0.020760	17.9	0.076	7.296	
S0113-S014-1.20	365,111	9,696,569	0.522	9.008	0.015990	7.965	0.042	8.81	
S0113-S015-1.20	365,154	9,696,594	1	19.22	0.018340	13.3	0.096	5.66	
S0113-S016-1.20	365,193	9,696,601	5.07	3084	1.217200	28.2	0.195	48.3	
S0113-S017-0.90	365,233	9,696,596	20.3	4035	7.016000	139	0.727	214	
S0113-S018-0.90	365,326	9,696,541	1.55	40.67	0.000800	6.604	0.01	6.062	
S0113-S018-3.60	365,326	9,696,541	5.75	315.6	0.054480	22.4	0.01	5.913	
S0113-S019-0.90	365,317	9,696,575	7.59	4422	1.770700	41.3	0.187	69.8	
S0113-S019-2.70	365,317	9,696,575	2.857	15.952	0.143999	4.632	0.0348	6.834	
S0113-S019-2.70	365,317	9,696,575	0.795	28.16	0.000800	7.495	0.01	10.1	
S0113-S020-0.90	365,272	9,696,591	1.34	980.6	0.217680	7.827	0.01	13.6	
S0113-S020-3.30	365,272	9,696,591	1.23	97.6	0.096170	7.669	0.01	13.2	
S0113-S021-0.90	365,277	9,696,633	5.6	3324	1.647600	43.9	0.162	53.2	
S0113-S021-3.30	365,277	9,696,633	1.7	136.1	0.000800	14.9	0.01	15.2	
S0113-S022-0.60	365,242	9,696,616	1.61	26.55	0.000800	14.8	0.01	10.4	
S0113-S022-3.90	365,242	9,696,616	1.49	14.82	0.000800	6.105	0.01	7.649	
S0113-S023-0.60	365,242	9,696,636	2.18	339.5	0.085480	23.9	0.089	11	
S0113-S023-3.90	365,242	9,696,636	5.16	31.49	0.000800	16.1	0.01	24	
S0113-S024-0.30	365,167	9,696,627	2.3	192.6	0.000800	11.6	0.01	17.3	

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>		<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>		<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		Nivel de Fondo		1.08	16.07	0.000800	13.2	0.079	7.349
Código de Muestra	Coordenadas UTM		Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo	
	Este	Norte							
S0113-S028-0.60	365,276	9,696,624	1.05	16.83	0.0008	13.3	0.01	6.2	
S0113-S028-1.50	365,276	9,696,624	0.99	13.88	0.0008	13.5	0.01	10.2	
S0113-S029-0.60	365,254	9,696,660	2.52	139	0.0008	22.6	0.01	22.7	
S0113-S029-1.50	365,254	9,696,660	2.72	376.7	0.0008	20	0.01	11.6	
S0113-S030-0.60	365,089	9,696,595	0.86	8.428	0.0008	13.4	0.01	4.88	
S0113-S030-1.50	365,089	9,696,595	0.92	8.88	0.0008	23.7	0.01	6.86	
S0113-S025-0.60	365,334	9,696,513	1.7	15.25	0.0008	16	0.013	8.8	
S0113-S025-1.50	365,334	9,696,513	1.87	7.52	0.0008	13.1	0.01	9.24	
S0113-S026-0.60	365,222	9,696,601	4.51	1832	0.6600	43.2	0.022	31.7	
S0113-S026-1.50	365,222	9,696,601	2.36	135.6	0.0008	24.6	0.01	10.3	
S0113-S027-0.60	365,252	9,696,578	2.96	49.9	0.0008	25.4	0.01	18.5	
S0113-S027-1.50	365,252	9,696,578	1.58	15.81	0.0008	14.6	0.01	8.05	
S0113-S030-1.50	365,089	9,696,595	2.857	6.497	0.1440	16.827	0.0731	8.225	
S0113-S024-3.90	365,167	9,696,627	2.07	217.7	0.000800	12.7	0.01	17	
S0113-S024-7.20	365,167	9,696,627	1.98	31.33	0.000800	9.127	0.01	11.5	

**Notas:**

En color rojo las excedencias al ECA Suelo – Uso agrícola

En color morado las excedencias a la Norma Internacional Canadian Soil Quality

En color mostaza las excedencias al Nivel de Fondo

**Tabla 8**

*Concentraciones Metales en el Sitio S0114 – Cuenca Corrientes*

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>		<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>		<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		Nivel de Fondo		1.07	10.36	0.025170	11	0.084	3.674
Código de Muestra	Coordenadas UTM		Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo	
	Este	Norte							
S0114-S001-1.20	367,062	9,696,188	2.05	17.05	0.000800	14.2	0.01	9.445	
S0114-S002-1.20	366,961	9,696,176	1.74	10.98	0.023530	15	0.071	7.084	
S0114-S003-1.20	366,974	9,696,267	0.283	10.09	0.000800	6.47	0.01	7.343	
S0114-S004-1.20	366,923	9,696,248	0.888	25.87	0.039150	9.473	0.04	8.476	
S0114-S005-0.90	366,866	9,696,232	1.27	46.52	0.048820	11.6	0.066	7.736	

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>1.07</b>	<b>10.36</b>	<b>0.025170</b>	<b>11</b>	<b>0.084</b>	<b>3.674</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>						
S0114-S006-1.20	366,866	9,696,255	1.79	15.43	0.022720	21.2	0.064	8.216
S0114-S007-1.20	366,828	9,696,242	1.78	19.52	0.028720	15.4	0.08	7.288
S0114-S008-0.60	366,783	9,696,239	1.65	21.49	0.022850	13.1	0.077	6.786
S0114-S009-1.20	366,937	9,696,314	0.364	9.245	0.046320	6.141	0.027	4.095
S0114-S010-0.60	366,873	9,696,331	1.15	43.32	0.067260	15.2	0.076	8.589
S0114-S011-1.20	366,889	9,696,350	0.953	31.92	0.019600	12.1	0.045	8.321
S0114-S012-1.20	366,886	9,696,369	3.96	29.68	0.042600	30.2	0.084	11.1
S0114-S013-1.20	366,865	9,696,368	1.21	24.06	0.000800	18.7	0.01	9.602
S0114-S014-0.90	366,837	9,696,398	0.998	17.92	0.025700	10.8	0.053	6.643
S0114-S015-0.90	366,819	9,696,743	2.01	23.11	0.028610	15.8	0.055	10.3
S0114-S016-0.90	366,802	9,696,738	3.33	18.95	0.028860	27.2	0.067	12.9
S0114-S017-0.90	366,762	9,696,745	1.26	16.34	0.023830	8.911	0.044	202
S0114-S018-1.20	366,699	9,696,752	1.15	36.45	0.094550	9.812	0.029	8.887
S0114-S019-1.20	366,709	9,696,790	1.3	23.41	0.055460	7.122	0.034	10.2
S0114-S020-0.90	366,725	9,696,822	1.57	19.93	0.022890	15.6	0.06	10.1
S0114-S021-0.90	366,799	9,696,797	1.51	16.78	0.022000	16.5	0.074	7.94
S0114-S022-1.20	366,856	9,696,790	3.52	114	0.154320	14.1	0.07	11.9
S0114-S023-0.90	366,801	9,696,857	3.06	40.62	0.049420	15.4	0.066	18.5
S0114-S024-0.90	366,864	9,696,842	3.01	78.82	0.098330	14	0.069	43.5
S0114-S026-1.20	366,836	9,696,915	3.91	69.25	0.067710	20.5	0.082	30.1
S0114-S027-1.20	366,746	9,696,918	2.43	24.05	0.033280	14.9	0.075	13.9
S0114-S028-0.90	366,785	9,696,985	1.83	27.69	0.020730	16.6	0.063	12.6
S0114-S029-0.60	367,045	9,696,224	2.73	12.4	0.000800	14.7	0.01	10.8
S0114-S029-3.30	367,045	9,696,224	2.33	14.52	0.000800	13.3	0.01	8.12
S0114-S030-0.60	367,023	9,696,182	0.29	11.78	0.000800	10.1	0.01	7.9
S0114-S030-3.60	367,023	9,696,182	0.269	42.67	0.065510	46.4	0.01	7.076
S0114-S031-0.60	367,008	9,696,210	0.744	14.59	0.000800	12.4	0.01	8.298
S0114-S031-2.70	367,008	9,696,210	1.16	214	0.153880	41.3	0.01	12.3
S0114-S032-0.90	366,983	9,696,177	1.51	13.82	0.000800	18.6	0.053	6.463
S0114-S032-3.30	366,983	9,696,177	1.07	8.65	0.000800	9.082	0.01	6.808
S0114-S033-0.60	366,968	9,696,207	1.34	19.76	0.000800	12.3	0.01	9.936
S0114-S033-1.80	366,968	9,696,207	1.02	69.8	0.156230	12	0.01	24.4
S0114-S034-0.60	366,988	9,696,242	0.688	20.18	0.000800	10.3	0.01	7.537
S0114-S034-3.00	366,988	9,696,242	0.597	25.32	0.174600	5.514	0.01	7.515
S0114-S035-0.60	366,948	9,696,239	1.1	20.63	0.000800	19.6	0.01	9.962
S0114-S035-2.70	366,948	9,696,239	1.14	47.78	0.049920	15.1	0.052	10.9



		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>1.07</b>	<b>10.36</b>	<b>0.025170</b>	<b>11</b>	<b>0.084</b>	<b>3.674</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>						
S0114-S036-0.60	366,949	9,696,279	0.699	18.52	0.021650	8.462	0.027	8.502
S0114-S036-3.00	366,949	9,696,279	0.36	17.6	0.000800	4.604	0.01	4.044
S0114-S037-0.60	366,902	9,696,251	5.65	16.7	0.000800	20.5	0.01	10
S0114-S037-1.50	366,902	9,696,251	1.76	16.11	0.000800	17.6	0.01	8.764
S0114-S037-3.30	366,902	9,696,251	2.45	9.738	0.000800	23.1	0.01	7.51
S0114-S038-0.90	366,917	9,696,288	2.88	136.9	0.000800	17.7	0.01	416
S0114-S038-1.50	366,917	9,696,288	3.42	21.27	0.000800	30.3	0.01	13.3
S0114-S038-3.30	366,917	9,696,288	1.29	41.86	0.000800	10.7	0.01	8.943
S0114-S039-0.60	366,890	9,696,286	2.1	21.8	0.000800	15.6	0.01	10.9
S0114-S039-2.70	366,890	9,696,286	3.18	14.8	0.000800	14.4	0.01	10.9
S0114-S040-0.90	366,856	9,696,246	1.74	18.18	0.000800	14.4	0.01	9.441
S0114-S040-1.50	366,856	9,696,246	2.02	25.36	0.000800	14.7	0.01	13.5
S0114-S040-3.60	366,856	9,696,246	2.68	133.4	0.100900	24.2	0.01	13.7
S0114-S041-0.30	366,833	9,696,793	2.82	36.51	0.000800	12.9	0.084	15.8
S0114-S041-3.30	366,833	9,696,793	5.61	109.6	0.000800	5.711	0.01	13
S0114-S042-0.90	366,826	9,696,774	10.7	68.28	0.000800	14.5	0.01	10
S0114-S042-3.30	366,826	9,696,774	7.07	50.81	0.000800	10.9	0.01	10.6
S0114-S043-0.90	366,817	9,696,848	2.93	47.44	0.000800	15	0.01	23.6
S0114-S043-3.30	366,817	9,696,848	2.02	12.39	0.000800	10.6	0.01	8.364
S0114-S044-0.90	366,806	9,696,822	1.88	100.6	0.000800	10.9	0.053	14.4
S0114-S044-3.30	366,806	9,696,822	2.05	51.87	0.075950	11.1	0.051	9.417
S0114-S045-0.60	366,773	9,696,819	1.92	14.46	0.000800	17.7	0.299	6.897
S0114-S045-3.90	366,773	9,696,819	1.72	45.44	0.000800	7.313	0.068	18.3
S0114-S046-0.90	366,746	9,696,842	2.21	32.96	0.000800	15.6	0.01	8.041
S0114-S046-3.90	366,746	9,696,842	2.02	10.01	0.000800	11.8	0.01	8.027
S0114-S047-0.60	366,780	9,696,867	2.52	127	0.000800	12.2	0.113	8.016
S0114-S047-3.60	366,780	9,696,867	1.98	20.9	0.000800	11.1	0.01	14.5
S0114-S048-0.60	366,754	9,696,889	3.03	13.53	0.000800	13.9	0.01	11.5
S0114-S048-3.60	366,754	9,696,889	3.78	6.834	0.000800	9.458	0.01	11.2
S0114-S049-0.60	366,783	9,696,910	2.28	20.83	0.000800	15.4	0.01	18.1
S0114-S049-3.60	366,783	9,696,910	2.25	23.1	0.000800	19.8	0.01	16.5
S0114-S049-4.80	366,783	9,696,910	3.63	23.78	0.000800	15.3	0.065	10.9
S0114-S025-0.90	366,810	9,696,887	2.77	36.42	0.0414	15.8	0.069	28.1
S0114-S024-0.90	366,864	9,696,842	3.923	73.806	0.143999	9.759	0.074	38.986
S0114-S026-1.20	366,836	9,696,915	3.924	68.713	0.143999	12.463	0.0983	32.623
S0114-S007-1.20	366,828	9,696,242	2.857	14.478	0.143999	9.238	0.0699	7.889

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>1.07</b>	<b>10.36</b>	<b>0.025170</b>	<b>11</b>	<b>0.084</b>	<b>3.674</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>						
S0114-S008-0.60	366,783	9,696,239	2.857	17.62	0.143999	11.482	0.0677	9.947
S0114-S010-0.60	366,873	9,696,331	2.857	39.111	0.143999	11.06	0.0731	8.01
S0114-S050-0.60	367,087	9,696,150	0.76	14.16	0.0008	13.7	0.01	7.78
S0114-S050-1.50	367,087	9,696,150	0.12	4.063	0.0600	4.37	0.01	4.7
S0114-S051-0.60	366,748	9,696,461	1.67	23.38	0.0008	20	0.01	8.3
S0114-S051-1.50	366,748	9,696,461	2.82	15.77	0.0008	30	0.01	9.1
S0114-S052-0.60	366,753	9,696,719	1.88	32.2	0.0008	9.91	0.01	10.5
S0114-S052-1.50	366,753	9,696,719	1.41	19.24	0.0008	8.94	0.01	9.61
S0114-S053-0.60	366,733	9,696,985	2.65	39.28	0.0008	22.2	0.01	13.5
S0114-S053-1.50	366,733	9,696,985	3.78	23.54	0.0008	21.8	0.01	11.7
S0114-S054-0.60	366,677	9,696,910	2.06	11.08	0.0008	14	0.01	9.98
S0114-S054-1.50	366,677	9,696,910	2.88	17.27	0.0008	14.4	0.01	11.1
S0114-S055-0.60	366,878	9,696,893	3.35	100.2	0.0008	15.9	0.01	37.4
S0114-S055-1.80	366,878	9,696,893	3.01	119	0.0008	14.8	0.01	34.9
S0114-S051-1.50	366,748	9,696,461	3.995	13.049	0.1440	21.502	0.0659	10.029
S0114-S053-1.50	366,733	9,696,985	5.4	20.944	0.1440	16.935	0.1029	13.601

**Notas:**

En color rojo las excedencias al ECA Suelo – Uso agrícola

En color morado las excedencias a la Norma Internacional Canadian Soil Quality

En color mostaza las excedencias al Nivel de Fondo

**Tabla 9**

*Concentraciones Metales en el Sitio S0115 – Cuenca Corrientes*

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>0.978</b>	<b>10.53</b>	<b>0.000800</b>	<b>9.632</b>	<b>0.01</b>	<b>5.537</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>						
S0115-S029-7.20	366,242	9,695,677	3.74	3693	0.4394	91.1	0.315	72.6
S0115-S001-1.20	366,198	9,695,309	0.711	18.38	0.018280	9.538	0.036	5.608
S0115-S002-1.20	366,186	9,695,332	0.851	31.11	0.020800	11.9	0.051	9.5
S0115-S003-1.20	366,196	9,695,391	0.491	29.98	0.025070	5.768	0.031	3.623
S0115-S004-1.20	366,203	9,695,445	2.22	21.79	0.038710	13.8	0.033	8.999
S0115-S005-1.20	366,169	9,695,445	0.84	19.3	0.019290	13.4	0.069	8.239
S0115-S006-1.20	366,173	9,695,505	1.09	143.3	0.095350	13.8	0.092	9.647
S0115-S007-1.20	366,107	9,695,490	0.718	23.35	0.022040	8.177	0.034	8.724
S0115-S008-0.30	366,090	9,695,550	0.637	164.4	0.069740	7.653	0.058	8.684
S0115-S009-1.20	366,278	9,695,612	1.08	18.16	0.018950	10.6	0.026	9.082
S0115-S010-1.20	366,291	9,695,639	1.68	16.03	0.021290	16.3	0.079	8.708
S0115-S011-1.20	366,237	9,695,686	1.15	25.95	0.000800	12.8	0.01	10.6
S0115-S012-1.20	366,244	9,695,732	1.67	7.3	0.026560	7.512	0.019	9.549
S0115-S013-1.20	366,204	9,695,753	1.95	28.98	0.028270	11.6	0.042	11.7
S0115-S014-1.20	366,172	9,695,711	1.18	34.34	0.000800	9.649	0.01	10.2
S0115-S015-0.90	366,139	9,695,724	0.882	34.12	0.000800	6.616	0.01	6.143
S0115-S016-1.20	366,153	9,695,755	0.971	23.97	0.000800	10.3	0.102	7.928
S0115-S017-1.20	366,080	9,695,767	0.725	14.79	0.000800	8.707	0.01	6.844
S0115-S018-0.60	366,051	9,695,746	0.62	55.54	0.000800	8.103	0.01	6.861
S0115-S019-0.60	366,015	9,695,746	2.44	199	0.000800	13.5	0.01	15
S0115-S020-0.90	366,010	9,695,771	2.63	718.7	0.176460	13.9	0.01	22.3
S0115--S021-1.20	365,792	9,695,677	1.19	8.048	0.012320	10.3	0.04	5.121
S0115-S022-0.60	365,958	9,695,786	1.66	1502	0.000800	12	0.01	19.8
S0115-S023-1.20	365,899	9,695,768	1.93	28.49	0.046420	15.5	0.07	13.4
S0115-S024-1.20	365,924	9,695,716	0.806	5.765	0.011650	12	0.073	7.344
S0115-S025-1.20	365,877	9,695,679	1.15	9.36	0.012360	16.7	0.088	9.159
S0115-S026-1.20	365,845	9,695,690	0.883	13.68	0.015280	10	0.042	9.38
S0115-S027-0.90	366,121	9,695,549	1.05	12.33	0.000800	11	0.01	7.149
S0115-S027-3.60	366,121	9,695,549	3.74	116.4	0.000800	8.293	0.01	8.475
S0115-S028-0.90	366,091	9,695,591	0.889	54.88	0.000800	14	0.01	10.6
S0115-S028-4.20	366,091	9,695,591	0.352	51.32	0.103580	6.28	0.01	8.295
S0115-S029-0.90	366,242	9,695,677	1.41	125.6	0.000800	13.1	0.062	13.6
S0115-S029-3.00	366,242	9,695,677	1.64	167.1	0.000800	14.2	0.062	16.6

