LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES SUBSISTENTES DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (MINEM)

INFORME DE EVALUACIÓN N° 301-2021-MINEM/DGAAH/DEAH

Servicio de Consultoría para la Elaboración de los Planes de Rehabilitación de 7 Sitios Impactados por las Actividades de Hidrocarburos en la Cuenca del Río Pastaza

Levantamiento de Observaciones Subsistentes Sitio S0103 (Botadero km 7)

PREPARADO PARA

FONDO DE PROMOCIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PERÚ

ELABORADO POR

CONSORCIO ECODES INGENIERIA – VARICHEM DE COLOMBIA

CEV CONSORCIO
Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

Abril, 2023

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 10
2. LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES 10
2.1. Observación N° 1 10
2.2. Observación N° 2 11
2.3. Observación N° 3 14
2.4. Observación N° 4 16
2.5. Observación N° 5 18
2.6. Observación N° 6 18
2.7. Observación N° 7 26
2.8. Observación N° 8 28
2.9. Observación N° 9 76
2.10. Observación N° 10 86
2.11. Observación N° 11 89
2.12. Observación N° 12 91
2.13. Observación N° 13 92
2.14. Observación N° 14 94
2.15. Observación N° 16 96
2.16. Observación N° 17 103
2.17. Observación N° 18 105
2.18. Observación N° 19 106
2.19. Observación N° 20 108
2.20. Observación N° 21 112
2.21. Observación N° 23 116
2.22. Observación N° 24 119
2.23. Observación N° 25 123
2.24. Observación N° 26 125
2.25. Observación N° 27 128
2.26. Observación N° 28 129
2.27. Observación N° 30 130
2.28. Observación N° 31 132
2.29. Observación N° 32 134

2.30. Observación N° 33 137
2.31. Observación N° 35 141
2.32. Observación N° 36 143
2.33. Observación Nº 37 145
2.34. Observación Nº 38 149
2.35. Observación Nº 39 159
2.36. Observación N° 40 175
2.37. Observación N° 41 183
2.38. Observación N° 42 206
2.39. Observación N° 43 207
2.40. Observación N° 45 210
2.41. Observación N° 46 216
2.42. Observación N° 48 224
2.43. Observación N° 49 227
2.44. Observación N° 50 229
2.45. Observación N° 51 229
2.46. Observación N° 52 230
2.47. Observación N° 54 231
2.48. Observación N° 55 232
2.49. Observación N° 56 238
2.50. Observación N° 57 238
2.51. Observación N° 58 242
2.52. Observación N° 59 243
2.53. Observación N° 60 245
2.54. Observación N° 61 246
2.55. Observación N° 62 246
2.56. Observación N° 64 247

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Permeabilidad Zona Cercana 13
Tabla 2. Indicadores Ecológicos del Sitio S0103 (Botadero KM. 7) 20
Tabla 3. Definición conceptual del Bosque de terraza baja 22
Tabla 4. Definición conceptual del ecosistema Bosque de colina baja 23
Tabla 5. Resultados Analíticos del Informe 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI. 29
Tabla 6. Criterios Técnicos para los Parámetros de Calidad de Suelo 30
Tabla 7. Parámetros de Interés para el Sitio S0103 (Botadero Km.7) 35
Tabla 8. (Tabla 3-11) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Normatividad Internacional para los Parámetros de Suelo de Uso Agrícola. 36
Tabla 9. (Tabla 3-14) Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad para Suelo 38
Tabla 10. (Tabla 3-19) Estándares de Calidad Ambiental para Agua Subterránea de la Norma Holandesa 41
Tabla 11. (Tabla 3-20) Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad de Agua Subterránea 42
Tabla 12. (Tabla 2-22) Estándares de Calidad Ambiental y Normatividad Aplicable para Agua Superficial, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva 45
Tabla 13. (Tabla 2-23) Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por el Laboratorio y Estándares de Calidad de Agua Superficial) 48
Tabla 14. (Tabla 3-25) Estándares de Calidad Ambiental para Sedimentos 51
Tabla 15. (Tabla 3-26) Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad de Sedimentos 52
Tabla 16. (Tabla 3-58) Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) en el Nivel de Fondo 55
Tabla 17. (Tabla 3-59) Concentración de As, Sb, Ba, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb y Zn en las Muestras Nivel de Fondo 55
Tabla 18. (Tabla 3-62) Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA para Suelos. ... 57
Tabla 19. (Tabla 3-63) Valores de Parámetros Orgánicos para Suelos Regulados por Normas Internacionales 59
Tabla 20. (Tabla 3-64) Concentración de Metales Totales As, Ba, Ba Extraíble, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Sb, V y Zn en Suelo 60
Tabla 21. (Tabla 3-76) Concentración de Metales Totales Regulados por el ECA *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites Nova Scotia (2014),* para Agua Superficial. 64
Tabla 22. (Tabla 3-99) Resultados de Niveles de Fondo del Informe de OEFA (mg/kg) 68
Tabla 23. Técnicas de Referencia para el Muestreo de Fauna (época seca) 87
Tabla 24. Técnicas de Referencia para el Muestreo de Fauna (época húmeda) 88
Tabla 25. Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna 89
Tabla 26. (Tabla 3-45) Resultados de la Medición de Caudales 91
Tabla 27. Coordenadas de los Sondeos Eléctricos Verticales - SEV 95
Tabla 28. Composición Taxonómica de Zooplancton 98
Tabla 29. Composición Taxonómica de Macrobentos 98
Tabla 30. Listado de especies de peces (Necton) en el punto de muestreo hidrobiológico. 99
Tabla 31. Listado de especies registradas en la evaluación de regeneración natural del Sitio S0103 105
Tabla 32. Coordenadas y Altitud de los Vértices que demarcan el Área de Potencial Interés... 112
Tabla 33. Volumen total del Sitio Impactado – S0103 114
Tabla 34. Valores calculados con el programa ProUCL 95 para los Contaminantes del Sitio S0103 (Botadero km 7) 118
Tabla 35. Especies de Fauna a utilizar en el cálculo de riesgo ecológico 120
Tabla 36. Especies de Flora a utilizar en el cálculo de riesgo ecológico 120
Tabla 37. Resumen de especies representativas y análogas – Sitio S103 122

Tabla 38. (Tabla 4-20) Factor de Biodisponibilidad (o Tasa de Absorción por Ingesta) y Fracción de Absorción Dermal de los CP Identificados por Matriz de Contaminación. 131
Tabla 39. (Tabla 4-41) Resumen del Cálculo del Índice de Riesgo Total (IR_T) para el escenario 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas 133
Tabla 40. (Tabla 4-47) Resumen del Cálculo del Índice de Peligrosidad Total (IP_T) para el escenario 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas 133
Tabla 41. Cálculo del Índice de Riesgo Individual (IRij) y el Índice de Riesgo Integral (IRj), por ingesta y contacto dérmico de suelo 135
Tabla 42. Cálculo del No Effect Concentration (NEC) 139
Tabla 43. Cálculo del Riesgo Ecológico empleando valores EC50 – NEC..... 140
Tabla 44. Resumen del Cálculo del Índice de Peligrosidad Total (IP_T) para el escenario niño cazador..... 144
Tabla 45. Tecnologías de Remediación Analizadas en la Fase Inicial 151
Tabla 46. Tecnologías de Remediación resultantes de la Fase Inicial..... 152
Tabla 47. Criterios/Subcriterios con Escalas de Calificación 152
Tabla 48. Aspectos de evaluación de Subcriterios de Matriz de Evaluación (Fase Intermedia). 154
Tabla 49. Cálculo de Volumen para la anomalía "S0103-GPR-01" - Perfil longitudinal 1. Software AutoCAD Civil 3D..... 172
Tabla 50. Cálculo de Volumen para la anomalía "S0103-S001" y "S0103-S003" - Perfil longitudinal 3. Software AutoCAD Civil 3D 172
Tabla 51. Cálculo de Volumen para la anomalía "S0103-S007" - Perfil longitudinal 2. Software AutoCAD Civil 3D..... 172
Tabla 52. Cálculo de Volumen para la anomalía "S0103-S008" - Perfil longitudinal 2. Software AutoCAD Civil 3D..... 173
Tabla 53. Cálculo de Volumen para la anomalía "S0103-S008" - Perfil longitudinal 3. Software AutoCAD Civil 3D..... 173
Tabla 54. Cálculo de Volumen para la anomalía "BOT-KM7-SU01" - Perfil longitudinal 3. Software AutoCAD Civil 3D..... 174
Tabla 55. Cálculo de Volumen para la anomalía BOT-KM7-SU03 - Perfil longitudinal 3. Software AutoCAD Civil 3D..... 174
Tabla 56. Superficie y Volumen de Suelo a Remediar en el Sitio S0103 (Botadero Km 7) 174
Tabla 57. Área del cuerpo de agua a intervenir y Volumen de sedimentos a remediar. 181
Tabla 58. Principales Equipos del Laboratorio de Campo 190
Tabla 59. Principales Equipos del Laboratorio de Campo 197
Tabla 60. Generación estimada de residuos del Laboratorio 197
Tabla 61. Proporción Estándar de la Dosificación de Mezcla Solidificación Ex situ (*) 199
Tabla 62. Requisitos para Proteger al Hormigón Contra los Daños Provocados por Ataques por Sulfatos Provenientes de Fuentes Externas..... 199
Tabla 63. Características de Canales de Drenaje 204
Tabla 64. Vértices de la Ubicación del Campamento Pastaza 204
Tabla 65. Instalaciones Campamento 205
Tabla 66. Vértices y Área de la Zona de Acopio 207
Tabla 67. Vértices y Área de Solidificación 1 208
Tabla 68. Vértices y Área de Solidificación 2 208
Tabla 69. Vértices y Área de Solidificación 3 208
Tabla 70. Medidas de Manejo Ambiental en relación a los impactos identificados del Sitio S0103 211
Tabla 71. Vértices de la Ubicación del Campamento Pastaza 218
Tabla 72. Instalaciones Campamento 218

Tabla 73. Coordenadas de ubicación del área de almacenamiento de combustibles y lubricantes 224
Tabla 74.Programa de Control de las Aguas Residuales Tratadas Domésticas 227
Tabla 75. Área de Desbosque del Sitio S0103 (Botadero km 7) y áreas complementarias..... 228
Tabla 76. Ubicación Zona de Acopio 230
Tabla 77. Volumen Estimado de Topsoil 230
Tabla 78. (Tabla 5-53) Ubicación del Área para el Muestreo en el Área Excavada 234
Tabla 79. Parámetros Físico - Químicos y Frecuencia a Monitorear la Técnica de Remediación 236
Tabla 80. Parámetros, Método de Análisis, Límites de Detección y Estándares de Calidad para Suelo..... 237
Tabla 81. (Tabla 5-56) Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Sedimentos 239
Tabla 82. (Tabla 5-57) Metodologías de Análisis y Límites de Detección para Sedimentos..... 240
Tabla 83. (Tabla 5-58) Ubicación De Estaciones De Monitoreo Sedimentos. 241
Tabla 84. Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Aguas Superficiales (Tabla 5-59) 242
Tabla 85. (Tabla 5-61) Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial. 243
Tabla 86. (Tabla 5-62) Coordenadas de los Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna. 244
Tabla 87. (Tabla 5-63) Coordenadas de Referencia para el Muestreo de Fauna 244

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Correlación de la Geología Encontrada en el Sitio S0103 (Botadero km 7) 11
Figura 2. Ubicación de Cuerpos de Agua Superficiales Sitio S0103 (Botadero km 7) – Imagen Satelital 15
Figura 3. Ubicación de Cuerpos de Agua Superficiales Sitio S0103 (Botadero km 7) 16
Figura 4. Mapa Topográfico del Sitio S0103 (Botadero km- 7) 17
Figura 5. Elementos del Entorno del Sitio S0103 (Botadero km 7) 20
Figura 6. Matriz de Especificaciones Técnicas 34
Figura 7. (Figura 3-33) Concentración de Metales en el Nivel de Fondo S0103-NF1-0,25 66
Figura 8. (Figura 3-45) Concentración de Cromo (Cr) en Suelo 69
Figura 9. Concentración de Níquel (Ni) en Suelo 70
Figura 10. Concentración de Antimonio (Sb) en Suelo 71
Figura 11. Concentración de Vanadio (V) en Suelo 72
Figura 12. Concentración de Zinc (Zn) en Suelo 73
Figura 13. (Figura 3-61) Concentración de Cromo total en Agua Superficial. 74
Figura 14. Concentración de Antimonio (Sb) en Agua Superficial. 75
Figura 15. Concentración de Vanadio (V) en Agua Superficial. 75
Figura 16. Matriz de Especificaciones Técnicas 93
Figura 17. Comparación de Valores de Abundancia (N) 100
Figura 18. Comparación de Valores de Abundancia (N) de Macrozoobentos 101
Figura 19. Riqueza (d) de Zooplancton 102
Figura 20. Diversidad (H') de Zooplancton 103
Figura 21. Área Delimitada del Sitio S0103 (Botadero km 7) 111
Figura 22. (Figura 3-83) Seccionamiento de áreas 113
Figura 23. (Figura 3-84) Cálculo de volúmenes 114
Figura 24. Áreas de Suelo a Intervenir 115
Figura 25. Perfil Litológico del Punto de Muestreo "S0103-S001". 161
Figura 26. Perfil Litológico del Punto de Muestreo S0103-S003. 162
Figura 27. Perfil Litológico del Punto de Muestreo "S0103-S007". 165
Figura 28. Perfil Litológico del Punto de Muestreo "S0103-S008". 168
Figura 29. Ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos. 180
Figura 30. Superficie de Sedimentos a Remover de la Quebrada Ramada Ushpayacu Oeste. .. 182
Figura 31. Diseño Típico del Área de Acopio 189
Figura 32. Distribución Área de Confinamiento Solidificación 200
Figura 33. Esquema del Sistema de Drenaje Pluvial en las Áreas de Excavación – Vista de Planta 203
Figura 34. Sección Típica de Canales de Drenaje 203
Figura 35. Ubicación del embarcadero S0103 209
Figura 36.Esquema del Sistema de Drenaje Pluvial en las Áreas de Excavación– Vista de Planta 221
Figura 37. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales 222
Figura 38. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas 226

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vista aérea del Sitio S0103 (año 2018) 19
Fotografía 2. Anomalía S0103-GPR-01 y punto S0103-GPR-02. 79
Fotografía 3. Vista Aérea del sector del Polígono 1..... 81
Fotografía 4. Vista Aérea del sector del Polígono 2 y del Sector de las Celdas con Residuos. 83
Fotografía 5. Distribución de los residuos superficiales y Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de ladera. 84
Fotografía 6. Punto de Muestro "S0103-S001". 163
Fotografía 7. Muestra de Suelo Punto de Muestreo "S0103-S003". 163
Fotografía 8. Excavación Mecanizada en el Punto de Muestreo "S0103-S007". 166
Fotografía 9. Residuos Identificados en el Punto de Muestreo "S0103-S007". 167
Fotografía 10. Residuos Identificados en el Punto de Muestreo "S0103-S008". 169
Fotografía 11. Ubicación de los puntos OEFA BOT-KM7-SU01, BOT-KM7-SU02, BOT-KM7-SU03. 171
Fotografía 12. Estación de muestreo S0103-Sed001 177
Fotografía 13. Estación de muestreo "*S0103-Sed001*"..... 178

LISTA DE ANEXOS

Anexo MINEM Observación N° 1
Anexo MINEM Observación N° 2
Anexo MINEM Observación N° 3
Anexo MINEM Observación N° 4
Anexo MINEM Observación N° 5
Anexo MINEM Observación N° 6
Anexo MINEM Observación N° 7
Anexo MINEM Observación N° 8
Anexo MINEM Observación N° 11
Anexo MINEM Observación N° 13
Anexo MINEM Observación N° 14
Anexo MINEM Observación N° 16
Anexo MINEM Observación N° 17
Anexo MINEM Observación Nº 19
Anexo MINEM Observación Nº 21
Anexo MINEM Observación N° 23
Anexo MINEM Observación N° 25
Anexo MINEM Observación Nº 37
Anexo MINEM Observación Nº 39
Anexo MINEM Observación Nº 41
Anexo MINEM Observación Nº 42
Anexo MINEM Observación Nº 43
Anexo MINEM Observación Nº 46
Anexo MINEM Observación Nº 49
Anexo MINEM Observación N° 52
Anexo MINEM Observación N° 57
Anexo MINEM Observación N° 58
Anexo MINEM Observación N° 59
Anexo MINEM Observación Nº 60
Anexo MINEM Observación N° 61
Anexo MINEM Observación N° 62

Levantamiento de Observaciones al Expediente "Servicio de Consultoría para la Elaboración de los Planes de Rehabilitación de 07 Sitios Impactados por las Actividades de Hidrocarburos en la Cuenca del Río Pastaza".

INFORME DE EVALUACIÓN N° 301-2021-MINEM/DGAAH/DEAH

1. INTRODUCCIÓN

El presente Informe Complementario compila los Informe de levantamiento de observaciones subsistentes presentados al PROFONANPE y que han venido atendiendo lo señalado en el Auto Directoral N° 079-2021-MINEM-DGAAH - Informe de Evaluación N° 301-2021-MINEM/DGAHH/DEAH el cual contiene observaciones relacionadas al Plan de Rehabilitación del Sitio S0103 (Botadero Km 7) Sitio Impactado por las actividades de hidrocarburos de la cuenca del Río Pastaza dentro de la competencia de la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

Los Informes de Levantamiento compilados corresponden al levantamiento presentado en atención al Auto Directoral N° 079-2021-MINEM-DGAAH, a la revisión de las áreas y volúmenes de suelo impactado y la unificación de la técnica de remediación; asimismo, se adjunta los últimos informes de levantamiento de observaciones subsistentes del Ministerio del Ambiente y de la Autoridad Nacional del Agua como respuesta a la Observación Nº 64 y se hace saber que se tienen opinión técnica favorable del Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI), del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) y de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), y no se incluyen los informes de levantamiento dado que ya no se tienen observaciones subsistentes a la fecha de presentación del presente Informe.

En el alcance del presente Informe compilatorio no se incluyó la actualización de la información presentada en su oportunidad (que no ha sido materia de las últimas comunicaciones con las Entidades Evaluadoras) de acuerdo a lo solicitado por la Entidad Contratante y Supervisora (PROFONANPE).

2. LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

2.1. Observación N° 1

En el Ítem 2.2.1 del PR del Sitio S0103 -" *Geología*" (Folios 33 y 34), describió las unidades geológicas aflorantes a escala regional 1:1000 000, señalando que en el Sitio aflora la formación Nauta; no obstante, de la revisión del Mapa CEV-PASTAZA-CA-01- "*Mapa de Geología*" (Folio 570), no se aprecia las unidades que afloran en el área del Sitio, toda vez que dicho mapa no se encuentra a escala adecuada donde se pueda visualizar las unidades geológicas que afloran en el área del Sitio.

Al respecto, deberá presentar el mapa a una escala adecuada, a fin de visualizar las unidades geológicas específicas para el Sitio S0103, con su respectiva leyenda geológica, simbología de rumbos y buzamientos, contactos geológicos, fallas geológicas, entre otras. Dicho mapa deberá estar suscrito por el/la profesional responsable de su elaboración y deberá indicar la fuente.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 1

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 1.

Respuesta:

En el ítem 2.2.1 del PR se modificará la Figura 2-2 la cual se muestra en la **Figura 1**. En el **Anexo MINEM Observación N° 1** se presenta el Mapa "*CEV-PASTAZA-S0103-CA-01-1*" "*Mapa de Geología*" a una escala de 1:40,000 y el Mapa "*CEV-PASTAZA-S0103-CA-01-2*" "*Mapa de Geología Local S0103 - Botadero km 7*" a una escala de 1:1.200.

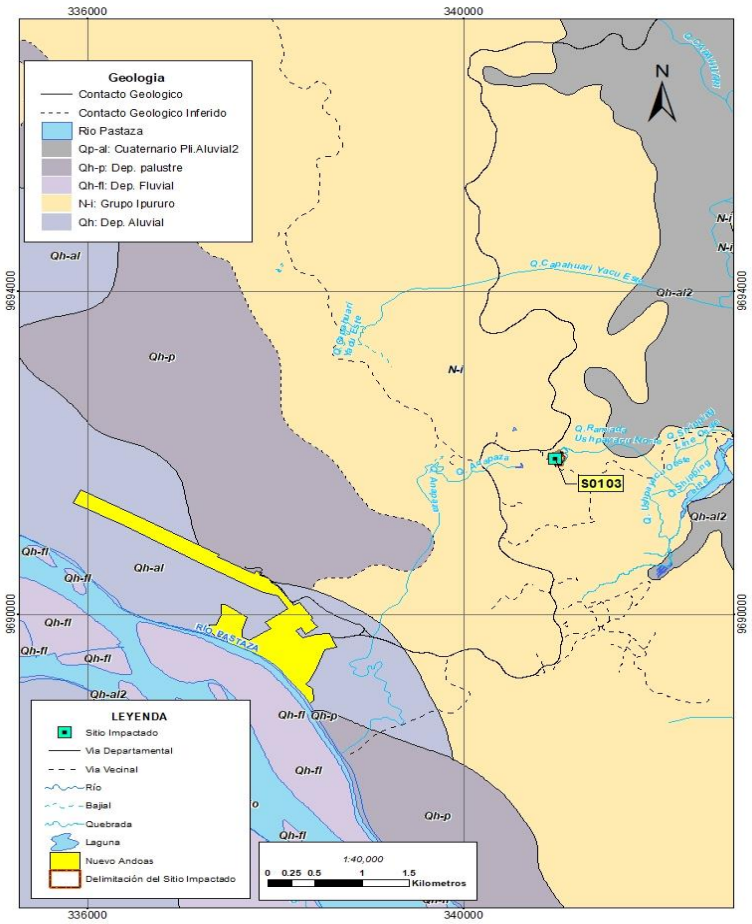


Figura 1. Correlación de la Geología Encontrada en el Sitio S0103 (Botadero km 7)
Fuente: Tomado de Carta Geológica Nacional 6-K Andoas, el INGEMMET, 1999; y
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) -Fondo de Contingencia, 2023

2.2. Observación N° 2

En el Ítem 2.2.2 del PR del Sitio S0103 – "*Hidrogeología*" (Folios 34 y 35), describió la hidrogeología regional del Sitio; no obstante, de la revisión de la información que obra en el Expediente se observa lo siguiente:

(i) No presentó las características hidrogeológicas principales y específicas del Sitio sobre la base de las evaluaciones realizadas.

(ii) En el Ítem 4.2.1.4 "*Matriz de agua subterránea*" (Folio 288), se concluyó que no se construyeron piezómetros en el Sitio debido a que no se detectó presencia de agua subterránea; no obstante, ello es incongruente con lo representado en la Lámina TP-103-01-"*Estudio Georradar Botadero S0-103*" (Folio 1436), en la cual se observa que se detectó la presencia de un "Afloramiento de agua" en la parte central del Sitio S0103 (cerca al área de desmonte), el mismo que no ha sido descrito en el presente Ítem 2.2.2 ni caracterizado en el Ítem 3.6.2-"*Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio para Aguas Subterráneas"*(Folio 165).

(iii) En el Mapa CEV-PASTAZA-CA-02 –"*Mapa Hidrogeológico*" (Folio 571), no se representó la unidad hidrogeológica descrita en el Ítem 2.2.2. del PR del Sitio S0103.

En ese sentido, deberá presentar la siguiente información:

(i) Describir las principales características hidrogeológicas específicas del Sitio, tales como: unidad hidrogeológica y tipos de acuífero; asimismo, teniendo en cuenta la presencia del afloramiento detectado en la parte central del Sitio, deberá presentar la geoforma de la napa freática, mapa de hidroisohipsas, dirección de flujo, velocidad y conductividad hidráulica de las aguas subterráneas presentes en el Sitio.

(ii) Aclarar y/o sustentar la presencia del "*Afloramiento de agua*" identificado en la parte central del Sitio, precisando su ubicación en coordenadas UTM WG84, límites de extensión (área); asimismo, de corresponder a un cuerpo de agua subterráneo, deberá presentar la caracterización físico-química de sus aguas a fin de determinar si los parámetros de interés del Sitio S0103 presentan excedencias en la matriz de agua subterránea, con la finalidad de determinar si corresponde a un Contaminante de Preocupación, según lo establecido en la Guía ERSA; de corresponder, actualizar la información correspondiente al Ítem 4.10 del PR del Sitio S0103.

(iii) Representar en un modelo hidrogeológico conceptual las características hidrogeológicas que precise en atención al numeral (i) de la presente Observación, a fin de visualizar si existe o no una interacción hidrogeológica del Sitio con las matrices ambientales suelo y agua superficial. Dicho modelo deberá estar firmado por el especialista responsable de su elaboración.

(iv) Presentar el Mapa Hidrogeológico específico para el área del Sitio S0103, a una escala adecuada y firmado por el/la profesional responsable de su elaboración.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 2

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 2.

Respuesta:

(i) El Sitio S0103 está conformado por depósitos fluviales del Holoceno como bancos de arenas mal gradadas (SP) y aluviales antiguos y en menor medida por gravas finas del Plioceno y Pleistoceno (Formación Iquitos, también llamado Nauta). Asimismo, los límites del acuífero están conformados por el "acuitardo sedimentario" conformado lodonitas, arcillitas y algunas areniscas pertenecientes a la Formación Ipururo que subyace a la formación Iquitos y aflora en dirección Oeste, delimitando el acuífero detrítico horizontalmente.

No se registraron niveles freáticos en el Sitio S0103, sin embargo, a partir de Sitios aledaños se definió una dirección de flujo de agua subterránea de NO a SE hacia el exutorio (Río Pastaza), así manifestándose mantos de hilos convergentes y divergentes.

Las curvas de hidroisohipsas se rigen de acuerdo a la gradiente del nivel piezométrico que va de manera relativamente paralela y positiva a los meandros o curvatura del río Pastaza, debido a que es en esta última donde se convergen las aguas tanto superficiales como subterráneas de las precipitaciones que son elevadas en esta época y que se mantienen altas durante todo el año.

Se describieron y evaluaron las propiedades de transmisión y almacenamiento del acuífero (conductividad hidráulica, coeficiente de almacenamiento y porosidad) para la zona, se analizaron la pertinencia de los valores asumidos acordes al marco hidrogeológico (litología, geología) y se establecieron rangos de valores (ver Capítulo 11 del **Anexo MINEM Observación Nº 2**, Estudio hidrogeológico).

Se definió la permeabilidad a partir de bibliografía especializada e información de Sitios cercanos, la cual se muestra en la **Tabla 1.**

Tabla 1. Permeabilidad Zona Cercana

Sector	Calicata	Coordenadas UTM		Unidad Geológica	Permeabilidad (k) (cm/s)	Grado de Permeabilidad
		Este	Norte			
RS-02	R2K1	339822	9692286	Formación Ipururo	7.57×10^{-3}	Baja permeabilidad
	R2K2	339984	8691894	Formación Ipururo	1.98×10^{-3}	Baja permeabilidad

Fuente: Plan de Abandono del Lote 1AB", Pluspetrol. 2016.

Velocidad de flujo

En zonas no saturadas el movimiento de agua es más lento, por presencia de estratos de suelo con menor contenido de humedad, puesto que no existe una fase continua (agua funicular). Para el cálculo de velocidad de flujo en medios no saturados se puede hacer uso de la Ecuación de Richards que supone un perfil de humedad inicial lineal, mínimo en la superficie del suelo y el máximo en la superficie del nivel freático. Asimismo, se sugiere una variación lineal de la succión en el frente de saturación, máxima en la superficie del suelo y nula en el nivel freático.

$$q_i = -K_{is} k_{ri} \Delta h_i$$

Donde:

- K_{is} = Conductividad hidráulica saturada para fase i
- k_{ri} = Permeabilidad relativa fase i
- Δh_i = Potencial hidráulico

Se hizo una simulación de flujo subterráneo vertical considerando estratos de suelo limoso arcilloso y limoso arenoso y propiedades hidráulicas presentados previamente, como es el caso del Sitio S0103, en medio no saturado mediante el software Hydrus 1D y arrojaron velocidades de flujo máximos de 4×10^{-6} m/día, lo cual resulta prácticamente imperceptible. Esto significaría que el avance de flujo subterráneo en dirección vertical en el lapso de un año sería de 0.14 centímetros.

******* Program HYDRUS*******
Welcome to HYDRUS-1D
Date: 2.12.2020 Time: 16:12:31
Units: L = m, T = days, M = mmol

```
-------------------------------------------------------
   Length   [L]        0.20000E+02  0.20000E+02
  W-volume [L]         0.40016E+01  0.40016E+01
   In-flow  [L/T]      0.00000E+00  0.00000E+00
   h Mean   [L]       -0.11239E+05 -0.11239E+05
            Top Flux [L/T]     -0.39862E-05
            Bot Flux [L/T]     -0.79492E-13
-------------------------------------------------------
```

(ii) No se ha encontrado evidencia de napa freática en el Sitio y se manifiesta en la caracterización hidrogeológica del mismo como acuitardo sedimentario, por presencia de estratos arcillosos con potencias de más de 20 metros de espesor. Se asume que, debido a las elevadas precipitaciones, existen descargas sub superficiales en dirección a la red de drenaje natural.

(iii) Ídem observación ítem (i)

(iv) Ver Mapas hidrogeológicos y de isohipsas desde la Figura 22 hasta la Figura 27, y el *Mapa "CEV-PASTAZA-S0103-CA-02-2" "Mapa de Hidrogeología del Sitio S0103"* del Estudio Hidrogeológico de la Cuenca del Pastaza, la cual se encuentra en el **Anexo MINEM Observación N° 2**.

2.3. Observación N° 3

En el Ítem 2.2.3 del PR del Sitio S0103 – "*Hidrología*" (Folios 35 al 38), indicó lo siguiente: "*(…) Los principales cuerpos de agua que se encuentran en el entorno del Sitio corresponden a dos cuerpos de agua estacionales que vierten sus aguas al sector de Ushpayacu, las cuales se encuentra delimitando el área del Sitio S0103 (Botadero km 7), en dirección Norte y Este. En la Figura 2-7, se identifican los cuerpos de agua*.", no obstante, se advierte lo siguiente:

(i) No describió las características y condiciones hidrológicas de los cursos y cuerpos de agua descritos en el párrafo precedente.

(ii) La escala de trabajo del "*Mapa Hidrográfico*" (Folio 572) no permite la visualización de los cuerpos de agua cercanos al Sitio S0103, ni de su delimitación.

En ese sentido, la deberá presentar la siguiente información:

(i) Describir las condiciones hidrológicas de los cursos y cuerpos de aguas presentes y próximas al Sitio S0103, precisando la distancia respecto al Sitio (m), la denominación, su patrón de drenaje, dirección, desembocadura, microcuenca, entre otros.

(ii) Modificar el "*Mapa Hidrográfico*" (Folio 572), a una escala adecuada que permita visualizar la delimitación del Sitio Impactado y cuerpos de agua identificados en el Sitio S0103.

<u>Comentarios a la absolución de la Observación N° 3</u>

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 3.

Respuesta:

(i) En el **Anexo MINEM Observación N° 3**, se presenta el Informe de Hidrología del Sitio S0103.

(ii) En el PR se modificará la Figura 2-7 la cual se encuentra actualizada en la **Figura 2** del presente informe. En el **Anexo MINEM Observación N° 3** se presenta el *Mapa "CEV-PASTAZA-S0103-CA-03-1" "Mapa Hidrográfico Regional"* y el *Mapa "CEV-PASTAZA-S0103-CA-03-2" "Mapa Hidrográfico en el Sitio Impactado S0103"* a una escala adecuada.

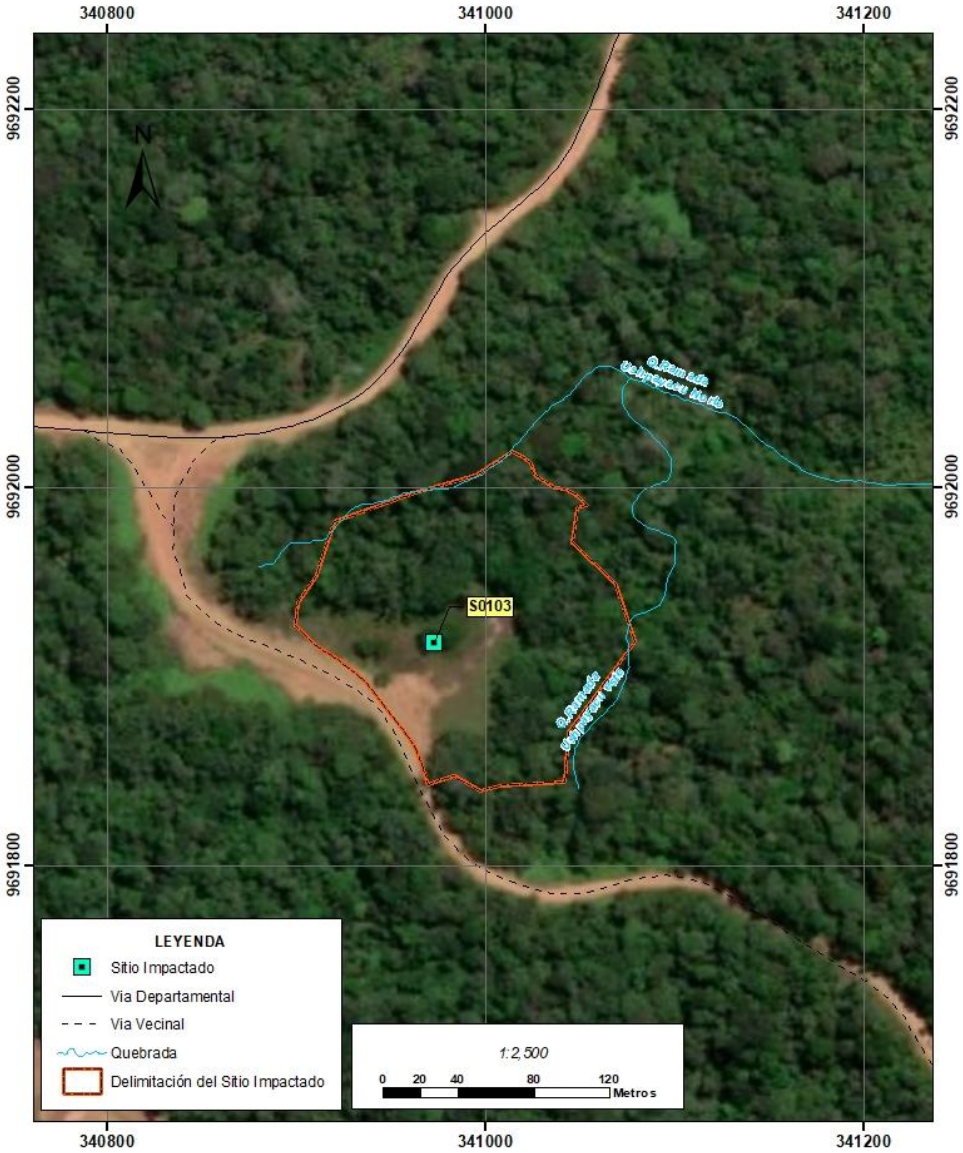


Figura 2. Ubicación de Cuerpos de Agua Superficiales Sitio S0103 (Botadero km 7) – Imagen Satelital

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

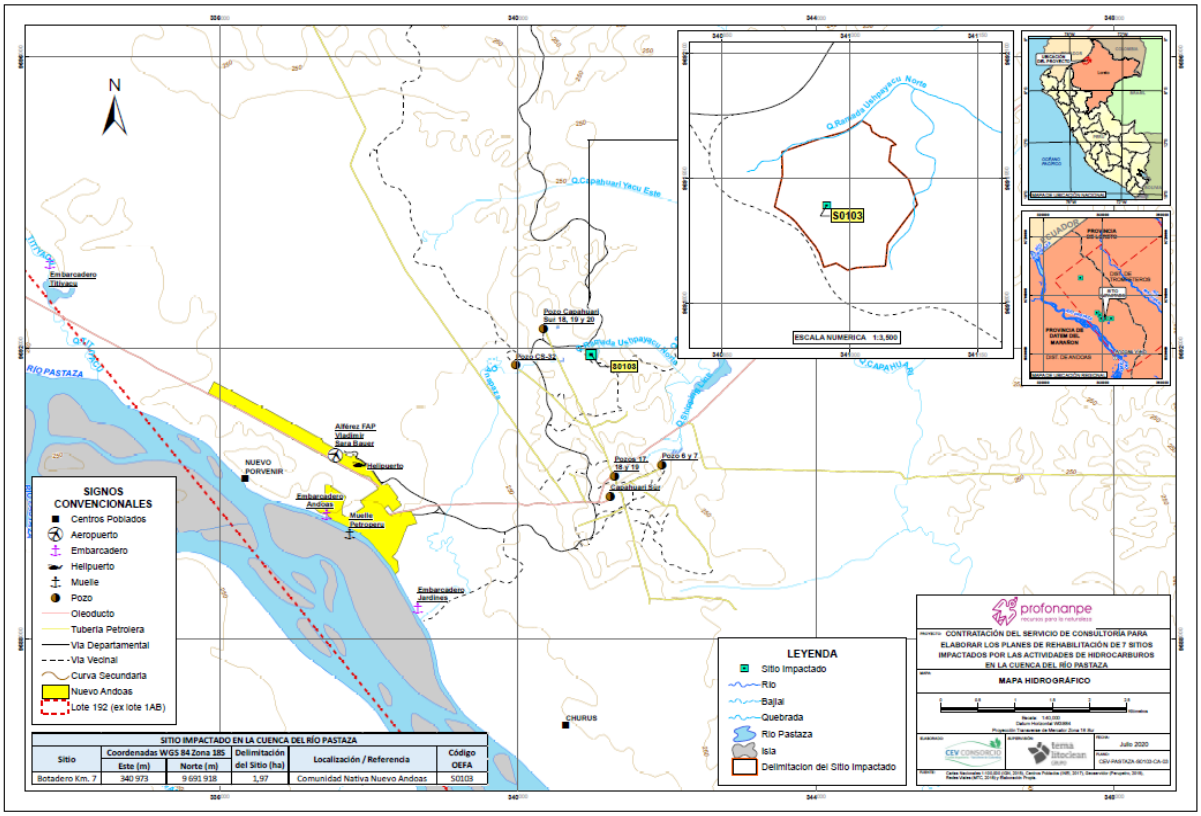


Figura 3. Ubicación de Cuerpos de Agua Superficiales Sitio S0103 (Botadero km 7)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

2.4. Observación N° 4

En el Ítem 2.2.4 del PR del Sitio 50103 - "Topografía"(Folio 38), la indicó que" (...) El Sitio S0103 (Botadero km 7) se localiza en la Llanura Amazónica del norte del Perú, el área de interés se ubica sobre la parte alta de una terraza con taludes pronunciados sobre el sector este, oeste y norte, las cotas varían entre 225 y 247 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), desde la parte baja en donde fluyen dos quebradas hasta la parte alta de la terraza. Sobre la base del sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84 zona UTM 18.s; con un GPS se determinaron las pendientes teniendo en cuenta la relación de la diferencia de cotas entre los sectores norte, este y sur, la pendiente desde los cuerpos de agua estacionaria en el (norte y este) es de 0,3% con una inclinación de 0,1°, desde el sur la pendiente 11% con una inclinación de 6°'. Al respecto, se advierte que no presentó un mapa topográfico e información ráster (Modelo Digital de Elevación), que permita verificar las zonas del Sitio que poseen terrazas, pendientes e inclinaciones.

<u>Comentarios a la absolución de la Observación N° 4</u>
En tal sentido, deberá cumplir con presentar el mapa topográfico e información ráster (Modelo Digital de Elevación) del Sitio y su entorno, en donde se verifique las curvas de nivel, las mismas que a su vez, permitirán visualizar las terrazas, pendientes e inclinaciones existentes en el Sitio S0103. Dicho mapa deberá estar suscrito por el/la profesional responsable de su elaboración.

Respuesta:
De acuerdo a lo solicitado en el Auto Directoral N° 079-2020-MINEM-DGAAH y en el Auto Directoral N° 079-2021-MINEM-DGAAH, en el **Anexo MINEM Observación N° 4** se adjunta *el Mapa "S0103-MINEM-OBS-10" "Mapa de Topografía del Sitio Impactado"* y el *Mapa "S0103-MINEM-OBS-03" "Mapa de Pendientes del Sitio Impactado S0103"*.

Los aspectos relacionados con la topografía de detalle no estaban contemplados desarrollar en esta fase del estudio, aun así, se adjunta un plano topográfico preliminar elaborado en base a la topografía preliminar realizada en el área de estudio (ver **Figura 4**) y tomando como referencia información secundaria como cartas nacionales (IGN) escala 1:100.000, Imagen Ráster (Bing, 2012), Imagen Ráster (Google Earth, 2015).

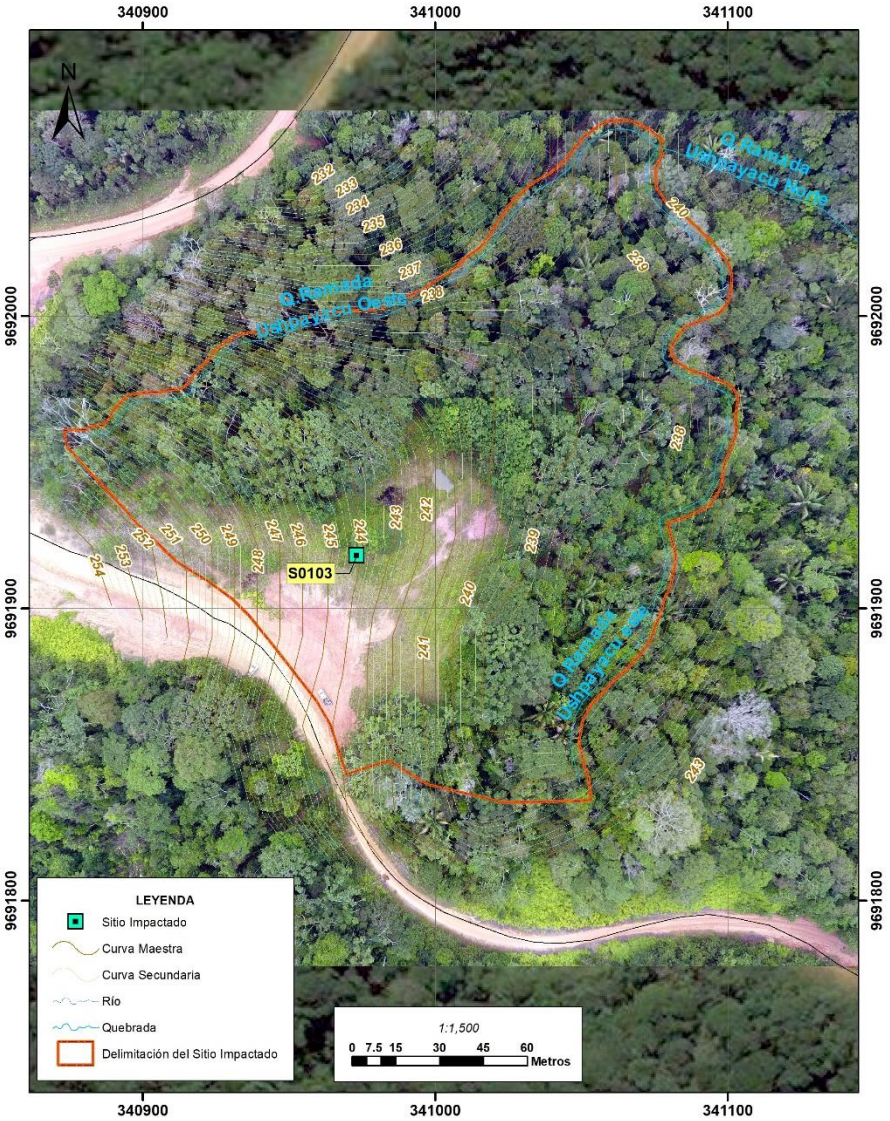


Figura 4. Mapa Topográfico del Sitio S0103 (Botadero km- 7)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

2.5. Observación N° 5

En el Ítem 2.2.5 del PR del Sitio S0103 "Climatología' (Folios 39 al 43), presentó información sobre los datos climatológicos, específicamente sobre datos de precipitación mensual, media multianual, mensual multianual, temperatura, dirección y velocidad media de los vientos correspondientes a las estaciones meteorológicas como: Trompeteros, Andoas, Barranca y Nuevo Roca Fuerte. Al respecto, se advierte lo siguiente:

(i) No presentó la información empleada para la determinación de la precipitación media multianual para las Estaciones Andoas (Figura 2-10) y Nuevo Roca Fuerte (Figura 2-12).
(ii) De la revisión del Anexo 6.1. ''Mapa de Zonas Climáticas" (Folio 575), se evidencia que no se ubicaron las estaciones meteorológicas referidas.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 5

(i) Presentar la información sustentatoria que permita determinar la precipitación media multianual para las Estaciones Andoas y Nuevo Roca Fuerte y, de corresponder, corregir las Figuras 2-10 y 2-12.
(ii) En el Mapa de Zonas Climáticas, deberá plasmar las estaciones meteorológicas, así como las coordenadas de ubicación de las mismas. Cabe indicar que, dicho mapa deberá estar suscrito por el/la especialista responsable de su elaboración.

Respuesta:
En el **Anexo MINEM Observación N°5,** se presenta el Informe de Climatología y Meteorología del Sitio S0103, que incluye el mapa de ubicación de las estaciones (en versión pdf y editable).

2.6. Observación N° 6

En el Ítem 2.2.7 del PR del Sitio S0103 - "Cobertura Vegetal"(Folios 44 y 45), señaló que el Sitio S0103 presenta dos (2) tipos de cobertura vegetal "Bosque de colina baja (Bcb)"y "Bosque de terraza baja (Btb)'; · no obstante, de la revisión de la información que obra en el Expediente, se advierte lo siguiente:

(i) En el Ítem 3.5.1.10.2 del PR del Sitio S0103 - "Componente Flora"(Folio 108), indicó que la cobertura es de "Bosque amazónico o selva baja intervenido'; lo cual no guarda relación con la unidad de vegetación señalada en el Ítem 2.2.7. del PR del Sitio 50103. Por otro lado, en el Ítem 3.6.6.1.1 del PR del Sitio 50103 - "Identificación y Descripción de los Tipos de Cobertura Vegetal asociados al Sitio S0103 (Botadero Km 7J"(Folio 186), indicó que la cobertura vegetal presente en el Sitio 50103 es ''Bosques Secundarios de Terraza'; lo cual no guarda relación con lo señalado en el Ítem 2.2.7. del PR del Sitio 50103.
(ii) De la revisión del Mapa CEV-PASTAZA-CA-10 - "Mapa de Capacidad de Cobertura Vegetal' (Folio 579), no se visualiza la unidad de cobertura vegetal presente en el Sitio.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 6

(i) Precisar cuál es la cobertura vegetal presente en el Sitio 50103, de acuerdo a la información obtenida en el levantamiento de campo, precisando las especies predominantes que caracterizan la cobertura vegetal presente en dicho Sitio. En caso corresponda a un ''Bosque secundario'; se deberá sustentar dicha clasificación con la información colectada (evidencias de intervención, presencia de especies invasoras, entre otras).
(ii) En atención a lo señalado en los numerales (i) y (ii), se deberá corregir el Ítem 2.2.7 del PR del Sitio S0103 y el Mapa CEV·PASTAZA-CA-10 - "Mapa de Capacidad de Cobertura Vegetal'. Este mapa deberá elaborarse a una escala adecuada que permita la visualización de la cobertura vegetal presente en el Sitio S0103 y estar suscrito por el/la profesional responsable de su elaboración.

Respuesta:
Respecto al Informe de levantamiento de observaciones y al PR presentado se aclara lo siguiente:

(i) Se realiza la corrección y actualización de la cobertura vegetal del Sitio S0103 (Botadero Km 7). A continuación, se presenta el sustento correspondiente.

- **Descripción de la vegetación del Sitio S0103 (Botadero km 7)**

El Sitio S0103 (Botadero km 7) se localiza en la Llanura Amazónica del norte del Perú, el área de interés se ubica sobre una terraza con taludes pronunciados hacia el sector este, oeste y norte y con pendientes entre 0.3% y 11%, las cotas varían entre 225 y 247 metros sobre el nivel del mar (msnm). La comunidad nativa de Nuevo Andoas se encuentra al suroeste del Sitio Impactado, a una distancia de 7,0 km por vía terrestre.

Los principales cuerpos de agua que se encuentran en el entorno del Sitio corresponden a dos cuerpos de agua estacionales que vierten sus aguas al sector de Ushpayacu, las cuales se encuentra delimitando el área del Sitio S0103 (Botadero km 7), en dirección Norte y Este. Por el oeste el Sitio Impactado limita con la carretera que conduce al pozo Capahuarí sur.

En la zona central y hacia el oeste dentro de la delimitación del Sitio S0103 (Botadero km 7) se observa vegetación de porte bajo (pastos y forrajes) e incluso pequeñas áreas sin cobertura vegetal, debido a que el suelo fue Impactado al ser removido para disponer residuos industriales de diversa naturaleza generados por la industria petrolera, los cuales están dispersos superficialmente y enterrados a diversas profundidades. El resto del área delimitada se caracteriza por la presencia de especies de porte arbóreo, tal como se puede apreciar en la **Fotografía 1.** Tomada durante los trabajos de campo realizados en el año 2018.

Fotografía 1. Vista aérea del Sitio S0103 (año 2018)
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En inmediaciones al S0103 (Botadero km 7), no se realizan actividades industriales, ni agrícolas; hacia el oeste del Sitio Impactado pasa una línea de flujo que conecta los pozos 18,19 y 20 con la batería Capahuari Sur. Se identificó también a la laguna Shanshococha la cual está ubicada cerca a los pozos 18, 19 y 20, a 700 metros del Sitio Impactado. En la **Figura 5** se presenta la ubicación del Sitio S0103 y los elementos de su entorno.

El Sitio S0103 (Botadero km 7) se encuentra dentro del área donde se realizan actividades de caza por parte de la población. Por otro lado, en el Sitio no se realiza pesca por parte de la comunidad.

Sobre las áreas boscosas que se encuentran dentro del área delimitada como Sitio Impactado S0103 (Botadero km 7) y en su entorno se ubicaron las parcelas de muestreo para la caracterización de vegetación. Durante el levantamiento técnico en campo, se registró una cobertura de bosque de la región amazónica (selva baja) intervenida, la cobertura vegetal cuenta con árboles que pueden alcanzar hasta 30 m de altura total y un DAP de hasta 81 cm. Se registraron especies forestales como Ficus sp. "Oje", Virola sp. "Cumala", Licania sp. "Mashimango", Schefflera sp. "Schefflera", Banara nítida "Rifari", Vismia macrophylla "Pichirina" y palmeras como Oenocarpus bataua "Ungurahui" y Socratea exhorriza "Cashapona".

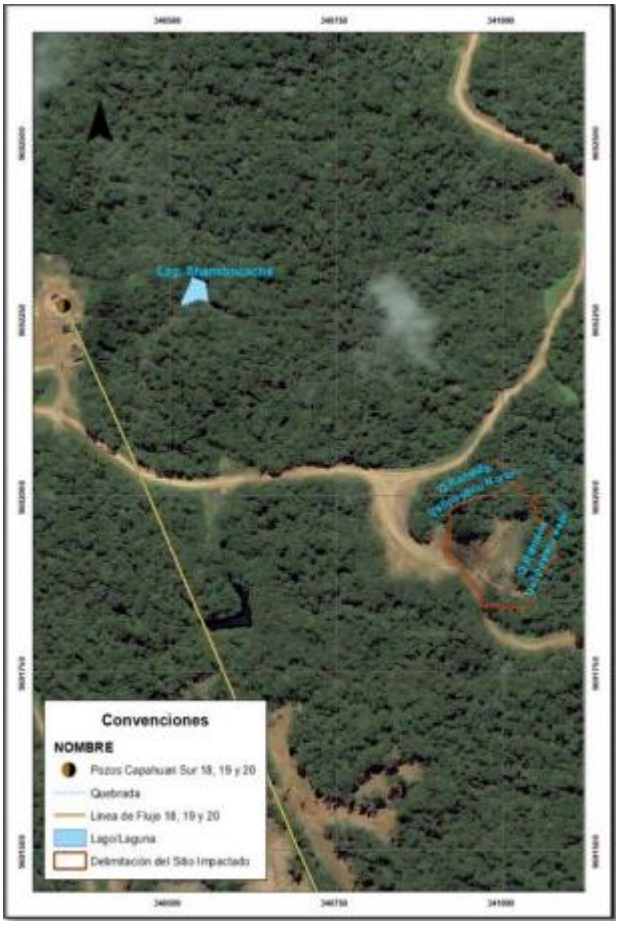


Figura 5. Elementos del Entorno del Sitio S0103 (Botadero km 7)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021

A continuación, en la **Tabla 2** se presentan los indicadores ecológicos más importantes del Sitio S0103.

Tabla 2. Indicadores Ecológicos del Sitio S0103 (Botadero KM. 7)

Indicadores Ecológicos del sitio S0103	Cantidad (0.5 ha)	Unidad
Número de familias	33	Familia
Número de géneros	41	Género
Número de especies	63	Especies
Número de individuos	188	individuos

Indicadores Ecológicos del sitio S0103	Cantidad (0.5 ha)	Unidad
Coeficiente de mezcla	0.25	Sin unidad
Volumen total por hectárea	390,55	m^3
Número de estratos del dosel	2	-
Número de especies con alguna categoría de amenaza	29	Especie
Número de especies endémicas	0	Especie

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

De los resultados de la composición florística, las familias más abundantes son: Fabaceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae y Moraceae.

Del análisis de estructura horizontal se determinó que la especie *Inga sp "Shimbillo"* es la que tiene mayor IVI (26.26%) y por ende es la especie más abundante y frecuente dentro del área evaluada, seguida de las especies *Ficus sp.* "Oje" (20.29%), *Virola sp.* "Cumala" (19.81%), *Licania sp.* "Mashimango" (13.90%), *Schefflera sp.* "Schefflera" (11.49%), *Banara nítida* "Rifari" (10.92%), *Vismia macrophylla* "Pichirina" (9.33%), *Coccoloba sp.* "Tangarana" (8.71%), *Nectandra sp.* "Moena" (7.45%), *Parkia sp.* "Pachaco" (7.27%), *Apeiba glabra* "Carahuasca" (7.00%), *Indeterminado* (6.70%), *Fabaceae sp. 1* (6.17%) y otros (144.70%).

De la evaluación de cada clase diamétrica, se pudo determinar que la mayoría de los individuos de árboles se agrupan en las categorías diamétricas menores; esto podría posiblemente deberse a que el bosque ha sufrido de aprovechamiento forestal que removió parte de la masa forestal, la cual está se está recuperando y se observa en estadios tempranos de la sucesión.

De acuerdo con los índices de diversidad se determinó que la muestra es diversa y heterogénea para este tipo de cobertura.

Del análisis de renegación natural, se determina que la especie *Ochroma pyramidale,* es la especie que mayor índice de regeneración presenta.

Respecto a las categorías de amenaza y endemismo, la lista de especies registradas con alguna categoría de amenaza en detalle se presenta en la respuesta a la observación 5. En resumen, se resalta que se encontraron 29 especies con alguna categoría de amenaza, de las cuales 4 pertenecen a especies epífitas de la familia Orchidaceae, registradas dentro del apéndice II del CITES. Las categorías de amenaza registradas fueron de "*Menor Preocupación*" o LC según la UICN. Se encontró una especie registrada en el D.S. N° 043-2006-AG. De acuerdo con la publicación "*Introducción a las plantas endémicas del Perú*" (León et al., 2006)[1], no se registró ninguna especie endémica para el Perú.

- **<u>Comparación con bosques tipo</u>**

Si bien se entiende que el uso del Mapa Nacional de Cobertura vegetal no es suficiente como única fuente para definir la cobertura de una zona de estudio, se reconoce a este mapa como guía y se hace uso del análisis de los resultados de campo para corroborar o modificar lo definido en el mencionado mapa nacional.

En ese sentido, se hace uso de la Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015) y de la publicación "*Definiciones conceptuales de los ecosistemas del Perú*" (MINAM, 2018) donde se detallan características de los tipos de cobertura presentados en el PR del Sitio S0103 (*Bosque de terraza baja y Bosque de colina baja)* y se indican los resultados obtenidos en otros inventarios del territorio nacional.

Teniéndose la siguiente información respecto a *<u>"Bosque de terraza baja</u>*":

[1] *Rev. Perú. biol.* Número especial **13(2):** 9s - 22s (diciembre 2006) El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. Ed.: Blanca León et al.

Tabla 3. Definición conceptual del Bosque de terraza baja

Definición:	Se ubica en la llanura aluvial de la selva baja, ocupando las terrazas bajas tanto recientes como sub-recientes (inundables) y las terrazas antiguas o terrazas medias (no inundables). Por lo general, se ubican por debajo de los 5 m de altura respecto al nivel de las aguas y con pendiente de 0-2 %, formadas por sedimentos aluviónicos provenientes de los materiales acarreados por los ríos y quebradas que discurren, depositados en el Cuaternario. Ocupa una superficie de 7 091 445 ha, que representa el 5,52 % del total nacional.
Factores Diagnóstico	• Región Natural: Selva Tropical. • Bioclima: Húmedo. • Vegetación: Bosque. • Fisiografía: Llanura aluvial no inundable e inundables. • Rango referencial altitudinal: 0-300 m s. n. m. • Ecosistema forestal de terrazas bajas recientes o sub-recientes y terrazas antiguas o medias. • Árboles dominan la vegetación, pero las palmeras son comunes, como *Iriartea deltoidea* "huacrapona", *Attalea sp*. "shapaja", *Oenocarpus bataua* "ungurahui", Socratea sp. "cashapona", *Astrocaryum chambira* "chambira". • Sotobosque es denso, bosque presenta 3 o 4 estratos. • Dosel alcanza 23 a 25 metros de alto, con individuos emergentes de 30 o más metros. • Topografía generalmente plana o con leves ondulaciones
Especies botánicas registradas:	*Gynerium sagittatum* ("caña brava"), *Tessaria integrifolia* ("pájaro bobo"), *Adenaria floribunda* ("puca varilla"), *Cecropia membranacea* ("cetico"), *Pseudobombax munguba* ("punga colorada"), *Ficus insípida* ("oje"), *Calycophyllum spruceanum* ("capirona del bajo"). En los suelos más estables ubicado en las terrazas medias, se encuentran especies de mayor edad, tales como, *Triplaris sp.* ("tangarana"), *Calycophyllum sp.* ("capirona"), *Erythrina sp.* ("amasisa"), *Ficus anthelmíntica* ("oje"), *Inga sp.* ("shimbillo"), *Euterpe precatoria* ("huasaí"), *Trema micrantha* ("atadijo"), *Erythrina ulei*, *Piper achromatolepis*, *Senegalia riparia*, *Calathea sp.*, *Cissus erosa* ("ampato huasca"), *Erythrina amazonica*, *Ficus insipida* ("oje"), *Senna bacillaris* ("mataro"), *Senna ruiziana* ("mataro chico"), *Attalea insignis* ("conta"), *Garcinia macrophylla* ("charichuelo"), *Calyptranthes densiflora* ("yayo), etc. (Kalliola *et al*., 1993).

Fuente: Ministerio del Ambiente, MINAM ,2015.

Se revisó adicionalmente, la publicación "*Estructura y composición florística de un bosque de terraza baja en Tambopata, Madre de Dios. Biodiversidad Amazónica"*[2] donde los árboles de mayor Valor de Importancia de la comunidad vegetal estudiada reportan que las especies que suman el 150% del IVI son 20 y entre ellas se encuentran: *Iriartea deltoidea* (17,75%), *Euterpe precatoña* (16,31%), *Tetragasths altissima* (11,45%), *Meliosma herbertii* (9,15%), *Ocotea sp* (7.59%), *Tachigali vasquezii Pipoly* (7.356%), *Aniba panurensis (Meisn.) Mez* (3.58%), entre otras.

Se tiene también el estudio *"Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de terraza baja en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana"*[3] donde de un total de 309 especies con DAP>10 cm, 53 aportan el 50% del IVI, variando entre 16.4%, *Eschweilera bracteosa* y 1.5%, *Heisteria duckei*. Se encuentran en medio las especies: *Oenocarpus bataua* (9.6%), *Sapotaceae JH sp 2* (8.3%), *Miconia punctata* (5.4%), *Ladenbergia magnifolia* (4.3%), *Qualea paraensis* (4.2%), *Tachigalia polyphylla* (4.0%), entre otras.

Asimismo, en el bosque de terraza baja de la cuenca del río Mazan, nueve (09) fueron las especies más representativas, ya que obtienen el 50% del valor del IVI, siendo estas: *Virola sp* "Cumala" (58,7%), *Eschweilera albiflora* "Machimango" (22,5%), *Pouteria hispida* "Quinilla Caimitillo" (16,3%), *Licania triandra* "Pashaco" (13,6%), *Perebea guianensis* "Chimicua" (10,9%), *Hevea brasilensis* "Shiringa" (9%), *Ormosia sp* "Huayruro" (8,8%), *Hymenolobium pulcherrimum* "Chontaquiro" (8,7%) y *Guarea pubescens* "Requia" (8%). (Paredes[4], 2018)

[2] (Zárate, 2015). Aguirre, G. A., & Pollito, P. A. Z. (2019). Estructura y composición florística de un bosque de terraza baja en Tambopata, Madre de Dios. *Biodiversidad Amazónica Vol 3*,*3*(3).
[3] Freitas Alvarado, L. (1996). Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de terraza baja en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana.
[4] Paredes Urrea, W. J. (2018). Estructura y stock de carbono de la biomasa aérea de un bosque de terraza baja y colina baja de la cuenca del río Mazán, Loreto Perú. 2018.

Se revisó también la publicación *"Potencial maderero de un bosque natural de terraza baja, con fines de manejo, cuenca del río Itaya, Loreto, Perú"*[5], donde se encontró que las especies que definen la estructura del bosque de terraza baja, es decir aportan la mitad del IVI, son ocho (08): "cumala" *Virola obovata* (59,25%), "machimango" *Eschweilera coriacea* (20,75%), "moena" Nectandra ,amplifolia (15,46%), "pucuna caspi" Iryanthera tricornis (11.71%), "parinari" *Licania caudata* (11.61%), "quinilla" Manilkara bidentata (11.08%), "palto moena" *Mezilaurus synandra* (10.47%) y "yesca caspi" Qualea paraensis (9.16%).

Respecto a la cobertura vegetal del tipo *"Bosque de colina baja"*, se tiene la siguiente información.

Tabla 4. Definición conceptual del ecosistema Bosque de colina baja

Definición:	Ecosistema amazónico ubicado sobre terrenos disectados no inundables, con colinas de alturas relativas de 20 a 80 metros, con una elevación topográfica menor de 80 m de altura con respecto a su base y con pendientes moderadas (25-30 %) a empinadas (hasta 50 %), lo que los hace susceptibles a la erosión hídrica. El sotobosque es denso, el bosque puede presentar 3 o 4 estratos con un dosel o cúpula de árboles que alcanzan 25 a 30 metros de alto e individuos emergentes de 35 o más metros de altura.
Factores Diagnóstico	• Región Natural: Selva Tropical • Bioclima: Húmedo • Vegetación: Bosque • Fisiografía: Colina Baja • Rango referencial altitudinal: 150-800 msnm • Ecosistema forestal amazónico no inundable • Sotobosque denso, el bosque presenta 3 o 4 estratos • Dosel alcanza 25 a 30 metros de alto con individuos emergentes de 35 o más • Terrenos disectados con pendientes moderadas (25-30%) a empinadas (hasta 50%) • Con una elevación topográfica menor de 80 m de altura con respecto a su base.
Especies botánicas registradas:	*Cedrelinga cateniformis* "tornillo", Quararibea cordata "sapote", Aniba spp. "laurel", Protium spp. "copal", Apeiba membranacea "peine de mono", Zanthoxylum spp. "hualaja", Eschweilera spp. "machimango", *Theobroma sp*. "cacahuillo", *Pithecellobium sp*. "pashaco", *Brosimum alicastrum* "mashonaste", *Cedrela sp.* "cedro", *Dipteryx spp*. "shihuahuaco", *Socratea exorrhiza* "cashapona", *Euterpe precatoria* "huasaí", *Iriartea deltoidea* "huacrapona", *Astrocaryum chambira* "chambira".

Fuente: Ministerio del Ambiente, MINAM ,2018.

Se revisó adicionalmente, la publicación *"Caracterización de la Estructura Horizontal de un Bosque Húmedo de Colina Baja entre los distritos de Villa Jenaro Herrera y Yaquerana, Loreto – Perú"*[6] donde las especies más importantes del IVI son: *Eschweilera coriacea* "Machimango Blanco" (15.96%), *Pouteria cuspidata* "Quinilla blanca" (11.42%), *Couepia bernardii* "Parinari blanco" (7.78%), *Pouteria sp* "Quinilla", *Tachigali polyphylla* "Tangarana", *Sloanea floribunda* "Cepanchina", *Virola elongata* "Cumala blanca", *Iryanthera sp* "Cumala", *Pleurothyrium acuminatum* "Moena Amarilla", *Helicostylis tomentosa* "Chimicua", *Iryanthera juruensis* "Cumala colorada", *Couepia ulei* "Parinari colorado", *Inga altisiima* "Shimbillo", *Cariniana decandra* "Papelillo Caspi", *Eschweilera sp* "Machimango", *Qualea paraensis* "Yesca caspi", *Alibertia stenantha* "Canilla de vieja", *Hevea nitida* "Shiringa", Pourouma minor "Sacha Uvilla", *Eschweilera tessmanni* "Machimango colorado", *Licania blackii* "Apacharama", *Jessenia bataua* "Ungurahui", *Couratari sp* "Machimango Negro", *Quararibea intricanta* "Machin Sapote", Swartzia sp "Mari", *Licania urceolaris* "Parinarillo", *Brosimun rubescens* "Palisangre", *Parkia sp* "Pashaco", *Quarambea witti* "Zapotillo", *Hymenaea courbaril* "Azúcar Huayo", *Iriartea sp* "Huacrapona", Quinilla Caimito (2.73%), otros (149.09%).

[5] Pérez Ismiño, J. (2016). Potencial maderero de un bosque natural de terraza baja, con fines de manejo, cuenca del río Itaya, Loreto, Perú.

[6] Martínez Vela, J. M. (2010). Caracterización de la estructura horizontal en un bosque húmedo de colina baja entre los distritos de Villa Jenaro Herrera y Yaquerana, Loreto-Perú.

Se tiene también que en un estudio en la cuenca del río Napo, se registraron árboles con altura máxima de 38 m y DAP máximo de 1,50 m, siendo las especies con mayor IVI, las siguientes: *Inga sp.* ("pacae"), *Ocotea sp.* ("moena"), *Eschweilera sp.* ("machimango"), *Iriartea deltoidea* ("huacrapona"), *Tachigali sp.* ("tangarana"), *Eschweilera grandiflora* ("machimango negro"), *Protium sp.* ("copal"), *Pseudolmedia laevigata* ("chimicua"), *Guatteria sp.* ("carahuasca"), *Parkia sp.* ("pashaco"), *Oenocarpus bataua* ("hunguraui"), *Sterculia apelata* ("huarmi caspi"), *Virola elongata* ("cumala blanca") y *Maquira coriacea* ("capinuri") (MINAGRI - MINAM, 2013[7]).

Asimismo, en los bosques del Alto Amazonas, en parcelas de 0,5 ha y a partir de 10 cm de DAP, las especies con mayor valor de IVI fueron las siguientes: *Eschweilera sp.* ("machimango"), *Parkia sp.*, ("pashaco"), *Copaifera paupera* ("copaiba"), *Cavanillesia umbellata* ("puca lupuna"), *Protium paniculatum* ("copal colorado"), *Chorisia integrifolia* ("lupuna"), *Iriartea deltoidea* ("huacrapona"), *Pseudolmedia laevigata* ("chimicua"), *Inga sp.* ("shimbillo"), *Pleurothyrium acuminatum* ("manchinga"), *Jacaranda copaia* ("huamanzamana"), *Carica microcarpa* ("papailla"), *Couepia bernardii* ("parinari blanco"), *Pouteria cuspidata* ("quinilla blanca") (Martínez, 2015[8]).

Se revisó también la publicación *"Caracterización y valoración económica de un bosque de colina baja en la Cuenca del Rio Mazan, Loreto, Perú"* (Gonzales, 2018[9]), donde se evaluaron especies forestales con un DAP mayor e igual de 20 cm en 48 parcelas de media hectárea (0,5 ha), encontrándose Virola loretensis "Cumala" con 34,85%, *Eschweilera grandiflora* "Machimango" con 30,52%, *Pouteria glomerata* "Caimitillo" 19,86%, *Tachigali paniculata* "Tangarana" 16,81%, *Vochysia braceliniae* "Quillosisa" con 15,21%, *Inga alba* "Shimbillo" con 14,39%, *Schizolobium sp*. "Pasahaco" con 12,32% y *Hevea brasiliensis* "Shiringa" con 11,83%.

Determinación del tipo de cobertura para el Sitio S0103 (Botadero km 7)

Si bien las características fisiográficas y bioclimáticas de la zona coinciden con las de un "bosque de terraza baja", no se ha encontrado una coincidencia en los valores de IVI reportados en los inventarios revisados ni para este tipo de cobertura ni para el de "bosque de colina baja". Se encontraron únicamente coincidencias de especies en algunos casos con aquellas especies registradas en el Sitio S0103.

Se consultó adicionalmente el *"Estudio de la Microzonificación Ecológica Económica del Área Fronteriza Amazónico Peruano"* realizado por el Proyecto Estudios Automatizados Especializados - PEAE, del Instituto Nacional de Desarrollo –(INADE) en el año 2001 en el ámbito comprendido entre los ríos Tigre, Pastaza y Marañón. El proyecto tuvo la finalidad de determinar factores físicos como fisiografía, geología, geomorfología, suelos, flora, fauna, recursos forestales e hidrobiológicos interrelacionados con los factores socioeconómicos presentes de la zona.

El proyecto generó información primaria sobre la flora a través del levantamiento exploratorio y de reconocimiento. En cuanto a la caracterización de flora se definió 8 tipos de unidades de vegetación: Bosque de Bajial (Bj), Restingas (Re) Aguajales (Ag), Vegetación Sucesional del Complejo de Orillares es islas (Is), Bosque de Altura (Ba), Bosques de Terrazas Altas y Lomadas (Bta-lo), Bosques de Colinas (Bc) y Áreas Deforestadas (D).

Por otro lado, en relación a la evaluación forestal se logró determinar los siguientes tipos de vegetación lluviosa tropical los cuales se identificaron como: Bosque de colinas bajas ligeramente disectadas (Bcb1), Bosque de colinas bajas moderada a fuertemente disectadas (Bcb2), Bosque de lomadas (Bl), Bosque de terrazas altas disectadas (Btad), Bosque de terrazas medias y bajas inundables (Btm-bi), Bosque de terrazas bajas inundables (Btbi), Palmeral mixto inundable (Pmi),

[7] Ministerio de Agricultura–Ministerio del Ambiente (2013). *Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático. Datos de campo del muestreo forestal en las ecozonas hidromórfica y de tierra firme (Loreto) y en zona costera (Piura y Lambayeque)*. Lima: MA-MINAM.

[8] Martínez, P. (2015). *Zonificación ecológica y económica-temático forestal de la provincia de Alto Amazonas, Loreto*. Iquitos: Gobierno Regional de Loreto, Municipalidad Provincial de Alto Amazonas, Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana.

[9] Gonzales Sanchez, C. J. (2018). Caracterización y valoración económica de un bosque de colina baja en la Cuenca del Rio Mazan, Loreto, Perú. 2017.

Palmeral inundable (aguajal) (Pi), Pantano herbáceo (Ph), Vegetación de Islas (Is), Bosque de secundario (Bs) y otras áreas: Áreas deforestadas (D), Ríos (Río), cochas/ lagunas (Col/L)y Sector urbano (SU).

Finalmente, en cuanto al Ecosistema este estudio se basó en las unidades de ecosistemas el estudio ha logrado identificar 8 tipos de ecosistemas entre los cuales figuran: Bosque de colinas bajas y terrazas disectadas (Bcb/td), Bosque inundable de aguas blancas (Bi ab), Bosque inundable de aguas blancas con palmas (Bi ab/P), Bosque inundable de aguas negras (Bi an), Aguajal (Ag), Antrópico (A), Cochas/Lagunas (C/L) y Ríos (R).

Se revisó cada uno de los tipos de vegetación presentados en el estudio, encontrando que la clasificación de "*Bosque secundario (Bs)"* es la que más se asemeja a las áreas boscosas encontradas en el Sitio S0103. Se describe a continuación lo indicado en el estudio:

"Bosque secundario (Bs)"

Este tipo de bosque se encuentra ubicado en dos grandes sectores. Por un lado, existe en la llanura aluvial del río Marañón, influenciado por los centros poblados que existen a lo largo de este; por otro lado, se encuentra a lo largo de la carretera que une los ríos Pastaza y Tigre y en las demás carreteras que llegan a los pozos y campamentos petroleros (zona norte). En total ocupa una superficie de 71,434 ha, que representa el 1.4 % del área estudiada.

Como su nombre mismo lo indica, este bosque es el producto de la extracción forestal selectiva producida en el bosque primario, manteniéndose actualmente como un bosque entresacado, dominado por especies típicas del bosque secundario adulto. La generación de este bosque secundario se remonta desde la construcción de la red de carreteras que unen los pozos y campamentos petroleros, hasta la actualidad, manteniéndose perturbada de alguna forma por las actividades de mantenimiento de las mismas.

Este bosque siempre verde tiene como altura máxima entre 25 y 30 m de alto, caracterizado por las siguientes especies: "cetico" Cecropia sp., "topa" Ochroma piramydale, "pichirina" Vismia sp.1, Vismia sp.2, "pashaquila" Cassia sp., "ojé" Ficus sp., Miconia sp., "sachamango" Gryas neuberthii, Alchornea sp., Piper sp., "shimbillo" Inga sp., "ocuera" Albizia falcata, "shapumba" Pterydium sp., Tococa sp., "purma caspi", "huamansamana" Jacaranda copaia, Minquartia guianensi, "mauba", etc.

Este ecosistema de acuerdo con sus características de diversidad biológica y de su geomorfología (vulnerabilidad), para fines del presente, ha sido calificado como de Valor Ecológico BAJO."

En conclusión, en base a los indicadores ecológicos presentados en la **Tabla 2**, las especies forestales que presentan mayor peso ecológico del IVI, los resultados de la distribución diamétrica, las características fisiográficas de la zona y las evidencias de actividad antrópica se define y caracteriza al Sitio S0103 como un *Bosque secundario.*

Se realizarán los cambios en todo el documento Plan de Rehabilitación del Sitio S0103 a **Bosque secundario.**

Respecto a la zona central y hacia el oeste dentro de la delimitación del sitio impactado donde se observa vegetación de porte bajo que por lo motivos explicados en la respuesta a la observación N° 1 no fue caracterizada; y la zona sin cobertura que corresponde a la carretera que conduce a la batería Capahuarí sur, se aclara que de acuerdo con el *"Estudio de la Macrozonificación Ecológica Económica del Área Fronteriza Amazónico Peruano"* estas áreas se han definido como Áreas deforestadas (D). Se describe a continuación lo indicado en el mencionado estudio:

"Áreas deforestadas (D)"

En el íten 2.2.7 Se realizó la precisión respecto a la cobertura vegetal del Sitio S0103 (Botadero Km 7), donde se identifican 2 (dos) unidades; Bosque secundario (Bs) y Áreas Deforestadas (D). A fin de sustentar la clasificación de bosques secundarios, se tomó como referencia las siguientes fuentes bibliográficas:

- Rev. Perú. biol. Número especial 13(2): 9s - 22s (diciembre 2006) El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. Ed.: Blanca León et al.
- (Zárate, 2015). Aguirre, G. A., & Pollito, P. A. Z. (2019). Estructura y composición florística de un bosque de terraza baja en Tambopata, Madre de Dios. Biodiversidad Amazónica Vol. 3,3(3).
- Freitas Alvarado, L. (1996). Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de terraza baja en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana.
- Paredes Urrea, W. J. (2018). Estructura y stock de carbono de la biomasa aérea de un bosque de terraza baja y colina baja de la cuenca del río Mazán, Loreto Perú. 2018.
- Pérez Ismiño, J. (2016). Potencial maderero de un bosque natural de terraza baja, con fines de manejo, cuenca del río Itaya, Loreto, Perú.
- Martínez Vela, J. M. (2010). Caracterización de la estructura horizontal en un bosque húmedo de colina baja entre los distritos de Villa Jenaro Herrera y Yaquerana, Loreto-Perú.
- Ministerio de Agricultura–Ministerio del Ambiente (2013). Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático. Datos de campo del muestreo forestal en las ecozonas hidromórfica y de tierra firme (Loreto) y en zona costera (Piura y Lambayeque). Lima: MA-MINAM.
- Martínez, P. (2015). Zonificación ecológica y económica-temático forestal de la provincia de Alto Amazonas, Loreto. Iquitos: Gobierno Regional de Loreto, Municipalidad Provincial de Alto Amazonas, Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana.
- Gonzales Sanchez, C. J. (2018). Caracterización y valoración económica de un bosque de colina baja en la Cuenca del Rio Mazan, Loreto, Perú. 2017.

En las cuales se detallan las especies que forman parte del bosque secundario.

Se precisa que no se pueden identificar evidencias de intervención porque estas sucedieron muchos años atrás y la principal evidencia es la falta de algunas especies, o por complemento la composición actual.

Se realizó la corrección del ítem 2.2.7, en relación a las especies identificadas en el "Área deforestada (D)

La corrección realizada se extendió a todo el documento, brindando especial atención:

a. Al ítem 3.5.1.10.2 Componente Flora (ex folio 000108) donde se precisó como Bosque Secundario.
b. Al ítem 3.5.2.5.2 Puntos y Técnicas de Muestreo, Número y Listado de Muestras Tomadas – Época Húmeda (ex folio 000139) donde se corrigió por Bosque secundario
c. Ál ítem 3.6.6 Resultados de campo y Laboratorio del Componente Biótico, donde se realizó la corrección por Bosque secundario.

(ii) En el **Anexo MINEM Observación Nº 6**, se presenta el Mapa CEV·PASTAZA-CA-10 - "Mapa de Capacidad de Cobertura Vegetal', el cual se presenta a escala adecuada donde se aprecia la cobertura vegetal presente en el Sitio S0103, y como puede verificarse, está suscrito por el/la profesional responsable de su elaboración.

2.7. Observación N° 7

En el Ítem 2.3.1.2 del PR del Sitio S0103 - "*Entrevistas*" (Folio 47), indicó que: "*Para recolectar*

información de fuente primaria, se realizaron entrevistas en campo, dichas entrevistas estaban basadas en una serie de preguntas guía, (Ver Anexo 6.12) con el objetivo de relevar información general sobre la comunidad e identificar la percepción de los entrevistados sobre la problemática existente y la ejecución del proyecto". Asimismo, para sustentar la aplicación de la herramienta entrevistas, presentó los siguientes documentos: (i) Entrevista en la cuenca del Pastaza - Preguntas Guía", (ii) Identificación de aspectos sociales de las comunidades - Ficha Comunal, las cuales obran en el Anexo 6.12.1 – "*Soportes Componente Social- Fase de Reconocimiento*" (Folios 1744 al 1751).

De la revisión de dicha información, se advierte que no sistematizó las percepciones de los grupos de interés de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas sobre la problemática y la ejecución del proyecto. En ese sentido, deberá presentar la información sistematizada de las percepciones de los entrevistados sobre la ejecución del proyecto.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 7

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 7.

Respuesta:

Para la recolección de información de fuente primaria, se realizaron entrevistas en campo, dichas entrevistas estuvieron basadas en una serie de preguntas guía, (Ver Anexo 6.12 del PR Sitio S0103) con el objetivo de revelar información general sobre la comunidad de Nuevo Andoas e identificar la percepción de los entrevistados sobre la problemática existente y la ejecución del proyecto.

En la fase de reconocimiento con la participación del APU de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, se identificaron a actores claves y principales de esta comunidad, tales como: madre indígena, teniente gobernador y agente municipal, además de otras personas con diferentes roles en la comunidad (comerciantes), a quienes se les realizo la entrevista; también se realizaron entrevistas a pobladores de la comunidad, monitores ambientales, al representante del Centro de Salud y a pobladores de la comunidad.

Es preciso recalcar que entre el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM/PROFONANPE), la supervisora y la consultora se consideraron los aspectos culturales, el contexto social, las expectativas y percepciones de las Comunidad Nativa Nuevo Andoas frente al alcance y desarrollo de la Consultoría, por lo que se acordó que las entrevistas debían tener una estructura con preguntas guía previamente definidas por el equipo y sus respuestas no contemplaban el diligenciamiento de un formato especifico, para lo cual la profesional de relaciones comunitarias tomó nota en los cuadernos de campo diligenciados.

Las percepciones recopiladas en cada entrevista fueron empleadas para determinar la visión general sobre el proyecto, las expectativas manifestadas por los pobladores y/o autoridades, identificando también la problemática y preocupaciones relacionadas con las particularidades del Sitio S0103 (Botadero km 7).

En el **Anexo MINEM Observación N° 7** se presenta la Base de Datos sistematizada de las percepciones de los grupos de interés sobre la problemática y la ejecución del proyecto de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas y los medios de verificación.

2.8. Observación N° 8

En el ítem 3.5.1 del PR del Sitio S0103 –"*Diseño del Plan de Muestreo en Detalle y Alcance*" (Folios 74 al 119), presentó los criterios o lineamientos empleados para la toma de muestras en las diferentes matrices (suelo, agua subterránea, agua superficial y sedimentos - evaluados en las épocas húmeda y seca), considerando lo siguiente:

(i) **Calidad de Suelo:** Para el muestreo del componente suelo, consideró los parámetros listados en la Tabla 3-12 –"*Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo*" (Folio 79). Asimismo, consideró ensayos adicionales Toxicidad por lixiviación (TCLP) para Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Plomo y Mercurio, y ensayos de Bario Extraíble y Real en aquellas muestras que excedieron los valores de Bario Total, los cuales son señalados en la Tabla 3-23 - "*Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad para Suelo*" (Folio 80).

(ii) **Calidad de Agua Superficial:** Consideró los parámetros listados en la Tabla 3-22 – "*Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva*" (Folios 95 y 96).

(iii) **Calidad de Sedimentos:** Consideró los parámetros listados en la Tabla 3-25 –"*Estándares de Calidad Ambiental para Sedimentos*" (Folios 100 y 101).

No obstante, de la revisión de la información que obra en el Expediente, se observa que los parámetros señalados para cada matriz no fueron evaluados en manera uniforme por lo que se advierte que no precisó cuáles son los "parámetros de interés"[10] asociados a las fuentes y/o focos potenciales del Sitio que consideró para la caracterización de las matrices ambientales evaluadas en el Sitio S0103; siendo dicha información fundamental y relevante para el análisis y determinación de los Contaminantes de Preocupación (en adelante, CP).

Comentarios a la absolución de la Observación N° 8

Al respecto, se deberá precisar y sustentar los criterios de elección de los "parámetros de interés" para la caracterización de cada matriz ambiental (suelo, agua subterránea, agua superficial y sedimentos) del Sitio S0103.

Cabe indicar que, en caso de que los "*parámetros de interés*" identificados no cuenten con un estándar de referencia nacional o internacional, deberán ser comparados con los resultados de los Valores de Evaluación de Medios Ambientales (VEMA) obtenidos para cada uno de los parámetros, según lo establecido en la Guía ERSA.

Respuesta:

La información recogida de campo y presentada está de acuerdo con el alcance técnico señalado en el plan de muestreo aprobado, acordado y supervisado con el titular (FONAM) y la supervisión contratada (ver **Anexo MINEM Observación Nº 8**).

La solicitud de incluir parámetros no contemplados en el Plan de Muestreo (previamente aprobado), y, por ello, no se realizó la descripción ni comparación con normativa nacional o internacional. Adicionalmente, si bien es cierto que el cálculo del VEMA es mencionado en la guía ERSA, pero como no fueron considerados dichos metales en el Plan de Muestreo inicial, no se pueden realizar los cálculos del VEMA, y se requerirá de información complementaria de campo para su formulación. Aun así, la dispersión de los contaminantes de Bario y Vanadio se encuentran en sitios puntuales del Sitio Impactado S0103 y se encuentran dentro de las áreas determinadas para realizar la aplicación de la técnica, esto quiere decir que la información adicional que se solicita (VEMA) no afectará la aplicación de la técnica ya que la técnica está diseñada para la estabilización e inmovilización de los metales pesados.

[10] En el PR del Sitio S0103, la DGH debe incluir los resultados de los parámetros de interés que, no estando regulados, han sido evaluados, debiendo precisar los estándares internacionales tomados como referencia para dichos parámetros; de lo contrario, se deberá calcular el Valor de Evaluación de Medios Ambientales (VEMA) según lo establecido en la Guía ERSA.

A continuación, se presentan los criterios y fundamentos técnicos para la selección de los "*parámetros de interés*" de las matrices ambientales suelo, agua subterránea, agua superficial y sedimentos.

En primer lugar, se consideraron los antecedentes históricos del Sitio S0103 (Botadero Km.7), mediante la revisión del Informe "00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI" el cual indica la existencia de residuos superficiales dentro del emplazamiento. El informe presenta los resultados analíticos de las muestras de suelo tomadas en los puntos: "BOT-KM7-SU01", "BOT-KM7-SU02", "BOT-KM7-SU03", y "BOT-KM7-SU04".

A continuación, en la **Tabla 5,** se presentan los resultados analíticos del informe 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI.

Tabla 5. Resultados Analíticos del Informe 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI.

Matriz	Código de Muestra	Parámetros Analizados	Resultado	Unidad	ECA Suelo - Suelo Agrícola (a)	% Supera el ECA
Suelo	BOT-KM7-SU01	FH F2 (C_{10}-C_{28})	< 5,0	mg/kg PS	1200	No supera
		FH F3 (C_{28}-C_{40})	< 5,0	mg/kg PS	3000	No supera
		Arsénico Total	< 0,40	mg/kg PS	50	No supera
		Bario Total	17,6	mg/kg PS	750	No supera
		Cadmio Total	1,569	mg/kg PS	1,4	12.07 %
		Mercurio Total	< 0,03	mg/kg PS	6,6	No supera
		Plomo Total	46,8	mg/kg PS	70	No supera
Suelo	BOT-KM7-SU02	FH F2 (C_{10}-C_{28})	< 5,0	mg/kg PS	1200	No supera
		FH F3 (C_{28}-C_{40})	< 5,0	mg/kg PS	3000	No supera
		Arsénico Total	4,0	mg/kg PS	50	No supera
		Bario Total	9,51	mg/kg PS	750	No supera
		Cadmio Total	0,405	mg/kg PS	1,4	No supera
		Mercurio Total	<0,03	mg/kg PS	6,6	No supera
		Plomo Total	38,8	mg/kg PS	70	No supera
Suelo	BOT-KM7-SU03	FH F2 (C_{10}-C_{28})	< 5,0	mg/kg PS	1200	No supera
		FH F3 (C_{28}-C_{40})	< 5,0	mg/kg PS	3000	No supera
		Arsénico Total	1,1	mg/kg PS	50	No supera
		Bario Total	14,7	mg/kg PS	750	No supera
		Cadmio Total	1,538	mg/kg PS	1,4	9,86 %
		Mercurio Total	<0,03	mg/kg PS	6,6	No supera
		Plomo Total	63,1	mg/kg PS	70	No supera
Suelo		FH F2 (C_{10}-C_{28})	< 5,0	mg/kg PS	1200	No supera

Matriz	Código de Muestra	Parámetros Analizados	Resultado	Unidad	ECA Suelo - Suelo Agrícola (a)	% Supera el ECA
	BOT-KM7-SU04	FH F3 (C_{28}-C_{40})	< 5,0	mg/kg PS	3000	No supera
		Arsénico Total	< 0,40	mg/kg PS	50	No supera
		Bario Total	13,5	mg/kg PS	750	No supera
		Cadmio Total	0,565	mg/kg PS	1,4	No supera
		Mercurio Total	<0,03	mg/kg PS	6,6	No supera
		Plomo Total	8,61	mg/kg PS	70	No supera

Fuente: informe 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI

Los resultados OEFA, indican la presencia de Cadmio (Cd) en dos puntos de muestreo, en el punto BOT-KM7-SU01 y BOT-KM7-SU03, en concentraciones que superan el estándar de calidad ambiental para suelos de uso agrícola.

La concentración de las fracciones de hidrocarburos F2 y F3, según los informes OEFA, es inferior al ECA para suelos de uso agrícola.

Asimismo, mediante entrevistas realizadas a los monitores ambientales y a los pobladores de la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas, se lograron precisar aspectos relacionados con las actividades industriales ejecutadas dentro del perímetro del Sitio S0103 (Botadero Km.7) y en sus inmediaciones.

Respecto a los parámetros de calidad de suelo, los criterios técnicos tomados en consideración se presentan en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Criterios Técnicos para los Parámetros de Calidad de Suelo

Parámetro	Criterios Técnicos
Cromo total	El cromo es un elemento natural que se encuentra en rocas, animales, plantas y en el suelo. La toxicidad del Cr depende de su estado de oxidación, los compuestos de Cr (III) son menos tóxicos que los de Cr (VI). https://www.atsdr.cdc.gov. El Cromo total no está reglamentado en la legislación nacional, por lo tanto, se adoptará para su análisis y evaluación el estándar de referencia reglamentado por *Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health.* En el Informe N° 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI de identificación de Sitios contaminados, no se presentan resultados analíticos para este parámetro.
Cromo Hexavalente (Cr (VI))	Este parámetro no se considera asociado a la actividad de hidrocarburos; sin embargo, se tomaron algunas muestras como control. Por otro lado, no se presentaron concentraciones detectables por el método analítico durante el muestreo de suelos en el marco del Plan de Rehabilitación del Sitio S0103 (Botadero km 7). En el Informe N° 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI de identificación de Sitios contaminados, no se presentan resultados de este parámetro.

Parámetro	Criterios Técnicos
	Los TDR determinaron realizar un muestreo en el 25% de las muestras. En virtud de lo anteriormente señalado, no sería necesario realizar muestreos complementarios en el Sitio S0103 (Botadero km 7), para este parámetro.
Mercurio (Hg)	Este parámetro usualmente presente en forma de trazas en el crudo; sin embargo, se tomaron algunas muestras como control. Cabe mencionar, que en el informe de identificación de Sitios contaminados del componente suelo realizado por OEFA (Informe N° 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI), en los cuatro puntos de muestreo la concentración de Hg es inferior al límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio. Es decir, históricamente no se presenta el parámetro Hg. Por otro lado, no se presentaron concentraciones detectables por el método analítico durante el muestreo de suelos en el marco del Plan de Rehabilitación del Sitio S0103 (Botadero km 7). En virtud de lo anteriormente señalado, no sería necesario realizar muestreos complementarios en el Sitio S0103 (Botadero km 7) para este parámetro.
Níquel (Ni)	El Níquel se emplea en diferentes aleaciones y en la obtención de aceros cobre-níquel, níquel-titanio, níquel-hierro. Al níquel se le asigna una clasificación de riesgo de "BAJO", según la limitada evidencia animal de carcinogenicidad (Grupo C). (US EPA). Según la ATSDR el nivel mínimo de riesgo de duración intermedia de inhalación es igual a 0,0002 mg/m3. https://www.atsdr.cdc.gov Debido a la gran multiplicidad de piezas metálicas de diferentes aleaciones encontradas en los botaderos, el Ni., es considerado un contaminante de potencial preocupación. El muestreo de Ni., se realizó en el 100% de las muestras. En el Informe N° 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI de identificación de Sitios contaminados, no se presentan resultados de concentración de este parámetro.
Antimonio (Sb)	El metal de antimonio generalmente se mezcla con otros metales como plomo y zinc para formar aleaciones más resistentes. Estas aleaciones son utilizadas en baterías a base de plomo, soldaduras, tuberías, rodamientos, moldes, etc. El Sb es considerado un elemento no cancerígeno, su Dosis de Referencia (DdR) es igual a 0,0004 mg/kg-día. https://www.atsdr.cdc.gov. Es considerado un contaminante de preocupación debido a la deposición de metales que pueden generar la gran diversidad de piezas metálicas identificadas en los botaderos. El muestreo de Sb., se realizó en el 100% de las muestras. En el Informe N° 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI de identificación de Sitios contaminados, no se presentan resultados de concentración de este parámetro.
Vanadio (V)	El Vanadio es un elemento que se encuentra naturalmente en la corteza terrestre. El V tiene seis estados de oxidación y se encuentran en numerosos compuestos inorgánicos. El V se emplea en la fabricación de herramientas de acero y como un estabilizador en la fabricación del acero. https://www.atsdr.cdc.gov.La toxicidad del vanadio depende de su estado físico-químico; particularmente en su estado de valencia y solubilidad. https://rais.ornl.gov. Las dosis de referencia (RfD) para exposiciones orales crónicas son: 0,007 mg/kg-día para vanadio; 0,009 mg/kg-día para pentóxido de vanadio; 0,02 mg/kg-día para sulfato de vanadilo; y 0,001 mg/kg/día para metavanadato de sodio (U.S. EPA, 1987, 1991a, b).

Parámetro	Criterios Técnicos
	Es considerado un contaminante de potencial preocupación debido a que en los botaderos se encontraron piezas fabricadas en diferentes aleaciones y por su potencial impacto negativo sobre la salud de las personas. El muestreo de V., se realizó en el 100% de las muestras. En el Informe N° 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI de identificación de Sitios contaminados, no se presentan resultados de concentración de este parámetro.
Zinc (Zn)	El zinc se usa principalmente en metales galvanizados y aleaciones metálicas, pero los compuestos de zinc también aplicaciones como intermediarios químicos, pigmentos, activadores y aceleradores de vulcanización en la industria del caucho, estabilizadores UV y suplementos en alimentos para animales y fertilizantes, conservantes de madera (Lloyd, 1984; ATSDR, 1989). En metalurgia el zinc es empleado como un protector de corrosión del hierro y otros metales. El Zn según sus efectos cancerígenos es clase D, no clasificable. No se ha derivado una concentración de referencia de inhalación para zinc o compuestos de zinc (US EPA, 1992). El Zn es un oligoelemento esencial para la salud y desarrollo de los organismos; fue considerado un contaminante de potencial preocupación porque el consumo excesivo de Zn., puede ser perjudicial para la salud de las personas, dependiendo de la dosis de exposición, la duración y la vía de exposición. https://www.atsdr.cdc.gov. El muestreo de Zn., se realizó en el 100% de las muestras. En el Informe N° 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI de identificación de Sitios contaminados, no se presentan resultados de concentración de este parámetro.
Fracción de hidrocarburos F1	Es considerado un parámetro de interés, la cantidad de muestras están con relación a lo solicitado en las especificaciones técnicas del servicio (10%), además por las propiedades fisicoquímicas de estas sustancias (elevada presión de vapor) es de esperarse que no se presenten altas concentraciones en derrames de más de 20 años de antigüedad; esta afirmación fue confirmada posteriormente con los resultados de laboratorio en el ámbito de la elaboración del Plan de Rehabilitación. Cabe mencionar, en el informe de identificación de Sitios contaminados del componente suelo realizado por OEFA (Informe N° 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI), no se han presentado concentraciones por encima del estándar de calidad ambiental para el parámetro Fracción de Hidrocarburos F1 en los diferentes Sitios evaluados en el informe mencionado. https://www.atsdr.cdc.gov Por lo mencionado, no sería necesario realizar muestreos complementarios en el Sitio S0103 (Botadero km 7) para este parámetro.
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	Las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28), química y térmicamente son estables, son sustancias apolares poco reactivas. Se realizó su análisis químico en el 100% de las muestras extraídas de Sitios en donde las fuentes de los contaminantes están asociadas directamente a Plantas de tratamiento y bombeo de hidrocarburos y/o a pozos petroleros productivos que han causado la dispersión de hidrocarburos a través de corrientes de agua o por escorrentía. A este tipo de Sitios corresponden el Sitio S0101 (Ushpayacu) y S0102 (Sitio 2). En Sitios clasificados como Botaderos en donde la dispersión de hidrocarburos no es continua ni sistemática, sino que la contaminación está focalizada en celdas y sectores específicos se realizó el análisis en el 10% de las muestras; específicamente las muestras se tomaron de sectores en donde existían trazas y evidencias organolépticas de presencia de hidrocarburos. A este tipo de Sitios corresponden el Sitio S0100 (Sitio 22), S0103 (Botadero km 3), S0104 (Botadero km 2), S0105 (Botadero CS-32) y S0106 (Botadero km 4).

Parámetro	Criterios Técnicos
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	Las fracciones de hidrocarburos F3 (>C28-C40), química y térmicamente son muy estables y persistentes en el medio ambiente. Molecularmente están conformadas por parafinas, naftenos, hidrocarburos saturados e insaturados. Se realizó su análisis químico en el 100% de las muestras extraídas de Sitios en donde las fuentes de los contaminantes están asociadas directamente a Plantas de tratamiento y bombeo de hidrocarburos y/o a pozos petroleros productivos que han causado la dispersión de hidrocarburos a través de corrientes de agua o por escorrentía. A este tipo de Sitios corresponden el Sitio S0101 (Ushpayacu) y S0102 (Sitio 2). En Sitios clasificados como Botaderos en donde la dispersión de hidrocarburos no es continua ni sistemática, sino que la contaminación está focalizada en celdas y sectores específicos se realizó el análisis en el 10% de las muestras; específicamente las muestras se tomaron de sectores en donde existían trazas y evidencias organolépticas de presencia de hidrocarburos. A este tipo de Sitios corresponden el Sitio S0100 (Sitio 22), S0103 (Botadero km 3), S0104 (Botadero km 2), S0105 (Botadero CS-32) y S0106 (Botadero km 4).
Hidrocarburos aromáticos Policíclicos	Son considerados parámetros de interés, la cantidad de muestras está con relación a lo solicitado en las especificaciones técnicas del servicio (25% del total de las muestras de suelo), además por las propiedades fisicoquímicas de estas sustancias, es de esperarse que no se presenten en derrames de más de 20 años de antigüedad; esta afirmación fue confirmada posteriormente con los resultados de laboratorio en el ámbito del Plan de Rehabilitación del Sitio S0103 (Botadero km 7). Cabe mencionar, en el informe de identificación de Sitios contaminados del componente suelo realizado por OEFA (Informe N° 00019-2018-OEFA/DE-SDCA-CSI), no se han presentado concentraciones que superen del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio. Es decir, históricamente no se presenta el parámetro HAPs en los Sitios identificados. En virtud de lo anteriormente señalado, no sería necesario realizar muestreos complementarios en el Sitio S0103 (Botadero km 7) para este parámetro.
Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos	Son considerados parámetros de interés, la cantidad de muestras está con relación a lo solicitado en las especificaciones técnicas del servicio (10% del total de las muestras de suelo), además por las propiedades fisicoquímicas de estas sustancias (elevada volatilidad) no se espera que se presenten en derrames de más de 20 años de antigüedad; esta afirmación fue confirmada posteriormente con los resultados de laboratorio en el ámbito del Plan de Rehabilitación. Los BTEX forman parte también de las fracciones de hidrocarburos F1 y en el Sitio S0103 (Botadero km 7), la concentración de las fracciones F1 es inferior al estándar de calidad ambiental. En virtud de lo anteriormente señalado, no sería necesario realizar muestreos complementarios en el Sitio S0103 (Botadero km 7) para este parámetro.
Bifenilos policlorados (PCB)	Los PCB tienen un amplio rango de toxicidad, debido a su estabilidad química, elevado punto de ebullición, propiedades dieléctricas, no inflamabilidad, baja volatilidad en condiciones normales, los PCB se utilizaron en múltiples aplicaciones industriales como equipos eléctricos, intercambiadores de calor, plastificantes de pinturas, productos de caucho, pigmentos, colorantes, etc. https://www.epa.gov/pcbs. Considerando que en especial en los botaderos se encontraron diferentes piezas industriales como transformadores, balastos, condensadores, que pueden contener o estar contaminados con los PCB, estos compuestos persistentes fueron considerados como contaminantes de potencial preocupación. Los resultados analíticos obtenidos en las muestras realizadas indican que su concentración es inferior al límite de detección.

Parámetro	Criterios Técnicos
	En el Informe N° 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI de identificación de Sitios contaminados, no se figura este parámetro como contaminantes de potencial preocupación.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD REFERENCIAL	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
e.4) Análisis de BTEX en suelos.	Und	22	Corresponde al 10% del total de muestras de suelo (10% de 224). Cabe mencionar que, este valor de 10% del total de muestras será elegido para aquellas muestras donde **El Consultor** considere conveniente la presencia BTEX.
e.5) Análisis de Fracción de Hidrocarburos en Suelos (F2).	Und	224	Corresponde al total de muestras de suelo donde se analizarán las Fracciones de Hidrocarburos (F2).
e.6) Análisis de Fracción de Hidrocarburos en Suelos (F3).	Und	224	Corresponde al total de muestras de suelo donde se analizarán las Fracciones de Hidrocarburos (F3).
e.7) Análisis de Fracción de Hidrocarburos en Suelos (F1).	Und	22	Corresponde al 10% del total de muestras de suelo (10% de 224). Cabe mencionar que, este valor de 10% del total de muestras será elegido para aquellas muestras donde **El Consultor** considere conveniente la presencia de la Fracción F1.
e.8) Análisis de Hidrocarburos Poliaromáticos - 16 sustancias individuales, "Priority pollutants" según de la US EPA (naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo[a]antraceno, criseno, benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, benzo[a]pireno, dibenz(ah)antraceno, benzo[ghi]perileno, indeno[1,2,3-cd]pireno.	Und	56	Corresponde al 25% del total de muestras de suelo (25% de 224). Cabe mencionar que, este valor de 25% del total de muestras será elegido para aquellas muestras donde **El Consultor** considere conveniente la presencia de Hidrocarburos Poliaromáticos.

Figura 6. Matriz de Especificaciones Técnicas
Fuente: Bases Integradas del Concurso Público Internacional Nª 04-2017-FONAM

A continuación, en la **Tabla 7**, se listan los parámetros de interés que fueron determinados tomando en consideración la fuente de contaminación.

Tabla 7. Parámetros de Interés para el Sitio S0103 (Botadero Km.7)

Fuente de Contaminación	Parámetros de interés
Hidrocarburos depositados superficial y sub superficialmente.	**Hidrocarburos Totales de Petróleo**
	Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)
	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)
	Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)
	Hidrocarburos Poliaromáticos
	Benzo (a) Pireno
	Naftaleno
	Benzo (a) Antraceno
	Benzo (b) Fluoranteno
	Benzo (k) Fluoranteno
	Dibenzo (a,h) Antraceno
	Fenantreno
	Indeno (1,2,3 cd) Pireno
	Pireno
	Hidrocarburos Aromáticos Volátiles
	Benceno
	Tolueno
	Etilbenceno
	Xilenos (comprende la suma de xilenos: o-xileno, m-xileno y p-xileno)
Residuos industriales depositados superficialmente y sub superficialmente, piezas metálicas con el potencial de propiciar la deposición de metales pesados. Transformadores y condensadores.	Antimonio
	Arsénico
	Bario Total
	Bario Total Real
	Bario Extraíble
	Cadmio
	Cromo Total
	Cr VI
	Mercurio
	Níquel
	Plomo
	Vanadio
	Zinc
	Bifenilos policlorados

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

Así, luego de analizar los antecedentes históricos del lugar y revisar los resultados analíticos del informe "*00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI*" se determinaron los "*parámetros de interés*", los cuales están asociados a metales pesados y fracciones medias y pesadas de grasas y lubricantes.

Se adoptó la legislación reglamentada en el D.S. N° 011-2017-MINAM como estándar de calidad ambiental para suelo y el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua superficial; para evaluar la calidad ambiental del agua subterránea y sedimentos, matrices que no están reguladas por la normatividad nacional, se adoptaron estándares de calidad ambiental internacionales.

A continuación, se describen los parámetros de interés definidos para cada una de las matrices ambientales.

(i) **Parámetros de Interés para la Matriz Suelo**

Los parámetros que se evaluaron para la matriz suelo están relacionados con las actividades de hidrocarburos e industriales que se llevaron a cabo en el área, se analizaron a las fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3; BTEX; HAP's; metales pesados; PCB's debido a estas sustancias son químicamente muy estables y por sus propiedades dieléctricas se empleaban en transformadores y condensadores; adicionalmente se analizaron parámetros físicos como pH y granulometría.

En la **Tabla 8** (Tabla 3-11) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Normatividad Internacional para los Parámetros de Suelo de Uso Agrícola, se incluye el estándar de referencia para el Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Antraceno, Fluoranteno, Criseno, Benzo(ghi)perileno.

Se realizará la inclusión también de los metales Cromo total, Níquel (Ni), Antimonio (Sb), Vanadio (V) y Zinc (Zn), reglamentados por Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines.

3.5. Método para la caracterización del Sitio Impactado
3.5.1.5.1 Estándares Nacionales Aplicables: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Para el plan de muestreo, se adoptan los estándares de calidad indicados en el D.S. N° 011-2017-MINAM, "Estándares de calidad Ambiental para Suelo".

Para el Níquel (Ni), Antimonio (Sb), Vanadio (V) y Zinc (Zn), se adoptan los estándares de referencia de *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines* (uso Agrícola)

En la **Tabla 8** (Tabla 3-11), se relacionan los contaminantes de preocupación para suelo, los cuales están directamente relacionados con la industria petrolera y sus estándares de referencia.

Tabla 8. (Tabla 3-11) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Normatividad Internacional para los Parámetros de Suelo de Uso Agrícola.

Parámetros	Normatividad Aplicable	Estándar de Referencia [mg/kg]
Benceno	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	0,03
Tolueno	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	0,37
Etilbenceno	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	0,082
Xilenos[11]	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	11
Granulometría[12]	(a)	

[11] Comprende la suma de xilenos: o-xileno, m-xileno y p-xileno.
[12] La muestra de suelo deberá estar libre de hidrocarburos para no alterar los resultados analíticos

Parámetros	Normatividad Aplicable	Estándar de Referencia [mg/kg]
pH	(a)	
Fracción de hidrocarburos F1(C6-C10)	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	200
Fracción de hidrocarburos F2(>C10-C28)	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	1200
Fracción de hidrocarburos F3(>C28-C40)	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	3000
Naftaleno	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	0,1
Acenaftileno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,0046
Acenafteno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,0058
Fluoreno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,003
Fenantreno	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola)	0,1
Antraceno	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	0,0004
Fluoranteno	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	0,001
Pireno	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola)	0,1
Benzo(a)antraceno	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola)	0,1
Criseno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,0014
Benzo(b)fluoranteno	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola)	0,1
Benzo(k)fluoranteno	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola)	0,1
Benzo(a)pireno	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola)	0,1
Dibenzo(ah)antraceno	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola)	0,1
Benzo(ghi)perileno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,00017
Indeno(1,2,3-cd) pireno	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola)	0,1
PCB´s	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	0,5
Arsénico total	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	50
Bario total	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	750
Bario total real	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	10 000
Bario extraíble	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	250
Cadmio total	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	1,4
Cromo VI	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	0,4
Cromo total	*Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health*	64
Mercurio total	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	6,6
Níquel total	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 2015)* (uso Agricola)	45
Plomo total	ECA Suelo, uso de suelo agrícola	70

Parámetros	Normatividad Aplicable	Estándar de Referencia [mg/kg]
Antimonio total	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola)	20
Vanadio total	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1997)* (uso Agricola)	130
Zinc total	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 2015)* (uso Agricola)	250

(a) Parámetros que tienen influencia sobre la movilidad de los contaminantes en el suelo.

Fuente: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

3.5.1.5.2 Parámetros de Muestreo y Metodologías Analíticas

Tabla 9. (Tabla 3-14) Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad para Suelo

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Benceno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,004 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,03 mg/kg)
Tolueno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,012 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,37 mg/kg)
Etilbenceno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,008 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,082 mg/kg)
m, p-xilenos	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,011 mg/kg	(a)
o-xileno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,008 mg/kg	(a)
Xilenos[13]	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,019 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (11 mg/kg)
Granulometría[14]	ASTM D422-63 Rev.2007	---	(b)
pH	EPA METHOD 9045 D, Rev. 4 2004	---	(b)
Fracción de hidrocarburos F1(C6-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,6 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (200 mg/kg)
Fracción de hidrocarburos F2(>C10-C28)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1200 mg/kg)
Fracción de hidrocarburos F3(>C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (3000 mg/kg)
Naftaleno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,009 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0.1 mg/kg)
Acenaftileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.* (0,0046 mg/kg)
Acenafteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.* (0,0058 mg/kg).
Fluoreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.* (0,003 mg/kg)

[13] Comprende la suma de xilenos: o-xileno, m-xileno y p-xileno.
[14] La muestra de suelo deberá estar libre de hidrocarburos para no alterar los resultados analíticos

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Fenantreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,0004 mg/kg)
Fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,001)
Pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(a)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Criseno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.* (0,0014 mg/kg).
Benzo(b)fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(k)fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(a)pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,1 mg/kg)
Dibenzo(ah)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991) (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(ghi)perileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.* (0,00017 mg/kg)
Indeno(1,2,3-cd) pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Arsénico total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	3,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (50 mg/kg)
Bario total real	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,3 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (10 000 mg/kg)
Bario extraíble	Soil Remediation Guidelines for Barite: Environmental Health and Human Health, Alberta Environmental, Feb 2009.	5.0 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (250 mg/kg)
Cadmio total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1,4 mg/kg)
Cromo VI	DIN 19734. 1999	0,2 mg/Kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,4 mg/kg)
Cromo total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,9 mg/kg	*Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection*

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
			of Environmental and Human Health. (64 mg/kg)
Mercurio total	EPA 7471 B, Rev. 2, February 2007	0,01 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (6,6 mg/kg)
Níquel total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	1,0 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1999)* (uso Agricola: 45 mg/kg)
PCB´s	EPA Method 8270 D Rev. 5	0,042 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,5 mg/kg)
Plomo total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	2,0 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (70 mg/kg)
Antimonio total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	2,5 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola: 20 mg/kg)
Vanadio total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,5 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1997)* (uso Agricola: 130 mg/kg)
Zinc total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,5 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1999)* (uso Agricola: 250 mg/kg)
Arsénico en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,02 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (5,0 mg/l)
Bario en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,0025 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (100,0 mg/l)
Cadmio en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,0015 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (1,0 mg/l)
Cromo en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,004 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (5,0 mg/l)
Plomo en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,02 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (5,0 mg/l)
Mercurio en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 245 1, Revisión 3 (1994)	0,0001 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (0,2 mg/l)
PCB´s[15]	EPA Method 8270D	0,042 mg/L	ECA, uso de suelo agrícola (0,5 mg/l)

(a) La legislación nacional no regula este parámetro, así como tampoco *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines*. Este parámetro se comparará con los resultados del nivel de fondo.
(b) Parámetros que tienen influencia sobre la movilidad de los contaminantes en el suelo.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

[15] Suma de siete PCB indicadores: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCP 153, PCB 180

(ii) **Parámetros de Interés para la Matriz Aguas Subterráneas**

Se tuvo en consideración el potencial impacto que, debido a procesos de infiltración, solubilidad, dispersión, lixiviación, pueden generar los contaminantes de preocupación (compuestos orgánicos y metales pesados) sobre el agua subterránea.

Los parámetros de interés considerados para el agua subterránea, también se encuentran asociados a hidrocarburos y a metales pesados.

Se realiza la inclusión de los metales Antimonio (Sb), Níquel (Ni) y Zinc (Zn).

El Bario (Ba), no está reglamentado por Environmental Guidelines of Alberta ni tampoco por Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia, por lo tanto, no será considerado CP para sedimentos.

El Vanadio (V), no está reglamentado por la Normatividad Soil Remediation Circular 2013 of Holland, razón por la cual no será tomado en consideración como contaminantes de potencial preocupación para agua subterránea.

Debido a la inclusión de los metales Sb, Ni y Zn, *se actualizarán las siguientes tablas del Plan de Rehabilitación.*

3.5.1.6. Muestreo de Aguas Subterráneas

3.5.1.6.2. Estándar Aplicable

Debido a que en la legislación peruana no se cuenta con estándares de calidad ambiental para agua subterránea, la normativa a aplicar será la norma holandesa denominada Soil Remediation Circular 2013, versión de julio 2013.

En la **Tabla 10**, se describen los estándares de calidad ambiental aplicables para agua subterránea.

Tabla 10. (Tabla 3-19) Estándares de Calidad Ambiental para Agua Subterránea de la Norma Holandesa

Parámetros	Unidad	Valores objetivo	Valores de intervención
Parámetros de Campo			
Potencial de Hidrógeno	UpH	---	---
Temperatura del agua	°C	---	---
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	---	---
Oxígeno (O_2)	mg/l	---	---
Potencial Oxido-Reducción	mV	---	---
Turbidez	NTU	---	---
Hidrocarburos			
Mineral Oil HTP (C9-C40)	µg/L	50	600
Hidrocarburos poliaromáticos			
Naftaleno	µg/L	0,01	70
Benzo(a) pireno	µg/L	0,0005	0,05
Acenaftileno	µg/L	0,05	
Acenafteno	µg/L	---	
Fluoreno	µg/L	---	
Fenantreno	µg/L	0,003	5
Antraceno	µg/L	0,0007	5

Parámetros	Unidad	Valores objetivo	Valores de intervención
Fluoranteno	µg/L	0,003	1
Pireno	µg/L	---	---
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,0001	0,5
Criseno	µg/L	0,003	0,2
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	---	---
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,0004	0,05
Dibenzo(ah)antraceno	µg/L	---	---
Benzo(ghi)perileno	µg/L	0,0003	0,05
Indeno(1,2,3-cd) Pireno	µg/L	0,0004	0,05
BTEX			
Benceno	µg/L	0,2	30
Tolueno	µg/L	7	1000
Etilbenceno	µg/L	4	150
Xilenos	µg/L	0,2	70
Inorgánicos			
Arsénico total	µg/L	10	60
Bario total	µg/L	50	625
Cadmio total	µg/L	0,4	6
Cromo total	µg/L	1	30
Mercurio total	µg/L	0,05	0,3
Níquel total	µg/L	15	75
Plomo total	µg/L	15	75
Antimonio total	µg/L		20
Vanadio total[16]	µg/L		
Zinc total	µg/L	65	800

Fuente: *Soil Remediation Circular 2013, version of July 2013.*
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

3.5.1.6.3. Parámetros de Muestreo y Metodologías Analíticas

Los parámetros a muestrear, el método de referencia, el límite de detección y los estándares de comparación se indican en la **Tabla 11** (Tabla 3-20).

Tabla 11. (Tabla 3-20) Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad de Agua Subterránea

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Potencial de Hidrógeno (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Temperatura del agua (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Conductividad Eléctrica (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Oxígeno Disuelto (1)	EPA 360.1 1971	-----	-----

[16] Parámetro no reglamentado por *Soil Remediation Circular 2013 of Holland,* razón por la cual no será tomado en consideración como contaminantes de potencial preocupación para agua subterránea.

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Potencial Oxido-Reducción (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2580 B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Mineral Oíl	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007		Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,600 mg/L
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl- B, 22nd Ed. 2012	0,5 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 100 mg/L
Benceno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,030 mg/L
Tolueno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 1 mg/L
Etilbenceno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,150 mg/L
0-xilenos	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
M, p-xileno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,004 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
Xilenos	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,006 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
Naftaleno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
Benzo(a) pireno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Acenaftileno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Acenafteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	-----
Fluoreno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	-----
Fenantreno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,005 mg/L
Antraceno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,005 mg/L
Fluoranteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,001 mg/L
Pireno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	-----
Benzo(a)antraceno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,0005 mg/L
Criseno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,0002 mg/L
Benzo(b)fluoranteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	-----
Benzo(k)fluoranteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Dibenzo(ah)antraceno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	-----
Benzo(ghi)perileno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Indeno(1,2,3-cd) pireno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Arsénico total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,060 mg/L
Bario total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,625 mg/L
Cadmio total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,006 mg/L
Cromo total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,030 mg/L
Mercurio total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,0003 mg/L
Níquel total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,075 mg/L
Plomo total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,075 mg/L
Antimonio total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00004 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,020 mg/L
Vanadio total[17]	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,001 mg/L	
Zinc total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	--	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,80 mg/L
Arsénico disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	(a)
Bario disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	(a)
Cadmio disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L	(a)
Cromo disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	(a)
Mercurio disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	(a)
Níquel disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	--	(a)
Plomo disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	(a)
Antimonio disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	(a)
Vanadio disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	Parámetro no reglamentado
Zinc disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,01	(a)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.
(a) Este parámetro se considera para evaluar la disolución de los metales en el agua subterránea

(iii) **<u>Parámetros de Interés para la Matriz Agua Superficial</u>**

Como referencia para evaluar la calidad ambiental del agua superficial, se empleará la última norma aprobada por el Estado Peruano referido a este componente ambiental. Los estándares de Calidad Ambiental de Agua Superficial son los referidos al D.S. N° 004-2017-MINAM, publicado en el diario el peruano el 7 de junio de 2017.

[17] Parámetro no reglamentado por *Soil Remediation Circular 2013 of Holland*.

Debido a que el Cromo total no está reglamentado para el ECA Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva, para Agua y considerando que los potenciales receptores como cazadores y pescadores que transitan por el Sitio S0103 (Botadero km 7), pueden consumir agua de los cuerpos estacionales, para el Cromo total *se adoptará como estándar de referencia el valor de 0,05 mg/l, el cual corresponde al límite de referencia para Agua Categoría 1: Poblacional y Recreacional.*

Se realiza la inclusión del Antimonio (Sb), metal que está reglamentado por la legislación nacional.

Se realiza la inclusión del Vanadio (V) y se adopta el estándar de referencia reglamentado por Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.

Debido a lo anteriormente señalado, se realizará la modificación en el Plan de Rehabilitación de los siguientes ítems.

3.5.1.7. Muestreo de Aguas Superficiales

Tabla 12. (Tabla 2-22) Estándares de Calidad Ambiental y Normatividad Aplicable para Agua Superficial, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva

Parámetros	Normatividad Aplicable	Estándar de Referencia
Aceites y Grasas (MEH)	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	5,0 mg/L
Conductividad	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	1000 µS/cm
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	10 mg/L
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	≥ 5 mg/ L
Potencial de Hidrógeno (pH)	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	6,5 a 9,0 Unidad de pH
Temperatura	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	Δ 3 °C
Sulfuros	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,002 mg/L
Fenoles	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	2,56 mg/L
Cloruros	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	120 mg/L
INORGÁNICOS		
Arsénico	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,15 mg/L
Bario	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	1 mg/L

Parámetros	Normatividad Aplicable	Estándar de Referencia
Cadmio	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,0001 mg/L
Cobre	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,1 mg/L
Cromo	(a) ECA para Agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional	0,05 mg/L
Cromo VI	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,011 mg/L
Mercurio	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,0001 mg/L
Níquel	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,052 mg/L
Plomo	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,0025 mg/L
Antimonio	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,64 mg/L
Vanadio	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,006 mg/L
Zinc	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,12 mg/L
ORGÁNICOS		
Compuestos Orgánicos Volátiles		
Hidrocarburos Totales de Petróleo	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,5 mg/L
Hexaclorobutadieno	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,0006 mg/L
BTEX		
Benceno	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,05 mg/L
Tolueno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,0005 mg/L
Etilbenceno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,09 mg/L
Xilenos	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,03 mg/L
Hidrocarburos Aromáticos		
Benzo(a)pireno	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,0001 mg/L

Parámetros	Normatividad Aplicable	Estándar de Referencia
Antraceno	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,0004 mg/L
Fluoranteno	ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva	0,001 mg/L
Acenafteno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,0058 mg/L
Acenaftileno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,0046 mg/L
Benzo(a)antraceno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,000018 mg/L
Benzo[ah]antraceno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,00026 mg/L
Benzo(b)fluoranteno	Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016)	0,000038 mg/L
Benzo[k]fluoranteno	Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016)	0,000038 mg/L
Benzo[ghi]perileno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,00017 mg/L
Criseno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,0014 mg/L
Fenantreno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,0004 mg/L
Fluoreno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,003 mg/L
Indeno[1,2,3-cd]pireno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,00021 mg/L
Naftaleno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,0001 mg/L
Pireno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,000025 mg/L

(a) ECA para Agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Fuente: Estándares de Calidad de Agua Superficial, D.S. N° 004-2017-MINAM, Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016), *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia, Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*.

3.5.1.7.2. Parámetros de Monitoreo y Metodologías Analíticas

Los parámetros para los análisis de las muestras de agua superficial se presentan en la **Tabla 13**.

Tabla 13. (Tabla 2-23) Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por el Laboratorio y Estándares de Calidad de Agua Superficial)

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012	----	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 6,5 – 9,0 UpH
Temperatura de la muestra	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed. 2012	---	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): Δ 3 °C
Conductividad Eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed. 2012	---	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 1000 µS/cm
Oxígeno Disuelto	EPA 360.1 1971	---	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): ≥ 5 mg/L
Potencial de óxido reducción	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2580 B, 22nd Ed. 2012	---	---
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl- B, 22nd Ed. 2012	0,5 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 120 mg/L
Aceites y Grasas (MHE)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	0,5 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 5,0 mg/L
Fenoles	EPA METHOD 9065 Rev. 0 1986	0,01 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 2,56 mg/L
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D, 22nd Ed. 2012	0,001 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,002 mg/L
Arsénico total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,15 mg/L
Bario total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 1 mg/L
Cadmio total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,0001 mg/L
Cadmio disuelto	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,00025 mg/L
Cromo total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	ECA para Agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional: 0,05 mg/L
Cromo VI	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,002 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,011 mg/L
Cobre total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,1 mg/L
Mercurio total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,0001 mg/L
Níquel total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,052 mg/L

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Plomo total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,0025 mg/L
Antimonio total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00004 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,64 mg/L
Vanadio total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,006 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*
Zinc total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,01 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,12 mg/L
Benceno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,001 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,05 mg/L
Tolueno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0005 mg/L
Etilbenceno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,09 mg/L
Xilenos	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,006 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,03 mg/L
Hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,01 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,5 mg/L
Naftaleno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000009 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0001 mg/L
Acenaftileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000013 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,0046mg/L
Acenafteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000013 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,0058mg/L
Fluoreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,003 mg/L
Fenantreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0004 mg/L
Antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,0004 mg/L
Fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,001 mg/L
Pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000009 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,000025 mg/L
Benzo(a)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000009 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,000018 mg/L

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Criseno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000013 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,0014 mg/L
Benzo(b)fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016): 0,000038 mg/L
Benzo[k]fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000009 mg/L	Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016): 0,000038 mg/L
Benzo[a]pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000013 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,0001 mg/L
Bibenz[ah]antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000013 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,00026 mg/L
Benzo[ghi]perileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000009 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,00017 mg/L
Indeno[1,2,3-cd]pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia* 0,00021 mg/L

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

(iv) **Parámetros de Interés para la Matriz Sedimentos**

Debido a que el Perú no cuenta con estándares nacionales de calidad ambiental para sedimentos, se empleará como estándar de comparación la *Environmental Quality Guidelines of Alberta* (Guías de Calidad Ambiental de la provincia de Alberta, Canadá) del año 2014 principalmente, se empleará los estándares de *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites* (2014) de la provincia canadiense de Nueva Escocia para los parámetros que no cuenten con estándares en la Guía de Calidad Ambiental de Alberta.

Teniendo en consideración el tipo de contaminantes que se generaron en el Sitio y que podrían migrar del suelo hacia el agua superficial y luego por fenómenos de disolución y precipitación de los contaminantes de preocupación hacia los sedimentos, se consideraron como parámetros de interés las sustancias que se presentan en la **Tabla 14**.

Se realiza la inclusión del estándar de referencia para el parámetro de hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40).

No se realiza la inclusión de los metales Níquel (Ni) y Antimonio (Sb) ya que no estaban considerados dentro del plan de muestreo preliminar aprobado por todos los actores participantes del presente Plan de Rehabilitación. Adicionalmente, para los parámetros Níquel y Vanadio, al existir concentraciones que superan los estándares internacionales adoptados para las muestras de suelos de fondo, se entendería que ya están presentes de forma natural y no son considerados dentro del presente PR porque aún se remedien, en el futuro no se garantiza que se vuelvan a encontrar en concentraciones por encima de algún estándar que se adopte. En referencia al parámetro antimonio, solo en un punto de suelo se reportan concentraciones por encima del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio por ello ***no*** *se esperaría aporte o migración de este parámetro al sedimento. De igual forma y por la misma razón no se realiza la inclusión del Zinc (Zn) porque solo se encontraron concentraciones por encima del estándar*

internacional adoptado y actualmente el agua, que es el principal medio de transporte, no está arrastrando este metal al sedimento ya que los resultados para ambas épocas no exceden los estándares internacionales adoptado de comparación, por ello no se esperaría que el sitio este aportando este parámetro al sedimento.

El Vanadio (V) no está reglamentado por Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014) ni por Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia, por lo tanto, no será considerado como contaminantes de potencial preocupación.

Considerando lo anteriormente expuesto, se realizará la actualización de los siguientes Ítems tablas del Plan de Rehabilitación:

3.5.1.8. Muestreo de Sedimentos

3.5.1.8.1. Estándar de Calidad Ambiental para Sedimentos

Debido a que el Perú no cuenta con estándares nacionales de calidad ambiental para sedimentos se empleará principalmente como estándar de comparación la *Environmental Quality Guidelines of Alberta* (Guías de Calidad Ambiental de la provincia de Alberta, Canadá) del año 2014. se empleará los estándares de *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites* (2014) de la provincia canadiense de Nueva Escocia para los parámetros que no cuenten con estándares en la Guía de Calidad Ambiental de Alberta.

En la **Tabla 14** se presentan los estándares de referencia para sedimentos.

Tabla 14. (Tabla 3-25) Estándares de Calidad Ambiental para Sedimentos

Parámetros	Normatividad Aplicable	Estándar de Referencia
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	500 mg/kg
Benceno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	1,2 mg/kg
Tolueno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	1,4 mg/kg
Etilbenceno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	1,2 mg/kg
Xilenos	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	1,3 mg/kg
Naftaleno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,391 mg/kg
Benzo(a) pireno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,0319 mg/kg (ISQG) / 0,782 mg/kg (PEL)
Acenaftileno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,00587 mg/kg (ISQG) / 0,128 mg/kg (PEL)
Acetanafteno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,00671 mg/kg (ISQG) / 0,0889 mg/kg (PEL)
Fluoreno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,0212 mg/kg (ISQG) / 0,144 mg/kg (PEL)
Fenantreno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,0419 mg/kg (ISQG) / 0,515 mg/kg (PEL)
Antraceno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,0469 mg/kg (ISQG) / 0,245 mg/kg (PEL)

Parámetros	Normatividad Aplicable	Estándar de Referencia
Fluoranteno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,111 mg/kg (ISQG) / 2,355 mg/kg (PEL)
Pireno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,053 mg/kg (ISQG) / 0,875 mg/kg (PEL)
Benzo(a)antraceno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,0317 mg/kg (ISQG) / 0,385 mg/kg (PEL)
Criseno	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,0571 mg/kg (ISQG) / 0,862 mg/kg (PEL)
Dibenzo(ah)antraceno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,135 mg/kg
Benzo(ghi)perileno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	3,2 mg/kg
Indeno(1,2,3-cd) pireno	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	3,2 mg/kg
Arsénico total	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	5,9 mg/kg (ISQG) / 17 mg/kg (PEL)
Cadmio total	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	3,5 mg/kg
Cromo total	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)
Mercurio total	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	0,170 mg/kg (ISQG) / 0,486 mg/kg (PEL)
Plomo total	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*	35 mg/kg (ISQG) / 91,3 mg/kg (PEL)
PCB´s	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*	0,277 mg/kg
Textura	(a)	-
pH	(a)	-

(a) Parámetro indicador de la posible migración de contaminantes
(b) Parámetro no reglamentado por *Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)* ni por *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

3.5.1.8.2. Parámetros de Muestreo y Metodologías Analíticas

Los parámetros de sedimento que se monitorearán se presentan en la **Tabla 15**.

Tabla 15. (Tabla 3-26) Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad de Sedimentos

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Benceno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,004 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 1,2 mg/kg
Tolueno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,012 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 1,4 mg/kg
Etilbenceno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,008 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 1,2 mg/kg

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Xilenos	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,019 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 1,3 mg/kg
Naftaleno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,009 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 0,391 mg/kg
Benzo(a) pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0319 mg/kg (ISQG) / 0,782 mg/kg (PEL)
Acenaftileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,00587 mg/kg (ISQG) / 0,128 mg/kg (PEL)
Acetanafteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,00671 mg/kg (ISQG) / 0,0889 mg/kg (PEL)
Fluoreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0212 mg/kg (ISQG) / 0,144 mg/kg (PEL)
Fenantreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0419 mg/kg (ISQG) / 0,515 mg/kg (PEL)
Antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0469 mg/kg (ISQG) / 0,245 mg/kg (PEL)
Fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,111 mg/kg (ISQG) / 2,355 mg/kg (PEL)
Pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,053 mg/kg (ISQG) / 0,875 mg/kg (PEL)
Benzo(a)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0317 mg/kg (ISQG) / 0,385 mg/kg (PEL)
Criseno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0571 mg/kg (ISQG) / 0,862 mg/kg (PEL)
Dibenzo(ah)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 0,135 mg/kg
Benzo(ghi)perileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 3,2 mg/kg
Indeno(1,2,3-cd) pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 3,2 mg/kg
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	2 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 500 mg/kg
Arsénico total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	3,5 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 5,9 mg/kg (ISQG) / 17 mg/kg (PEL)
Cadmio total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	0,5 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 3,5 mg/kg

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Cromo total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	0,9 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)
Plomo total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	2,0 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,035 mg/kg (ISQG) / 0,0913 mg/kg (PEL)
Mercurio total	EPA 7471 B, February 2007	0,01 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,170 mg/kg (ISQG) / 0,486 mg/kg (PEL)
PCB´s	EPA Method 8270 D Rev. 5	0,042 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0.277 mg/kg
Textura	NOM-021-RECNAT-2000 Sección 7.1.9	---	(b)
pH	EPA METHOD 9045 D, Rev. 4 2004	---	(b)

(c) Parámetro relacionado con la actividad desarrollada en la zona
(d) Parámetro indicador de la posible migración de contaminantes
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2022.

Considerando que el Ni, Sb, V y Zn fueron considerados como contaminantes de potencial preocupación se hace necesario actualizar la tabla de resultados de laboratorio y analizar el comportamiento de estos metales en las matrices de suelo, agua subterránea, agua superficial y sedimento.

Se realizará la actualización de los siguientes numerales del Plan de Rehabilitación.

3.6 Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio

3.6.1.3 Descripción de los Resultados de Laboratorio de los Niveles de Fondo

3.6.1.4.7 Metales Totales

Los metales considerados de preocupación para el Sitio S0103 (Botadero km 7) son los siguientes: Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Cromo VI, Mercurio (Hg), Plomo (Pb); en los casos en los que la concentración del Bario superó el estándar ECA se analizó el Bario extraíble. La concentración de estos metales en suelo está regulada por el D.S. Nº 011-2017-MINAM.

También se consideraron al Antimonio (Sb), Níquel (Ni), Vanadio (V) y Zinc (Zn), como contaminantes de preocupación, razón por la cual fueron analizados en las muestras Nivel de fondo, el estándar de calidad para estos metales está reglamentado por *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines.*

A continuación, se presentan la concentración de las fracciones de hidrocarburos F2, F3 y los resultados analíticos de los metales pesados:

Tabla 16. (Tabla 3-58) Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) en el Nivel de Fondo

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							1200	3000
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS	
		Inicial	Final	Este	Norte		F2	F3
S0103-NF1-0,25	18/99/2018	0,25	0,50	340839	9691804	Seca	<1,0	<1,0
S0105-NF1-0,25	14/09/2018	0,25	0,50	339451	9692045	Seca	18,2	48,1
S0104-NF1-0,25	12/09/2018	0,25	0,50	339125	9692978	Seca	< 1,0	27,9

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: Informe de ensayo 52944, 52943 y 51252 de Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 17. (Tabla 3-59) Concentración de As, Sb, Ba, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb y Zn en las Muestras Nivel de Fondo

ECA– Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							50		750	1,4	N.A.	6,6		70		
Canadian Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health (mg/kg)								20			64		45		130	250
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS									
		Inicial	Final	Este	Norte		As	Sb	Ba	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	V	Zn
S0103-NF1-0,25	18/99/2018	0,25	0,50	340839	9691804	Seca	< 3,5	< 2,5	6,1	< 0,5	49,9	0,19	<1	<2	139,6	16,1
S0105-NF1-0,25	14/09/2018	0,25	0,5	339451	9692045	Seca	< 3,5	< 2,5	110,8	< 0,5	83,2	0,01	34	17	177.1	48,8
S0104-NF1-0,25	12/09/2018	0,25	0,5	339125	9692978	Seca	< 3,5	< 2,5	71,7	< 0,5	160,1	0,01	53	23	261	66,1

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: Informe de ensayo 53646, 52944 y 52943 de Laboratorio ALS, 2018

3.6.1.4.3. Fracciones de Hidrocarburos F1 (C6-C10), F2 (>C10-C28) y F3(>C28-C40)

Los resultados reportados en las estaciones de muestreo de suelo para las fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3 se presentan en la Tabla 3-62.

3.6.1.4.4. Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX)

Considerando que los BTEX son compuestos químicos altamente volátiles, se realizó el muestreo de estos compuestos al 10% del total de las muestras de suelo. La concentración de Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos determinada por el método de cromatografía para las muestras de suelo, se presenta en Tabla 3-62.

3.6.1.4.5. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)

La concentración del Antraceno, Fluoranteno, Benzo (a) Pireno y Naftaleno, compuestos regulados por el D.S. Nº 011-2017-MINAM, se presenta en la Tabla 3-62. *Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA de Suelos.*

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos como el Benzo (a) Antraceno, Benzo (b) Fluoranteno, Benzo (k) Fluoranteno, Dibenzo (a, h) Antraceno, Fenantreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno, Pireno, cuyo estándar de calidad ambiental no está regulado por la legislación peruana, se adoptará el estándar de referencia reglamentado por la norma internacional *"Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)"*.

Para el Acenafteno, Acenaftileno, Benzo(ghi)Perileno, Criseno, Fluoreno, se adoptará el estándar de referencia reglamentado por "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia"*

En la Tabla 3-63. *Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por Normas Internacionales,* se presenta la concentración de los hidrocarburos aromáticos policíclicos reglamentados por la norma internacional "*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)"* y por "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia"*

3.6.1.4.6. Bifenilos Policlorados Totales (PCB's)

Los Bifenilos policlorados fueron considerados como un contaminante de preocupación para el Sitio S0103 (Botadero km 7), razón por la cual el análisis de PCB's se realizó al 15% de las muestras, los resultados de PCB's se presentan en la *Tabla 3-62*. *Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA de Suelos.*

3.6.1.4.7. Metales Totales

Los metales considerados de preocupación para el Sitio S0103 (Botadero km. 7) son los siguientes: Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Cromo VI, Mercurio (Hg), Plomo (Pb); en los casos en los que la concentración del Bario superó el estándar ECA se analizó el Bario extraíble. La concentración de estos metales en suelo está regulada por el D.S. Nº 011-2017-MINAM. También se consideraron al Antimonio (Sb), Níquel (Ni), Vanadio (V) y Zinc (Zn), como contaminantes de preocupación, razón por la cual fueron analizados en las muestras Nivel de fondo, el estándar de calidad para estos metales está reglamentado por *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines.*

En la **Tabla 20** se presenta la concentración de metales totales, la cual fue determinada en Laboratorio a través de la técnica analítica de "Ensayo de metales totales por ICP óptico".

Tabla 18. (Tabla 3-62) Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA para Suelos.

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							200	1200	3000	0.03	0.37	0.082	11	0,0004	0,001	0,1	0,1	0,000014
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS											
		Inicial	Final	Este	Norte		F1	F2	F3	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	Antraceno	Fluoranteno	Benzo (a) Pireno	Naftaleno	PCB's
S0103-S002-1,20	17/05/2018	1	1,2	341009	9691843	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	<0,0031	<0,0038	<0,0028	<0,0104	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S003-0,50	16/09/2018	0	0,5	340982	9691914	Seca	N.A.	368,6	1143	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S006-0,00	18/09/2018	0	0,25	340941	9691962	Seca	<0,6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S006-0,50		0,5	0,75				N.A.	<1	44,6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S007-2,25	16/09/2018	0	2,25	340937	9691930	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0142
S0103-S008-0,50	16/09/2018	0	0,5	340987	9691924	Seca	N.A.	642,3	4691	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S008-2,50		0,5	2,5				N.A.	1498	2915	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S009-0,00	17/09/2018	0	0,25	341049	9691899	Seca	<0,6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S009-1,00		1	1,25				N.A.	<1	<1	<0,0031	<0,0038	<0,0028	<0,0104	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S010-0,75	17/09/2018	0,75	1	341001	9691917	Seca	<0,6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S010-2,00		2	2,25				N.A.	<1	<1	<0,0031	<0,0038	<0,0028	<0,0104	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S011-0,00	17/09/2018	0	0,25	341052	9691926	Seca	<0,6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S011-0,50		0,5	0,75				N.A.	<1	29,5	<0,0031	<0,0038	<0,0028	<0,0104	< 0,0009	< 0,0009	<0,0009	<0,0006	< 0,0142
S0103-S011-1,75		1,75	2				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0009	< 0,0009	<0,0009	<0,0006	N.A.
S0103-S012-1,00	18/09/2018	1	1,25	341083	9691976	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	<0,0031	<0,0038	<0,0028	<0,0104	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S013-0,40	17/05/2018	0	0,4	341030	9691942	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0142
S0103-S013-2,20		2	2,2				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0142
S0103-S013-3,00		2,8	3				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0142

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							200	1200	3000	0.03	0.37	0.082	11	0,0004	0,001	0,1	0,1	0,000014
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS											
		Inicial	Final	Este	Norte		F1	F2	F3	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	Antraceno	Fluoranteno	Benzo (a) Pireno	Naftaleno	PCB's
S0103-S002-1,20	17/05/2018	1	1,2	341009	9691843	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	<0,0031	<0,0038	<0,0028	<0,0104	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S015-3,60	16/09/2018	1,5	3,6	340994	9691884	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0103-S016-0,50	16/09/2018	0	0,5	340964	9691937	Seca	<0,6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0009	< 0,0009	<0,0009	<0,0006	N.A.
S0103-S016-3,25		3,25	3,5				N.A.	30,8	118,8	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informe de Ensayo 53885, 52939, 53884, 52885, 53635, 26380 y 52938 de Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 19. (Tabla 3-63) Valores de Parámetros Orgánicos para Suelos Regulados por Normas Internacionales

Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia							0,0058	0,0046					0,00017	0,0014		0,003			
Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)									0,1	0,1	0,1	0,1			0,1		0,1	0,1	0,1
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Época de Muestreo			Concentración en mg/kg MS										
		Inicial	Final	Este	Norte		Acenafteno	Acenaftileno	Benzo (a) Antraceno	Benzo (a) Pireno	Benzo (b) Fluoranteno	Benzo (k) Fluoranteno	Benzo(ghi)perileno	Criseno	Dibenzo (a,h) Antraceno	Fluoreno	Fenantreno	Indeno (1,2,3 cd) Pireno	Pireno
S0103-S011-0,50	17/09/2018	0,5	0,75	341052	9691926	Seca	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0103-S011-1,75		1,75	2				< 0,0009	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0103-S016-0,50	16/09/2018	1	1,25	340964	9691937	Seca	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informe de Ensayo 53884 y 52938 de Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 20. (Tabla 3-64) Concentración de Metales Totales As, Ba, Ba Extraíble, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Sb, V y Zn en Suelo

ECA– Uso de suelo: Agrícola (mg/L)							50	750	1,4	N.A.	0,4	6,6	N.A.	70	N.A.	N.A.	N.A.
Canadian Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health (mg/kg)							N.A.	N.A.	N.A.	64	N.A.	N.A.	45	N.A.	20	130	250
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS										
		Inicial	Final	Este	Norte		As	Ba	Cd	Cr	Cr (VI)	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
S0103-S001-1,60	16/09/2018	0	1,6	340991	9690905	Seca	< 3,5	70,7	< 0,5	98,1	N.A.	N.A.	< 1	38	< 2,5	92,1	34,4
S0103-S001-2,80		2,8	3				< 3,5	25,5	< 0,5	19,7	N.A.	N.A.	< 1	30	7	93,2	18
S0103-S002-0,40	17/05/2018	0	0,4	341009	9691843	Húmeda	< 3,5	13,2	< 0,5	27,5	N.A.	0,11	< 1	10	< 2,5	87,4	12,3
S0103-S002-1,20		1	1,2				< 3,5	11,9	< 0,5	37,8	N.A.	0,12	< 1	< 2	< 2,5	97,4	16
S0103-S002-2,20		2	2,2				< 3,5	22	< 0,5	69,7	N.A.	0,07	< 1	17	< 2,5	131,9	28,3
S0103-S003-0,50	16/09/2018	0	0,5	340982	9691914	Seca	< 3,5	141	< 0,5	37,2	0,2	N.A.	< 1	16	< 2,5	106,7	35
S0103-S003-2,50		2	3,5				< 3,5	21,4	< 0,5	6,5	N.A.	N.A.	< 1	11	< 2,5	69	17,2
S0103-S004-0,00	18/09/2018	0,25	0,5	340969	9691976	Seca	< 3,5	95,4	< 0,5	65,8	N.A.	N.A.	< 1	9	< 2,5	109,3	32,8
S0103-S004-1,25		1,25	1,5				< 3,5	22,9	< 0,5	15,7	N.A.	N.A.	< 1	16	< 2,5	56,7	13,9
S0103-S004-1,75		1,75	2				< 3,5	24,4	< 0,5	10,5	N.A.	N.A.	< 1	19	< 2,5	73,2	28,2
S0103-S005-0,60	18/05/2018	0	0,6	340953	9691957	Húmeda	< 3,5	12,6	< 0,5	44,6	0,2	0,08	< 1	< 2	< 2,5	101,9	16,7
S0103-S005-1,30		1,1	1,3				< 3,5	10	< 0,5	64,6	0,2	0,22	< 1	< 2	7,4	157,3	21,7
S0103-S006-0,00	18/09/2018	0	0,25	340941	9691962	Seca	< 3,5	21,7	< 0,5	63,6	0,2	N.A.	< 1	14	< 2,5	160,5	30,8
S0103-S006-0,50		0,5	0,75				< 3,5	24,1	< 0,5	61,7	N.A.	N.A.	< 1	15	< 2,5	158,9	43,8
S0103-S006-3,25		3,25	3,5				< 3,5	37,8	< 0,5	12,8	N.A.	N.A.	< 1	7	< 2,5	33,6	53,9
S0103-S007-2,25	16/09/2018	0	2,25	340937	9691930	Seca	510,1	159,4	7,9	93,8	N.A.	N.A.	51	2297	225	167,5	7897
S0103-S007-2,25-DUP[(a)]							<2,21	62,2	<0,04	<0,03	N.A.	N.A.	23,29	470,8	<0,54	155,8	>1000
S0103-S007-2,70		2,25	2,7				75,5	90,8	2,7	68,2	N.A.	N.A.	14	480	31	196,5	2008
S0103-S008-0,50	16/09/2018	0	0,5	340987	9691924	Seca	< 3,5	121,5	< 0,5	104,2	N.A.	N.A.	24	57	< 2,5	111,1	263,9
S0103-S008-2,50		0,5	2,5				< 3,5	614,6	< 0,5	42,5	N.A.	N.A.	10	20	< 2,5	77,3	79,7

ECA– Uso de suelo: Agrícola (mg/L)							50	750	1,4	N.A.	0,4	6,6	N.A.	70	N.A.	N.A.	N.A.
Canadian Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health (mg/kg)							N.A.	N.A.	N.A.	64	N.A.	N.A.	45	N.A.	20	130	250
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS										
		Inicial	Final	Este	Norte		As	Ba	Cd	Cr	Cr (VI)	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
S0103-S009-0,00	17/09/2018	0	0,25	341049	9691899	Seca	< 3,5	27,5	< 0,5	39,2	N.A.	N.A.	< 1	26	< 2,5	107,4	76,9
S0103-S009-1,00		1	1,25				< 3,5	34	< 0,5	16,1	N.A.	N.A.	< 1	21	< 2,5	64,8	35,5
S0103-S009-2,75		2,5	2,75				< 3,5	240,4	< 0,5	11,2	N.A.	N.A.	< 1	12	< 2,5	99,5	64,9
S0103-S010-0,75	17/09/2018	0,75	1	341001	9691917	Seca	< 3,5	36,4	< 0,5	46	N.A.	N.A.	< 1	21	< 2,5	110,6	17,4
S0103-S010-2,00		2	2,25				< 3,5	26,7	< 0,5	31,4	N.A.	N.A.	< 1	27	< 2,5	119,6	19,1
S0103-S011-0,00	17/09/2018	0	0,25	341052	9691926	Seca	< 3,5	34,5	< 0,5	41,7	N.A.	N.A.	< 1	14	< 2,5	100,4	32,7
S0103-S011-0,50		0,5	0,75				< 3,5	14,4	< 0,5	41,1	N.A.	N.A.	< 1	10	< 2,5	104,3	15,8
S0103-S011-1,75		1,75	2				< 3,5	20,2	< 0,5	68	N.A.	N.A.	< 1	19	< 2,5	155,9	25,8
S0103-S012-0,00	18/09/2018	0	0,25	341083	9691976	Seca	< 3,5	26	< 0,5	23,3	N.A.	N.A.	< 1	13	< 2,5	67,6	18,2
S0103-S012-1,00		1	1,25				< 3,5	35,6	< 0,5	33	N.A.	N.A.	< 1	20	< 2,5	66,1	66,3
S0103-S012-2,25		2,25	2,5				< 3,5	33,8	< 0,5	7	N.A.	N.A.	< 1	< 2	< 2,5	52,7	52,1
S0103-S013-0,40	17/05/2018	0	0,4	341030	9691942	Húmeda	< 3,5	35,2	< 0,5	15,7	< 0,2	0,03	< 1	25	< 2,5	103,3	24,4
DUPLICADO S0103-S013-0,40		0	0,4										< 1		< 2,5	94,2	22,1
S0103-S013-2,20		2	2,2				< 3,5	18	< 0,5	6,8	< 0,2	< 0,01	< 1	12	< 2,5	71,4	17
S0103-S013-3,00		2,8	3				< 3,5	11,1	< 0,5	< 0,9	< 0,2	< 0,01	< 1	< 2	< 2,5	51,2	10,5
S0103-S014-0,00	17/09/2018	0	0,25	341036	9691874	Húmeda	< 3,5	115	< 0,5	126,9	N.A.	N.A.	< 1	69	< 2,5	128,1	229,8
S0103-S014-1,00		1	1,25				< 3,5	32,1	< 0,5	14,8	N.A.	N.A.	< 1	12	< 2,5	42,6	43,8
S0103-S014-2,00		2	2,25				< 3,5	33,8	< 0,5	12,4	N.A.	N.A.	< 1	12	< 2,5	67	31,4
S0103-S015-1,50	16/09/2018	0	1,5	340994	9691884	Seca	< 3,5	15,7	< 0,5	60,9	< 0,2	N.A.	9	12	< 2,5	105	19,1
S0103-S015-3,60		1,5	3,6				< 3,5	18,6	< 0,5	25,2	< 0,2	N.A.	< 1	13	< 2,5	112,1	19
S0103-S015-5,00		3,6	5				< 3,5	13,8	< 0,5	12	< 0,2	N.A.	< 1	13	< 2,5	75,1	17,5

ECA– Uso de suelo: Agrícola (mg/L)							50	750	1,4	N.A.	0,4	6,6	N.A.	70	N.A.	N.A.	N.A.
Canadian Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health (mg/kg)							N.A.	N.A.	N.A.	64	N.A.	N.A.	45	N.A.	20	130	250
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS										
		Inicial	Final	Este	Norte		As	Ba	Cd	Cr	Cr (VI)	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
S0103-S016-0,50	16/09/2018	0	0,5	340964	9691937	Seca	< 3,5	84,8	< 0,5	46,6	< 0,2	0,06	11	42	5,7	75	88,5
S0103-S016-3,25		3,25	3,5				< 3,5	41,6	< 0,5	98,6	N.A.	0,11	10	17	< 2,5	153,6	32,4

a: Duplicado de Envirotest.
Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informe de Ensayo de Laboratorio 52939, 52938, 26380, 53885, 27658, 53884, 52885, 53635 y 53646, Laboratorio ALS 2018; e Informe de Ensayo 184437 de Laboratorio Envirotest, 2018.