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>		<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>		<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>		<b>0.978</b>	<b>10.53</b>	<b>0.000800</b>	<b>9.632</b>	<b>0.01</b>	<b>5.537</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>	
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>							
S0115-S030-1.20	366,220	9,695,677	1.15	55.01	0.000800	11	0.01	12	
S0115-S030-6.00	366,220	9,695,677	1.42	107.9	0.000800	14.3	0.105	11.3	
S0115-S031-0.90	366,167	9,695,600	0.678	5.838	0.000800	12.7	0.01	6.438	
S0115-S031-4.20	366,167	9,695,600	0.751	6.343	0.000800	6.533	0.01	7.844	
S0115-S032-0.60	366,241	9,695,705	1.75	46.96	0.000800	5.682	0.01	17	
S0115-S032-3.90	366,241	9,695,705	1.67	24.74	0.000800	3.998	0.01	8.816	
S0115-S033-0.90	366,082	9,695,616	0.903	37.68	0.000800	13.9	0.062	10.9	
S0115-S033-4.20	366,082	9,695,616	6.21	12.49	0.000800	12.4	0.01	7.609	
S0115-S034-0.90	366,073	9,695,634	0.407	56.97	0.000800	7.086	0.01	7.299	
S0115-S034-4.20	366,073	9,695,634	0.357	45.71	0.000800	6.851	0.01	7.128	
S0115-S035-0.60	366,069	9,695,679	1.81	60.7	0.000800	13.3	0.01	14	
S0115-S035-3.00	366,069	9,695,679	0.108	5.701	0.000800	3.067	0.01	3.449	
S0115-S036-0.90	366,204	9,695,698	2.22	59.16	0.000800	12.5	0.01	20.1	
S0115-S036-3.30	366,204	9,695,698	1.64	21.86	0.000800	12.3	0.01	12.9	
S0115-S036-6.30	366,204	9,695,698	0.788	12.75	0.000800	11.9	0.01	8.034	
S0115-S037-0.90	366,161	9,695,656	1.36	100.8	0.000800	20.4	0.065	7.915	
S0115-S037-3.00	366,161	9,695,656	0.76	9.655	0.000800	7.203	0.01	7.516	
S0115-S037-6.00	366,161	9,695,656	0.694	6.257	0.000800	10.3	0.01	7.906	
S0115-S038-1.20	366,203	9,695,643	0.521	13.72	0.000800	7.125	0.01	8.449	
S0115-S038-3.60	366,203	9,695,643	1.63	9.132	0.000800	7.555	0.01	8.556	
S0115-S039-1.20	366,221	9,695,624	1.93	1598	0.424250	15.7	0.066	23.2	
S0115-S039-4.20	366,221	9,695,624	9.14	2666	2.997900	90.8	0.873	440	
S0115-S039-6.00	366,221	9,695,624	1.3	257.9	0.000800	10.2	0.01	9.754	
S0115-S040-0.90	366,252	9,695,632	2.2	39.07	0.000800	9.828	0.01	12.2	
S0115-S040-4.20	366,252	9,695,632	1.73	10.19	0.000800	5.429	0.01	14.6	
S0115-S041-0.60	366,220	9,695,645	2.46	1813	0.629100	16.1	0.124	23.5	
S0115-S041-1.80	366,220	9,695,645	2.27	936.8	0.294870	13.6	0.078	15.4	
S0115-S041-5.00	366,220	9,695,645	9.37	5000	3.264200	57.6	0.697	135	
S0115-S042-0.60	366,192	9,695,659	1.47	168.1	0.000800	10.2	0.01	13.1	
S0115-S042-1.80	366,192	9,695,659	39.9	38.21	0.142570	11.1	0.01	342	
S0115-S042-3.00	366,192	9,695,659	1.27	9.247	0.000800	5.131	0.01	6.995	
S0115-S043-0.90	366,143	9,695,675	2.04	449	0.234550	23.7	0.179	17.4	
S0115-S043-2.40	366,143	9,695,675	0.349	94.22	0.000800	6.258	0.01	8.162	
S0115-S043-4.20	366,143	9,695,675	1.36	18.07	0.000800	18.6	0.07	10.4	
S0115-S044-0.60	366,064	9,695,722	1.23	28.42	0.000800	11	0.01	9.71	
S0115-S044-2.40	366,064	9,695,722	1.15	80.78	0.000800	15.6	0.01	9.723	
S0115-S044-5.40	366,064	9,695,722	0.351	143.1	0.148680	12.1	0.01	7.273	

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>		<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>		<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>		<b>0.978</b>	<b>10.53</b>	<b>0.000800</b>	<b>9.632</b>	<b>0.01</b>	<b>5.537</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>	
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>							
S0115-S045-0.90	366,054	9,695,700	1.12	51.41	0.000800	8.441	0.01	8.432	
S0115-S045-3.00	366,054	9,695,700	1.13	39.73	0.000800	9.124	0.01	8.943	
S0115-S046-0.30	366,106	9,695,734	1.76	28.96	0.000800	8.466	0.01	9.43	
S0115-S046-1.80	366,106	9,695,734	1.57	42.37	0.000800	9.123	0.01	7.988	
S0115-S046-4.20	366,106	9,695,734	0.736	96.1	0.000800	8.05	0.01	13.7	
S0115-S015-0.90	366,139	9,695,724	2.857	23.838	0.143999	6.121	0.0677	6.589	
S0115-S019-0.60	366,015	9,695,746	2.857	198.169	0.143999	10.428	0.089	15.303	
S0115-S022-0.60	365,958	9,695,786	2.857	301.876	0.143999	6.84	0.0567	11.856	
S0115-S014-1.20	366,172	9,695,711	2.857	25.567	0.143999	6.462	0.0484	9.061	
S0115-S047-0.60	365,971	9,695,764	1.51	9.019	0.0008	13.5	0.01	6.7	
S0115-S047-1.50	365,971	9,695,764	1.77	8.376	0.0008	11.9	0.01	7.77	
S0115-S048-0.60	365,957	9,695,822	1.61	90.8	0.0700	13.6	0.051	10.9	
S0115-S048-1.50	365,957	9,695,822	0.88	12.68	0.0008	13.9	0.01	7.66	
S0115-S049-0.90	366,079	9,695,773	2.13	11.03	0.0008	11.5	0.01	7.64	
S0115-S049-1.50	366,079	9,695,773	2.22	10.81	0.0008	12	0.01	8.68	
S0115-S050-0.60	366,109	9,695,447	2.16	14.33	0.0008	13.4	0.01	5.83	
S0115-S050-1.50	366,109	9,695,447	3.59	23.05	0.0008	17.8	0.01	5.76	
S0115-S049-1.50	366,079	9,695,773	2.857	10.346	0.1440	9.284	0.1129	10.219	

**Notas:**

En color rojo las excedencias al ECA Suelo – Uso agrícola

En color morado las excedencias a la Norma Internacional Canadian Soil Quality

En color mostaza las excedencias al Nivel de Fondo

**Tabla 10**

*Concentraciones Metales en el Sitio S0116 – Cuenca Corrientes*

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>1.78</b>	<b>15.81</b>	<b>0.000800</b>	<b>14.9</b>	<b>0.01</b>	<b>7.301</b>
Código de Muestra	Coordenadas UTM		Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
	Este	Norte						
S0116-S001-1.20	367,315	9,693,558	1.26	7.839	0.000800	17.3	0.09	5.77
S0116-S002-1.20	367,296	9,693,577	1.08	7.494	0.000800	14.1	0.143	5.439
S0116-S003-1.20	367,326	9,693,616	1.25	7.964	0.000800	15.3	0.01	7.382
S0116-S004-1.20	367,339	9,693,607	1.68	8.704	0.000800	17.3	0.01	6.778
S0116-S005-1.20	367,329	9,693,645	3.998	200.663	0.143999	22.65	0.0796	10.173
S0116-S005-1.20	367,329	9,693,645	2.41	229.8	0.000800	16.4	0.056	11.5
S0116-S006-0.60	367,332	9,693,687	2.3	1897	0.286320	10.8	0.052	21.1
S0116-S007-1.20	367,381	9,693,687	3	9.889	0.000800	20	0.051	7.203
S0116-S008-1.20	367,390	9,693,734	2.42	10.16	0.000800	13.5	0.01	7.424
S0116-S009-1.20	367,422	9,693,802	2.857	6.583	0.143999	8.628	0.0348	6.581
S0116-S009-1.20	367,422	9,693,802	1.46	8.593	0.000800	11.1	0.01	6.742
S0116-S010-0.60	367,347	9,693,680	1.21	387.4	0.091600	7.41	0.01	14.9
S0116-S010-1.80	367,347	9,693,680	5.14	46.16	0.000800	35.4	0.01	12.3
S0116-S011-0.90	367,367	9,693,715	2.04	9.862	0.000800	12.9	0.01	6.935
S0116-S011-3.00	367,367	9,693,715	4.12	156.8	0.000800	12.5	0.01	18.6
S0116-S012-0.90	367,407	9,693,714	2.03	1495	0.212260	12.6	0.065	18.5
S0116-S012-3.30	367,407	9,693,714	0.396	12.29	0.000800	6.492	0.01	3.991
S0116-S013-0.90	367,405	9,693,736	1.76	41.87	0.000800	12	0.01	7.155
S0116-S013-3.60	367,405	9,693,736	11.5	74.24	0.000800	13.1	0.01	20.9
S0116-S014-0.60	367,444	9,693,729	2.53	907.2	0.151880	15.4	0.06	17.9
S0116-S014-2.70	367,444	9,693,729	0.994	46.02	0.000800	15.2	0.187	11.2
S0116-S015-0.90	367,446	9,693,745	1.34	47.05	0.000800	15.3	0.01	10.8
S0116-S015-2.70	367,446	9,693,745	1.74	19.7	0.000800	15	0.01	11.4
S0116-S016-0.90	367,425	9,693,762	2.71	31.49	0.000800	14.2	0.01	9.108
S0116-S016-3.00	367,425	9,693,762	3.97	26.48	0.071900	16.1	0.01	9.95
S0116-S021-0.60	367,352	9,693,667	1.67	8.25	0.0008	14.5	0.01	5.12
S0116-S021-1.50	367,352	9,693,667	3.06	12.33	0.0008	18.8	0.01	8.13
S0116-S022-0.60	367,324	9,693,695	2.69	10.65	0.0008	20.5	0.01	5.86
S0116-S022-1.50	367,324	9,693,695	3.59	6.95	0.0008	19	0.01	6.79
S0116-S023-0.60	367,374	9,693,520	1.83	6.26	0.0008	18.7	0.015	5.22
S0116-S023-1.50	367,374	9,693,520	2.29	9.63	0.0008	17	0.01	9.01
S0116-S018-0.60	367,459	9,693,727	0.92	136.2	0.0008	11.4	0.01	9.19

		<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
		<b>Nivel de Fondo</b>	<b>1.78</b>	<b>15.81</b>	<b>0.000800</b>	<b>14.9</b>	<b>0.01</b>	<b>7.301</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>						
S0116-S018-1.50	367,459	9,693,727	0.43	9.73	0.0008	5.2	0.01	6.83
S0116-S019-0.60	367,448	9,693,699	2.8	24.02	0.0008	22	0.01	12.1
S0116-S019-1.50	367,448	9,693,699	2.3	20.15	0.0008	30.5	0.01	16.5
S0116-S020-0.60	367,411	9,693,698	1.8	12.28	0.0008	16.4	0.01	6.43
S0116-S020-1.50	367,411	9,693,698	1.71	8.022	0.0008	10.7	0.01	7.92
S0116-S019-1.50	367,448	9,693,699	4.339	12.665	0.1440	26.998	0.0766	14.006
S0116-S017-0.90	367,400	9,693,760	2.26	12.21	0.000800	15.6	0.065	8.031
S0116-S017-4.20	367,400	9,693,760	0.733	7.605	0.000800	5.602	0.01	8.397

**Notas:**

En color rojo las excedencias al ECA Suelo – Uso agrícola

En color morado las excedencias a la Norma Internacional Canadian Soil Quality

En color mostaza las excedencias al Nivel de Fondo

**Tabla 11**

*Concentraciones Metales en el Sitio S0117 – Cuenca Corrientes*

			<b>ECA Suelo - Uso Agrícola</b>	<b>50</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>-</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
			<b>Canadian Soil Quality</b>	<b>12</b>	<b>750</b>	<b>1.4</b>	<b>64</b>	<b>6.6</b>	<b>70</b>
			<b>Nivel de Fondo</b>	<b>2.7</b>	<b>45.08</b>	<b>0.000800</b>	<b>17.4</b>	<b>0.088</b>	<b>9.765</b>
<b>Código de Muestra</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>	
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>							
S0117-S001-0.60	384,676	9,699,115	9.94	29.22	0.000800	34.8	0.08	14	
S0117-S002-1.00	384,671	9,699,091	4.06	43.26	0.000800	21.7	0.079	12.9	
S0117-S003-1.20	384,627	9,699,085	9.38	36.08	0.000800	20.8	0.01	16.6	
S0117-S004-1.20	384,648	9,699,038	3.76	98.58	0.000800	18.2	0.083	14.4	
S0117-S005-1.00	384,532	9,699,070	17.2	16.11	0.000800	19.6	0.01	9.19	
S0117-S006-0.90	384,647	9,699,087	4.7	154	0.000800	15.6	6.52	29.9	
S0117-S006-2.70	384,647	9,699,087	3.77	21.86	0.000800	19.2	0.01	11.4	
S0117-S007-0.60	384,647	9,699,062	0.576	2.988	0.005130	13.1	0.01	10.7	
S0117-S007-3.30	384,647	9,699,062	1.88	38.61	0.000800	7.452	0.01	18.5	
S0117-S008-0.60	384,622	9,699,060	3.64	29.36	0.000800	16.4	0.052	11.4	
S0117-S008-3.30	384,622	9,699,060	4.62	18.52	0.000800	13.5	0.01	12.1	
S0117-S009-0.60	384,615	9,699,036	2.32	29.79	0.000800	7.63	0.01	6.918	
S0117-S009-2.70	384,615	9,699,036	10.6	65.02	0.000800	23.7	0.068	20	
S0117-S010-0.90	384,596	9,699,053	3.29	15.75	0.000800	11.9	0.01	8.629	
S0117-S010-2.10	384,596	9,699,053	6.12	16.32	0.000800	12.8	0.01	10.1	
S0117-S010-3.30	384,596	9,699,053	10.7	17.75	0.000800	16.8	0.01	16	
S0117-S011-0.30	384,571	9,699,049	4.09	40.16	0.000800	13.5	0.01	14	
S0117-S011-1.50	384,571	9,699,049	3.41	36.66	0.000800	11.7	0.01	10.9	
S0117-S011-3.30	384,571	9,699,049	1.43	14.81	0.000800	16.5	0.01	11.5	
S0117-S012-0.30	384,548	9,699,059	2.94	18.01	0.000800	9.204	0.01	6.09	
S0117-S012-2.70	384,548	9,699,059	5.88	12.68	0.000800	9.703	0.01	7.776	
S0117-S013-0.30	384,523	9,699,055	4.02	24.64	0.000800	12.4	0.01	12.5	
S0117-S013-2.70	384,523	9,699,055	0.748	18.88	0.204670	15.7	0.01	6.237	
S0117-S014-0.60	384,512	9,699,087	4.53	13.67	0.000800	12.3	0.069	7.349	
S0117-S014-2.10	384,512	9,699,087	4.42	16.42	0.000800	13	0.01	8.304	
S0117-S005-1.00	384,532	9,699,070	11.982	5.994	0.143999	8.808	0.0464	6.393	
S0117-S004-1.20	384,648	9,699,038	4.813	97.567	0.143999	11.202	0.1406	11.726	
S0117-S015-0.90	384,627	9,699,035	3.62	35.22	0.0008	16.1	0.01	12.5	
S0117-S015-1.50	384,627	9,699,035	6.83	36	0.0008	21	0.01	17.8	
S0117-S016-0.60	384,546	9,699,047	2.59	17.91	0.0008	8.71	0.01	7.85	
S0117-S016-1.20	384,546	9,699,047	2.6	19.4	0.0008	9.41	0.01	6.38	



**Tabla 16**

*Concentraciones Metales en el Sitio S0118 – Cuenca Corrientes*

			50	750	1.4	-	6.6	70
			12	750	1.4	64	6.6	70
Nivel de Fondo			0.811	17.9	0.000800	94.6	0.066	7.628
Código de Muestra	Coordenadas UTM		Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
	Este	Norte						
S0118-S001-0.60	374,467	9,720,121	60.3	1837	1.298600	253	1.59	475
S0118-S002-1.20	374,512	9,720,086	0.473	30.41	0.000800	140	0.01	43.2
S0118-S003-0.60	374,476	9,720,086	2.64	20.66	0.000800	159	0.082	11.4
S0118-S004-1.20	374,452	9,720,104	1.47	18.88	0.000800	166	0.05	8.583
S0118-S005-1.20	374,455	9,720,144	1.13	18.82	0.000800	152	0.091	9.283
S0118-S006-0.90	374,484	9,720,106	167	408.2	1.659500	347	0.148	797
S0118-S007-0.30	374,492	9,720,096	70.1	685.9	1.358600	202	0.437	1151
S0118-S008-1.20	374,478	9,720,131	47.3	848.8	1.139000	234	0.566	341
S0118-S009-0.30	374,510	9,720,139	61.7	344	0.961150	312	0.15	450
S0118-S010-1.20	374,538	9,720,129	53.6	949.7	1.240400	302	0.447	389
S0118-S011-0.60	374,539	9,720,145	9.88	136	0.269510	71.3	0.01	14
S0118-S012-0.90	374,521	9,720,182	1.04	15.08	0.000800	151	0.098	6.612
S0118-S013-1.20	374,570	9,720,202	1.05	17.26	0.000800	160	0.065	5.794
S0118-S014-1.20	374,619	9,720,180	0.695	53.17	0.000800	144	0.01	20.4
S0118-S015-0.60	374,672	9,720,178	1.07	21.26	0.000800	197	0.01	12.2
S0118-S016-0.30	374,678	9,720,234	0.926	20.33	0.000800	172	0.01	8.284
S0118-S017-1.20	374,673	9,720,259	1.49	22.93	0.000800	157	0.051	8.911
S0118-S018-0.30	374,637	9,720,260	0.915	62.82	0.000800	131	0.062	15.1
S0118-S019-1.20	374,598	9,720,258	1.06	16.26	0.000800	149	0.068	6.755
S0118-S020-1.20	374,578	9,720,287	0.854	28.02	0.000800	176	0.063	9.997
S0118-S021-1.20	374,606	9,720,305	0.995	19.01	0.000800	110	0.01	8.045
S0118-S022-1.20	374,633	9,720,305	1.26	19.6	0.000800	126	0.01	8.36
S0118-S023-1.20	374,656	9,720,339	0.901	13.74	0.000800	82.8	0.063	6.067
S0118-S013-1.20	374,570	9,720,202	2.857	6.605	0.143999	136.345	0.1578	6.956
S0118-S025-0.50	374,736	9,720,267	1.08	36.93	0.0008	124	0.197	11.7
S0118-S025-2.00	374,736	9,720,267	1.01	26.33	0.0008	237	0.113	13.5