3.6.3. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Aguas Superficiales

3.6.3.2. Descripción de los Resultados de Laboratorio

3.6.3.2.5. Metales Totales

Los parámetros de Arsénico (As), Bario (Ba), Cromo hexavalente (Cr VI), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Antimonio (Sb) y Zinc (Zn) están regulados por el D.S. Nº 004-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua. Estas concentraciones se presentan en la **Tabla 21.**

Para el Cromo (Cr), se adopta el Estándar de Referencia para Agua Superficial, Categoría 1: Poblacional y Recreacional.

Los parámetros del Cadmio (Cd) y Vanadio (V), están regulados por "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*", en la **Tabla 21**,se presentan los resultados.

Tabla 21. (Tabla 3-76) Concentración de Metales Totales Regulados por el ECA *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites Nova Scotia (2014)*, para Agua Superficial.

ECA – Agua Superficial, categoría 4 (ríos de selva)					0,15	1	N.A.	N.A.	0,011	0,1	0,0001	0,052	0,0025	0,64	N.A.	0,12
ECA – Agua Superficial, categoría 1 (Poblacional y Recreacional)					N.A.	N.A.	N.A.	0,05	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia					N.A.	N.A.	0,00001	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,006	N.A.
Punto de muestreo	Fecha	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en (mg/L)											
		Este	Norte		As	Ba	Cd	Cr	Cr (VI)	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
S0103-As001	22/04/2018	340902	9691971	Húmeda	0,00435	0,0126	< 0,00001	0,0011	< 0,002	0,0065	< 0,00003	0,0017	0,0205	0,00488	0,002	0,0942
	2/09/2018	340902	9691971	Seca	0,00142	0,0114	< 0,00001	0,0023	< 0,002	0,0031	< 0,00003	0,0014	0,005	0,00167	0,0053	0,0436
S0103-As002	22/04/2018	341080	9691918	Húmeda	< 0,00003	0,0189	< 0,00001	< 0,0001	< 0,002	0,00057	< 0,00003	0,001	0,0005	< 0,00004	0,0003	< 0,0100
	2/09/2018	341079	9691918	Seca	< 0,00003	0,0136	< 0,00001	< 0,0001	< 0,002	0,0008	< 0,00003	< 0,0002	< 0,0002	< 0,00004	0,0007	0,0172
S0103-As003	22/04/2018	341017	9692021	Húmeda	0,00123	0,0136	< 0,00001	0,0014	< 0,002	0,00301	< 0,00003	0,0011	0,0058	0,00206	0,0034	0,038
	2/09/2018	341017	9692021	Seca	0,00073	0,0111	< 0,00001	0,0015	< 0,002	0,00217	< 0,00003	0,001	0,0027	0,00203	0,0037	0,058

Nota: Los valores reportados que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informes de ensayo 21348, 49442 de Laboratorio ALS, 2018; e Informe de ensayo 184089 de laboratorio Envirotest, 2018.

3.6.4 Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Sedimentos

Tal como se mención en el ítem (iv) descrito líneas arriba, No se realiza la inclusión de los metales Níquel (Ni), Antimonio (Sb), Vanadio (V) y Zinc (Zn) ya que no estaban considerados dentro del plan de muestreo preliminar aprobado por todos los actores participantes del presente Plan de Rehabilitación. Adicionalmente, para los parámetros Níquel y Vanadio, al existir concentraciones que superan los estándares internacionales adoptados para las muestras de suelos de fondo, se entendería que ya están presentes de forma natural y no son considerados dentro del presente PR porque aún se remedien, en el futuro no se garantiza que se vuelvan a encontrar en concentraciones por encima de algún estándar que se adopte. En referencia al parámetro Antimonio, solo en un punto de suelo se reportan concentraciones por encima del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio por ello no se esperaría aporte o migración de este parámetro al sedimento. De igual forma y por la misma razón no se realiza la inclusión del Zinc (Zn) porque solo se encontró concentraciones por encima del estándar internacional adoptado y actualmente el agua, que es el principal medio de transporte, no está arrastrando este metal al sedimento ya que los resultados para ambas épocas no exceden los estándares internacionales adoptado de comparación, por ello no se esperaría que el sitio este aportando este parámetro al sedimento.

De acuerdo a lo descrito el ítem no se actualiza y se presenta igual.

3.7 Interpretación de Resultados

3.7.1.2 Metales Totales en Niveles de Fondo

A continuación, se muestra la **Figura 7** (Figura 3-33), la concentración de metales totales en la muestra Nivel de Fondo para suelo.

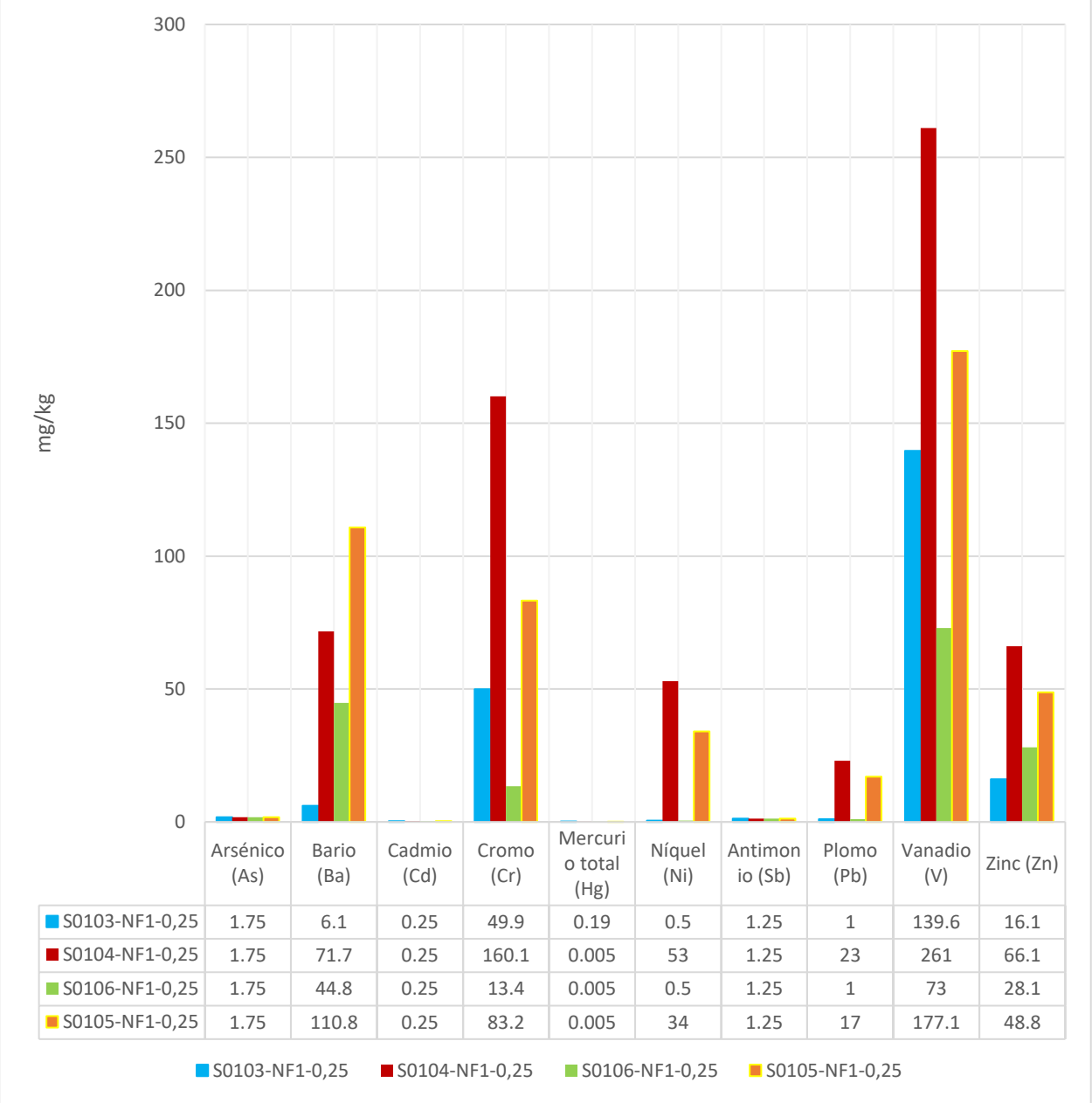


Figura 7. (Figura 3-33) Concentración de Metales en el Nivel de Fondo S0103-NF1-0,25
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Los resultados en las muestras Nivel de fondo para los metales pesados As, Ba, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Sb, V y Zn, indican lo siguiente:

- **Arsénico (As)**: La concentración de As, en las muestras Nivel de fondo del Sitio S0103 (Botadero km 7), S0104 (Botadero km 2), S0105 (Botadero CS-32) y S0106 (Botadero km 4), es inferior al límite de detección de la técnica analítica (LD<3,5).

- **Bario (Ba)**: La concentración de Bario en las muestras de Nivel de fondo oscila entre 6,1 mg/kg., para el Sitio S0103 y 110,8 mg/kg., para el Sitio S0105. Estos valores son inferiores al estándar de calidad reglamentado por el ECA para suelos de uso agrícola (750 mg/kg).

- **Cadmio (Cd)**: La concentración de Cd, en las muestras Nivel de fondo es inferior al límite de detección. (LD<0,5).

- **Cromo (Cr)**: La concentración de Cr, en la muestra Nivel de fondo del Sitio S0105 es igual a 83,2 mg/kg., y en el Sitio S0104 es equivalente a 160,1 mg/kg. La muestra Nivel de fondo en el Sitio S0103 es igual a 49,9 mg/kg.

  Los resultados analíticos indican que el Cr total forma parte de la geoquímica propia de la cuenca del río Pastaza y su concentración en los Sitios S0104 y S0105 es superior al estándar de referencia reglamentado por *Canadian Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health.* (64 mg/kg).

- **Mercurio (Hg):** La concentración de Hg, en las muestras de nivel de fondo es inferior al límite de detección de la técnica analítica (LD<0,01).

- **Níquel (Ni):** La concentración de Ni, en la muestra Nivel de fondo que se tomó en el Sitio S0103 (Botadero km 7) y S0106 (Botadero km 4), es inferior al límite de detección (LD<1,0); para el Sitio S0105 (Botadero CS-32) es equivalente a 34 mg/kg; en el Sitio S0104 (Botadero km 2) la concentración es igual a 53 mg/kg, valor que es ligeramente superior al estándar de referencia reglamentado por *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1999)* (50 mg/kg); lo cual indica que las características geoquímicas de los Sitios de la cuenca de Pastaza son muy variadas y diversas.

- **Plomo (Pb)**: La concentración de Pb, en la muestra Nivel de fondo que se tomó en el Sitio S0103 (Botadero km 7) y S0106 (Botadero km 4), es inferior al límite de detección (LD<2,0); La concentración de Plomo en muestra Nivel de fondo del Sitio S0105 (Botadero CS-32) es igual a 17 mg/kg, la concentración de la muestra Nivel de fondo del Sitio S0104 (Botadero km 2) es equivalente a 23 mg/kg. Absolutamente todas las concentraciones son inferiores al estándar de calidad ambiental.

- **Antimonio (Sb)**: La concentración de Sb, en las muestras Nivel de fondo de los cuatro Sitios es inferior al límite de detección de la técnica analítica (LD<2,5).

- **Vanadio (V):** La concentración de V, en la muestra Nivel de fondo que se tomó en el Sitio S0103 (Botadero km 7) es igual a 139,6 mg/kg; la concentración de la muestra del Sitio S0105 (Botadero CS-32) es equivalente a 177, 1 mg/kg; la concentración de V en la muestra del Sitio S0104 (Botadero km 2), es igual a 261 mg/kg, estos resultados son superiores al estándar de calidad ambiental reglamentado por *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1999)* (130 mg/kg); en la muestra tomada en el Sitio S0106 (Botadero km 4), la concentración es igual a 73 mg/kg., lo que indica que el V forma parte de la composición natural del suelo de la cuenca del río Pastaza y en algunos casos su concentración natural supera en algunos casos los estándares de referencia adoptados por *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1999).*
- **Zinc (Zn):** La concentración de Zn, en la muestra Nivel de fondo que se tomó en el Sitio S0103 (Botadero km 7) es igual a 16,1 mg/kg.; en el Sitio S0105 (Botadero CS-32) es equivalente a 48,8 mg/kg; la concentración de Zn en la muestra analizada del Sitio S0104 (Botadero km 2), es igual a 66,1; la concentración de Zn, en la muestra Nivel de fondo del Sitio S0106 (Botadero km 4), es igual a 28,1 mg/kg. Los resultados obtenidos son inferiores al estándar de calidad ambiental reglamentado por *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1999)* (2500 mg/kg).

Para la zona de estudio se tiene también, el Informe de "*Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto (2015*)" realizado por OEFA, en este documento se definieron los Niveles de fondo y de referencia para 32 metales: Cromo hexavalente, Cloruros, fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3 en tres asociaciones de

suelo: i) Gleysol dístrico – Histosol fíbrico (Gld-HSf), ii) Fluvisol eútrico – Gleysol eúrico (Fle-Gle) y iii) Cambisol dístrico – Acrisol háplico (CMd-ACH) del departamento de Loreto.

En la **Tabla 22**, se describen los parámetros tomados en las perforaciones Exploratorias realizado por la OEFA.

Tabla 22. (Tabla 3-99) Resultados de Niveles de Fondo del Informe de OEFA (mg/kg)

Parámetro	Gleysol dístrico – Histosol fíbrico (Gld-HSf)	Fluvisol eútrico – Gleysol eúrico (Fle-Gle)	Cambisol dístrico – Acrisol háplico (CMd-ACH)
Antimonio (Sb)	0,089	0,376	N.D.
Arsénico (As)	1,59	8,567	0,911
Bario total (Ba)	297,3	149,8	215,5
Cadmio (Cd)	0,232	0,268	0,0815
Cromo total (Cr)	31,31	29,74	23,48
Mercurio (Hg)	0,159	0,0373	0,462
Níquel (Ni)	20,94	21,25	9,096
Plomo (Pb)	11,44	13,58	7,71
Vanadio (V)	73,05	60,08	85,63
Zinc (Zn)	73,8	70,95	34,7

Fuente: Informe de Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto, 2015.

Al comparar los resultados de la muestra Nivel de fondo identificada con el código S0103-NF001-0,25, con el informe de determinación de los Niveles de fondo elaborado por OEFA, se encuentra una diferencia significativa en la concentración de Bario total; según los estudios de OEFA, el valor máximo para Bario es igual a 215 mg/kg, la medición del Nivel de fondo realizada en campo arroja un resultado de 6,1 mg/kg.

La concentración del Sb, en las muestras Nivel de fondo que se tomaron en los Sitios S0105 (Botadero CS-32), S0104 (Botadero km 2) y S0106 (Botadero km 4), es similar a la concentración del informe OEFA.

La concentración de Ni, en la muestra Nivel de fondo del Sitio S0103 (Botadero km 7), es inferior al límite de detección (LD<1), pero según los resultados de OEFA, el valor promedio es equivalente a 20 mg/kg. Estas variaciones obedecen a las condiciones geoquímicas propias de cada lugar.

La concentración de V, en la muestra Nivel de fondo "*S0103-NF1*" es igual 139,6 mg/kg; en la muestra S0104-NF1 es igual a 261 mg/kg y la concentración de la muestra S0105-NF1 es equivalente a 177,1 mg/kg., estas concentraciones superan el valor obtenido por OEFA.

3.7.1.6. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)

3.7.1.6.1. Antraceno, Benzo (a) Pireno, Fluoranteno y Naftaleno

La concentración de Antraceno, Benzo (a) Pireno, Fluoranteno y Naftaleno, no supera el límite establecido por el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo.

Así mismo la concentración de Antraceno, Benzo (a) Pireno, Fluoranteno y Naftaleno es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía.

3.7.1.6.2. Benzo (a) Antraceno, de Benzo(ghi)Perileno, Benzo (a) Pireno, Benzo (b) Fluoranteno, Benzo (k) Fluoranteno, Criseno, Dibenzo (a,b) Antraceno, Fenantreno, Fluoreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno y Pireno.

La concentración de Benzo (a) Antraceno, Benzo (a) Pireno, Benzo (b) Fluoranteno, Benzo (k) Fluoranteno, Dibenzo (a,b) Antraceno, Fenantreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno y Pireno no supera el límite establecido en *"Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)".*

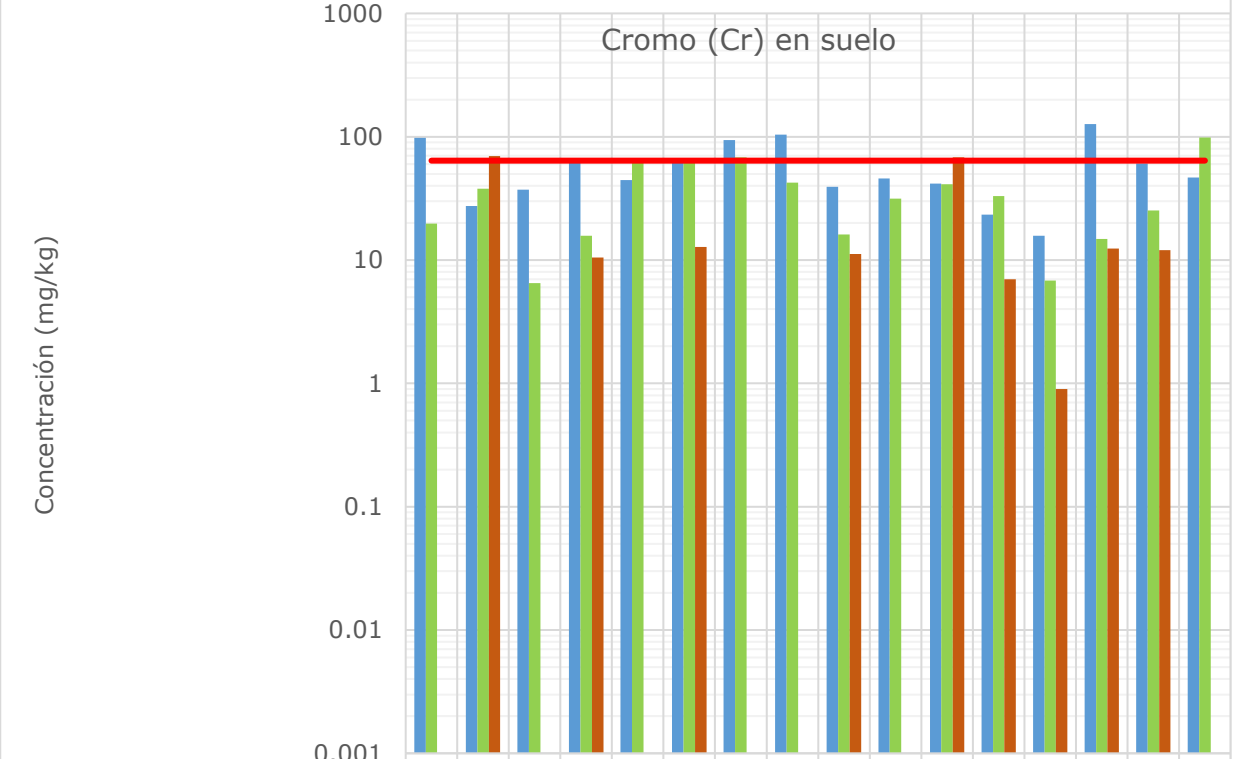
La concentración de Benzo(ghi)Perileno, Criseno, Fluoreno, es inferior al límite de detección de la técnica analítica y del estándar de referencia reglamentado por *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.*

3.7.1.8 Metales Totales en Suelo

3.7.1.8.1 Cromo (Cr)

Se realizó el muestreo de Cromo (Cr) en dieciséis (16) puntos de muestreo y se realizó el análisis de Cr en cuarenta y un (41) muestras de suelo.

A continuación, en la **Figura 8,** se presenta la concentración del Cr, registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0103 (Botadero km 7).



	S0103-S001	S0103-S002	S0103-S003	S0103-S004	S0103-S005	S0103-S006	S0103-S007	S0103-S008	S0103-S009	S0103-S010	S0103-S011	S0103-S012	S0103-S013	S0103-S014	S0103-S015	S0103-S016
Profundidad 1	98.1	27.5	37.2	65.8	44.6	63.6	93.8	104.2	39.2	46	41.7	23.3	15.7	126.9	60.9	46.6
Profundidad 2	19.7	37.8	6.5	15.7	64.6	61.7	68.2	42.5	16.1	31.4	41.1	33	6.8	14.8	25.2	98.6
Profundidad 3		69.7		10.5		12.8			11.2		68	7	0.9	12.4	12	
Canadian Quality Guidelines	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64

Figura 8. (Figura 3-45) Concentración de Cromo (Cr) en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) - Fondo de Contingencia, 2023

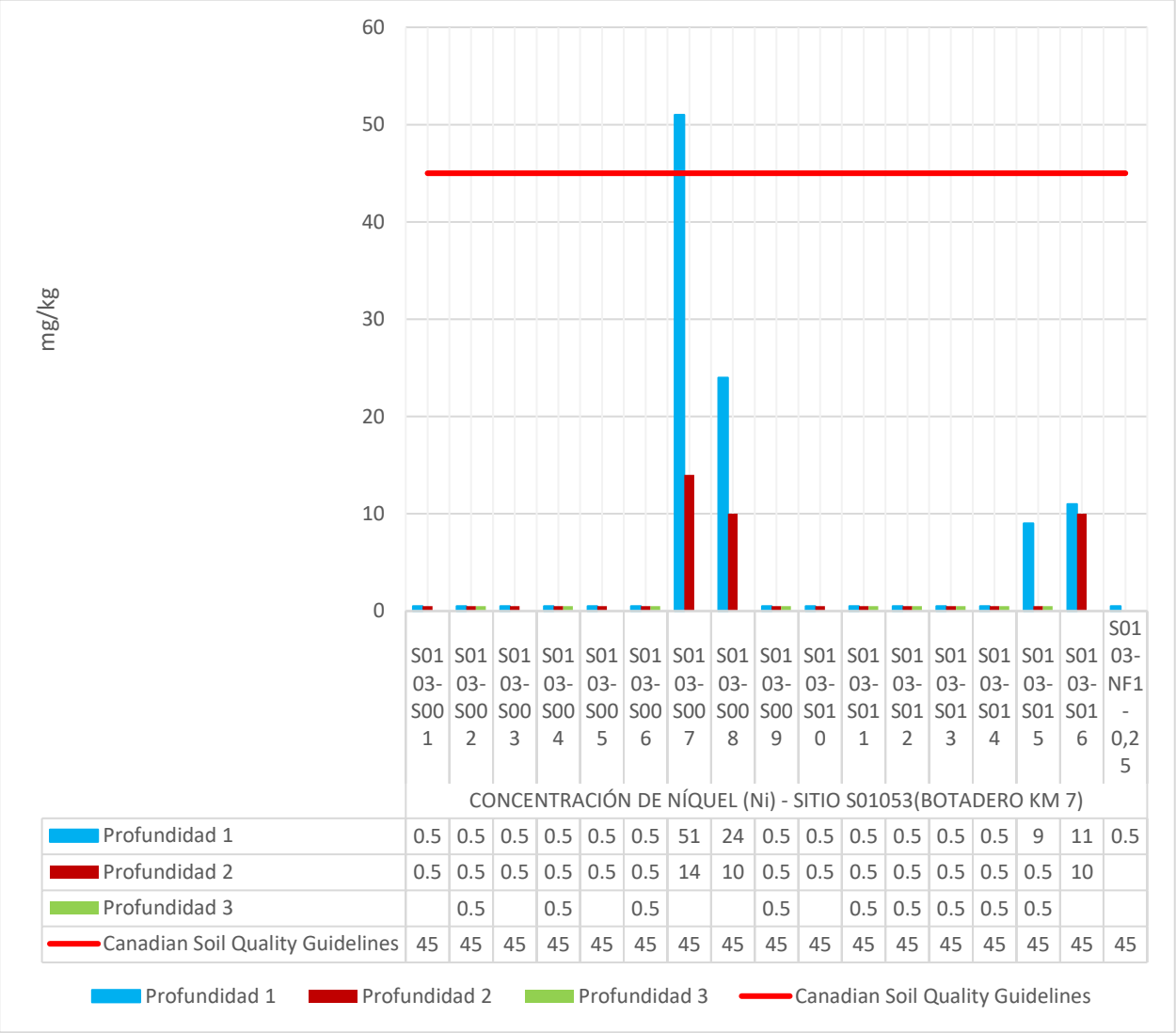
En nueve (9) de los dieciséis (16) puntos de muestreo, la concentración del Cr es superior al estándar de referencia reglamentado por Canadian Quality Guidelines.

Es importante señalar que, según los resultados analíticos de Cr en las muestras de suelo, extraídas de los Niveles de fondo, este metal forma parte de la geoquímica propia del lugar; los resultados de laboratorio indican que la concentración de Cr, en la muestra Nivel de fondo del Sitio S0105 es igual a 83,2 mg/kg., y en el Sitio S0104 es equivalente a 160,1 mg/kg. La muestra Nivel de fondo en el Sitio S0103 es igual a 49,9 mg/kg.

3.7.1.8.2 Níquel (Ni)

Se realizó el muestreo de Níquel (Ni) en dieciséis (16) puntos de muestreo y se realizó el análisis de Ni en veintiocho (28) muestras de suelo.

A continuación, en la **Figura 9** se presenta la concentración del Níquel (Ni), registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0103 (Botadero km 7).



CONCENTRACIÓN DE NÍQUEL (Ni) - SITIO S01053(BOTADERO KM 7)	S0103-S001	S0103-S002	S0103-S003	S0103-S004	S0103-S005	S0103-S006	S0103-S007	S0103-S008	S0103-S009	S0103-S010	S0103-S011	S0103-S012	S0103-S013	S0103-S014	S0103-S015	S0103-S016	S0103-NF1-0,25
Profundidad 1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	51	24	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	9	11	0.5
Profundidad 2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	14	10	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	10	
Profundidad 3		0.5		0.5		0.5			0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
Canadian Soil Quality Guidelines	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

Profundidad 1 Profundidad 2 Profundidad 3 Canadian Soil Quality Guidelines

Figura 9. Concentración de Níquel (Ni) en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) - Fondo de Contingencia, 2023

En doce (12) de los dieciséis (16) puntos de muestreo, la concentración del Ni es inferior al límite de detección (LD<1,0) y solamente en el punto de muestreo S0103-S007, la concentración del Ni es superior al estándar de referencia reglamentado por *Canadian Soil Quality Guidelines.*

3.7.1.8.3 Antimonio (Sb)

A continuación, en la **Figura 10,** se presenta la concentración del Antimonio (Sb), registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0103 (Botadero km 7).

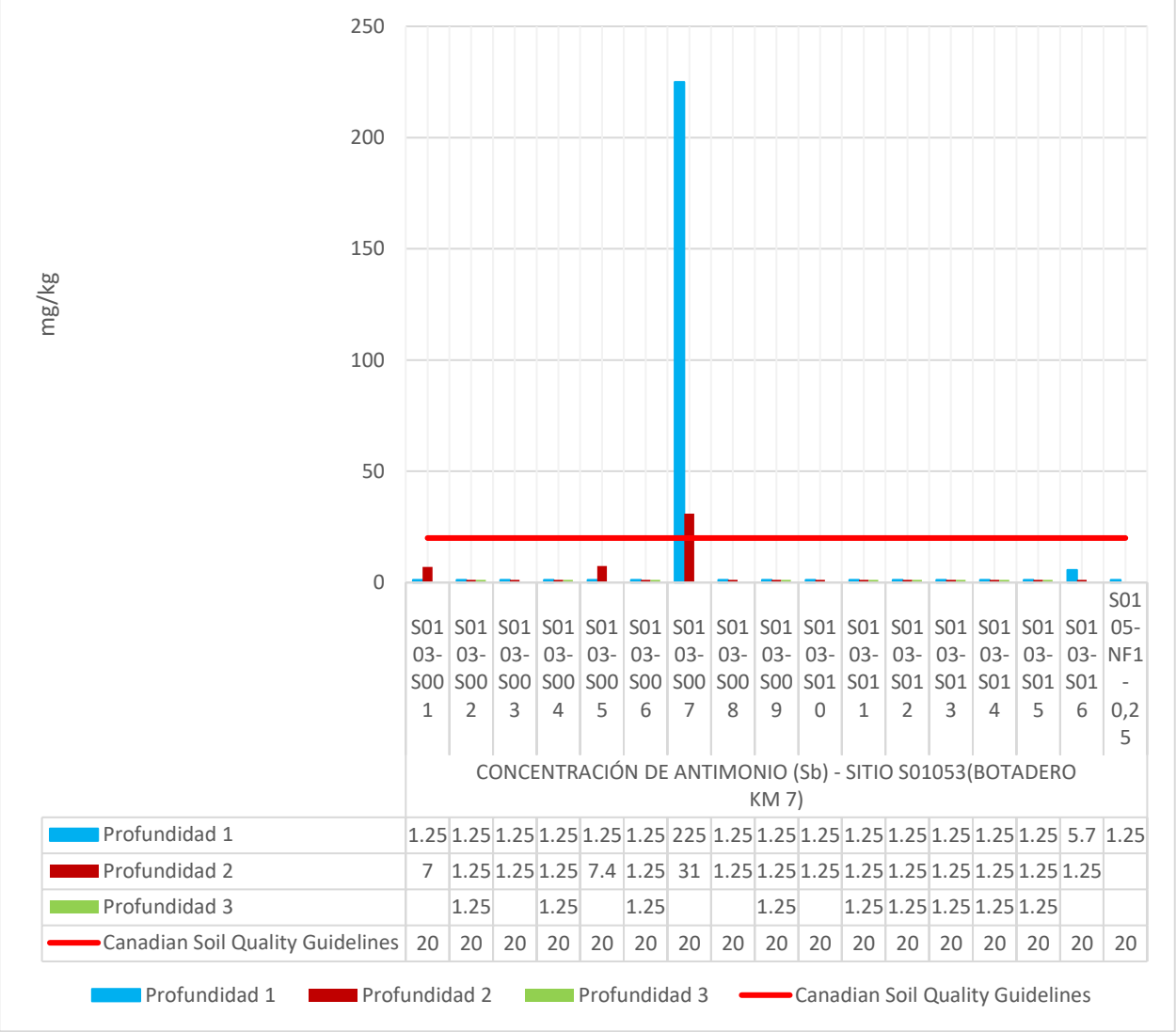


Figura 10. Concentración de Antimonio (Sb) en Suelo

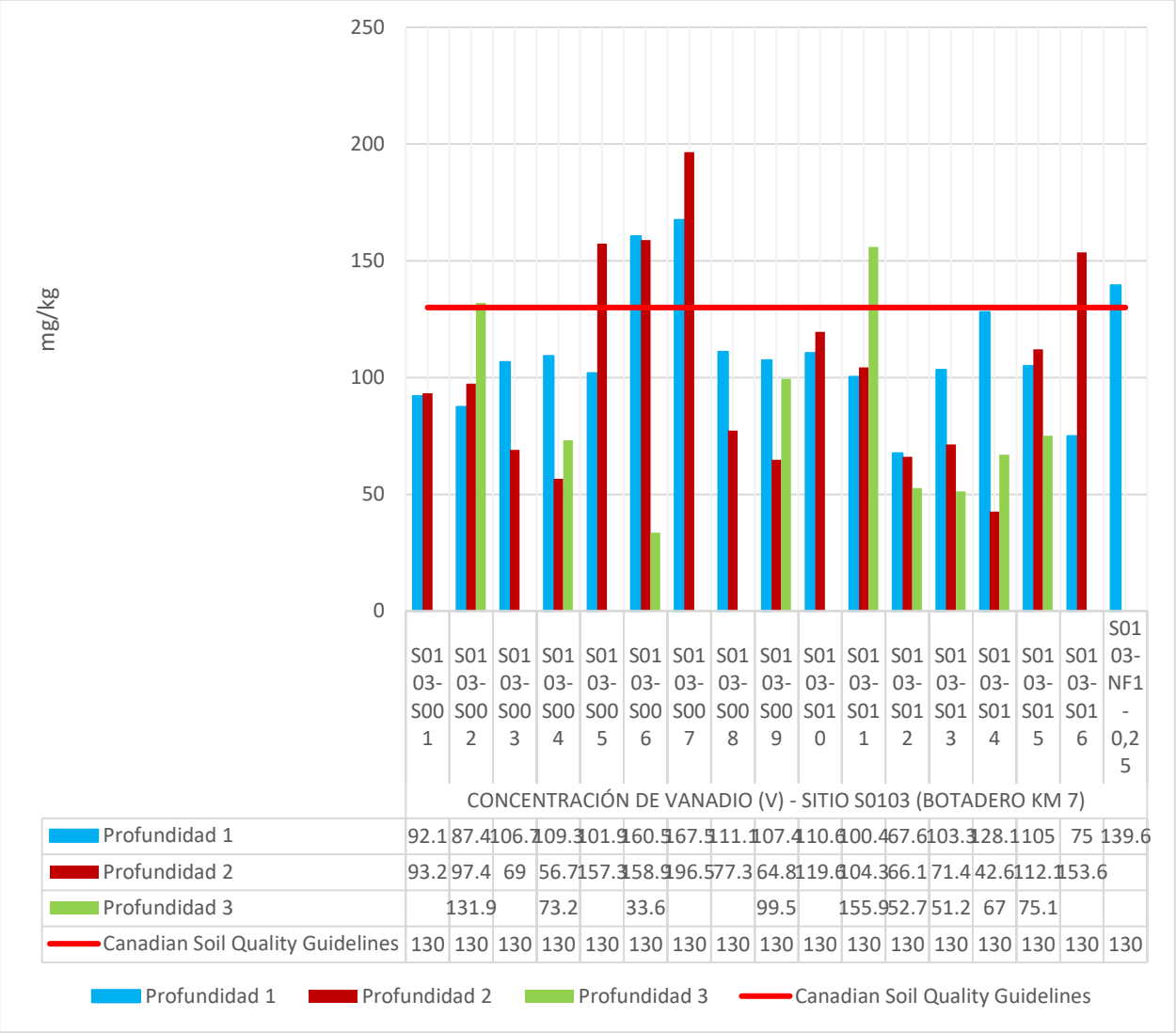
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) - Fondo de Contingencia, 2023

La concentración de Antimonio (Sb), en la mayoría de los puntos de muestreo de suelo es inferior al límite de detección (LD < 2,50), y solamente en el punto de muestreo S0103-S007 a la profundidad de 2,25 m., y 2,70 m., su concentración es superior a lo reglamentado por *Canadian Soil Quality Guidelines* (20 mg/kg). Cabe señalar que en este punto de muestreo también se identificaron contaminantes como As, Cd, Ni y Zn, en concentraciones que superan el estándar de calidad ambiental.

En la respuesta a la Observación N° 39, se presenta el perfil litológico.

3.7.1.8.4 Vanadio (V)

A continuación, en la **Figura 11,** presenta la concentración de Vanadio (V), registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0103 (Botadero km 7).



	S0103-S001	S0103-S002	S0103-S003	S0103-S004	S0103-S005	S0103-S006	S0103-S007	S0103-S008	S0103-S009	S0103-S010	S0103-S011	S0103-S012	S0103-S013	S0103-S014	S0103-S015	S0103-S016	S0103-NF1-0,25
Profundidad 1	92.1	87.4	106.7	109.3	101.9	160.5	167.5	111.1	107.4	110.6	100.4	67.6	103.3	128.1	105	75	139.6
Profundidad 2	93.2	97.4	69	56.7	157.3	158.9	196.5	77.3	64.8	119.6	104.3	66.1	71.4	42.6	112.1	153.6	
Profundidad 3		131.9		73.2		33.6			99.5		155.9	52.7	51.2	67	75.1		
Canadian Soil Quality Guidelines	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130

Figura 11. Concentración de Vanadio (V) en Suelo

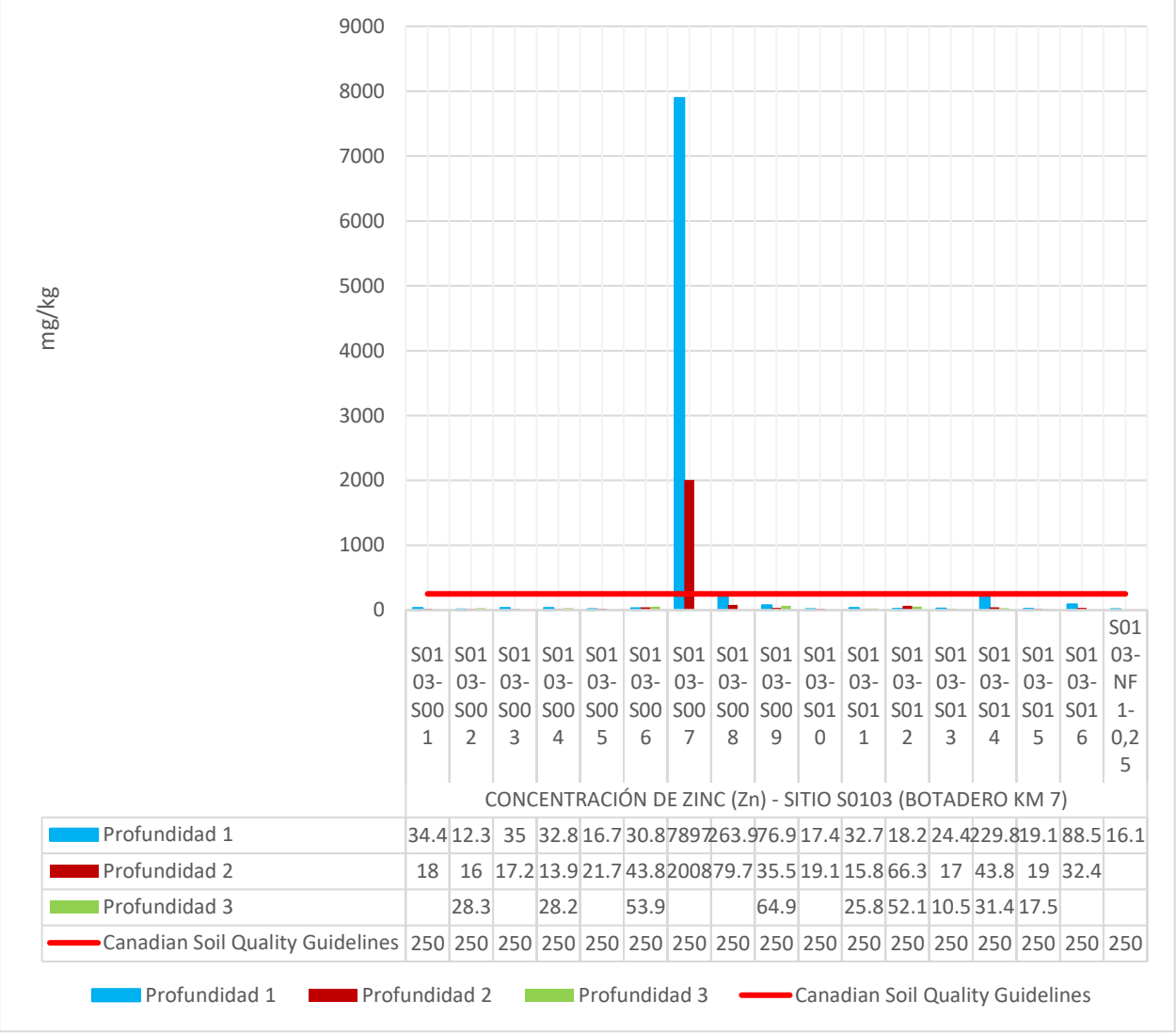
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) - Fondo de Contingencia, 2023

Es importante tomar en consideración las concentraciones de V, en las muestras Nivel de fondo, en el Sitio S0103 (Botadero km 7), su valor es equivalente a 139, mg/kg.; en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), su concentración es igual a 177,1 mg/kg.; en el Sitio S0104 (Botadero km 2) es equivalente a 261 mg/kg., estos valores superan el límite de referencia definido en *Canadian Soil Quality Guidelines.* (130 mg/kg).

Por lo tanto, la variabilidad en la concentración del V entre los diferentes Sitios está relacionada con las condiciones geoquímicas de cada lugar, pero para el caso del punto de muestreo S0103-S007, el pico observado puede estar relacionado con la diversidad de piezas metálicas identificadas en este punto, prueba de lo anterior es que la concentración de As, Cd, Ni, Sb y Zn también supera el límite de referencia.

3.7.1.8.5 Zinc (Zn)

A continuación, en la **Figura 12**, se grafica la concentración del Zn en función de la profundidad para cada punto de muestreo.



	S0103-S001	S0103-S002	S0103-S003	S0103-S004	S0103-S005	S0103-S006	S0103-S007	S0103-S008	S0103-S009	S0103-S010	S0103-S011	S0103-S012	S0103-S013	S0103-S014	S0103-S015	S0103-S016	S0103-NF1-0,25
	CONCENTRACIÓN DE ZINC (Zn) - SITIO S0103 (BOTADERO KM 7)																
Profundidad 1	34.4	12.3	35	32.8	16.7	30.8	7897	263.9	76.9	17.4	32.7	18.2	24.4	229.8	19.1	88.5	16.1
Profundidad 2	18	16	17.2	13.9	21.7	43.8	2008	79.7	35.5	19.1	15.8	66.3	17	43.8	19	32.4	
Profundidad 3		28.3		28.2		53.9			64.9		25.8	52.1	10.5	31.4	17.5		
Canadian Soil Quality Guidelines	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Figura 12. Concentración de Zinc (Zn) en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) - Fondo de Contingencia, 2023

La concentración del Zn solamente en el punto de muestreo S0103-S007, supera el límite de referencia definido en *Canadian Soil Quality Guidelines.* (130 mg/kg), por lo tanto, esta anomalía presentada está relacionada con el tipo de residuos enterrados en la parte alta de la terraza.

Los respectivos perfiles litológicos se presentan en la respuesta a la Observación N° 39, de este documento.

3.7.3. Interpretación de Resultados de Agua Superficial

3.7.3.2.13. Cromo Total

El Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, sobre los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, para la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático. E2: Ríos de selva, no reglamenta al Cr., por lo tanto, se adoptará el estándar de referencia reglamentado para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional. A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. Este estándar es equivalente a 0,05 mg/L.

A continuación, en la **Figura 13**, se presenta la gráfica de la concentración de Cromo (Cr), registrada en las estaciones de muestreo de agua superficial en época húmeda y seca (menos húmeda.

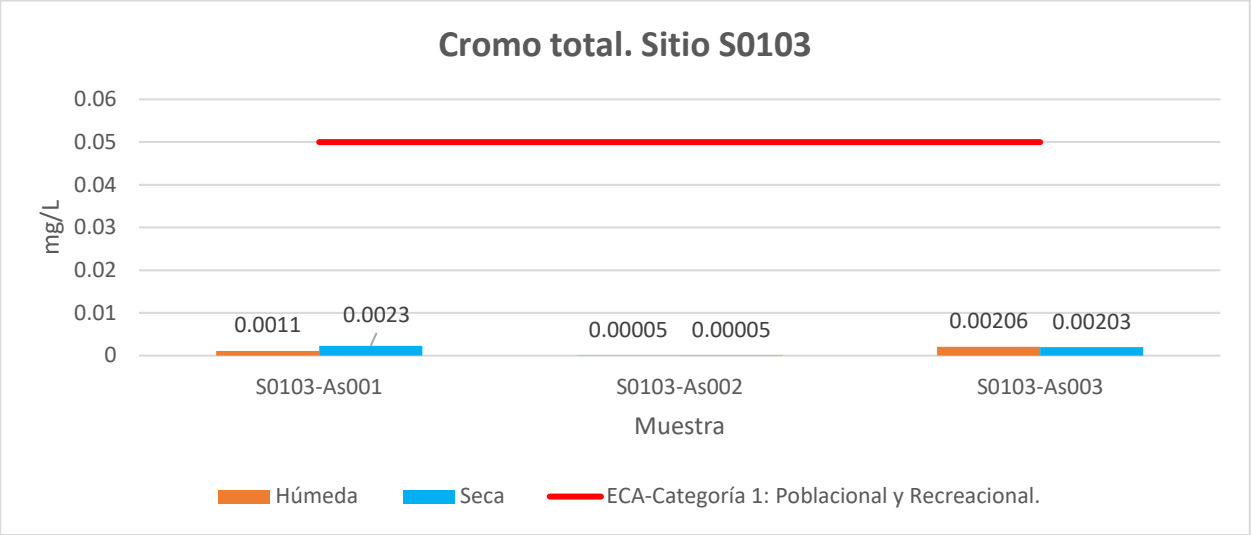


Figura 13. (Figura 3-61) Concentración de Cromo total en Agua Superficial.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

La concentración de Cromo (Cr), registrada en las tres (3) estaciones de muestreo de agua superficial para las dos épocas es inferior a lo reglamentado en el D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

La máxima concentración de Cromo (Cr) es igual a 0,0023 mg/L, se registró en época seca (menos húmeda) en el punto de muestreo S0103-As001.

3.7.3.2.20. Antimonio (Sb)

A continuación, en la siguiente figura, se presenta la gráfica de la concentración de Antimonio (Sb), registrada en las estaciones de muestreo de agua superficial en época húmeda y seca (menos húmeda).

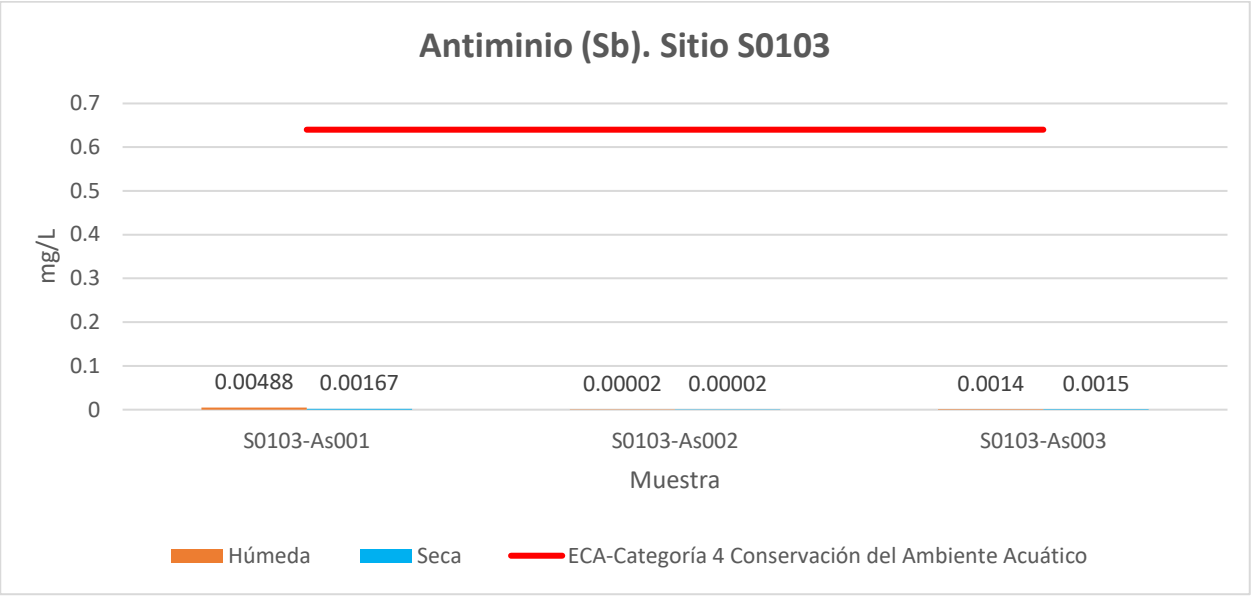


Figura 14. Concentración de Antimonio (Sb) en Agua Superficial.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

La concentración de Sb., registrada en las tres (3) estaciones de muestreo de agua superficial para las dos épocas es inferior a lo reglamentado en el D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 4. Conservación del ambiente acuático. E2: Ríos de selva.

La máxima concentración de Sb registrada es equivalente a 0,00488 mg/L.

3.7.3.2.21. Vanadio (V)

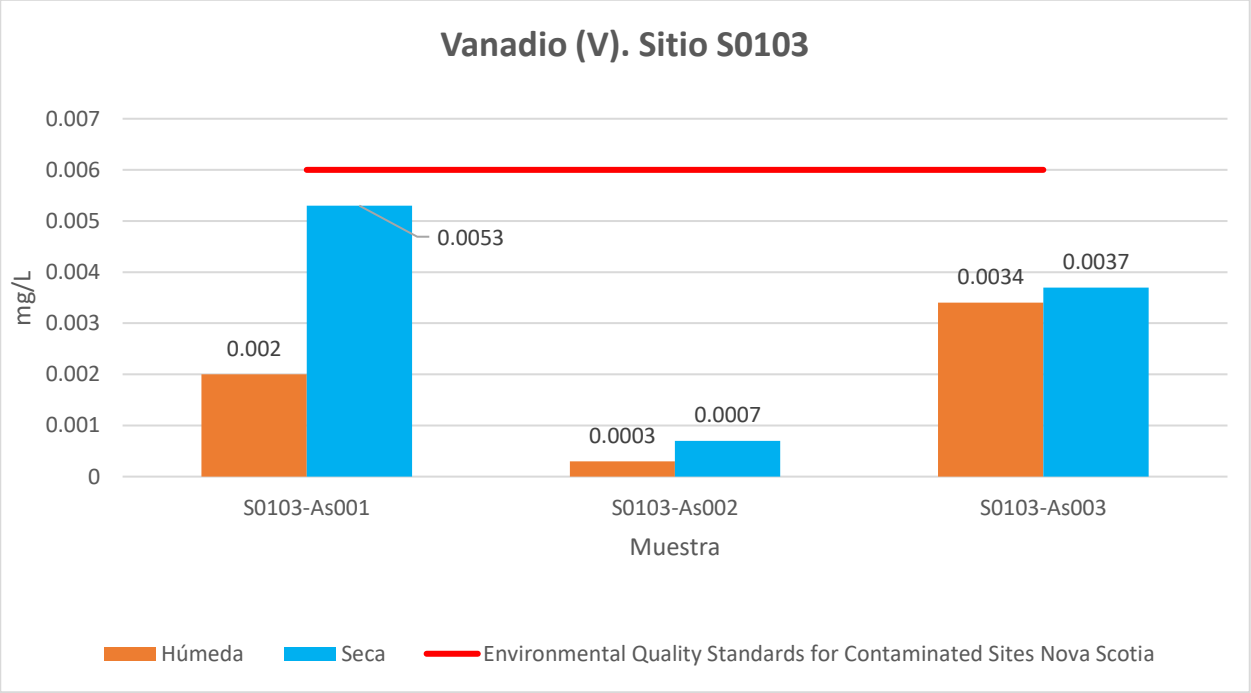


Figura 15. Concentración de Vanadio (V) en Agua Superficial.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

La concentración de Vanadio (V), en agua superficial, registrada en las tres estaciones de muestreo, en época húmeda y seca (menos húmeda) es inferior a lo reglamentado por *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites Nova Scotia (2014)* (0,006 mg/L).

3.7.4 Interpretacion de Resultados de Sedimentos

Tal como se mención en el ítem (iv) descrito líneas arriba, No se realiza la inclusión de los metales Níquel (Ni), Antimonio (Sb), Vanadio (V) y Zinc (Zn) ya que no estaban considerados dentro del plan de muestreo preliminar aprobado por todos los actores participantes del presente Plan de Rehabilitación. Adicionalmente, para los parámetros Níquel y Vanadio, al existir concentraciones que superan los estándares internacionales adoptados para las muestras de suelos de fondo, se entendería que ya están presentes de forma natural y no son considerados dentro del presente PR porque aún se remedien, en el futuro no se garantiza que se vuelvan a encontrar en concentraciones por encima de algún estándar que se adopte. En referencia al parámetro Antimonio, solo en un punto de suelo se reportan concentraciones por encima del límite de detección del método analítico empleado por el laboratorio por ello no se esperaría aporte o migración de este parámetro al sedimento. De igual forma y por la misma razón no se realiza la inclusión del Zinc (Zn) porque solo se encontró concentraciones por encima del estándar internacional adoptado y actualmente el agua, que es el principal medio de transporte, no está arrastrando este metal al sedimento ya que los resultados para ambas épocas no exceden los estándares internacionales adoptado de comparación, por ello no se esperaría que el sitio este aportando este parámetro al sedimento.

De acuerdo a lo descrito el ítem no se actualiza y se presenta igual.

2.9. Observación N° 9

De la revisión del Ítem 3.5.1.5.7. del PR del Sitio S0103 – "*Número de Puntos de Muestreo*" (Folio 84), así como de las Tablas 3-62 – "*Valores de parámetros orgánicos regulados por el ECA de Suelo"* (Folio 161) y 3-64 – "*Concentración de metales totales regulados por el ECA de Suelo*", y del Anexo 6.11.1 – "*Estudio de Georradar*" (Folios 1411 a 1457) se observa lo siguiente:

(i) En el Ítem 3.5.1.7 del PR del Sitio S0103, se indicó que "*(…) el número de puntos de muestreo de identificación es proporcional al Área Potencial de Interés*"; no obstante, se advierte que, para la delimitación del Área de Potencial Interés (API), no consideró la Anomalía fuera del Sitio con código "*GPR-01*", a partir de la cual se evidencia objetos de hierro conforme se señala en el "*Estudio de Georradar*" (Folio 1425).

(ii) En el Ítem 3.5.1.7 del PR del Sitio S0103, se indicó que "*(…) estos puntos obedecen a la existencia de depósitos de acumulación de materiales que tienen el potencial de generar sustancias peligrosas como metales pesados complejos catiónicos, óxidos de diferente naturaleza, lixiviados, etc.*"; sin embargo, se advierte que no se realizó el muestreo en las siguientes áreas:

(a) Áreas sin muestras, en el Sitio S0103 se observó dos (2) áreas en donde no se colectó ninguna muestra de suelos, a pesar de encontrarse dentro del API, cuyos vértices de los polígonos referenciales se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro 9
Vértices de áreas que no han sido muestreadas

Vértices	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S	
	Este	Norte
Polígono 1		

Vértice 01	340955	9691979
Vértice 02	340975	9691942
Vértice 03	340996	9691931
Vértice 04	341032	9691959
Vértice 05	341041	9699984
Vértice 06	341009	9692007
Polígono 2		
Vértice 01	340931	9691914
Vértice 02	340965	9691905
Vértice 03	341008	9691865
Vértice 04	340995	9691850
Vértice 05	340978	9691851
Vértice 06	340966	9691862
Vértice 07	340931	9691916

(b) Fuentes de contaminación, tales como tubos de instrumentación, tubos de producción, tubería de casing de perforación, celdas de residuos subterráneos, entre otros, conforme a lo indicado en la Tabla 3-6 – "Fuentes de contaminación que Contribuyen a la Degradación Ambiental" (Folio 72 y 73).

(iii) No consideró puntos de muestreo alrededor de los siguientes puntos:

(a) El punto de muestreo "*S0103-S007*" presentó excedencias de arsénico, cadmio y plomo a una profundidad de 2.00 a 2.75 mbns; sin embargo, no continuó el sondeo, lo cual permitirá delimitar el área a nivel vertical. Además, no presentó puntos de sondeos en áreas alrededor del mencionado punto, a fin de delimitar el área a nivel horizontal.

(b) El punto de muestreo "*S0103-S008*" presentó excedencia de HTP F2 y HTP F3 a una profundidad de 2.25 a 2.50 mbns; sin embargo, no continuó con el sondeo, lo cual permitirá delimitar el área a nivel vertical. Además, no presentó puntos de sondeos en áreas alrededor del mencionado punto, a fin de delimitar el área a nivel horizontal.

(iv) Indicó que realizó dieciséis (16) puntos de muestreo de suelo, de los cuales dos (2) puntos presentan excedencias de los parámetros Fracciones de Hidrocarburos F2 y F3 y metales As, Cd y Pb; no obstante, se advierte que no realizó los puntos de muestreo de detalle considerados en la Tabla N° 6 de la Guía de Muestreo de Suelo.

<u>Comentarios a la absolución a la observación N°9</u>

(i)Realizar la delimitación del API del Sitio S0103, considerando lo señalado en el literal (i), en función a ello, precisar el área en m2.

(ii)Realizar el muestreo en la anomalía GPR-01, en las áreas sin muestras del Cuadro 9 y en las fuentes de contaminación, según lo indicado en la presente Observación, con la finalidad de identificar si se encuentra CP.

(iii)Complementar el muestreo en los puntos "S0103-007" y "S0103-008", según lo indicado en la presente Observación.

(iv)En atención a la nueva delimitación del API, deberá complementar, de corresponder, el número de puntos de muestreo de identificación conforme a la Tabla N° 5 de la Guía de Muestreo de Suelos, y, en función de dichos resultados, proceder al muestreo de detalle conforme la Tabla

N° 6 de la referida Guía. Cabe indicar que, deberá adjuntar la información sustentatoria (Informe de ensayos y cadena de custodia). Asimismo, deberá corregir el mapa de distribución de puntos de muestreo de suelo contenido en el Anexo 6.4 del PR del Sitio S0103 (Folio 603), en el cual se plasme el API y que deberá estar suscrito por el/la profesional responsable de su elaboración.

(v) Para las muestras complementarias a realizar de acuerdo con los numerales (ii) y (iii) de la presente Observación en el caso que presenten excedencias para metales, deberá realizar el análisis de TCLP.

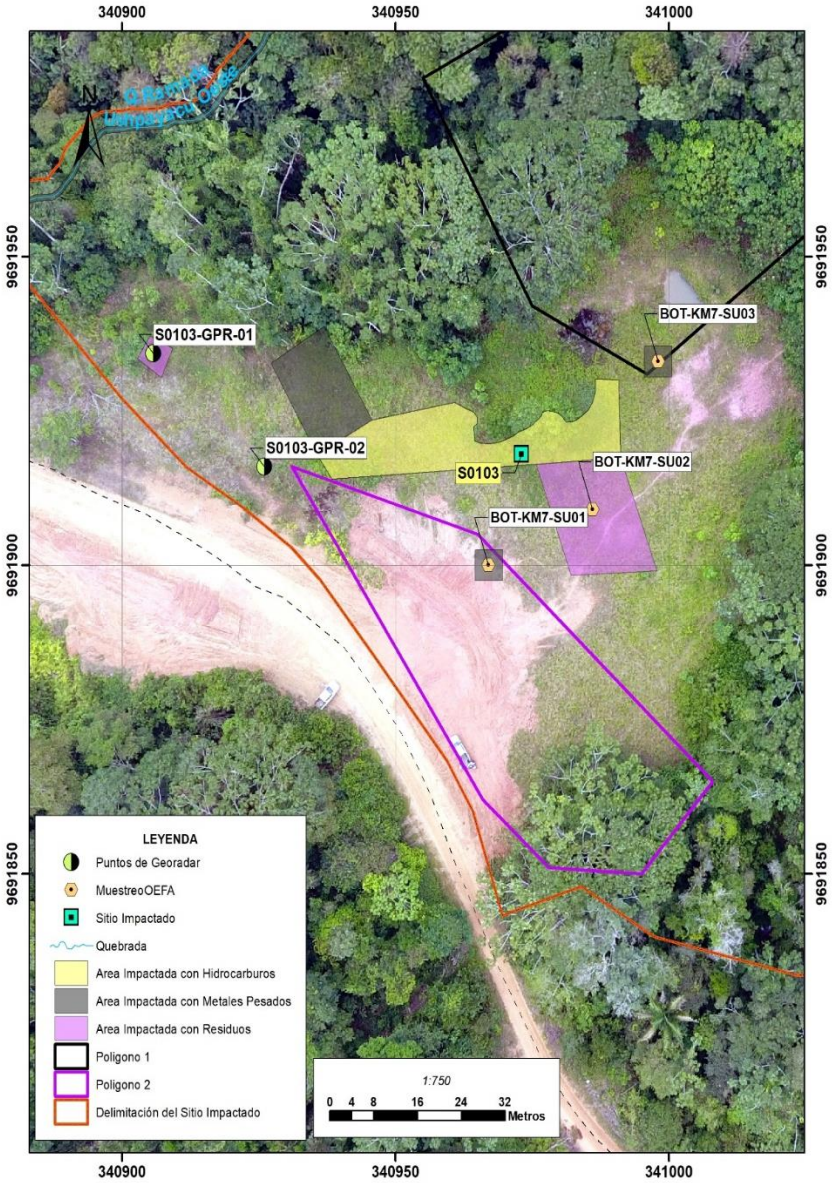
Respuesta:

(i) Se realizará la ampliación del área de potencial interés de forma tal que el punto S0103 GPR-1, con coordenadas, UTM, WGS84, Zona 18 S, 9691934,361 (N) y 340905,645 (E), quede dentro de sus límites.

La sección de corte del S0103-GPR-01 tiene un área de corte de 23,75 m^2., y un volumen de corte equivalente a 47,78 m^2.

Con el código S0103-GPR-02, con coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S, 340926 (E) y 9691916 (N), el Georradar identificó un punto más no un área con residuos, debido a que el informe de Georradar no indica el área y profundidad a la que hipotéticamente hay residuos, no se tomará en consideración esta anomalía para el cálculo de áreas y volúmenes de suelo a remediar, de todas formas, en la fase de remediación es procedente determinar si en estas coordenadas existen fuentes de contaminación y tomar muestras de suelo en esta sección para determinar si se está presentando o no la deposición de metales pesados.

A continuación, en la siguiente fotografía se presenta la ubicación de la anomalía S0103-GPR-01, considerada como zona a remediar y el punto S0103-GPR-02, el cual no será tomado en consideración para el cálculo de áreas y volúmenes porque no existe información de área y profundidad.



Fotografía 2. Anomalía S0103-GPR-01 y punto S0103-GPR-02.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

(ii) Se realizan las siguientes aclaraciones sobre el polígono No. 1 y polígono No.2 en donde no se realizó el muestreo de suelos, por sus características topográficas y locativas:

(a) **Polígono No.1**: tiene un área total de 3838 m^2., de los cuales 1547 m^2 (Aprox.), corresponden a una sección ubicada en la parte alta de la terraza que no se superpone con las celdas de residuos porque este polígono se proyecta más hacia el norte de la celda de residuos, pero dentro del polígono No. 1., está ubicado el punto de muestro BOT-KM7-SU03, en donde según OEFA la concentración de Cd., es igual a 1,538 mg/kg., por lo tanto, el punto OEFA está siendo tomando en consideración en el cálculo de áreas y volúmenes de suelo a remediar; y 2291 m^2., corresponden una falda de colina con una pendiente de 8%-12% en donde el suelo no ha sido intervenido y la vegetación es exuberante, tal y como puede apreciarse en la **Fotografía 3**; las condiciones topográficas de la falda de las laderas que se proyectan en la parte baja de la explanada, la exuberancia de la vegetación nativa que crece en la zona de laderas, se constituyeron en condiciones restrictivas, para realizar el enterramiento de residuos, así que en la zona de pendiente no hay residuos enterrados

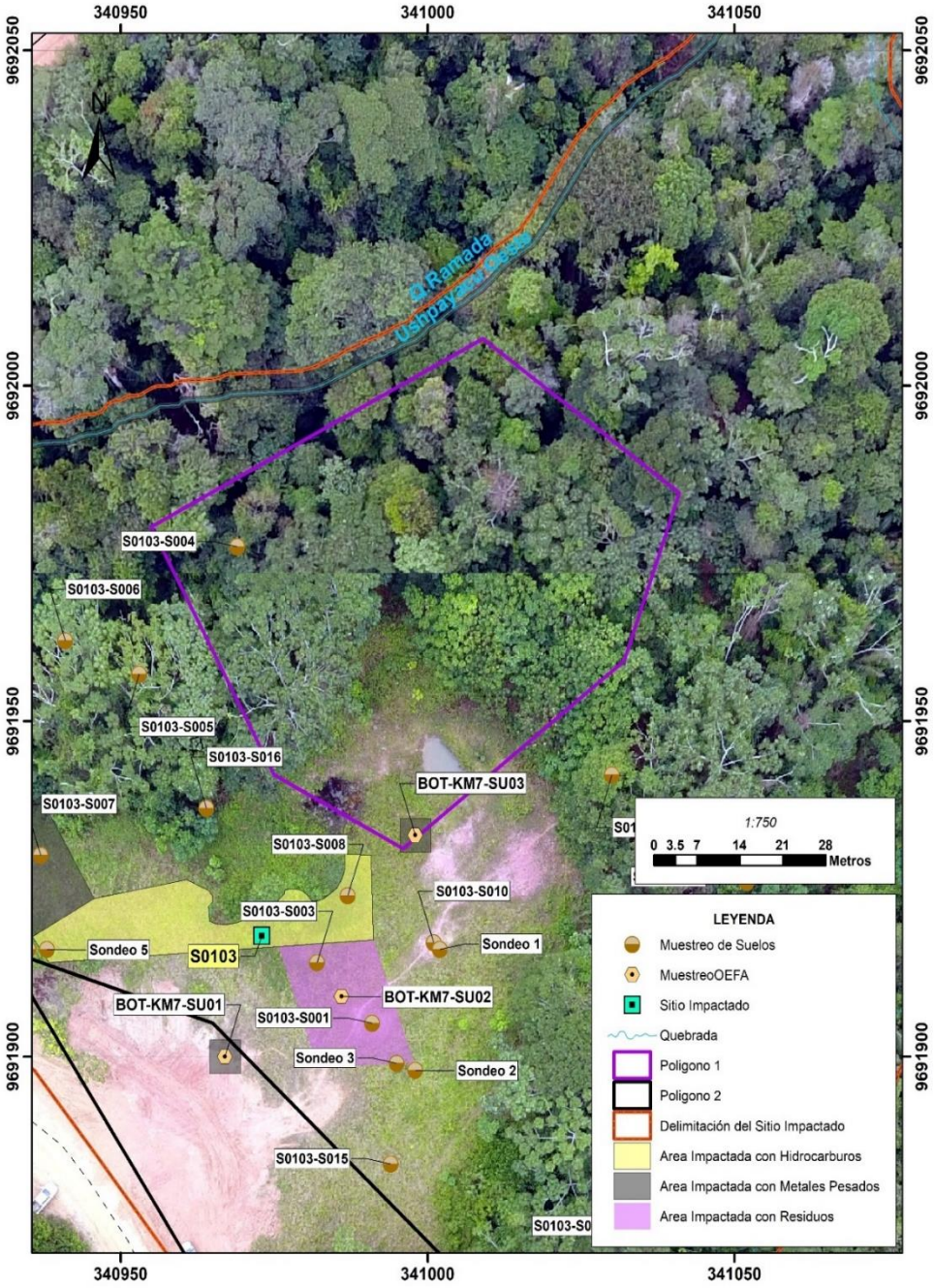
pero si hay residuos dispersos superficialmente como por ejemplo, un radiador, una varilla roscada, residuos con bolsas, tubo de instrumentación, materiales que han rodado desde la parte de la terraza alta de la terraza. Para verificar si se ha presentado la deposición de metales pesados, en la zona de ladera se realizó el muestreo en el punto S0103-S004, los resultados de laboratorio indican que la concentración de los parámetros tanto orgánicos como inorgánicos, es inferior al estándar de referencia.