**Notas:**

En color rojo las excedencias al ECA Suelo – Uso agrícola

En color morado las excedencias a la Norma Internacional Canadian Soil Quality







En color mostaza las excedencias al Nivel de Fondo

## **ANEXO 02**

Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) en cada una de las muestras de suelos de los doce (12) Sitios Contaminados de la Cuenca Corrientes

**Tabla 1**

*Escala de colores y Clases de la determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) aplicados*

Color	Clase FE	Grado de Enriquecimiento
	<1	No enriquecido
	1<FE<3	Enriquecido menor
	3<FE<5	Enriquecido moderado
	5<FE<10	Enriquecido moderadamente severo
	10<FE<25	Enriquecido severo
	25<FE<50	Enriquecido muy severo

**Tabla 2**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0107 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0107-S001-1.20	0.8	1.0	1.0	1.5	0.1	1.7
S0107-S002-1.20	0.6	3.9	210.2	0.5	0.0	0.8
S0107-S003-1.20	1.6	2.2	3.5	1.7	0.4	4.0
S0107-S004-1.20	1.3	0.8	1.1	1.2	0.1	1.6
S0107-S005-1.20	1.2	3.7	54.1	1.2	0.1	1.7
S0107-S006-1.00	1.1	1.6	1.1	1.4	0.1	1.5
S0107-S007-1.20	3.5	1.5	94.1	2.4	0.2	2.8
S0107-S008-0.75	1.8	10.7	656.1	1.0	0.9	2.9
S0107-S009-1.20	0.7	0.6	0.6	1.1	0.1	1.2
S0107-S010-1.20	2.3	54.1	10026.4	2.2	6.0	20.5
S0107-S011-1.20	0.7	2.6	0.9	1.3	0.1	1.5
S0107-S012-1.20	2.4	33.3	29200.8	1.7	11.0	33.2
S0107-S013-1.00	3.2	35.4	35667.1	2.2	14.2	70.3
S0107-S014-0.60	1.1	53.0	216.4	1.0	0.7	3.3
S0107-S014-3.30	0.9	8.1	51.4	0.9	0.1	1.7
S0107-S014-5.10	1.5	57.1	6235.1	3.2	2.8	12.7
S0107-S015-0.60	0.9	12.8	579.4	2.5	0.1	2.0
S0107-S016-0.60	0.6	2.0	35.2	1.6	0.1	1.1
S0107-S016-2.60	1.0	2.1	1.2	1.5	0.1	1.7
S0107-S017-0.30	0.7	1.0	0.9	1.1	0.1	1.5
S0107-S017-2.70	1.1	0.7	0.9	0.8	0.1	1.3
S0107-S018-0.60	0.9	2.7	59.0	2.1	0.1	2.5
S0107-S018-4.20	0.8	1.1	76.0	0.8	0.1	1.7
S0107-S019-0.60	0.7	0.9	0.8	1.1	0.1	1.5
S0107-S019-2.70	0.6	0.5	0.5	1.0	0.1	1.5
S0107-S020-0.60	1.0	1.0	0.9	0.8	0.1	1.6
S0107-S020-2.70	1.2	0.9	1.0	3.0	0.1	1.4
S0107-S017-2.70	1.1	0.3	157.1	0.7	0.5	1.2
S0107-S021-0.60	0.6	0.2	0.7	0.5	0.1	0.6
S0107-S021-1.50	0.5	0.3	0.9	0.3	0.1	0.8
S0107-S022-0.60	1.8	4.6	971.4	1.5	0.2	2.6
S0107-S022-1.50	2.1	111.6	9749.9	1.2	2.9	19.0
S0107-S023-0.60	1.0	0.7	1.5	0.7	0.2	1.3
S0107-S023-1.50	1.0	0.8	64.4	0.9	0.1	1.2
S0107-S024-0.90	0.8	4.0	0.8	0.9	0.6	1.1
S0107-S024-1.80	0.7	2.1	0.8	0.9	0.1	1.0
S0107-S025-0.60	1.5	4.7	488.5	1.6	0.2	1.5

S0107-S025-1.50	1.3	6.4	384.8	2.3	0.3	2.4
S0107-S026-0.90	3.7	0.6	1.9	4.4	0.2	1.7
S0107-S026-1.50	0.9	0.8	1.3	0.9	0.2	1.0
S0107-S006-1.00	2.2	1.0	173.2	0.9	0.8	1.3
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>1.3</b>	<b>10.6</b>	<b>2321.3</b>	<b>1.4</b>	<b>1.1</b>	<b>5.3</b>

**Tabla 3**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0108 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0108-S018-2.70	1.775	0.768	175.793	0.822	7.567	0.960
S0108-S015-2.70	2.123	1.140	264.757	1.247	14.429	1.192
S0108-S001-1.20	1.148	1.876	403.521	1.012	12.842	1.477
S0108-S002-0.90	1.112	1.593	452.716	0.788	1.278	1.628
S0108-S003-0.60	1.024	0.795	0.931	0.954	0.931	0.898
S0108-S004-0.90	1.033	0.558	0.909	0.917	0.909	0.885
S0108-S005-0.60	1.131	2.250	461.794	0.886	1.156	2.415
S0108-S006-0.90	1.190	0.719	0.919	1.087	0.919	1.065
S0108-S007-0.90	1.013	0.643	0.951	0.911	0.951	0.858
S0108-S008-0.60	1.287	0.903	0.856	0.973	0.856	1.128
S0108-S009-0.60	1.156	0.779	0.892	0.855	0.892	1.018
S0108-S010-1.20	1.130	0.710	0.871	0.875	0.871	1.087
S0108-S011-0.90	1.184	0.856	0.919	1.015	0.919	1.073
S0108-S012-0.30	1.373	0.912	1.054	1.107	9.075	1.147
S0108-S013-0.30	1.250	0.809	1.036	0.967	1.036	1.082
S0108-S014-0.30	1.212	0.826	1.170	0.853	1.170	1.118
S0108-S015-0.60	0.931	1.781	1.250	1.620	1.250	1.770
S0108-S015-2.10	1.041	1.996	106.841	1.356	1.385	1.925
S0108-S015-3.30	1.360	1.774	1.571	1.597	1.571	1.738
S0108-S016-0.60	1.120	1.647	487.036	1.117	1.107	2.048
S0108-S016-2.70	1.527	0.747	0.655	1.078	0.655	1.072
S0108-S017-0.60	1.082	0.991	0.938	1.310	0.938	1.395
S0108-S017-2.70	1.310	0.873	1.111	1.157	1.111	1.415
S0108-S018-0.60	1.185	1.444	0.915	1.365	0.915	1.580
S0108-S018-2.10	1.658	1.248	1.112	1.381	6.789	1.574
S0108-S019-0.60	1.213	1.106	0.953	1.366	0.953	1.637
S0108-S019-2.70	0.940	1.928	1.394	1.487	1.394	1.740
S0108-S020-0.90	1.338	2.162	1.057	1.726	7.193	1.534
S0108-S020-3.30	1.414	3.082	1023.096	1.826	2.688	2.106
S0108-S021-0.50	0.900	0.839	0.737	0.827	5.467	1.078
S0108-S021-2.00	0.930	0.832	0.783	0.901	4.707	1.401
S0108-S022-0.50	1.017	0.729	0.721	0.818	0.722	1.278
S0108-S022-1.50	1.002	0.681	0.677	0.774	0.678	1.103
S0108-S026-1.80	1.048	0.841	0.844	1.039	0.845	0.763
S0108-S027-0.90	0.889	0.789	0.939	1.039	0.941	1.049
S0108-S027-2.70	0.958	0.513	0.943	0.992	0.945	0.836
S0108-S028-0.60	0.957	0.636	0.785	1.044	0.786	1.043
S0108-S028-1.50	0.938	0.482	0.668	0.968	0.669	0.788
S0108-S023-0.90	1.011	0.940	126.165	1.174	0.918	0.926
S0108-S023-1.70	1.230	1.422	1255.812	1.674	2.512	1.271
S0108-S024-0.90	0.948	1.264	0.644	0.747	6.839	1.483
S0108-S024-2.10	0.922	0.900	0.749	0.862	0.750	0.743
S0108-S025-0.60	0.856	1.052	209.574	0.966	0.931	1.261
S0108-S025-1.50	0.383	1.298	123.989	0.519	1.102	0.633
S0108-S026-0.90	0.969	0.883	0.886	1.013	0.887	0.974
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>1.138</b>	<b>1.134</b>	<b>113.821</b>	<b>1.089</b>	<b>2.521</b>	<b>1.271</b>

**Tabla 4**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0109 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0109-S001-0.90	0.948	1.087	0.482	1.408	3.187	1.383
S0109-S002-0.60	1.757	3.642	1.271	1.486	1.271	2.625
S0109-S003-0.90	1.720	1.153	1.573	0.791	1.573	2.264
S0109-S004-1.20	1.388	1.693	1.186	1.645	1.186	1.876
S0109-S005-0.90	0.942	4.358	0.652	1.220	0.652	2.132
S0109-S006-0.30	2.235	66.035	292.251	1.433	4.898	3.248
S0109-S007-0.30	1.151	19.135	60.896	1.386	4.285	2.394
S0109-S008-0.90	0.933	2.312	0.636	1.035	3.372	2.042
S0109-S009-0.60	2.251	209.920	480.066	1.659	9.480	5.970
S0109-S010-0.90	1.048	2.107	1.223	1.292	1.223	2.258
S0109-S010-1.20	1.295	2.419	1.317	1.572	1.317	2.226
S0109-S011-0.60	0.685	4.502	1.122	1.293	17.178	1.986
S0109-S012-0.90	0.701	2.346	1.408	1.783	1.408	2.453
S0109-S013-0.60	1.553	1.852	0.871	0.984	0.871	1.932
S0109-S013-2.70	0.785	6.741	1.987	2.163	1.987	4.141
S0109-S014-0.60	1.788	3.553	0.945	1.051	0.945	1.950
S0109-S014-2.10	1.078	2.889	0.873	1.288	10.569	2.069
S0109-S015-0.90	1.722	33.170	1.593	1.953	1.593	4.873
S0109-S015-2.70	0.964	1.541	0.454	0.916	0.454	1.399
S0109-S016-0.30	0.981	2.454	1.131	1.396	1.131	2.206
S0109-S016-2.70	1.033	1.761	1.038	1.272	1.038	2.599
S0109-S010-1.20	1.777	1.497	271.544	1.045	13.727	1.529
S0109-S004-1.20	2.391	0.847	322.149	1.589	15.461	1.852
S0109-S020-1.50	1.279	2.591	355.209	1.108	0.947	1.693
S0109-S021-0.60	1.133	2.362	0.770	1.163	0.771	1.725
S0109-S021-1.50	1.125	0.755	0.478	0.730	0.479	1.190
S0109-S017-0.60	0.603	2.651	1.155	0.892	1.157	1.413
S0109-S017-1.50	0.700	1.328	0.922	0.975	0.923	1.567
S0109-S018-0.60	0.849	2.146	1.102	1.130	1.103	1.670
S0109-S018-1.50	1.813	1.617	1.051	1.129	1.053	2.496
S0109-S019-1.20	0.812	8.422	0.611	1.406	0.612	2.047
S0109-S019-1.80	0.712	2.943	0.584	1.013	5.500	1.196
S0109-S020-0.60	0.953	1.391	0.736	0.832	0.737	1.332
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>1.246</b>	<b>12.219</b>	<b>54.827</b>	<b>1.274</b>	<b>3.397</b>	<b>2.234</b>

**Tabla 5**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0110 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0110-S001-0.50	1.307	0.953	83.612	0.375	0.544	0.167
S0110-S005-0.75	2.568	0.759	283.832	1.024	1.267	0.190
S0110-S005-0.75	2.925	7.012	1.219	1.714	0.200	0.206
S0110-S001-0.50	1.181	1.254	0.577	0.486	0.094	0.192
S0110-S002-0.50	2.021	1.565	3.290	1.006	0.539	0.368
S0110-S003-1.20	1.642	1.432	1.379	2.084	0.226	0.215
S0110-S004-0.50	1.535	1.627	1.312	0.622	0.215	0.280
S0110-S006-0.30	1.280	1.486	0.996	0.629	0.163	0.252
S0110-S007-0.50	1.653	1.616	2.091	0.804	0.342	0.303
S0110-S008-1.00	1.207	1.116	1.361	0.974	0.223	0.220

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0110-S009-0.50	1.066	1.813	1.269	0.620	0.208	0.290
S0110-S010-1.00	1.196	1.013	1.403	0.836	0.230	0.268
S0110-S011-0.25	1.226	1.444	0.860	0.556	0.141	0.216
S0110-S012-0.30	1.280	1.347	1.056	0.624	0.173	0.252
S0110-S013-1.20	1.252	1.075	1.041	0.662	0.170	0.204
S0110-S014-0.60	1.349	2.019	1.293	0.886	0.212	0.260
S0110-S015-0.90	1.268	1.331	0.917	0.766	0.150	0.223
S0110-S016-0.30	1.669	1.767	0.869	0.732	0.142	0.281
S0110-S017-1.20	2.619	1.371	0.930	0.832	0.152	0.205
S0110-S017-3.60	1.702	1.387	1.465	0.929	0.240	0.251
S0110-S018-0.60	0.757	1.022	1.352	0.991	0.221	0.176
S0110-S018-3.00	1.370	1.444	1.675	1.625	0.274	0.266
S0110-S019-0.30	0.964	1.836	1.225	0.578	0.201	0.282
S0110-S019-4.20	2.104	2.326	1.715	0.569	0.281	0.279
S0110-S020-0.30	1.379	1.431	1.295	0.667	0.212	0.263
S0110-S020-4.00	1.373	13.261	17.798	6.873	2.915	2.336
S0110-S021-0.60	1.325	2.667	1.236	0.849	0.202	0.463
S0110-S021-3.30	2.023	5.905	31.852	9.177	5.216	1.813
S0110-S022-0.60	1.217	2.180	1.395	0.758	0.228	0.479
S0110-S022-4.20	1.585	0.981	0.631	0.584	0.103	0.256
S0110-S023-0.90	1.121	1.842	1.130	0.858	0.185	0.224
S0110-S023-4.20	2.152	1.141	1.784	1.044	0.292	0.267
S0110-S024-0.60	1.031	0.900	1.090	1.033	0.179	0.183
S0110-S024-3.60	0.831	1.061	0.919	0.801	0.150	0.150
S0110-S025-0.30	1.198	1.181	0.576	0.589	0.094	0.214
S0110-S025-3.60	2.319	13.615	37.549	9.150	6.149	4.501
S0110-S026-0.60	1.105	1.253	0.704	0.677	0.115	0.248
S0110-S026-3.00	2.486	28.063	2454.019	10.619	2.313	3.213
S0110-S027-0.60	0.800	0.916	0.797	0.696	0.131	0.138
S0110-S027-1.50	0.858	3.930	0.531	0.364	0.531	0.187
S0110-S028-0.60	0.760	1.257	0.769	0.459	0.126	0.176
S0110-S028-1.50	0.872	1.455	2.991	0.716	0.491	0.353
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>1.466</b>	<b>2.930</b>	<b>70.329</b>	<b>1.591</b>	<b>0.625</b>	<b>0.507</b>

**Tabla 6**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0111 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0111-S001-0.60	1.129	2.729	137.588	1.293	1.219	2.849
S0111-S002-0.90	1.159	18.615	279.861	1.390	1.240	2.051
S0111-S002-0.90	1.623	59.755	1043.673	0.946	46.689	3.845
S0111-S002-1.20	0.906	1.952	135.163	2.032	0.904	1.547
S0111-S003-0.60	1.176	2.241	0.923	1.320	0.923	2.937
S0111-S004-1.20	0.430	17.172	126.308	0.672	1.460	1.404
S0111-S005-0.90	0.767	3.526	83.186	1.345	1.247	1.859
S0111-S006-0.60	1.083	2.451	1.112	1.462	1.112	1.603
S0111-S007-0.60	1.110	3.062	225.069	1.225	0.995	1.273
S0111-S007-3.30	1.526	2.897	101.953	1.656	1.494	1.494
S0111-S008-0.90	0.933	1.231	0.923	1.303	0.923	1.216
S0111-S008-2.70	1.393	1.551	1.009	1.229	1.009	1.183
S0111-S009-0.60	0.825	1.261	68.992	1.252	1.105	2.103
S0111-S009-2.70	1.110	1.409	0.889	1.449	0.889	1.009
S0111-S010-0.90	1.175	3.500	129.745	1.318	1.201	1.201
S0111-S010-3.30	0.977	5.510	433.128	1.434	0.943	1.079
S0111-S010-5.10	0.824	14.716	403.344	1.764	1.090	1.457

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0111-S011-0.90	1.613	2.515	160.566	1.194	11.054	1.805
S0111-S012-0.90	1.165	3.079	177.161	1.866	13.422	2.498
S0111-S014-0.90	1.358	1.371	0.954	0.874	0.955	1.212
S0111-S014-1.50	1.281	2.068	1.118	0.855	1.119	0.911
S0111-S015-0.60	0.902	4.894	326.573	0.990	1.089	1.664
S0111-S015-1.20	0.992	2.029	105.186	0.799	0.935	1.438
S0111-S013-0.60	1.734	2.561	137.179	1.438	9.502	2.337
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>1.133</b>	<b>6.754</b>	<b>170.067</b>	<b>1.296</b>	<b>4.272</b>	<b>1.749</b>

**Tabla 7**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0112 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0112-S001-1.20	0.305	1.007	0.295	0.955	0.528	0.652
S0112-S002-1.20	0.653	0.992	1.183	1.594	6.929	1.013
S0112-S002-1.20	0.689	1.008	0.772	2.328	0.569	1.758
S0112-S003-1.20	0.744	1.634	0.945	1.865	3.571	1.447
S0112-S004-1.20	0.100	0.098	0.003	3.917	2.024	0.316
S0112-S005-1.20	0.104	0.092	0.003	3.827	2.284	0.205
S0112-S006-0.60	0.296	1.259	0.530	1.043	0.943	0.372
S0112-S007-1.20	0.819	2.008	1.983	1.902	0.614	1.241
S0112-S008-1.20	0.914	1.577	1.751	1.837	0.529	1.263
S0112-S009-1.20	1.406	1.906	1.167	1.982	2.840	5.165
S0112-S010-1.20	0.758	1.337	2.139	1.617	0.642	1.491
S0112-S011-1.20	1.082	1.950	2.074	1.274	0.558	1.773
S0112-S012-1.20	0.836	1.719	2.612	1.598	2.789	1.071
S0112-S013-1.20	0.826	1.413	1.420	1.981	0.504	1.081
S0112-S014-1.20	0.502	0.622	0.005	0.483	0.545	0.635
S0112-S015-1.20	1.219	1.166	1.817	1.427	0.633	1.727
S0112-S016-1.50	1.305	1.425	2.136	1.534	0.774	2.081
S0112-S017-0.90	1.918	1.961	1.901	1.419	0.716	5.781
S0112-S018-1.20	1.908	1.532	2.184	1.573	3.617	7.413
S0112-S019-1.20	1.064	1.829	1.645	1.333	0.800	2.012
S0112-S020-1.20	0.853	0.613	0.008	1.422	0.858	1.049
S0112-S021-1.20	1.219	26.594	25.035	1.714	37.493	14.982
S0112-S022-0.60	0.295	4.029	1.236	3.371	0.413	1.230
S0112-S023-0.60	0.545	0.818	0.505	2.202	0.563	0.929
S0112-S023-3.30	0.433	0.611	0.618	2.397	0.531	0.876
S0112-S023-3.30	0.226	0.296	0.526	2.938	3.194	0.740
S0112-S023-5.10	0.926	1.266	0.997	1.264	1.413	1.880
S0112-S024-0.30	0.526	0.874	0.479	2.012	0.564	1.002
S0112-S024-2.10	0.486	1.027	0.492	2.816	0.543	1.023
S0112-S024-4.50	0.981	0.645	0.008	1.355	0.873	0.810
S0112-S025-0.60	1.142	2.639	2.518	1.738	0.658	1.189
S0112-S025-4.50	0.538	2.221	1.022	2.376	3.116	1.143
S0112-S025-4.50	0.553	2.376	0.998	1.630	5.136	1.056
S0112-S025-5.70	1.280	1.444	0.008	1.425	0.950	1.513
S0112-S026-0.90	0.928	2.252	1.485	1.706	0.579	1.180
S0112-S026-2.10	1.135	2.011	1.753	1.248	3.116	1.188
S0112-S026-6.30	1.175	0.828	0.006	0.936	0.635	1.073
S0112-S027-0.90	1.222	1.924	2.291	3.282	6.453	1.708
S0112-S027-3.30	1.121	1.867	1.784	1.080	0.573	1.168
S0112-S027-5.70	1.449	1.667	0.011	1.099	1.216	1.511
S0112-S028-0.60	1.069	1.187	1.424	1.556	0.715	1.416
S0112-S028-3.30	1.348	1.625	1.634	1.504	0.660	1.454

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0112-S028-3.30	0.667	1.042	1.180	1.360	5.350	1.150
S0112-S028-6.30	0.885	1.538	0.010	1.244	1.091	1.461
S0112-S029-0.60	0.424	1.155	0.742	2.424	0.404	0.541
S0112-S029-1.80	0.377	1.040	0.602	2.565	0.381	0.503
S0112-S029-4.80	0.382	0.582	0.334	3.121	0.414	0.491
S0112-S030-0.90	0.898	1.696	1.891	1.149	0.541	0.715
S0112-S030-3.30	0.882	1.495	1.436	1.588	0.590	0.739
S0112-S030-4.50	0.783	1.790	1.168	1.732	0.579	0.725
S0112-S031-0.60	0.740	1.184	1.108	2.436	0.485	0.914
S0112-S031-2.10	0.909	1.218	0.865	1.651	0.514	1.163
S0112-S031-2.10	0.782	1.244	1.423	1.615	4.926	1.071
S0112-S031-5.10	1.371	0.917	1.902	1.317	0.975	1.287
S0112-S032-0.90	0.864	1.521	1.744	1.162	3.371	0.675
S0112-S032-2.10	0.929	1.707	1.950	1.222	0.569	0.718
S0112-S032-5.10	0.818	0.798	0.008	1.370	0.898	0.950
S0112-S033-0.90	0.992	1.861	1.939	1.196	0.620	0.752
S0112-S033-2.10	0.071	0.573	0.002	3.498	2.331	0.452
S0112-S034-0.90	0.835	1.033	0.521	1.669	0.764	0.979
S0112-S034-3.30	0.624	2.337	2.910	1.467	1.918	1.382
S0112-S034-4.50	0.548	1.165	0.683	1.261	0.991	1.020
S0112-S035-0.90	0.679	1.005	0.880	1.437	0.642	0.805
S0112-S035-1.50	0.836	0.877	0.578	1.357	0.740	0.805
S0112-S035-4.50	0.875	0.966	0.007	1.172	0.742	0.879
S0112-S036-0.90	0.795	1.757	1.888	1.922	0.558	0.650
S0112-S036-2.10	0.771	1.239	1.532	1.767	0.547	0.643
S0112-S036-5.10	0.670	0.492	0.004	1.053	0.432	0.880
S0112-S037-0.90	0.828	1.090	1.111	1.687	0.610	0.889
S0112-S039-0.60	0.697	2.010	0.476	1.119	0.538	1.129
S0112-S039-0.90	0.949	1.852	0.626	1.293	0.630	1.107
S0112-S040-1.50	0.770	4.829	0.642	1.007	0.645	1.077
S0112-S040-2.00	1.069	1.475	1.204	1.102	0.726	1.241
S0112-S041-0.90	0.704	0.916	0.521	1.671	0.472	0.994
S0112-S041-1.50	0.910	1.044	0.914	1.316	0.551	1.065
S0112-S042-1.20	0.822	1.433	1.332	1.167	0.502	1.048
S0112-S042-2.10	0.767	1.118	0.913	1.282	0.516	0.942
S0112-S043-0.90	0.859	1.856	1.678	1.052	0.506	0.885
S0112-S043-2.00	1.020	1.476	2.219	0.984	0.591	0.935
S0112-S044-0.60	0.587	0.823	0.746	1.161	2.702	1.003
S0112-S044-1.50	0.585	0.797	0.888	1.507	2.966	0.912
S0112-S045-0.60	0.616	0.910	1.075	1.288	2.364	0.877
S0112-S045-1.50	0.581	0.922	0.918	1.489	0.461	0.882
S0112-S046-0.60	0.472	0.845	0.846	1.276	8.332	0.813
S0112-S046-1.80	0.468	0.764	0.470	1.552	6.063	0.794
S0112-S047-0.90	0.040	0.314	0.109	3.859	0.198	0.806
S0112-S047-2.10	0.653	0.952	0.815	1.562	0.527	0.762
S0112-S037-2.10	0.829	0.949	0.006	1.687	3.864	1.533
S0112-S037-4.70	0.716	0.422	0.005	1.220	0.587	0.511
S0112-S038-1.20	1.185	1.495	1.331	1.218	0.738	0.853
S0112-S038-2.40	1.214	1.274	1.201	1.196	0.710	0.882
S0112-S038-5.40	0.840	0.419	0.006	0.976	0.713	0.720
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>0.810</b>	<b>1.604</b>	<b>1.291</b>	<b>1.674</b>	<b>1.854</b>	<b>1.344</b>



**Tabla 8**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0113 – Cuenca Corrientes*

<b>Código de Muestra</b>	<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
S0113-S001-1.20	1.995	6.864	2.802	1.827	0.354	2.850
S0113-S002-1.20	6.911	156.028	862.164	1.704	2.414	4.528
S0113-S002-1.20	10.853	395.106	3501.666	9.505	5.883	15.690
S0113-S003-0.90	112.853	7216.513	33990.395	120.586	65.051	149.139
S0113-S004-1.20	1.716	0.873	41.208	1.800	1.477	1.631
S0113-S005-0.90	1.228	1.534	36.314	1.409	1.851	1.037
S0113-S006-1.20	3.341	122.537	733.023	2.210	2.649	3.722
S0113-S007-0.30	8.131	278.965	821.827	2.606	3.786	10.244
S0113-S008-1.20	1.942	4.022	45.226	1.458	1.288	1.653
S0113-S009-1.20	1.439	6.155	186.356	0.937	1.217	3.114
S0113-S010-1.20	2.484	12.538	119.980	1.531	1.338	3.461
S0113-S011-1.20	1.126	2.206	22.786	1.543	1.998	0.951
S0113-S012-1.20	1.756	3.537	44.201	1.473	1.128	2.271
S0113-S013-1.20	1.522	0.958	38.772	2.026	1.437	1.483
S0113-S014-1.20	0.975	1.130	40.301	1.217	1.072	2.417
S0113-S015-1.20	1.427	1.843	35.330	1.553	1.873	1.187
S0113-S016-1.20	6.684	273.248	2166.363	3.042	3.515	9.358
S0113-S017-0.90	25.482	340.398	11889.368	14.276	12.476	39.477
S0113-S018-0.90	5.151	9.084	3.589	1.796	0.454	2.961
S0113-S018-3.60	5.731	21.141	73.307	1.827	0.136	0.866
S0113-S019-0.90	7.882	308.616	2482.390	3.509	2.655	10.652
S0113-S019-2.70	18.382	6.898	1250.765	2.438	3.061	6.462
S0113-S019-2.70	2.933	6.982	3.985	2.262	0.504	5.476
S0113-S020-0.90	3.196	157.159	700.796	1.527	0.326	4.766
S0113-S020-3.30	3.273	17.453	345.458	1.670	0.363	5.162
S0113-S021-0.90	4.909	195.843	1949.951	3.149	1.942	6.854
S0113-S021-3.30	1.884	10.134	1.197	1.351	0.151	2.475
S0113-S022-0.60	1.818	2.014	1.219	1.367	0.154	1.726
S0113-S022-3.90	2.582	1.726	1.872	0.866	0.237	1.948
S0113-S023-0.60	2.177	22.789	115.258	1.953	1.215	1.615
S0113-S023-3.90	6.400	2.625	1.340	1.634	0.169	4.375
S0113-S024-0.30	2.721	15.313	1.278	1.123	0.162	3.008
S0113-S028-0.60	1.407	1.515	1.445	1.458	0.183	1.221
S0113-S028-1.50	1.292	1.218	1.408	1.442	0.178	1.957
S0113-S029-0.60	1.584	5.873	0.678	1.162	0.086	2.097
S0113-S029-1.50	2.332	21.707	0.925	1.403	0.117	1.462
S0113-S030-0.60	1.153	0.760	1.446	1.470	0.183	0.962
S0113-S030-1.50	1.115	0.723	1.307	2.349	0.165	1.222
S0113-S025-0.60	1.913	1.153	1.214	1.473	0.200	1.455
S0113-S025-1.50	2.480	0.670	1.431	1.422	0.181	1.801
S0113-S026-0.60	3.893	106.281	769.128	3.051	0.260	4.021
S0113-S026-1.50	2.448	9.454	1.119	2.088	0.142	1.570
S0113-S027-0.60	1.879	2.129	0.685	1.319	0.087	1.726
S0113-S027-1.50	1.746	1.174	1.192	1.320	0.151	1.307
S0113-S030-1.50	3.498	0.535	237.982	1.685	1.223	1.480
S0113-S024-3.90	2.208	15.609	1.152	1.109	0.146	2.665
S0113-S024-7.20	2.782	2.959	1.518	1.049	0.192	2.375
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>6.226</b>	<b>207.957</b>	<b>1330.492</b>	<b>4.702</b>	<b>2.677</b>	<b>7.231</b>

**Tabla 9**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0114 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0114-S001-1.20	1.220	1.048	0.020	0.822	0.076	1.638
S0114-S002-1.20	1.074	0.700	0.617	0.901	0.558	1.273
S0114-S003-1.20	1.080	3.976	0.130	2.401	0.485	8.159
S0114-S004-1.20	1.822	5.483	3.415	1.891	1.046	5.066
S0114-S005-0.90	1.328	5.023	2.170	1.180	0.879	2.355
S0114-S006-1.20	1.167	1.039	0.630	1.344	0.531	1.560
S0114-S007-1.20	1.341	1.518	0.920	1.128	0.768	1.599
S0114-S008-0.60	1.526	2.052	0.898	1.178	0.907	1.827
S0114-S009-1.20	1.884	4.941	10.190	3.091	1.780	6.172
S0114-S010-0.60	1.534	5.969	3.814	1.972	1.291	3.337
S0114-S011-1.20	0.794	2.747	0.694	0.981	0.478	2.019
S0114-S012-1.20	2.125	1.645	0.972	1.576	0.574	1.734
S0114-S013-1.20	0.832	1.708	0.023	1.250	0.087	1.922
S0114-S014-0.90	1.332	2.470	1.458	1.402	0.901	2.582
S0114-S015-0.90	1.306	1.551	0.790	0.999	0.455	1.949
S0114-S016-0.90	1.816	1.067	0.669	1.443	0.465	2.049
S0114-S017-0.90	1.657	2.219	1.332	1.140	0.737	77.353
S0114-S018-1.20	3.571	11.690	12.482	2.964	1.147	8.037
S0114-S019-1.20	2.331	4.335	4.227	1.242	0.777	5.326
S0114-S020-0.90	1.201	1.575	0.744	1.161	0.585	2.250
S0114-S021-0.90	0.853	0.979	0.529	0.907	0.533	1.307
S0114-S022-1.20	2.427	8.118	4.523	0.946	0.615	2.390
S0114-S023-0.90	1.945	2.666	1.335	0.952	0.534	3.424
S0114-S024-0.90	1.833	4.957	2.545	0.829	0.535	7.715
S0114-S026-1.20	2.460	4.500	1.811	1.255	0.657	5.516
S0114-S027-1.20	1.666	1.703	0.970	0.994	0.655	2.776
S0114-S028-0.90	1.418	2.217	0.683	1.251	0.622	2.844
S0114-S029-0.60	2.398	1.125	0.030	1.256	0.112	2.763
S0114-S029-3.30	1.627	1.047	0.024	0.904	0.089	1.652
S0114-S030-0.60	0.840	3.522	0.098	2.844	0.368	6.660
S0114-S030-3.60	1.872	30.676	19.385	31.417	0.886	14.344
S0114-S031-0.60	0.758	1.535	0.035	1.229	0.130	2.463
S0114-S031-2.70	0.895	17.047	5.045	3.098	0.098	2.763
S0114-S032-0.90	0.701	0.662	0.016	0.840	0.313	0.874
S0114-S032-3.30	0.550	0.459	0.017	0.454	0.065	1.018
S0114-S033-0.60	1.331	2.027	0.034	1.188	0.126	2.874
S0114-S033-1.80	1.687	11.923	10.984	1.930	0.210	11.752
S0114-S034-0.60	0.917	2.779	0.045	1.336	0.170	2.926
S0114-S034-3.00	3.206	14.043	39.857	2.880	0.683	11.753
S0114-S035-0.60	0.599	1.159	0.019	1.037	0.069	1.579
S0114-S035-2.70	1.277	5.530	2.378	1.646	0.742	3.557
S0114-S036-0.60	1.330	3.640	1.752	1.567	0.655	4.713
S0114-S036-3.00	2.403	12.133	0.227	2.989	0.849	7.861
S0114-S037-0.60	2.549	0.778	0.015	0.899	0.057	1.314
S0114-S037-1.50	0.908	0.858	0.018	0.883	0.066	1.317
S0114-S037-3.30	1.766	0.725	0.025	1.620	0.092	1.577
S0114-S038-0.90	1.224	6.010	0.014	0.732	0.054	51.501
S0114-S038-1.50	1.552	0.997	0.015	1.337	0.058	1.757
S0114-S038-3.30	1.080	3.620	0.028	0.871	0.107	2.181
S0114-S039-0.60	1.250	1.340	0.020	0.903	0.076	1.890
S0114-S039-2.70	1.936	0.930	0.021	0.853	0.077	1.932
S0114-S040-0.90	0.806	0.870	0.016	0.649	0.059	1.274