Es importante señalar que, en la zona de ladera, a una distancia de 12 m., hacia el este de la línea divisoria del polígono No. 1., se realizó el muestreo en el punto S0103-S005 y los resultados analíticos indican que la concentración de metales como As, Ba, Cd, Cr (VI), Hg, Ni, Pb y Zn son inferiores al estándar de referencia que reglamenta su concentración.

Hacia el este del citado polígono, en una zona de ladera se realizó también el muestreo de suelo en el punto S0103-S006, el cual está ubicado a 20 m., del trazado de la línea divisoria, los resultados analíticos indican que la concentración de metales pesados es inferior al estándar de calidad ambiental.

Para mejorar el entorno paisajístico durante las acciones de rehabilitación y remediación se deberán retirar los residuos como plásticos, varilla roscada, lonas, el radiador, tubo de instrumentación, latas de soldadura, etc., residuos que se encuentran dispersos en la falda de la colina y dentro de los límites del polígono No. 1 para realizar su adecuada disposición.

A continuación, se presenta una fotografía del polígono 1, a través de la cual se puede apreciar que el citado polígono se encuentra parcialmente en la parte alta de la terraza y en una zona de bosque natural no intervenido.

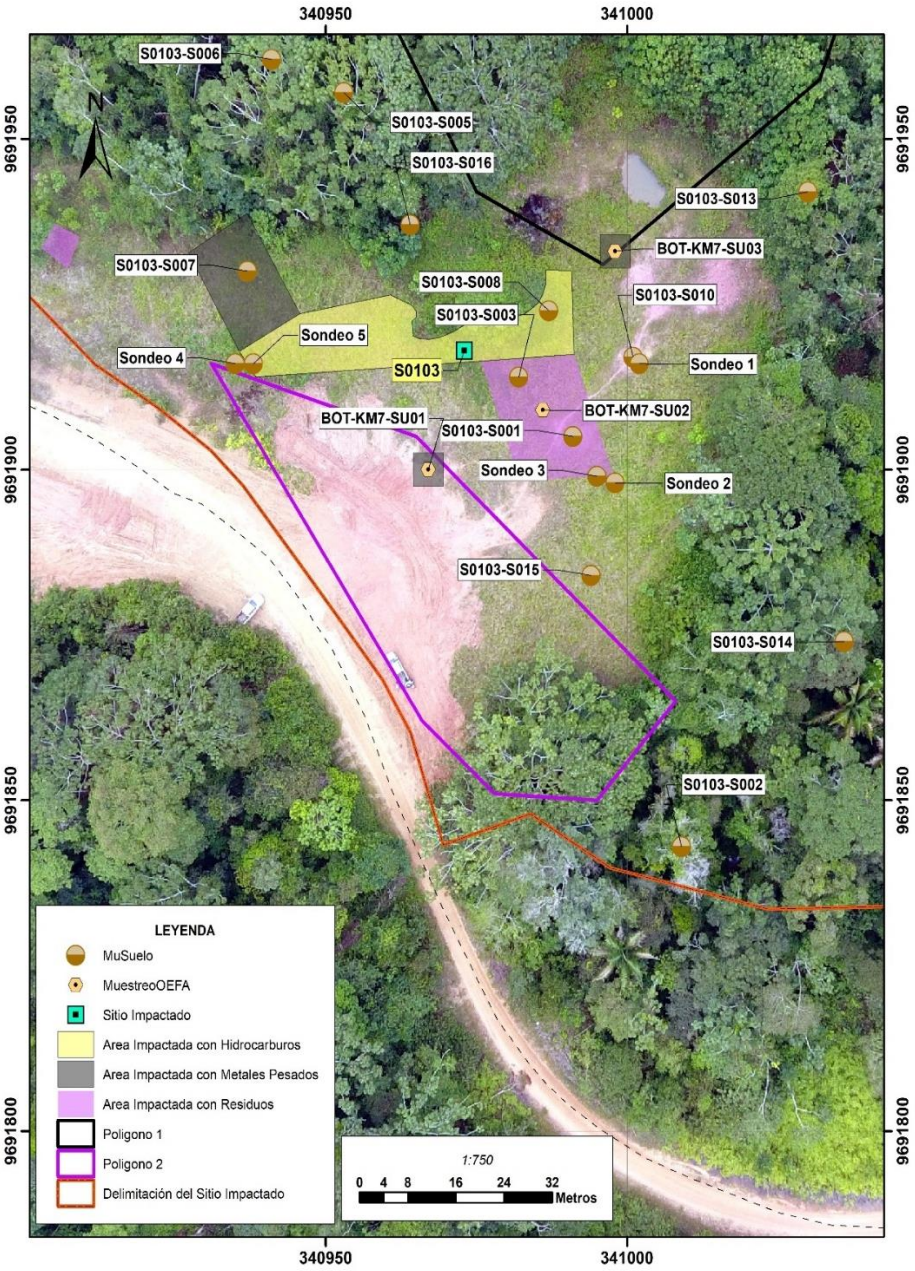


Fotografía 3. Vista Aérea del sector del Polígono 1.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

Cabe señalar, que el polígono No. 1., no se superpone con el punto S0103-GPR-02, demarcado con el Georradar.

Polígono No. 2: tiene un área de 2013 m^2., está ubicado en la parte alta de la terraza que fue acondicionada para disponer los residuos industriales, esta área está ubicada fuera de la sección en donde se construyeron las celdas para enterrar los residuos; en este sector se realizó el muestreo de suelos en el punto S0103-S001, los resultados analíticos de As, Ba, Cd, Ni, Pb, Sb y V, son inferiores al límite de referencia, adicionalmente se realizó el muestreo en el punto S0103-S015, el cual está ubicado a 4 m., de la línea divisoria del polígono No. 2., y los resultados analíticos indican que no hay presencia de metales en este punto de muestreo, es importante señalar que en esta sección no se identificaron fuentes de contaminación.

A continuación, en la **Fotografía 4**, se presenta la ubicación espacial del polígono No. 2 con respecto a la celda que contiene residuos enterrados y a los puntos de muestreo.



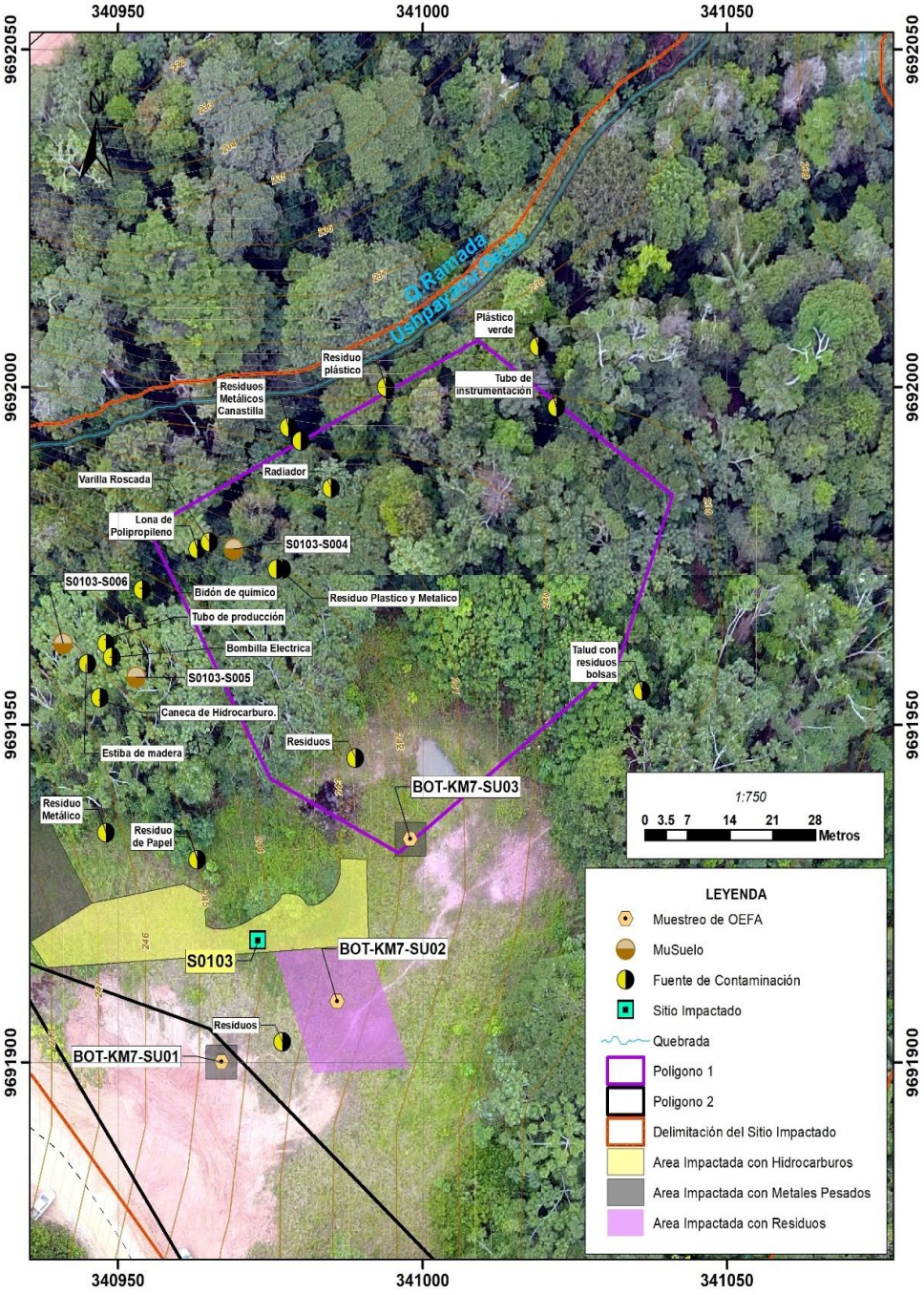
Fotografía 4. Vista Aérea del sector del Polígono 2 y del Sector de las Celdas con Residuos.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

(b) En el Plan de Rehabilitación, se presenta las coordenadas de diferentes tipos de residuos como papel, lonas, bidones, llantas, residuos metálicos, etc., que están dispersos a través del API y los cuales fueron identificados en la fase de reconocimiento, estos residuos corresponden a malas prácticas de disposición de residuos, pero no necesariamente generan la deposición de residuos tóxicos, para corroborar esta hipótesis sobre la ladera de la colina y en la parte baja de la terraza, se tomaron muestras en los puntos S0103-S004, S0103-S005, S0103-S006, S0103-S009, S0103-S010, S0103-S011, S0103-S012, S0103-S013, S0103-S014.

En la fase de rehabilitación y remediación del Sitio S0103 (Botadero km 7), se realizará la remoción, retiro del área y disposición adecuada de todos los residuos dispersos superficialmente que afectan el entorno paisajístico.

A continuación, en la **Fotografía N°5**, se grafica la forma en que están dispersos los residuos superficiales y la ubicación en la zona de ladera de los puntos de muestreo S0103-S004, S0103-S005 y S0103-S006.



Fotografía 5. Distribución de los residuos superficiales y Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de ladera.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

(ii) No se tienen resultados analíticos de los polígonos marcados mediante prospección geofísica con Georradar.

En la zona de ladera baja tal y como se señaló en el numeral (i) inciso (b), se realizó la toma de muestras en los puntos S0103-S004, S0103-S005 y S0103-S006, los cuales están ubicados cerca a sectores en donde se identificaron residuos dispersos superficialmente, los resultados analíticos indican que la concentración de los metales pesados como As, Ba, Cd, Hg, Ni, Pb y Sb son inferiores al estándar de referencia. Los residuos identificados en la zona de ladera no tienen el potencial de generar deposición de metales pesados, sino que su impacto está asociado fundamentalmente con la alteración del entorno paisajístico.

Se recomienda en la fase de rehabilitación y remediación realizar excavaciones mecanizadas en los sectores en donde el Georradar indica la presencia de materiales enterrados, y en caso de encontrar fuentes de agentes contaminantes realizar ensayos analíticos para determinar si existen contaminantes de potencial preocupación.

(iii) Sobre el muestreo en áreas adyacentes a los puntos que superan el ECA, se indica lo siguiente:

(a) En el punto de muestreo S0103-S007, se tomaron dos muestras a la profundidad de 2,25 m y 2,70 m, verticalmente no se continuó con el muestreo debido a la presencia de una placa de concreto.

La caracterización de este punto de muestreo se realizó mediante sondeos mecanizados con retrocargador y se identificó una gran variedad de residuos como circuitos eléctricos, piezas de autopartes, mangueras, filtros, etc. Para calcular el área y volumen a remediar, tomando en consideración la dinámica de deposición y movilización de metales pesados como el As, Cd, Pb, Sb y Zn y con un gradiente de seguridad, se proyectó una sección de A: 11,0 m. x L: 17,0 m x H: 3,0 m.

(b) En el punto de muestreo S0103-S008, se tomaron muestras a 0,50 m y 2,50 m, no se pudo continuar con la toma de muestras debido a la gran acumulación de residuos y bolsas plásticas.

La caracterización de este punto de muestreo se realizó mediante sondeos mecanizados con retrocargador. Para calcular el área y volumen a remediar, tomando en consideración la dinámica de infiltración de fracciones de hidrocarburos F2 y F3, y la movilización de metales pesados como el Zn, y con un gradiente de seguridad, se proyectó un polígono de 444,0 m^2.

(iv) Los criterios técnicos considerados para realizar el muestreo de detalle son los siguientes:

(a) Informe 00019-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI (OEFA, julio 2017): Este informe determinó que en dos de los cuatro puntos de muestreo la concentración Cadmio (Cd) es superior a los estándares de calidad del ECA para suelos de uso agrícola; OEFA en el marco de sus competencias declaró al Sitio S0103 (Botadero km 7), como Sitio Impactado.

(b) Ley N° 30321: A través de esta Ley se crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental y mediante el Decreto Supremo N° 039 de 2016-EM, se aprueba el reglamento de la Ley No. 30321, en el artículo N° 11 del mencionado Decreto se asigna al OEFA la responsabilidad de la identificación de los Sitios Impactados. También en el artículo 12-Identificación de Sitios Impactados, se reglamenta que es el OEFA, la entidad que realiza la respectiva identificación de los Sitios Impactados, prepara un informe, que en este caso es el mencionado anteriormente como el 326-2013-OEFA DE SDCA, así mismo en las Disposiciones Complementarias Transitorias del mencionado Decreto Supremo No. 039 de 2016-EM, clausula segunda se concluye que: "Las medidas administrativas dictadas por

el OEFA antes de la entrada en vigencia del presente Reglamento, relativas a los Sitios Impactados, mantienen sus efectos y exigibilidad."

(c) Guía para el Muestreo de Suelos del MINAM: Con el informe de OEFA descrito anteriormente y de acuerdo con la Tabla N°6 "Número mínimo de puntos de muestreo en el Muestreo de Detalle", para dos puntos de muestreo de suelos que excedieron el Estándar de Calidad Ambiental, corresponden un mínimo de 6 puntos de muestreo de detalle.

(d) Características del área impactada: Teniendo en cuenta la información secundaria sobre el Sitio Impacto, determinando la naturaleza de los contaminantes, reconociendo directamente en campo las evidencias de la dinámica de dispersión de los hidrocarburos, delimitando claramente cuál es el área impactada, entendiendo la geomorfología y topografía y los perímetros que limitan el Sitio Impactado como vías y/o plataformas industriales, se consideró realizar el muestreo de suelo en dieciséis (16) puntos para el Sitio S0103 (Botadero km 7).

En el **Anexo MINEM Observación N° 19,** se realiza el ajuste de las tonalidades de las figuras de resultados de (As) Arsénico y (Pb) plomo ya que estaban presentando una dispersión horizontal más amplia que la indicada en las conclusiones del informe, con este ajuste el **Polígono 1** del georradar no presenta ningún tipo de contaminación presentado en el informe de Isoconcentraciones.

2.10. Observación N° 10

En el ítem 3.5.1.10 del PR del Sitio 50103 - ''Muestreo Componente Biótico"(Folios 105 al 118), describió las técnicas de muestreo para la evaluación de la fauna herpetofauna, avifauna y mastofauna) y flora; asimismo, se presentó las Tablas 3-29 - "Transectos de Referencia para Muestreo de Fauna" (Folio 107), 3-30 - " Técnicas de Referencia para el Muestreo de Fauna" (Folio 107) y 3-32 - "Parcelas de Muestreo Flora" (Folio 116).

De la revisión de dicha información, se advierte lo siguiente:

Para el componente Fauna

i) De la revisión del mapa 50103-CEV-MU-08 - "Muestreo de Fauna del Sitio Impactado S0103' (Folio 601) y de la información que obra en el Expediente, no se puede diferenciar el número de transectos y parcelas que fueron empleados para la evaluación de fauna de acuerdo a la estacionalidad húmeda y seca; asimismo, no se visualiza el inicio y final de cada transecto ni el polígono correspondiente a las parcelas evaluadas.

Para el componente Flora

(ii) En el ítem 3.5.1.10.2 del PR del Sitio S0103 - "Componente Flora" (Folios 108 al 118), describió la metodología a emplear para la evaluación del componente flora; no obstante, la metodología solo fue enfocada a la evaluación del recurso forestal (estrato dosel) y no al estrato sotobosque.
(iii) De la revisión del mapa 50103-CEV-MU-07 - "Muestreo de Flora del Sitio Impactado S0103' (Folio 600), se advierte que no presentó los códigos de las parcelas evaluadas.

Comentario a la Absolución de la Observación N°10

Para el componente Fauna

(i)Presentar un Mapa 50103-CEV-MU-08 - "Muestreo de Fauna del Sitio Impactado S0103"; por cada uno de los grupos taxonómicos (herpetofauna, avifauna y mastofauna) y estacionalidad, en

la cual se incluya la siguiente información: (a) Diferenciar el número de transectos y parcelas por estacionalidad, (b) Coordenadas de inicio y final de cada transecto, con sus respectivos códigos y (c) Códigos de las parcelas evaluadas. Cabe indicar que, dicho mapa deberá estar suscrito por el/la profesional responsable de su elaboración.

Para el componente Flora

(ii) Presentar la evaluación del estrato sotobosque, para lo cual deberá tener en consideración lo siguiente: (a) Descripción de la metodología empleada para la evaluación, (b) Indicar la ubicación de las parcelas (dentro y fuera del Sitio),(c) Presentar el formato de levantamiento de campo, (d) Presentar los resultados del muestreo que deben presentarse por cada parcela o transecto, (e) Presentar el Registro fotográfico, e (f) Incluir la información correspondiente en el mapa 50103-CEV-MU-07 - "Muestreo de Flora del Sitio Impactado S0103"(Folio 600).

iii) Presentar el Mapa S0103-CEV-MU-07 - "Muestreo de Flora del Sitio Impactado S0103'; en el cual se plasme los códigos de las parcelas evaluadas. Cabe indicar que, dicho mapa deberá estar suscrito por el/la profesional responsable de su evaluación.

Respuesta:

El recojo de información biológica de campo tomo en consideración los Lineamientos para la elaboración del Planes de Rehabilitación aprobados mediante Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM. En este contexto, se elaboró y presentó un Plan de Plan de Trabajo que fue acordado y supervisado por el titular del proyecto y la supervisión contratada, la misma que verificó y validó los trabajos realizados en campo.

Para el componente Fauna

(i) En el escenario señalado, se presentó en el Anexo 17 los planos para el componente fauna, donde se muestran las estaciones de muestreo en época húmeda y seca, diferenciándose el número de transectos y parcelas por estacionalidad, presentando las coordenadas de inicio y final de cada transecto, con sus respectivos códigos y Códigos de las parcelas evaluadas. Asimismo, los mapas están suscritos por el/la profesional responsable de su elaboración.

Se revisó la información descrita en el Plan de Rehabilitación del Sitio S0103 y se corrigieron la Tabla 3-29, la cual se muestra en la **Tabla 25** del presente informe; y la Tabla 3-30, la cual se muestra en la **Tabla 23** y **Tabla 24**, con las coordenadas de ambas temporadas; las cuales se muestran a continuación.

Tabla 23. Técnicas de Referencia para el Muestreo de Fauna (época seca)

Sitio	Técnica de Muestreo	Código	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S	
			Este	Norte
S0103	Parcela Herpetofauna	SO103-FAU-HER-PAR-01	341 047	9 691 879
			341 052	9 691 879
			341 052	9 691 874
			341 047	9 691 874
		SO103-FAU-HER-PAR-02	341 067	9 691 895
			341 072	9 691 895
			341 072	9 691 890
			341 067	9 691 890
		SO103-FAU-HER-PAR-03	341 021	9 691 862
			341 026	9 691 862
			341 027	9 691 858
			341 022	9 691 858
		SO103-FAU-HER-PAR-04	341 018	9 691 840
			341 023	9 691 840
			341 023	9 691 835

			341 018	9 691 835
		SO103-FAU-HER-PAR-06	340 921	9 691 861
			340 926	9 691 861
			340 926	9 691 856
			340 921	9 691 856
	Redes de Niebla Avifauna	SO103-FAU-AVI-RED001	341 172	9 691 830
		SO103-FAU-AVI-RED002	341 177	9 691 834
		SO103-FAU-AVI-RED003	340 934	9 691 921
	Cámara Trampa Mastofauna	SO103-FAU-MA-CAM001	340 897	9 692 003
		SO103-FAU-MA-CAM002	340 956	9 692 002
		SO103-FAU-MA-CAM003	341 072	9 691 919
		SO103-FAU-MA-CAM004	341 053	9 692 075
	Trampa Mastofauna	SO103-FAU-MA-TRAM001	340 926	9 691 849
		SO103-FAU-MA-TRAM002	340 923	9 691 831
		SO103-FAU-MA-TRAM003	340 901	9 691 800
		SO103-FAU-MA-TRAM004	340 886	9 691 757
		SO103-FAU-MA-TRAM005	340 926	9 691 763
		SO103-FAU-MA-TRAM006	340 956	9 692 010
		SO103-FAU-MA-TRAM007	340 992	9 692 003
		SO103-FAU-MA-TRAM008	340 994	9 691 991
		SO103-FAU-MA-TRAM009	340 992	9 692 015
		SO103-FAU-MA-TRAM010	341 004	9 691 999

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) -Fondo de Contingencia, 2021

Tabla 24. Técnicas de Referencia para el Muestreo de Fauna (época húmeda)

Sitio	Técnica de Muestreo	Código	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S	
			Este	Norte
S0103	Parcela Herpetofauna	S0103-FAU-RE-AN-PAR001	340 957	9 692 018
			340 962	9 692 018
			340 962	9 692 013
			340 957	9 692 013
		S0103-FAU-RE-AN-PAR002	340 981	9 692 043
			340 986	9 692 043
			340 986	9 692 038
			340 981	9 692 038
		S0103-FAU-RE-AN-PAR002	341 005	9 692 013
			341 010	9 692 013
			341 010	9 692 008
			341 005	9 692 008
	Redes de Niebla Avifauna	S0103-FAU-AV-RED001	340 998	9 692 056
	Cámara Trampa Mastofauna	S0103-FAU-MA-CAM001	340 976	9 691 974
		S0103-FAU-MA-CAM002	341 012	9 692 017
		S0103-FAU-MA-CAM003	341 072	9 691 919
		S0103-FAU-MA-CAM004	341 053	9 692 075
	Trampa Mastofauna	S0103-FAU-MA-TRAM001	340 888	9 691 954
		S0103-FAU-MA-TRAM002	340 903	9 691 975
		S0103-FAU-MA-TRAM003	340 901	9 691 973
		S0103-FAU-MA-TRAM004	340 953	9 691 977
		S0103-FAU-MA-TRAM005	340 947	9 691 951
		S0103-FAU-MA-TRAM006	341 108	9 691 941
		S0103-FAU-MA-TRAM007	341 082	9 691 926
		S0103-FAU-MA-TRAM008	341 090	9 691 917
		S0103-FAU-MA-TRAM009	341 084	9 691 899
		S0103-FAU-MA-TRAM010	341 075	9 691 901

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) -Fondo de Contingencia, 2021

Tabla 25. Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna

Sitio	Técnica de Muestreo	Código	Coordenadas WGS84 ZONA 18 S			
			Inicio		Fin	
			Este	Norte	Este	Norte
S0103	Transectos de referencia época húmeda	S0103-FAU-TRAF-01	341 163	9 691 793	341 029	9 691 856
		S0103-FAU-TRAF-02	340 784	9 691 902	340 871	9 691 818
		S0103-FAU-TRAF-03	340 878	9 691 979	340 974	9 691 912
		S0103-FAU-TRL-01	341 120	9 691 878	340 958	0 969 153
		S0103-FAU-TRL-02	341 024	9 691 902	341 031	9 691 853
	Transectos de referencia época seca	S0103-FAU-RE-AN-AV-MA-TR001	341 001	9 691 877	341 060	9 691 978
		S0103-FAU-RE-AN-AV-MA-TR002	341 020	9 692 027	340 925	9 691 963
		S0103-FAU-RE-AN-AV-MA-TR003	340 935	9 691 877	340920	9 691 974
		S0103-FAU-RE-AN-AV-MA-RL001	340 857	9 691 929	341 008	9 692 065
		S0103-FAU-RE-AN-AV-MA-RL002	341 045	9 692 076	341 025	9 691 951
		S0103-FAU-RE-AN-AV-MA-RL003	340 886	9 691 980	340 847	9 691 973
		S0103-FAU-RE-AN-AV-MA-RL004	341 068	9 691 928	340 949	9 691 893
		S0103-FAU-RE-AN-AV-MA-RL005	340 916	9 691 856	340 969	9 691 824
		S0103-FAU-RE-AN-AV-MA-RL006	341 095	9 691 802	341 279	9 691 663

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) -Fondo de Contingencia, 2021.

A partir de la corrección de las Tablas 3-29 y 3-30 del Plan de Rehabilitación se realizó la corrección de los Mapas S0103-CEV-MU-08A y S0103-CEV-MU-08B los cuales corresponden a: *"Mapa de Muestreo de Fauna en Época Seca"* y *"Mapa de Muestreo de Fauna en Época Húmeda"*; los cuales se adjuntan en el **Anexo MINEM Observación N° 17**.

<u>Para el componente Flora</u>

(ii) En relación a la evaluación del sotobosque. No se realizó la evaluación de herbáceas terrestres debido a que la metodología presentada en el Plan de Trabajo correspondiente al expediente de Autorización para la realización de estudios del patrimonio en el marco del IGA, como parte del proyecto "Planes de rehabilitación de los Sitios Impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Tigre y Pastaza" aprobada por la R.M. N° 327-2018-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS considera la caracterización de especies únicamente arbóreas.

Asimismo, es importante precisar que no existe marco legal específico donde se requiera el recojo de información del sotobosque para la elaboración, evaluación y aprobación de los Planes de Rehabilitación.

(iii) En el **Anexo MINEM Observación Nº 17** se presentan el mapa con las transectas de evaluación de la vegetación

2.11. Observación N° 11

En el ítem 3.5.2.1.7 del PR del Sitio 103 - "Mediciones en Campo-Georradar"(Folio 128), señaló que utilizó este método Geofísico para localizar los objetos enterrados y determinar su profundidad, presentando el mismo en el Anexo 6.11.1 "Estudio Georradar' (Folios 1410 al 1436); no obstante, de la revisión de dicho anexo se advierte lo siguiente:

(i) No presentó la cantidad de líneas o secciones realizadas con el Georradar, ni precisó el área evaluada con este método.

(ii) No presentó la data, procesamiento e interpretación de las secciones y área evaluada, que sustente las dos (2) anomalías identificadas y delimitadas (Folio 1425).

(iii) La Lámina TP-103-01 (Folio 1436) no se encuentra a escala adecuada y legible para su visualización; asimismo, se observa la delimitación de un área sombreada de color azul en el extremo norte del Sitio. Sin embargo, no precisó si dichas áreas corresponden a objetos situados sobre la superficie o enterrados, y a qué profundidad).

(iv) El Anexo 6.11.1 ''Estudio de Georradar" no se encuentra firmado por el/la profesional especialista responsable de su elaboración.

Comentario a la Absolución de la Observación N°11

(i) Cantidad de líneas o secciones realizadas con sus respectivas coordenadas, precisando el área evaluada con este método. Adicionalmente, deberá incluir dicha información en el Anexo 6.14 - "Geodatabase – GDB"

(ii) La data, procesamiento e interpretación realizada para la identificación y delimitación de las dos (2) anomalías.

(iii) Presentar la Lámina TP-103-01 a escala adecuada, precisando si los objetos delimitados en el área sombreada en azul se encuentran en superficie o enterrados, así como la profundidad de los objetos delimitados en las áreas sombreadas en azul (Folio 1436).

(iv) En el Anexo 6.1.1 - ''Estudio de Georradar'; deberá estar firmado por el/la especialista responsable de su elaboración e interpretación.

Respuesta

La información recogida de campo y presentada está de acuerdo con el alcance técnico señalado en el plan de muestreo aprobado, acordado y supervisado con el titular y la supervisión contratada (ver **Anexo MINEM Observación Nº 8**).

(i) En **Anexo MINEM Observación N° 11** se presenta el "*Estudio Complementario de Georadar del Sitio S0103*" donde se detalla el área de investigación en la Tabla N° 2 y su representación gráfica (Figura N° 1). Asimismo, en el **Anexo MINEM Observación Nº 1** se presenta el Plano "*GEO-PASTAZA-CA-103-02*" "*Plano de Geología local S0103*".

Los archivos geodatabase, han sido debidamente procesados, y sustentados bajo la presentación de las imágenes detalladas, además, se brinda los estándares de calidad e interpretación de resultados en el Capítulo 1. Ítem 1.4.2 y 1.4.3.

(ii) En el **Anexo MINEM Observación N° 11** se presenta el "*Estudio Complementario de Georadar del Sitio S0103"* en donde se ha detallado el flujo de trabajo realizado, mediante la adquisición de información, procesamiento e interpretación de resultados en el Capítulo 1. Ítem 1.4.1, 1.4.2 y 1.4.3.

(iii) Además, se ha incluido un plano de investigaciones directas e indirectas en el Sitio Impactado S0103, Anexo 2 del informe; Plano "*GEO-PASTAZA-CA-S0103-02*" "*Plano de Geología Local del Sitio S0103*", y se ha desarrollado el análisis de resultados del Estudio Georradar con Investigaciones Directas. Tal análisis concluye, en un alto estándar de confiabilidad debido a la correlación espacial de residuos enterrados, agregando así un mayor alcance del sustento de confiabilidad de nuestro estudio que fue expresado en el Capítulo 1. Ítem 1.4.3.

(iv) En el **Anexo MINEM Observación N° 11** en el "*Informe Complementario de Georradar del Sitio S0103*" se presenta la lámina TP-103-01, la cual corresponde al Mapa "*S0103-MINEM-OBS-09*" "*Mapa de Estaciones con Exploración Georadar del Sitio Impactado S0103*" a escala adecuada. La profundidad de los objetos delimitados puede verificarse en la Tabla N° 5.

En el **Anexo MINEM Observación N° 11**, se presentan los informes: "*Estudio Geofísico por Método Georradar S0103*" y el "*Informe Complementario Georradar S0103*"; suscritos por los profesionales encargados de su elaboración.

Es necesario precisar que la información de las áreas y anomalías señaladas en ambos informes han servido para sustentar la determinación de volúmenes de suelo a remediar revisado en la Observación Nº 39.

2.12. Observación N° 12

En el Ítem 3.5.2.2.6 del PR del Sitio S0103 – "*Medición de caudales*" (Folios 132 al 134), presentó la Tabla 3-45 "*Resultado de la medición de caudales*", en la cual se muestra los resultados de la medición de caudales de tres (3) quebradas denominadas "*Afluente Ushpayacu*"; sin embargo, los datos presentados en la Tabla 3-45 no son congruentes con los valores registrados en la "*Ficha Registro para Medición de Caudal*" (Folio 930). Asimismo, no presentó el cálculo para la determinación del caudal señalado en la Tabla 3-45.

Comentario a la Absolución de la Observación N°12
Al respecto, deberá presentar el cálculo para la determinación del caudal en función de los valores registrados en las fichas en campo, y corregir los valores de caudal señalados en la Tabla 3-45.

Respuesta:
Para determinar el caudal del cuerpo de agua se emplearon las siguientes formulas:

$$Q = V\ x\ At$$
$$V = d\ /\ t$$

$$St = Ai * Hi$$

$$At = \sum_{i=1}^{n} St$$

Donde:

Q: Caudal [m^3/s]
V: Velocidad [m/s]
d: distancia [m]
t: tiempo [s]
At: Área de la sección transversal del cuerpo de agua [m^2]
St: Sección transversal [m^2]
Ai: Ancho [m]
Hi: Profundidad [m]

Se realiza la modificación de la Tabla 3-45 del PR la cual se presenta en la siguiente tabla; el caudal de las quebradas del Botadero S0103 (Botadero km. 7), es el siguiente.

Tabla 26. (Tabla 3-45) Resultados de la Medición de Caudales

Estación de muestreo	Ancho del cuerpo hídrico [m]	Velocidad de la corriente [m/s]	Velocidad promedio [m/s]	Ancho de la sección [m]			Profundidad de la sección [m]			Área Sección parcial [m^2]	Área Sección total [m^2]	Caudal [m^3/s]
				A1	A2	A3	H1	H2	H3			
S0103-As001	0,47	0,04	0,14	0,47			0,07			0,03	0,11	0,01
	3,66	0,23		1,22	1,22	1,22	0,18	0,19	0,09	0,56		
S0103-As002	0,35	0,31	0,20	0,35			0,02			0,01	0,08	0,02
	3,25	0,08		1,08	1,08	1,08	0,1	0,17	0,17	0,48		
S0103-As003	0,29	0,38	0,31	0,29			0,02			0,01	0,08	0,02
	0,85	0,23		0,31	0,27	0,27	0,56	0,56	0,56	0,48		

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

2.13. Observación N° 13

En el ítem 3.6. –"*Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio*" (Folios 154 al 181) y en el Anexo 6.10 –"*Informes de ensayos de laboratorio*" (Folios 1232 al 1410), presentó los resultados de los parámetros analizados en cuarenta y siete (47) muestras de suelo, seis (6) muestras de agua superficial y tres (3) muestras de sedimentos, correspondientes a las evaluaciones realizadas en el Sitio en las épocas húmeda y/o seca.

No obstante, de la información que obra en el Expediente, se advierte que no realizó el muestreo de la totalidad de los parámetros considerados en el Ítem 3.5.1 del PR del Sitio S0103 – "*Diseño del plan de muestreo en detalle y alcance*" (Folios 74 al 119), ni presentó el sustento que justifique la exclusión de tales parámetros. A continuación, se detallan los parámetros que no fueron analizados y otras consideraciones:

(i) **Calidad de Suelo**[18]: No analizó los siguientes parámetros: (i) Mercurio Total en treinta y cinco (35) muestras, (ii) Cromo Hexavalente en treinta y cinco (35) muestras, (iii) Fracciones de Hidrocarburos F1 en cuarenta y dos (42) muestras, (iv) Fracción de Hidrocarburos F2 en cuarenta y dos (42) muestras, (v) Fracción de Hidrocarburos F3 en cuarenta y dos (42) muestras (vi) HAPs[19] en cuarenta y dos (42) muestras, (vii) Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno en cuarenta y dos (42) muestras y (viii) PCB´s en treinta y nueve (39) muestras.

(ii) **Calidad de Sedimentos**[20]**:** No realizó la toma de muestra en el primer ingreso de 2018 en los puntos de muestreo "*S0103-Sed001*", "*S0103-Sed002*" y "*S0103-Sed003*".

De la revisión de las Tablas de resultados presentados en el Ítem 3.6.1- "*Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Suelos*" (Folios 154 al 164) y del Anexo 6.10 - "Informes de ensayos de laboratorio" (Folios 1232 al 1410), se indicó que se tomaron cuarenta y siete (47) muestras de suelo; sin embargo, en los anexos solo se reportan los resultados de cuarenta y cinco (45) muestras de suelos.

<u>Comentario a la Absolución de la Observación N°13</u>

(i) Completar y presentar para cada Matriz ambiental, los resultados analíticos de todos los "Parámetros de Interés" que defina en atención a la Observación N° 9. Para sustentar dichos resultados deberá adjuntar los informes de ensayos y cadenas de custodia; caso contrario, deberá precisar y sustentar los criterios técnicos que utilizó para no analizar todos los parámetros de interés en cada muestra, debiendo considerar para dicho sustento la ubicación, profundidad y las características del parámetro de interés en función de la actividad, respecto a la distancia de las fuentes/focos potenciales de contaminación identificados.

(ii) En atención a lo observado en los numerales (i), (ii) y (iii), deberá corregir, en lo que corresponda, los Cuadros 3-62, 3-63, 3-64, 3-64, 3-80, 3-81 y 3-82, considerando los "Parámetros de Interés", conforme a la absolución de la Observación N° 9. Asimismo, debería presentar los informes de ensayo de las dos (2) muestras de suelo que no se encuentran adjuntas al Anexo 6.10.

[18] Los resultados de las muestras de Suelo fueron presentados en el Anexo 6.10 del PR del Sitio S0103- "Informes de ensayos de laboratorio", en los siguientes Informes de Ensayo: Nº 26380 (Folios 1260 al 1269), N° 27658 (Folio 1270 al 1274), Nº 52938 (Folios 1284 al 1290), N° 52939 (Folio 1292 al 1303) Nº 53635 (Folios 1305 al 1309),N° 53884 (Folio 1321 al 1329), Nº 53885 (Folios 1331 al 1340) y Nº 55302 (Folios 1342 al 1344).

[19] Parámetros HAPs: Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)Pireno, Benzo(b)Fluoranteno, Benzo(e)Pireno, Benzo(g.h.i)perileno, Benzo(k) Fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a.h)antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno(1.2.3-c.d)pireno, Naftaleno y Pireno.

[20] Los resultados de las muestras de Sedimentos correspondientes a la época Seca fueron presentados en el Anexo 6.10 del PR del Sitio S0103- "Informes de ensayos de laboratorio", en el Informe de Ensayo: N° 53662 (Folios 1316 al 1319).

Respuesta:

(i) ***Parámetros de interés:*** En concordancia con los Términos de Referencia se han analizado todos los parámetros considerados de interés, los cuales han sido detallados en la Observación N° 8. Para cada matriz ambiental se han seguido criterios técnicos para establecer los ensayos a realizar, los cuales se describen en la respuesta a la Observación No. 8.

En la respuesta a la Observación No. 8, se presenta la actualización de los siguientes numerales del Plan de Rehabilitación:

3.6.1. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Suelos.
3.6.3. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Aguas Superficiales.
3.7.1 Interpretación de Resultados de Suelos.
3.7.3 Interpretación de Resultados de Agua Superficial.

La actualización de las secciones indicadas se presenta en el **Anexo MINEM Observación Nº 13**.

(ii) ***Calidad de Sedimentos***

Adicionalmente, se precisa que no se realizó el muestreo en época húmeda por las siguientes razones:

- Durante la crecida, en época húmeda, ocurre un mayor arrastre de sedimentos debido al incremento del caudal haciendo que la muestra que se vaya a tomar no sea representativa.
- El sedimento es más representativo en época seca (no en época Húmeda) debido a que la menor escorrentía (por el menor volumen de agua) hace que las partículas de los contaminantes sedimenten y se depositen en el fondo del cuerpo de agua.
- Adicionalmente, en los Términos de Referencia en el Anexo N° A-4, Detalle de Trabajos de Campo y Análisis de Muestras, establecen explícitamente que el muestreo de sedimentos se realizará en época seca.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD REFERENCIAL	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Detalle de Laboratorio:			
a) Investigaciones en Suelos y sedimentos			
a.1) Calicata/Sondeo Manual (hasta 1.2 metros de profundidad), Inc. retiro y reposición de material.	Calicata	70	Son 70 calicatas de manera referencial, ya que la cuenca Pastaza posee 07 sitios impactados, donde se realizarán 10 calicatas aproximadamente para cada uno de los sitios impactados, que incluye solo la época seca.
a.2) Sondeo/perforación con equipo: instalación del equipo, preparación del punto de muestreo, retiro y reposición de material, perforación hasta 15 metros de profundidad, toma de muestras en diferentes profundidades del núcleo de perforación, reestablecimiento la superficie del punto de sondeo.	m	525	Son 525 metros de perforación distribuidos en los 7 sitios (se estima realizar 5 sondeos/perforación de hasta 15m de profundidad cada una, en cada sitio, solo en época seca: 7 x 5 x 15m = 525m). Se pagará el metrado realmente ejecutado en base a un alcance justificado y aprobado por la empresa supervisora. De existir mayores metrados debidamente sustentados, estos podrán ser aprobados por la Empresa Supervisora y el FONAM según corresponda.
a.3) Análisis Head Space (PID).	Día	10[17]	El Consultor podrá realizar estos análisis en diez (10) días, que incluye solo la época seca.
a.4) Toma de muestras de sedimentos	Muestra	14	Corresponde al total de muestras de sedimentos a considerar por los 07 sitios impactados de la cuenca Pastaza, que incluye solo la época seca.
b) Instalación de pozos de aguas subterráneas			
b.1) Perforación, instalación y desarrollo del pozo, acabado del pozo y documentación. Incluye materiales (tubos ciegos y de ranura, prefiltro, sellado del agujero con cemento/bentonita), de acuerdo a la norma ASTM 5092-90 de 2004.	m	105	Son 105 metros de instalación de pozos de aguas subterráneas distribuidos en los 7 sitios (se estima realizar 1 pozo de hasta 15m de profundidad cada uno, en cada sitio: 7 x 15m = 105m). Se pagará el metrado realmente ejecutado en base a un alcance justificado y aprobado por la empresa supervisora. De existir mayores metrados debidamente sustentados, estos podrán ser aprobados por la Empresa Supervisora y el FONAM según corresponda.
c) Muestreo de aguas subterráneas			

Figura 16. Matriz de Especificaciones Técnicas
Fuente: Bases Integradas del Concurso Público Internacional Nª 04-2017-FONAM

En referencia a la actualización de las tablas solicitadas, estos se presentan en el **Anexo MINEM Observación Nº 13**.

2.14. Observación N° 14

De la revisión del Ítem 3.6.2 del PR del Sitio S0103 –"*Descripción de los resultados de campo y Laboratorio de Aguas Subterráneas*" (Folios 165- 172), señaló que para la identificación de aguas subterráneas en el Sitio realizó las siguientes evaluaciones: cinco (5) Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) y tres (3) perforaciones exploratorias, producto de las cuales concluyó que en ninguna de ellas identificó presencia de agua subterránea. No obstante, de la revisión de la información que obra en el Expediente se advierte lo siguiente:

(i) De la revisión del Anexo 6.5.2 – "*Documentación del Muestreo*", se observa lo siguiente:

(a) Presentó diez (10) fichas de registro SEV de campo (Folios 1013 al 1022), de las cuales seis (6) corresponden a fichas con códigos SEV: "*S0103-04*" y "*S0103-02*" con diferentes datos registrados, y el registro de un sondeo "*paramétrico*", cuyos resultados no fueron considerados en el "*Estudio Sondeo Eléctrico Vertical*" presentado en el Anexo 6.11.2, ni precisó los criterios que consideró para su no inclusión.

(b) No consignó la siguiente información en todas las fichas SEV presentadas: (1) Coordenadas UTM WGS84; (2) Unidades de medición de los parámetros registrados, tales como: "*ΔVn*", "*ΔVc*" e "*I*"; (3) Valores y unidades de medición de los parámetros "*ΔV*" y resistividad aparente "*pa*"; y (4) Las fichas no se encuentran suscritas por el/la profesional responsable de su ejecución.

(ii) En el Estudio SEV presentado en el Anexo 6.11.2 (Folios 1437 al 1457), se presentó la Sección Georesistiva A-A' (Folio 1456) y el cuadro de resistividades y horizontes identificados (Folio 1452), concluyendo que el nivel freático probable se encuentra entre 1.3 y 1.8 m de profundidad, asociado a un horizonte de resistividades que varían entre 400 y 1200 ohm.m; sin embargo, no precisó los criterios de asociación de dichas resistividades con suelos saturados, toda vez que de acuerdo a la escala referencial de resistividades estos corresponden a materiales muy resistivos y compactos, entre otros factores, pero no a un horizonte saturado, el cual sí podría corresponder al tercer horizonte que presenta resistividades entre 40 y 75 ohm.m. Asimismo, se advierte que dicho estudio no se encuentra firmado por el/la profesional responsable de su interpretación y elaboración.

(iii) Presentó los perfiles litológicos de las perforaciones exploratorias en las Tablas 3-68 -"*Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0103-PZ-001*", 3-69 -"*Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0103-PZ-002" y 3-70 -"Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0103-PZ-003*" (Folios 169, 170 y 171); sin embargo, no presentó las fichas de las perforaciones realizadas, a fin de sustentar la información presentada en las Tablas 3-68, 3-69 y 3-70.

En ese sentido, deberá presentar la siguiente información:

(i) Presentar las diez (10) fichas de registro SEV con sus coordenadas UTM WGS 84, incluyendo valores de resistividad aparente registrados, y las unidades de medición de los demás parámetros registrados "ΔVn", "ΔVc", ΔV" y "I"; a fin de sustentar los resultados del estudio de Sondaje Eléctrico Vertical, el cual deberá estar suscrito por el/la profesional responsable de su ejecución.

(ii) Presentar el "*Estudio Sondaje Eléctrico Vertical*" del Anexo 6.11.2, con la siguiente información: (a) Corregir las resistividades asociadas al horizonte saturado, o caso contrario presentar la información bibliográfica que sustente la asociación de resistividades de 400 y 1200 ohm.m a horizontes saturados; (b) Incluir en el procesamiento, interpretación y generación de perfiles, los resultados de las diez (10) fichas SEV registradas en campo; y

(c) El estudio deberá estar firmado por el/la profesional responsable de su interpretación y elaboración.

(iii) Presentar las tres (3) fichas de perforación firmadas por el/la profesional o empresa responsable de su ejecución, que sustente la información consignada en las tablas 3.68, 3.69 y 3-70.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 14

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar: (i)Presentar las cinco (5) fichas de registro SEV, incluyendo valores de resistividad aparente registrados, a fin de sustentar los resultados del estudio de Sondaje Eléctrico Vertical, las cuales deberán estar suscritas por el/la profesional responsable de su ejecución. (ii) En cuanto a la información solicitada en los numerales (ii) y (iii), se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación Nº 13.

Respuesta:

(i) Se aclara que en el Sitio S0103 (Botadero km 7) se realizaron cinco (5) Sondeos eléctricos verticales, en la **Tabla 27** se muestran las coordenadas.

Tabla 27. Coordenadas de los Sondeos Eléctricos Verticales - SEV

Sondeo Eléctrico Vertical	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S	
	Este	Norte
SEV-S0103-01	341 068	9 69 1927
SEV-S0103-02	340 938	9 691 893
SEV-S0103-03	340 891	9 691 846
SEV-S0103-04	340 989	9 691 881
SEV-S0103-05	341 096	9 691 954

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

En el **Anexo MINEM Observación N° 14**, se presentan las cinco (5) fichas de registro SEV, suscritas por el profesional.

Las unidades de los parámetros de medición son las siguientes:

- AB/2: distancia entre los electrodos que transmiten la corriente eléctrica a la tierra. Unidad de medida: Metro [m]
- MN = Espaciamiento entre electrodos de Potencial en metros
- I: Intensidad de la corriente. Unidad de medida: mili Amperio [mA]
- ΔV: Diferencia de potencial. Unidad de medida: mili Voltio [mV]. Se emplea para calcular la resistividad aparente.
- ΔVn: Potencial natural de la tierra en un punto específico en donde se realiza su medición. [mV]. ABS (VN - VC). Esta operación se realiza para eliminar la interferencia de la corriente natural del suelo; algunos equipos realizan esta medición automáticamente por tener un potenciómetro. Unidad de medida en Milivóltios
- ΔVc: Potencial creado por el paso de la corriente eléctrica. [mV]
- K: constante geométrica del dispositivo, depende de la geometría para inyectar y medir la corriente. Factor de distribución de los electrodos. Unidad de medida [m].
- ρa: Resistividad aparente. Unidad de medida: Ohm por metro [Ω.m]

- ρa= ΔV*K/I

(ii) El método SEV aplicado es el conocimiento indirecto de las condiciones litológicas del subsuelo.

En esta zona la estratificación es bastante regular, prueba de ello los estratos son paralelos a la superficie terrestre. Considerando el rango de resistividades indicada para el presente estudio, El suelo cobertor con espesor menor de 1.5 metros, estaría seriamente alterada a lo largo de la sección georesistiva. El segundo estrato en color celeste también estaría con el mismo problema de contaminación, con espesor que varía desde 00 a 16.5 en los SEV 5 y 3 respectivamente, como muestra la lámina N° 8.2.

El nivel freático probablemente se encuentre de 1.3 a 1.8 metros, por debajo del estrato alterado.

Los ensayos de SEVs son parte de un primer levantamiento de información indirecta y los valores de resistividades considerados se muestran en el capítulo 3.1, sugiriendo la presencia de a 1.3 y 1.8 metros de profundidad. Sin embargo, en este primer resultado se corroboran los resultados con perforaciones como método directo y posteriormente se confirma la presencia o no de un nivel freático y se generar los logueos geológicos definitivos.

De las diez (10) fichas SEV registradas en campo, cinco (5) son paramétricas o de inicio, mientras que las otras cinco (5) si fueron evaluadas y son las que le corresponden ser procesadas e interpretadas para elaborar los perfiles resistivos que están incluidos en el Informe presentado en el PR. Por ello no es correcto indicar que se tenga información de las fichas de campo que no haya sido procesada ni interpretada.

En el **Anexo MINEM Observación N° 14** se presenta el Estudio de Sondeo Eléctrico Vertical firmado por el responsable.

(iii) En el **Anexo MINEM Observación N° 14** se presentan las (3) fichas de perforación suscritas por el profesional.

2.15. Observación N° 16

En el Ítem 3.6.5 del PR del Sitio S0103 - "*Descripción de los Resultados de Campo y de Laboratorio del Componente Hidrobiológico*", presentó las Tablas 3-83 - *"Parámetros físico químicos del agua"* (Folio 182), Tabla 3-84-"*Composición Taxonómica de Fitoplancton para el Sitio S0103 (Botadero Km 7)*" (Folio 183), Tabla 3-85 - "*Composición Taxonómica de Zooplancton*" (Folio 183), Tabla 3-86- "*Composición Taxonómica de Perifiton*" (Folio 184), y Tabla 3-87 - "*Composición Taxonómica de Macrobentos*" (Folio 184 y 185), en los cuales se detalló los resultados obtenidos del muestreo hidrobiológico; no obstante, de la revisión del Anexo 6.10 del PR del Sitio S0103 - "*Informes de ensayos de Laboratorio*" (Folios 1249 al 1256), se advierte lo siguiente:

(i) No presentó el informe de ensayo correspondiente al muestro de la estación "*S0103-Hb003*" para Macrobentos en época húmeda.

(ii) Indicó como fuentes de información de las mencionadas tablas informes de ensayo; sin embargo, de la revisión del Anexo 6.10 del PR del Sitio S0103 - "*Informes de ensayos de Laboratorio*" (Folio 1232 al 1408), se verifica que no presentó los informes de ensayo correspondientes al muestreo de las estaciones "*S0103-Hb001*", "*S0103-Hb002*" y "*S0103-Hb003*" para Fitoplancton, Zooplancton, Perifiton y Macrobentos en época seca.

(iii) En el Ítem 3.6.5.2.5. "*Peces (Necton)*" (Folio 185), indicó que "*(…) realizó el esfuerzo de colecta de peces para determinar por medios analíticos la concentración de metales en el tejido muscular, aun así, la talla y cantidad de individuos capturados en ambas épocas, no*

fue suficiente para realizar el análisis (…)"; sin embargo, no presentó la siguiente información:

(a) El listado de especies de peces capturadas por época de muestreo.
(b) No identificó las especies de consumo humano y de importancia ecológica.
(c) No registró el tipo de alimentación de las especies identificadas.

Comentario a la Absolución de la Observación N° 16

(i) Presentar el informe de ensayo correspondiente al muestreo de la estación "S0103-Hb003" para Macrobentos en época húmeda. En el caso que la información contenida en la Tabla 3-87 no guarde relación con lo indicado en dicho informe de ensayo, deberá corregir la misma.

(ii) Presentar los informes de ensayo correspondientes al muestreo de las estaciones "S0103-Hb001", "S0103-Hb002" y "S0103-Hb003" para Fitoplancton, Zooplancton, Perifiton y Macrobentos en época seca. En el caso que la información contenida en las Tablas observadas no guarde relación con lo indicado en dichos informes de ensayo, deberá corregir las mismas.

(iv) Presentar el listado de especies de peces (Necton) evaluadas en el punto de muestreo hidrobiológico por época de muestreo (húmeda y seca) indicando si es de consumo humano, importancia ecológica y el tipo de alimentación (carnívoros, herbívoros detritívoros, omnívoros) de las especies.

En atención a la presente Observación, deberá reformular la información consignada en el Ítem 3.7.5 del PR del Sitio S0103 - "Interpretación de los Resultados del Componente Hidrobiológico".

Respuesta:

(i) En la época húmeda la composición registrada de Macrobentos fue de cero individuos, por lo tanto, no se tiene de informe de laboratorio.

(ii) En el **Anexo MINEM Observación Nº 16**, se presentan los siguientes Informes de Ensayo:

Informe de Ensayo 24660: Este informe contiene los resultados de fitoplancton cualitativo y cuantitativo, zooplancton cualitativo y cuantitativo de época húmeda.

Informe de Ensayo 48228: Este informe contiene los resultados de perifiton cualitativo y cuantitativo, fitoplancton cualitativo y cuantitativo, zooplancton cuantitativo de la caracterización hidrobiológica realizada en época seca (menos húmeda).

Informe de Ensayo 74421-2018 y Anexo: Este informe y anexo contiene el análisis de macrobentos de época seca (menos húmeda)

(iii) La quebrada que discurre en sentido suroeste-norte y la quebrada estacional que fluye en sentido sureste-norte, son cuerpos de agua lénticos y su caudal cambia radicalmente según la estacionalidad; en estos cuerpos de agua se realizó un esfuerzo de pesca sin obtener resultado alguno.

En base a la información presentada se modifica lo siguiente:

3.6.5.2.2. Zooplancton

• **Época Húmeda**

Cabe señalar que en la época húmeda se reportaron valores de zooplancton de cero organismos/litro.

• **Época Seca (Menos Húmeda)**

En la época seca, la composición del Zooplancton registro un total de tres (3) organismos/litro perteneciente al Phyllum Arthropoda (2 organismo/litro) y al Phyllum Rotifera (1 organismo/litro), distribuidas en tres (3) clases tres (3) órdenes y cuatro (4) familias.

En la Tabla 3-85, se presentan los resultados. Se realiza la corrección de la Tabla 3-85 del PR la cual se muestra en la **Tabla 28** del presente informe.

Tabla 28. Composición Taxonómica de Zooplancton

PHYLLUM	EPOCA HUMEDA	EPOCA SECA		
	Hb003	Hb001	Hb002	Hb003
PROTOZOA	0	0	0	0
ROTIFERA	0	1	0	0
ARTHROPODA	0	1	1	0
TOTAL	0	2	1	0

Fuente: Informe de ensayo 24660 y 48228, de Laboratorio ALS, 2018.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

3.6.5.2.4. Macrobentos

• **Época Húmeda**

La composición registrada de Macrobentos fue de cero individuos, en la temporada húmeda.

• **Época Seca (Menos Húmeda)**

En la temporada seca, el único grupo registrado fueron los Arthropodas en las tres estaciones evaluadas. La estación S0103-Hb002, es la más diversa y abundante con 48 organismo/l. seguido de SO103-Hb003 (21 organismo/litro) y último se encuentra la estación SO103-Hb001 con 2 organismo/litro.

En la Tabla 3-87, se presentan los resultados. Se realiza la corrección de la Tabla 3-87 del PR la cual se muestra en la **Tabla 29** del presente informe.

Tabla 29. Composición Taxonómica de Macrobentos

Phyllum	Época Húmeda	Época Seca						
	Hb001	Hb001	%	Hb002	%	Hb003	%
ANNELIDA/ Clitellata/ Arhynchobdellida/ Hirudinidae	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA/ Insecta/ Diptera/ Chironomidae (larva)	0	1	50	39	81.25	2	9.52
ARTHROPODA/ Insecta/ Diptera/ Dolichopodidae (larva)	0	0	0	8	16.67	3	14.29
ARTHROPODA/ Insecta/ Odonata/ Libellulidae (ninfa)	0	0	0	1	2.08	0	0
ARTHROPODA/ Insecta/ Trichoptera/ Hydropsychidae (larva)	0	1	50	0	0	16	76.19
TOTAL	**0**	**2**	**100**	**48**	**100**	**21**	**100**

Fuente: Informe de ensayo 24660 y 48228, de Laboratorio ALS, 2018.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

(iv) Se presenta el listado de especies de peces (Necton) evaluadas en el punto de muestreo hidrobiológico por época de muestreo (húmeda y seca) en la **Tabla 30** indicando si es de

consumo humano, importancia ecológica y el tipo de alimentación (carnívoros, herbívoros detritívoros, omnívoros) de las especies.

Tabla 30. Listado de especies de peces (Necton) en el punto de muestreo hidrobiológico.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Época Húmeda	Época Seca	Tipo de Consumo	Tipo de Alimentación
				Hb003	Hb001		
CHARACIFORMES	Characidae	*Astyanax fasciatus*	mojarra	7	0	Subsistencia	Omnívora
		Brachychalcinus sp	Palometa	0	0		
	Acestrorhynchidae	*Acestrorhynchus falcatus*	Peje zorro	0	0		
	Erythrinidae	*Erythrinus*	Shuyo	17	0	Subsistencia	Carnívora/ Omnívora
SILURIFORMES	Heptapteridae			0	0		
	Callichthyidae			0	0		
PEERCIFORMES	Cichlidae			0	0		
TOTAL				**17**	**0**		

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Astyanax fasciatus: Especie cuya dieta alimenticia es omnívora, preferentemente insectos pequeños: --- Subsistencia

***Erythrinus* sp.** Especie cuyos hábitos alimenticios son Carnívoro/Omnívoro, en la etapa juvenil prefieren insectos acuáticos

Astyanax fasciatus y Erythrinus son dos especies muy importantes en la cadena alimenticia y son de consumo alimenticio y de importancia para la seguridad alimentaria local.

Se reformula la información consignada en el Ítem 3.7.5 del PR del Sitio S0103 - "*Interpretación de los Resultados del Componente Hidrobiológico* quedando de la siguiente manera:

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DEL COMPONENTE HIDROBIOLOGICO

3.7.5.1.2 Zooplancton

Los Arthropodas están presentes en las estaciones S0103-Hb001 y S0103-Hb002 de la época seca (menos húmeda) y registran un solo organismo/litro en cada estación respectivamente, esto es característico de hábitat con abundante materia orgánica (hojarasca y turberas).

El grupo de los Rotíferas está presente en la estación S0103-Hb001 de la época seca (menos húmeda), juega un papel muy importante en la cadena trófica alimentaria de los ecosistemas acuáticos continentales, como alimento para los peces y también como recicladores eficientes de la materia orgánica.

El grupo de los Arthropodos, identificados en las estaciones S0103-Hb001 y S0103-Hb002, son el grupo más numeroso y diverso y por lo tanto se pueden encontrar en todos los lugares. En esta oportunidad se les encuentra con un solo individuo.

Se realiza la modificación de la Figura 3-73 del PR la cual se muestra en la **Figura 17** del presente informe.

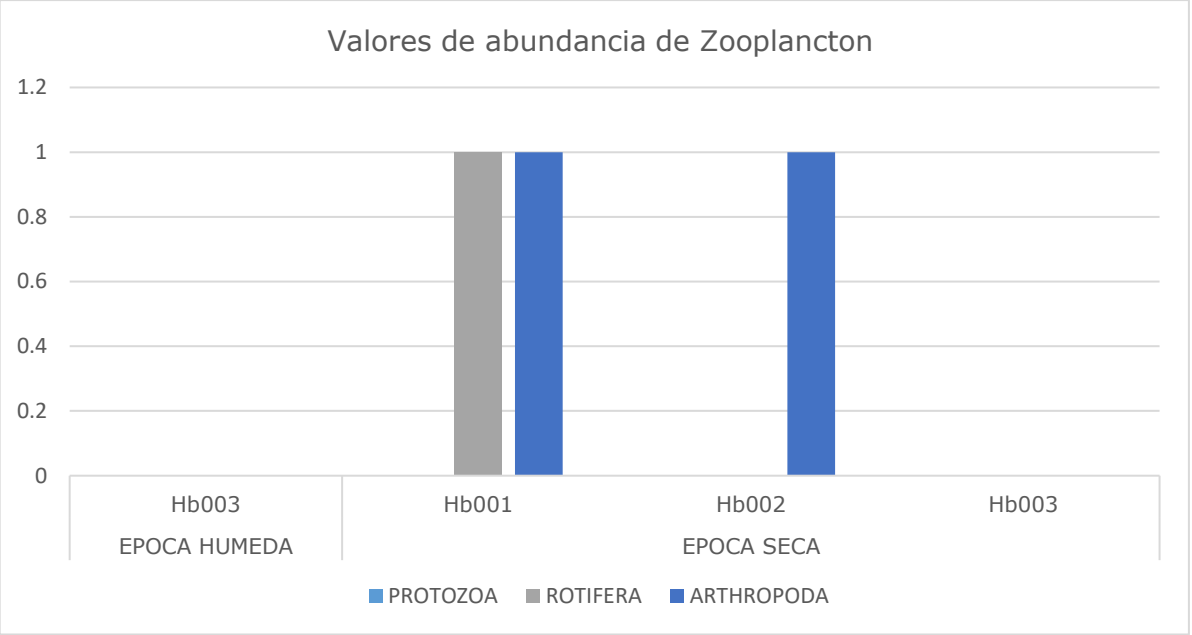


Figura 17. Comparación de Valores de Abundancia (N)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Macrozoobentos

La abundancia (N) de macrozoobentos no registró individuos/m2 en la época húmeda.

En la época seca (menos húmeda), el grupo dominante en las cuatro estaciones de muestreo son los Arthropodos y dentro de este grupo se encuentra la familia Chironomidae que constituye un taxón abundante y diverso con una distribución amplia en todo tipo de ambientes dulceacuícolas.

Los Chironomidos son consumidores importantes de materia orgánica particulada, detritus, restos en descomposición de plantas, algas y animales y además es una dieta importante para los peces, crustáceos e insectos.

Se realiza la modificación de la Figura 3-75 del PR la cual se muestra en la **Figura 18** del presente informe.

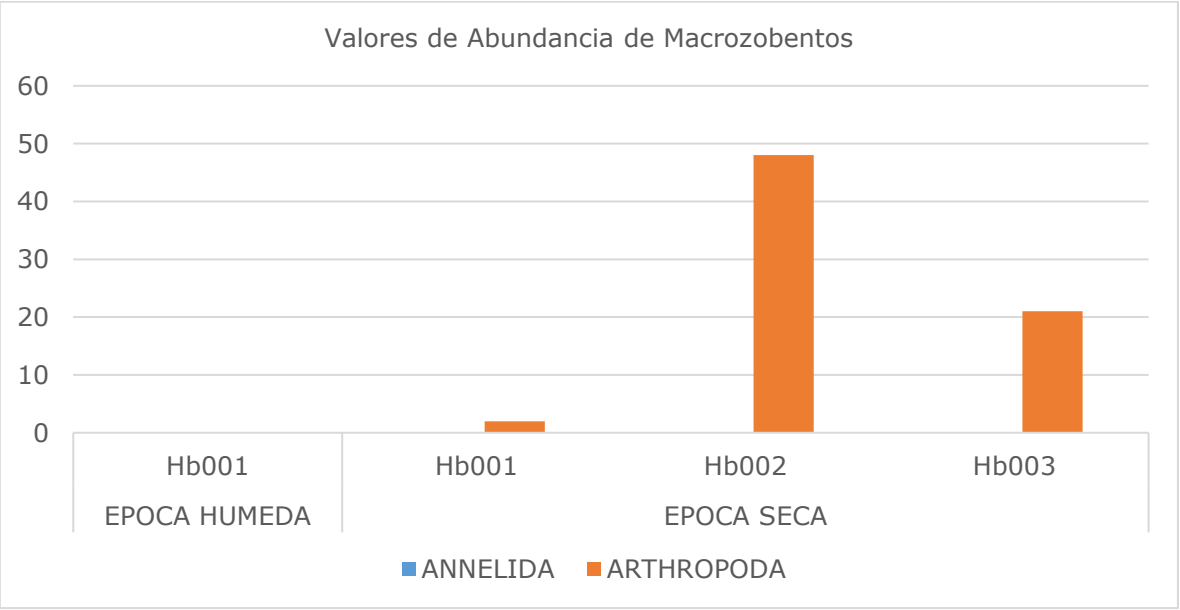


Figura 18. Comparación de Valores de Abundancia (N) de Macrozoobentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

Macrozoobentos

No se registraron valores para los índices de Margalef y de Shannon -Wiener, porque solo se registraron organismos en un solo grupo, que son los arthropodos.

ANÁLISIS DE INDICES

3.7.5.2.1. Índice de Riqueza de Margalef (d)

Zooplancton

- **Riqueza (d) de Zooplancton**

En la Figura 3-77, se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para el índice de riqueza de Margalef en Zooplancton. Se realiza la modificación de la Figura 3-77 la cual se muestra en la **Figura 19.**

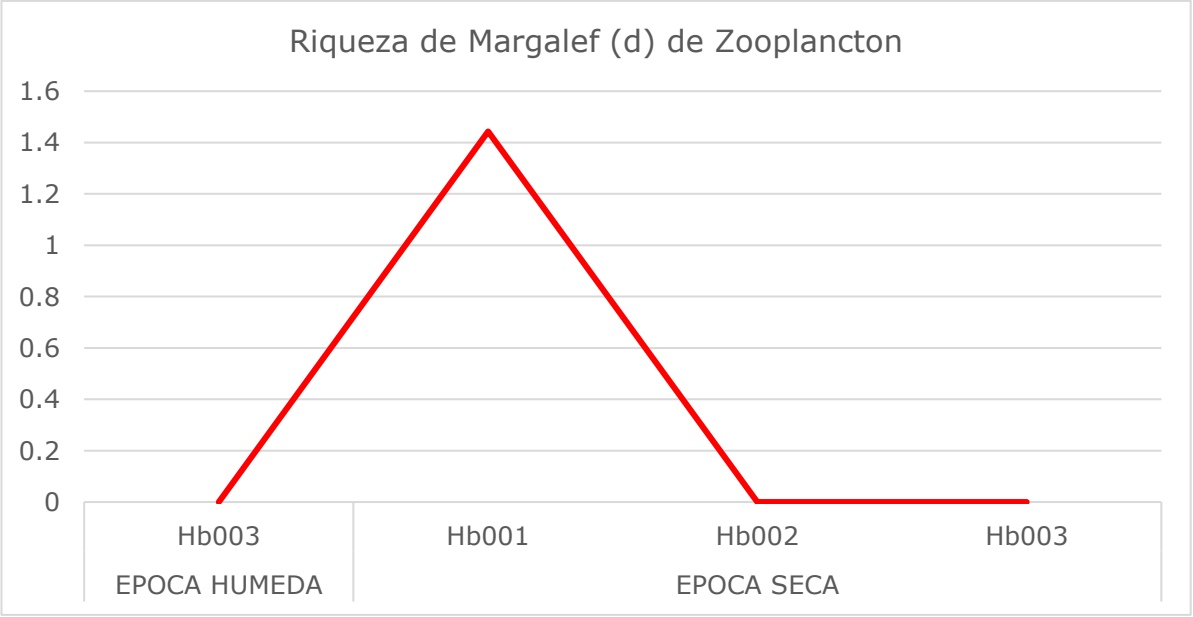


Figura 19. Riqueza (d) de Zooplancton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

El índice de riqueza de Margalef para zooplancton, registro una condición de diversidad baja en riqueza de especies (d), como consecuencia del bajo registro de especies o registrando un único individuo de una sola especie.

- **Diversidad (H') de Zooplancton**

En la **Figura 20** (Figura 3-80), se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para la diversidad (H') de zooplancton.

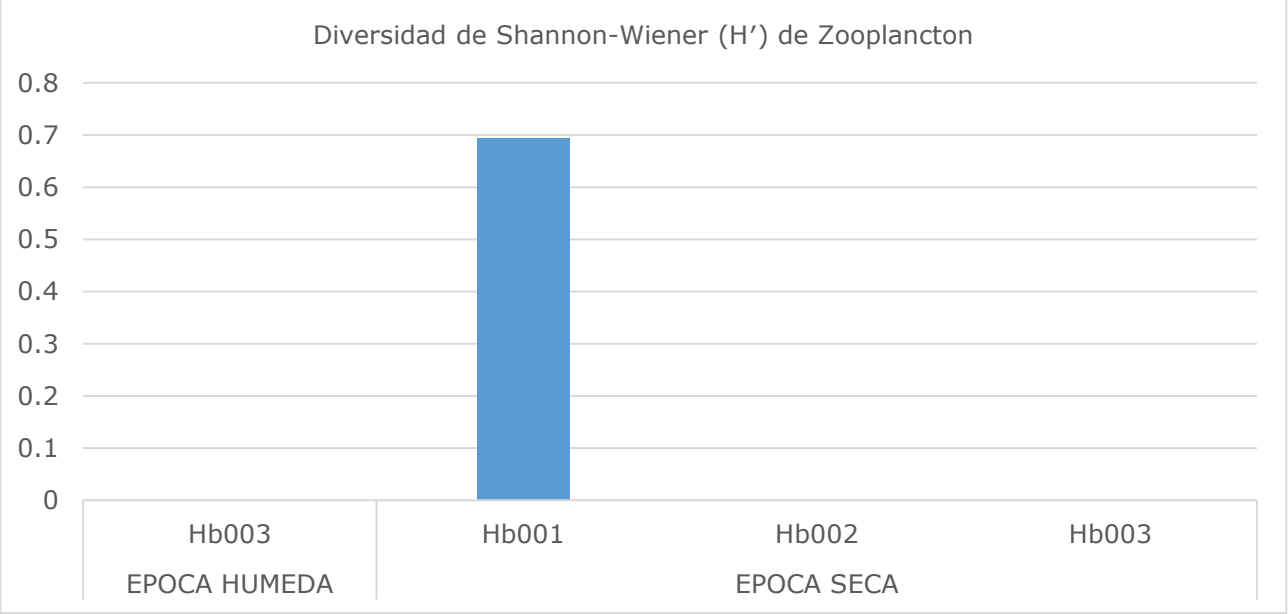


Figura 20. Diversidad (H') de Zooplancton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

En la **Figura 20** (Figura 3-80), se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para la diversidad (H') de zooplancton

Macrozoobentos

No se registraron valores para los índices de Margalef y de Shannon -Wiener, porque solo se registraron organismos en un solo grupo, que son los arthropodos.

2.16. Observación N° 17

En el Ítem 3.6.6 del PR del Sitio S0103 - "Descripción de los Resultados de Campo y de Laboratorio del Componente Biótico" (Folio 185 al 208), presentó los resultados del muestreo de flora y fauna; asimismo, en el Ítem 3.7.6 del PR del Sitio 50103 - "Interpretación de los Resultados del Componente Biótico" (Folio 257 al 262), presentó la interpretación de los resultados de la evaluación del componente biológico.
De la revisión de dicha información, se advierte lo siguiente:

Para el componente Fauna

(i) No se presentaron los resultados del muestreo de fauna, diferenciándolos por parcela o transectos (dentro y fuera del API).

(ii) No identificó las especies bioindicadoras.

(i) En el Ítem 3.5.2.6 del PR del Sitio 50103 -"Muestreo Componente Biótico - Componente Fauna"(Folio 142), indicó que "(. .)se realizó el trabajo de levantamiento de información primaria del componente fauna durante un período de tres días en la temporada de mayores lluvias, los días 23 al 25 de abril de 2018 y se realizó una segunda toma de muestras en la temporada más seca del año durante los días 31 de agosto al 02 de septiembre de 2018"; no obstante, de la revisión del Anexo 6.5.2 del PR del Sitio S0103 - "Documentación del muestreo de detalle" (Folios 984 al 986), presentó los formatos de levantamiento de fauna de la época seca; sin embargo, no presentó los formatos de levantamiento de fauna de la temporada húmeda.

Para el componente Flora

(i) No presentaron los resultados del muestreo de flora (recurso forestal y epífitas), diferenciándolos por parcelas o transectos (dentro y fuera del API).

(ii) No identificó las especies como: (a) Especies de importancia ecológica, (b) Especies de importancia económica, (c) Especies de importancia social (alimentos, medicinal y rituales - alucinógenas) y (d) Tipo de hábito en flora.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 17

Para el componente Fauna

(i) Presentar el inventario de especies del muestreo de fauna, diferenciándolos por cada parcela, transecto o recorridos libres (dentro y fuera del API).

(ii) Indicar las especies bioindicadoras de calidad ambiental, señalando las especies generalistas que indiquen una perturbación antrópica.

(iii) Presentar los formatos de levantamiento de fauna para la temporada húmeda. En caso corresponda, deberá corregir la información correspondiente al Ítem 3.5.2.5.6 del PR del Sitio S0103 en lo referido a las fechas de muestreo de la fauna en dicha temporada.

Para el componente Flora

(i) Presentar los resultados del muestreo de flora (recurso forestal y epífitas), diferenciándolos por parcelas o transectos (dentro y fuera del API).

(ii) Identificar especies detectadas, según el siguiente detalle: (a) Especies de importancia ecológica (bioindicadoras, sensibles, amenazadas, endémicas, entre otras), (b) Especies de importancia económica, (c) Especies de importancia social (alimentos, medicinal y rituales - alucinógenas) y (d) Tipo de hábito en flora.

Respuesta:
El recojo de información biológica de campo tomó en consideración los "Lineamientos para la Elaboración del Planes de Rehabilitación" aprobados mediante Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM. En este contexto, se elaboró y presentó un Plan de Plan de Trabajo que fue acordado y supervisado por el titular del proyecto y la supervisión contratada, la misma que verificó y validó los trabajos realizados en campo.

En el escenario señalado, se presenta en el **Anexo MINEM Observación Nº 17** los planos donde se presentan:

- Las parcelas de muestreo de flora realizadas en época Húmeda.
- Las estaciones de muestreo de fauna en época húmeda y seca.
- Se presento la base de datos corregida y actualizada de la fauna registrada en el Sitio S0103 en formato Excel.
- Se mantiene lo señalado respecto de las especies bioindicadoras, señalando que en el área de estudio no se presentan especies que tengan esta característica.
- Los formatos de campo para aves, mamíferos y herpetofauna, tanto para temporada húmeda y seca donde se aprecian las especies registradas en época húmeda y seca.
- En relación a la corrección de la información, Mantenemos lo indicado, señalando la información consignada para la subsanación de la presente observación no ha adicionada ni ha restado data respecto a aquella presentada en el Plan de Rehabilitación del Sitio S0103. No ha sido modificada la cantidad de individuos registrada, la cantidad de especies ni los resultados del análisis de los mismos. Por tanto, no se considera necesario reformular la información presentada.

- En relación a las epifitas tal como se indicó, se realizó una evaluación cualitativa, a pesar de que este no era un compromiso (ni requisito) del Plan de Trabajo, ni tampoco un requisito de la Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM - Lineamientos para la elaboración del Planes de Rehabilitación.
- Se presentó en la **Tabla 30**, del levantamiento de observaciones, las especies de importancia ecológica, económica y cultural para el Sitio S0103.

En relación al área desboscada, se precisa que no se presenta información respecto de las especies debido a que los esfuerzos se centraron en el bosque secundario, el cual tiene una mejor cobertura de especies de porte medio a alto, es decir de especies de importancia ecológica, económica y/o comercial. El área desboscada corresponde principalmente a un área sin cobertura.

2.17. Observación N° 18

En el Ítem 3.6.6.1.5 del PR del Sitio S0103 -"*Regeneración Natural y Dinámica Sucesional de los Bosques Asociados al Sitio S0103 (Botadero Km 7)*", presentó la Tabla 3-92 –"*Índices de Regeneración Natural de los Bosques Asociados al Sitio S0103 (Botadero Km 7)*" (Folios 192 al 194), en la cual detalló los resultados de los índices de regeneración natural, los mismos que fueron determinados sobre la base de lo siguiente: (i) Abundancia absoluta y relativa, (ii) Frecuencia absoluta y relativa, y (iii) Categoría de tamaño absoluta y relativa; sin embargo, no detalló la metodología empleada para la determinación de la Abundancia, Frecuencia y Categoría de tamaño.

En atención a lo señalado, deberá presentar la información de campo por parcela evaluada, en la cual se precise la siguiente información: (i) Listado de especies, (ii) Abundancia y (iii) Tamaño de los individuos; asimismo, se deberá describir la metodología que utilizó para evaluar y calcular los parámetros de Abundancia (absoluta y relativa), Frecuencia (absoluta y relativa) y Categoría de tamaño del área en evaluación.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 18

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 18.

Respuesta:

Se presenta en la **Tabla 31** el (i) Listado de especies, (ii) Abundancia y (iii) Tamaño de los individuos registrados en la evaluación de Regeneración natural.

Tabla 31. Listado de especies registradas en la evaluación de regeneración natural del Sitio S0103

Nombre científico	Brinzales CT1	Latizales	
		bajos CT2	establecidos CT3
	< 1,5 mt	1,5 - 5 mt	> 5 mt
Xylopia sp	5	5	1
Shefflera sp		1	1
Oenocarpus batahua		3	
Socratea exorrhiza	2		1
Jacaranda macrocarpa	2		

Nombre científico	Brinzales CT1	Latizales	
		bajos CT2	establecidos CT3
	< 1,5 mt	1,5 - 5 mt	> 5 mt
Bursera graveolens		1	2
Protium subserratum	2		1
Licania hypoleuca			2
Licania sp.	1	3	
Clusia insignis	1		3
Clusia minor	5	1	1
Alchorneopsis floribunda		3	
Aparisthmium cordatum	1	1	1
Croton tessmannii	6	2	2
Mabea angularis	1		
Browneopsis cauliflora		1	
Fabaceae sp. 1	1		1
Inga capitata		1	
Inga edulis	4		
Inga sp	3	1	3
Parkia sp.	3	1	
Vatairea erythrocarpa	5		3
Vismia macrophylla	5	1	2
Vismia sp	1	1	
Nectandra sp	2		
Ocotea sp	11	1	1
Apeiba glabra	2	6	4
Lueheopsis althaeiflora	3	1	
Ochroma pyramidale	4	6	5
Henriettea sp.	1	0	0
Cecropia		1	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

La metodología que utilizó para evaluar y calcular los parámetros de Abundancia (absoluta y relativa), Frecuencia (absoluta y relativa) y Categoría de tamaño (absoluta y relativa) fue presentada en la respuesta a la Observación No. 10, ver literal ii) numeral a).

2.18. Observación N° 19

En el Ítem 3.7.1 del PR del Sitio S0103 – "*Interpretación de los Resultados de Suelo*" (Folios 208 al 231), presentó la interpretación de los resultados del muestreo de suelo, los cuales se plasman en las Figuras 3-36 – "*Isoconcentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) en Suelo*" (Folio 214), 3-38 - "*Plano de Isoconcentración para Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)*" (Folio 216), 3-40 – "*Isoconcentración de Arsénico (As) en Suelo*" (Folio 218), 3-42 – "*Isoconcentración de Bario (Ba) en Suelo*" (Folio 220), 3-44 – "*Isoconcentración de Cadmio (Cd) en Suelo*" (Folio 222) y 3-48 – "*Isoconcentración de Plomo (Pb) en Suelo*" (Folio 226); asimismo, la información consignada en dicho Ítem se sustenta en el Anexo 6.11.3 de PR del Sitio S0103

(Folios 1459 al 1467), en el cual se adjunta el Informe Estadístico Geoquímico de Multivariables del Sitio S0103 (en adelante, Informe Estadístico del Sitio).

De la revisión de dicha información, se observa lo siguiente:

(i) En el Ítem 3 del Informe Estadístico del Sitio – "*Descripción de datos*", se señalaron valores para los parámetros F2 y F3, en cuarenta y dos (42) muestras para cada uno, entre los cuales figura el valor 0.90. Al respecto, de la revisión de la Tabla 3-62 – "*Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA de Suelos" y del Anexo 6.10 del PR del Sitio S0103 – "Informes de ensayo de laboratorio*" (Folios 1201 al 1409), se advierte que solo se realizó el muestreo de los parámetros F2 y F3 en ocho (8) muestras para cada parámetro; siendo que, para las treinta y cuatro (34) muestras restantes se colocó un valor de 0.90., cuyo valor no ha sido sustentado.

Además, de la revisión del Informe Estadístico del Sitio se verifica que no realizó el análisis estadístico y el cálculo de la isoconcentraciones para el arsénico (As) y cadmio (Cd), a pesar de que en el Ítem 3.7.1 representó las isoconcentraciones para dichos parámetros conforme se observa en la Figura 3-40 (Folio 218) y Figura 3-44 (Folio 222), respectivamente.

(ii) En el Ítem 11 del Informe Estadístico del Sitio – "*Conclusiones", se indicó lo siguiente: "Los mapas de iso concentraciones representan el patrón de distribución del elemento analizado; cabe resaltar que para su simulación se realizó una ponderación matemática (promedio del barreno perforado) (…)*"; no obstante, se advierte lo siguiente: (a) No señaló el método de interpolación de isoconcentraciones empleado y (b) Para efectos de la interpolación de isoconcentraciones, no se debió considerar el promedio total del barreno, sino el resultado del muestreo de suelo en las diferentes profundidades, a fin que la interpolación realizada grafique el comportamiento real de los contaminantes en el área.

(iii) Para sustentar lo señalado en el Ítem 3.7.1 del PR del Sitio S0103, presentó los mapas S0103-CEV-RE-01B1- Isoconcentraciones de Bario del Sitio Impactado S0103" (Folio 604), S0103-CEV-RE-01B2 – "*Isoconcentraciones de Plomo del Sitio Impactado S0103*" (Folio 605), S0103-CEV-RE-01B3 – "*Isoconcentraciones de F2 del Sitio Impactado S0103*" (Folio 606) y S0103-CEV-RE-01B4 – "*Isoconcentraciones de F3 del Sitio Impactado S0103*" (Folio 607); sin embargo, de la revisión de dichos mapas, se observa lo siguiente:

(a) No se visualiza la ubicación de los puntos de muestreo de suelo empleado para la representación de las isoconcentraciones.
(b) No se realizó la correcta interpolación de las isoconcentraciones de los contaminantes, teniendo en consideración la totalidad de los resultados de muestreo y las diferentes profundidades.
(c) El rango y escala de colores no permite visualizar las zonas de valores más elevados.

<u>Comentario a la Absolución de la Observación N°19</u>

(i) Con relación al Ítem 3 del Informe Estadístico del Sitio, deberá sustentar por qué empleó el valor de 0.90 para los parámetros F2 y F3, en las muestras en las que no realizó el respectivo ensayo. Caso contrario, deberá corregir la información consignada, para lo cual deberá considerar la totalidad de las muestras analizadas para la interpolación de las isoconcentraciones, incluyendo los resultados del muestreo complementario en función a la Observación N° 9. Además, realizar el análisis del comportamiento de las isoconcentraciones del arsénico y cadmio e incluirlas en el Anexo 6.11.3, así como en los mapas del Anexo 6.4.

(ii) Realizar la interpolación de las isoconcentraciones, a diferentes profundidades; asimismo, deberá indicar la metodología de interpolación empleada, presentando el sustento de su elección, incluyendo los resultados de muestreo complementario, en función a la Observación Nº 9.

(ii) En atención a lo indicado en el numeral (ii) de la presente Observación, deberá corregir los mapas S0103-CEV-RE-01B1, S0103-CEV-RE-01B2, S0103-CEV-RE-01B3 y S0103-CEV-RE-01B4, en los cuales deberá:

a) Graficar la ubicación de los puntos de muestreo de suelo empleado para la representación de las isoconcentraciones, precisando las concentraciones detectadas en los parámetros analizados.

b) Graficar la corrida resultante de la interpolación de las isoconcentraciones de los parámetros analizados en el Sitio S0103 según las profundidades.

c) Simbolizar en la leyenda los rangos de isoconcentraciones según escala de colores, acotando los rangos, de manera que se pueda visualizar las zonas que presentan mayores concentraciones; por ejemplo, respecto de las concentraciones de Fracciones de Hidrocarburos F2, se podría considerar rangos de valor mínimo – 100, 100 - 500, 500 - 1200, 1200 - 2000, 2000 -5000, 5000 - 10 000, 10 000 - 20000 y de 20 000 – al valor máximo.

Los mapas deberán estar suscritos por el/la profesional responsable de su elaboración.

Respuesta:

(i) En el informe Geoestadístico se realiza la corrección de los valores inicialmente considerados para las fracciones de hidrocarburos F2 y F3.

Se incluye el análisis geoestadístico para el Arsénico (As) y Cadmio (Cd).

(ii) El modelo de Isoconcentraciones es una visualización gráfica de los resultados analíticos obtenidos para la matriz de suelo que no representa en su totalidad los patrones de dispersión de los contaminantes, el modelo por ejemplo no toma en consideración la Geomorfología del Sitio, las pendientes y barreras naturales existentes, adicionalmente el suelo de los Botaderos ha sido disturbado para enterrar los residuos industriales, por lo tanto la concentración de los contaminantes de preocupación no responde a un modelo estadístico natural sino a las intervenciones de origen antrópico realizadas en el área; por lo tanto, los resultaos de isoconcentraciones deben ser asumidos como información referencial.

(iii) En el **Anexo MINEM Observación N° 19**, se presentan los mapas de Isoconcentraciones modificados y corregidos.

El rango establecido para representar la concentración de las fracciones de hidrocarburos que es inferior a los Estándares de Calidad Ambiental para suelo es opcional, dado que la dinámica de dispersión de la pluma objeto de interés, es aquella que representa valores superiores al ECA y para el Sitio S0103 (Botadero km 7) la gran mayoría de contaminantes se encuentran enterrados en celdas que fueron construidas para tal fin. En el **Anexo MINEM Observación N° 19**, se presenta el Informe de Isoconcentraciones corregido.

2.19. Observación N° 20

En el Ítem 3.8 del PR del Sitio S0103 – "*Delimitación del Sitio Impactado (Técnico y Topográfico) y Estimación de Áreas y Volúmenes*", presentó la Tabla 3-101 – "*Resultados de Sondeos Iniciales*" (Folio 263), en la cual detalló las coordenadas de ubicación de sondeos realizados; asimismo, se presentó Tabla 3-102 - "*Delimitación en el Sitio S0103 (Botadero km 7)*" (Folio 263), en la cual detalló las coordenadas de los vértices del Sitio.

Al respecto, de la revisión de dicha información, se advierte lo siguiente:

(i) No indicó los criterios empleados para la determinación de la ubicación de los sondeos, tales como topografía, existencia de residuos, escurrimiento natural, entre otros, a fin de sustentar la delimitación del API.

(ii) No presentó las fichas correspondientes a los sondeos realizados.

(iii) De la georreferenciación de las coordenadas de los vértices detallados en la Tabla 3-102 - "*Delimitación en el Sitio S0103 (Botadero km 7)*", se observa que dichos vértices no conforman la geometría en la Figura 3-82 – "*Área delimitada para Sitio S0103 (Botadero Km 7*)" (Folio 264), así como en el en el mapa S0103-CEV-CSI-09 – "*Etapa de Reconocimiento del Sitio Impactado S0103*" (Folio 593).

En atención a ello, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) Presentar los criterios empleados para la determinación de la ubicación de los sondeos, a fin de sustentar la delimitación del API, adjuntando las fichas correspondientes a los sondeos realizados.

(ii) Para efectos de la delimitación del Sitio Impactado, deberá considerar los resultados del muestreo de suelo complementario, conforme a lo establecido en la Observación Nº 9 del presente Informe.

(iii) En atención a los numerales (i) y (ii), deberá presentar las coordenadas de los vértices del Sitio Impactado, las cuales deberán plasmarse en la Figura 3-82, así como en el mapa S0103-CEV-CSI-09. Respecto a este último, el mapa deberá encontrarse suscrito por el/la profesional responsable de su elaboración.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 20

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 20.

Respuesta:

(i) **Criterios para delimitar el Área de Potencial Interés (API):** los criterios para demarcar los vértices del API son los siguientes:

- **Delimitación del sector suroeste del Área de Potencial Interés**: Este sector está comprendido entre los nodos A - H, y está delimitada por una carretera, las cotas se encuentran entre 243,75 y 251,75 msnm.

- **Delimitación del sector oeste del API**: Este sector está comprendido entre los nodos H-K, las cotas oscilan entre 251,75 y 244,25 msnm, la línea divisoria corresponde a los límites de la terraza alta y la parte baja en donde nace la quebrada Ushpayacu norte.

- **Delimitación del sector noroeste del API**: Este sector está comprendido entre los nodos K - N, y está ubicado en la parte baja de la terraza, las cotas se encuentran entre 244,5 y 237,5. El límite natural de este sector es el curso de la quebrada Ushpayacu norte.

- **Delimitación del sector norte del API**: Este sector está comprendido entre los nodos N - S, las cotas oscilan entre 237,5 y 238,75 msnm, el límite natural de este sector corresponde a la parte baja de la terraza.

- **Delimitación del sector noreste del API:** Este sector está comprendido entre los nodos T - W, las cotas oscilan entre 238,75 y 238,25 msnm. El límite natural es la falda la ladera y la quebrada Ushpayacu este.

- **Delimitación del sector este del API:** Este sector está comprendido entre los nodos W -Z, las cotas oscilan entre 238,25 y 239,75 msnm. El límite natural de este sector es la quebrada Ushpayacu este.

- **Delimitación del sector sureste del API:** Este sector está comprendido entre los nodos Z – Z3, las cotas oscilan entre 239,75 y 242 msnm. El límite natural de este sector está dado por la topografía natural de la terraza.

La parte baja de la terraza se caracterizó a través de la toma de muestras de sedimentos extraídas del lecho de las dos quebradas, adicionalmente en sectores ubicados dentro y fuera de la ronda hídrica de los cuerpos de agua se tomaron muestras de suelo para determinar la concentración de los contaminantes definidos como de potencial interés.

La caracterización de la parte alta de la terraza se realizó a través de la toma de muestras de suelo en ocho (8) puntos de muestreo ubicados en sectores en a través de la exploración mecánica se encontraron evidencias de residuos enterrados.

El muestreo de suelo realizado en los dieciséis (16) puntos, permitió determinar la concentración de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28), F3 (>C28-C40) y la concentración de metales como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) presentes en el suelo, así como también permitió determinar su distribución espacial.

(ii) Se adjuntan las Fichas de Sondeo realizados en el **Anexo MINEM Observación N° 14**.

(iii) En la **Figura 21** se representan los vértices que delimitan el Área de Potencial Interés (API).

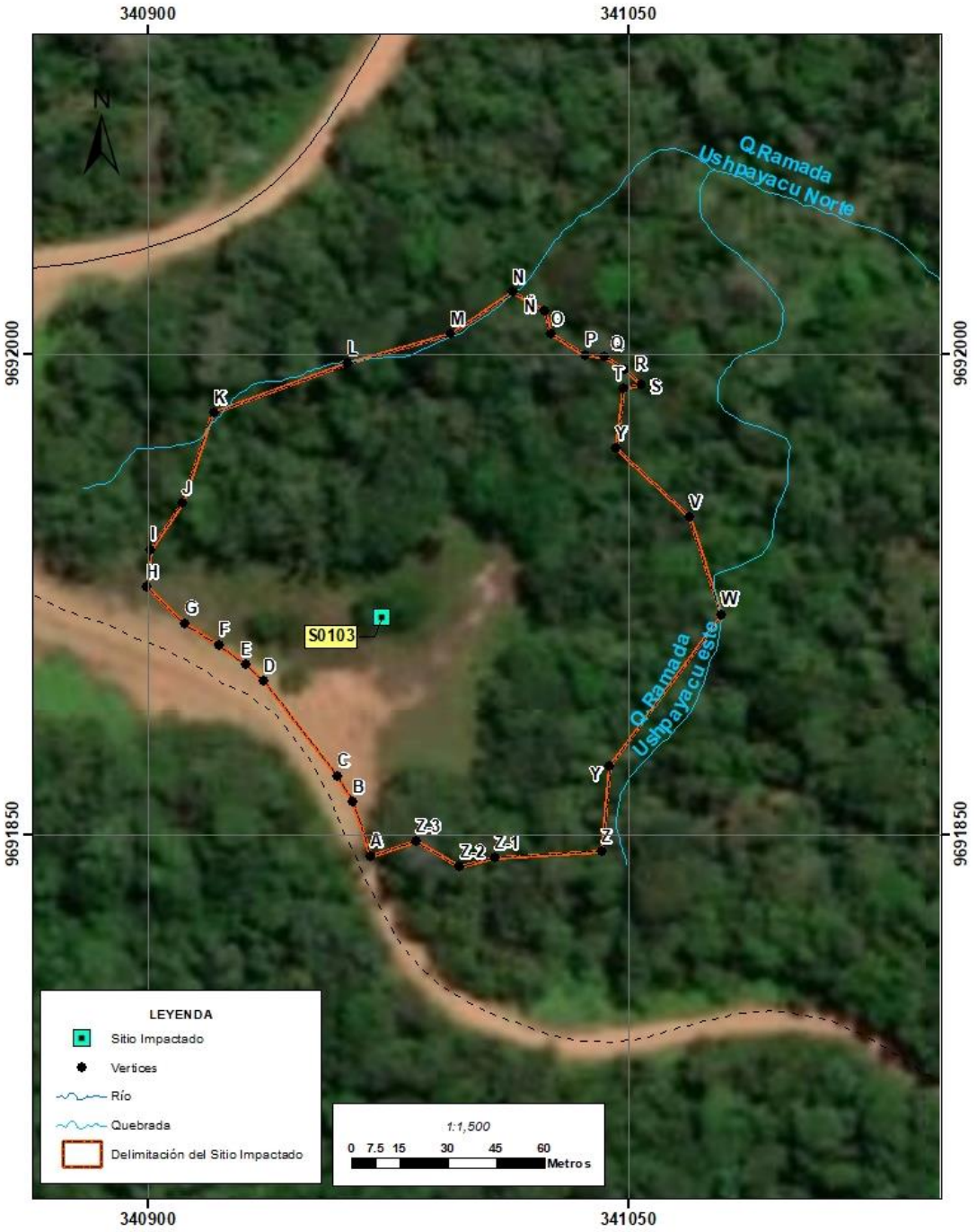


Figura 21. Área Delimitada del Sitio S0103 (Botadero km 7)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

A continuación, en la **Tabla 32** se presentan las coordenadas y la altitud de los vértices que demarcan los límites del Área de Potencial Interés.

Tabla 32. Coordenadas y Altitud de los Vértices que demarcan el Área de Potencial Interés.

Objeto	Coordenadas (UTM), Datum WGS84, Zona 18 S		Altitud (m.s.n.m.)
	Este	Norte	
A	340 969	9 691 843	243,8
B	340 964	9 691 860	244,1
C	340 959	9 691 868	244,8
D	340 936	9 691 898	248,4
E	340 931	9 691 903	249,1
F	340 922	9 691 909	250,1
G	340 912	9 691 916	251,2
H	340 900	9 691 927	251,8
I	340 901	9 691 939	250,6
J	340 911	9 691 953	248,6
K	340 921	9 691 982	244,3
L	340 962	9 691 997	239,5
M	340 994	9 692 006	238,1
N	341 014	9 692 019	237,5
Ñ	341 024	9 692 013	238,3
O	341 026	9 692 006	238,6
P	341 036	9 692 000	239,0
Q	341 043	9 691 999	239,0
R	341 049	9 691 995	239,0
S	341 054	9 691 991	238,8
T	341 049	9 691 989	239,0
Y	341 046	9 691 971	239,0
V	341 069	9 691 949	238,3
W	341 079	9 691 919	238,2
Y	341 044	9 691 871	238,7
Z	341 042	9 691 845	239,9
Z-1	341 008	9 691 843	240,2
Z-2	340 998	9 691 840	241,1
Z-3	340 984	9 691 848	242,2

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

2.20. Observación N° 21

En el Ítem 3.8.2 del PR del Sitio S0103 – "*Estimación de áreas y volúmenes*" (Folios 265 al 267), indicó, con relación al cálculo del volumen, lo siguiente: "*(…) Para calcular un volumen de corte o relleno existen varios métodos, el método que usaremos será el método de las secciones transversales; para ello se empleó el Software AutoCAD Civil 3D*". Asimismo, señaló que, en la Tabla 3-103 - "Estimación de Áreas y Volúmenes de Suelo a Intervenir", se presentó el resultado de la aplicación de dicha metodología.

De la revisión del Anexo 6.11.4 del PR del Sitio S0103 y de la Figura 3-85 – "*Representación Áreas del Sitio Impactado y Volúmenes de Suelo a Remediar*" (Folio 267), y de la revisión de la Tabla 3-

103 del PR del Sitio S0103, se advierte que determinó el volumen a remediar y no el volumen del Sitio Impactado.

Comentario a la Absolución de la Observación N° 21
En ese sentido, deberá realizar el cálculo del volumen del Sitio Impactado, considerando la metodología propuesta - las áreas parciales, distancias entre ellas y profundidades -, y, en consecuencia, corregir la información consignada en el Ítem 3.8.2 del PR del Sitio S0103.

Respuesta:

El Item *3.8 Delimitación del Sitio Impactado (Técnico y Topográfico) y Estimación de Áreas y Volúmenes*, del Plan de Rehabilitación (PR), se actualizará para que la información consignada en el PR sea coherente con los nuevos cálculos de áreas y volúmenes realizados.

3.8.2. Estimación de Áreas y Volúmenes

Para calcular un volumen de corte o relleno existen varios métodos, el método utilizado es el de las secciones transversales y para ello se utiliza el Software AutoCAD Civil 3D. El método consiste en trazar un eje en la dirección de mayor extensión y, su ubicación será lo más centrada posible al área del cual el volumen se desea calcular. Una vez trazado el eje, se secciona con líneas perpendiculares a este eje trazado teniendo en cuenta que, cuanto más pequeña sea la distancia entre cada sección, más preciso será el cálculo de volumen.

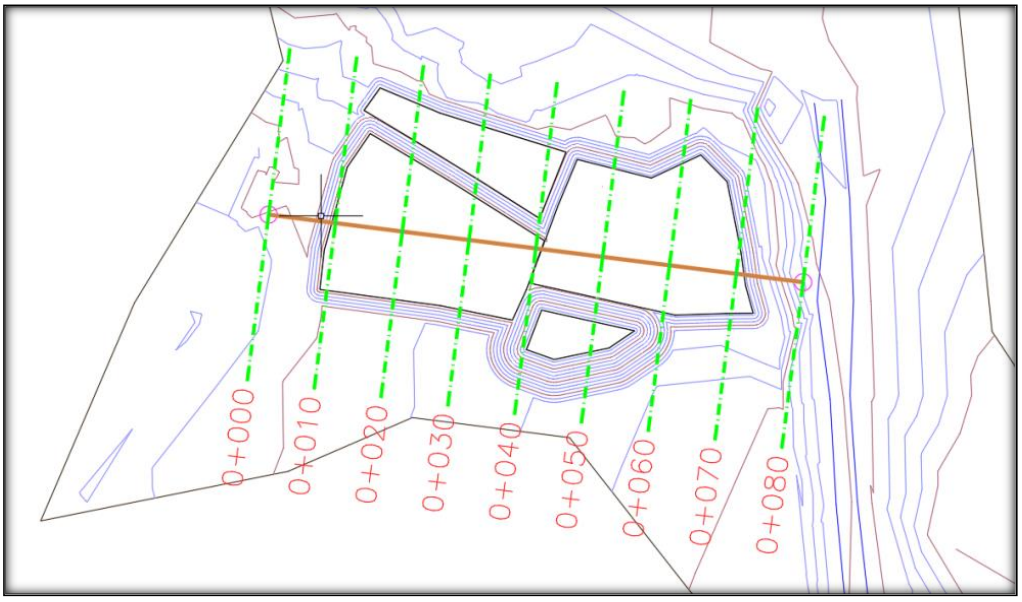


Figura 22. (Figura 3-83) Seccionamiento de áreas
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) -Fondo de Contingencia, 2023.

Una vez trazado las secciones perpendiculares al eje, se dibuja la sección y se calcula el área de cada una de ellas; para calcular el volumen entre dos secciones continuas se utiliza la siguiente formula:

$$V = (A1 + A2) /2*D.$$

Es decir, se realiza la semisuma de las 2 áreas contiguas y se multiplica por la distancia que hay entre ellas, y así se va acumulando hasta la última sección.

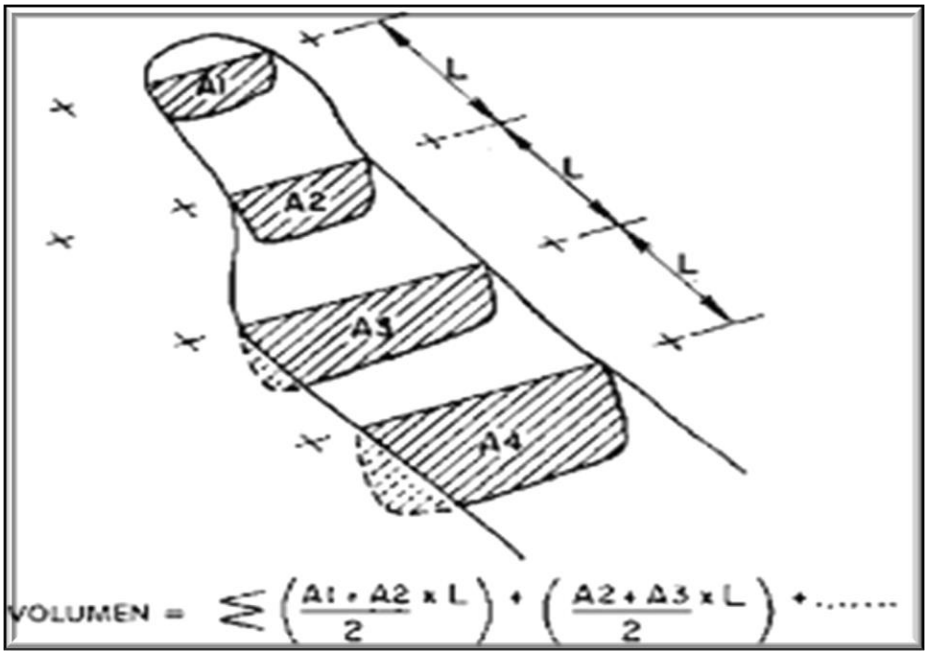


Figura 23. (Figura 3-84) Cálculo de volúmenes

Fuente: Cubicación de cortes y relleno, método del área media, ministerio de transportes y comunicaciones, 2008.

El cálculo del volumen de suelo de toda el área impactada se realiza tomando como base de cálculo el área de las secciones transversales; en donde existen evidencias probadas de contaminantes de preocupación por una profundidad que varía en función del perfil litológico y grado de movilidad de cada contaminante de preocupación, sumado al Área de Potencial Interés por una profundidad referencial de 1,20 m. que es la profundidad promedio donde se identifica el límite de arcilla natural en todo el sitio impactado.

En el **Anexo MINEM Observación Nº 21** (Anexo 6.11.4 *"Cálculo Volúmenes"*), se presentan los perfiles longitudinales, las áreas de corte, la profundidad de corte, los volúmenes de corte parciales y acumulados.

Con relación a la "Estimación de Áreas y Volúmenes de Suelo a Intervenir"; a continuación, en la **Tabla 33**, se presentan a los resultados totales de las áreas y volúmenes.

Tabla 33. Volumen total del Sitio Impactado – S0103

Área	Área a Intervenir [m^2]	Volumen Total [m^3]
Secciones Transversales en donde existen evidencias probadas de contaminantes de preocupación.	1004,84	2981,10 [1]
Área de Potencial Interés	29588.16	35505.79 [2]
Área y Volumen Total del Sitio Impactado	**30593**	**38486,89**

[1] volumen de suelo Impactado sin factor de esponjamiento.
[2] para realizar el cálculo del volumen total, se toma una profundidad referencial de 1,20 m.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) -Fondo de Contingencia, 2023.

En la siguiente figura se muestra la representación gráfica de las áreas y volúmenes a intervenir en el Sitio S0103 (Botadero km 7).

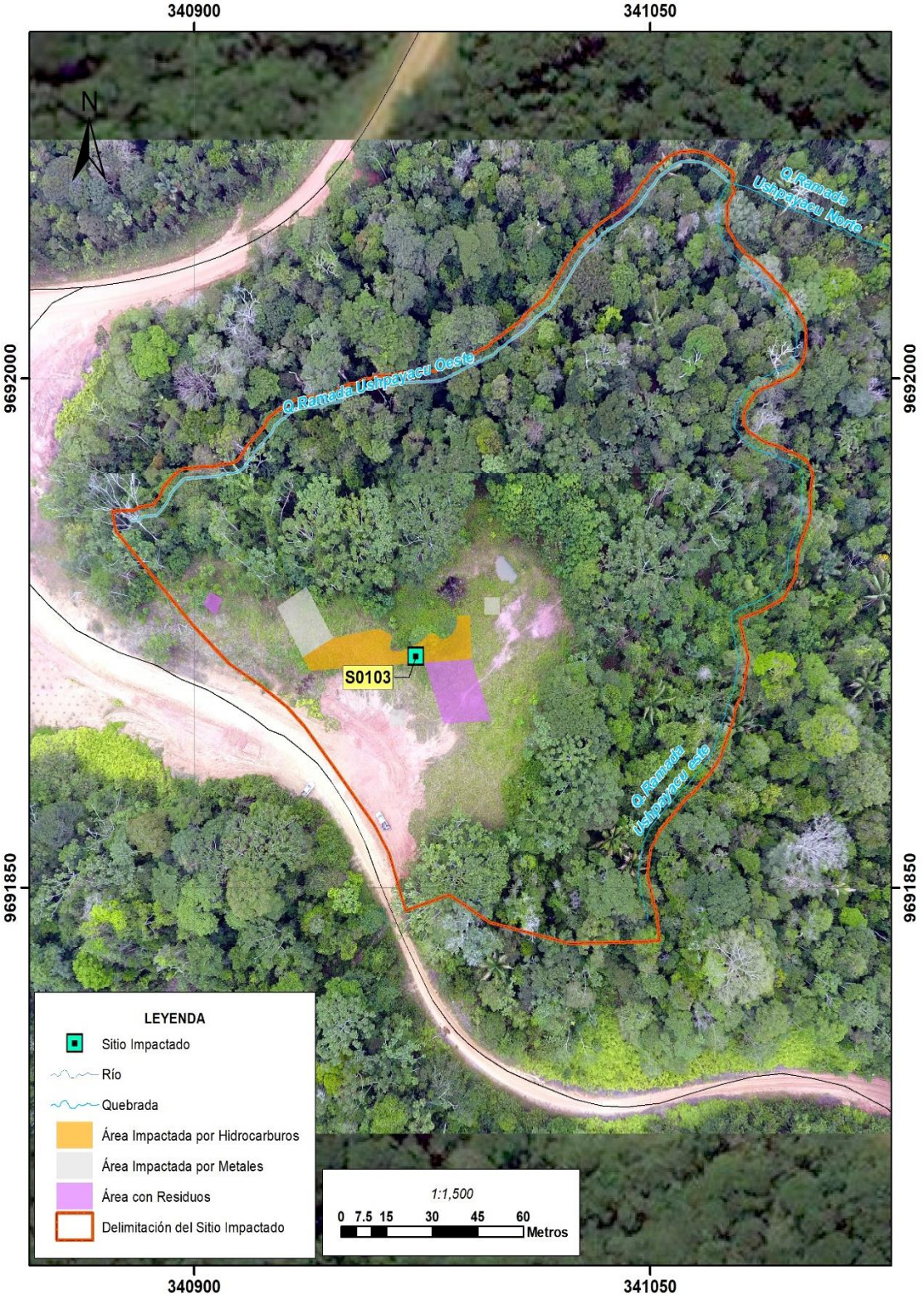


Figura 24. Áreas de Suelo a Intervenir.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) -Fondo de Contingencia, 2023.

2.21. Observación N° 23

En el Ítem 4.2.1 del PR del Sitio S0103 – "*Determinación de los Contaminantes de Preocupación (CP)*" (Folios 284 al 289), indicó el procedimiento seguido para la selección de Contaminantes de Preocupación (CP); no obstante, de la revisión de dicho Ítem, se advierte lo siguientes:

(i) Se menciona que para el cálculo de los UCL se utilizó el método de Chebyshev, observándose lo siguiente:

(a) Con relación a los contaminantes analizados, en el Ítem 4.2.1 se indica que "*(…) Para el presente caso, el set de datos a analizar no cumplió con el criterio de normalidad de medias luego de la prueba de Shapiro-Wilk (W) ni de distribución log-normal (Y = ln(X)). Por ello, y dado el reducido número de datos y su elevada varianza, se aplicó la Prueba de Desigualdad No-Paramétrica de Chebyshev (α = 0.01) para el cálculo del UCL95*"; sin embargo, de la revisión del Anexo 6.11.3 del PR del Sitio S0103 (Folio 1463), se observa una incongruencia, en la medida que se señaló que los datos son carácter normal, tal como se menciona a continuación: "*(…) Los comportamientos observados para Ba – F2 & F3 son de carácter log normal (asimétricos) por encontrar su desviación estándar elevada con respecto a su media poblacional en este sector (…)*".

(b) No presentó las pruebas estadísticas que sustentan el uso exclusivo de la metodología de Chebyshev para la estimación de los UCL95.

(ii) Para el cálculo de los UCL, estableció que "*(…) se aplicó la Prueba de Desigualdad No-Paramétrica de Chebyshev (α = 0.01) para el cálculo del UCL95*", por lo que se advierte que se utilizó un α de 0.01 (99% de confianza) en lugar de 0.05 (95% de confianza); en consecuencia, se calculó un UCL99 en lugar de un UCL 95, para los contaminantes analizados, el cual es recomendado por la EPA y la Guía ERSA para la evaluación de riesgos.

(iii) En el Anexo 6.11.5 – "*Calculo de ERSA*" para los parámetros arsénico, cadmio y plomo el promedio utilizado no corresponde al promedio de las muestras obtenidas.

(iv) En el Anexo 6.11.5 – "*Calculo de ERSA*", se utilizó cuarenta y dos (42) muestras para el cálculo del UCL; sin embargo, se observa que se ha duplicado la información de un punto (S0103-S004-1,25) y se ha considerado un punto S0103-S012 que se encuentra fuera del Área de Potencial Interés, por lo que no debe ser parte de las muestras ingresadas al UCL.

En ese sentido, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) Presentar las pruebas de normalidad realizadas a cada uno de los parámetros considerados como Contaminantes de Preocupación (en adelante, CP), precisando el método empleado para el cálculo UCL95 y adjuntando las pruebas que sustenten el uso de dichos métodos.

(ii) Sustentar técnicamente el uso del UCL99, presentando adicionalmente fuentes bibliográficas en la que sea recomendado el uso del UCL99; de lo contrario deberá corregir la información que obra en el anexo 6.11.5 con la finalidad calcular el UCL95 de cada contaminante. De acuerdo a los resultados obtenidos deberá corregir el Ítem 4.10.

(iii) Corregir los promedios utilizados en el anexo 6.11.5 para los parámetros arsénico, cadmio y plomo.

(iv) Corregir el cálculo de los UCL95 de los parámetros analizados eliminando una de las muestras con código S0103-S004-1,25 por haberse duplicado y todas las muestras que se encuentren fuera del área de estudio.

En atención a la presente Observación, deberá corregir la información consignada en el PR del Sitio S0103, teniendo mayor énfasis en los Ítems 4.2.1 y 4.10.1, así como en los Anexos 6.11.3 y 6.11.5.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 23

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 23.

Respuesta:

(i) (a) Se empleó el programa *ProUCL* para realizar las pruebas de normalidad de cada uno de los parámetros considerados como Contaminantes de Preocupación. El programa ProUCL determinó la siguiente distribución:

- **As:** Para el cálculo del UCL, se emplearon 33 datos, su distribución es no paramétrica y el método de cálculo recomendado por el programa ProUCL es 95% Chebyshev. Para el cálculo del ERSA se empleó el método y valor recomendado por ProUCL.

- **Cd**: Para el cálculo del UCL, se emplearon 33 datos, su distribución es no paramétrica y el método de cálculo recomendado por el programa ProUCL es 95% Chebyshev.

- **Ni**: Para el cálculo del UCL, se emplearon 33 datos, su distribución es no paramétrica y el método de cálculo recomendado por el programa ProUCL es 95% Chebyshev presentando un valor de 11.86 mg/kg, inferior al nivel recomendado para la remediación de la legislación ecuatoriana para suelo agrícola (50 mg/kg).

- **Ba:** Para el cálculo del UCL, se emplearon 33 datos, su distribución es no paramétrica y el método de cálculo recomendado por el programa ProUCL 5.1., es 95% Chebyshev, el valor calculado es igual a 144,08 mg/kg. El Ba, no fue considerado un Contaminante de preocupación debido a que el valor UCL calculado es inferior al estándar de calidad ambiental reglamentado.

- **Pb**: Para el cálculo del UCL, se emplearon 33 datos, su distribución es no paramétrica y el método de cálculo recomendado por el programa ProUCL 5.1., es 95% Chebyshev. Para el cálculo del ERSA se empleó el método y valor recomendado por ProUCL. Para el cálculo del ERSA se empleó el método y valor recomendado por ProUCL.

- **Sb**: Para el cálculo del UCL, se emplearon 33 datos, su distribución es no paramétrica y el método de cálculo recomendado por el programa ProUCL 5.1., es 95% Chebyshev. El valor obtenido es igual a 39,07 mg/kg., valor superior a los 20 mg/kg., reglamentados por *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines,* la distribución de este CP no es sistemática en toda el área impactada; en el punto de muestreo S0103-S007 a la profundidad de 2,70 m., su concentración es igual a 225 mg/kg., y en el punto de muestreo S0103-S008, a la profundidad de 0,50 m., la concentración es igual a 31 mg/kg., en todos los demás puntos de muestreo la concentración de Sb es inferior al límite de detección (LD<2,50).

- **V**: Para el cálculo del UCL, se emplearon 33 datos, su distribución es no paramétrica y el método de cálculo recomendado por el programa ProUCL 5.1., es 95% Student's-t UCL, el valor calculado es igual a 115,0 mg/kg. El V, no fue considerado un Contaminante de preocupación debido a que el valor UCL calculado es inferior al

estándar de calidad ambiental reglamentado *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agrícola) (130 mg/kg).

- **Zn**: Para el cálculo del UCL, se emplearon 33 datos, su distribución es no paramétrica y el método de cálculo recomendado por el programa ProUCL 5.1., es 95% Chebyshev, el valor calculado es igual a 1405 mg/kg. El Zn, fue considerado un Contaminante de preocupación debido a que el valor UCL calculado es superior al estándar de calidad ambiental reglamentado *Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agrícola) (250 mg/kg).

A continuación, en la **Tabla 34**, se presenta el cuadro comparativo entre los resultados obtenidos a través del programa informático ProUCL versión 5.1 y los valores empleados para el cálculo del ERSA.

Tabla 34. Valores calculados con el programa ProUCL 95 para los Contaminantes del Sitio S0103 (Botadero km 7)

Contaminante	Número de Datos	Método recomendado por ProUCL	Valor Recomendado por ProUCL	Valor Empleado en los cálculos ERSA
Arsénico (As)	33	95% Chebyshev	86,94	86,94
Bario (Ba)	33	95% Chebyshev	144,08	N.A. [a]
Cadmio (Cd)	33	95% Chebyshev	1,61	1,61
Níquel (Ni)	33	95% Chebyshev	11,86	N.A. [a]
Plomo (Pb)	33	95% Chebyshev	407,91	407,91
Antimonio (Sb)	33	95% Chebyshev	39,07	39,07
Vanadio (V)	33	95% Student's-t UC	115,0	N.A. [a]
Zinc	33	95% Chebyshev	1405,09	1405,09

[a] No fue considerado como Contaminante de Preocupación debido a que el UCL calculado es inferior al estándar de calidad ambiental.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)- Fondo de Contingencia, 2023.

(b) En el **Anexo MINEM Observación N° 23**, se presentan las pruebas estadísticas de bondad que fueron realizadas con el programa informático ProUCL 5.1, para los siguientes elementos: Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Antimonio (Sb), Vanadio (V) y Zinc (Zn).

(ii) En el **Anexo MINEM Observación N° 23**, se presentan los nuevos cálculos del ERSA. En esta nueva versión del ERSA, tal y como se señaló en el anterior inciso, se emplearon los valores recomendados por el programa ProUCL 5.1, para el As, Sb, Cd, Zn y Pb.

(iii) Se realizó la corrección de la base de datos empleada para calcular el UCL para los elementos Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb). Se modificará el anexo 6.11.5 del Plan de Rehabilitación y los contaminantes de potencial preocupación son: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Antimonio (Sb), y Zinc (Zn).

(iv) Se elimina de la base de datos los valores de la muestra identificada con código DUP-S0103-S007-2,25, por tratarse de un duplicado.

2.22. Observación N° 24

En el Ítem 4.3.2 del PR del Sitio S0103 – "*Toxicidad para Receptores Ecológicos*" (Folios 299 al 302), presentó los taxones encontrados en la caracterización de flora y fauna. Sin embargo de la revisión de las Tablas 4-12 – "*NOEC y EC50 de HTP (Fluoranteno) Sobre Especies Representativas del Ecosistema Terrestre*", 4-13 – "*NOEC o EC50 de Arsénico Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre*", 4-14 "*NOEC o EC50 de Cromo Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre*" y 4-15 "*NOEC o EC50 de Plomo Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre*", se advierte que se presentó los valores de toxicidad (NOEC y EC50) de los CP correspondiente a las "*especies representativas*" del ecosistema terrestre, las cuales no corresponden a especies identificadas en el levantamiento de campo del Sitio S0103, precisando que para la evaluación del riesgo ecológico utilizó la especie menos sensible.

Al respecto, se debe tener en cuenta que, para determinar los valores de toxicidad empleados en la evaluación del riesgo ecológico, se debe cumplir los siguientes pasos: (i) Identificar las especies representativas del Sitio, considerando la información recopilada en campo; y posteriormente, (ii) Elegir las especies análogas a las especies representativas seleccionadas.
En ese sentido, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) Para la selección de las especies representativas (una de flora y una de fauna), presentadas en el Observación 22 que serán consideradas en la evaluación del riesgo ecológico, se deberá tener en cuenta los siguientes lineamientos:

(a) Componente Flora

- Seleccionar especies que sirvan de bioindicadores.
- Seleccionar especies que cumplan un rol clave en la cadena trófica.

(b) Componente Fauna

- Seleccionar especies que sirvan de bioindicadores.
- Seleccionar especies que cumplan un rol clave en la cadena trófica.
- Seleccionar especies que se encuentran mayormente expuestas debido: al tipo de hábitat de uso, conducta y desplazamiento limitado dentro del Sitio.

(a) Componente fauna acuática

- En el caso que el contaminante se encuentre en la columna de agua y sedimentos seleccionar: especies filtradoras (moluscos, bivalvos, entre otros), que tengan su ciclo de vida en ambas matrices.

(ii) Para la selección de las especies análogas, se deberá tener en consideración los siguientes lineamientos:

(a) Pertenecer a la misma familia de la especie identificada en campo.

(b) Tener similar hábitat y tipo de alimentación de la especie identificada en campo.

(c) Se deberá seleccionar una especie para flora, fauna y fauna acuática.

(iii) Finalmente, los valores de toxicidad elegidos deberán estar debidamente sustentados.

En atención a la presente Observación, se deberá corregir la información consignada en el Ítem 4.3.2 y 4.10.2.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 24

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 24.

Respuesta:

Lo solicitado en la presente observación aplicaría para un caso ideal y específico de afectación en un grupo de especies, donde se puedan obtener información de todas estas y la red trófica podría ser muy recomendable. En la realidad de la Amazonía, obtener valores para especies análogas al nivel ideal de familia taxonómica no es factible.

Generalmente, esos estudios se realizan por varios años tal como se constata en distintos documentos científicos de instituciones referenciales para llegar a tal grado de especificación y/o analogía. Para el presente estudio, el tiempo de ejecución impide cumplir con dichos propósitos.

Además, muchas veces la analogía entre especies no brinda precisiones reales ni experimentales que incluso, forman parte de los requisitos para las pruebas ecotoxicológicas que se aplican a nivel de especie y no de familia ni de otras taxas. Por tal motivo, existen entonces otros criterios que permitan proteger a todo el ecosistema, como los empleados en el presente estudio, a falta de información específica o detallada.

Eso justifica el empleo de los mejores indicadores de medio acuático o terrestre para establecer que en cualquier posible escenario, ese podría ser considerado el criterio más conservador. Motivo por el cual se empleó toda la base de datos almacenada por más de 20, 30 y 40 años en el EPA (https://cfpub.epa.gov/ecotox/) para elegir el parámetro NOEC o CE_{50} y realizar la estimación de riesgo según el escenario de estudio y las características de este. En el **Anexo MINEM Observación N° 23,** se presenta el cálculo del Riesgo Ecológico (ERSA).

Teniéndose así a las siguientes especies determinadas como aquellas a utilizar en el cálculo de riesgo ecológico y cálculo de los niveles de remediación:

Tabla 35. Especies de Fauna a utilizar en el cálculo de riesgo ecológico

Matriz de contaminación	Familia	Especie identificada	Contaminante de preocupación
Suelo	Lumbricidae	*Eisenia veneta*	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)
	Lumbricidae	*Lumbricus terrestris*	As
	Porcellionidae	*Porcellionides pruinosus*	Cd
	Entomobryidae	*Siniella curviseta*	Pb

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 36. Especies de Flora a utilizar en el cálculo de riesgo ecológico

Matriz de contaminación	Familia	Especie identificada	Contaminante de preocupación
Suelo	Brassicaceae	*Sinapis alba*	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)

Matriz de contaminación	Familia	Especie identificada	Contaminante de preocupación
			Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)
	Poaceae	*Zea mays*	As
	Poaceae	*Triticum aestivum*	Cd
	Poaceae	*Avena sp.*	Pb

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

En lo que respecta a las especies análogas seleccionadas para este estudio observamos que la gran diversidad de vida animal y vegetal en la selva amazónica no permite una determinación de especies representativas sin extensos estudios previos. Por este mismo motivo se hace difícil identificar especies análogas que representen a la comunidad ecológica del Sitio.

Es más, los conocimientos ecotoxicológicos sobre los efectos de compuestos como los HTP no son muy amplios a nivel mundial, y por ello, los valores que se aplican en evaluaciones de riesgo se fundamentan en relativamente pocos estudios específicos realizados en especies típicas y fáciles de evaluar en laboratorio. Estos valores se consideran representativos y análogos para grupos taxonómicos mayores al nivel de la misma familia taxonómica. Por ejemplo, en el caso de mamíferos y aves, se aplica el nivel de clase taxonómica. Para las plantas, excepto en determinadas circunstancias hay pocos criterios a través del grupo entero, igual que para los invertebrados terrestres.

Sin embargo, en cumplimiento de lo solicitado en la presente observación, a continuación, se define las especies representativas del Sitio S0103 (Botadero km 7) y se sustenta su posible analogía con las especies descritas en las tablas anteriores:

Flora:

- ***Besleria aggregata***
  Especie seleccionada para el contaminante de preocupación: F2 y F3

Esta especie de porte arbustivo que alcanza hasta 1 m de altura. Tallos, hojas y flores con abundante pubescencia. Hojas simples y opuestas. Flores caulinares, cáliz de color anaranjado y corola amarilla.

Esta especie ha sido registrada dentro de un bosque de terraza baja (Btb) en el Plan de Abandono del Lote 1A-B. Este plan contiene información levantada en campo en el año 2015 y presentada en el 2019 al MEM. La evaluación incluyó dos tipos de bosque: Bosque de colina baja y Bosque de terraza baja.

La especie *Besleria aggregata* es una de las especies de mayor frecuencia en el estudio. Además, es posible alimento de otras especies potenciales receptores ecológicos como el venado (*Mazama nemorivaga)* registrado en los muestreos de fauna del Sitio S0103, el cual es cazado y consumido por la población local, de acuerdo con el levantamiento de información social presentado en el PR.

Esta especie al igual que la especie análoga seleccionada (*Sinapsia alba)*, es de porte arbustivo y comparten la misma clase (Magnoliopsida) y la misma división (Magnoliophyta).

- ***Pariana bicolor***
  Especie seleccionada para los contaminantes de preocupación: As, Cd y Pb

Esta especie de porte herbáceo ha sido registrada dentro de un bosque de terraza baja (Btb) en el Plan de Abandono del Lote 1A-B y es una de las especies de mayor frecuencia en el estudio. Además, es posible alimento de otras especies potenciales receptores ecológicos como el venado (*Mazama nemorivaga)* registrado en los muestreos de fauna del Sitio S0103, el cual es cazado y consumido por la población local, de acuerdo con el levantamiento de información social presentado en el PR.

Tal como lo solicita el literal ii) (a) de la presente observación, las especies de flora análoga seleccionadas para los cálculos de riesgo ecológico por arsénico (*Zea mays*), por cadmio (*Triticum aestivum*) y por plomo (*Avena sp)*, pertenecen a la misma familia (Poaceae) que la especie representativa determinada.

Fauna:

- ***Dendropsophus triangulum* (rana terrestre)**
  Especie seleccionada para los contaminantes de preocupación: Fracción de hidrocarburos F2 y F3, As y Cd en suelo.

Esta especie registrada durante los trabajos de campo para el presente estudio, al estar incluida dentro de aquellas especies definidas como potenciales receptores ecológicos, sería útil para establecer los bioindicadores; además, por su conducta podría tener un desplazamiento limitado dentro del Sitio.

La asociación de analogía con los anélidos *Eisenia veneta* y *Lumbricus terrestris,* además del artrópodo *Porcellionides pruinosus* seleccionados para los cálculos de riesgo ecológico recae en que la mayoría de las especies de anuros se consideran depredadores generalistas, siendo los artrópodos los principales elementos de la dieta de los anuros, pero también se pueden encontrar anélidos, moluscos y pequeños vertebrados (Freed, 1982 [21]). Además de que estos anfibios utilizan los cuerpos de agua para la postura de sus huevos y es ahí donde también pueden estar en contacto frecuente con los contaminantes de preocupación, incorporándolos a través de su dieta y magnificándolos a los niveles superiores de la cadena trófica.

- **Allobates cf. trilineatus (rana terrestre)**
  Especie seleccionada para el contaminante de preocupación: Pb en suelo.

Esta especie registrada durante los trabajos de campo para el presente estudio, al estar incluida dentro de aquellas especies definidas como potenciales receptores ecológicos, sería útil para establecer los bioindicadores; además, por su conducta podría tener un desplazamiento limitado dentro del Sitio.

La asociación de analogía con el colémbolo (*Sinella curviseta)* seleccionado para los cálculos de riesgo ecológico recae en que estos anélidos y artrópodos forman parte de la dieta de ranas de este género. (Junaca, 2019[22]). Además de que estos anfibios utilizan los cuerpos de agua para la postura de sus huevos y es ahí donde también pueden estar en contacto frecuente con los contaminantes de preocupación, incorporándolos a través de su dieta y magnificándolos a los niveles superiores de la cadena trófica.

A continuación, en la **Tabla 37** siguiente tabla se presenta un resumen de las especies representativas y análogas según componente ambiental y contaminante de preocupación:

Tabla 37. Resumen de especies representativas y análogas – Sitio S103

Grupo	Matriz de contaminación	Especie análoga identificada	Contaminante de preocupación	Especie Representativa identificada
Fauna	Suelo	*Eisenia veneta*	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	*Dendropsophus triangulum*
		Lumbricus terrestris	As	
		Porcellionides pruinosus	Cd	

[21] Freed A.N. (1982). A treefrog's menu: selection for an evening meal. Oecologia, 53, 20-6.

[22] Juncá, Flora. (2009). Feeding Ecology of two Sympatric Species of Aromobatidae, Allobates Marchesianus and Anomaloglossus Stepheni, in Central Amazon. Journal of Herpetology. 41. 301-308. 10.1670/0022-1511(2007)41[301: FEOTSS]2.0.CO;2.

Grupo	Matriz de contaminación	Especie análoga identificada	Contaminante de preocupación	Especie Representativa identificada
		Siniella curviseta	Pb	*Allobates cf. trilineatus*
Flora	Suelo	*Sinapis alba*	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	*Besleria aggregata*
		Zea mays	As	*Pariana bicolor*
		Triticum aestivum	Cd	
		Avena sp.	Pb	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

2.23. Observación N° 25

En el Ítem 4.4.1.1 del PR del Sitio S0103 –"*Caracterización del Receptor y Escenario humano*" (Folios 302 al 304), presentó el Escenario 1, el cual "*Corresponde a los pobladores (adultos y niños) de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, que consumen los productos de la colecta de vegetales de la zona. Estos pobladores están expuestos a los contaminantes en los tejidos vegetales, que llevan los recolectores a la comunidad. Para este caso, se considerará una ingesta de 192 días/año (4 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año*)"; no obstante, de la revisión de dicha información, se advierte lo siguiente:

(i) No presentó información que sustente que la frecuencia de consumo de plantas (medicinales o alimenticias) por parte de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas sea de cuatro (4) días por semana.

(ii) En la Tabla 4-16 "Valores estimados para ingesta de tejidos vegetales contaminados para el Escenario 1 (pobladores locales)" (Folio 303), presentó información sobre la tasa de ingesta de tejido vegetal de 400 000 mg/día, valor que es sugerido por la Organización Mundial de la Salud (en adelante, OMS) como la mínima cantidad de vegetales que se debe de consumir; no obstante, dicha información no está sustentada para la realidad de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas.

En ese sentido, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) Presentar la información primaria (encuestas, entrevistas, videos, entre otra información primaria) que sustente la frecuencia de consumo de tejido vegetal por parte de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas - cuatro (4) días por semana -; o en su defecto sustentar el valor asumido, para lo cual podrá utilizar fuentes de referencia. Asimismo, deberá reformular el número de días al año, considerando que un año cuenta con cincuenta y dos (52) semanas.

(ii) Presentar los valores de tasa de ingesta de tejido vegetal obtenidos a partir de fuentes primarias o en su defecto sustentar el valor asumido, para lo cual podrá utilizar fuentes de referencia.

En atención a la presente Observación, deberá corregir la información consignada en el PR del Sitio S0103, teniendo mayor énfasis en el Ítem 4.10.1.

<u>Comentarios a la absolución de la Observación N° 25</u>

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar lo siguiente: (i) La información primaria (encuestas, entrevistas, videos, entre otra información primaria) que sustente la frecuencia de consumo de tejido vegetal por parte de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas por cuatro (4) días a la semana o en su defecto sustentar el valor asumido para la comunidad. (ii) Los valores de tasa de ingesta de tejido vegetal obtenidos a partir de fuentes primarias o en su defecto sustentar el valor asumido.

Respuesta:

(i) **Sobre la información primaria (encuestas, entrevistas, videos, entre otra información primaria) que sustente la frecuencia de consumo de tejido vegetal en las Comunidades Nativas Nuevo Andoas por cuatro (4) días a la semana; o en su defecto sustentar el valor asumido:**

En el taller de socialización del PR, realizado con la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas, el 07 de agosto de 2019, se trataron varios temas entre los cuales se sometió a analizó la frecuencia con la cual los pobladores (receptores) realizan actividades de caza y pesca; por parte de la Consultora se expuso ante los Comuneros, que a partir de información primaria levantada en campo, la frecuencia de caza es de tres días a la semana y la frecuencia de pesca es de cuatro días a la semana, datos empleados para realizar el cálculo de la Dosis de Exposición y el Índice de Riesgo e Índice de Peligrosidad para cada uno de los escenarios desarrollados en el ERSA. Los comuneros, manifestaron que la frecuencia de caza y pesca es de 365 días al año (sic), cabe precisar que la frecuencia de exposición toma en consideración el tiempo que un potencial receptor está expuesto a los riesgos inherentes a un lugar específico.

Al adoptar que la máxima frecuencia con la que los comuneros ingresan a un Sitio Impactado en específico es de cuatro (4) días /semana, se decidió adoptar que la frecuencia con la cual los receptores secundarios que habitan en las Comunidades Nativas consumen los productos vegetales colectados es también de cuatro (4) días a la semana, decisión que fue aprobada en mesas de trabajo.

Es importante precisar que los pobladores de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas realizan el consumo de vegetales de diferentes zonas, no solo del Sitio evaluado (Sitio S0100) sino también de lugares que no han sufrido alteración por actividades industriales; es por ello, que la frecuencia de exposición por ingesta y consecuentemente la Dosis de Exposición de vegetales son conservadores.

En el **Anexo MINEM Observación N° 25**, se presentan el acta levantada y debidamente firmada por las partes al finalizar el taller en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas.

- **El ítem 4.4.1.1. "*Caracterización del receptor y escenario humano, del Plan de Rehabilitación*", se corregirá de la siguiente manera:**

4.4.1.1. Caracterización del receptor y escenario humano

La población en riesgo serían los pobladores (adultos y niños) de la CC.NN., Nuevo Andoas, que se encuentra a una distancia de 7,5 km y/o de Nuevo Porvenir, lugar ubicado a una distancia de 8 km., del Sitio Impactado y quienes consumen los productos de la caza y colecta de plantas. Por otro lado, se encuentran los pobladores que transitan por la zona o se internan en el monte para realizar actividades de caza y colecta.

Se han identificado dos (2) posibles escenarios de exposición:

- **Escenario 1:**

Corresponde a los pobladores (adultos y niños) de la CC.NN. Nuevo Andoas, que consumen los productos de la colecta de vegetales de la zona. Estos pobladores están expuestos a los contaminantes en los tejidos vegetales, que llevan los recolectores a la comunidad. Para este caso, se considerará una frecuencia de exposición por ingesta de tejido vegetal equivalente a 208 días/año (4 días/semana x 52 semanas/año).

El nuevo cálculo de la Dosis de exposición por ingestión de tejido vegetal se presenta en el **Anexo MINEM Observación N° 23**.

(ii) **Sobre los valores de tasa de ingesta de tejido vegetal obtenidos a partir de fuentes primarias o en su defecto sustentar el valor asumido**

Respecto a las tasas de ingesta de tejido vegetal, debido a la variación en el consumo de tejidos vegetales que están asociados y provienen directamente del Sitio objeto del estudio, se consideró pertinente emplear la tasa de ingesta de frutas y verduras recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

En la página de la OMS https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet, se cita lo siguiente:

Consejos prácticos para mantener una alimentación saludable: Frutas, verduras y hortalizas:

Comer al menos 400 g, o cinco porciones de frutas y verduras al día reduce el riesgo de desarrollar enfermedades no transmisibles (2) y ayuda a garantizar una ingesta diaria suficiente de fibra dietética. Para mejorar el consumo de frutas y verduras es recomendable:

- *Incluir verduras en todas las comidas*
- *Como tentempiés, comer frutas frescas y verduras crudas*
- *Comer frutas y verduras frescas de temporada*
- *Comer una selección variada de frutas y verduras.*

A partir de esta recomendación emitida por la OMS, para calcular la Dosis de Exposición por consumo de tejidos vegetales para los receptores secundarios, adultos y niños, pertenecientes al escenario 1, se asumió una tasa de ingestión equivalente a 400 g/día.

2.24. Observación N° 26

En el Ítem 4.4.1.1 del PR del Sitio S0103 –"*Caracterización del Receptor y Escenario humano*" (Folios 303 al 304), presenta el Escenario 2, el cual "*Corresponde a los pobladores (adultos y niños) de la CC.NN. Nuevo Andoas, que realizan las actividades de caza en la zona. Estos pobladores están expuestos a los contaminantes en las matrices de suelo y sedimento y agua superficial, debido al contacto durante estas actividades. Los cazadores, se internan en el bosque de 1 a 3 días/semana, con una frecuencia de exposición de 144 días/año (3 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año)*"; no obstante, de la revisión de dicha información, se tiene lo siguiente:

(i) No presentó información que sustente que la frecuencia de caza en la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas sea de tres (3) días por semana.

(ii) En las Tablas 4-19 "*Valores estimados para contacto dérmico de suelo, sedimento y agua contaminados para el Escenario 2 (cazadores)*", se presentó los datos para el cálculo de la dosis de exposición al suelo por contacto dérmico, observándose que en el Anexo 6.11.5 – "Cálculo de ERSA" (Folios 1470 al 1485), presentó el cálculo para determinar la exposición

por contacto dérmico de suelos, considerando como FA (Factor de Adherencia a la piel) los valores de 0.07 mg/cm2 - evento para adultos y de 0.2 mg/cm^2 - evento para niños, información que es obtenida del USEPA[23]; no obstante, dichos valores corresponden a un receptor de tipo residencial, no siendo aplicables para el Escenario 2.

(iii) En las Tablas 4-17 – "*Valores estimados para ingesta de suelos y sedimentos contaminados para el Escenario 2 (cazadores)*", 4-18 – "Valores estimados para ingesta de agua contaminada para el Escenario 2 (cazadores)" y 4-19 "Valores estimados para contacto dérmico de suelo, sedimento y agua contaminados para el Escenario 2 (cazadores)", presentó los valores que utilizó para el cálculo de la dosis de exposición por ingesta y contacto dérmico, considerando un peso de 29 kg para un niño de 6 años y un niño 12 años; no obstante, se observa que para el cazador niño se consideran dos duraciones de exposición distintas (6 y 12 años) y un mismo peso corporal para ambos.

En ese sentido, deberá cumplir con lo siguiente

(i) Presentar la información (encuestas, entrevistas, entre otra información primaria) que sustente la frecuencia de caza en el Sitio es de tres (3) veces por semana o en su defecto sustentar el valor asumido. Asimismo, deberá reformular el número de días al año de caza, considerando que un año cuenta con cincuenta y dos semanas (52).

(ii) Utilizar Factores de Adherencia dermal para cazador adulto y cazador joven, considerando información de USEPA en función de la actividad más próxima al nivel de exposición de un cazador en el Sitio, como por ejemplo la actividad de recolección (Reed Gatherers), con la finalidad de utilizar un valor más representativo de la actividad de caza.

(iii) Corregir las Tablas 4-17, 4-18 y 4-19, consignado el peso corporal promedio que corresponda al rango de edad del cazador niño.

En atención a la presente Observación, deberá corregir la información consignada en el PR del Sitio S0103, teniendo mayor énfasis en el Ítem 4.10.1. relacionado al cálculo del Índice de Peligrosidad.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 26

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar lo siguiente: (i) Presentar la información primaria (encuestas, entrevistas, videos, entre otra información primaria) que sustente que la frecuencia de caza en el Sitio es de tres (3) veces por semana, o en su defecto sustentar el valor asumido. (ii) Presentar la información para la absolución del numeral (iii) de la presente Observación. (iii) Corregir el Ítem 4.10.1. relacionado al cálculo del Índice de Peligrosidad, en función de las respuestas de las Observaciones Nº 23, Nº 27, Nº 30 y del numeral (iii) de la presente Observación.

Respuesta:

(i) **Sobre el sustento de frecuencia de caza en el Sitio:**

En el taller de socialización del Plan de Rehabilitación, realizado con la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas el 07 de agosto de 2019, en la cual participaron, tal y como consta en las actas, el APU de la Comunidad, los Monitores Ambientales, Voceros de las Comunidades Nativas, Comuneros, Asesor de la Federación FEDIQUEP, FONAM (PROFONANPE), Supervisión y Consorcio Ecodes-

[23] USEPA, 2004. Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I -Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment), EPA/540/R-99/005. Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, Washington D.C; United States of America.

Varichem, se realizó la presentación de los resultados del Plan de muestreo, las conclusiones de la Evaluación de Riesgos a la Salud y al Ambiente (ERSA) y las acciones de remediación.

Dentro del marco de este taller se trató también, el tema concerniente a la frecuencia con la cual los Comuneros realizan actividades de caza y pesca en las zonas pertenecientes a sus comunidades, sobre este particular el ingeniero Oswaldo Guzmán, Jefe de Equipo, manifestó lo siguiente:

> "*Se estableció que el cazador ingresa a los Sitios Impactados tres (3) veces a la semana y en los Sitios donde se realiza actividades de pesca cuatro (4) días a la semana, es importante que ustedes conozcan esto porque más adelante van a recibir retroalimentación sobre esta situación, entonces, los cazadores tres (3) días a la semana, los pescadores cuatro (4) días a la semana y esa información se tomó con base a lo que nos informaron en las entrevistas*".

Durante el desarrollo del taller, los comuneros manifiestan que van varios días a la semana a realizar actividades de caza y pesca y en el acta solicitaron consignar que la frecuencia de caza y pesca es de 365 días/año (Ver minuto 23:40 del Video del taller de socialización que se presenta en el siguiente link: https://drive.google.com/file/d/1f-oCL1Zf_noDVkV6hKlwIE9wMPJK6xRo/view?usp=sharing**,** así como también las actas debidamente suscritas y firmadas por los representantes de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas(ver **Anexo MINEM Observación N° 25**).