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0114-S040-1.50	0.997	1.292	0.017	0.705	0.063	1.940
S0114-S040-3.60	1.985	10.207	3.178	1.744	0.094	2.956
S0114-S041-0.30	1.592	2.129	0.019	0.709	0.604	2.598
S0114-S041-3.30	4.066	8.205	0.025	0.403	0.092	2.744
S0114-S042-0.90	2.048	1.350	0.007	0.270	0.024	0.557
S0114-S042-3.30	2.667	1.980	0.013	0.400	0.048	1.165
S0114-S043-0.90	1.509	2.523	0.018	0.751	0.066	3.539
S0114-S043-3.30	1.384	0.877	0.023	0.707	0.087	1.669
S0114-S044-0.90	1.387	7.665	0.025	0.782	0.498	3.094
S0114-S044-3.30	1.681	4.392	2.647	0.885	0.533	2.248
S0114-S045-0.60	0.917	0.714	0.016	0.823	1.820	0.960
S0114-S045-3.90	1.121	3.059	0.022	0.464	0.565	3.474
S0114-S046-0.90	1.105	1.702	0.017	0.759	0.064	1.171
S0114-S046-3.90	1.152	0.590	0.019	0.655	0.073	1.333
S0114-S047-0.60	1.319	6.865	0.018	0.621	0.753	1.222
S0114-S047-3.60	1.451	1.582	0.025	0.791	0.093	3.094
S0114-S048-0.60	1.585	0.731	0.018	0.707	0.067	1.752
S0114-S048-3.60	2.773	0.518	0.025	0.675	0.093	2.393
S0114-S049-0.60	1.160	1.094	0.017	0.762	0.065	2.681
S0114-S049-3.60	1.093	1.159	0.017	0.935	0.062	2.334
S0114-S049-4.80	1.761	1.192	0.017	0.722	0.402	1.540
S0114-S025-0.90	1.780	2.417	1.130	0.988	0.565	5.259
S0114-S024-0.90	1.636	3.179	2.553	0.396	0.393	4.735
S0114-S026-1.20	1.982	3.584	3.092	0.612	0.632	4.799
S0114-S007-1.20	1.873	0.980	4.013	0.589	0.584	1.506
S0114-S008-0.60	1.556	0.991	3.333	0.608	0.470	1.577
S0114-S010-0.60	3.037	4.294	6.507	1.144	0.990	2.480
S0114-S050-0.60	0.701	1.348	0.031	1.229	0.117	2.089
S0114-S050-1.50	1.187	4.151	25.228	4.204	1.259	13.539
S0114-S051-0.60	1.039	1.502	0.021	1.210	0.079	1.503
S0114-S051-1.50	1.843	1.065	0.022	1.907	0.083	1.732
S0114-S052-0.60	1.359	2.404	0.025	0.697	0.092	2.211
S0114-S052-1.50	1.499	2.113	0.036	0.925	0.135	2.976
S0114-S053-0.60	1.249	1.913	0.016	1.018	0.060	1.854
S0114-S053-1.50	1.356	0.872	0.012	0.761	0.046	1.222
S0114-S054-0.60	1.451	0.806	0.024	0.959	0.090	2.047
S0114-S054-1.50	2.081	1.289	0.025	1.012	0.092	2.336
S0114-S055-0.60	1.373	4.241	0.014	0.634	0.052	4.463
S0114-S055-1.80	1.205	4.920	0.014	0.576	0.051	4.068
S0114-S051-1.50	2.916	0.984	4.469	1.527	0.613	2.132
S0114-S053-1.50	1.731	0.694	1.963	0.528	0.420	1.270
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>1.576</b>	<b>3.408</b>	<b>2.123</b>	<b>1.498</b>	<b>0.407</b>	<b>4.481</b>

**Tabla 10**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0115 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0115-S029-7.20	2.702	247.812	388.081	6.683	22.280	9.265
S0115-S001-1.20	1.766	4.241	55.513	2.406	8.755	2.461
S0115-S002-1.20	1.624	5.513	48.518	2.305	9.527	3.202
S0115-S003-1.20	2.099	11.903	131.012	2.504	12.973	2.736
S0115-S004-1.20	4.011	3.656	85.498	2.532	5.837	2.872
S0115-S005-1.20	1.366	2.915	38.355	2.213	10.987	2.367
S0115-S006-1.20	1.309	15.987	140.016	1.683	10.819	2.047
S0115-S007-1.20	2.580	7.794	96.832	2.984	11.962	5.538

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0115-S008-0.30	3.409	81.722	456.308	4.159	30.390	8.209
S0115-S009-1.20	0.830	1.296	17.799	0.827	1.956	1.233
S0115-S010-1.20	1.361	1.206	21.087	1.341	6.266	1.246
S0115-S011-1.20	1.022	2.142	0.869	1.155	0.869	1.664
S0115-S012-1.20	2.417	0.981	46.986	1.104	2.692	2.441
S0115-S013-1.20	2.223	3.069	39.404	1.343	4.688	2.356
S0115-S014-1.20	1.319	3.565	1.093	1.095	1.093	2.014
S0115-S015-0.90	1.396	5.017	1.548	1.063	1.548	1.718
S0115-S016-1.20	0.947	2.172	0.954	1.020	9.743	1.366
S0115-S017-1.20	1.054	1.998	1.422	1.286	1.422	1.758
S0115-S018-0.60	0.799	6.649	1.261	1.061	1.261	1.562
S0115-S019-0.60	1.494	11.314	0.599	0.839	0.599	1.622
S0115-S020-0.90	1.519	38.550	124.585	0.815	0.565	2.275
S0115--S021-1.20	1.617	1.016	20.465	1.421	5.321	1.229
S0115-S022-0.60	2.694	226.365	1.587	1.977	1.587	5.675
S0115-S023-1.20	1.618	2.218	47.566	1.319	5.744	1.984
S0115-S024-1.20	0.854	0.567	15.082	1.290	7.568	1.374
S0115-S025-1.20	1.081	0.817	14.207	1.594	8.100	1.521
S0115-S026-1.20	1.321	1.900	27.938	1.519	6.150	2.478
S0115-S027-0.90	1.247	1.360	1.162	1.327	1.162	1.500
S0115-S027-3.60	14.128	40.839	3.694	3.181	3.694	5.655
S0115-S028-0.90	1.100	6.305	1.210	1.758	1.210	2.316
S0115-S028-4.20	4.354	58.957	1566.257	7.887	12.097	18.123
S0115-S029-0.90	1.086	8.985	0.753	1.024	4.675	1.850
S0115-S029-3.00	1.859	17.596	1.109	1.635	6.882	3.324
S0115-S030-1.20	1.292	5.742	1.099	1.255	1.099	2.382
S0115-S030-6.00	1.155	8.154	0.796	1.181	8.364	1.624
S0115-S031-0.90	0.527	0.421	0.760	1.002	0.760	0.884
S0115-S031-4.20	0.604	0.473	0.786	0.533	0.786	1.113
S0115-S032-0.60	1.871	4.664	1.046	0.617	1.046	3.211
S0115-S032-3.90	3.508	4.827	2.055	0.853	2.055	3.271
S0115-S033-0.90	1.105	4.284	1.197	1.728	7.429	2.357
S0115-S033-4.20	1.448	0.270	0.228	0.293	0.228	0.313
S0115-S034-0.90	1.136	14.766	2.729	2.008	2.729	3.598
S0115-S034-4.20	3.747	44.555	10.264	7.300	10.264	13.213
S0115-S035-0.60	1.168	3.637	0.631	0.871	0.631	1.595
S0115-S035-3.00	1.317	6.458	11.928	3.798	11.928	7.430
S0115-S036-0.90	1.967	4.870	0.867	1.125	0.867	3.146
S0115-S036-3.30	1.385	1.715	0.826	1.055	0.826	1.924
S0115-S036-6.30	0.665	0.999	0.825	1.020	0.825	1.197
S0115-S037-0.90	0.769	5.296	0.553	1.172	3.600	0.791
S0115-S037-3.00	0.612	0.722	0.787	0.589	0.787	1.069
S0115-S037-6.00	0.721	0.604	1.017	1.087	1.017	1.452
S0115-S038-1.20	0.567	1.387	1.064	0.787	1.064	1.624
S0115-S038-3.60	2.146	1.117	1.287	1.010	1.287	1.989
S0115-S039-1.20	1.823	140.157	489.777	1.505	6.102	3.870
S0115-S039-4.20	7.366	199.564	2953.772	7.431	68.881	62.637
S0115-S039-6.00	1.065	19.621	0.801	0.848	0.801	1.411
S0115-S040-0.90	1.682	2.774	0.748	0.763	0.748	1.647
S0115-S040-4.20	2.019	1.105	1.142	0.643	1.142	3.010
S0115-S041-0.60	1.873	128.194	585.502	1.245	9.242	3.160
S0115-S041-1.80	2.031	77.865	322.601	1.236	6.834	2.434
S0115-S041-5.00	7.918	392.437	3372.211	4.942	57.663	20.151
S0115-S042-0.60	1.378	14.631	0.917	0.971	0.917	2.168
S0115-S042-1.80	37.199	3.309	162.492	1.051	0.912	56.318
S0115-S042-3.00	1.872	1.266	1.442	0.768	1.442	1.821
S0115-S043-0.90	1.337	27.330	187.919	1.577	11.485	2.014

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0115-S043-2.40	0.898	22.522	2.517	1.635	2.517	3.710
S0115-S043-4.20	0.847	1.045	0.609	1.176	4.266	1.143
S0115-S044-0.60	1.420	3.047	1.129	1.289	1.129	1.980
S0115-S044-2.40	1.040	6.785	0.885	1.433	0.885	1.553
S0115-S044-5.40	1.681	63.643	870.363	5.883	4.683	6.151
S0115-S045-0.90	1.326	5.655	1.158	1.015	1.158	1.764
S0115-S045-3.00	1.173	3.829	1.015	0.961	1.015	1.639
S0115-S046-0.30	1.822	2.785	1.012	0.890	1.012	1.724
S0115-S046-1.80	2.031	5.090	1.265	1.198	1.265	1.825
S0115-S046-4.20	2.451	29.727	3.257	2.722	3.257	8.059
S0115-S015-0.90	4.321	3.349	266.262	0.940	10.024	1.760
S0115-S019-0.60	2.157	13.897	132.914	0.799	6.578	2.041
S0115-S022-0.60	6.472	63.514	398.786	1.573	12.574	4.744
S0115-S014-1.20	4.302	3.575	265.048	0.988	7.134	2.410
S0115-S047-0.60	1.904	1.056	1.232	1.729	1.233	1.492
S0115-S047-1.50	2.250	0.989	1.242	1.536	1.243	1.745
S0115-S048-0.60	2.098	10.992	111.534	1.800	6.507	2.509
S0115-S048-1.50	1.339	1.793	1.487	2.148	1.489	2.059
S0115-S049-0.90	2.632	1.266	1.207	1.443	1.208	1.667
S0115-S049-1.50	2.404	1.087	1.058	1.320	1.059	1.660
S0115-S050-0.60	2.060	1.269	0.931	1.297	0.933	0.982
S0115-S050-1.50	3.197	1.906	0.870	1.609	0.871	0.906
S0115-S049-1.50	2.996	1.008	184.616	0.989	11.591	1.893
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>2.481</b>	<b>24.994</b>	<b>156.469</b>	<b>1.761</b>	<b>5.998</b>	<b>4.287</b>

**Tabla 11**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0116 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0116-S001-1.20	0.720	0.504	1.017	1.181	9.161	0.804
S0116-S002-1.20	0.608	0.475	1.002	0.948	14.343	0.746
S0116-S003-1.20	0.739	0.530	1.053	1.081	1.053	1.065
S0116-S004-1.20	0.887	0.517	0.939	1.091	0.939	0.872
S0116-S005-1.20	1.805	10.199	144.644	1.222	6.403	1.120
S0116-S005-1.20	1.460	15.670	1.078	1.187	6.043	1.698
S0116-S006-0.60	1.497	139.052	414.767	0.840	6.032	3.349
S0116-S007-1.20	1.206	0.448	0.716	0.961	3.654	0.706
S0116-S008-1.20	1.658	0.784	1.219	1.105	1.219	1.240
S0116-S009-1.20	2.249	0.583	252.192	0.811	4.880	1.263
S0116-S009-1.20	0.904	0.599	1.103	0.821	1.103	1.018
S0116-S010-0.60	1.259	45.394	212.118	0.921	1.853	3.781
S0116-S010-1.80	1.630	1.648	0.564	1.341	0.564	0.951
S0116-S011-0.90	1.167	0.635	1.018	0.881	1.018	0.967
S0116-S011-3.00	2.439	10.453	1.054	0.884	1.054	2.685
S0116-S012-0.90	1.437	119.119	334.233	1.065	8.196	3.192
S0116-S012-3.30	1.592	5.561	7.154	3.117	7.154	3.911
S0116-S013-0.90	1.321	3.538	1.336	1.076	1.336	1.309
S0116-S013-3.60	4.020	2.922	0.622	0.547	0.622	1.781
S0116-S014-0.60	1.271	51.315	169.778	0.924	5.371	2.193
S0116-S014-2.70	1.235	6.439	2.212	2.257	41.410	3.394
S0116-S015-0.90	0.748	2.958	0.994	1.021	0.994	1.470
S0116-S015-2.70	0.791	1.008	0.809	0.815	0.809	1.264
S0116-S016-0.90	1.644	2.150	1.080	1.029	1.080	1.347
S0116-S016-3.00	2.580	1.937	103.961	1.250	1.157	1.576
S0116-S021-0.60	1.094	0.609	1.165	1.135	1.166	0.818

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0116-S021-1.50	1.529	0.694	0.888	1.122	0.889	0.990
S0116-S022-0.60	1.362	0.607	0.900	1.240	0.901	0.723
S0116-S022-1.50	1.449	0.316	0.718	0.916	0.719	0.668
S0116-S023-0.60	1.076	0.414	1.045	1.314	1.572	0.748
S0116-S023-1.50	1.313	0.622	1.019	1.164	1.020	1.259
S0116-S018-0.60	1.475	24.593	2.851	2.184	2.855	3.593
S0116-S018-1.50	1.808	4.607	7.476	2.612	7.485	7.002
S0116-S019-0.60	1.524	1.472	0.968	1.431	0.969	1.606
S0116-S019-1.50	1.174	1.158	0.908	1.860	0.909	2.054
S0116-S020-0.60	0.992	0.762	0.980	1.080	0.981	0.864
S0116-S020-1.50	1.029	0.543	1.070	0.769	1.071	1.162
S0116-S019-1.50	1.051	0.345	77.605	0.781	3.306	0.827
S0116-S017-0.90	1.330	0.809	1.048	1.097	6.816	1.152
S0116-S017-4.20	0.949	1.108	2.304	0.866	2.304	2.650
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>1.401</b>	<b>11.578</b>	<b>43.940</b>	<b>1.199</b>	<b>4.010</b>	<b>1.745</b>

**Tabla 12**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0117 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0117-S001-0.60	1.046	0.184	0.284	0.568	0.258	0.407
S0117-S002-1.00	1.287	0.822	0.856	1.068	0.769	1.131
S0117-S003-1.20	2.475	0.570	0.712	0.852	0.081	1.211
S0117-S004-1.20	1.536	2.412	1.103	1.154	1.040	1.627
S0117-S005-1.00	8.095	0.454	1.271	1.431	0.144	1.196
S0117-S006-0.90	1.570	3.081	0.902	0.809	66.822	2.762
S0117-S006-2.70	0.896	0.311	0.642	0.708	0.073	0.749
S0117-S007-0.60	0.242	0.075	7.282	0.855	0.129	1.244
S0117-S007-3.30	0.970	1.194	1.394	0.597	0.158	2.640
S0117-S008-0.60	1.146	0.554	0.850	0.801	0.502	0.992
S0117-S008-3.30	2.394	0.575	1.399	1.086	0.159	1.734
S0117-S009-0.60	1.534	1.180	1.785	0.783	0.203	1.265
S0117-S009-2.70	2.525	0.928	0.643	0.876	0.497	1.317
S0117-S010-0.90	1.783	0.511	1.464	1.001	0.166	1.293
S0117-S010-2.10	2.661	0.425	1.174	0.864	0.133	1.214
S0117-S010-3.30	4.481	0.445	1.131	1.092	0.128	1.853
S0117-S011-0.30	2.196	1.291	1.450	1.125	0.165	2.078
S0117-S011-1.50	2.363	1.522	1.871	1.258	0.212	2.089
S0117-S011-3.30	5.965	3.700	11.263	10.681	1.279	13.264
S0117-S012-0.30	2.744	1.007	2.520	1.333	0.286	1.572
S0117-S012-2.70	4.013	0.518	1.843	1.027	0.209	1.467
S0117-S013-0.30	1.854	0.681	1.245	0.887	0.141	1.594
S0117-S013-2.70	3.790	5.730	3500.305	12.345	1.553	8.739
S0117-S014-0.60	2.699	0.488	1.609	1.137	1.262	1.211
S0117-S014-2.10	3.312	0.737	2.023	1.511	0.230	1.720
S0117-S005-1.00	6.432	0.193	260.871	0.734	0.764	0.949
S0117-S004-1.20	2.231	2.709	225.307	0.806	2.000	1.503
S0117-S015-0.90	0.979	0.571	0.729	0.676	0.083	0.935
S0117-S015-1.50	1.177	0.372	0.465	0.562	0.053	0.848
S0117-S016-0.60	1.818	0.753	1.893	0.949	0.215	1.524
S0117-S016-1.20	2.322	1.038	2.409	1.304	0.274	1.576
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>2.534</b>	<b>1.130</b>	<b>130.280</b>	<b>1.641</b>	<b>2.580</b>	<b>2.055</b>

**Tabla 13**

*Determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) para las concentraciones de suelo del Sitio S0118 – Cuenca Corrientes*








<b>Código de Muestra</b>	<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
S0118-S001-0.60	43.246	59.691	944.147	1.556	14.012	36.219
S0118-S002-1.20	0.413	1.203	0.708	1.048	0.107	4.010
S0118-S003-0.60	2.395	0.849	0.736	1.237	0.914	1.100
S0118-S004-1.20	1.266	0.737	0.699	1.226	0.529	0.786
S0118-S005-1.20	1.016	0.767	0.729	1.172	1.005	0.887
S0118-S006-0.90	119.770	13.264	1206.539	2.133	1.304	60.772
S0118-S007-0.30	50.275	22.288	987.770	1.242	3.851	87.764
S0118-S008-1.20	33.923	27.581	828.110	1.439	4.988	26.001
S0118-S009-0.30	44.251	11.178	698.804	1.918	1.322	34.313
S0118-S010-1.20	38.441	30.859	901.833	1.857	3.939	29.662
S0118-S011-0.60	16.393	10.223	453.309	1.014	0.204	2.470
S0118-S012-0.90	0.948	0.623	0.739	1.180	1.097	0.641
S0118-S013-1.20	0.960	0.715	0.741	1.254	0.730	0.563
S0118-S014-1.20	0.753	2.610	0.879	1.338	0.133	2.350
S0118-S015-0.60	0.824	0.741	0.624	1.300	0.094	0.998
S0118-S016-0.30	0.879	0.874	0.769	1.399	0.116	0.836
S0118-S017-1.20	1.469	1.024	0.799	1.327	0.618	0.934
S0118-S018-0.30	0.969	3.014	0.859	1.189	0.807	1.700
S0118-S019-1.20	0.976	0.679	0.747	1.177	0.770	0.662
S0118-S020-1.20	0.836	1.243	0.794	1.477	0.758	1.041
S0118-S021-1.20	1.224	1.060	0.998	1.160	0.151	1.052
S0118-S022-1.20	1.428	1.006	0.919	1.224	0.139	1.007
S0118-S023-1.20	1.516	1.048	1.365	1.195	1.303	1.086
S0118-S013-1.20	2.624	0.275	134.078	1.074	1.781	0.679
S0118-S025-0.50	1.213	1.880	0.910	1.194	2.719	1.397
S0118-S025-2.00	0.668	0.790	0.536	1.345	0.919	0.950
<b>Valor Promedio FE</b>	<b>14.180</b>	<b>7.547</b>	<b>237.275</b>	<b>1.334</b>	<b>1.704</b>	<b>11.534</b>