(ii) **Sobre el factor de adherencia dermal para cazador adulto y cazador joven:**

Se aclara que el factor de adherencia empleado para el cazador adulto es de 0,07 mg/cm^2-evento y para el cazador niño es de 0,2 mg/cm^2-evento. Ambos valores son idóneos considerando a la naturaleza de la actividad como a las partes expuestas del cuerpo de los receptores, por los siguientes aspectos:

- El factor de adherencia no solo está en función de la actividad que se desarrolla sino también a las partes del cuerpo expuestas (EPA, 2004).
- El factor de adherencia empleado para el cazador adulto considera que este receptor usa camisa manga corta, pantalones cortos y zapatos; es decir la superficie de la piel se limita a la cara, manos; antebrazos y piernas; en este sentido, lo mencionado corresponde con las partes del cuerpo que el cazador adulto expone.
- De acuerdo a la bibliografía consultada, no se presenta una actividad específica relacionada a la actividad de caza realizada por el receptor adulto. El factor de adherencia considerado en el PR pertenece a un jardinero el cual es una actividad de alto contacto con el suelo; en este sentido la actividad de caza tiene menos contacto con el suelo que el jardinero, debido a que el cazador no realiza labranza, solo usa el suelo para desplazarse, sentarse o recostarse (estas dos últimas acciones inclusive no directamente sobre el suelo); es decir, considerar el factor de adherencia dermal del jardinero es una consideración conservadora para la exposición de este receptor.
- Cabe señalar que el cazador no realiza actividades industriales en el Sitio (excavación o construcción).
- De acuerdo a la bibliografía consultada, no se presenta una actividad específica relacionada a la actividad de caza realizada por el receptor adulto. El factor de adherencia considerado en el PR pertenece a un jardinero el cual es una actividad de alto contacto con el suelo; en este sentido la actividad de caza tiene menos contacto con el suelo que el jardinero, debido a que el cazador no realiza labranza, solo usa el suelo para desplazarse, sentarse o recostarse (estas dos últimas acciones inclusive no directamente sobre el suelo); es decir, considerar el factor de adherencia dermal del jardinero es una consideración conservadora para la

exposición de este receptor. Cabe señalar que el cazador no realiza actividades industriales en el Sitio (excavación o construcción).

- **Respecto al Factor de Adherencia Dermal sugerido "recolectores de caña" (*Reed Gatherers*):**

Esta actividad se realiza en zonas donde se deposita sedimento (riberas), la recolección se realiza manualmente sin protección en las manos (Kissel, Richter, & Fenske, 1996) y el receptor se encuentra en contacto con sedimento. En este sentido, la actividad realizada por los recolectores de caña no se encuentra relacionado con lo realizado por los cazadores que se presentan en el Escenario 2; es decir, el nivel de exposición de los recolectores de caña no es consecuente con el nivel de exposición del cazador adulto.

Por lo señalado se considera representativo al nivel de exposición de los cazadores los factores de exposición empleados.

La anterior información será incluida en el Plan de Rehabilitación, tal y como consta también en la respuesta a la Observación N° 23, en el ítem 4.4.1.1. "*Caracterización del receptor y escenario humano*"

BIBLIOGRAFÍA

- EPA. (2004). *Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment).* Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, EPA/540/R/99/005, Washington, DC.
- EPA. (n.d.). *Toxic and Priority Pollutants Under the Clean Water Act*. Retrieved from https://www.epa.gov/eg/toxic-and-priority-pollutants-under-clean-water-act#priority
- Kissel, J. C., Richter, K. Y., & Fenske, R. A. (1996). Field Measurement of Dermal Soil Loanding Attributable to Varios Activities: Implications for Exposure Assessment. *Risk Analysis*, 115-125.

(iii) **Sobre la corrección de las Tablas 4-17, 4-18 y 4-19**

Se aclara que el tipo de receptor niño asumido en el Escenario 2, es un niño de 11 años, el cual acompaña a sus padres ocasionalmente para las actividades de caza; son los jóvenes de 13 a 18 años quienes realizan esta actividad, generalmente (ítem 4.9.8.2 "*Caza*").

En este sentido, se ha tomado una posición conservadora y de mayor protección para el receptor más vulnerable, el cual es el cazador niño (11 años). Por lo mencionado, no se requiere realizar corrección de las Tabla 4-17 "*Valores Estimados para Ingesta de Suelos y Sedimentos Contaminados para el Escenario 2 (Cazadores*)", Tabla 4-18 "*Valores Estimados para Ingesta de Agua Contaminad para el Escenario 2 (Cazadores*) y Tabla 4-19 "*Valores Estimados para Contacto Dérmico de Suelo, Sedimento y Agua Contaminados para el Escenario 2 (Cazadores*)".

2.25. Observación N° 27

En el Ítem 4.4.2 del PR del Sitio S0103 – "*Cálculo de la Dosis de Exposición y Riesgo para la Salud Humana*" (Folios 304 al 309), presentó la Tabla 4-20 "*Factor de Biodisponibilidad (o Tasa de Absorción por Ingesta) y Fracción de Absorción Dermal de los CP Identificados por Matriz de Contaminación*" (Folio 305). Asimismo, indicó que "*(…) se han considerado los valores de antraceno como representante de la fracción F2, debido a que existen datos disponibles de dosis de referencia (DdR) y tasas de absorción dermal y de absorción gastrointestinal (…)";* no obstante, de la revisión de dicha información, se observa que no presentó el sustento para usar el Antraceno como contaminante representativo del parámetro Fracciones de Hidrocarburos F2, tomando en cuenta

que dicho parámetro está compuesto por sustancias aromáticas y alifáticas que presentan mayor toxicidad que los HAPs.

En atención a ello, deberá sustentar toxicológicamente que el Antraceno es capaz de representar a todas las sustancias que componen el parámetro Fracciones de Hidrocarburos F2; caso contrario, deberá utilizar otras fuentes de información que brinden una mejor aproximación de la Dosis de Referencia para dicho parámetro tales como la información que brinda el RBCA.

De acuerdo a lo antes señalado deberá corregir la información que corresponda del Ítem 4.4.2 y 4.10 del PR del Sitio S0103.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 27

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 27.

Respuesta:

A continuación, se presentan las principales consideraciones para indicar que el Antraceno es un contaminante representativo de las Fracciones de Hidrocarburos F2 (C10-C28):

- Desde el punto de vista químico, se sabe que el Antraceno tiene 14 carbonos en su estructura molecular; por lo tanto, se considera que el Antraceno se encuentra formando parte de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), esta fracción de hidrocarburos puede estar conformada por parafinas, kerosene, diesel, éteres, aceites, compuestos alquil aromáticos, compuestos aromáticos policíclicos, etc., dentro de esta amplia gama de compuestos orgánicos, se destacan por su toxicidad las sustancias aromáticas policíclicas, por lo tanto, al emplear al Antraceno como una sustancia representativa de esta familia, se están adoptando estimaciones conservadoras.
- Dada la gran cantidad de las sustancias que conforman las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28), solo para un reducido número de sustancias existen parámetros toxicológicos.
- La mayoría de los compuestos del grupo de los HPAs (Hidrocarburos Poliaromáticos), al cual pertenece el Antraceno pueden acumularse en la cadena trófica y presentar toxicidad por inhalación, contacto o ingestión (Martinez *et al*, 2019, p.91).
- Desde el punto de vista toxicológico podría presentar efectos crónicos y agudos a la salud (*New Jesey Departament of Healt and Senior Services*, 2002, p.2).

Bibliografía

- Martinez, J., Sánchez-Yañez, J., Volke-Sepulveda, T., Pérez, L., Duarte, P. Umbacía, M., Marquez-Benavides, L., Villaseñor, J., Castañeda, L. y Casallas, M. (2019). *Remediación de Suelos Contaminados*. Ean Ed. Bogotá.
- New Jersey Departament of Healt and Senior Services. (2002). *Hazardous Substance Fact* Sheet: Anthracene. Obtenido de https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0139.pdf

2.26. Observación N° 28

En el Ítem 4.4.2.1.2 del PR del Sitio S0103 – "*Tejidos Vegetales*" (Folio 306), presentó la fórmula que utilizó para el cálculo de la dosis de exposición por ingesta de vegetales; no obstante, de la revisión de dicho Ítem se observa que la fórmula empleada para el cálculo no considera la siguiente

información: (a) Frecuencia de consumo, (b) Duración de exposición y (c) Periodo de tiempo durante la exposición (años).

En atención a ello, deberá realizar el cálculo de la dosis de exposición por ingesta de vegetal y animal, considerando la siguiente información: (a) Frecuencia de consumo, (b) Duración de exposición y (c) Periodo de tiempo durante la exposición (años). Respecto de esto último, deberá diferenciar el periodo de tiempo de exposición de acuerdo al tipo de riesgo – cancerígeno y no cancerígeno.

En atención a ello, deberá corregir la información correspondiente al Ítem 4.10.1 del PR del Sitio, así como el Anexo 6.11.5 del PR del Sitio S0103.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 28

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 28.

Respuesta:

La fórmula para calcular la Dosis de Exposición por Ingestión (DE_{ia}) de tejido vegetal, se corregirá de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{DEing} = \frac{Cveg \times TIing \times FBDing \times FI \times FrE \times DuE \times FC}{365 \times PTEm \times PC}$$

Donde:

DE_{ing} = Dosis de exposición por ingestión (mg/kg-día)
Cveg = Concentración de contaminante en el tejido vegetal (mg/kg)
TI_{ing} = Tasa de ingestión (mg/d)
FBDing: Factor de absorción gastrointestinal (%/100)
FI: Fracción del consumo total de vegetales que provienen del Sitio contaminado (10%)
FC = Factor volumétrico de conversión (= $1x10^{-6}$)
PC = Peso corporal (kg) del receptor
FrE = Frecuencia de exposición (día/año)
DuE = Duración de la exposición (año)
PTE_m = Periodo de tiempo durante la exposición fue promediado (años) (DuE (no cancerígeno) y LT (cancerígeno)

En el **Anexo MINEM Observación N° 23,** se presentan los nuevos cálculos del ERSA. Para los contaminantes determinados en el tejido vegetal.

2.27. Observación N° 30

En el Ítem 4.10.1 del PR del Sitio S0103 – "*Caracterización del Riesgo para Seres Humanos*" (Folios del 335 al 357), utilizó los valores de Tasa de Absorción Gastrointestinal (FBDing) y la Fracción de Absorción Dermal (FAder), presentados en la Tabla 4-20 – "*Factor de biodisponibilidad (o tasas de absorción por ingesta) y fracción de absorción dermal de los CP identificados por matriz de contaminación)*" (Folio 305); sin embargo, no sustentó que los valores de FBDing y FAder son representativos y aplicables a la Comunidad Nativa, considerando que la información de los referidos valores disminuye significativamente la dosis de exposición.

En atención a ello, deberá sustentar en base a criterios toxicológicos (tipo de organismo expuesto, zona expuesta, tipo de compuesto estudiado, entre otros), la selección de los valores de FBDing y FAder, caso contrario deberá utilizar el valor de 1 como tasa de absorción. De acuerdo a los resultados, deberá corregir el Ítem 4.10.1 del PR del Sitio.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 30

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información para la absolución de la Observación Nº 30, en lo referido a sustentar, en base a criterios toxicológicos, los valores de la tasa de absorción gastrointestinal (FBDing); caso contrario, deberá utilizar el valor de 1 como tasa de absorción. De acuerdo a los resultados, se deberá corregir el Ítem 4.10. 1del PR del Sitio S0103.

Respuesta:

Tal y como lo indica la EPA en el documento *"Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment)",* Los valores de absorción dérmica están establecidos solamente para un reducido número de sustancias orgánicas e inorgánicas y no se han desarrollado valores predeterminados de absorción dérmica para compuestos orgánicos volátiles, dentro de los compuestos inorgánicos a excepción del Arsénico y el Cadmio para los demás compuestos no se dispone de suficiente data que sea razonable.

USEPA ha desarrollado un método para extrapolar los valores de toxicidad oral a factores de toxicidad apropiados para evaluar la toxicidad dérmica.

La mayoría de los factores de toxicidad oral se basan en la dosis administrada y no tienen en cuenta el hecho que solo una fracción de la dosis se absorbe en el cuerpo a través del sistema digestivo, las ecuaciones de exposición dérmica incorporan un factor de absorción para estimar la absorción dosis, por esta razón se aplica un factor de absorción gastrointestinal a la toxicidad oral disponible, teniendo en cuenta la eficiencia de absorción de una dosis administrada a través del tracto gastrointestinal y en el torrente sanguíneo. Las fracciones de absorción cutánea específicas para productos químicos se aplican a la toxicidad ajustada.

En este sentido, se corrigen los factores de absorción presentados en la Tabla 4-20 del Plan de Rehabilitación, quedando expresado de la siguiente manera en la **Tabla 38** del presente informe.

Tabla 38. (Tabla 4-20) Factor de Biodisponibilidad (o Tasa de Absorción por Ingesta) y Fracción de Absorción Dermal de los CP Identificados por Matriz de Contaminación.

Matriz de Potencial Contaminación	Vía de Exposición	Contaminante de Preocupación	Factor de Biodisponibilidad/ Tasa Absorción Gastrointestinal	Fracción de Absorción Dermal
		CP	FBD_{ing}	FA_{der}
Suelo	Ingesta (directa)	F2 (>C10-C28)	1[1]	N.D.
		F3 (>C28-C40)	1	N.D.
		As	0,6 [6]	N.D.
		Cd	1,0 [1]	N.D.
		Pb	0,6 [2]	N.D.
		Sb	1,0 [1]	N.D.
		Zn	1,0 [1]	N.D.
	Contacto dérmico (directo)	F2 (>C10-C28)	N.D.	0,13 [3]
		F3 (>C28-C40)	N.D.	0,1 [4]
		As	N.D.	0,003 [7]

Matriz de Potencial Contaminación	Vía de Exposición	Contaminante de Preocupación	Factor de Biodisponibilidad/ Tasa Absorción Gastrointestinal	Fracción de Absorción Dermal
		CP	FBD_{ing}	FA_{der}
		Cd	N.D.	0,001 [7]
		Pb	N.D.	0,1 [5]
		Sb	N.D.	0,1
		Zn	N.D.	0,1 [8]
	Ingesta de tejidos vegetales	As (total)	0,6 [1]	N.D.
		Cd (total)	1,0 [2]	N.D.
		Cromo (total)	1,0 [2]	N.D.
		Pb (total)	0,6 [3]	N.D.
Sedimento	Ingesta (directa)	Cromo (Cr)	0,013	N.D.
		Plomo (Pb)	0,6	N.D.
	Contacto dérmico (directo)	Cromo (Cr)	N.D.	1,0
		Plomo (Pb)	N.D.	0,1
Agua superficial	Ingesta (directa)	Plomo (Pb)	0,6	N.D.
	Contacto dérmico (directo)	Plomo (Pb)	N.D.	0,1

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.
Nota: N.D. = No Disponible
[1]Valor por Defecto
[2]USEPA, Adul lead model.
[3] RAGS E para todo material orgánico semi volátil, esp. PAH. (RBCA)
[4] RAGS E, es aceptable para semivolátiles excepto PAHs (NJDEP soil remediation standards). (RBCA)
[5]USEPA, RAGS E, para acetado y subacetado de plomo.
[6]USEPA.
[7] USEPA 2004. Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment
[8] Provincia de Ontario - Canadá, 2011
[4]USEPA 2004. Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment

2.28. Observación N° 31

En el Ítem 4.10.1 del PR del Sitio S0103 – "*Caracterización del Riesgo para Seres Humanos*", en las Tablas 4-41 "Resumen del Cálculo del Índice de Riesgo Total (IRT) para el escenario 1, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas" (Folio 346) y 4-47 – "*Resumen del Cálculo del Índice de Peligrosidad Total (IPT) para el escenario 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas*" (Folio 356), presentó los resultados obtenidos a partir de la evaluación de riesgos; no obstante, de la revisión de dicha información no se ha presentado el Índice de Riesgo e Índice de Peligrosidad de todo el Sitio, considerando todas las matrices a las cuales el receptor está expuesto de cada escenario.

En atención a ello, deberá calcular los valores de Índice de Riesgo e Índice de Peligrosidad Total del Sitio, por escenario y añadirlos a la Tabla 4-41 y 4-47.

Comentario a la Absolución de la Observación N°31
Se deberá presentar los cálculos del Índice de Riesgo Total y el Índice de Peligrosidad Total, para cada uno de los escenarios evaluados, considerándose el levantamiento de las Observaciones Nº 23, Nº 27 y Nº 30.

Respuesta:
A continuación, se presenta el Índice de Riesgo Total (IRT) calculado para todo el Sitio.

Tabla 39. (Tabla 4-41) Resumen del Cálculo del Índice de Riesgo Total (IR_T) para el escenario 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas

Escenario	Vía de exposición	Matriz	Índice de Riesgo Total (IR_T)		Índice de Riesgo de todo el Escenario (IR_T)		Riesgo	
			Adulto	Niño	Adulto	Niño	Adulto	Niño
1 (Poblador)	Ingesta	Tejido vegetal	1,97E-04	2,27E-04	1,97E-04	2,27E-04	No Aceptable	No Aceptable
2 (cazador/colector)	Ingesta + contacto dérmico	Suelo	1,73E-05	3,77E-05	1,74E-05	3,78E-05	No Aceptable	No Aceptable
	Ingesta + contacto dérmico	Sedimento	7,73E-08	1,53E-07				
	Ingesta + contacto dérmico	Agua superficial	1,45E-09	7,99E-10				

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

A continuación, se presenta el Índice de Peligrosidad Total (IPT) calculado para todo el Sitio.

Tabla 40. (Tabla 4-47) Resumen del Cálculo del Índice de Peligrosidad Total (IP_T) para el escenario 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas

Escenario	Vía de exposición	Matriz	Índice de Riesgo Total (IP_T)		Índice de Peligrosidad de todo el Escenario (IP_T)		Riesgo	
			Adulto	Niño	Adulto	Niño	Adulto	Niño
1 (Poblador)	Ingesta	Tejido vegetal	1,45	3,34	1,45	3,34	No Aceptable	No Aceptable
2 (cazador/colector)	Ingesta + contacto dérmico	Suelo	0,43	1,80	0,440	1,850	Aceptable	No Aceptable
	Ingesta + contacto dérmico	Sedimento	0,0079	0,0523				
	Ingesta + contacto dérmico	Agua superficial	0,00015	0,00016				

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

2.29. Observación N° 32

En el Ítem 4.10.1 del PR del Sitio S0103 – "*Caracterización del Riesgo para Seres Humanos*", en las Tablas 4-39 "*Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno, para Escenario 2*, Vía Ingesta y Contacto Dérmico de Suelos Contaminados (Folio 343), presenta los resultados de riesgo cancerígeno por exposición a suelos , el cual da al Arsénico una Interpretación de Riesgo como "*Riesgo Aceptable (caso excepcional)*" ya que a pesar de tener un Índice de Riesgo de 7,8x10-5 lo considera como un caso excepcional. Al respecto, la Guía ERSA establece que "Para los estudios de ERSA en el Perú, se considera por defecto un RECV de uno en cien mil habitantes como aceptable (1:100.000= IRT ≤ 10-5), mientras que valores entre IRT = 10-5 y IRT = 10-4 pueden ser aceptadas en casos excepcionales. Riesgos con IRT mayores a 10-4 no son aceptables"; por lo que, no sustentó a qué se debe que el Índice de Riesgo obtenido encaje como caso excepcional.

En atención a ello, deberá presentar sustentos técnicos y toxicológicos para determinar que el valor del Índice de Riesgo obtenido para el Arsénico pertenece a un caso excepcional que permite atribuirle un "riesgo aceptable". Caso contrario, deberá corregir la Interpretación de Riesgo del Arsénico dándole una interpretación de "Riesgo No Aceptable", De acuerdo a ello, deberá calcular niveles de remediación y plantear acciones de remediación, corrigiendo los Ítems 4.12.1 y 5 del PR.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 32

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 32.

Respuesta:

Debido a la inclusión de los metales Ni, Sb, V y Zn como contaminantes de potencial preocupación y considerando el ajuste realizado a la frecuencia de exposición del receptor poblador y cazador adulto y niño la Tablas 4-39 "*Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno, para Escenario 2*, Vía Ingesta y Contacto Dérmico de Suelos Contaminados", fue modificada y a partir de los resultados del recálculo del ERSA se obtienen los siguientes valores:

Tabla 41. Cálculo del Índice de Riesgo Individual (IRij) y el Índice de Riesgo Integral (IRj), por ingesta y contacto dérmico de suelo

Escenario		Vía de Exposición	Contaminante de Preocupación	Límite Superior del Intervalo de Confianza Unilateral del 95 %	Dosis de Exposición	Factor de pendiente de cáncer	Índice Riesgo Individual	Índice Riesgo Integral por Vía	Índice Riesgo Total (ingesta+dérmica)
			CP	UCL95	DE_{ING}/DE_{DER}	FPC	IRij	IRj	IRT
				mg/kg	mg/kg-día	mg/kg-día			
2 Cazador/Colector	Adulto	Ingesta (suelos)	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	1498,00	3,17311E-04	N.D.	N.C.	1,70145E-05	1,73E-05
			Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	4691,00	9,93662E-04	N.D.	N.C.		
			Arsénico (As)	86,94	1,10492E-05	1,5	1,65738E-05		
			Cadmio (Cd)	1,61	3,40487E-07	N.D.	N.C.		
			Plomo (Pb)	407,91	5,18425E-05	0,0085	4,40661E-07		
			Antimonio (Sb)	39,07	8,27570E-06	N.D.	N.C.		
			Zinc (Zn)	1405,09	2,97630E-04	N.D.	N.C.		
		Contacto dérmico (suelos)	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	1498,00	1,64589E-04	N.D.	N.C.	3,30647E-07	
			Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	4691,00	3,96471E-04	N.D.	N.C.		
			Arsénico (As)	86,94	2,20431E-07	1,5	3,30647E-07		
			Cadmio (Cd)	1,61	1,35854E-09	N.D.	N.C.		
			Plomo (Pb)	407,91	3,44752E-05	0,0085	N.C.		
			Antimonio (Sb)	39,07	3,30200E-06	N.D.	N.C.		
			Zinc (Zn)	1405,09	1,18754E-04	N.D.	N.C.		
	Niño	Ingesta (suelos)	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	1498,00	7,11214E-04	N.D.	N.C.	3,71481E-05	3,77E-05
			Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	4691,00	2,22717E-03	N.D.	N.C.		
			Arsénico (As)	86,94	2,47654E-05	1,5	3,71481E-05		
			Cadmio (Cd)	1,61	7,63161E-07	N.D.	N.C.		

Escenario		Vía de Exposición	Contaminante de Preocupación	Límite Superior del Intervalo de Confianza Unilateral del 95 %	Dosis de Exposición	Factor de pendiente de cáncer	Índice Riesgo Individual	Índice Riesgo Integral por Vía	Índice Riesgo Total (ingesta+dérmica)
			CP	UCL95	DE_{ING}/DE_{DER}	FPC	IRij	IRj	IRT
				mg/kg	mg/kg-día	mg/kg-día			
			Plomo (Pb)	407,91	1,16199E-04	0,0085	N.C.		
			Antimonio (Sb)	39,07	1,85490E-05	N.D.	N.C.		
			Zinc (Zn)	1405,09	6,67102E-04	N.D.	N.C.		
		Contacto dérmico (suelos)	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	1498,00	2,58882E-04	N.D.	N.C.	5,20074E-07	
			Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	4691,00	6,23609E-04	N.D.	N.C.		
			Arsénico (As)	86,94	3,46716E-07	1,5	5,20074E-07		
			Cadmio (Cd)	1,61	2,13685E-09	N.D.	N.C.		
			Plomo (Pb)	407,91	5,42260E-05	0,0085	N.C.		
			Antimonio (Sb)	39,07	5,19372E-06	N.D.	N.C.		
			Zinc (Zn)	1405,09	1,86788E-04	N.D.	N.C.		

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

El índice de Riesgo Total por ingesta y contacto dérmico de suelos para adultos es igual a 1,73E-05.

El índice de Riesgo Total por ingesta y contacto dérmico de suelos para niños es igual a 3,77E-05.

En ambos casos el índice de Riesgo Total es mayor a 10E-05 y el riesgo es considerado como no aceptable, por lo tanto, se debe plantear una alternativa para controlar, reducir la concentración, estabilizar o inmovilizar los contaminantes de preocupación identificados en suelo.

2.30. Observación N° 33

En el Ítem 4.10.2 del PR del Sitio S0103 – "*Caracterización del Riesgo Ecológico*" (Folios 357 al 359), presentó los resultados de la Evaluación de Riesgos Ecológicos, para lo cual habría empleado la fórmula determinística descrita en el Ítem 4.4.3. – "*Salud Ambiental*" (Folios 309 y 310). Dicha fórmula relaciona la Concentración de Exposición Esperada (CEE) con la Concentración que no causa efectos sobre los organismos (NEC), este último calculado a partir de la Concentración Máxima que no causa efectos observables sobre los organismos (NOEC) o la Concentración Efectiva Media (CE50) dividido entre un Factor de Seguridad. Posteriormente, indicó, respecto a la aplicación del Factor Seguridad, lo siguiente: "*(…) dependiendo de los valores de CEE se verán por conveniente emplearán o no, los factores de seguridad*".

Al respecto, se tiene lo siguiente:

(i) La CEE y el Factor de Seguridad son variables que no guardan relación entre ellas, debido a que la primera establece la concentración del CP que se encuentra en el ambiente, mientras que la segunda depende de las semejanzas entre las especies encontradas en el Sitio objeto de evaluación y las especies análogas. En sentido, la aplicación del Factor de Seguridad, en función de los valores de CEE, carece de sustento.

(ii) Debido a que, para la evaluación del Riesgo Ecológico, empleará especies análogas, corresponde aplicar el Factor de Seguridad.

No obstante, de la revisión de las Tablas 4-48 - "*Resumen de Valores de Referencia de Especies Terrestres Expuestas a CP en Suelos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas*", 4-49 - "*Resumen de Valores de Referencia de Especies Terrestres Expuestas a CP en Sedimentos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas*" y 4-50 – "*Resumen del Cálculo del Riesgo Ecológico (RQ) de cada CP para Especies Terrestres para cada Matriz*" (Folio 358), se observa que no aplicó el Factor de Seguridad para la evaluación del Riesgo Ecológico.

En ese sentido, deberá realizar la evaluación de Riesgo Ecológico, considerando el Factor de Seguridad y sustentando el valor asignado a dicho factor y, como consecuencia, modificar la información consignada en el Ítem 4.10.2 del PR del Sitio S0103.

<u>Comentarios a la absolución de la Observación N° 33</u>

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 33.

Respuesta:

De acuerdo a la bibliografía consultada como, por ejemplo, *EPA (1997) - Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund; Payet (2004) - J 2004, Assessing Toxic Impacts On Aquatic Ecosystems In Life Cycle Assessment (LCA). Thesis. Ecole Polytechnique de Lausanne, Suisse; EPA (1997) - Region 10 Supplemental Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund EPA 910-R-97-005 June 1997* y otros, cuando se emplean valores de NOEC para calcular el riesgo ecológico, no es necesario el factor de seguridad ya que el NOEC representa un valor de toxicidad umbral, o en su defecto el factor de seguridad a emplear es la unidad (1); sin embargo, cuando se emplea otras medidas de toxicidad tal como el CE_{50} se aplican factores de seguridad para asegurar un valor umbral, en este caso de 10, en ese sentido se realizara la corrección respectiva en los casos en que se empleó un factor de corrección de 1 para el CE_{50}.

Según lo mencionado, se corrige el 4to párrafo del *numeral 4.4.3 Salud Ambiental* del PR, quedando expresado de la siguiente manera:

> *"(…) dependiendo del parámetro a emplear (NOEC o EC50) para el cálculo del NEC (Concentración que no causa efectos) se empleará el respectivo factor de seguridad* (1 o 10)".

Adicionalmente, se corrige la Tabla 4-44 *Resumen de Cálculo de Riesgo Ecológico (RQ) de cada Contaminante de Preocupación para Especies Terrestres y Vegetales de para Cada Matriz*, la cual se presenta en la siguiente tabla, quedando expresada de la siguiente forma:

Tabla 42. Cálculo del No Effect Concentration (NEC)

Matriz de contaminación	Especie identificada	Contaminante de preocupación	CEE (mg/kg)	EC50 (mg/kg)	NOEC (mg/kg)	FACTOR DE SEGURIDAD	NEC (mg/kg)
Suelo	*Eisenia veneta*	*Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)*	1498,00	166		10	16,6
	Eisenia veneta	*Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)*	4691,00	166		10	16,6
	Lumbricus terrestris	As	86,94	400		10	40
	Porcellionides pruinosus	Cd	1,61		532	1	532
	Siniella curviseta	*Pb*	407,91	3212		10	321,2
	Eisenia	Sb [1]	39,07		78	1	78
	Folsomia	*Zn*	1405,09		120	1	120
	Sinapis alba	*Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)*	1498,00	1000		10	100
	Sinapis alba	*Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)*	4691,00	1000		10	100
	Zea mays	As	86,94	77		10	7,7
	Triticum aestivum	Cd	1,61	1000		10	100
	Aven sp.	*Pb*	407,91	800		10	80
	Aven sp.	*Zn*	1405,09		160	1	160

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 43. Cálculo del Riesgo Ecológico empleando valores EC50 – NEC

Matriz de contaminación	Especie identificada	Contaminante de preocupación	CEE (mg/kg)	NEC (mg/kg)	RQ	Riesgo	Interpretación
Suelo	*Eisenia veneta*	*Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)*	1498,00	16,6	90,241	> 1	No Aceptable
	Eisenia veneta	*Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)*	4691,00	16,6	282,590	> 1	No Aceptable
	Lumbricus terrestris	As	86,94	40	2,173	> 1	No Aceptable
	Porcellionides pruinosus	Cd	1,61	532	0,003	< 1	Aceptable
	Siniella curviseta	*Pb*	407,91	321,2	1,270	> 1	No Aceptable
	Eisenia	Sb [1]	39,07	78	0,501	< 1	Aceptable
	Folsomia	*Zn*	1405,09	120	11,709	> 1	No Aceptable
	Sinapis alba	*Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)*	1498,00	100	14,980	> 1	No Aceptable
	Sinapis alba	*Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)*	4691,00	100	46,910	> 1	No Aceptable
	Triticum aestivum	Cd	86,94	7,7	11,291	> 1	No Aceptable
	Avena sp.	Pb	1,61	80	0,020	< 1	Aceptable
	Aven sp.	*Zn*	1405,09	160	8,782	> 1	No Aceptable

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

2.31. Observación N° 35

De la revisión del Ítem 4.10.3 del PR del Sitio S0103 – "*Caracterización del Riesgo para Recursos Naturales Abióticos*" (Folios 359 y 360), se advierte que no presentó la información que sustente la evaluación del riesgo para el recurso abiótico (suelo, sedimentos y agua superficial) respecto de los CP en cada matriz.

Comentario a la Absolución de la Observación N°35
En ese sentido, deberá presentar los resultados de la evaluación del riesgo para el recurso abiótico (suelo, sedimento y cuerpos de agua), para lo cual deberá considerar lo señalado en la Guía ERSA, y, como consecuencia de ello, modificar la información consignada en el Ítem 4.10.3 del PR del Sitio S0103.

Respuesta:
Los criterios de la Guía ERSA establecen para la matriz suelo "*El análisis del riesgo debe abarcar la determinación a nivel conceptual de la probabilidad de una posible contaminación del suelo por las fuentes de contaminación, y de ser posible, una estimación de la carga de contaminantes esperados*". Para la matriz agua establece que "*el análisis del riesgo debe abarcar una determinación de la probabilidad de su ocurrencia y, de ser posible, una estimación de la carga de las inmisiones en los cuerpos de agua. También se recomienda incluir los sedimentos en las investigaciones correspondientes*".

La Guía ERSA, señala también que se deben considerar los procesos de una posible contaminación como: (…) transporte eólico, transporte de suelos contaminados por escurrimiento, lixiviación de metales, precipitación de contaminantes de emisiones del aire, vertimiento intencional de agua o residuos contaminados al suelo. Además, este análisis debe abarcar la determinación a nivel conceptual de la probabilidad de una posible contaminación del suelo por las fuentes.

En virtud de lo anteriormente señalado, se realizará la corrección en numeral 4.10.3 Caracterización del Riesgo para Recursos Naturales Abióticos, del PR de la siguiente manera:

4.10.3 Caracterización del Riesgo para Recursos Naturales Abióticos
4.10.3.1 Riesgo para suelos

Un suelo contaminado es considerado aquel cuyas características físicas, químicas y biológicas han sido alteradas negativamente en concentraciones que ha superado la capacidad de amortiguación del suelo y como consecuencia, pasa de actuar como un sistema protector a ser la causa de problemas (*Macías García, J. 1993. Formulación y nomenclatura en química inorgánica*).

Cuando un contaminante entra en el suelo puede ser neutralizado, degradado o adsorbido por procesos de adsorción, o cambio iónico complejado, o precipitado (González et al. 2003), así que el suelo actúa como un sumidero o fuente, el riesgo asociado al componente biótico está directamente relacionado con la naturaleza química de las sustancias y elementos, específicamente para el Sitio S0104 (Botadero km 2), el riesgo está relacionado con los metales pesados y la forma en que estos se encuentran en el suelo. La forma de los metales pesados del suelo se divide principalmente en estado intercambiable, estado de carbonato, hierro y estado de oxidación del manganeso, estado orgánico y estado residual. (*A Tessier, Campbel, M Bisson, Sequential Extraction procedure for the speciation of particulate trace metals, J. Analytical Chemistry, 1979*).

Los metales pesados en su forma intercambiable pueden ser absorbidos a través de la superficie del suelo, aunque la proporción de metales intercambiables en el suelo es baja, lo más factible es que sean bioabsorbidos; los carbonatos son la principal forma de precipitación y deposición de los metales pesados y pueden convertirse a formas intercambiables en condiciones ácidas; las formas orgánicas se componen principalmente de complejos orgánicos, los cuales pueden ser altamente solubles o pueden no serlo, el grado de solubilidad es importante porque determina el grado de biodisponibilidad de los metales dado que las plantas solo pueden absorber el estado de unión

orgánico soluble (*Ya-pingWang, Zheng-yuBao,Shu-en Hou, Study on the Morphological Characteristics of Heavy Metals in Soil around Mineral Deposits, J . Rock and Mineral Test.01, 2000);* la forma residual de los metales pesados es la forma principal de los metales en suelo, los metales residuales son muy estables y su biodisponibilidad no es significativa, cabe señalar, que la forma de los metales pesados en el suelo es dinámica y cambiante y que las condiciones del medio inciden en el estado y solubilidad de las formas de los metales.

El grado de contaminación depende, por lo tanto, del estado de oxidación de los metales pesados o del grado de complejación y de las condiciones del medio como el pH; los cationes son más móviles cuando el pH de la solución del medio es acido, pudiendo pasar a las cadenas tróficas como tóxicos, cuando el pH es básico generalmente los metales pesados quedan inmovilizados en el medio.

Una elevada carga de contaminantes inorgánicos puede alterar la capacidad biológica del suelo, modificar las propiedades físicas y químicas del suelo al desencadenar reacciones de oxido reducción, hidrólisis, etc.

En lo que respecta a las condiciones que inciden en la movilidad de los metales pesados cabe señalar que la movilidad de un metal depende no sólo de su especiación química, sino también de las características del suelo tales como pH, materia orgánica, carbonatos, composición mineralógica de las arcillas, presencia de Fe y Mn.

La mayoría de los metales tienden a ser móviles en condiciones ácidas, salvo metales como el As, Cr y Mo, los cuales tienden a ser móviles cuando el pH del suelo es básico.

Los suelos arcillosos tienen mayor capacidad de retención de metales pesados que los suelos arenosos, dada su capacidad de intercambio catiónico. Los resultados analíticos indican que los sustratos de arcilla están limitando la movilidad de los metales pesados identificados en el Sitio S0103 (Botadero km 7).

Los derivados del petróleo como grasas y lubricantes encontrados subterráneamente están generando la dispersión localizada de fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), y las piezas metálicas que se dispusieron superficial y subterráneamente en el Sitio S0103, están provocando la deposición y movilización de metales pesados como el As, Ba, Cd, Ni, Pb, Sb y Zn, a través de celdas confinadas y compactadas con arcillas, alterando sus propiedades fisicoquímicas como pH, capacidad de intercambio catiónico y dando lugar a la formación de nuevos complejos iónicos.

La alteración en las propiedades químicas del suelo puede generar efectos negativos en la cadena trófica, adicionalmente el hecho que se haya realizado una inadecuada disposición de residuos industriales afecta negativamente el entorno paisajístico.

4.10.3.2 <u>Riesgo para aguas superficiales</u>

Los metales pueden existir en la fase de solución del suelo como iones metálicos libres (Men+), como complejos solubles en inorgánicos (OH^-, $CO3^{2-}$, HCO^{3-}, $SO4^{2-}$, $NO3^-$ y Cl^-, o como complejos orgánicos (*McLean y Bledsoe*, 1992), la migración de los metales pesados a otras matrices como agua y aire y por ende a los sistemas biológicos depende de las formas en que se encuentran los metales en el suelo, las formas solubles pueden ser absorbidas por las plantas, invertebrados, animales y el hombre (*Chopin et al*., 2003, *Van Straalen y col*., 2005).

Las aguas lluvia de infiltración pueden entrar en contacto con los residuos industriales que se encuentran superficial y sub superficialmente y los cuales están generando la deposición de los metales pesados y provocar fenómenos de disolución, dispersión de éstos, y dependiendo de las condiciones ambientales generar fenómenos de lixiviación.

En el caso específico del Sitio S0103 (Botadero km 3), la concentración de los compuestos orgánicos en el agua superficial cumple con los estándares de referencia, lo cual indica que la dispersión de las fracciones de hidrocarburos está siendo limitada por los sustratos de arcilla.

En lo que concierne a la concentración de metales pesados, la máxima concentración de Plomo (Pb) se registró en época húmeda en el punto de muestreo S0103-As001 y es igual a 0,205 mg/L, esta concentración supera en 8,2 veces el límite reglamentado en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua Superficial, lo cual es un indicador que existe una fuente que está aportando al agua superficial Pb en concentraciones superiores al estándar de referencia y es necesario desactivar esa fuente.

4.10.3.3 Riesgo para aguas subterráneas

Como se señaló en el acápite anterior las propiedades fisicoquímicas de los metales pesados dependen de su grado de especiación y de las condiciones medio ambientales como el pH del suelo, materia orgánica, carbonatos, sulfatos, potencial REDOX, granulometría del suelo y tipo de arcillas; los resultados de laboratorio indican que las arcillas están reteniendo a los elementos traza y no se está presentado su movilización hacia las aguas subterráneas.

4.10.3.4 Riesgo para sedimentos

La capacidad de adsorción y liberación de los metales pesados dependen, fundamentalmente del pH y de las condiciones redox (Filius et al. 1998). Además, su distribución en las diferentes fracciones geoquímicas está condicionada por las propiedades de cada metal, la competencia por los Sitios de adsorción del sedimento, la capacidad de formar complejos y la magnitud de la contaminación de los sedimentos (Campbell 1995).

La concentración de Cromo en los sedimentos que se tomaron en el punto de muestreo S0103-Sed001, es igual a 41,7 mg/kg, siendo superior al límite ISQG (37,3 mg/kg), pero inferior al límite PEL (90 mg/kg), definido en "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*".

La concentración de Plomo en los sedimentos que se tomaron en el punto de muestreo S0103-Sed001 es igual a 43 mg/kg, siendo superior al límite ISQG (35 mg/kg), pero inferior al límite PEL (91,3 mg/kg), definido en "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)".*
Según la Guía "*Canadian Environmental Quality Guidelines*", cuando la concentración de un contaminante supera el límite ISQG, pero es inferior al límite PEL, la presencia de la sustancia contaminante representa un riesgo potencial para los organismos acuáticos expuestos, aunque es posible que se presenten efectos biológicos negativos, su frecuencia, naturaleza y severidad son difíciles de predecir; investigaciones posteriores son necesarias para determinar si la asociación de sedimentos químicos representa un riesgo para los organismos acuáticos.

2.32. Observación N° 36

En el Ítem 4.12.1 del PR del Sitio S0103 – "*Niveles de Remediación para el Escenario Humano*" (Folios 363 al 364), presentó dos (2) fórmulas empleadas para el cálculo de los NRE.

De la aplicación de las fórmulas propuestas, se observa lo siguiente: (a) Respecto de la primera fórmula, no ha considerado la concentración de los CP en el medio y (b) Respecto de la segunda fórmula, no considera el valor por contacto dérmico.

En atención a ello, deberá corregir las fórmulas para el cálculo del NRE a fin de que consideren la concentración de los CP en el medio y la vía de exposición por contacto dérmico.

Cabe indicar que, para la aplicación de las fórmulas propuestas, deberá tener en consideración los valores correspondientes a las dosis de exposición, reformuladas en atención a las observaciones realizadas en el presente Informe.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 36

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 36.

Respuesta:

El Nivel de Remediación relacionado con el riesgo no cancerígeno, se calculará para el Arsénico (As), debido que el Cociente de Peligrosidad (CP) del As para las diferentes vías de exposición, es significativamente superior que para los metales Zn, Cd, Pb y Sb. Corresponde aclarar que el índice de peligrosidad total es 1.80; sin embargo, individualmente ninguno de los contaminantes de preocupación supera la unidad; por ello, se adopta el criterio del cálculo de nivel de remediación para el arsénico el cual numéricamente es el que aporta mayor riesgo. Tal como se presenta en la siguiente tabla para el escenario niño cazador (se resalta con celeste el mayor aporte del arsénico):

Tabla 44. Resumen del Cálculo del Índice de Peligrosidad Total (IP_T) para el escenario niño cazador

Escenario		Vía de exposición	Matriz	Contaminante de Preocupación	Índice de Peligrosidad de todo el Escenario por contaminante	Índice de Peligrosidad de todo el Escenario (IP_T)
2 (cazador/colector)	Niño	Ingesta + contacto dérmico	Suelo	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	0.15056	1.80
				Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	0.44246	
				Arsénico (As)	0.51968	
				Cadmio (Cd)	0.00475	
				Plomo (Pb)	0.293906	
				Antimonio (Sb)	0.36850	
				Zinc (Zn)	0.01767	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

(i) Para calcular el Nivel de Remediación se empleará la siguiente fórmula.

La Guía de Metodología de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (en adelante, Guía ERSA) para Sitios Contaminados, establece el cálculo de Niveles de Remediación, que es la concentración (mg/kg) a la cual se espera no se observen efectos adversos, y que se calcula en caso se determine niveles de riesgos preocupantes o no aceptables. Para dicho fin la Guía ERSA, en el ítem 11.1 – "Niveles de Remediación Específicos para el Escenario Humano" establece una fórmula para el cálculo de los NRE; sin embargo, al desarrollar la fórmula se observa que el NRE que se obtiene no cuenta con unidades de concentración (mg/kg), de hecho, recomienda un valor sin unidades, por consiguiente, la Guía mencionada presenta un error en dicha fórmula. Esto se debe a que en lugar del FU (factor de conversión de unidades), se debería usar "1/(concentración del contaminante en suelo)" para el caso específico del Sitio S0103, con este factor se obtiene un nivel de remediación con las unidades adecuadas.

Así entonces, la fórmula planteada en la Guía ERSA es la siguiente:

$$NRE = \frac{IPobjetivo}{\frac{DEing\ x\ FU}{DdR\ ing} + \frac{DEinh\ x\ FU}{DdR\ inh} + \frac{DEder\ x\ FU}{DdR\ derm} + \cdots}$$

Donde:

NRE: Nivel de Remediación Específico (mg/kg)

IP objetivo: Índice de Peligrosidad Objetivo (=1)

DE ing/inh/derm: Dosis de Exposición por Ingestión / Inhalación / Contacto dérmico (mg/kg*d)

DdR ing/inh/derm: Dosis de Referencia para vías de Exposición por Ingestión / Inhalación / Contacto dérmico. (mg/kg*d)

FU: Factor de conversión de Unidades (= 1mg/kg)

A partir de la anterior ecuación, incluyendo el factor de corrección, se obtiene la siguiente fórmula.

$$Cs = \frac{IPobj}{\frac{IP\ ing\ +\ IPderm}{Cs\ suelo}}$$

Donde:

Cs = Nivel de Remediación (mg/kg)

IP = DE/DdR

IPobj = Índice de Peligrosidad objetivo (=1)

IPing = Índice de Peligrosidad por Ingesta

IPderm = Índice de Peligrosidad por contacto dérmico

Cs suelo = Concentración del parámetro en el suelo (mg/kg)

En el **Anexo MINEM Observación N° 23,** se presentan los Niveles de Remediación calculados para el Sitio S0103 (Botadero km 7).

2.33. Observación Nº 37

En el Ítem 5.5.2.1.2 del PR del Sitio S0103 - "Selección de la Tecnología de Remediación" (Folios 387 al 400), describió por fases la metodología empleada para la selección de las alternativas de remediación a fin de determinar cuál de estas es la más viable para el Sitio. Dichas fases consisten en lo siguiente:

(i) Fase Inicial - Análisis de Viabilidad de los Tipos de Técnicas

Para la Fase Inicial, evaluó veintiséis (26) tecnologías de remediación propuestas en la Tabla 5-5. "Tecnologías de Remediación Analizadas en la Fase Inicial" (Folios 387 y 388), considerando los siguientes criterios: tipo de técnica, características generales de operación, porcentaje de remoción de los contaminantes, equipos requeridos, tiempo necesario para la remoción y costo general de aplicación de la técnica; asimismo, se consideró las condiciones y parámetros del Sitio.

Como resultado de la evaluación, presentó la Tabla 5-6. "Tecnologías de Remediación resultantes de la Fase Inicial" (Folio 389) y el Anexo 6.11.6 del PR de Sitio S0103 - "Matriz de Selección de Alternativas para Suelo - Filtro 1 - Viabilidad de Técnicas" (Folios 1491 al 1497) (en adelante, Matriz Filtro 1), en los cuales determinó que trece (13) de las tecnologías de remediación propuestas son viables.

(ii) Fase Intermedia - Evaluación de las Tecnologías de Remediación seleccionadas

Para la Fase Intermedia, evaluó ocho (8) alternativas de remediación que tendrían la capacidad de tratar suelos con contaminación de hidrocarburos en el Sitio y cinco (5) alternativas de remediación que tendrían la capacidad de tratar suelos con contaminación de metales en el Sitio, teniendo en consideración los criterios y escalas detalladas en la Tabla 5-7 - "Criterios/Subcriterios con Escalas de Calificación" (Folios 389 y 390).

Como resultado de la evaluación realizada, presentó la Tabla 5-8 - "Matriz Técnica de Selección de Alternativas para Contaminación por Hidrocarburos" (Folio 392); Tabla 5-9 - " Matriz Técnica de Selección de Alternativas para Contaminación por Metales Pesados" (Folio 394) y el Anexo 6.11.6 del PR del Sitio S0103 - "Matriz de Selección de Alternativas para Suelo - Filtro 2 - Matriz Suelo" (Folios 1498 al 1525) (en adelante, Matriz Filtro 2) y determinó para el tratamiento de suelos con hidrocarburos tres (3) alternativas que alcanzaron la mayor puntuación, siendo éstas las siguientes: Bioestimulación Enzimática, Bioceldas o Biopilas y Electrobiorremediación (electrocinéticas + bioestimulación). Asimismo, se determinó para el tratamiento de suelos con metales tres (03) alternativas que alcanzaron la mayor puntuación, fueron las siguientes: Lavado ex situ (Washing), Electrocinética y Estabilización/Solidificación.

(iii) Fase Final - Selección de la Alternativa de Remediación

Para la Fase Final, indicó que, después de seleccionar las tres alternativas resultantes de la Fase Intermedia, se elaboró la segunda matriz, considerando los siguientes criterios: Ambientales, Técnicos/Ingeniería, Logísticos, Sociales y Económicos.

Como resultado de la evaluación, presentó la Tabla 5-10 - "Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación de Contaminación por HTP" (Folios 396 y 397) y la Tabla 5-11. "Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación de Contaminación por Metales Pesados" (Folios 398 y 399) (en adelante, **Matriz Final**), en la cual se determinó que la tecnología de remediación que alcanzó la mayor puntuación es Bioestimulación Enzimática para suelo con hidrocarburos, la solidificación ex situ para suelos con metales.
No obstante, de la revisión de la información que obra en el Expediente, se advierte lo siguiente:

(i) Fase Inicial - Análisis de Viabilidad de los Tipos de Técnicas

(a) No realizó la evaluación de viabilidad de las tecnologías de remediación propuestas en la Fase Intermedia (Matriz Filtro 2) - tales como: "Electrobiorremediación", "Fitorremediación con metales +, Deserción térmica + Bioestimulación enzimática", "Electrocinética", "Estabilización/Solidificación" y "Desorción térmica + Lavado (Washing)", las mismas que no fueron consideradas ni evaluadas en la Fase Inicial (Matriz Filtro 1).

(b) No realizó la evaluación de viabilidad de las tecnologías de remediación propuestas, considerando el criterio de "Porcentaje de remoción de los contaminantes".

(c) Existen incongruencias en cantidad y tipos de técnicas viables respecto a lo señalado en la Tabla 5.5 con la Matriz Filtro 1 y la Tabla 5-1 "Descripción de la Técnica de Remediación Aplicable al Sitio S0103 (Botadero km 7)" (Folios 374-381).

(ii) Fase Intermedia - Evaluación de las Tecnologías de Remediación Seleccionadas

(a) No consideró la totalidad de las tecnologías de remediación consideradas viables en la Fase Inicial.

(b) No presentó la información que permita sustentar que la combinación de tecnologías de remediación (tecnologías mixtas) que apliquen a un mismo contaminante resulta más eficiente respecto a la aplicación de una sola tecnología, por ejemplo, Deserción Térmica + Bioestimulación Enzimática.

(c) De la revisión de la Matriz - Filtro 2, se advierten varias inconsistencias en los subcriterios considerados en la evaluación de las alternativas de remediación, tales como:

- En el Subcriterio 1.1, se advierte que no empleó criterios y subcriterios suficientes para determinar la eficiencia e idoneidad de las tecnologías de remediación, por ejemplo: características específicas de los contaminantes (tiempo de meteorización, especiación, biodisponibilidad del contaminante, entre otros) y características del suelo (abióticas y bióticas).
- En el Subcriterio 1.2., no sustentó el valor considerado para el porcentaje de remoción asignado a cada tecnología evaluada. Adicionalmente, no justificó los valores asignados a la escala "Evaluación Criterio 1.2": Sitio remediado alcanza los objetivos de remediación (O), Sitio remediado supera los objetivos de remediación (1) y Sitio remediado supera sosteniblemente los objetivos de remediación (2).
- En el Subcriterio 2.3., no justificó el periodo de tiempo que demandará la aplicación de cada una de las tecnologías de remediación.
- En relación a los valores asignados en los subcriterios, se advierte que la valoración de algunos subcriterios no se realizó correctamente, por ejemplo:

  ► En el Subcriterio 1.4, el número de autorizaciones requeridas no guarda relación con la valoración asignada.

  ► En el Subcriterio 3.1, no se consideró que cada una de las tecnologías de remediación generará residuos como subproducto de los trabajos propios de remediación, el acondicionamiento del área a remediar y la etapa de abandono.

(iii) Fase Final - Evaluación de las Tecnologías de Remediación de seleccionada

(a) De la revisión de la Tabla 5-8 - ''Matriz Técnica de Selección de Alternativas para Contaminación por Hidrocarburos'; Tabla 5-9 - ''Matriz Técnica de Selección de Alternativas para Contaminación por Metales Pesados" y las Matrices Finales, se advierte que no presentó una subescala cuantitativa y/o rangos para la determinación del valor de cada subcriterio. Asimismo, se advierte que no evaluó criterios diferentes a los considerados en la Matriz - Filtro 2 de la Fase Intermedia.

(b) No sustentó los valores asignados a los subcriterios considerados para las tres (3) tecnologías de remediación evaluadas para HTP y las tres (3) tecnologías de remediación evaluadas para metales, por ejemplo:

- En el Subcriterio 1.1 "Eficacia del cumplimiento con los objetivos de remediación", no sustentó el valor asignado a cada una de las tecnologías respecto del porcentaje de remoción del contaminante.
- En el Subcriterio 1.2 "Riesgo asociado al componente Ambiental (agua, aire, suelo, sedimento, biológico (flora y fauna), hidrobiológico", no sustentó el valor asignado a cada una de las tecnologías respecto del riesgo asociado al componente ambiental.

- En el Subcriterio 2.1 "Grado y Tipo de Contaminación", no sustentó el valor asignado a cada una de las tecnologías respecto del grado y tipo de contaminante.
- En el Subcriterio 2.5 "Nivel de experiencia en la Técnica de Remediación", no sustentó el valor asignado a cada una de las tecnologías respecto del nivel de experiencia en las tecnologías propuestas.

Comentario a la absolución de la Observación N°37

En ese sentido, teniendo en consideración las observaciones e inconsistencias advertidas en cada Fase, deberá reformular el Ítem 5.5.2.1 "Suelo" - "Selección de la Tecnología de Remediación", debiendo considerar criterios diferenciados para cada fase de selección. Asimismo, la selección de alternativas deberá estar sustentada mediante la presentación de (i) un diagrama de flujo que muestre las fases de selección de las alternativas, y (ii) un procedimiento de ponderación de cada criterio en función a una escala cuantitativa y/o rangos debidamente justificados para cada fase. Adicionalmente, en la reformulación del Ítem 5.5.2.1.2 deberá considerar lo siguiente:

(i) Inicialmente, para la evaluación de viabilidad, deberá considerar como un criterio de viabilidad el "tipo de contaminante" a tratar en el Sitio.

(ii) Una vez determinadas las tecnologías de remediación viables, para la siguiente fase deberá incluir los siguientes parámetros: (a) las características del contaminante (tipo de contaminante, el tiempo meteorización, biodisponibilidad del contaminante, entre otros), (b) características del suelo del Sitio, abióticas (potencial de óxido - reducción, pH, contenido de humedad, textura, entre otros) y bióticas del entorno del Sitio (mecanismos de absorción de los microorganismos, tolerancia a la toxicidad de los contaminantes presentes en el Sitio , entre otros). Para ello, se deberá presentar información que sustente que las técnicas evaluadas traten los contaminantes presentes en el Sitio. En et caso de no contar con dicha información deberá considerar la tecnología como "innovadora".

(iii) En caso se propongan tecnologías mixtas, presentar información sustentatoria que permita determinar que la combinación de tecnologías de remediación resulta más eficiente respecto de la aplicación de una sola tecnología.

iv) Para la selección de la tecnología de tratamiento en el Sitio en evaluación, deberá considerar los criterios de efectividad y nivel de experiencia de las tecnologías de remediación que obtengan mayor puntuación presentando información sustentatoria (resultados de proyectos anteriores o de estudios piloto en condiciones similares al Sitio a remediar, citar y presentar la fuente bibliográfica). En caso, no cuente con dicha información, deberá realizar, como mínimo, ensayos a nivel de laboratorio de las tecnologías evaluadas, a fin de evidenciar el porcentaje de recuperación asignado en el análisis de selección de la alternativa idónea, debiendo adjuntar los informes de ensayo, cromatogramas, entre otros documentos.

En el caso, que la técnica seleccionada sea la Solidificación ex situ, deberá indicar los aditivos que empleará para viabilizar la estabilización de los CP, precisando los criterios de su selección y presentando sus respectivas fichas técnicas y hojas de seguridad (MSDS). Además, deberá demostrar la inmovilidad y la estabilidad de los CP, presentando los resultados de los ensayos de lixiviación (TCLP y otros), durabilidad y resistencia de una muestra suelo/cemento, considerando la dosificación que se precise en la Observación Nº 41.

En atención a los resultados de los ensayos solicitados, si la técnica propuesta no cumple con lo antes indicado, deberá proponer una nueva técnica de remediación, para lo cual deberá modificar el presente Plan de Rehabilitación (actividades, medidas de manejo ambiental, entre otros).

Respuesta:

Las modificaciones y sustentos de la técnica "Solidificación Ex situ" se encuentran descritas en el **Anexo MINEM Observación N° 37.**

2.34. Observación Nº 38

En el Ítem 5.5.2.2. del PR del Sitio 50103 - "Sedimentos'' - "Selección de la Tecnología de Remediación" (Folios 400 al 406), describió por fases la metodología empleada para la selección de las alternativas de remediación a fin de determinar cuál de estas es la más viable para el Sitio. Al respecto, se advierte lo siguiente:

(i) De la revisión de la Tabla 5-16. ''Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación de Contaminación por Hidrocarburos Totales de Petróleo" y la Matriz Final, no presentó una subescala cuantitativa y/o rangos para la determinación del valor de cada subcriterio.

(ii) No sustentó los valores asignados a los subcriterios considerados para las tres (3) tecnologías de remediación evaluadas, por ejemplo:

- **En el Subcriterio 1.1** - ''Eficacia del cumplimiento con los objetivos de remediación', no sustentó el valor asignado a cada una de las tecnologías respecto del porcentaje de remoción del contaminante.
- **En el Subcriterio 1.2** - "Riesgo asociado al componente ambiental (agua, aire, suelo, sedimento, biológico (flora y fauna), hidrobiológico'; no sustentó el valor asignado a cada una de las tecnologías respecto del riesgo asociado al componente ambiental.
- **En el Subcriterio 2.1** - "Grado y tipo de contaminación'; no sustentó el valor asignado a cada una de las tecnologías respecto del grado y tipo de contaminante.
- **En el Subcriterio 2.5** - ''Nivel de experiencia en la técnica de remediación'; no sustentó el valor asignado a cada una de las tecnologías respecto del nivel de experiencia en las tecnologías propuestas.

Comentario para la absolución de la Observación N°38

En ese sentido, deberá reformular el Ítem 5.5.2.2 - ''Sedimentos" - "Selección de la Tecnología de Remediación" - a efectos de sustentar mediante un procedimiento de ponderación de cada subcriterio en función a una escala cuantitativa y/o rangos debidamente justificados para cada aspecto. Asimismo, en la modificación del Ítem 5.5.2.2 deberá considerar para la selección de la tecnología de tratamiento en el Sitio en evaluación, los criterios de efectividad y nivel de experiencia de las tecnologías de remediación que obtengan mayor puntuación presentando información sustentatoria (citar y presentar la fuente bibliográfica).

Respuesta:

- Para la valoración de cada subcriterio de la tabla 5-14 del PR en el ítem 5.5.2.2. "Sedimentos" se realiza el ajuste del ítem 5.5.2.2.2. "Selección de la Tecnología de Remediación" de la siguiente manera:

La selección de la tecnología de remediación se realizó con la identificación del escenario de contaminación del Sitio S0103 (Botadero Km 7) de contaminación para sedimentos, teniendo en cuenta el análisis de las técnicas de remediación en la matriz de suelo porque el sedimento es extraído de los lechos de los cuerpos de agua para realizar el tratamiento con la técnica evaluada para suelo, el sedimento tratado no retorna a los lechos de los cuerpos de agua.

La selección de alternativas se realizó partiendo de un diagnóstico de contaminantes, con base en los resultados obtenidos en los muestreos realizados en campo en época seca y posteriormente del análisis de ERSA, con el objeto de conocer el escenario de contaminación en el que se encuentra el Sitio y analizar la alternativa más viable y capaz de remover y/o inmovilizar los agentes

contaminantes. A continuación, se describe por fases la metodología que fue utilizada para la selección de la alternativa de remediación más viable en el Sitio Impactado.

En la Tabla 5 1. Descripción de las Técnicas de Remediación Aplicables al Sitio S0103 (Botadero km 7) en la columna Viabilidad de aplicación en el Sitio se describe la evaluación de viabilidad de les tecnologías de remediación en el Sitio. Esta tabla y la siguiente información se encuentran en la reformulación del ítem 5.5.2.1.2. Selección de alternativa de remediación, en el **Anexo MINEM Observación N° 37** (Sección 5.5.2.1.2. Selección de Alternativa de Remediación).

Se realizan los siguientes ajustes en el ítem 5.5.2.2.2:

5.5.2.2.2. Selección de la Tecnología de Remediación

Por lo anterior, la selección de la tecnología de remediación se realizó con la identificación del escenario de contaminación del Sitio S0103 (Botadero Km 7), teniendo en cuenta el análisis de las técnicas de remediación en la matriz de suelo y las características físicas, químicas y biológicas propias de la selva amazónica de Perú. De igual forma se realizó la evaluación de la matriz de sedimentos de acuerdo con los contaminantes de preocupación y la viabilidad de tratar los sedimentos con el suelo contaminado.

La selección de alternativas se realizó partiendo de un diagnóstico de contaminantes, en base a los resultados obtenidos en los muestreos realizados en campo en época seca y posteriormente del análisis de ERSA, con el objeto de conocer el escenario de contaminación en el que se encuentra el Sitio y analizar la alternativa más viable y capaz de remover y/o inmovilizar los agentes contaminantes.

- **Fase Inicial: Análisis de Viabilidad de los Tipos de Técnicas**

En esta fase se realizó la recolección de información de las posibles alternativas que son capaces de remediar, reducir y/o inmovilizar los contaminantes identificados, con el fin de evaluar la viabilidad de las mismas, teniendo en cuenta las características propias del ecosistema de la selva.

- Tipo de contaminante (En el Sitio se presenta un escenario de contaminación por Metales Pesados e hidrocarburos)
- Tipo de técnica y características generales de operación.
- Equipos requeridos.
- Tiempo necesario de remoción.
- Costo general de aplicación de la técnica.

Con esta información se analizó la viabilidad de las tecnologías de remediación en base en las siguientes condiciones y parámetros del Sitio Impactado:

- Condiciones climáticas de alta pluviosidad.
- Plasticidad, baja permeabilidad y conductividad eléctrica, y textura arcillosa del suelo (sedimento).
- Ambiente oligotrófico.
- Humedad.
- Temperatura.

Así mismo, para el análisis de viabilidad se consideraron las condiciones logísticas para llegar a los Sitios, como el estado y los tipos de vías y medios de transporte disponibles.

En la **Tabla 45**, se encuentran las catorce (14) técnicas de remediación analizadas para la implementación en la zona de estudio.

Tabla 45. Tecnologías de Remediación Analizadas en la Fase Inicial

Técnicas de Remediación	Contaminantes Removidos y/o Inmovilizados	
	Orgánicos	**Metales pesados**
Adición de enmiendas	Derivados del petróleo. Fracciones pesadas de Hidrocarburos Totales de Petróleos menores a 3200 ppm.	Si
Desorción térmica *(in situ o ex situ)*	Orgánicos no clorados (no aplica para crudos pesados).	Metales con elevada presión de vapor (Hg)
Extracción Química *(ex situ)*	Compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, combustibles, PCBs, hidrocarburos aromáticos, entre otros.	Si
Fitorremediación (*ex situ)*	Solventes, hidrocarburos aromáticos policíclicos, crudo.	Si
Lavado de suelos *in situ - Flushing*	Todo tipo de contaminantes.	Si
Lavado de Suelos *ex situ - Washing*	Compuestos orgánicos semivolátiles e hidrocarburos derivados del petróleo.	Si
Oxidación/reducción química (*ex situ)*	NO	Si
Extracción de agua - Pump and Treat (*ex situ)*	Compuestos orgánicos de baja solubilidad, volátiles y semivolátiles y combustibles.	Si
Solidificación (*ex situ -on site)*	Sí, con restricciones[24]	Si
Remediación electrocinética (*in situ o ex situ)*	Contaminantes orgánicos polares.	Metales solubles o complejados (Cr, Cd, Hg, Pb, Mn, Zn y As)
Vertederos controlados (*ex situ)*	Amplio espectro de contaminantes orgánicos biodegradables.	Si
Pantallas o barreras de aislamiento *(in situ)*	Contaminantes orgánicos.	Si
Vitrificación *(in situ o ex situ)*	COV y COS y otros compuestos orgánicos como dioxinas y BPC. (F1 y F2).	Si
Biochar *(in situ)*	Amplio espectro de contaminantes orgánicos biodegradables.	Si

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

[24] La solidificación *in situ* superficial, in situ profunda y *ex situ*, es efectiva para compuestos orgánicos no biodegradables (con restricciones) y metales pesados. No es efectiva para compuestos orgánicos biodegradables. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD., 2018).

Del análisis anterior, cinco (5) técnicas de remediación resultaron viables de catorce (14) alternativas analizadas inicialmente. En la **Tabla 46**, se pueden observar las alternativas que resultaron del análisis de viabilidad y en el Anexo 6.11.6., en la Pestaña Generalidades de las Técnicas, se encuentra el análisis individual por técnica, las cuales se tomaron en cuenta las técnicas de remediación que solamente se encargaran de remover/inmovilizar contaminantes de Metales Pesados y fracciones de hidrocarburos que se pueden aplicar para el Sitio S0103 (Botadero KM 7).

Tabla 46. Tecnologías de Remediación resultantes de la Fase Inicial

Técnicas Viables en la zona de estudio
Lavado de Suelos ex situ (Washing)
Solidificación ex situ
Fitorremediación
Oxidación/reducción química
Remediación electrocinética

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2023.

Cabe mencionar que para el caso de las técnicas (ex situ), los sedimentos deben tener un proceso de secado, esto se realizará por medio de una deshidratación por lechos de secado, en donde se tendrá en cuenta prevenir la filtración por precipitación que pueda afectar el proceso de secado. Esto se realizará por medio del cubrimiento de las celdas de secado y con la adecuación de canales perimetrales

- **Fase Intermedia: Evaluación de las Tecnologías de Remediación**

Esta matriz se desarrolló en base al Anexo 7 de la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos (PDS) del MINAM, donde se tomaron los criterios y subcriterios utilizados para calificar y evaluar las alternativas de remediación que fueron consultadas y propuestas para realizar la remediación del Sitio Impactado, que se encuentran en la **Tabla 47.**

Tabla 47. Criterios/Subcriterios con Escalas de Calificación

Criterio/Subcriterio	**Escala**
Criterio 1: Análisis de las Técnicas	
Subcriterio 1.1: La aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos y características del Sitio.	0 = Técnica innovadora (no es técnica óptima actual) 1 = Técnica óptima actual, pero pocas experiencias en casos parecidos 2 = Técnica óptima actual, con experiencias positivas en casos parecidos, pero depende de las características específicas del Sitio 3 = Técnica óptima, con experiencias positivas en Sitios parecidos 4 = Técnica óptima, su éxito no depende de las características específicas del Sitio
Subcriterio 1.2: La eficiencia con respecto al objetivo de la remediación.	0 = Sitio remediado alcanza los objetivos de remediación 1 = Sitio remediado supera los objetivos de remediación 2 = Sitio remediado supera ostensible los objetivos de remediación

Criterio/Subcriterio	Escala
Subcriterio 1.3: Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia.	0 = Considerables impactos 1 = Impactos, parecido a obras de construcción según la costumbre local 2 = No impactos relevantes
Subcriterio 1.4: Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación.	0 = Necesidad de involucrar a más que 5 autoridades administrativas 1 = Necesidad de involucrar de 3 a 5 autoridades administrativas 2 = Necesidad de involucrar a máximo 2 autoridades administrativas
Subcriterio 1.5: Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional.	0 = Se requieren exigentes medidas de higiene y seguridad ocupacional 1 = Se requieren medidas de higiene y seguridad ocupacional, parecidas a obras de construcción civil 2 = No se requieren relevantes medidas de higiene y seguridad ocupacional
Subcriterio 1.6: Opciones de acciones complementarias (después de la remediación).	0 = No hay opciones de acciones complementarias 1 = Hay limitadas opciones de acciones complementarias 2 = Hay (ilimitados) opciones de acciones complementarias
Criterio 2: Análisis de la Sostenibilidad de las Alternativas	
Subcriterio 2.1: Necesidad de seguimiento de las acciones implementadas después de la remediación.	0 = Se requieren extensas medidas de seguimiento (por ej. a largo tiempo) 1 = Se requieren medidas de seguimiento 2 = No se requieren medidas de seguimiento
Subcriterio 2.2: Capacidad de vigilancia/monitoreo del Sitio remediado (de ser necesario).	0 = No hay la posibilidad de vigilar/monitorear el Sitio remediado 1 = Las posibilidades de vigilancia/monitoreo son limitadas 2 = No hay limitaciones relevantes para la vigilancia/monitoreo del Sitio remediado, o no es necesario
Subcriterio 2.3: Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente.	0 = Menor Duración 1 = Duración Intermedia 2 = Mayor Duración
Criterio 3: Análisis de la Eco-eficiencia de las Medidas Propuestas	
Subcriterio 3.1: Generación y eliminación de residuos (durante la remediación).	0 = Se generan altas cantidades de residuos 1 = Se generan medianas cantidades de residuos 2 = Se generan pocas cantidades/nada de residuos
Subcriterio 3.2: Aprovechamiento de residuos (durante la remediación).	0 = La tasa de aprovechamiento es alto o se generen pocos/nada de residuos 1 = La tasa de aprovechamiento es mediano 2 = La tasa de aprovechamiento es poco/no hay aprovechamiento de residuos
Subcriterio 3.3: Consumo de energía.	0 = El consumo de energía es alto 1 = El consumo de energía es mediano 2 = El consumo de energía es bajo

Criterio/Subcriterio	Escala
Subcriterio 3.4: Generación de gases de efecto invernadero (GEI).	0 = La generación de GEI es alto 1 = La generación de GEI es mediano 2 = La generación de GEI es bajo
Subcriterio 3.5: Consumo de recursos naturales.	0 = El consumo de recursos naturales es alto 1 = El consumo de recursos naturales es mediano 2 = El consumo de recursos naturales es bajo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Para cada uno de los subcriterios, se evaluaron diferentes aspectos con el fin de obtener una calificación objetiva de las alternativas de remediación evaluadas; la valoración de estos aspectos fueron basados en Bibliografía y casos de experiencias de las alternativas, para el cual dependiendo de esta valoración de estos aspectos, se da una calificación para ese subcriterio en base a la calificación que se expone en el Anexo 7 de la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos (PDS) del MINAM.

A continuación, en la **Tabla 48** se mencionan cada uno de los aspectos utilizados para la calificación según cada subcriterio evaluativo.

Tabla 48. Aspectos de evaluación de Subcriterios de Matriz de Evaluación (Fase Intermedia)

Aspectos y atributos	Valoración	Ponderación
Criterio 1: Análisis de mejores técnicas disponibles		**60%**
Subcriterio 1.1 - Análisis de la técnica		**10%**
Selectividad de la Técnica respecto a los Contaminantes	**Información Bibliográfica**	
Metales Pesados y fracciones de hidrocarburos		
Granulometría del suelo		
Arcilloso		
Limoso		
Arenoso		
Contenido de materia orgánica		
Propiedades fisicoquímicas de los contaminantes		
Forma química de los metales: grado de especiación, solubilidad, biodisponibilidad		
Mezclas complejas de metales		
pH del suelo		
Calificación		
Técnica innovadora (no es técnica óptima actual)	0	
Técnica óptima actual, pero pocas experiencias en casos parecidos	1	
Técnica óptima actual, con experiencias positivas en casos parecidos, pero depende de las características específicas del Sitio	2	
Técnica óptima, con experiencias positivas en Sitios parecidos	3	
Técnica óptima, su éxito no depende de las características específicas del Sitio	4	
Subcriterio 1.2 Eficacia con respecto al objetivo de la remediación		**25%**

Aspectos y atributos	Valoración	Ponderación
Porcentaje de remoción del contaminante de interés	**Información Bibliográfica**	
Metales Pesados y fracciones de hidrocarburos(%)		
Calificación		
Sitio remediado alcanza los objetivos de remediación	0	
Sitio remediado supera los objetivos de remediación	1	
Sitio remediado supera sosteniblemente los objetivos de remediación	2	
Subcriterio 1.3 Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia		
Exposición a ruidos mayores a 85 dBA	Si = 1 y No = 0	
Exposición a emisiones atmosféricas (Material particulado y/o gases de efecto invernadero)	Si = 1 y No = 0	
Exposición a productos químicos y sustancias reactivas (ácidos, bases)	Si = 1 y No = 0	
Exposición a gérmenes bacteriológicos	Si = 1 y No = 0	
Exposición al contaminante	Si = 1 y No = 0	**5%**
Exposición a elevadas temperaturas	Si = 1 y No = 0	
Exposición a campos eléctricos	Si = 1 y No = 0	
Calificación		
Impactos considerables (Sumatoria ≥ 4)	0	
Impactos parecidos a obras de construcción según la costumbre local (2 ≤ Sumatoria ≤ 3)	1	
No impactos relevantes (0 ≤ Sumatoria ≤ 1)	2	
Subcriterio 1.4 Autorizaciones relacionadas a la implementación de la técnica de remediación		
DIGESA (Insumos o productos)	Si = 1 y No = 0	
SERFOR (Forestal y fauna)	Si = 1 y No = 0	
PRODUCE (Captura pesquera o hidrobiológica)	Si = 1 y No = 0	
MINAM	Si = 1 y No = 0	
MINEM	Si = 1 y No = 0	
ANA	Si = 1 y No = 0	**2%**
Operadora - PETROPERU	Si = 1 y No = 0	
Ministerio de Cultura	Si = 1 y No = 0	
SUNAT	Si = 1 y No = 0	
Calificación		
Necesidad de involucrar a más de 5 autoridades administrativas	0	
Necesidad de involucrar de 3 a 5 autoridades administrativas	1	
Necesidad de involucrar máximo a 2 autoridades administrativas	2	
Subcriterio 1.5 Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional		**8%**

Aspectos y atributos	Valoración	Ponderación
Básicos (casco, guantes, tapabocas, botas, gafas, tapón auditivo, overol)	Si = 1 y No = 0	
Intermediados (guantes aislantes, botas de seguridad aislante, tapa oídos de cop, mascarillas autofiltrantes, pantallas para soldar)	Si = 1 y No = 0	
Nota: Si la técnica presenta equipos de protección Personal de tipo especializado se le dará una calificación "2"		
Calificación		
Se requieren exigentes medidas de higiene y seguridad ocupacional (Sumatoria ≥ 3)	0	
Se requieren medidas de higiene y seguridad ocupacional relacionadas a obras de construcción civil (Sumatoria = 2)	1	
No se requieren medidas de higiene y seguridad ocupacional relevantes (0 ≤ Sumatoria ≤ 1)	2	
Subcriterio 1.6 Opciones de acciones complementarias (después de la remediación)		
Disposición final de las aguas de proceso	Si = 1 y No = 0	
Disposición final de agentes extractantes, quelantes, surfactantes	Si = 1 y No = 0	
Ensayos analíticos para determinar si se redujo la concentración de los contaminantes a límites inferiores al estándar de calidad ambiental (Asignación: "Si" = 1 y "No" = 0)	Si = 1 y No = 0	
Ensayos de TLCP al suelo remediado	Si = 1 y No = 0	
Ensayos y pruebas estructurales del material tratado	Si = 1 y No = 0	**10%**
Restauración de las propiedades físicas del suelo tratado (pH, concentración de materia orgánica)	Si = 1 y No = 0	
Reforestación	Si = 1 y No = 0	
Calificación		
No hay opciones de acciones complementarias (Sumatoria = 0)	0	
Hay limitadas opciones de acciones complementarias (1 ≤ Sumatoria ≤ 6)	1	
Hay ilimitadas opciones de acciones complementarias (Sumatoria ≥ 7)	2	
Criterio 2: Análisis de la sostenibilidad de las alternativas		**20%**
Subcriterio 2.1 Seguimiento de las acciones implementadas después de aplicada la técnica de remediación		
Arreglo paisajístico	Si = 1 y No = 0	
Restauración de las propiedades edafológicas del suelo	Si = 1 y No = 0	
Calificación		**5%**
Se requieren extensas medidas de seguimiento (Si además de las acciones de seguimiento mencionadas existen otras acciones para la aplicación de la técnica)	0	
Se requieren medidas de seguimiento (1 ≤ Sumatoria ≤ 2)	1	
No se requieren medidas de seguimiento (Sumatoria = 0)	2	

Aspectos y atributos	Valoración	Ponderación
Subcriterio 2.2 Capacidad de vigilancia/monitoreo del Sitio remediado		**5%**
Monitoreo de especies de flora y fauna	Si = 1 y No = 0	
Monitoreo de las características fisicoquímicas del suelo	Si = 1 y No = 0	
Monitoreo de procesos de restauración natural	Si = 1 y No = 0	
Calificación		
Se requiere vigilar/monitorear el Sitio remediado (Si existen otros tipos de monitoreos además de los mencionados que requieran la aplicación de la técnica).	0	
La posibilidad de monitoreo/vigilancia es limitada (1 ≤ Sumatoria ≤ 3)	1	
No se requiere vigilancia/monitoreo en el Sitio remediado (Sumatoria = 0)	2	
Subcriterio 2.3 Duración de la alternativa de remediación		**10%**
0 - 6 meses		
6 meses - 12 meses		
Más de 12 meses		
Calificación		
Mayor Duración (Más de 12 meses)	0	
Duración Intermedia (6 meses - 12 meses)	1	
Menor Duración (0 - 6 meses)	2	
Criterio 3: Análisis de coeficiencia de las medidas propuestas		**20%**
Subcriterio 3.1 Generación y eliminación de residuos (durante la remediación)		**2%**
Ácidos orgánicos e inorgánicos, hidróxidos, solventes solubles en agua como metanol, agentes complejantes como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), surfactantes	Si = 1 y No = 0	
Aguas industriales	Si = 1 y No = 0	
Residuos de materiales construcción y escombros	Si = 1 y No = 0	
Material vítreo inertizado por elevadas temperaturas	Si = 1 y No = 0	
Recojo y manejo de gases	Si = 1 y No = 0	
Generación de residuos peligrosos (empaques, envases de residuos químicos, aceites, lubricantes, especies vegetales con contaminación, etc.)	Si = 1 y No = 0	
Calificación		
Se generan altas cantidades de residuos (Sumatoria ≥ 4)	0	
Se generan medianas cantidades de residuos (1 ≤ Sumatoria ≤ 3)	1	
Se generan pocas/ningún residuo (Sumatoria = 0)	2	
Subcriterio 3.2 Aprovechamiento de residuos (durante la remediación)		**3%**
Biofertilizante o Bioabono	Si = 1 y No = 0	
Biogas	Si = 1 y No = 0	
Calificación		

Aspectos y atributos	Valoración	Ponderación
La tasa de aprovechamiento es baja (Sumatoria = 0)	0	
La tasa de aprovechamiento es mediana (Sumatoria = 1)	1	
La tasa de aprovechamiento es alta (Sumatoria = 2)	2	
Subcriterio 3.3 Consumo de energía		
Sistemas de tamizaje para separación mecánica de sólidos	Si = 1 y No = 0	
Utilización de Equipos que tengan un consumo alto de energía (Biodigestores, Bombas, entre otros)	Si = 1 y No = 0	
Planta de tratamiento de agua industrial para el manejo de líquidos y agentes extractantes	Si = 1 y No = 0	
Sistemas para separación de los extractantes de los contaminantes	Si = 1 y No = 0	
Resistencias eléctricas y electrodos para aplicar elevadas temperaturas	Si = 1 y No = 0	**5%**
Mezcladora de concreto	Si = 1 y No = 0	
Calificación		
El consumo de energía es alto (Sumatoria ≥ 5)	0	
El consumo de energía es mediano (2 ≤ Sumatoria ≤ 4)	1	
El consumo de energía es bajo (0 ≤ Sumatoria ≤ 1)	2	
Subcriterio 3.4 Generación de gases de efecto invernadero (GEI): CO2 y CH4		
Dióxido de Carbono (CO2)	Si = 1 y No = 0	
Metano (CH4)	Si = 1 y No = 0	
Óxido Nitroso (N2O)	Si = 1 y No = 0	
Compuestos Halogenados	Si = 1 y No = 0	
Vapor de agua	Si = 1 y No = 0	
Ozono (O3)	Si = 1 y No = 0	**5%**
Nota: Si la técnica necesita de mayor cantidad de equipos que produzcan mayor cantidad de un gas de efecto invernadero en comparación de las demás técnicas se le dará una calificación de "2"		
Calificación		
La generación de GEI es alto (Si se produce además de los gases mencionados, otro gas de tipo invernadero)	0	
La generación de GEI es mediano (2 ≤ Sumatoria ≤ 6)	1	
La generación de GEI es bajo (0 ≤ Sumatoria ≤ 1)	2	
Subcriterio 3.5 Consumo de recursos naturales		
Agua Superficial	Si = 1 y No = 0	
Agua Subterránea	Si = 1 y No = 0	
Suelo	Si = 1 y No = 0	**5%**
Especies Forestales	Si = 1 y No = 0	
Calificación		
El consumo de recursos naturales es alto (Sumatoria ≥ 3)	0	

Aspectos y atributos	Valoración	Ponderación
El consumo de recursos naturales es mediano (Sumatoria = 2)	1	
El recurso de recursos naturales es bajo (0 ≤ Sumatoria ≤ 1)	2	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2023.

La valoración de los aspectos anteriormente mencionados para cada una de las alternativas evaluadas se encuentra en el Anexo 6.11.6- Pestaña Fase Intermedia Criterios de Selección, en donde se utilizaron referencias bibliográficas tales como artículos científicos, casos de experiencias, entre otros de las alternativas de remediación, la cual se encuentra descrita en el numeral 5.5.2.1.2. de este documento.

En esta fase se hizo la valoración de cinco (5) técnicas, teniendo en cuenta los criterios definidos en la matriz técnica de selección de tecnologías de remediación.

- **Escenario 1: Contaminación por Metales Pesados e Hidrocarburos**

Se presenta la calificación asignada para cada técnica. (Ver Anexo 6.11.6 **-** Pestaña Resultados Ponderación MP)

- Alternativa 1: Fitorremediación
- Alternativa 2: Oxidación/Reducción química
- Alternativa 3: Electrocinética
- Alternativa 4: Solidificación (ex situ – on site)
- Alternativa 5: Lavado de Suelos *ex situ (Washing)*

De las cinco (5) alternativas mencionadas anteriormente y de acuerdo a la evaluación cuantitativa y cualitativa, resultaron con mayor puntuación las técnicas de Remediación Electrocinética, Solidificación (ex situ – on site) y Lavado de Suelos ex situ (Washing) tal como se muestra en el Anexo 6.11.6 **-** Pestaña Resultados Ponderación MP, estos se consideran como las técnicas más idóneas para el tratamiento de hidrocarburos de sedimentos y suelo del Sitio S0103 (Botadero KM 7).

2.35. Observación Nº 39

En el Ítem 5.6.1 del PR del Sitio S0103 – "*Superficie y Volumen a Remediar y Rehabilitar de acuerdo con el Objetivo Definido*" (Folios 444 y 448), indicó que "*(…)* La determinación de la superficie y el volumen a remediar, se realizó partiendo del volumen estimado en la caracterización del Sitio (estimación preliminar de las áreas y volúmenes del Sitio Impactado, ver numeral 3.8.2 del plan de Rehabilitación). Con el volumen definido previamente se realizó una zonificación de las áreas que deben ser intervenidas, las cuales presentan los contaminantes de preocupación por fracciones de hidrocarburos (F2 y F3) y metales pesados como Arsénico (As) y Plomo (Pb); dicha zonificación también tuvo en cuenta los análisis realizados en el análisis del ERSA y se generó usando el método de las secciones transversales por medio del Software AutoCAD Civil 3D. Siendo así finalmente se determinó el volumen que debe ser objeto de tratamiento, el cual se presenta en la Tabla 5-34*."; asimismo, se presentó la Figura 5-11 – "Zonas Contaminadas Identificadas en el Sitio S0103 (Botadero Km 7)*", en la cual se aprecia, la distribución estimada del contaminante presente en el Sitio a remediar.
De la revisión de la información que obra en el Expediente, se tiene que no realizó la correcta delimitación del área y el volumen a remediar, en la medida que:

(i) La interpolación de las isoconcentraciones para la delimitación del Sitio Impactado deberá ser reformulado según la Observación N° 19.
(ii) No se ha considerado para la determinación del volumen a remediar el Factor de Esponjamiento (Fw).

En ese sentido, y teniendo en consideración la Observación N° 9 del presente Informe, deberá realizar la correcta delimitación del área y volumen a remediar y, como consecuencia de ello, se deberá cumplir con lo siguiente:

(i) Reformular la información consignada en el Ítem 5.6.1 del PR del Sitio S0103, indicando y sustentando las profundidades consideradas para el cálculo del volumen a remediar.
(ii) Incluir el Factor de Esponjamiento (Fw) para la determinación del volumen a remediar.
(iii) Incluir en el Anexo 6.11.4 del PR del Sitio S0103, la información del cálculo de volúmenes (tablas, gráficos, perfiles longitudinales y secciones transversales).
(iv) Corregir los mapas de los Anexos 6.3. y 6.4. del PR del Sitio S0103, teniendo en cuenta lo señalado en el numeral precedente. Cabe indicar que, la información a ser graficada deberá encontrarse a una escala adecuada que permita visualizar las áreas de corte y profundidad de corte.
(v) En función a las nuevas áreas y volúmenes a remediar, deberá actualizar la zona de tratamiento para suelos.

Comentario a la Absolución de la Observación N°39

(i) Reformular la información consignada en el Ítem 5.6.1 del PR del S0103, indicando y sustentando las profundidades consideradas para el cálculo del volumen a remediar.
(iii) Incluir en el Anexo 6.11.4 del PR del Sitio 50103, la información del cálculo de volúmenes (tablas, gráficos, perfiles longitudinales y secciones transversales).
(iv) Corregir los mapas de los Anexos 6.3. y 6.4. del PR del Sitio 50103, teniendo en cuenta lo señalado en el numeral precedente. Cabe indicar que, la información a ser graficada deberá encontrarse a una escala adecuada que permita visualizar las áreas de corte y profundidad de corte.
(v) En función a las nuevas áreas y volúmenes a remediar, deberá actualizar la zona de tratamiento para suelos.

Respuesta:
Ver respuesta dada en la Observación 19 ítem "Isoconcentraciones".

Para realizar el cálculo del volumen de suelo a remediar se tomarán en consideración un factor de esponjamiento equivalente al 20%.

A continuación, se describe la metodología empleada para determinar la superficie y volumen a remediar en el Sitio S0103 (Botadero km 7), la reformulación realizada considera el área identificada mediante prospección geofísica con Georradar, la ubicación de los puntos de muestreo de los cuales se tienen resultados analíticos y los puntos OEFA.

Anomalía "S0103-GPR01": Esta sección está comprendida entre la progresiva 0+02 hasta 0+10, del perfil longitudinal 1. Esta sección tiene un área de 23,75 m2 y una profundidad de 2,00 m.

Volumen de suelo a remediar: 47,78 m^3.

Anomalía "S0103-GPR02": El Georradar en las coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S, 340926 (E) y 9691916 (N), identificó un punto más no un área con residuos, considerando que el informe de Georradar no indica el área y profundidad a la que hipotéticamente hay residuos, no se tomará en consideración esta anomalía para el cálculo de áreas y volúmenes de suelo a remediar, de todas formas, en la fase de remediación es procedente determinar si en estas coordenadas existen fuentes

de contaminación y tomar muestras de suelo en esta sección para determinar si se está presentando o no la deposición de metales pesados.

Anomalía "S0103-S001 y S0103-S003": Esta sección está comprendida entre la progresiva 0+20 hasta 0+38, del perfil longitudinal 3. Esta sección tiene un área de 288,00 m2., estas dimensiones fueron determinadas en campo.

Esta sección se caracterizó mediante la realización de sondeos mecanizados con retrocargador hasta una profundidad de 3,50 m. El sustrato superficial de suelo hasta una profundidad de 1,0 m. (Aprox.), es suelo de relleno libre de contaminantes, pero a partir de una profundidad de 1,0 m., se observa la acumulación de residuos de diferente naturaleza como plásticos, madera, grasas y lubricantes, bolsas de cemento etc., y aguas de infiltración.

Dado que el suelo nativo ha sido alterado por la disposición de misceláneos, la profundidad de corte de esta sección es equivalente 2,50 m.

Volumen de suelo a remediar: 735,14 m^3.

A continuación, en la **Figura 25**, se presenta el perfil litológico del punto se muestreo "S0103-S001".

Profundidad (m)	Espesor (m)	Perfil litológico	Descripción
0,00 - 1,60	1,6		Excavación mecanizada con retrocargador. Suelo arcilloso limoso, sin presencia de residuos.
1,6 - 3,0	1,4		Suelo limoso con arenas y presencia de residuos.

Figura 25. Perfil Litológico del Punto de Muestreo "S0103-S001".
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

A continuación, en la **Figura 26**, se presenta el perfil litológico del punto se muestreo S0103-S003.

Profundidad (m)	Espesor (m)	Características de la estación de muestreo	Descripción
0,00 - 0,40	0,4		Suelo limoso
0,40 - 2,50	2,1		Suelo con residuos
2,50			Suelo natural

Figura 26. **Perfil Litológico del Punto de Muestreo S0103-S003.**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

A continuación, se presenta el registro fotográfico de la excavación mecanizada realizada en el punto de muestreo "S0103-S001".

Fotografía 6. Punto de Muestro "S0103-S001".

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

Fotografía 7. Muestra de Suelo Punto de Muestreo "S0103-S003".

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

Anomalía "S0103-S007": Esta sección fue caracterizada mediante sondeos mecanizados con retrocargador, los sustratos de suelo comprendidos entre 0,00 m., y 2,0 m., están libres de residuos

y agentes contaminantes, pero a partir de 2,0 m., hasta 2,70 m., de profundidad hay residuos enterrados de diversa índole y naturaleza como piezas electrónicas, filtros, circuitos eléctricos, piezas de automóviles, piezas mecánicas, etc. La excavación se realizó hasta 2,70 m., debido a que se encontró una placa de cemento que evitó continuar con la excavación.

Los resultados analíticos de las muestras de suelo tomadas en este punto indican que, a la profundidad de 2,25 m., la concentración de los siguientes metales es:

As: 510,1 mg/kg.

Cd: 7,9 mg/kg.

Ni: 51 mg/kg.

Sb: 225 mg/kg.

Zn: 7897 mg/kg.

Esta sección está comprendida entre la progresiva 0+36 hasta 0+52, del perfil longitudinal 2.

Esta sección tiene un área de 198,74 m^2 y una profundidad de 3,0 m. Las dimensiones consideradas para esta sección corresponden a lo determinado en campo.

Volumen de suelo a remediar: 597,56 m^3.

A continuación, en la **Figura 27** se presenta el perfil litológico del punto de muestreo “S0103-S007”.

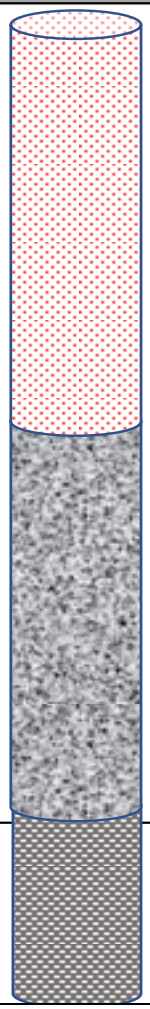
Profundidad (m)	Espesor (m)	Perfil litológico	Descripción
0,00 - 2,00	2		Excavación mecanizada con retrocargador. Suelo limoso arcilloso. Suelo disturbado
2,0 - 2,70	0,7		Residuos enterrados: piezas electrónicas, eléctricas, cables, filtros, circuitos eléctricos, mangueras. As: 510,1 mg/kg. Cd: 7,9 mg/kg. Ni: 51 mg/kg. Sb: 225 mg/kg. Zn: 7897 mg/kg.
2,7			Placa de concreto

Figura 27. **Perfil Litológico del Punto de Muestreo "S0103-S007".**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

A continuación, se presenta la excavación mecanizada realizada en el punto de muestreo "S0103-S007".

Fotografía 8. Excavación Mecanizada en el Punto de Muestreo "S0103-S007".

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

Fotografía 9. **Residuos Identificados en el Punto de Muestreo "S0103-S007".**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

Anomalía "S0103-S008": Esta sección fue caracterizada mediante sondeos mecanizados con retrocargador, los sustratos de suelo comprendidos entre 0,00 m., y 0,40 m., son limos y arcillas y están libres de residuos y agentes contaminantes, pero a partir de 0,40 m., hasta 1,50 m., se identificaron residuos en bolsas plásticas que generan mal olor.

Los resultados analíticos indican que, a la profundidad de 0,50 m., la concentración de la fracción de hidrocarburos F3 es igual 4691 mg/kg., y a la profundidad de 2,50 m., la concentración de la fracción de hidrocarburos F2 es igual 1498 mg/kg.

Para efectos de calcular el volumen de suelo a remediar, esta sección está dividida en dos partes, la primera está comprendida entre la progresiva 0+128 hasta 0+50 del perfil longitudinal 2 y la segunda sección está comprendida entre la progresiva 0 +16 hasta 0+52 del perfil longitudinal 3.

Área de la sección N° 1: 165,27 m^2
Profundidad de corte: 3,50 m.
Área de la sección N° 2: 278,83 m^2
Profundidad de corte: 3,50 m.
Volumen de suelo a remediar: 1525,52 m^3.

A continuación, en la **Figura 28**, se presenta el perfil litológico del punto de muestreo "S0103-S008".

Profundidad (m)	Espesor (m)	Perfil litológico	Descripción
0,00 - 0,40	0,4		Excavación mecanizada con retrocargador. Suelo limoso. Fracción de hidrocarburos F3 4691 mg/kg.,
0,40 - 0,50	0,1		Fracción de hidrocarburos F3: 4691 mg/kg.,
0,50 - 2,50	2		Fracción de hidrocarburos F2: 1498 mg/kg.

Figura 28. **Perfil Litológico del Punto de Muestreo "S0103-S008".**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

Fotografía 10. **Residuos Identificados en el Punto de Muestreo "S0103-S008".**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023

Los sondeos mecanizados realizados con retrocargador en el Sitio S0103 (Botadero km 7), indican que la distribución y la forma en que fueron dispuestos los residuos industriales no siguen un patrón definido y sistemático, en una misma sección se encuentran compuestos orgánicos mezclados con una gran diversidad de piezas metálicas, en el perfil de una misma sección se pueden encontrar capas de suelo no contaminado depositada en algunos casos en forma secuencial para aislar los residuos del medio ambiente y evitar su dispersión por efecto de factores externos como las aguas lluvia, por lo tanto, se recomienda que en la fase de rehabilitación y remediación del Sitio S0103, se realice una caracterización analítica de las capas de suelo, en especial de aquellas que han estado en contacto directo con las fuentes de contaminación, para determinar si los compuestos orgánicos se han dispersado a través de estos sustratos limpio de suelo y si se ha presentado la deposición y absorción de metales pesados a través de la fracción líquida o sólida del suelo.

La concentración de hidrocarburos totales de petróleo en campo se puede realizar mediante el método de ensayo portátil "PETROFLAG", a través de este método se puede determinar la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en el rango entre 15 y 2000 ppm., y 150 a 20000 ppm.

La concentración de metales pesados en suelo como As, Ba, Cd, Hg, NI, Pb y Zn, se puede determinar en campo a través de la técnica de espectrometría por fluorescencia de rayos X.

Factores que condicionan la movilidad de los metales pesados.

El grado de movilidad y la migración de los metales pesados de un medio físico es una función importante de la especiación y del tipo de suelo (Gulens et al.,1979), el estado de oxidación de los elementos, influye significativamente en la movilidad del contaminante, en algunos casos aumenta la solubilidad de los productos favoreciendo su migración de un medio a otro; la movilidad depende

también del tipo de enlaces químicos que este formando el metal pesado con otros compuestos, del grado de interacción entre el contaminante con las matrices de suelo, sedimento o agua y de factores medio ambientales. Según la US EPA, la interacción de los iones metálicos se da primordialmente con la materia orgánica y constituyentes inorgánicos del suelo, así entonces, los metales pesados se pueden disolver en la fase acuosa del suelo o redistribuir lentamente entre los componentes de la fase sólida (Sposito et al., 1983; McGrath y Cegarra, 1992; Han et al., 2003). Dicha redistribución se caracteriza por una rápida retención inicial y posteriores reacciones lentas, dependiendo de las especies del metal, propiedades del suelo, nivel de introducción y tiempo (Brummer et al., 1988; Han y Banin, 1997, 1999; Han et al., 2001, 2003).

Sobre las condiciones locativas en la que se encuentran las anomalías BOT-KM7-SU01 y BOT-KM7-SU03, las cuales fueron identificadas por OEFA, es importante señalar que estos puntos se encuentran sobre la parte alta de una terraza llana con una altitud promedio de 242,5 msnm., al tratarse de una zona plana y estable no se están presentando fenómenos de erosión y movimientos de tierras a través de las laderas que circundan a la zona de terraza.

Tomando en consideración los mecanismos y propiedades fisicoquímicas que determinan la movilidad de los elementos traza a través de la matriz del suelo, para el cálculo del área y volumen a remediar en los puntos OEFA, se asumirá una sección de A: 5 x L: 5 x H: 1,5 m.

Anomalía "BOT-KM7-SU01": Esta sección está comprendida entre la progresiva 0+46 hasta 0+54, del perfil longitudinal 3. Esta sección tiene un área de 25,00 m2 y una profundidad de 1,50 m. El volumen a remediar de esta sección es igual a 37,26 m3.

Estos datos fueron tomados a partir del análisis e interpretación de los resultados de muestreo de suelo realizados por la Consultora CEV, a través de los cuales se determinó una tendencia en la movilización de los metales pesados.

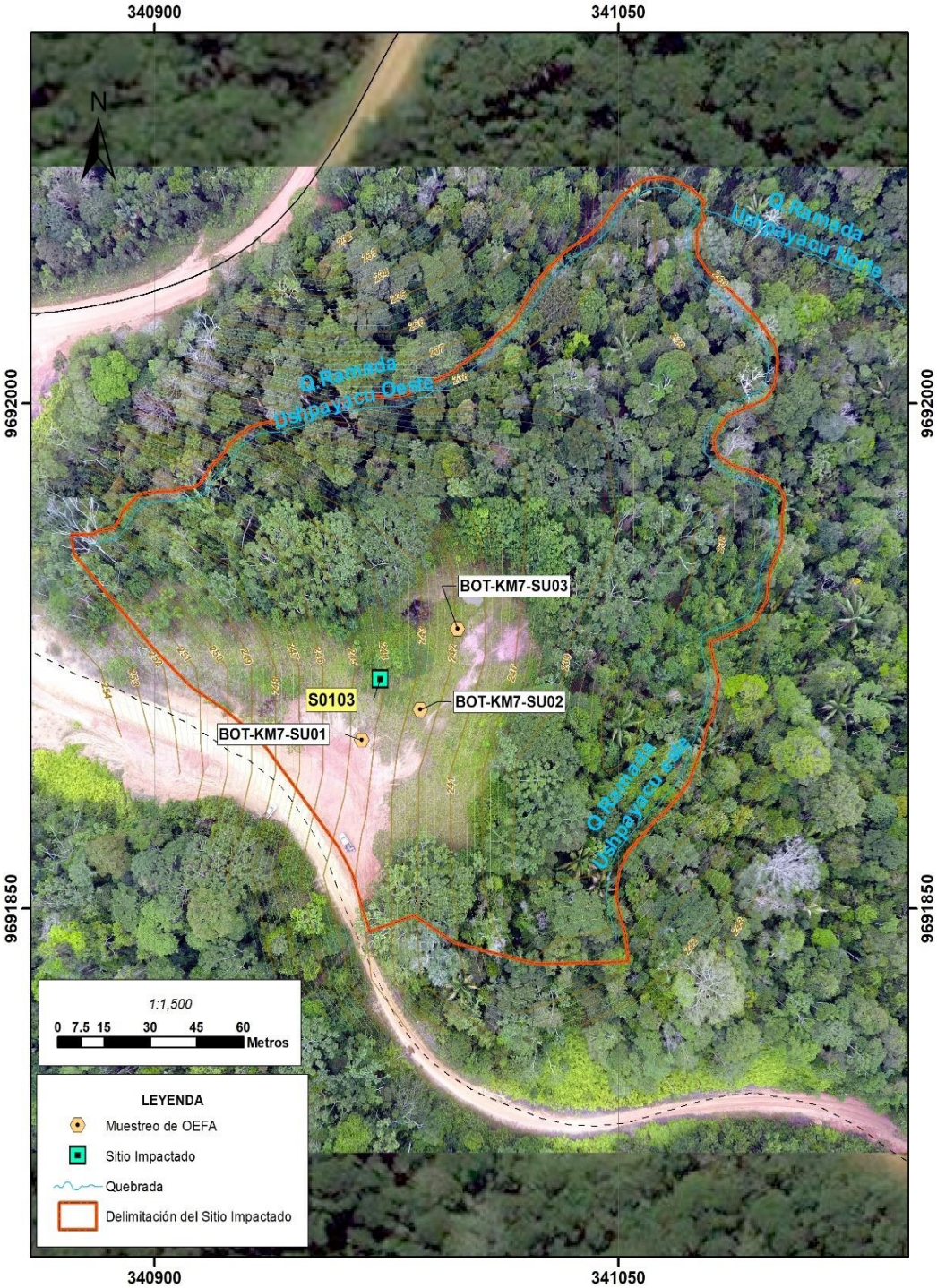
Según los resultados de OEFA en este punto a la profundidad de 0,40 m., la concentración de Cd es igual a 1,569 mg/kg.

Anomalía "BOT-KM7-SU03": Esta sección está ubicada sobre la parte alta de una terraza a una altitud de 242,0 msnm., la sección está comprendida entre la progresiva 0+04 hasta 0+12, del perfil longitudinal 3. Tiene un área de 25 m2 y una profundidad de 1,5 m. El volumen a remediar es igual a 38,00 m3.

Según los resultados de OEFA en este punto a la profundidad de 0,40 m., la concentración de Cd es igual a 1,538 mg/kg.

Anomalía "BOT-KM7-SU02": Esta sección está ubicada sobre la parte alta de la terraza a una altitud de 242,5 m., no está siendo tomada en consideración para realizar el cálculo de áreas y volúmenes a remediar porque la concentración de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), F3 (>C28-C40) y de los metales As, Ba, Cd, Hg y Pb es inferior a los estándares de calidad ambiental.

A continuación, se presenta una figura con las curvas de nivel en donde se visualizan los puntos OEFA BOT-KM7-SU01, BOT-KM7-SU02, BOT-KM7-SU03.



Fotografía 11. **Ubicación de los puntos OEFA BOT-KM7-SU01, BOT-KM7-SU02, BOT-KM7-SU03.**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

A continuación, se presentan las áreas de corte y el volumen de corte para cada perfil longitudinal, valores calculados empleando el Software AutoCAD Civil 3D.

Tabla 49. Cálculo de Volumen para la anomalía "S0103-GPR-01" - Perfil longitudinal 1. Software AutoCAD Civil 3D

Abscisa	Área de corte(m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de corte acumulado (m3)
0+02	0.00	0.00	0
0+04	8.08	8.08	8
0+06	12.64	20.72	29
0+08	3.17	15.81	45
0+10	0.00	3.17	47.78

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 50. Cálculo de Volumen para la anomalía "S0103-S001" y "S0103-S003" - Perfil longitudinal 3. Software AutoCAD Civil 3D

Abscisa	Área de corte (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de corte acumulado (m3)
0+20	0	0	0
0+22	40.97	40.97	41
0+24	49.74	90.71	132
0+26	49.55	99.29	231
0+28	49.38	98.93	330
0+30	49.21	98.59	428.49
0+32	49.31	98.52	527.01
0+34	49.66	98.97	625.98
0+36	29.75	79.41	705.39
0+38	0.00	29.75	735.14

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 51. Cálculo de Volumen para la anomalía "S0103-S007" - Perfil longitudinal 2. Software AutoCAD Civil 3D

Abscisa	Área de corte (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de corte acumulado (m3)
0+36	0.00	0.00	0
0+38	30.63	30.63	31
0+40	53.71	84.34	115
0+42	53.22	106.93	222
0+44	52.68	105.90	327.80
0+46	52.61	105.29	433.09
0+48	52.54	105.15	538.24
0+50	3.39	55.93	594.17
0+52	0.00	3.39	597.56

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 52. Cálculo de Volumen para la anomalía "S0103-S008" - Perfil longitudinal 2. Software AutoCAD Civil 3D

Abscisa	Área de corte (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de corte acumulado (m3)
0+28	0.00	0.00	0
0+30	37.46	37.46	37
0+32	36.57	74.03	111
0+34	35.65	72.22	184
0+36	34.68	70.33	254.04
0+38	32.46	67.14	321.18
0+40	29.08	61.54	382.72
0+42	25.66	54.74	437.46
0+44	22.32	47.98	485.44
0+46	19.09	41.41	526.85
0+48	7.82	26.91	553.76
0+50	0.00	7.82	561.58

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 53. Cálculo de Volumen para la anomalía "S0103-S008" - Perfil longitudinal 3. Software AutoCAD Civil 3D

Abscisa	Área de corte (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de corte acumulado (m3)
0+16	0	0	0
0+18	19.39	19.39	19
0+20	39.74	59.13	79
0+22	35.02	74.76	153
0+24	28.76	63.78	217
0+26	24.95	53.71	270.77
0+28	27.82	52.77	323.54
0+30	27.68	55.50	379.04
0+32	31.99	59.67	438.71
0+34	23.35	55.34	494.05
0+36	20.53	43.88	537.93
0+38	17.49	38.02	575.95
0+40	15.21	32.70	608.65
0+42	14.34	29.55	638.20
0+44	35.88	50.22	688.42
0+46	41.06	76.94	765.36
0+48	39.99	81.05	846.41
0+50	38.77	78.76	925.17
0+52	0.00	38.77	963.94

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 54. Cálculo de Volumen para la anomalía "BOT-KM7-SU01" - Perfil longitudinal 3. Software AutoCAD Civil 3D

Abscisa	Área de corte (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de corte acumulado (m3)
0+46	0.00	0.00	0
0+48	5.13	5.13	5
0+50	8.15	13.28	18.41
0+52	5.35	13.50	31.91
0+54	0.00	5.35	37.26

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 55. Cálculo de Volumen para la anomalía BOT-KM7-SU03 - Perfil longitudinal 3. Software AutoCAD Civil 3D

Abscisa	Área de corte (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de corte acumulado (m3)
0+04	0.00	0.00	0
0+06	4.06	4.06	4
0+08	8.20	12.26	16
0+10	6.62	14.82	31
0+12	0.00	6.62	38

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

A partir de la anterior información se obtiene el siguiente volumen de suelo a remediar:

Tabla 56. **Superficie y Volumen de Suelo a Remediar en el Sitio S0103 (Botadero Km 7)**

Tipo de Contaminación	Superficie	Volumen	Factor de Esponjamiento 20%	Volumen con factor de esponjamiento
	(m^2)	(m^3)	(m^3)	(m^3)
Metales Pesados	248,74	672,58	134,52	807,10
Fracción de hidrocarburos	444,1	1525,52	305,10	1830,62
Residuos	312,0	783,00	156,60	939,60
Total	1004,84	2981,10	596,22	3577,32

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

*El volumen con el factor de esponjamiento no afecta los volúmenes a tratar en dosificación de insumos y uso de áreas de tratamiento.

Se adjunta en el **Anexo MINEM Observación N° 39** las tablas, gráficos, perfiles longitudinales y secciones transversales.

(iv) En el **Anexo MINEM Observación N° 39,** se presenta los siguientes planos modificados y actualizados:

Mapa "S0103-CEV-ALT-02" "Mapa de Estructuras de la Alternativa Seleccionada".

Mapa "S0103-CEV-ALT-04A" "Mapa de Zonas identificadas con Contaminación según Estándar de Referencia".

Mapa "S0103-CEV-ALT-04B" "Zonas a Intervenir con las Acciones de Remediación"

Mapa "S0103-CEV-ALT-05A" "Cálculos de Áreas y Volúmenes en Matriz Suelo del Sitio Impactado S0103".

Mapa "S0103-CEV-ALT-ALT-05B" "Cálculos de áreas y volúmenes en matriz sedimentos del Sitio Impactado S0103".

Mapa "S0103-CEV-ALT-05C" "Cálculos de áreas y volúmenes del Sitio Impactado para el perfil longitudinal 1 y 2".

Mapa "S0103-CEV-ALT-05D" "Cálculos de áreas y volúmenes del Sitio Impactado para el perfil longitudinal 3".

Se actualizará la zona de tratamiento para suelos.

2.36. Observación N° 40

En el Ítem 5.6.1.2 del PR del Sitio S0103 – "*Sedimentos*" (Folios 448 al 449), indicó que "*(…) el volumen de sedimentos a tratar es de 756 m3, que están distribuidos en la quebrada Ramada Ushpayacu Norte a una profundidad promedio 0,5 m*"; asimismo, presentó la Figura 5-14 – "*Zonas Identificadas con Sedimentos Contaminadas en el Sitio S0103 (Botadero Km72)"* (Folio 449), en la cual se aprecia, de forma gráfica, la delimitación del área de sedimento contaminado.

Por otro lado, de la revisión de la Tabla 3-82 "*Concentración de Metales Totales en Sedimentos*" (Folio 182) y del mapa S0103-CEV-MU-06 "*Muestreo de Sedimentos del Sitio Impactado*" (Folio 599), se verificó que realizó el muestreo en sedimentos en dos (2) puntos en la Quebrada Ramada Ushpayacu Norte (S0103-Sed001 y S0103-Sed002) y un (1) punto en la Quebrada Ushpayacu Este (S0103-Sed003), de los cuales uno de ellos (S0103-Sed001) presentó excedencias en metales (cromo y plomo).

Al respecto, se advierte lo siguiente:

(i) Presentó información del área, profundidad y volumen de sedimentos a remediar; sin embargo, no señaló la información (criterios, el cálculo, entre otros) que sustente lo señalado en la Tabla 5-36. "*Volúmenes y Superficies de Sedimentos del Sitio S0103" (Botadero Km 7)*" (Folio 449).

(ii) La profundidad utilizada para el cálculo del volumen de sedimentos (0.50 m) no guarda relación con lo señalado en el Anexo 6.5.2. – "*Ficha de muestreo de sedimentos*" (Folio 929), toda vez que se señala que en la estación de muestreo de sedimentos "*S0103 – Sed001*" la muestra fue tomada a una profundidad de 0,20 – 0,80 m.

<u>Comentario a la Absolución de la Observación N°40</u>

(i) Sustentar la delimitación del área afectada, para lo cual deberá realizar puntos de muestreo complementarios de calidad de sedimentos en puntos cercanos a la excedencia (aguas arriba y aguas abajo de la quebrada Ramada Ushpayacu este), a fin de descartar presencia de sedimentos contaminados. Dichos resultados deberán estar sustentados con sus respectivos informes de ensayo y cadenas de custodia.

(ii) Presentar la información que sustente el área, profundidad y volumen de sedimentos a remediar, adjuntando la información sustentatoria correspondiente. Cabe indicar que, para la profundidad

deberá considerar lo señalado en las cadenas de custodia o la profundidad que fue señalada en el sondeo, lo cual deberá guardar relación con la respuesta a la Observación N° 15.

Reformular la información consignada en el Ítem 5.6.1.2 del PR del Sitio S0103 y actualizar la información del Geodatabase.

Respuesta:

(i) A continuación, se presenta la descripción del cauce y condiciones hidrológicas de la quebrada ramada Ushpayacu Oeste y quebrada ramada Ushpayacu Este

- ***Quebrada ramada Ushpayacu Oeste.***

La quebrada ramada Ushpayacu oeste nace en la parte alta y dentro de los límites del área impactada, el nacimiento de la quebrada está a una altitud de 240 msnm; esta quebrada discurre por la parte baja de la terraza del Sitio S0103 (Botadero km 7), en sentido suroeste – noreste, se caracteriza por ser un cuerpo de agua léntico, con una profundidad promedio de 0,6 m., y un ancho de 1,0 m., a una distancia de 239 m., de la cabecera del nacimiento de la quebrada ramada Ushpayacu oeste, desemboca en la quebrada ramada Ushpayacu norte, a partir de este punto el curso de la quebrada continua hacia el noreste y luego hacia el sur para desembocar en la quebrada Capahuarí, la cual es afluente del río Pastaza.

En la quebrada ramada Ushpayacu oeste, se realizó el muestreo de aguas superficiales en la parte alta, en la estación de muestreo "*S0103-As001*", con coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S, 340902 (E) y 9691971 (N); en la época húmeda la concentración de Plomo (Pb) fue de 0,0205 mg/L, y en época seca, la concentración de Pb fue equivalente a 0,005 mg/L., valores que superan del Estándar para calidad de agua superficial categoría 4 (ríos de selva).

En estas mismas coordenadas se realizó el muestreo de sedimentos en la estación de muestreo "*S0103-Sed001*", la concentración de Cr, obtenida es igual a 41,7 mg/kg, siendo superior al límite ISQG (37,3 mg/kg) e inferior al límite PEL (90 mg/kg), definido en "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014).*

La concentración de Plomo en los sedimentos que se tomaron en el punto de muestreo "*S0103-Sed001*" es igual a 43 mg/kg, siendo superior al límite ISQG (35 mg/kg) e inferior al límite PEL (91,3 mg/kg), definido en *Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014).*

Según la Guía "*Canadian Environmental Quality Guidelines*", cuando la concentración de un contaminante supera el límite ISQG, pero es inferior al límite PEL, la presencia de la sustancia contaminante representa un riesgo potencial para los organismos acuáticos expuestos, aunque es posible que se presenten efectos biológicos negativos, su frecuencia, naturaleza y severidad son difíciles de predecir; investigaciones posteriores son necesarias para determinar si la asociación de sustancias químicas con las partículas de sedimentos representan un riesgo para los organismos acuáticos.

Aguas abajo de la anterior estación de muestreo a una distancia de 160 m., en el punto de muestreo "*S0103-As003*", con coordenadas 341017 (E) y 9692021 (N), se realizó el muestreo de agua superficial. La concentración de Pb en época húmeda fue igual a 0,0058 mg/L y en época seca la concentración fue igual a 0,0027 mg/L, valores que superan el Estándar de calidad para agua superficial categoría 4 (ríos de selva).

En estas mismas coordenadas se realizó el muestreo de sedimentos en la estación de muestreo "*S0103-Sed003*" la concentración de Cr, en el punto de muestreo "*S0103-Sed003*", es igual a 29,8 mg/kg, este valor es inferior al límite ISQG.

La concentración de Pb, en el punto de muestreo "*S0103-Sed003*", es igual a 18 mg/kg, este valor también es inferior al límite ISQG

Esta variación en la concentración del Cr y pH es un indicador que la concentración de los metales se está diluyendo progresivamente en la medida que el cauce está más distante de la parte alta del nacimiento de la quebrada.

La presencia de Cr y Pb, en el lecho del cuerpo de agua puede estar relacionada con el hecho que sobre la ladera que se extiende sobre el margen derecho del cuerpo de agua existen piezas metálicas dispersas que pueden estar generando la deposición de metales que por efecto de las aguas lluvia, o por erosión han migrado hasta el lecho de la quebrada.

A continuación, se presentan las fotografías de las estaciones de muestreo de sedimentos "*S0103-Sed001*" y "*S0103-Sed003*".

Fotografía 12. Estación de muestreo S0103-Sed001
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) - Fondo de Contingencia, 2023.

Fotografía 13. Estación de muestreo "*S0103-Sed001*"
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) -Fondo de Contingencia, 2023

- **Quebrada ramada Ushpayacu este.**

La quebrada ramada Ushpayacu Este proviene de la cabecera ubicada dentro del área del Sitio Impactado, discurre 275 m., por la parte baja de la terraza del Sitio S0103 (Botadero km 7), en sentido sur – noreste y desemboca en la quebrada ramada Ushpayacu norte; se caracteriza por ser un cuerpo de agua léntico, con una profundidad promedio de 0,5 m., y un ancho de 1,0 m.

Sobre las laderas a través de las cuales fluye esta quebrada no existen fuentes de potencial riesgo para el cuerpo de agua.

En la quebrada ramada Ushpayacu Este, se realizó el muestreo de aguas superficiales en la estación de muestreo "*S0103-As002*", con coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S, 341080 (E) y 9691918 (N), los parámetros de compuestos orgánicos e inorgánicos se encuentran dentro de los límites del Estándar de calidad ambiental para agua superficial categoría 4 (ríos de selva).

En estas mismas coordenadas se realizó el análisis de sedimentos en la estación de muestreo "*S0103-Sed002*" todos los parámetros analizados cumplen con el estándar de referencia reglamentado por *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.*

En el cuerpo de agua estacional <u>se realizarán acciones de remoción, retiro y tratamiento de los sedimentos</u> de la quebrada rapada Ushpayacu oeste, bajo las siguientes consideraciones:

1. **Concentración de Plomo (Pb) en agua superficial**: En las dos estacionalidades en las que se realizó la caracterización fisicoquímica del agua superficial, en las dos estaciones de muestreo, la concentración de pH fue superior al estándar de calidad ambiental.

2. **Concentración de Cromo (Cr) Plomo (Pb) en sedimentos:** Las concentraciones de Cr y Pb en sedimentos en el punto de muestreo ubicado en la parte alta, es superior al ISQG pero inferior al PEL, los cuales corresponden al rango inferior y superior reglamentado por *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia,* tal y como se señaló anteriormente, la presencia de estos metales representa un riesgo potencial para los organismos acuáticos expuestos, aunque es posible que se presenten efectos biológicos negativos, su frecuencia, naturaleza y severidad son difíciles de predecir, así que como medida protectora, se plantea retirar el sedimento en una profundidad de 0,60 m., dado que variaciones en el pH o factores que alteren el equilibrio físico químico existente en la interfase sedimentos-agua, producirán la transferencia de masa desde los sedimentos hacia la columna de agua o viceversa, por lo tanto los contaminantes que están formando enlaces químicos o que están absorbidos en los sustratos de sedimentos migrarán hacia la columna de agua alterando sus propiedades físico químicas.

A continuación, en la **Figura 29**, se presenta la ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos.

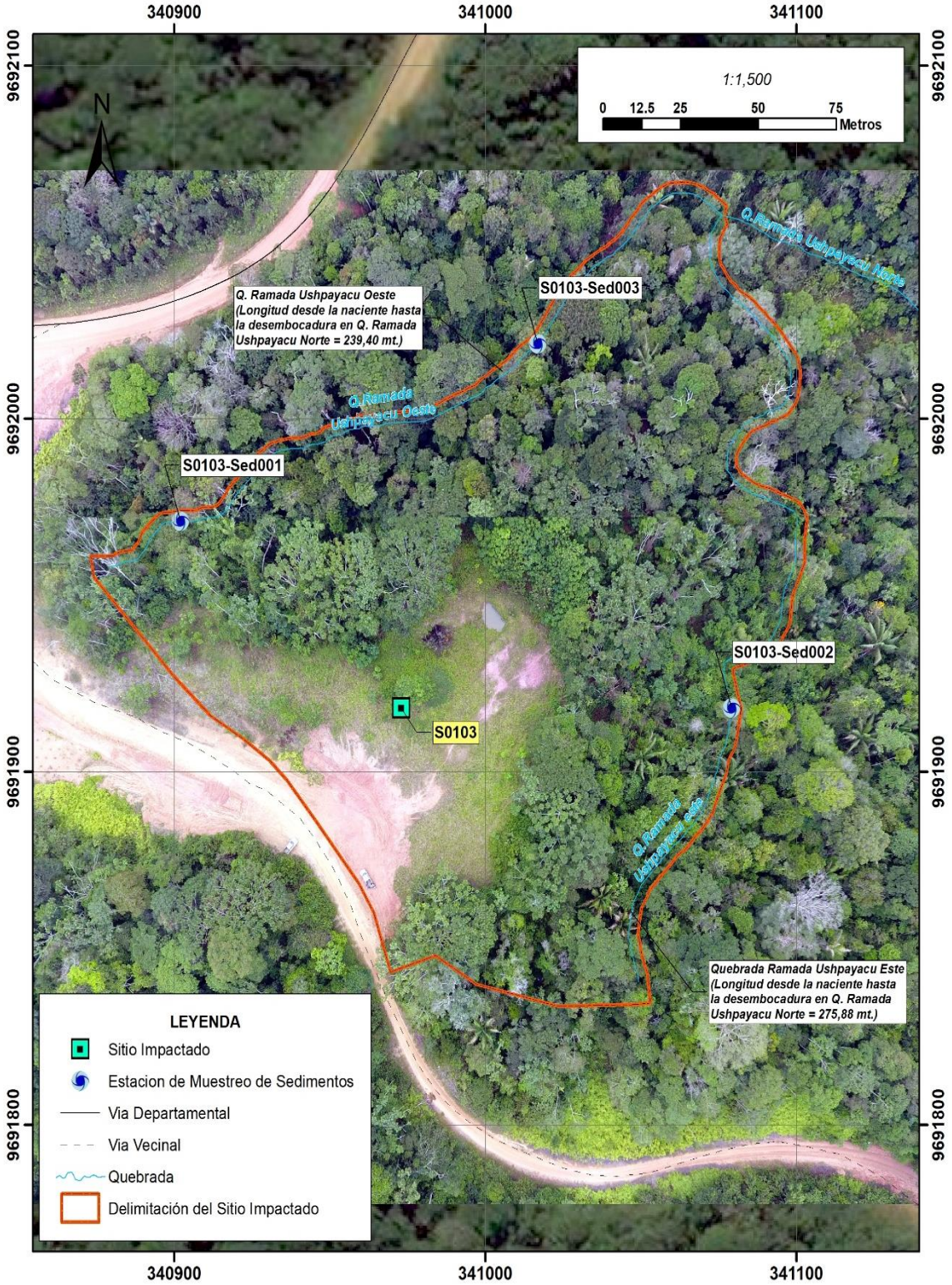


Figura 29. Ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) - Fondo de Contingencia, 2023

Para realizar el cálculo del volumen de sedimentos a remediar se tomaron en consideración las siguientes variables:

- **Longitud del tramo de la quebrada ramada Ushpayacu oeste**: Se está tomando en consideración una distancia de 239,6 m., desde la cabecera de la parte alta en donde nace la quebrada hasta el límite exterior del Área de Potencial Interés del Sitio S0103 (Botadero km 7).
- **Ancho del cuerpo de agua**: Tomando como referencia la información levantada en campo, el cálculo del volumen de sedimentos a remediar se realiza sobre la base de un ancho promedio de 1,0 m.
- **Profundidad del cuerpo de agua**: El formato de campo indica que el sedimento en el punto de muestreo S0103-Sed001, se extrajo hasta una profundidad de 0,60 m., esta es la profundidad promedio considerada para extraer los sedimentos.

A continuación, se presentan los resultados del área del cuerpo de agua a intervenir y el volumen de sedimentos a extraer y remediar

Tabla 57. Área del cuerpo de agua a intervenir y Volumen de sedimentos a remediar.

Estación de Muestreo	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014). 37,3 ISQG - 90 PEL (mg/kg)	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014). 35 ISQG - 91,3 PEL (mg/kg)	Área del cuerpo de agua a intervenir (m^2)	Volumen de sedimentos a remediar (m^3)
	Cr	Pb		
S0103-Sed001	41,7	43	**239,6**	**143,76**
S0103-Sed003	29,8	18		
Total				

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) - Fondo de Contingencia, 2023

A continuación, se presenta el trayecto de la quebrada ramada Ushpayacu oeste, en donde se plantea remover y retirar una capa de sedimentos de un espesor de 0,60 m.

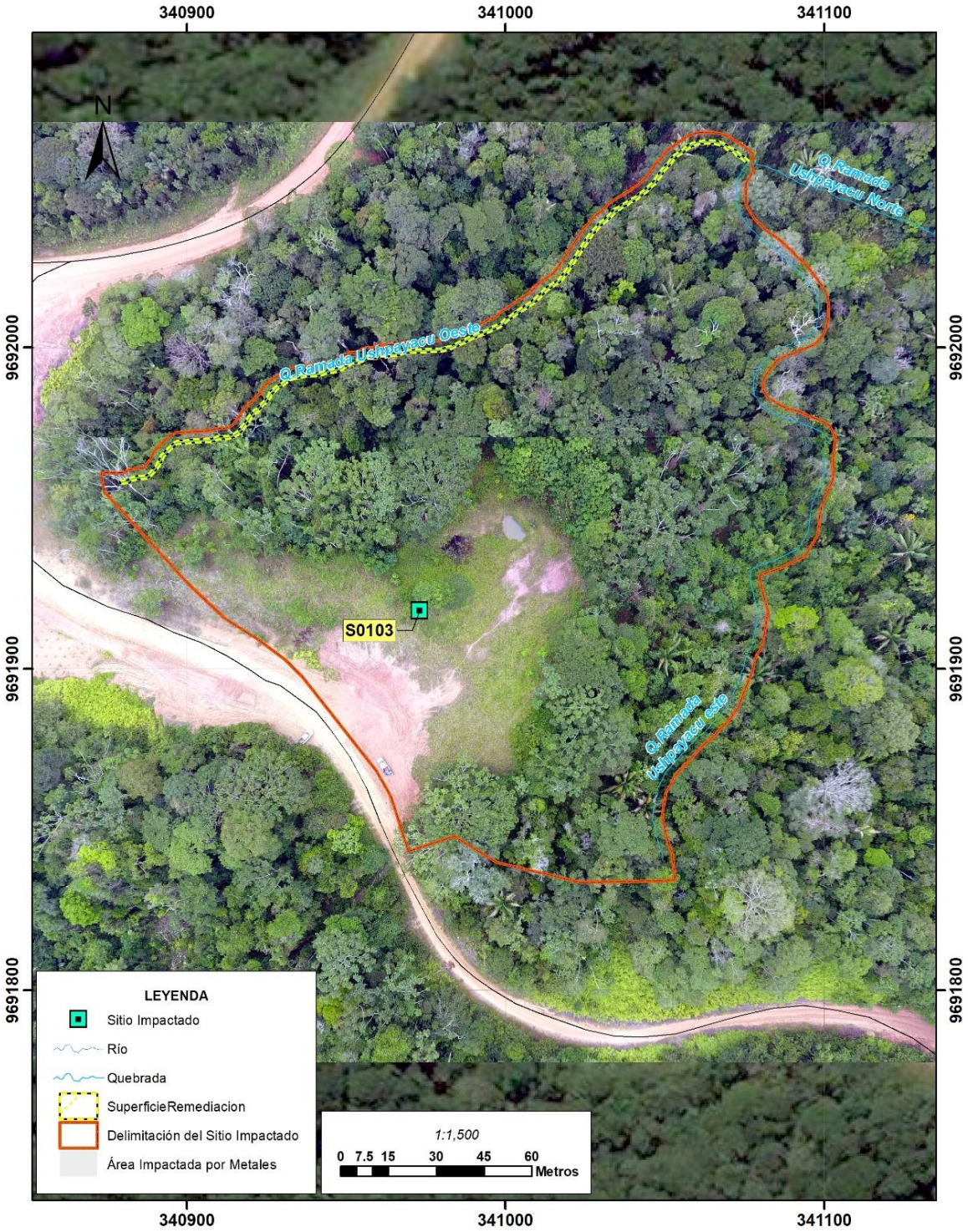


Figura 30. Superficie de Sedimentos a Remover de la Quebrada Ramada Ushpayacu Oeste.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) - Fondo de Contingencia, 2023

2.37. Observación N° 41

En el Ítem 5.6.2.2. del PR del Sitio S0103 – "*Bioestimulación enzimática + Solidificación ex situ*" (Folios 453 al 468), señaló las fases de la aplicación de las técnicas de "*Bioestimulación Enzimática + Solidificación ex situ*". De la revisión de dicha información, se advierte lo siguiente:

(i) En relación a la ***"Fase 1: aspectos logísticos y de selección de personal"***, se observa lo siguiente:

(a) Indicó que se adquirirán insumos/productos para la aplicación de la tecnología de remediación, tales como desengrasante biodegradable, emulsificante, modificador de arcilla, aditivo enzimático y regulador de pH; sin embargo, de la revisión de la información que obra en el Expediente, se observa que no presentó las Hojas de Seguridad (MSDS) ni la Ficha Técnica de los insumos/productos que empleará para el proyecto; asimismo, no indicó la dosificación o proporción de los insumos/productos en función al volumen de suelo contaminado.

(b) Por otro lado, en esta fase, no consideró las acciones destinadas a la obtención de acuerdos para el uso de tierras.

(ii) En la ***"Fase 3: Reconocimiento y Adecuación de la zona para la Aplicación de la Técnica de Remediación"*** (Folio 458), se observa lo siguiente:

(a) No indicó las vías de acceso que implementará para acceder desde las vías existentes a las zonas operativas donde se llevará a cabo las actividades propuestas en el PR, ni propuso las actividades relacionadas a la apertura de dichos accesos.

(b) En relación al numeral 3.6, señaló lo siguiente: "Instalación de la geomembrana en los sectores en donde se dispondrá temporalmente el
suelo que será sometido al proceso de solidificación, con el fin de evitar el riesgo de lixiviación y dispersión de sustancias que tienen el potencial de afectar a las matrices de suelo y agua" (Folio 458)"; por otro lado, en el Ítem 5.9.3.1 del PR Sitio S0103 - "Plan de Control Durante la Ejecución de las Medidas de Remediación" (Folio 524), se señaló que: "(…) El montículo de suelo, almacenado temporalmente en la zona de acopio, tiene que estar cubierto por un material impermeable para protegerlo de la precipitación que se presente en la zona y que podrían generar lixiviados".

En atención a lo señalado, se advierte que la propuesta de cubrimiento con material impermeable no asegura que las precipitaciones no entren en contacto con suelo que será sometido al proceso de solidificación y al suelo en el área de acopio; por lo que, se deberá instalar techos y canaletas en las áreas de acopio de dichos materiales.

(c) En relación al numeral 3.8, mencionó lo siguiente:" *Instalación de un laboratorio portátil en el campamento base, el cual servirá para realizar análisis y monitorear los principales parámetros de la técnica de remediación (…)*"; sin embargo, no indicó ni describió lo siguiente: a) Dimensiones y características del laboratorio, b) Lista de los equipos e insumos químicos necesarios para la implementación del laboratorio, c) Tipos y volúmenes de efluentes y residuos a generar, d) Medidas de manejo ambiental a implementar para el manejo de los aspectos generados en el laboratorio portátil y sistemas de control que serán implementados para minimizar cualquier impacto ambiental producto de las actividades propias del manejo de muestras biológicas y productos químicos (manejo de residuos biológicos y químicos, manejo de vertimientos, entre otros.

(iii) En el numeral 4.4 de la ***"Construcción y adecuación de las celdas de Tratamiento para Bioestimulación Enzimática"*** (Folios 458), señaló lo siguiente: "*Instalación de la geomembrana en la bioceldas de tratamiento (impermeabilización), la finalidad es evitar el contacto de suelo contaminado con suelo limpio, también evitará que los lixiviados generados*

*durante el proceso de tratamiento se derramen al suelo y lo contamine*n"; asimismo, en la figura 5-17. "*Zona de Tratamiento para el Tratamiento del Suelo*" (Folio 459), presentó la vista transversal y lateral de las celdas de tratamiento.

De la revisión de dicha información, se observa que no presentó un diagrama a detalle que cuente con lo siguiente: (a) Diseño de las celdas, precisando las dimensiones; (b) Sistema de recolección, canalización y derivación de las aguas de precipitación (lluvia) y lixiviados; (c) Rampa de ingreso y salida de la maquinaria a las celdas; y (d) Distribución de las áreas empleadas en las celdas.

(iv) En relación a la **"*Fase 6: Implementación de la Técnica de Solidificación ex situ* "**

(a) En el numeral 6.14, indicó que "*(…) Después de la impermeabilización, para proteger la estructura donde se encuentra la mezcla; se debe recubrir con suelo nativo, en la parte superficial se debe colocar una capa orgánica (top soil)*"; sin embargo, no indicó el espesor de las capas de recubrimiento de suelo nativo y top soil.

(b) En el numeral 6.17, indicó que "*(…) Se debe determinar las propiedades de la mezcla suelo-cemento y del concreto de acuerdo a las pruebas (…)*"; sin embargo, se observa lo siguiente:

- No indicó la proporción de suelo, agua, cemento y otros agregados que implementará para la solidificación del volumen de suelo contaminado.
- No estableció el rango máximo de la concentración de sulfato presente en el suelo Impactado que será solidificado.

(c) No consideró un sistema de control de lixiviados (tubería de inspección) en la zona de Solidificación que permita verificar la presencia de lixiviados.

(v) En la "*Fase 7: excavación, transporte y descarga del suelo contaminado en la zona de tratamiento*", señaló lo siguiente "*(…) La excavación se debe realizar teniendo en cuenta las profundidades determinadas según los contaminantes de preocupación (…)";* sin embargo, no propone las medidas para el manejo de las aguas de lluvia durante las actividades de excavación y extracción del material contaminado. Asimismo, no presentó el diseño del sistema de drenaje para el manejo de las aguas de escurrimiento y no indicó el tratamiento que realizará al agua de escurrimiento, si entra en contacto con el suelo contaminado.

(vi) Como consecuencia del desarrollo de las fases de proyecto, propone la instalación de diversas facilidades, tales como Zona de Acopio, Zona de tratamiento, entre otros; no obstante, de la revisión de la información que obra en el Expediente, específicamente en el Ítem 5.7.4. del PR del Sitio S0103 – "*Plan de Habilitación de Campamento*" (Folios 485 al 488), se observa que indicó que, para la determinación de la ubicación del Campamento Base, se tuvo en cuenta lo siguiente: peligro de deslizamiento o desprendimiento, fallas geológicas activas, desbordes de ríos o de otra naturaleza, área de terreno restringido al tamaño mínimo requerido, de preferencia en zona despejada (intervenida), libre de caídas de árboles, entre otros; sin embargo, de la revisión del Mapa S0103-CEV-ALT-02 – "*Estructuras de la Alternativa Seleccionada del Sitio Impactado S0103*" (Folio 617) se advierte que el componente se encuentra sobre una zona boscosa, por lo que no se habrían cumplido con la aplicación de dichos criterios.

<u>Comentario para la absolución de la observación N°41</u>
Al respecto, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) En la "*Fase 1: aspectos logísticos y de selección de personal*"

(a) Presentar el listado de insumos/productos que utilizará en el proyecto, junto con sus respectivas Hojas de Seguridad (MSDS) y la Ficha Técnica de éstos, las mismas que deberán contener:

- Información sobre las propiedades físicas y químicas del insumo/producto.
- Números de registro CAS (Chemical Abstract Service) y concentraciones de todos los componentes que contribuyen a la peligrosidad del insumo/producto, incluyendo todos sus elementos e impurezas conocidas.
- Información toxicológica, que describa los efectos tóxicos del insumo/producto sobre la salud humana.
- Información ecológica, que describa los efectos en los ecosistemas, en función de resultados: de toxicidad aguda, bioacumulación, persistencia/ degradabilidad, movilidad en el ambiente (movilidad del insumo/producto o subproductos de degradación), entre otros.

Asimismo, considerando la información presentada en las hojas de seguridad (MSDS), deberá establecer los lineamientos para el manejo y almacenamiento de estos productos, los cuales deberán estar contemplados el "Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas y Residuos Peligrosos".
Además, deberá sustentar el uso y la dosificación que utilizará de cada uno de estos productos en función del volumen de suelo a tratar mediante la técnica de bioestimulación enzimática, considerando las características edáficas del suelo y el tipo de contaminante.

Respecto al modificador de arcillas, se deberá presentar las referencias bibliográficas o información científica y ensayos de campo que sustente la modificación del suelo de textura arcilloso a una textura arenosa; caso contrario, deberá proponer otro insumo/producto que garantice mejorar la textura del suelo.

(b) Incorporar las acciones destinadas a la obtención de acuerdos para el uso de tierras e incluir en el presupuesto general los costos estimados a incurrir por la ejecución de dichas acciones.

(ii) En la ***"Fase 3: Reconocimiento y Adecuación de la zona de Remediación"***, se deberá cumplir con lo siguiente:

(a) Indicar lo siguiente:

- Identificar aquellas vías de acceso que implementaría para aquellas zonas operativas del proyecto de remediación, precisando las características del acceso (ancho y longitud), así como el mapa georreferenciado, el mismo que deberá estar suscrito por el profesional responsable de su elaboración.
- Describir el estado y clasificación (públicas o privadas) de las vías existentes. En caso de vías privadas, deberá indicar que gestionará con el operador del Lote o, su defecto PERUPETRO, a fin de que antes de iniciar la ejecución del Plan de Rehabilitación, logre obtener la autorización para hacer uso de dichas facilidades.
- Indicar si como consecuencia del proyecto implementará nuevas vías de acceso, precisando sus características (ancho y longitud) y, de ser el caso, deberá presentar el plan de manejo correspondiente, incluyendo el abandono de dichos accesos.
- Detallar las actividades relacionadas a la apertura de accesos incluyendo el plan de manejo correspondiente y el abandono de dichos accesos. Asimismo, incluir los costos de dichas actividades en el presupuesto general.

(b) Incluir la instalación de techos y canaletas en las áreas de acopio de material vegetal contaminado y suelo excavado.

(c) Presentar la información indicado en el literal (c) del numeral (ii) de la presente Observación; asimismo, las medidas de manejo ambiental deberán ser incluidas en el Plan de Manejo Ambiental.

(i) En la ***"Construcción y adecuación de las celdas de tratamiento para Bioestimulación Enzimática"***, presentar un diagrama que cuente con la información detallada en el numeral (iii) de la presente Observación. Asimismo, la zona de tratamiento deberá guardar relación con la Observaciones 39 y 40.

(ii) En la **"Fase 6: *"Implementación de la Técnica de Solidificación ex situ"***, se deberá cumplir con lo siguiente:

(a) Indicar el espesor de las capas de recubrimiento de suelo nativo y top soil, para lo cual deberá considerar una capa aislante de material natural con un espesor superior a 1,5 m. a fin de no afectar la estructura con geomembrana ante el crecimiento de especies nativas de porte mayor (arbustos y árboles).

(b) En el numeral 6.17, deberá:

- Indicar la proporción de suelo, agua, cemento y otros agregados que implementará para la tecnología de remediación propuesta.
- Indicar el rango máximo de la concentración de sulfato presente en el suelo Impactado que será solidificado y, en caso supere el rango máximo, se deberá establecer las medidas destinadas a reducir la concentración de sulfato que asegure la composición idónea de la mezcla.

(c) Presentar el diseño de la celda de solidificación, la cual deberá contemplar el sistema de control de lixiviados; asimismo, se deberá proponer el monitoreo de los lixiviados, precisando frecuencia, duración de monitoreo - considerando mediano y largo plazo, parámetros y norma de comparación.

(iii) En la ***"Fase 7: excavación, transporte y descarga del suelo contaminado en la zona de tratamiento"*,** incluir en el Plan de Manejo Ambiental las medidas para el manejo de las aguas de lluvia durante las actividades de excavación y extracción de material contaminado; asimismo, presentar el diseño del sistema de drenaje a implementar.

(iv) En relación a la ubicación del campamento y facilidades del proyecto, deberá cumplir con lo siguiente:

(a) Sustentar la elección del área propuesta para la instalación del campamento; caso contrario, deberá proponer una nueva ubicación del mismo, priorizando áreas que impliquen una menor intervención de áreas boscosas. En el caso se determine una nueva ubicación, se deberá cumplir con los criterios propuestos, y presentar las coordenadas UTM-WGS84 de los vértices del polígono del Campamento Base.

(b) Indicar criterios empleados para la determinación de la ubicación de las demás facilidades, para lo cual deberá considerar, de manera preferente, el uso de áreas intervenidas, desboscadas, entre otras y de corresponder, deberá presentar la nueva ubicación del Campamento y facilidades, y actualizar los mapas correspondientes.

Respuesta:

Se realizará como técnica de remediación para toda el área, la "Solidificación ex situ" por tal razón se modifica el ítem 5.6.2.2. "Bioestimulación enzimática + Solidificación ex situ" de la siguiente forma:

5.6.2.2. Solidificación ex situ

A continuación, se listan las acciones que se deben realizar antes, durante y después de la implementación de la técnica de remediación mencionada, con el propósito de cumplir con el objetivo de remediación, manteniendo las condiciones óptimas del suelo de acuerdo a sus requerimientos de funcionamiento, las cuales se presentan en fases:

1. Fase 1: Aspectos Logísticos y de Selección de Personal para la Aplicación de la Técnica de Remediación

1.1. Selección y habilitación del personal calificado que va a ser parte del proyecto de remediación.

1.2. Gestión de los permisos ambientales para la captación de agua (Ley De Recursos Hídricos, Ley Nº 29338).

1.3. Selección y adquisición de los insumos requeridos para la excavación, movimiento y carga de los materiales a la zona de tratamiento y para el tratamiento del suelo:

1.3.1. Adquisición del equipamiento requerido, el cual se describe en el numeral 5.6.3.

1.3.2. Adquisición de los insumos/productos requeridos para la aplicación de la técnica:

• • Cemento Portland: Cemento puzolánico tipo 1, este insumo proporciona a la mezcla las siguientes características: (a) fijación química de los contaminantes (interacción química entre los productos de hidratación del cemento y los contaminantes); (b) la adsorción física de los contaminantes en la superficie de los productos de hidratación del cemento; y (c) la encapsulación física de desechos o suelos contaminados.

• Cal: Este insumo se emplea para reducir la humedad en el suelo a tratar, acondicionar el pH, volver más manejable el suelo arcilloso y también actúa como estabilizante químico.

• Agua: El agua que se utilice para la preparación de la mezcla cementante deberá contener una concentración de sólidos suspendidos menor a 2000 mg/L pues una concentración excesiva de impurezas incide negativamente en la resistencia del concreto, en el tiempo de fraguado y en la durabilidad del concreto. La relación cemento-agua, incide directamente en la calidad del concreto; la reducción en el contenido de agua permite obtener concretos más resistentes a la compresión y flexión, menor permeabilidad y mayor resistencia al intemperismo permitiendo reducir la probabilidad de agrietamientos por contracción.

1.4. Logística de los ensayos de control de la técnica.

1.5. Selección, capacitación y habilitación del personal de la zona (pobladores de la comunidad nativa de Nuevo Andoas).

2. Fase 2: Transporte e Instalación de Personal, Maquinaría, Productos y Equipos para el Desarrollo de las Actividades de Remediación en la Zona de Tratamiento.