**ANEXO 03**  
Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) en cada una de las  
muestras de suelos de los doce (12) Sitios Contaminados de la Cuenca  
Corrientes



**Tabla 1**

*Escala de colores y Clases de la determinación de Factor de Enriquecimiento (FE) aplicados*

Color	Valor	Clases	Grado de contaminación
	0	$I_{geo} \leq 0$	No contaminado
	1	$0 < I_{geo} < 1$	No contaminado a moderadamente contaminado
	2	$1 < I_{geo} < 2$	Moderadamente contaminado
	3	$2 < I_{geo} < 3$	De moderado a muy contaminado
	4	$3 < I_{geo} < 4$	Muy contaminado
	5	$4 < I_{geo} < 5$	De muy contaminado a extremadamente contaminado
	6	$5 < I_{geo} < 6$	Extremadamente contaminado

**Tabla 2**

*Determinación de Índice de Geoacumulación ( $I_{geo}$ ) para las concentraciones de suelo del Sitio S0107 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0107-S001-1.20	1.992	2.330	2.322	2.922	-0.661	3.099
S0107-S002-1.20	3.050	5.850	11.594	2.929	-0.661	3.627
S0107-S003-1.20	1.206	1.647	2.322	1.258	-0.661	2.535
S0107-S004-1.20	2.525	1.787	2.322	2.459	-0.661	2.810
S0107-S005-1.20	3.131	4.795	8.657	3.206	-0.661	3.705
S0107-S006-1.00	2.352	2.857	2.322	2.726	-0.661	2.745
S0107-S007-1.20	3.839	2.642	8.592	3.305	-0.661	3.506
S0107-S008-0.75	3.282	5.880	11.813	2.439	2.266	3.979
S0107-S009-1.20	2.632	2.364	2.322	3.182	-0.661	3.257
S0107-S010-1.20	2.818	7.384	14.919	2.743	4.203	5.985
S0107-S011-1.20	1.942	3.824	2.322	2.759	-0.661	2.979
S0107-S012-1.20	3.703	7.485	17.260	3.224	5.881	7.477
S0107-S013-1.00	4.227	7.691	17.668	3.657	6.373	8.681
S0107-S014-0.60	2.747	8.346	10.375	2.648	2.168	4.330
S0107-S014-3.30	2.601	5.814	8.483	2.675	-0.661	3.553
S0107-S014-5.10	2.545	7.820	14.590	3.662	3.469	5.649
S0107-S015-0.60	2.064	5.899	11.396	3.547	-0.661	3.219
S0107-S016-0.60	2.553	4.190	8.313	3.846	-0.661	3.357
S0107-S016-2.60	2.129	3.144	2.322	2.709	-0.661	2.861
S0107-S017-0.30	2.018	2.535	2.322	2.621	-0.661	3.140
S0107-S017-2.70	2.639	2.101	2.322	2.311	-0.661	2.885
S0107-S018-0.60	2.574	4.142	8.572	3.726	-0.661	4.002
S0107-S018-4.20	2.181	2.601	8.728	2.230	-0.661	3.248
S0107-S019-0.60	2.131	2.526	2.322	2.892	-0.661	3.312
S0107-S019-2.70	2.549	2.181	2.322	3.212	-0.661	3.778
S0107-S020-0.60	2.561	2.473	2.322	2.206	-0.661	3.209
S0107-S020-2.70	2.567	2.121	2.322	3.940	-0.661	2.798
S0107-S017-2.70	2.686	0.963	9.814	1.928	1.554	2.733
S0107-S021-0.60	2.216	0.872	2.320	1.904	-0.661	2.088
S0107-S021-1.50	1.652	0.699	2.320	0.975	-0.661	2.178
S0107-S022-0.60	2.270	3.626	11.358	2.041	-0.661	2.823
S0107-S022-1.50	3.183	8.934	15.384	2.439	3.676	6.378
S0107-S023-0.60	1.826	1.197	2.320	1.348	-0.661	2.118

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0107-S023-1.50	2.226	1.961	8.288	2.120	-0.661	2.504
S0107-S024-0.90	2.401	4.711	2.320	2.594	2.084	2.873
S0107-S024-1.80	2.160	3.633	2.320	2.509	-0.661	2.631
S0107-S025-0.60	1.978	3.674	10.358	2.068	-0.661	2.030
S0107-S025-1.50	1.622	3.970	9.873	2.509	-0.661	2.563
S0107-S026-0.90	3.294	0.567	2.320	3.566	-0.661	2.156
S0107-S026-1.50	1.749	1.538	2.320	1.845	-0.661	1.914
S0107-S006-1.00	3.492	2.403	9.814	2.284	2.032	2.703
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>2.520</b>	<b>3.687</b>	<b>6.885</b>	<b>2.663</b>	<b>0.322</b>	<b>3.449</b>

**Tabla 3**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0108 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0108-S018-2.70	3.184	1.976	9.814	2.073	5.276	2.296
S0108-S015-2.70	2.852	1.954	9.814	2.084	5.616	2.019
S0108-S001-1.20	2.058	2.765	10.514	1.874	5.541	2.421
S0108-S002-0.90	2.121	2.640	10.791	1.624	2.322	2.672
S0108-S003-0.60	2.460	2.095	2.322	2.358	2.322	2.270
S0108-S004-0.90	2.506	1.616	2.322	2.334	2.322	2.283
S0108-S005-0.60	2.290	3.282	10.964	1.939	2.322	3.384
S0108-S006-0.90	2.696	1.968	2.322	2.565	2.322	2.535
S0108-S007-0.90	2.414	1.757	2.322	2.261	2.322	2.174
S0108-S008-0.60	2.911	2.400	2.322	2.508	2.322	2.721
S0108-S009-0.60	2.696	2.126	2.322	2.261	2.322	2.513
S0108-S010-1.20	2.697	2.026	2.322	2.328	2.322	2.641
S0108-S011-0.90	2.687	2.219	2.322	2.465	2.322	2.546
S0108-S012-0.30	2.703	2.113	2.322	2.392	5.428	2.444
S0108-S013-0.30	2.593	1.965	2.322	2.222	2.322	2.384
S0108-S014-0.30	2.373	1.820	2.322	1.866	2.322	2.257
S0108-S015-0.60	1.897	2.832	2.322	2.696	2.322	2.824
S0108-S015-2.10	1.909	2.849	8.591	2.292	2.322	2.796
S0108-S015-3.30	2.113	2.497	2.322	2.346	2.322	2.468
S0108-S016-0.60	2.338	2.895	11.103	2.334	2.322	3.209
S0108-S016-2.70	3.543	2.511	2.322	3.041	2.322	3.033
S0108-S017-0.60	2.528	2.400	2.322	2.803	2.322	2.894
S0108-S017-2.70	2.561	1.975	2.322	2.381	2.322	2.672
S0108-S018-0.60	2.694	2.980	2.322	2.899	2.322	3.109
S0108-S018-2.10	2.899	2.489	2.322	2.634	4.932	2.824
S0108-S019-0.60	2.669	2.537	2.322	2.841	2.322	3.102
S0108-S019-2.70	1.754	2.790	2.322	2.415	2.322	2.641
S0108-S020-0.90	2.662	3.355	2.322	3.030	5.089	2.859
S0108-S020-3.30	1.395	2.519	10.894	1.764	2.322	1.970
S0108-S021-0.50	2.608	2.506	2.320	2.486	5.211	2.868
S0108-S021-2.00	2.568	2.409	2.320	2.524	4.908	3.160
S0108-S022-0.50	2.816	2.336	2.320	2.503	2.322	3.146
S0108-S022-1.50	2.886	2.330	2.320	2.513	2.322	3.025
S0108-S026-1.80	2.632	2.315	2.320	2.620	2.322	2.174
S0108-S027-0.90	2.241	2.068	2.320	2.465	2.322	2.479
S0108-S027-2.70	2.342	1.442	2.320	2.392	2.322	2.146
S0108-S028-0.60	2.606	2.017	2.320	2.732	2.322	2.731

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0108-S028-1.50	2.810	1.848	2.320	2.854	2.322	2.557
S0108-S023-0.90	2.462	2.357	9.425	2.677	2.322	2.335
S0108-S023-1.70	1.292	1.501	11.288	1.737	2.322	1.340
S0108-S024-0.90	2.879	3.294	2.320	2.534	5.729	3.524
S0108-S024-2.10	2.621	2.586	2.320	2.524	2.322	2.309
S0108-S025-0.60	2.199	2.497	10.136	2.375	2.322	2.759
S0108-S025-1.50	0.797	2.558	9.136	1.235	2.322	1.522
S0108-S026-0.90	2.449	2.314	2.320	2.513	2.322	2.456
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>2.454</b>	<b>2.350</b>	<b>4.424</b>	<b>2.385</b>	<b>2.918</b>	<b>2.589</b>

**Tabla 4**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0109 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0109-S001-0.90	3.297	3.494	2.322	3.868	5.046	3.842
S0109-S002-0.60	2.789	3.841	2.322	2.548	2.322	3.368
S0109-S003-0.90	2.452	1.875	2.322	1.331	2.322	2.847
S0109-S004-1.20	2.550	2.836	2.322	2.794	2.322	2.984
S0109-S005-0.90	2.852	5.063	2.322	3.226	2.322	4.031
S0109-S006-0.30	4.313	9.197	11.343	3.672	5.444	4.852
S0109-S007-0.30	3.171	7.226	8.897	3.439	5.068	4.228
S0109-S008-0.90	2.876	4.185	2.322	3.026	4.729	4.006
S0109-S009-0.60	2.927	9.470	10.664	2.487	5.001	4.334
S0109-S010-0.90	2.099	3.107	2.322	2.401	2.322	3.206
S0109-S010-1.20	2.297	3.199	2.322	2.577	2.322	3.079
S0109-S011-0.60	1.611	4.327	2.322	2.528	6.259	3.146
S0109-S012-0.90	1.316	3.058	2.322	2.662	2.322	3.123
S0109-S013-0.60	3.155	3.410	2.322	2.497	2.322	3.471
S0109-S013-2.70	0.983	4.085	2.322	2.445	2.322	3.381
S0109-S014-0.60	3.243	4.233	2.322	2.476	2.322	3.368
S0109-S014-2.10	2.626	4.049	2.322	2.883	5.920	3.567
S0109-S015-0.90	2.435	6.702	2.322	2.616	2.322	3.935
S0109-S015-2.70	3.407	4.084	2.322	3.334	2.322	3.944
S0109-S016-0.30	2.117	3.439	2.322	2.625	2.322	3.286
S0109-S016-2.70	2.316	3.085	2.322	2.616	2.322	3.647
S0109-S010-1.20	2.558	2.311	9.814	1.793	5.508	2.341
S0109-S004-1.20	2.740	1.243	9.814	2.150	5.433	2.372
S0109-S020-1.50	2.755	3.773	10.873	2.548	2.322	3.160
S0109-S021-0.60	2.878	3.937	2.320	2.915	2.322	3.484
S0109-S021-1.50	3.555	2.979	2.320	2.930	2.322	3.636
S0109-S017-0.60	1.382	3.519	2.320	1.947	2.322	2.611
S0109-S017-1.50	1.923	2.847	2.320	2.401	2.322	3.086
S0109-S018-0.60	1.943	3.282	2.320	2.356	2.322	2.921
S0109-S018-1.50	3.106	2.941	2.320	2.423	2.322	3.567
S0109-S019-1.20	2.730	6.105	2.320	3.523	2.322	4.064
S0109-S019-1.80	2.606	4.654	2.320	3.116	5.556	3.355
S0109-S020-0.60	2.692	3.237	2.320	2.497	2.322	3.175
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>2.597</b>	<b>4.085</b>	<b>3.760</b>	<b>2.686</b>	<b>3.254</b>	<b>3.437</b>

**Tabla 5**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0110 – Cuenca Corrientes*

<b>Código de Muestra</b>	<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
S0110-S001-0.50	3.815	3.358	9.814	2.014	2.549	0.843
S0110-S005-0.75	3.026	1.268	9.814	1.700	2.006	-0.731
S0110-S005-0.75	3.585	4.846	2.322	2.814	-0.288	-0.246
S0110-S001-0.50	3.356	3.442	2.322	2.074	-0.288	0.737
S0110-S002-0.50	1.619	1.250	2.322	0.613	-0.288	-0.839
S0110-S003-1.20	2.573	2.377	2.322	2.918	-0.288	-0.359
S0110-S004-0.50	2.548	2.632	2.322	1.244	-0.288	0.093
S0110-S006-0.30	2.683	2.899	2.322	1.658	-0.288	0.339
S0110-S007-0.50	1.983	1.950	2.322	0.943	-0.288	-0.465
S0110-S008-1.00	2.148	2.035	2.322	1.838	-0.288	-0.308
S0110-S009-0.50	2.070	2.837	2.322	1.289	-0.288	0.190
S0110-S010-1.00	2.092	1.852	2.322	1.575	-0.288	-0.065
S0110-S011-0.25	2.833	3.069	2.322	1.693	-0.288	0.325
S0110-S012-0.30	2.598	2.672	2.322	1.562	-0.288	0.252
S0110-S013-1.20	2.589	2.368	2.322	1.670	-0.288	-0.030
S0110-S014-0.60	2.383	2.965	2.322	1.777	-0.288	0.006
S0110-S015-0.90	2.789	2.859	2.322	2.061	-0.288	0.279
S0110-S016-0.30	3.263	3.346	2.322	2.074	-0.288	0.694
S0110-S017-1.20	3.816	2.881	2.322	2.161	-0.288	0.140
S0110-S017-3.60	2.538	2.243	2.322	1.665	-0.288	-0.225
S0110-S018-0.60	1.485	1.918	2.322	1.873	-0.288	-0.622
S0110-S018-3.00	2.031	2.107	2.322	2.278	-0.288	-0.331
S0110-S019-0.30	1.977	2.906	2.322	1.238	-0.288	0.205
S0110-S019-4.20	2.617	2.762	2.322	0.730	-0.288	-0.297
S0110-S020-0.30	2.414	2.467	2.322	1.366	-0.288	0.025
S0110-S020-4.00	-1.375	1.897	2.322	0.949	-0.288	-0.608
S0110-S021-0.60	2.422	3.432	2.322	1.780	-0.288	0.906
S0110-S021-3.30	-1.655	-0.109	2.322	0.527	-0.288	-1.813
S0110-S022-0.60	2.124	2.966	2.322	1.442	-0.288	0.778
S0110-S022-4.20	3.651	2.958	2.322	2.209	-0.288	1.023
S0110-S023-0.90	2.310	3.027	2.322	1.925	-0.288	-0.015
S0110-S023-4.20	2.593	1.677	2.322	1.550	-0.288	-0.417
S0110-S024-0.60	2.241	2.046	2.322	2.244	-0.288	-0.255
S0110-S024-3.60	2.176	2.529	2.322	2.125	-0.288	-0.295
S0110-S025-0.30	3.379	3.357	2.322	2.354	-0.288	0.896
S0110-S025-3.60	-1.695	0.858	2.322	0.285	-0.288	-0.738
S0110-S026-0.60	2.972	3.154	2.322	2.267	-0.288	0.819
S0110-S026-3.00	-0.184	3.312	9.763	1.911	-0.288	0.186
S0110-S027-0.60	2.327	2.520	2.320	2.125	-0.288	-0.207
S0110-S027-1.50	3.014	5.209	2.320	1.776	2.322	0.819
S0110-S028-0.60	2.303	3.029	2.320	1.574	-0.288	0.189
S0110-S028-1.50	0.542	1.280	2.320	0.258	-0.288	-0.764
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>2.190</b>	<b>2.582</b>	<b>2.856</b>	<b>1.670</b>	<b>-0.104</b>	<b>0.003</b>

**Tabla 6**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0111 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0111-S001-0.60	2.212	3.484	9.140	2.407	2.322	3.546
S0111-S002-0.90	2.225	6.230	10.140	2.487	2.322	3.048
S0111-S002-0.90	2.189	7.391	11.517	1.409	7.035	3.433
S0111-S002-1.20	2.325	3.433	9.547	3.491	2.322	3.097
S0111-S003-0.60	2.672	3.602	2.322	2.838	2.322	3.992
S0111-S004-1.20	0.558	5.878	8.757	1.203	2.322	2.265
S0111-S005-0.90	1.620	3.821	8.382	2.431	2.322	2.898
S0111-S006-0.60	2.284	3.462	2.322	2.717	2.322	2.850
S0111-S007-0.60	2.479	3.943	10.143	2.621	2.322	2.677
S0111-S007-3.30	2.353	3.278	8.415	2.471	2.322	2.322
S0111-S008-0.90	2.337	2.737	2.322	2.820	2.322	2.720
S0111-S008-2.70	2.788	2.943	2.322	2.607	2.322	2.552
S0111-S009-0.60	1.901	2.513	8.287	2.503	2.322	3.251
S0111-S009-2.70	2.643	2.987	2.322	3.027	2.322	2.504
S0111-S010-0.90	2.290	3.865	9.077	2.455	2.322	2.322
S0111-S010-3.30	2.374	4.869	11.166	2.927	2.322	2.516
S0111-S010-5.10	1.917	6.077	10.853	3.016	2.322	2.740
S0111-S011-0.90	2.132	2.772	8.769	1.697	4.908	2.294
S0111-S012-0.90	1.476	2.877	8.724	2.155	5.001	2.576
S0111-S014-0.90	2.830	2.844	2.320	2.194	2.322	2.666
S0111-S014-1.50	2.517	3.208	2.320	1.933	2.322	2.026
S0111-S015-0.60	2.051	4.490	10.551	2.184	2.322	2.934
S0111-S015-1.20	2.407	3.440	9.136	2.095	2.322	2.943
S0111-S013-0.60	2.592	3.154	8.897	2.322	5.046	3.022
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>2.215</b>	<b>3.887</b>	<b>7.406</b>	<b>2.417</b>	<b>2.851</b>	<b>2.800</b>

**Tabla 7**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0112 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0112-S001-1.20	1.527	3.252	1.482	3.176	2.322	2.624
S0112-S002-1.20	2.135	2.738	2.992	3.422	5.542	2.768
S0112-S002-1.20	2.598	3.146	2.761	4.353	2.322	3.948
S0112-S003-1.20	2.927	4.063	3.273	4.254	5.191	3.888
S0112-S004-1.20	0.734	0.700	-4.500	6.020	5.068	2.390
S0112-S005-1.20	0.872	0.691	-4.500	6.068	5.323	1.848
S0112-S006-0.60	0.648	2.738	1.489	2.466	2.322	0.979
S0112-S007-1.20	2.736	4.031	4.013	3.953	2.322	3.336
S0112-S008-1.20	3.110	3.898	4.049	4.118	2.322	3.578
S0112-S009-1.20	3.794	4.233	3.526	4.290	4.809	5.672
S0112-S010-1.20	2.560	3.379	4.057	3.654	2.322	3.536
S0112-S011-1.20	3.276	4.126	4.215	3.511	2.322	3.989
S0112-S012-1.20	2.907	3.947	4.551	3.842	4.645	3.265
S0112-S013-1.20	3.035	3.809	3.816	4.296	2.322	3.423
S0112-S014-1.20	2.203	2.511	-4.500	2.147	2.322	2.542
S0112-S015-1.20	3.267	3.203	3.843	3.495	2.322	3.770

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0112-S016-1.50	3.076	3.203	3.787	3.309	2.322	3.749
S0112-S017-0.90	3.744	3.776	3.731	3.309	2.322	5.336
S0112-S018-1.20	3.807	3.490	4.001	3.528	4.729	5.765
S0112-S019-1.20	2.734	3.515	3.362	3.059	2.322	3.652
S0112-S020-1.20	2.315	1.837	-4.500	3.051	2.322	2.613
S0112-S021-1.20	2.974	7.422	7.335	3.466	7.917	6.594
S0112-S022-0.60	1.839	5.609	3.904	5.352	2.322	3.898
S0112-S023-0.60	2.276	2.862	2.165	4.290	2.322	3.045
S0112-S023-3.30	2.028	2.526	2.542	4.497	2.322	3.045
S0112-S023-3.30	1.773	2.166	2.992	5.475	5.595	3.487
S0112-S023-5.10	1.713	2.163	1.819	2.161	2.322	2.733
S0112-S024-0.30	2.222	2.955	2.087	4.158	2.322	3.151
S0112-S024-2.10	2.161	3.242	2.178	4.696	2.322	3.235
S0112-S024-4.50	2.491	1.885	-4.500	2.957	2.322	2.214
S0112-S025-0.60	3.116	4.325	4.257	3.723	2.322	3.175
S0112-S025-4.50	2.466	4.513	3.393	4.611	5.001	3.554
S0112-S025-4.50	2.454	4.558	3.306	4.014	5.670	3.388
S0112-S025-5.70	2.752	2.926	-4.500	2.907	2.322	2.993
S0112-S026-0.90	3.003	4.282	3.682	3.881	2.322	3.350
S0112-S026-2.10	3.402	4.228	4.030	3.539	4.859	3.468
S0112-S026-6.30	3.209	2.704	-4.500	2.881	2.322	3.078
S0112-S027-0.90	3.342	3.997	4.249	4.767	5.743	3.825
S0112-S027-3.30	3.291	4.027	3.962	3.237	2.322	3.350
S0112-S027-5.70	2.575	2.777	-4.500	2.176	2.322	2.635
S0112-S028-0.60	2.902	3.054	3.316	3.443	2.322	3.308
S0112-S028-3.30	3.353	3.623	3.631	3.511	2.322	3.462
S0112-S028-3.30	2.400	3.043	3.223	3.428	5.404	3.186
S0112-S028-6.30	2.020	2.817	-4.500	2.511	2.322	2.744
S0112-S029-0.60	2.393	3.837	3.198	4.907	2.322	2.744
S0112-S029-1.80	2.305	3.770	2.981	5.072	2.322	2.723
S0112-S029-4.80	2.203	2.813	2.013	5.236	2.322	2.566
S0112-S030-0.90	3.051	3.969	4.127	3.408	2.322	2.723
S0112-S030-3.30	2.902	3.664	3.606	3.751	2.322	2.647
S0112-S030-4.50	2.757	3.950	3.334	3.903	2.322	2.647
S0112-S031-0.60	2.930	3.608	3.513	4.649	2.322	3.235
S0112-S031-2.10	3.144	3.566	3.071	4.005	2.322	3.500
S0112-S031-2.10	2.779	3.449	3.642	3.826	5.434	3.232
S0112-S031-5.10	2.814	2.234	3.287	2.756	2.322	2.723
S0112-S032-0.90	2.968	3.784	3.981	3.396	4.932	2.613
S0112-S032-2.10	3.030	3.908	4.100	3.426	2.322	2.658
S0112-S032-5.10	2.188	2.152	-4.500	2.932	2.322	2.404
S0112-S033-0.90	3.000	3.909	3.968	3.270	2.322	2.601
S0112-S033-2.10	0.409	3.420	-4.500	6.030	5.444	3.078
S0112-S034-0.90	2.451	2.757	1.769	3.449	2.322	2.680
S0112-S034-3.30	0.702	2.607	2.924	1.936	2.322	1.849
S0112-S034-4.50	1.466	2.555	1.785	2.669	2.322	2.363
S0112-S035-0.90	2.402	2.967	2.776	3.483	2.322	2.647
S0112-S035-1.50	2.497	2.566	1.965	3.196	2.322	2.443
S0112-S035-4.50	2.560	2.702	-4.500	2.981	2.322	2.566
S0112-S036-0.90	2.834	3.978	4.082	4.107	2.322	2.542
S0112-S036-2.10	2.817	3.500	3.806	4.013	2.322	2.554
S0112-S036-5.10	2.957	2.509	-4.500	3.608	2.322	3.350

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0112-S037-0.90	2.762	3.159	3.187	3.788	2.322	2.864
S0112-S039-0.60	2.694	4.222	2.144	3.378	2.322	3.390
S0112-S039-0.90	2.914	3.878	2.314	3.359	2.322	3.135
S0112-S040-1.50	2.577	5.226	2.314	2.965	2.322	3.062
S0112-S040-2.00	2.879	3.344	3.051	2.924	2.322	3.095
S0112-S041-0.90	2.900	3.280	2.466	4.147	2.322	3.397
S0112-S041-1.50	3.045	3.243	3.051	3.577	2.322	3.272
S0112-S042-1.20	3.032	3.835	3.729	3.539	2.322	3.384
S0112-S042-2.10	2.893	3.437	3.144	3.634	2.322	3.190
S0112-S043-0.90	3.084	4.196	4.051	3.378	2.322	3.127
S0112-S043-2.00	3.110	3.643	4.232	3.059	2.322	2.984
S0112-S044-0.60	2.500	2.986	2.845	3.483	4.702	3.272
S0112-S044-1.50	2.542	2.989	3.144	3.907	4.884	3.182
S0112-S045-0.60	2.734	3.296	3.536	3.797	4.674	3.243
S0112-S045-1.50	2.653	3.321	3.314	4.013	2.322	3.257
S0112-S046-0.60	2.301	3.144	3.144	3.737	6.444	3.087
S0112-S046-1.80	2.138	2.846	2.144	3.868	5.834	2.902
S0112-S047-0.90	0.007	2.987	1.466	6.605	2.322	4.346
S0112-S047-2.10	2.631	3.175	2.952	3.890	2.322	2.855
S0112-S037-2.10	2.589	2.783	-4.500	3.613	4.809	3.475
S0112-S037-4.70	2.609	1.848	-4.500	3.378	2.322	2.123
S0112-S038-1.20	3.005	3.340	3.172	3.044	2.322	2.530
S0112-S038-2.40	3.096	3.166	3.080	3.074	2.322	2.635
S0112-S038-5.40	2.557	1.556	-4.500	2.774	2.322	2.336
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>2.572</b>	<b>3.316</b>	<b>1.907</b>	<b>3.717</b>	<b>3.075</b>	<b>3.139</b>

**Tabla 8**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0113 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0113-S001-1.20	1.832	3.615	2.322	1.705	-0.661	2.347
S0113-S002-1.20	3.725	8.222	10.688	1.705	2.208	3.115
S0113-S002-1.20	5.417	10.603	13.751	5.226	4.534	5.949
S0113-S003-0.90	3.633	9.632	11.868	3.729	2.838	4.035
S0113-S004-1.20	2.644	1.669	7.229	2.712	2.428	2.571
S0113-S005-0.90	1.535	1.855	6.421	1.733	2.127	1.290
S0113-S006-1.20	3.342	8.538	11.119	2.745	3.007	3.497
S0113-S007-0.30	5.474	10.574	12.133	3.832	4.371	5.807
S0113-S008-1.20	2.633	3.684	7.175	2.220	2.041	2.401
S0113-S009-1.20	1.652	3.749	8.669	1.034	1.410	2.766
S0113-S010-1.20	3.419	5.754	9.013	2.720	2.526	3.897
S0113-S011-1.20	2.400	3.370	6.739	2.855	3.228	2.156
S0113-S012-1.20	2.437	3.448	7.091	2.184	1.800	2.809
S0113-S013-1.20	2.348	1.680	7.020	2.761	2.266	2.311
S0113-S014-1.20	1.273	1.487	6.643	1.593	1.410	2.584
S0113-S015-1.20	2.211	2.580	6.841	2.333	2.603	1.945
S0113-S016-1.20	4.553	9.906	12.893	3.417	3.625	5.038
S0113-S017-0.90	6.554	10.294	15.420	5.718	5.524	7.186
S0113-S018-0.90	2.843	3.662	2.322	1.323	-0.661	2.044
S0113-S018-3.60	4.734	6.618	8.412	3.085	-0.661	2.008
S0113-S019-0.90	5.135	10.426	13.434	3.968	3.565	5.570

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0113-S019-2.70	3.725	2.311	9.814	0.811	1.139	2.217
S0113-S019-2.70	1.880	3.131	2.322	1.505	-0.661	2.781
S0113-S020-0.90	2.633	8.253	10.410	1.568	-0.661	3.210
S0113-S020-3.30	2.510	4.924	9.231	1.539	-0.661	3.167
S0113-S021-0.90	4.696	10.014	13.330	4.056	3.358	5.178
S0113-S021-3.30	2.976	5.404	2.322	2.497	-0.661	3.370
S0113-S022-0.60	2.898	3.046	2.322	2.487	-0.661	2.823
S0113-S022-3.90	2.786	2.205	2.322	1.209	-0.661	2.380
S0113-S023-0.60	3.335	6.723	9.061	3.178	2.494	2.904
S0113-S023-3.90	4.578	3.292	2.322	2.608	-0.661	4.029
S0113-S024-0.30	3.413	5.905	2.322	2.136	-0.661	3.557
S0113-S028-0.60	2.281	2.389	2.320	2.333	-0.661	2.077
S0113-S028-1.50	2.196	2.111	2.320	2.354	-0.661	2.795
S0113-S029-0.60	3.544	5.435	2.320	3.098	-0.661	3.949
S0113-S029-1.50	3.655	6.873	2.320	2.921	-0.661	2.980
S0113-S030-0.60	1.993	1.391	2.320	2.344	-0.661	1.731
S0113-S030-1.50	2.091	1.466	2.320	3.166	-0.661	2.223
S0113-S025-0.60	2.976	2.246	2.320	2.599	-0.281	2.582
S0113-S025-1.50	3.114	1.226	2.320	2.311	-0.661	2.652
S0113-S026-0.60	4.384	9.155	12.010	4.032	0.478	4.431
S0113-S026-1.50	3.450	5.399	2.320	3.220	-0.661	2.809
S0113-S027-0.60	3.776	3.957	2.320	3.266	-0.661	3.654
S0113-S027-1.50	2.871	2.298	2.320	2.467	-0.661	2.453
S0113-S030-1.50	3.725	1.015	9.814	2.672	2.210	2.484
S0113-S024-3.90	3.261	6.082	2.322	2.266	-0.661	3.532
S0113-S024-7.20	3.196	3.285	2.322	1.790	-0.661	2.968
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>3.229</b>	<b>4.913</b>	<b>6.489</b>	<b>2.618</b>	<b>0.972</b>	<b>3.197</b>

**Tabla 9**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0114 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0114-S001-1.20	3.260	3.041	-2.654	2.690	-0.750	3.684
S0114-S002-1.20	3.023	2.406	2.225	2.769	2.079	3.269
S0114-S003-1.20	0.403	2.284	-2.654	1.556	-0.750	3.321
S0114-S004-1.20	2.053	3.642	2.959	2.106	1.252	3.528
S0114-S005-0.90	2.569	4.489	3.278	2.399	1.974	3.396
S0114-S006-1.20	3.064	2.897	2.174	3.268	1.930	3.483
S0114-S007-1.20	3.056	3.236	2.512	2.807	2.252	3.310
S0114-S008-0.60	2.947	3.375	2.182	2.574	2.196	3.207
S0114-S009-1.20	0.766	2.158	3.202	1.481	0.684	2.478
S0114-S010-0.60	2.426	4.386	3.740	2.788	2.178	3.547
S0114-S011-1.20	2.155	3.945	1.961	2.459	1.421	3.501
S0114-S012-1.20	4.210	3.840	3.081	3.779	2.322	3.917
S0114-S013-1.20	2.499	3.538	-2.654	3.087	-0.750	3.708
S0114-S014-0.90	2.221	3.112	2.352	2.295	1.658	3.176
S0114-S015-0.90	3.232	3.479	2.507	2.844	1.711	3.809
S0114-S016-0.90	3.960	3.193	2.519	3.628	1.996	4.134
S0114-S017-0.90	2.558	2.979	2.243	2.018	1.389	8.103
S0114-S018-1.20	2.426	4.137	4.231	2.157	0.788	3.596
S0114-S019-1.20	2.603	3.498	3.462	1.695	1.017	3.795



Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0114-S020-0.90	2.875	3.266	2.185	2.826	1.837	3.781
S0114-S021-0.90	2.819	3.018	2.128	2.907	2.139	3.434
S0114-S022-1.20	4.040	5.782	4.938	2.680	2.059	4.017
S0114-S023-0.90	3.838	4.293	3.295	2.807	1.974	4.654
S0114-S024-0.90	3.814	5.249	4.288	2.670	2.038	5.888
S0114-S026-1.20	4.191	5.063	3.750	3.220	2.287	5.356
S0114-S027-1.20	3.505	3.537	2.725	2.760	2.158	4.242
S0114-S028-0.90	3.096	3.740	2.042	2.916	1.907	4.100
S0114-S029-0.60	3.673	2.581	-2.654	2.740	-0.750	3.878
S0114-S029-3.30	3.445	2.809	-2.654	2.596	-0.750	3.466
S0114-S030-0.60	0.438	2.507	-2.654	2.199	-0.750	3.426
S0114-S030-3.60	0.330	4.364	3.702	4.399	-0.750	3.268
S0114-S031-0.60	1.798	2.816	-2.654	2.495	-0.750	3.497
S0114-S031-2.70	2.438	6.690	4.934	4.231	-0.750	4.065
S0114-S032-0.90	2.819	2.738	-2.654	3.080	1.658	3.137
S0114-S032-3.30	2.322	2.062	-2.654	2.046	-0.750	3.212
S0114-S033-0.60	2.647	3.253	-2.654	2.483	-0.750	3.757
S0114-S033-1.80	2.253	5.074	4.956	2.447	-0.750	5.053
S0114-S034-0.60	1.685	3.284	-2.654	2.227	-0.750	3.359
S0114-S034-3.00	1.480	3.611	5.116	1.326	-0.750	3.354
S0114-S035-0.60	2.362	3.316	-2.654	3.155	-0.750	3.761
S0114-S035-2.70	2.413	4.527	3.310	2.779	1.630	3.891
S0114-S036-0.60	1.708	3.160	2.105	1.943	0.684	3.532
S0114-S036-3.00	0.750	3.086	-2.654	1.065	-0.750	2.460
S0114-S037-0.60	4.723	3.011	-2.654	3.220	-0.750	3.767
S0114-S037-1.50	3.040	2.959	-2.654	3.000	-0.750	3.576
S0114-S037-3.30	3.517	2.233	-2.654	3.392	-0.750	3.353
S0114-S038-0.90	3.750	6.046	-2.654	3.008	-0.750	9.145
S0114-S038-1.50	3.998	3.360	-2.654	3.784	-0.750	4.178
S0114-S038-3.30	2.592	4.336	-2.654	2.282	-0.750	3.605
S0114-S039-0.60	3.295	3.395	-2.654	2.826	-0.750	3.891
S0114-S039-2.70	3.893	2.837	-2.654	2.710	-0.750	3.891
S0114-S040-0.90	3.023	3.133	-2.654	2.710	-0.750	3.684
S0114-S040-1.50	3.239	3.613	-2.654	2.740	-0.750	4.199
S0114-S040-3.60	3.647	6.009	4.325	3.459	-0.750	4.221
S0114-S041-0.30	3.720	4.139	-2.654	2.552	2.322	4.426
S0114-S041-3.30	4.712	5.725	-2.654	1.376	-0.750	4.145
S0114-S042-0.90	5.644	5.042	-2.654	2.720	-0.750	3.767
S0114-S042-3.30	5.046	4.616	-2.654	2.309	-0.750	3.851
S0114-S043-0.90	3.775	4.517	-2.654	2.769	-0.750	5.005
S0114-S043-3.30	3.239	2.580	-2.654	2.268	-0.750	3.509
S0114-S044-0.90	3.135	5.601	-2.654	2.309	1.658	4.293
S0114-S044-3.30	3.260	4.646	3.915	2.335	1.602	3.680
S0114-S045-0.60	3.165	2.803	-2.654	3.008	4.154	3.231
S0114-S045-3.90	3.007	4.455	-2.654	1.733	2.017	4.638
S0114-S046-0.90	3.368	3.992	-2.654	2.826	-0.750	3.452
S0114-S046-3.90	3.239	2.272	-2.654	2.423	-0.750	3.449
S0114-S047-0.60	3.558	5.938	-2.654	2.471	2.750	3.447
S0114-S047-3.60	3.210	3.334	-2.654	2.335	-0.750	4.303
S0114-S048-0.60	3.824	2.707	-2.654	2.660	-0.750	3.968
S0114-S048-3.60	4.143	1.722	-2.654	2.104	-0.750	3.930
S0114-S049-0.60	3.413	3.330	-2.654	2.807	-0.750	4.622

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0114-S049-3.60	3.394	3.479	-2.654	3.170	-0.750	4.489
S0114-S049-4.80	4.084	3.521	-2.654	2.798	1.952	3.891
S0114-S025-0.90	3.694	4.136	3.038	2.844	2.038	5.257
S0114-S024-0.90	4.196	5.155	4.838	2.149	2.139	5.729
S0114-S026-1.20	4.197	5.051	4.838	2.502	2.549	5.472
S0114-S007-1.20	3.739	2.805	4.838	2.070	2.057	3.424
S0114-S008-0.60	3.739	3.088	4.838	2.384	2.011	3.759
S0114-S010-0.60	3.739	4.238	4.838	2.330	2.121	3.446
S0114-S050-0.60	1.828	2.773	-2.655	2.639	-0.750	3.404
S0114-S050-1.50	-0.835	0.972	3.575	0.990	-0.750	2.677
S0114-S051-0.60	2.964	3.496	-2.655	3.184	-0.750	3.498
S0114-S051-1.50	3.720	2.928	-2.655	3.769	-0.750	3.630
S0114-S052-0.60	3.135	3.958	-2.655	2.171	-0.750	3.837
S0114-S052-1.50	2.720	3.215	-2.655	2.023	-0.750	3.709
S0114-S053-0.60	3.630	4.245	-2.655	3.335	-0.750	4.199
S0114-S053-1.50	4.143	3.506	-2.655	3.309	-0.750	3.993
S0114-S054-0.60	3.267	2.419	-2.655	2.670	-0.750	3.764
S0114-S054-1.50	3.750	3.059	-2.655	2.710	-0.750	3.917
S0114-S055-0.60	3.968	5.596	-2.655	2.853	-0.750	5.670
S0114-S055-1.80	3.814	5.844	-2.655	2.750	-0.750	5.570
S0114-S051-1.50	4.223	2.655	4.838	3.289	1.972	3.771
S0114-S053-1.50	4.657	3.337	4.838	2.944	2.615	4.210
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>3.098</b>	<b>3.670</b>	<b>0.052</b>	<b>2.639</b>	<b>0.462</b>	<b>3.980</b>

**Tabla 10**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0115 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0115-S029-7.20	4.257	10.776	11.423	5.563	7.301	6.035
S0115-S001-1.20	1.862	3.126	6.836	2.308	4.171	2.340
S0115-S002-1.20	2.121	3.885	7.022	2.627	4.674	3.101
S0115-S003-1.20	1.328	3.831	7.292	1.582	3.956	1.710
S0115-S004-1.20	3.505	3.371	7.918	2.841	4.046	3.023
S0115-S005-1.20	2.102	3.196	6.914	2.798	5.110	2.895
S0115-S006-1.20	2.478	6.088	9.219	2.841	5.525	3.123
S0115-S007-1.20	1.876	3.471	7.106	2.086	4.089	2.978
S0115-S008-0.30	1.703	6.287	8.768	1.990	4.859	2.971
S0115-S009-1.20	2.465	3.108	6.888	2.460	3.702	3.036
S0115-S010-1.20	3.102	2.928	7.056	3.081	5.305	2.975
S0115-S011-1.20	2.556	3.623	2.322	2.732	2.322	3.259
S0115-S012-1.20	3.094	1.793	7.375	1.963	3.249	3.108
S0115-S013-1.20	3.317	3.782	7.465	2.590	4.394	3.401
S0115-S014-1.20	2.593	4.027	2.322	2.324	2.322	3.203
S0115-S015-0.90	2.173	4.018	2.322	1.780	2.322	2.472
S0115-S016-1.20	2.312	3.509	2.322	2.419	5.674	2.840
S0115-S017-1.20	1.890	2.812	2.322	2.176	2.322	2.628
S0115-S018-0.60	1.664	4.721	2.322	2.073	2.322	2.631
S0115-S019-0.60	3.641	6.562	2.322	2.809	2.322	3.760
S0115-S020-0.90	3.749	8.415	10.107	2.851	2.322	4.332
S0115-S021-1.20	2.605	1.934	6.267	2.419	4.323	2.209
S0115-S022-0.60	3.085	9.478	2.322	2.639	2.322	4.160

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0115-S023-1.20	3.303	3.758	8.181	3.008	5.131	3.597
S0115-S024-1.20	2.043	1.453	6.186	2.639	5.191	2.729
S0115-S025-1.20	2.556	2.152	6.271	3.116	5.461	3.048
S0115-S026-1.20	2.175	2.699	6.577	2.376	4.394	3.082
S0115-S027-0.90	2.424	2.550	2.322	2.514	2.322	2.691
S0115-S027-3.60	4.257	5.788	2.322	2.106	2.322	2.936
S0115-S028-0.90	2.184	4.704	2.322	2.861	2.322	3.259
S0115-S028-4.20	0.848	4.607	9.338	1.705	2.322	2.905
S0115-S029-0.90	2.850	5.898	2.322	2.766	4.956	3.618
S0115-S029-3.00	3.068	6.310	2.322	2.882	4.956	3.906
S0115-S030-1.20	2.556	4.707	2.322	2.514	2.322	3.438
S0115-S030-6.00	2.860	5.679	2.322	2.892	5.716	3.351
S0115-S031-0.90	1.793	1.471	2.322	2.721	2.322	2.539
S0115-S031-4.20	1.941	1.591	2.322	1.762	2.322	2.824
S0115-S032-0.60	3.161	4.479	2.322	1.560	2.322	3.940
S0115-S032-3.90	3.094	3.554	2.322	1.053	2.322	2.993
S0115-S033-0.90	2.207	4.161	2.322	2.851	4.956	3.299
S0115-S033-4.20	4.989	2.568	2.322	2.686	2.322	2.781
S0115-S034-0.90	1.057	4.758	2.322	1.879	2.322	2.721
S0115-S034-4.20	0.868	4.440	2.322	1.830	2.322	2.686
S0115-S035-0.60	3.210	4.849	2.322	2.787	2.322	3.660
S0115-S035-3.00	-0.857	1.437	2.322	0.671	2.322	1.639
S0115-S036-0.90	3.505	4.812	2.322	2.698	2.322	4.182
S0115-S036-3.30	3.068	3.376	2.322	2.675	2.322	3.542
S0115-S036-6.30	2.010	2.598	2.322	2.627	2.322	2.859
S0115-S037-0.90	2.798	5.581	2.322	3.405	5.024	2.837
S0115-S037-3.00	1.958	2.197	2.322	1.903	2.322	2.763
S0115-S037-6.00	1.827	1.571	2.322	2.419	2.322	2.836
S0115-S038-1.20	1.413	2.704	2.322	1.887	2.322	2.932
S0115-S038-3.60	3.059	2.116	2.322	1.972	2.322	2.950
S0115-S039-1.20	3.303	9.568	11.373	3.027	5.046	4.389
S0115-S039-4.20	5.546	10.306	14.194	5.559	8.771	8.634
S0115-S039-6.00	2.733	6.936	2.322	2.405	2.322	3.139
S0115-S040-0.90	3.492	4.213	2.322	2.351	2.322	3.462
S0115-S040-4.20	3.145	2.275	2.322	1.495	2.322	3.721
S0115-S041-0.60	3.653	9.750	11.941	3.063	5.956	4.407
S0115-S041-1.80	3.537	8.797	10.848	2.820	5.287	3.798
S0115-S041-5.00	5.582	11.213	14.316	4.902	8.446	6.930
S0115-S042-0.60	2.910	6.319	2.322	2.405	2.322	3.564
S0115-S042-1.80	7.672	4.181	9.799	2.527	2.322	8.271
S0115-S042-3.00	2.699	2.134	2.322	1.413	2.322	2.659
S0115-S043-0.90	3.383	7.736	10.518	3.621	6.485	3.974
S0115-S043-2.40	0.835	5.483	2.322	1.700	2.322	2.882
S0115-S043-4.20	2.798	3.101	2.322	3.271	5.131	3.231
S0115-S044-0.60	2.653	3.754	2.322	2.514	2.322	3.132
S0115-S044-2.40	2.556	5.261	2.322	3.018	2.322	3.134
S0115-S044-5.40	0.844	6.086	9.860	2.651	2.322	2.715
S0115-S045-0.90	2.518	4.609	2.322	2.132	2.322	2.929
S0115-S045-3.00	2.530	4.238	2.322	2.244	2.322	3.014
S0115-S046-0.30	3.170	3.781	2.322	2.136	2.322	3.090
S0115-S046-1.80	3.005	4.330	2.322	2.244	2.322	2.851
S0115-S046-4.20	1.912	5.512	2.322	2.063	2.322	3.629

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0115-S015-0.90	3.869	3.501	9.814	1.668	5.083	2.573
S0115-S019-0.60	3.869	6.556	9.814	2.436	5.477	3.789
S0115-S022-0.60	3.869	7.163	9.814	1.828	4.827	3.420
S0115-S014-1.20	3.869	3.602	9.814	1.746	4.598	3.032
S0115-S047-0.60	2.949	2.098	2.320	2.809	2.322	2.597
S0115-S047-1.50	3.178	1.992	2.320	2.627	2.322	2.811
S0115-S048-0.60	3.041	5.430	8.773	2.820	4.674	3.299
S0115-S048-1.50	2.170	2.590	2.320	2.851	2.322	2.790
S0115-S049-0.90	3.445	2.389	2.320	2.578	2.322	2.786
S0115-S049-1.50	3.505	2.360	2.320	2.639	2.322	2.971
S0115-S050-0.60	3.465	2.766	2.320	2.798	2.322	2.396
S0115-S050-1.50	4.198	3.452	2.320	3.208	2.322	2.379
S0115-S049-1.50	3.869	2.296	9.814	2.269	5.820	3.206
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>2.812</b>	<b>4.421</b>	<b>4.889</b>	<b>2.518</b>	<b>3.525</b>	<b>3.299</b>

**Tabla 11**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0116 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0116-S001-1.20	1.823	1.310	2.322	2.537	5.493	1.982
S0116-S002-1.20	1.601	1.245	2.322	2.242	6.161	1.897
S0116-S003-1.20	1.812	1.333	2.322	2.360	2.322	2.338
S0116-S004-1.20	2.239	1.461	2.322	2.537	2.322	2.215
S0116-S005-1.20	3.489	5.988	2.322	2.926	5.316	2.801
S0116-S005-1.20	2.759	6.183	9.814	2.460	4.809	2.977
S0116-S006-0.60	2.692	9.229	2.322	1.858	4.702	3.853
S0116-S007-1.20	3.075	1.645	10.805	2.747	4.674	2.302
S0116-S008-1.20	2.765	1.684	2.322	2.180	2.322	2.346
S0116-S009-1.20	3.005	1.058	2.322	1.534	4.122	2.172
S0116-S009-1.20	2.036	1.442	9.814	1.897	2.322	2.207
S0116-S010-0.60	1.765	6.937	2.322	1.314	2.322	3.351
S0116-S010-1.80	3.852	3.868	9.161	3.570	2.322	3.074
S0116-S011-0.90	2.519	1.641	2.322	2.114	2.322	2.248
S0116-S011-3.00	3.533	5.632	2.322	2.069	2.322	3.671
S0116-S012-0.90	2.512	8.885	2.322	2.080	5.024	3.663
S0116-S012-3.30	0.154	1.959	10.374	1.123	2.322	1.451
S0116-S013-0.90	2.306	3.727	2.322	2.010	2.322	2.293
S0116-S013-3.60	5.014	4.553	2.322	2.136	2.322	3.839
S0116-S014-0.60	2.829	8.164	2.322	2.370	4.908	3.616
S0116-S014-2.70	1.481	3.863	9.891	2.351	6.548	2.939
S0116-S015-0.90	1.912	3.895	2.322	2.360	2.322	2.887
S0116-S015-2.70	2.289	2.639	2.322	2.332	2.322	2.965
S0116-S016-0.90	2.928	3.316	2.322	2.253	2.322	2.641
S0116-S016-3.00	3.479	3.066	2.322	2.434	2.322	2.769
S0116-S021-0.60	2.230	1.384	8.812	2.283	2.322	1.810
S0116-S021-1.50	3.104	1.963	2.320	2.657	2.322	2.477
S0116-S022-0.60	2.918	1.752	2.320	2.782	2.322	2.005
S0116-S022-1.50	3.334	1.136	2.320	2.673	2.322	2.217
S0116-S023-0.60	2.362	0.985	2.320	2.650	2.908	1.838
S0116-S023-1.50	2.685	1.607	2.320	2.512	2.322	2.625
S0116-S018-0.60	1.370	5.429	2.320	1.936	2.322	2.654

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0116-S018-1.50	0.272	1.622	2.320	0.803	2.322	2.226
S0116-S019-0.60	2.975	2.925	2.320	2.884	2.322	3.051
S0116-S019-1.50	2.692	2.672	2.320	3.355	2.322	3.498
S0116-S020-0.60	2.338	1.957	2.320	2.460	2.322	2.139
S0116-S020-1.50	2.264	1.343	2.320	1.844	2.322	2.439
S0116-S019-1.50	3.607	2.002	2.320	3.179	5.261	3.262
S0116-S017-0.90	2.666	1.949	9.814	2.388	5.024	2.459
S0116-S017-4.20	1.042	1.266	2.322	0.911	2.322	2.524
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>2.493</b>	<b>3.118</b>	<b>3.819</b>	<b>2.278</b>	<b>3.191</b>	<b>2.643</b>

**Tabla 12**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0117 – Cuenca Corrientes*

Código de Muestra	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Total	Mercurio	Plomo
S0117-S001-0.60	4.202	1.696	2.322	3.322	2.184	2.842
S0117-S002-1.00	2.910	2.262	2.322	2.641	2.166	2.724
S0117-S003-1.20	4.119	2.001	2.322	2.579	-0.817	3.087
S0117-S004-1.20	2.800	3.451	2.322	2.387	2.238	2.882
S0117-S005-1.00	4.993	0.837	2.322	2.494	-0.817	2.234
S0117-S006-0.90	3.122	4.094	2.322	2.164	8.533	3.936
S0117-S006-2.70	2.804	1.278	2.322	2.464	-0.817	2.545
S0117-S007-0.60	0.093	-1.593	5.003	1.912	-0.817	2.454
S0117-S007-3.30	1.800	2.098	2.322	1.099	-0.817	3.244
S0117-S008-0.60	2.753	1.703	2.322	2.237	1.563	2.545
S0117-S008-3.30	3.097	1.039	2.322	1.956	-0.817	2.631
S0117-S009-0.60	2.103	1.724	2.322	1.133	-0.817	1.825
S0117-S009-2.70	4.295	2.850	2.322	2.768	1.950	3.356
S0117-S010-0.90	2.607	0.805	2.322	1.774	-0.817	2.144
S0117-S010-2.10	3.503	0.856	2.322	1.879	-0.817	2.371
S0117-S010-3.30	4.309	0.977	2.322	2.271	-0.817	3.034
S0117-S011-0.30	2.921	2.155	2.322	1.956	-0.817	2.842
S0117-S011-1.50	2.659	2.024	2.322	1.749	-0.817	2.481
S0117-S011-3.30	1.405	0.716	2.322	2.245	-0.817	2.558
S0117-S012-0.30	2.445	0.998	2.322	1.403	-0.817	1.641
S0117-S012-2.70	3.445	0.492	2.322	1.479	-0.817	1.993
S0117-S013-0.30	2.896	1.450	2.322	1.833	-0.817	2.678
S0117-S013-2.70	0.470	1.066	10.321	2.174	-0.817	1.675
S0117-S014-0.60	3.068	0.600	2.322	1.821	1.971	1.912
S0117-S014-2.10	3.033	0.865	2.322	1.901	-0.817	2.088
S0117-S005-1.00	4.472	-0.589	9.814	1.340	1.399	1.711
S0117-S004-1.20	3.156	3.436	9.814	1.687	2.998	2.586
S0117-S015-0.90	2.745	1.966	2.320	2.210	-0.817	2.678
S0117-S015-1.50	3.661	1.997	2.320	2.593	-0.817	3.188
S0117-S016-0.60	2.262	0.990	2.320	1.324	-0.817	2.007
S0117-S016-1.20	2.267	1.105	2.320	1.435	-0.817	1.708
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>2.917</b>	<b>1.463</b>	<b>3.150</b>	<b>2.007</b>	<b>0.227</b>	<b>2.503</b>

**Tabla 13**

*Determinación de Índice de Geoacumulación (Igeo) para las concentraciones de suelo del Sitio S0118 – Cuenca Corrientes*

<b>Código de Muestra</b>	<b>Arsénico</b>	<b>Bario Total</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cromo Total</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Plomo</b>
S0118-S001-0.60	8.538	9.003	12.987	3.741	6.912	8.282
S0118-S002-1.20	1.544	3.087	2.322	2.887	-0.402	4.824
S0118-S003-0.60	4.025	2.529	2.322	3.071	2.635	2.902
S0118-S004-1.20	3.180	2.399	2.322	3.133	1.921	2.492
S0118-S005-1.20	2.800	2.394	2.322	3.006	2.785	2.605
S0118-S006-0.90	10.008	6.833	13.340	4.197	3.487	9.029
S0118-S007-0.30	8.755	7.582	13.052	3.416	5.049	9.559
S0118-S008-1.20	8.188	7.889	12.797	3.629	5.422	7.804
S0118-S009-0.30	8.571	6.586	12.552	4.044	3.506	8.204
S0118-S010-1.20	8.368	8.051	12.920	3.997	5.082	7.994
S0118-S011-0.60	5.929	5.248	10.718	1.914	-0.402	3.198
S0118-S012-0.90	2.681	2.075	2.322	2.997	2.892	2.116
S0118-S013-1.20	2.695	2.269	2.322	3.080	2.300	1.925
S0118-S014-1.20	2.099	3.893	2.322	2.928	-0.402	3.741
S0118-S015-0.60	2.722	2.570	2.322	3.380	-0.402	2.999
S0118-S016-0.30	2.513	2.506	2.322	3.184	-0.402	2.441
S0118-S017-1.20	3.199	2.679	2.322	3.053	1.950	2.546
S0118-S018-0.30	2.496	4.133	2.322	2.792	2.232	3.307
S0118-S019-1.20	2.708	2.183	2.322	2.977	2.365	2.147
S0118-S020-1.20	2.396	2.968	2.322	3.218	2.255	2.712
S0118-S021-1.20	2.617	2.409	2.322	2.540	-0.402	2.399
S0118-S022-1.20	2.958	2.453	2.322	2.735	-0.402	2.454
S0118-S023-1.20	2.474	1.940	2.322	2.130	2.255	1.992
S0118-S013-1.20	4.139	0.884	9.814	2.849	3.579	2.189
S0118-S025-0.50	2.735	3.367	2.320	2.712	3.900	2.939
S0118-S025-2.00	2.639	2.879	2.320	3.647	3.098	3.146
<b>Valor Promedio Igeo</b>	<b>4.268</b>	<b>3.877</b>	<b>5.384</b>	<b>3.125</b>	<b>2.339</b>	<b>4.075</b>