2.1. Transporte de insumos y mano de obra especializada por vía aérea, fluvial y terrestre, según corresponda.

- Lima – Iquitos – Nauta – San Lorenzo – Nuevo Andoas.
- Lima-Iquitos: La duración del vuelo es de 2 horas.
- Iquitos – Nauta: Iquitos está interconectada con Nauta por una vía asfaltada, la distancia es de 101 km.
- Nauta – San Lorenzo: A través del río Marañón se puede viajar en embarcaciones que cubren esa ruta en 12 horas (aproximadamente), el río Marañón es navegable en todas las épocas del año.
- San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este tramo se realiza a través del río Marañón, hasta la confluencia con el río Pastaza y luego se navega a través del río Pastaza. Las embarcaciones emplean 12 horas (aproximadamente). El río Pastaza es navegable dependiendo de la estacionalidad, en época seca (menos húmeda) el caudal del río decrece significativamente, restringiendo la navegabilidad para botes y embarcaciones de gran calado.
- Lima – Tarapoto – Yurimaguas – San Lorenzo. - Lima – Tarapoto: diariamente hay vuelos comerciales desde Lima a Tarapoto, la duración del vuelo es de 1,25 horas.
    - Tarapoto – Yurimaguas: Tarapoto está interconectada con Yurimaguas por una vía asfaltada, la distancia es de 130 km.
    - Yurimaguas – San Lorenzo: Empresas aéreas regionales cubren la ruta Yurimaguas – San Lorenzo. La duración del vuelo es de 40 minutos.
    - San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este recorrido se realiza vía fluvial. - Lima – Nuevo Andoas.
    - La empresa Operadora del Lote 192, cubre la ruta Lima – Nuevo Andoas, en vuelos asignados exclusivamente a sus trabajadores y a personas de las comunidades Nativas.

2.2. El transporte y movilización de la maquinaria, equipos e insumos que no se puedan contratar o comprar en Nuevo Andoas se realizará desde Lima, a través de la siguiente ruta:

- Lima – Yurimaguas: La distancia entre estas dos ciudades es de 1097 km, la carretera es asfaltada.

3. Fase 3: Reconocimiento y Adecuación de la Zona para la Aplicación de la Técnica de Remediación

3.1. Gestión del permiso ambiental para el desbosque de la zona de tratamiento ex situ (mencionado en Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley Nº 29763) y su reglamento (D.S. Nº 018-2015-MINAGRI), y en el D.S. N° 018-2015-MINAGRI que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal. Siguiendo los lineamientos del Plan de Desbosque y Revegetación que se describe en el numeral 5.7.9.
3.2. Preparación del terreno donde se va a realizar el trabajo. Realización del reconocimiento del terreno y verificación de las características de drenaje, delimitación y señalización, así como las necesidades de impermeabilización, limpieza y desmonte.
3.3. Delimitación e instalación de las zonas de acopio.

- La ubicación del área de acopio se encuentra en la parte suroeste del Sitio S0103 al margen derecho de la vía que conduce desde nuevo Andoas hasta la laguna Ushpayacu.
- El área de acopio es adecuada para la separación de los residuos y suelo contaminado por medio manual o mecánico.
- El área de acopio se encuentra a 300 metros aproximadamente de las áreas de excavación lo que facilita la movilidad de los equipos, maquinaria y personal que realizan las actividades de remediación.
- La ubicación del área de tratamiento de suelo y de solidificación ex – situ se encuentra en la parte sur del Sitio Impactado al costado derecho de la vía que conduce a Ushpayacu, la ubicación de estas áreas permite el movimiento del material tratado con facilidad.
- Las áreas de tratamiento de solidificación ex – situ son adecuadas para la instalación de los equipos e insumos necesarios para aplicar las técnicas.
- Parte de estas áreas estarán ubicadas en zona boscosa, por tal motivo en el Plan de Desbosque se encuentra calculado el área de desbosque.

3.4. Instalación de la geomembrana en la zona de acopio donde se va a ubicar el material vegetal contaminado recolectado, con el fin de evitar generación de lixiviados y escorrentía, en condiciones de pluviosidad.
3.5. Delimitación de la zona de tratamiento.
3.6. Despeje y retiro de material vegetal del área; en esta actividad se debe identificar si existe contaminación en el material vegetal, con el fin de realizar su debida disposición o si se puede considerar como material vegetal de aprovechamiento forestal y cubrimiento para la zona donde fue retirado el material contaminado para evitar la erosión hídrica.

Para la protección de las áreas de acopio, material vegetal contaminado y suelo excavado, se realiza la instalación de una carpa o de una estructura con el techado removible con materiales plásticos flexibles (Polietileno PE) dependiendo del tamaño del montículo. En la **Figura 31** se presenta el diseño típico del área de acopio.

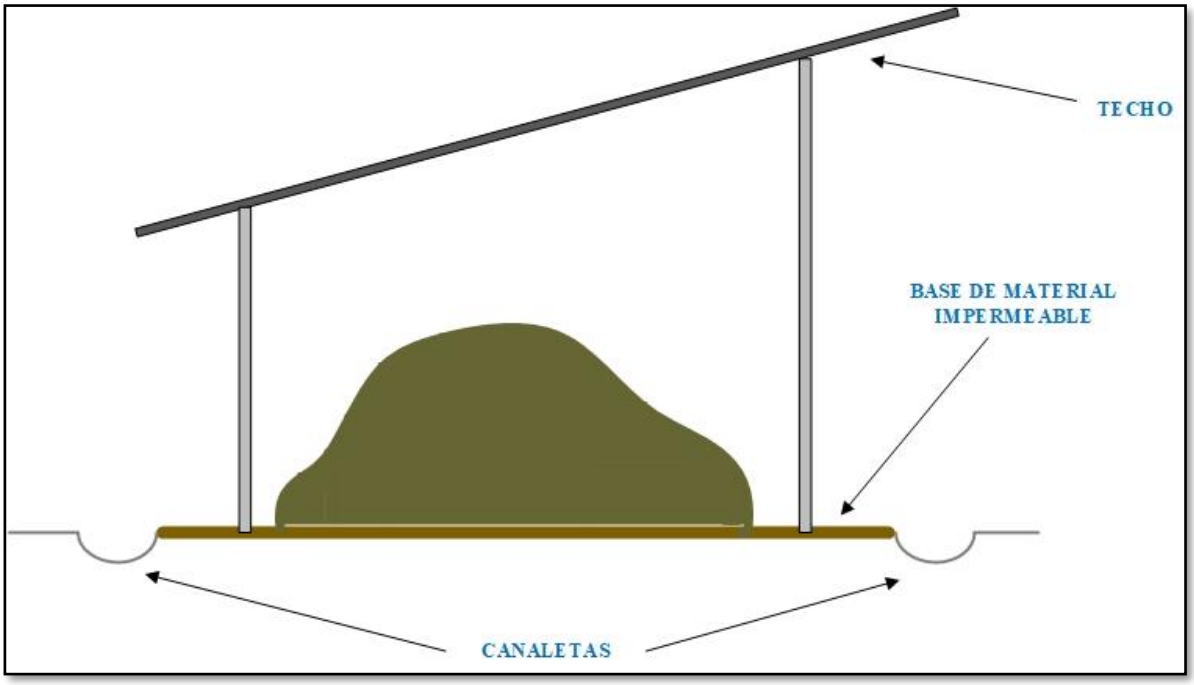


Figura 31. Diseño Típico del Área de Acopio
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

3.7. Recibo y registro del material afectado y su posterior ubicación y distribución dentro del área de acopio y tratamiento. El área estimada de la zona de tratamiento y acopio se detalla en la Figura 5-9.

3.8. Instalación de un laboratorio portátil en el campamento base: servirá para realizar análisis y monitorear los principales parámetros de la técnica de solidificación, además servirá para la conservación y el almacenamiento de las muestras y de los equipos de campo.

Dimensiones y principales características del laboratorio de campo:

- El laboratorio de campo tendrá un área mínima de 15 m^2 (3,7 m x 4,0 m aproximadamente).
- Las tomas eléctricas para la conexión de equipos estarán distribuidas en toda el área del laboratorio y contarán con puesta a tierra.
- Los cables eléctricos estarán protegidos, como mínimo serán cables recubiertos de PVC (también llamados como "vulcanizados"), el calibre de estos cables será el adecuado para soportar la carga eléctrica de los equipos del laboratorio.
- El laboratorio tendrá un lavatorio con toma de agua tratada y drenaje. Se aclara que los residuos líquidos provenientes de los ensayos fisicoquímicos o microbiológicos no serán descargados al drenaje, estos serán tratados como residuos líquidos de acuerdo al Plan de Minimización y Manejo de Residuos.
- Las luminarias estarán dispuestas en el laboratorio de tal manera que se maximice la iluminación.
- El piso será fabricado de un material no poroso, fácil de limpiar, resistente al agua y antideslizante.
- Las mesas de trabajo serán fabricados de material no absorbente, fácil de limpiar y resistente al agua.
- Los reactivos químicos sólidos y líquidos, así como patrones, serán almacenados en estantes o armarios separados para ambos tipos de reactivos.
- Se tendrá un armario o estante para el almacenamiento de equipos portátiles.
- Dentro del laboratorio, se mantendrá una zona exclusiva para el análisis microbiológico.
- Adicionalmente, se contará con un sistema de aire acondicionado, detector de humo con alarma audible y extintor del tipo PQS.

Los principales equipos para la implementación del laboratorio se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 58. Principales Equipos del Laboratorio de Campo

Equipo	Características Básicas	Aplicación
Equipo desionizador de agua	Equipo de resina catiónica y aniónica	Proporcionar agua desionizada para la preparación de reactivos
Termohigrómetro	Rango de medición Temperatura ambiental: 0°C a 70°C Humedad relativa: 10% a 99%	Controlar las condiciones ambientales en el interior del laboratorio.
Aire acondicionado	Capacidad de enfriamiento: Área mínima de 15 m^2	Mantener una temperatura ambiental adecuada en el interior del laboratorio.
Conservadora de muestras	Temperatura de trabajo: 4°C a 7°C	Preservar a temperatura adecuada las muestras.
Autoclave	Temperatura de trabajo: 120°C	Esterilización de material de laboratorio.
Kit portátil para determinación de hidrocarburos en suelos	Límite de detección: ≤ 500 ppm	Determinación de hidrocarburos totales de petróleo en muestras de suelo.
Medidor de humedad de suelo	Rango de medición: Humedad Relativa: 10 a 90%	Determinación de humedad de muestras de suelo.
Prensa Hidráulica	Compresión en Cilindros de 3", 4" y 6"	Compresión de cilindros de concreto
Tamizadora	Tamaño rejillas: 125 mm - 20µm	Se sacude o vibra el tamiz, manual o mecánicamente, hasta que ninguna partícula menor al tamaño designado, se retenga en él.
Termómetro para Cilindros de concreto	Temperatura: 0°C a 100°C	Determinar la temperatura ideal para la preparación de la mezcla.
Aparato Vicat	Escala graduada con índice, una sonda deslizante de 300 g, émbolo para medir la consistencia de 10 mm de diámetro.	Determinación de la consistencia del cemento y del tiempo de fraguado.
Equipo de Blaine	Área total en cm2/g de cemento	Se utiliza para medir la finura del cemento portland
Recipiente Cilíndrico	Capacidad: 2800 cm^3 a 9000 cm^3	Determinación del peso específico y la densidad de muestras de concretos
Medidor de Aire Ocluido	Volumen de la cámara: 1 / $4ft^3$	Utilizado para determinar el contenido de aire en el concreto fresco
Penetrómetro	Capacidad 130 lb con divisiones principales de 10 lb y subdivisiones de 1 lb.	Se utiliza para determinar el ritmo de endurecimiento de las mezclas de concreto.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

3.9. La vía de acceso al Sitio:

- Para llegar al Sitio S0103 (Botadero km 7) se sigue la siguiente ruta: Partiendo desde Nuevo Andoas, se transita por una vía principal pública clasificada como trocha carrozable que conduce a Corrientes que permite el tránsito de maquinaria pesada; en el kilómetro 3,8 hay un puente sobre la quebrada Anapaza; en el kilómetro 7, la vía se divide en dos ramales, hacia la izquierda la carrera conduce hacia el campo Capahuarí norte, el ramal derecho conduce hacia el Sitio S0103 (Botadero km 7), el cual está ubicado a 1,0 km, desde el punto donde la vía se divide.

- En el Decreto Supremo Nº 011-2016-MTC "Decreto Supremo que aprueba la actualización del Clasificador de Rutas del SINAC" El ministerio de Transportes y Comunicaciones decreta la Red Vial departamental o regional de LORETO Identificado con el prefijo "LO", tiene diez (10) Rutas, la clasificación que corresponde para zona donde se encuentra el Sitio Impactado es la Ruta N° LO-100 Trayectoria: Emp. PE-5N C (Saramiriza) - Andoas - Tambo Este - Puesto Macusari – Pto. Shiviyacu – Pte. Río Tigre - 12 de octubre - Pantoja - Frontera con Colombia (Guepi).

  De acuerdo a lo anterior la vía es publica desde la comunidad de Andoas que conduce hacia la comunidad de 12 de octubre hasta el cruce a corrientes.

  Desde el cruce a corrientes hasta el Sitio Impactado hay 200 m de vía privada donde se coordinará con el operador del lote la movilidad de los vehículos y maquinaria antes de iniciar las actividades de remediación.

- En época húmeda y seca no existen restricciones para el transporte de vehículos desde Nuevo Andoas hasta el Sitio S0103 (Botadero km 7); por políticas de seguridad vial, solo existen restricciones para el transporte de maquinaria pesada cuando llueve y el terreno de la vía se satura, para el acceso interno al Sitio no es necesario realizar o adecuar una vía.

  - La adecuación del acceso interno al Sitio S0103 presenta las siguientes actividades:
  - Previo al inicio de las actividades se deberá revisar el inventario forestal desarrollado al 100% en el área de intervención, con el fin de delimitar la zona durante la construcción y evitar la tala de árboles adicionales a los inventariados.
  - Se realiza desbroce en el Sitio Impactado para el movimiento de la maquinaria no es necesario realizar tala de árboles o adecuación de un sendero ya que el Sitio está al lado de la vía hacia Ushpayacu.
  - Se debe mantener una superficie de cobertura vegetal existente para evitar la erosión a los costados acceso.
  - El transito interno de la maquinaria se realiza por las áreas de tratamiento que se encuentran descritas en el plan de desboque.
  - En las zonas de pendiente y vegetación exuberante el traslado de material a tratar se realiza de forma manual por medio carretillas.

- Las actividades de abandono del acceso interno:

  - consiste en la limpieza final del área (retiro de elementos sobrantes, palos bolsas, herramientas y residuos en general), la limpieza se extenderá a los Sitios intervenidos para el desarrollo de las actividades constructivas del acceso al Sitio.
  - Todos los materiales que puedan reciclarse como contenedores, envases, chatarra, carretes, canecas, cables, entre otros, serán recolectados en su totalidad.

4. Fase 4: Construcción de la Estructura de Mezclado e Instalación de las Unidades Operativas para la Aplicación de la Técnica

4.1. Instalación del tamiz vibratorio para separar el material fino y los terrones de suelo contaminado.
4.2. Instalación de la trituradora.
4.3. Instalación de dos (2) bandas transportadoras, las cuales deben conducir el material contaminado al camión mezclador o concretero.
4.4. Arranque del camión mezclador o concretero para llevar a cabo las actividades de mezclado del material contaminado con los insumos (agua y cemento Portland).

5. Fase 5: Excavación, Transporte y Descarga del Suelo Contaminada a la Zona de Tratamiento

5.1. Excavación del material contaminado, el tiempo estimado de excavación se detalla en el Anexo 6.11.10. (Anexo 1. Cronograma del Plan de Rehabilitación). Esta actividad se desarrolla mediante un tractor o excavadora y con el apoyo de operaciones manuales.

5.2. Recubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana para evitar contaminación cruzada por las precipitaciones y con cobertura vegetal no contaminada (viva o muerta), para impedir el impacto de la lluvia y controlar el escurrimiento del agua (erosión hídrica). La cantidad de geomembrana a utilizar se detalla en el Anexo 6.11.10 (Anexo 3. Costos Técnicas Seleccionadas) y la geomembrana contaminada deberá ser dispuesta en celdas de seguridad (en el relleno de seguridad).

5.3. Selección del material contaminado: retiro o eliminación de la fracción de gran tamaño del material contaminado (la fracción de gran tamaño consiste en concreto, troncos de árboles, ramas o raíces, entre otros).

5.4. Transporte del material contaminado a la zona de acopio, que posteriormente será llevado a la zona de tratamiento.

5.5. Recibo y registro del material afectado y su posterior ubicación y distribución dentro del área de tratamiento.

6. Fase 6: Implementación de la Técnica de Remediación

6.1. Homogenización y secado del material contaminado; este proceso se recomienda realizar por medio de un lecho de secado, en donde se deberá prevenir la filtración de las aguas de lluvia para evitar fallas en el proceso mediante operaciones manuales y de un tractor o una retroexcavadora, con la finalidad de homogenizar de manera adecuada el suelo; el secado se realiza para que la operación de cribado se pueda llevar de manera óptima. Esta operación se debe realizar en la zona de tratamiento (deberá estar techada), para evitar incremento de la humedad del material contaminado por efecto de las precipitaciones.

6.2. Medición de parámetros fisicoquímicos in situ del suelo. (humedad y pH).

6.3. Adición de cal para reducir la humedad e incrementar el pH del suelo a tratar. El secado del suelo se realiza para que la operación de cribado se pueda llevar a cabo. (Esta operación se debe realizar en la zona de tratamiento la cual tendrá que estar techada, para evitar incremento de la humedad del material contaminado por efecto de las precipitaciones).

6.4. Separación y trituración del material contaminado: permitirá separar el material fino de los terrones del suelo con el uso del tamiz vibratorio (cribado). El material rechazado luego del tamizado se reduce de tamaño mediante la trituración para dar inicio a las actividades de mezcla.

6.5. Toma de la muestra compuesta para medición de los parámetros ex situ (TCLP).

6.6. Actividad de mezclado: el material contaminado proveniente de la etapa de separación y trituración se debe mezclar con los insumos: agua y el cemento Portland. Esta mezcla se debe realizar en un camión mezclador o concretero. La dosificación del suelo contaminado, el cemento y la necesidad de agregados (arena y grava) se debe determinar luego de las pruebas piloto.

6.7. Elaboración de bloques: se debe vaciar el concreto en moldes para elaborar los bloques de concreto. Estos bloques fraguarán en la zona y deberán ser acomodados de manera ordenada para su colocación el área de donde se retiró el material contaminado.

6.8. Colección de probetas con la mezcla final para desarrollar ensayos de las características del concreto. Prueba de compresión y ensayo de metales por TCLP.

6.9. Colocación de los bloques de concreto: esta actividad se debe realizar acomodando los bloques en la zona de donde salió el material contaminado.

Recubrimiento: Después de la impermeabilización, para proteger la estructura donde se encuentra la mezcla; se debe recubrir con suelo nativo, en la parte superficial se debe colocar una capa de 1 metro (suelo nativo) sobre la geomembrana de protección la cual va a funcionar como sustrato para la recuperación del Sitio, adicionalmente se indica que las especies a implementar en la reforestación del área excavada serán del tipo arbustivas o del porte pequeño y/o mediano o como alternativa el uso de regeneración natural (rehabilitación pasiva).

El suelo nativo proviene de las excavaciones de las áreas de las zonas pertenecientes a las actividades de tratamiento de las áreas de acopio y de solidificación cuyo suelo es limpio por ser áreas donde no se evidenció contaminación, el estimado de material para el recubrimiento es de 1005 m^3 por lo tanto no habrá uso de canteras.

- El cálculo de corte es para obtener el suelo nativo limpio es de una profundidad de 0,4 m por el producto de las áreas de acopio y de tratamiento de 3840 m^2 obteniendo un volumen de 1536 m^3.

$$Ac = (P\ x\ A)$$

Donde:

Ac: Área de corte de suelo
P: Profundidad
A: Áreas de acopio y Tratamiento

- La extracción del suelo se hace por medios mecánicos convencionales (retroexcavador, buldócer).
- La topografía del terreno en las áreas de acopio y solidificación es terreno plano que permite una extracción fácil del suelo para el recubrimiento.

6.10. Después del recubrimiento con geomembrana (para proteger la estructura donde se encuentra la mezcla); se debe recubrir con suelo nativo y finalmente, en la parte superficial se debe colocar una capa orgánica (top soil), el cual va a funcionar como sustrato para la recuperación del Sitio.

6.11. Se debe considerar, que en el Sitio se encontraron excavaciones empleadas como pozas, estas áreas deberán ser niveladas, estabilizadas y recubiertas de forma similar a lo mencionado en los numerales anteriores.

6.12. Construcción de la estructura para confinar el material solidificado.

6.12.1. La estructura en donde se realizará el confinamiento del suelo estabilizado solidificado se impermeabilizará con una geomembrana HDPE, la impermeabilización se realizará con el fin de prevenir que el concreto sea afectado por la humedad y los compuestos naturales presentes en el suelo como por ejemplo los sulfatados. Los taludes al igual que el suelo sobre el cual se colocará la geomembrana deberán estar constituidos por material arcilloso compacto a manera de protección complementaria ante la probabilidad que por factores externos y no previstos se presente la movilización de los metales pesados.

6.13. "La proporción estándar de la mezcla para la técnica de solidificación esta descrita en el ítem 5.5.5.1.2."

7. Fase 7: Finalización de la Implementación de la Técnica de Remediación.

7.1. Ejecución del plan de muestreo de comprobación cabe resaltar que para la técnica de Solidificación (Ex situ), el muestreo de comprobación se realizará en las paredes del área excavada donde se desarrollará la técnica de solidificación.
7.2. Retiro, recolección, transporte y disposición final de la cobertura vegetal y la geomembrana instalada en la capa de suelo expuesta. Si la geomembrana y la cobertura vegetal resulta contaminada se debe considerar disponer en una celda de seguridad (en el relleno sanitario El Treinta existen dichas celdas de seguridad).

8. Fase 8: Cierre y Desmantelamiento del Campamento de Obra

8.1. Desmantelamiento del campamento obra (donde se realizaron las actividades de remediación)
8.2. Recolección, transporte y disposición (por parte de la empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS)) del material contaminado como los insumos, los residuos generales y los residuos peligrosos generados. Se llevarán al Relleno Sanitario Portillo Grande, el cual tiene un área de 307 ha, está ubicado a la altura del kilómetro 40 de la antigua Panamericana Sur, al este de la quebrada Pucara entre las faldas de los cerros Conejo y Portillo Grande en el distrito de Lurín. Esta infraestructura posee una zona para la disposición final de residuos industriales peligrosos.
8.3. Ejecución del plan de monitoreo post-ejecución de obra.
8.4. Desmantelamiento y abandono del campamento base instalado.
8.5. Transporte de los equipamientos, insumos y mano de obra especializada hacia su lugar de destino o almacenamiento.

(i) Los insumos/productos que serán empleados en el proceso de solidificación ex -situ son los siguientes:

- Cemento Portland
- Cal
- Agua

En el **Anexo MINEM Observación Nº 41** se encuentran las Hojas de Seguridad MSDS y las Fichas técnicas de los productos que se utilizan para la técnica Solidificación ex situ cemento Portland y Cal.

No se presenta la ficha de seguridad del aditivo enzimático porque pertenece a la técnica de biorremediación, se realizará como técnica de remediación para toda el área la Solidificación ex situ.

No se presenta se presenta la dosificación, grado de dilución y secuencia de aplicación de los productos de biorremediación. Se realizará como técnica de remediación para toda el área la Solidificación ex situ.

No se presenta la información sustentadora que demuestra la aplicabilidad del modificador de arcillas porque la técnica de remediación para el área contaminada es la solidificación ex – situ.

(b) Respecto a las acciones destinadas a la obtención de los acuerdos con el operador del Lote 192, se manifiesta lo siguiente:

Previo a la ejecución del Plan de Rehabilitación la empresa ejecutante y la entidad contratante de las actividades de rehabilitación (PROFONANPE o MINEM) deberán informar a PERUPETRO y al operador del Lote 192 la fecha de inicio de actividades, plazos y los aspectos relacionados a la ocupación de áreas cercanas a sus operaciones. En este sentido, deben obtener los acuerdos

necesarios para la ejecución de Plan de Rehabilitación considerando también los aspectos de seguridad industrial del operador del Lote 192.

(ii) En el ítem 5.6.2 en la sección de "*Fase 3: Reconocimiento y Adecuación de la zona de Remediación*", se modificará y/o incluirá lo siguiente:

(a) Se incluye numeral 3.9. La vía de acceso al Sitio:

- Para llegar al Sitio S0103 (Botadero km 7) se sigue la siguiente ruta: Partiendo desde Nuevo Andoas, se transita por una vía principal pública clasificada como trocha carrozable que conduce a Corrientes que permite el tránsito de maquinaria pesada; en el kilómetro 3,8 hay un puente sobre la quebrada Anapaza; en el kilómetro 7, la vía se divide en dos ramales, hacia la izquierda la carrera conduce hacia el campo Capahuarí norte, el ramal derecho conduce hacia el Sitio S0103 (Botadero km 7), el cual está ubicado a 1,0 km, desde el punto donde la vía se divide.

- En el decreto supremo No 011-2016-MTC "Decreto Supremo que aprueba la actualización del Clasificador de Rutas del SINAC" El ministerio de Transportes y Comunicaciones decreta la Red Vial departamental o regional de LORETO Identificado con el prefijo "LO", tiene diez (10) Rutas, la clasificación que corresponde para zona donde se encuentra el Sitio Impactado es la Ruta N° LO-100 Trayectoria: Emp. PE-5N C (Saramiriza) - Andoas - Tambo Este - Puesto Macusari – Pto. Shiviyacu – Pte. Río Tigre - 12 de octubre - Pantoja - Frontera con Colombia (Guepi).

De acuerdo a lo anterior la vía es publica desde la comunidad de Andoas que conduce hacia la comunidad de 12 de octubre hasta el cruce a corrientes.

Desde el cruce a corrientes hasta el Sitio Impactado hay 200 m de vía privada donde se coordinará con el operador del lote la movilidad de los vehículos y maquinaria antes de iniciar las actividades de remediación.

- En época húmeda y seca no existen restricciones para el transporte de vehículos desde Nuevo Andoas hasta el Sitio S0103 (Botadero km 7); por políticas de seguridad vial, solo existen restricciones para el transporte de maquinaria pesada cuando llueve y el terreno de la vía se satura, para el acceso interno al Sitio no es necesario realizar o adecuar una vía.

- La adecuación del acceso interno al Sitio S0103 presenta las siguientes actividades:

- Previo al inicio de las actividades se deberá revisar el inventario forestal desarrollado al 100% en el área de intervención, con el fin de delimitar la zona durante la construcción y evitar la tala de árboles adicionales a los inventariados.
- Se realiza desbroce en el Sitio Impactado para el movimiento de la maquinaria no es necesario realizar tala de árboles o adecuación de un sendero ya que el Sitio está al lado de la vía hacia Ushpayacu.
- Se debe mantener una superficie de cobertura vegetal existente para evitar la erosión a los costados acceso.
- El transito interno de la maquinaria se realiza por las áreas de tratamiento que se encuentran descritas en el plan de desboque.
- En las zonas de pendiente y vegetación exuberante el traslado de material a tratar se realiza de forma manual por medio carretillas.

- Las actividades de abandono del acceso interno:

  - consiste en la limpieza final del área (retiro de elementos sobrantes, palos bolsas, herramientas y residuos en general), la limpieza se extenderá a los Sitios intervenidos para el desarrollo de las actividades constructivas del acceso al Sitio.
  - Todos los materiales que puedan reciclarse como contenedores, envases, chatarra, carretes, canecas, cables, entre otros, serán recolectados en su totalidad.

En el **Anexo MINEM Observación Nº 41** se adjunta el *Mapa "S0103-CEV-CSI-02" "Accesos Vías de acceso al Sitio Impactado S0103"* y el Mapa Vial del Distrito de Andoas (DGCF, 2017).

(b) En el ítem 5.6.2.2. "*Solidificación ex situ*".

Se realiza el ajuste del numeral 3.6 de la siguiente manera:

3.6. Despeje y retiro de material vegetal del área; en esta actividad se debe identificar si existe contaminación en el material vegetal, con el fin de realizar su debida disposición o si se puede considerar como material vegetal de aprovechamiento forestal y cubrimiento para la zona donde fue retirado el material contaminado para evitar la erosión hídrica.

Para la protección de las áreas de acopio, material vegetal contaminado y suelo excavado, se realiza la instalación de una carpa o de una estructura con el techado removible con materiales plásticos flexibles (Polietileno PE) dependiendo del tamaño del montículo. En la **Figura 29** se presenta el diseño típico del área de acopio.

En el ítem 5.9.3.1 "*Plan de Control para suelo durante la ejecución de las medidas de remediación*"

Se modifica el siguiente párrafo:

"El montículo de suelo, almacenado temporalmente en la zona de acopio, tiene que estar cubierto por un material impermeable para protegerlo de la precipitación que se presente en la zona y que podrían generar lixiviados." La protección de la zona de acopio esta descrita en el ítem 5.6.2.2. "*Solidificación ex situ*".

(c) Se adiciona en el numeral 3.8 lo siguiente:

3.8. Instalación de un laboratorio portátil en el campamento base: servirá para realizar análisis y monitorear los principales parámetros de la técnica de solidificación, además servirá para la conservación y el almacenamiento de las muestras y de los equipos de campo.

<u>Dimensiones y principales características del laboratorio de campo:</u>

- El laboratorio de campo tendrá un área mínima de 15 m^2 (3,7 m x 4,0 m aproximadamente).
- Las tomas eléctricas para la conexión de equipos estarán distribuidas en toda el área del laboratorio y contarán con puesta a tierra.
- Los cables eléctricos estarán protegidos, como mínimo serán cables recubiertos de PVC (también llamados como "vulcanizados"), el calibre de estos cables será el adecuado para soportar la carga eléctrica de los equipos del laboratorio.
- El laboratorio tendrá un lavatorio con toma de agua tratada y drenaje. Se aclara que los residuos líquidos provenientes de los ensayos fisicoquímicos o microbiológicos no serán descargados al drenaje, estos serán tratados como residuos líquidos de acuerdo al Plan de Minimización y Manejo de Residuos.
- Las luminarias estarán dispuestas en el laboratorio de tal manera que se maximice la iluminación.
- El piso será fabricado de un material no poroso, fácil de limpiar, resistente al agua y antideslizante.
- Las mesas de trabajo serán fabricados de material no absorbente, fácil de limpiar y resistente al agua.
- Los reactivos químicos sólidos y líquidos, así como patrones, serán almacenados en estantes o armarios separados para ambos tipos de reactivos.
- Se tendrá un armario o estante para el almacenamiento de equipos portátiles.
- Dentro del laboratorio, se mantendrá una zona exclusiva para el análisis microbiológico.
- Adicionalmente, se contará con un sistema de aire acondicionado, detector de humo con alarma audible y extintor del tipo PQS.

Los principales equipos para la implementación del laboratorio se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 59. Principales Equipos del Laboratorio de Campo

Equipo	Características Básicas	Aplicación
Equipo desionizador de agua	Equipo de resina catiónica y aniónica	Proporcionar agua desionizada para la preparación de reactivos
Termohigrómetro	Rango de medición Temperatura ambiental: 0°C a 70°C Humedad relativa: 10% a 99%	Controlar las condiciones ambientales en el interior del laboratorio.
Aire acondicionado	Capacidad de enfriamiento: Área mínima de 15 m^2	Mantener una temperatura ambiental adecuada en el interior del laboratorio.
Conservadora de muestras	Temperatura de trabajo: 4°C a 7°C	Preservar a temperatura adecuada las muestras.
Autoclave	Temperatura de trabajo: 120°C	Esterilización de material de laboratorio.
Kit portátil para determinación de hidrocarburos en suelos	Límite de detección: ≤ 500 ppm	Determinación de hidrocarburos totales de petróleo en muestras de suelo.
Medidor de humedad de suelo	Rango de medición: Humedad Relativa: 10 a 90%	Determinación de humedad de muestras de suelo.
Prensa Hidráulica	Compresión en Cilindros de 3", 4" y 6"	Compresión de cilindros de concreto
Tamizadora	Tamaño rejillas: 125 mm - 20µm	Se sacude o vibra el tamiz, manual o mecánicamente, hasta que ninguna partícula menor al tamaño designado, se retenga en él.
Termómetro para Cilindros de concreto	Temperatura: 0°C a 100°C	Determinar la temperatura ideal para la preparación de la mezcla.
Aparato Vicat	Escala graduada con índice, una sonda deslizante de 300 g, émbolo para medir la consistencia de 10 mm de diámetro.	Determinación de la consistencia del cemento y del tiempo de fraguado.
Equipo de Blaine	Área total en cm2/g de cemento	Se utiliza para medir la finura del cemento portland
Recipiente Cilíndrico	Capacidad: 2800 cm^3 a 9000 cm^3	Determinación del peso específico y la densidad de muestras de concretos
Medidor de Aire Ocluido	Volumen de la cámara: 1 / $4ft^3$	Utilizado para determinar el contenido de aire en el concreto fresco
Penetrómetro	Capacidad 130 lb con divisiones principales de 10 lb y subdivisiones de 1 lb.	Se utiliza para determinar el ritmo de endurecimiento de las mezclas de concreto.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Respecto a los efluentes y residuos, los líquidos contaminados serán considerados como residuos y serán almacenados en recipientes cerrados hasta su traslado para su disposición final, en ningún caso se realizará vertimientos de los líquidos generados en el laboratorio. En la **Tabla 60** se presenta un estimado de la generación de residuos en el laboratorio.

Tabla 60. Generación estimada de residuos del Laboratorio

Tipo de residuo	Cantidad
Papel y Cartón	200 kg
Plásticos	200 kg
Sólidos Contaminados (guantes, pipetas, entre otros)	2500 kg

Tipo de residuo	Cantidad
Residuos Líquidos	400 l

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

En el **Anexo MINEM Observación Nº 52** se encuentra el Plan de Minimización y manejo de residuos del Sitio S0103 (Botadero km 7), en la cual se implementa el manejo de los residuos en el laboratorio portátil.

(iii) Se realizará como técnica de remediación para toda el área, la Solidificación ex situ por tal razón la "*Fase 4: Construcción y Adecuación de las Celdas de Tratamiento para Bioestimulación enzimática*" se modifica por "*Fase 4: Construcción de la Estructura de Mezclado e Instalación de las Unidades Operativas para la Aplicación de la Técnica*".

<u>En el numeral (iv) de la presente observación se describe sistema de recolección, canalización y derivación de las aguas de precipitación (lluvia) y lixiviados, y sus dimensiones.</u>

(iv) En la Fase 6: "Implementación de la Técnica de Remediación", se modificará el numeral 6.9 de la siguiente forma:

(a) 6.9 Colocación de los bloques de concreto: esta actividad se debe realizar acomodando los bloques en la zona de donde salió el material contaminado.

Recubrimiento: Después de la impermeabilización, para proteger la estructura donde se encuentra la mezcla; se debe recubrir con suelo nativo, en la parte superficial se debe colocar una capa de 1 metro (suelo nativo) sobre la geomembrana de protección la cual va a funcionar como sustrato para la recuperación del Sitio, adicionalmente se indica que las especies a implementar en la reforestación del área excavada serán del tipo arbustivas o del porte pequeño y/o mediano o como alternativa el uso de regeneración natural (rehabilitación pasiva).

El suelo nativo proviene de las excavaciones de las áreas de las zonas pertenecientes a las actividades de tratamiento de las áreas de acopio y de solidificación cuyo suelo es limpio por ser áreas donde no se evidenció contaminación, el estimado de material para el recubrimiento es de 1005 m^3 por lo tanto no habrá uso de canteras.

- El cálculo de corte es para obtener el suelo nativo limpio es de una profundidad de 0,4 m por el producto de las áreas de acopio y de tratamiento de 3840 m^2 obteniendo un volumen de 1536 m^3.

$$Ac = (P\ x\ A)$$

Donde:

Ac: Área de corte de suelo
P: Profundidad
A: Áreas de acopio y Tratamiento

- La extracción del suelo se hace por medios mecánicos convencionales (retroexcavador, buldócer).
- La topografía del terreno en las áreas de acopio y solidificación es terreno plano que permite una extracción fácil del suelo para el recubrimiento.

(b) Se modifica el numeral 6.17 "La proporción estándar de la mezcla para la técnica de solidificación esta descrita en el ítem 5.5.5.1.2."

- En el ítem 5.5.1.1.2 se adiciona lo siguiente:

En la **Tabla 61** se describe la proporción estándar de la mezcla de tratamiento de solidificación ex situ, esta relación puede variar por los resultados de las pruebas de compresión y resistencia.

Tabla 61. Proporción Estándar de la Dosificación de Mezcla Solidificación Ex situ (*)

Suelo a tratar	Agua	Cemento Portland V	Agregado Fino
44 %	8 %	18 %	30 %

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

(*) Información recogida del Estudio de durabilidad al ataque de sulfatos del concreto con agregado reciclado. Resultados de ensayo de Compresión, Tesis Maestría, William Garzón Pire, 2013.

La estructura en donde se realizará el confinamiento del suelo estabilizado solidificado se impermeabilizará con una geomembrana HDPE, la impermeabilización se realizará con el fin de prevenir que el concreto sea afectado por la humedad y los compuestos naturales presentes en el suelo como por ejemplo los sulfatados.

No se realizó el muestreo de sulfatos en suelo porque no era parte del Plan de Muestreo de Suelos, por lo que para disminuir la concentración de sulfato en suelos se utilizará cemento Portland tipo V.

Antes del inicio de las actividades de remediación se realizará el muestreo de sulfatos en suelo para determinar el posible ataque a la mezcla de solidificación.

- Medidas para la reducción de los ataques de sulfato en la mezcla Solidificación Ex situ

  - La estructura en donde se realizará el confinamiento del suelo estabilizado solidificado se impermeabilizará con una geomembrana HDPE, la impermeabilización se realizará con el fin de prevenir que el concreto sea afectado por la humedad y los compuestos naturales presentes en el suelo como por ejemplo los sulfatos.
  - Uso de cemento portland: Los sulfatos producen degradación por expansión y fisuración, también, una reducción en la resistencia mecánica debido a la pérdida de cohesión en la pasta de cemento, lo anterior también conlleva a una pérdida de adherencia entre la pasta y las partículas de los agregados porque atacan al Aluminato Tricálcico (C3A). De acuerdo a la ASTM C 150, describe los cementos de alta resistencia a los sulfatos (Tipo V y Tipo II) por tener solo el 5% de C3A en su composición.
  - Uso de cemento portland Tipo V: En la **Tabla 62** se presenta las recomendaciones del tipo de cemento a utilizar para diferentes grados de exposición potencial por la relación agua/cemento de la mezcla (w/c), Para efectos del Proyecto se utilizará cemento Portland Tipo V o equivalente la cual corresponde a una exposición clase 2 por la relación w/c de la mezcla para la solidificación Ex situ que es de 0,44 según la del presente documento.

Tabla 62. Requisitos para Proteger al Hormigón Contra los Daños Provocados por Ataques por Sulfatos Provenientes de Fuentes Externas

Severidad del ataque (Exposición)	Sulfato soluble en agua (SO4)β	Sulfato (SO4) en agua, ppm β	w/c en masa, máx.* δ	Materiales Cementicios requeridos
Exposición Clase 0	0,00 a 0,10	0 a 150	Ningún requisito especial para resistencia a los sulfatos	Ningún requisito especial para resistencia a los sulfatos

Severidad del ataque (Exposición)	Sulfato soluble en agua (SO4)β	Sulfato (SO4) en agua, ppm β	w/c en masa, máx.* δ	Materiales Cementicios requeridos
Exposición Clase 1	> 0,10 y < 0,20	> 150 y < 1500	0,5	C 150 Tipo II o equivalente
Exposición Clase 2	0,20 a < 0,20	1500 a < 10.000	0,45	C 150 Tipo V o equivalente
Exposición Clase 3	≥ 0,20	≥ 10.000	0,4	C 150 Tipo V más puzolana o escoria

Fuente: Guía para la Durabilidad del Hormigón, Informe Instituto americano de Concreto ACI 201, 1982.

*w/c: Relación que existe entre el peso del agua utilizada en la mezcla y el peso del cemento.
β: En los informes de los análisis químicos realizados sobre los cementos portland, el sulfato expresado como SO4 se relaciona con el sulfato expresado como SO3 de la siguiente manera: SO3% × 1,2 = SO4%.
δ: Estos valores se aplican para el hormigón de peso normal.

En la **Figura 32** se ilustra las dimensiones y distribución del área de confinamiento del suelo solidificado.

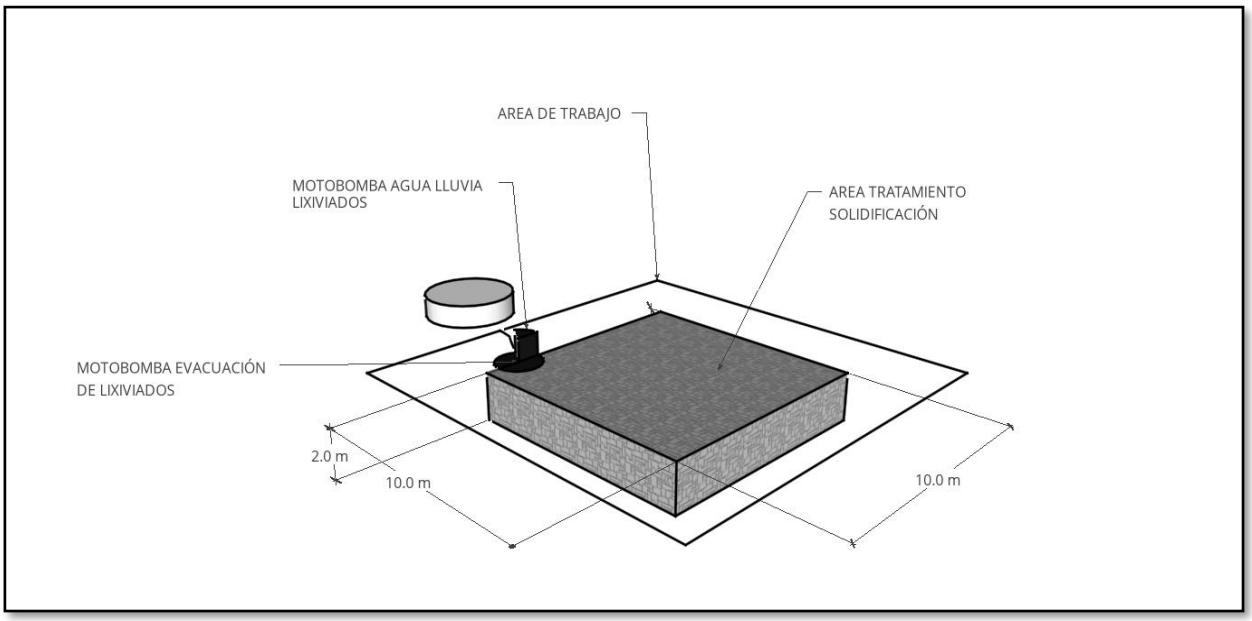


Figura 32. Distribución Área de Confinamiento Solidificación
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

(c) Para controlar el proceso de infiltración de agua y minimizar el riesgo potencial de generación de lixiviados, las celdas de solidificación tendrán un diseño especial que incluye entre otros los siguientes aspectos:

- **Top soil**: La capa más superficial del monolito (30 cm) estará compuesta por materia orgánica para facilitar y contribuir a la revegetalización del área, evitar procesos de erosión y restaurar el paisaje.
- **Capa de cobertura**: Esta capa (20 cm) ofrece una protección contra la penetración de raíces vegetativas y ofrece un mecanismo que evita procesos de erosión. Se pueden usar diferentes materiales de tipo de suelo. En algunas circunstancias, la capa de cobertura también puede ser

una capa vegetativa, si está integrada con la capa superficial y / o contiene suficiente materia orgánica para soportar el crecimiento vegetativo.

- **Capa barrera**: Está constituida por arcilla (50 cm) y su función principal es aislar al monolito de las aguas lluvia de infiltración.
- La base y las paredes laterales de la celda de solidificación estarán recubiertas con geomembrana de alta densidad. La infiltración de agua a través de la geomembrana se puede producir por pinchazos o defectos en los pliegues de juntas de la geomembrana.

El suelo tratado en la técnica solidificación ex situ se encuentra confinado bajo tierra recubierta por una serie de capas que conforman el monolito, por tal motivo el agua lluvia no entra en contacto con el suelo confinado.

v) En la **"Fase 5: Excavación, Transporte y Descarga del Suelo Contaminada a la Zona de Tratamiento"**, se incluye numeral 7.6 de la siguiente manera:

"5.6. en el Ítem 5.7.7.3.5 se encuentra descrito la Captación, Manejo, disposición final de Aguas de Lluvia (No contacto) y aguas de contacto."

- Se modifica el Ítem 5.7.7.3.5 de la siguiente manera:

<u>Captación, Manejo y disposición final de Aguas de Lluvia (No contacto)</u>

Para evitar la mezcla de agua lluvia y de agua de escorrentía en el área de acopio zona de tratamiento de solidificación y el campamento se recomienda realizar la recolección y conducción de manera adecuada se describen las siguientes acciones:

Captación

- Se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área donde se recolectarán las aguas de lluvia; estos canales están ubicados en diferentes Sitios de los canales de agua de contacto.
- Las áreas de acopio, material vegetal contaminado y suelo excavado están protegidos con un techado removible con materiales plásticos flexibles, las aguas lluvias discurrirán desde los techos hacia los canales perimetrales.
- La zona de preparación de suelo solidificado tiene un techado permanente, las aguas lluvias discurrirán hacia los canales perimetrales de la zona de tratamiento.
- Los canales tendrán una pendiente adecuada para evitar puntos de estancamiento.

Manejo

- Las zonas de almacenamiento y de tratamiento de solidificación Ex Situ tienen techado para evitar el contacto del agua lluvia con el suelo a tratar.
- Monitorear la probabilidad de las lluvias que se presenten en ciertas épocas del año de acuerdo a la climatología de la zona para agilizar los movimientos de suelo desde el área excavada a las zonas de almacenamiento y de tratamiento.
- Limpieza de los canales de captación de agua.
- Se cuenta con un equipo de bombeo, que tenga capacidad de sólidos (bombas de desplazamiento positivo rotativo PD75), esto debido al material particulado que puede llegar a los canales perimetrales.
- El almacenamiento temporal de agua de lluvia se realiza en tanques que deberán tener el volumen necesario, impermeables, para evitar pérdidas por goteo o transpiración; herméticos para evitar contaminación; accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza.

Disposición Final

- Las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, Polipropileno o Polietileno, que cuente al menos con el mismo diámetro nominal de las entradas vertidas hacia el terreno evitando que tengan contacto con zonas de tratamiento o material contaminado.

- Las aguas de Lluvia por sí mismas no necesitan control ya que en su mayoría acarrean solidos suspendidos y abundante turbidez de manera natural al entrar en contacto con el suelo natural.

Captación, Manejo y disposición final de Aguas de Contacto

Para evitar la mezcla de agua lluvia y de agua de escorrentía en las áreas donde se realizará el tratamiento Bioestimulación Enzimática, excavación y extracción de suelos a tratar se recomienda realizar la recolección y conducción de manera adecuada con el fin de evitar la dispersión de agua contaminada con las siguientes actividades:

Captación

- Se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área excavada y área de tratamiento de Bioestimulación Enzimática; se recolectarán las aguas de lluvia que tengan contacto con material suelo a tratar; estos canales están ubicados en Sitios diferentes a los canales de las aguas de no contacto.
- Se contempla el uso de dos motobombas (una en funcionamiento y otra en stand by) que tendrán la capacidad para retirar toda el agua que se presente en la excavación para ser enviadas a los canales perimetrales. Estarán ubicadas cerca del lugar donde se recolecten y/o necesiten (estas motobombas serán portátiles y autocebantes). Estas motobombas serán de una potencia de 5.5 HP cada una.
- Los canales tendrán una pendiente adecuada para evitar puntos de estancamiento.

Manejo

- La zona de excavación debe tener la disponibilidad de toldos de lona para cubrir en el momento que se presente la precipitación para evitar el contacto del agua lluvia.
- Monitorear la probabilidad de las lluvias que se presenten en ciertas épocas del año de acuerdo a la climatología de la zona para agilizar la excavación de las zonas a tratar.
- Se cuenta con un equipo de bombeo, que tenga capacidad de sólidos (bombas de desplazamiento positivo rotativo PD75), esto debido al material particulado que puede llegar a los canales perimetrales.
- Limpieza de los canales de captación de agua.
- El almacenamiento temporal de agua de lluvia que tuvo contacto con el área excavada se realiza en tanques que deberán tener el volumen necesario, Impermeables, para evitar pérdidas por goteo o transpiración; Herméticos para evitar contaminación; accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza.

Disposición Final

- Las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, Polipropileno o Polietileno, que cuente al menos con el mismo diámetro nominal de la entrada.
- Las aguas de contacto serán direccionadas al sistema de tratamiento de agua residuales industriales para tener su disposición final en el reúso de agua para control de polvo.

En la **Figura 33** se presenta el esquema del sistema de drenaje pluvial para las áreas de excavación.

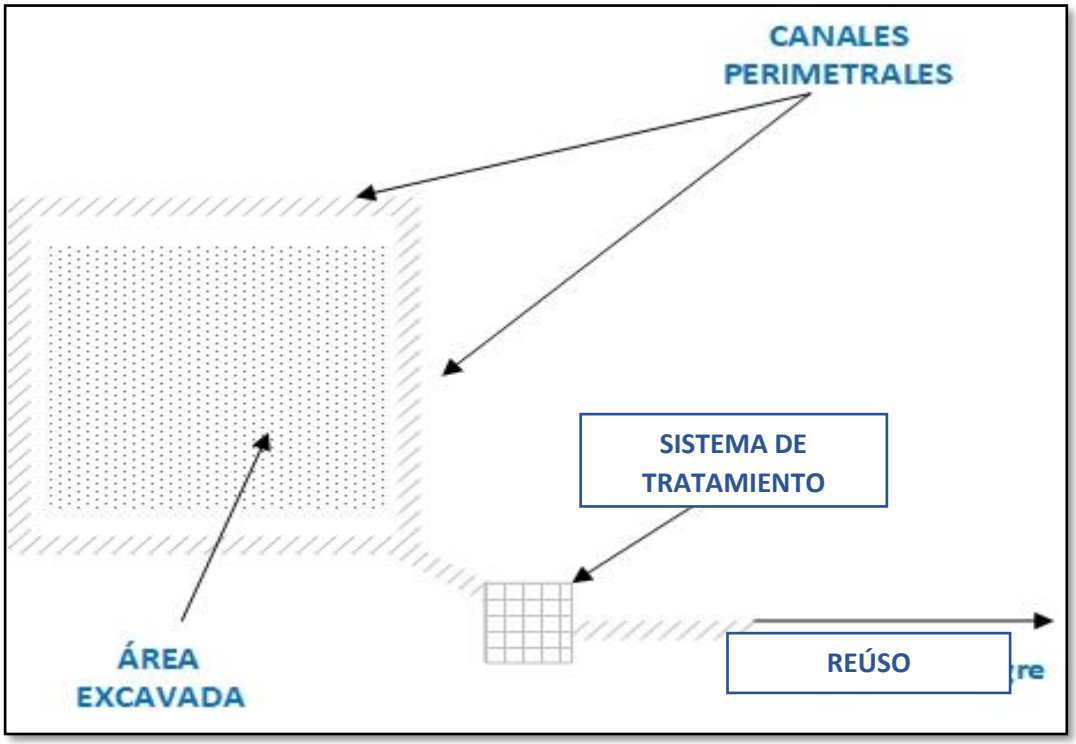


Figura 33. Esquema del Sistema de Drenaje Pluvial en las Áreas de Excavación – Vista de Planta

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

- **Sistema de recolección, canalización y derivación de las aguas de precipitación (lluvia) y lixiviados, y sus dimensiones.**

Se plantea una sección trapezoidal y recubierta con geomembrana de HDPE o PVC, considerando la facilidad de transportar e instalar éstas. Asimismo, se considera un borde libre del 25% la profundidad del tirante "y".

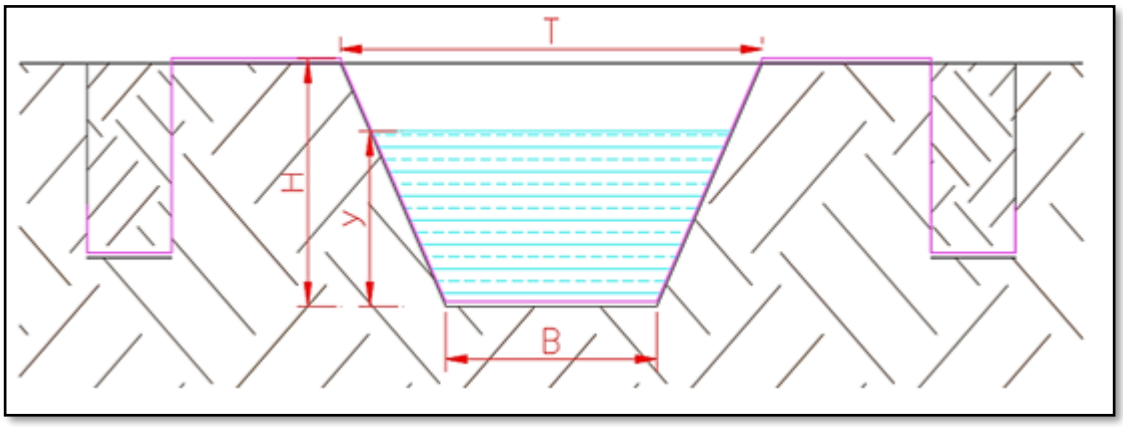


Figura 34. Sección Típica de Canales de Drenaje

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Considerando los caudales de diseño, condiciones topográficas y criterios de diseño de los canales se determinan las siguientes características:

Tabla 63. Características de Canales de Drenaje

Canal	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Sección
C1 (Coronación 1)	358	0.70%	B=0.5, T=0.65, H=0.4
C2 (Coronación 2)	359	0.60%	B=0.5, T=0.65, H=0.4
C3 (Aguas de contacto)	213	0.70%	B=0.3, T=0.45, H=0.3
Acopio	180	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Solidificación	174	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Tratamiento Sedimentos y suelo	150	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Residuos 1	20	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Residuos y metales	130	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Metales 1	40.3	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Residuos y Bioestimulación	97	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Metales 2	40.3	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Residuos 2	42	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Metales 3	255	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Tratamiento	74	0.20%	B=0.2, T=0.25, H=0.2

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tener en cuenta que áreas de drenaje de no contacto con el área afectada se drenará directamente a la red de drenaje natural o quebradas. Áreas afectadas y componentes de remediación o rehabilitación (canales perimetrales) serán conducidas al área de campamento para su posterior tratamiento, previo a su vertimiento a la red de drenaje natural de la zona en estudio.

En el **Anexo MINEM Observación Nº 41** se encuentra el informe de cálculo de drenajes y el plano de Drenaje de Aguas Fluviales en el Sitio Impactado S0103.

vi) (a) Los criterios empleados para la construcción del campamento se modificarán en el ítem 5.7.4.3. "*Lineamientos para la ubicación del campamento*".

Para la instalación del campamento, se tendrá en cuenta los siguientes lineamientos:

- El Campamento Base estará ubicado en el sector noroeste a 1,58 Km del Sitio S0103 en territorio de la comunidad de Nuevo Porvenir en la **Tabla 64** se describen los vértices del Campamento.

Tabla 64. Vértices de la Ubicación del Campamento Pastaza

Código	Coordenadas WGS 84 Zona 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
A	339 566	9 692 483
B	339 606	9 692 438
C	339 577	9 692 412
D	339 537	9 692 456

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

- El campamento se instalará cercano a la vía principal que conduce a la estación Capahuari Norte en el costado izquierdo en una zona donde no hay peligro de deslizamientos y/o desprendimientos.
- Tendrá unas dimensiones aproximadas de 2400 m^2 donde estarán ubicadas las siguientes instalaciones:

Tabla 65. Instalaciones Campamento

Facilidad Campamento	Área
Oficina	120 m2
Dormitorio A	238 m2
Dormitorio B	324 m2
Posta médica	9 m2
Almacén de alimentos	45 m2
Almacén general	45 m2
Cocina y comedor	142 m2
Lavandería	
Estacionamiento	309 m2
Taller de mantenimiento	126 m2
Laboratorio	16 m2
Casa de fuerza	14 m2
Planta de Agua	12 m2
Planta de desagüe	32 m2
Almacén de combustible	18 m2
Área de almacenamiento de residuos	12 m2

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

- Se removerá la capa superficial del suelo y vegetación durante la construcción u operación del campamento, éste deberá ser retirado y almacenado en pilas para ser luego reutilizado en las actividades de reconformación y revegetación.
- La capa superficial del suelo almacenado será ubicada según lo establecido en el Plan de Desbosque y Revegetación.
- Los residuos generados en el campamento serán manejados de acuerdo al Plan de Manejo de Residuos Sólidos.
- El cuerpo de agua para la captación más cercano para las diferentes actividades del campamento será de la quebrada Anapaza que se encuentra a 560 metros.
- No se realizará vertimientos en cuerpos de agua ya que el agua residual del campamento se utilizará en el reusó para control de polvo en el riego de vías, la ubicación del campamento cercano a la vía facilita esta actividad.
- La distancia del campamento a las áreas operativas es de 500 metros con el fin de mantener alejado la dispersión de gases o polvo que se pueda presentar durante las actividades de la remediación.
- Por la ubicación en terreno plano se evitará la escorrentía de superficie en las áreas de mantenimiento o cerca de las fuentes potenciales de contaminación.
- El lavado de maquinaria, reabastecimiento de combustible y cambio de aceite se realizará en el taller de mantenimiento que está cercano al estacionamiento evitando el tránsito vehicular por áreas peatonales.

- Los combustibles y lubricantes se dispondrán en envases adecuados y rotulados dentro de áreas diseñadas apropiadamente, contará con pits de contención para almacenamientos de químicos, en cumplimiento con el Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas.
- Se contará con personal de seguridad con el fin de proteger a los trabajadores, prevenir robos, restringir el acceso de personas no autorizadas a las áreas del campamento y asegurar que los trabajadores cumplan con las restricciones implantadas en lo referente al contacto con los pobladores de la zona.
- El área de almacenamiento de alimentos contará con condiciones higiénicas adecuadas que protejan los alimentos y el agua de posibles contaminaciones, responsabilidad que estará a cargo de personal calificado, el cual deberá examinar estas condiciones periódicamente.
- Periódicamente se deberán realizar las actividades de saneamiento ambiental, a través de programas de fumigación y desratización.

En el **Anexo MINEM Observación Nº 41** se incluye el *Mapa "S0103-ANA-OBS-12-2" "Planimetría del Campamento Pastaza"*, la cual muestra la nueva ubicación del Campamento Pastaza.

(b) Los criterios están descritos en el ítem 5.6.2 en la Fase 3: *Reconocimiento y Adecuación de la Zona para la Aplicación de la Técnica de Remediación*, se incluirá lo siguiente:

- La ubicación del área de acopio se encuentra en la parte suroeste del Sitio S0103 al margen izquierdo de la vía que conduce desde nuevo Andoas hasta Capahuari Norte.
- El área de acopio es de aproximadamente 2000 m2, esta área es adecuada para la separación de los residuos y suelo contaminado por medio manual o mecánico.
- El área de acopio se encuentra a 300 metros aproximadamente de las áreas de excavación lo que facilita la movilidad de los equipos, maquinaria y personal que realizan las actividades de remediación.
- La ubicación del área de tratamiento de suelo y de solidificación ex – situ se encuentra en la parte central del Sitio S0103, la ubicación de estas áreas permite el movimiento del material tratado con facilidad.
- Las áreas de tratamiento de solidificación ex – situ es de 1100 m^2 adecuada para la instalación de los equipos e insumos necesarios para aplicar las técnicas.
- Parte de estas áreas estarán ubicadas en zona boscosa, por tal motivo en el Plan de Desbosque se encuentra calculado el área de desbosque.

En el **Anexo MINEM Observación N° 41** se incluye el *Mapa "S0103-ANA-OBS-10" "Mapa de Facilidades de Remediación del Sitio Impactado"*.

2.38. Observación N° 42

En el Ítem 5.6.2. del PR del Sitio S0103 (Botadero Km 7) – "*Descripción de las acciones de remediación y rehabilitación que correspondan*" (Folio 450 al 468), detalló las fases del proyecto y, en el Anexo 6.11.10 del PR del Sitio S0103 – "*Cronograma y Costos*" (Folios 1639 al 1658), presentó los costos por fases; sin embargo, de la revisión de la información que obra en el Expediente, se advierte que las fases descritas en el Ítem 5.6.2. no coinciden con las indicadas en el Anexo 6.11.10. del PR del Sitio S0103.

Al respecto, deberá cumplir con corregir la información relacionada a las fases del proyecto y, como consecuencia de ello, se deberá corregir el Anexo 6.11.10 del PR del Sitio S0103.

<u>Comentarios a la absolución de la Observación N° 42</u> De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación. Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 42.

Respuesta:

En el **Anexo MINEM Observación Nº 42** se presenta el Cronograma, Costo y el Análisis Financiero del Proyecto del Sitio S0103.

2.39. Observación N° 43

De la revisión del Ítem 5.6.4. del PR del Sitio S0103 – "*Descripción de las Actividades de Ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora*" (Folios 479 y 483), se advierte lo siguiente:

(i) En Ítem 5.6.4.1.1. del PR del Sitio S0103 – "*Implementación Operacional*", indicó que "*(…) resulta necesario la instalación de un área de obra en la cual se deberá implementar dos (2) zonas (acopio y tratamiento)*". No obstante, se observó que no indicó las coordenadas UTM-WGS84 de los vértices de los polígonos de la zona de acopio, zonas de tratamiento (sedimentos y suelos) y área de solidificación, ni señaló las dimensiones en m2 de dichos componentes.

(ii) En la Figura 5-28 "*Ubicación del Desembarcadero de la Comunidad Nuevo Andoas*" (Folio 483), se visualiza el desembarcadero; sin embargo, no indicó las coordenadas UTM-WGS84 de los vértices del polígono del desembarcadero.

En ese sentido, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) Incluir las coordenadas UTM-WGS84 de los vértices de los polígonos de la zona de acopio, zonas de tratamiento (sedimentos y suelos) y área de solidificación en el "*Plano de estructura de la alternativa seleccionada*", precisando las dimensiones en m2 de dichos componentes. Asimismo, actualizar el Anexo 6.4 – "*Plano de Estructura de la Alternativa Seleccionada*".

(ii) Con relación al desembarcadero, deberá indicar las coordenadas de ubicación UTM WGS 84 de los vértices del polígono de dicho componente. Cabe indicar que, para efectos del proyecto, se deberá utilizar un embarcadero existente que cuente con las autorizaciones respectivas.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 43

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 43.

Respuesta:

(i) En el ítem 5.6.2. se modificará la Figura 5-15 y el Anexo 6.4.4 donde se encuentra el plano de la distribución de las zonas pertenecientes a las actividades de tratamiento a ejecutar en el Sitio S0103 (Botadero Km 7). Precisando las (coordenadas UTM WGS 84) de las zonas dentro de las cuales están los componentes indicados, las cuales se muestran a continuación en las tablas siguientes.

Tabla 66. Vértices y Área de la Zona de Acopio

Ubicación Zona de Acopio			
Código	**Coordenadas WGW 84 Zona 18 S**		**Área (m^2)**
	Este (m)	**Norte (m)**	
ZA-1	340 801	9 691 863	1992
ZA-2	340 832	9 691 892	
ZA-3	340 865	9 691 855	
ZA-4	340 838	9 691 829	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 67. Vértices y Área de Solidificación 1

Ubicación Área de Solidificación			
Código	Coordenadas WGW 84 Zona 18 S		Área (m^2)
	Este (m)	Norte (m)	
AS-1	340 752	9 691 997	1848
AS-2	340 794	9 692 007	
AS-3	340 806	9 691 967	
AS-4	340 763	9 691 955	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 68. Vértices y Área de Solidificación 2

Ubicación Área de Solidificación			
Código	Coordenadas WGW 84 Zona 18 S		Área (m^2)
	Este (m)	Norte (m)	
CS-1	340 802	9 691 910	630
CS-2	340 826	9 692 929	
CS-3	340 828	9 691 913	
CS-4	340 815	9 691 893	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 69. Vértices y Área de Solidificación 3

Ubicación Área de Solidificación			
Código	Coordenadas WGW 84 Zona 18 S		Área (m^2)
	Este (m)	Norte (m)	
CU-1	340 788	9 691 928	630
CU-2	340 811	9 691 947	
CU-3	340 824	9 691 931	
CU-4	340 801	9 691 912	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

En el **Anexo MINEM Observación N° 41** *Mapa "S0103-ANA-OBS-10" "Mapa de Facilidades de Remediación del Sitio Impactado"*.

(ii) Se actualiza la Figura 5-28 "*Ubicación del Desembarcadero*" del embarcadero, la cual se muestra en la **Figura 35**.

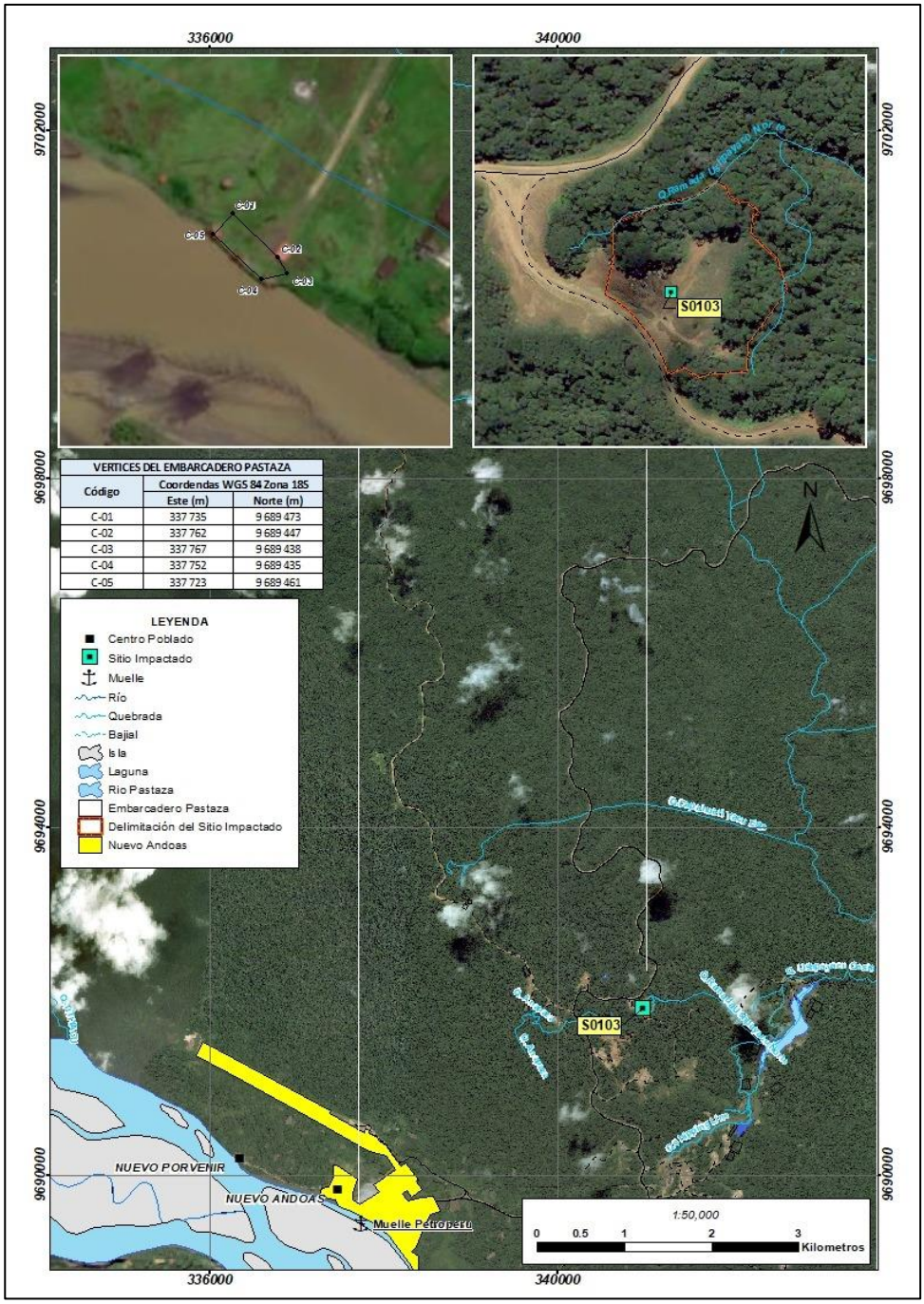


Figura 35. Ubicación del embarcadero S0103

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

La infraestructura portuaria de Andoas esta sesionada a Petroperú según el ministerio de transportes y comunicaciones clasificado como especializado, comercial y de uso privado, se coordinará el uso del puerto con Petroperú verificando que los siguientes tramites de habilitación portuaria estén en regla:

- Autorización de uso temporal de área acuática.
- Autorización definitiva de uso de área acuática.
- Inspección anual de seguridad.

- Inspección bianual de estructura.
- Autorización para construcción, mejora o ampliación de estructura.

En el **Anexo MINEM Observación Nº 43** se adjunta el mapa de infraestructura portuaria por parte del Ministerio de transportes y comunicaciones.

2.40. Observación N° 45

De la revisión del Ítem 5.7 del PR del Sitio S0103 - "*Plan de Manejo Ambiental*", (folios 484 al 510), se advierte lo siguiente:

(i) Señaló lo siguiente: "*(...) El establecimiento de las medidas de manejo ambiental en primera instancia y como herramienta principal, están enfocadas a prevenir la ocurrencia de Impactos ambientales y sociales por el desarrollo o implementación de las actividades de remediación (…)*" (Folio 484); asimismo, indicó que: "*(…) algunos Impactos identificados son: contaminación del suelo, posible afectación del agua superficial y/o agua subterránea, sedimentos, afectación a la fauna y a la flora, afectación a especies hidrobiológicas y peces, generación de material particulado y/o emisiones de gases y afectación a los comuneros cercanos al Sitio Impactado.*" (Folio 484).

No obstante, de la revisión de la información que obra en el Expediente, no realizó la identificación de los Impactos ambientales (bióticos, abióticos y sociales) en función de las actividades y de las medidas de manejo ambiental propuestas en el PR del Sitio S0103 (Botadero Km 7).

(ii) Señaló lo siguiente: "*El Plan de Manejo Ambiental se encuentra compuesto por diferentes planes, los cuales contienen las medidas específicas que contrarrestan los Impactos negativos durante las actividades de remediación. Plan de Habilitación de Campamentos; Plan de Transporte Terrestre, Aéreo y Fluvial; Plan de Control de Ruido y Emisiones; Plan de Aguas Residuales Domésticas; Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas y Residuos Peligrosos y por último el; Plan de Desbosque y Revegetación; y por último, las Medidas de Abandono*" (Folio 485); sin embargo, de la revisión de la información que obra en el Expediente, se advierte lo siguiente:

(iii) No presentó el desarrollo de los siguientes planes: (i) Plan de Contingencias, y (ii) Plan de Manejo de Flora y Fauna.
(iv) En el Plan de Manejo Ambiental, no se ha incluido el Plan de Relaciones Comunitarias.

De acuerdo a lo indicado, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) Identificar los Impactos ambientales del proyecto en función de las actividades y completar el siguiente cuadro:

Cuadro N° 11
Medidas de Manejo Ambiental en relación de los Impactos

Actividad	Componente ambiental afectado	Impacto Ambiental	Medida de Manejo Ambiental

(ii) Presentar el desarrollo del Plan de manejo de flora y fauna, considerando especies en categoría de amenaza, especies invasoras o exóticas presentes, entre otras.

(iii) Desarrollar el Plan de Contingencias, en el cual se considere las acciones de respuesta ante la eventual de ocurrencia de eventos, tales como fugas, derrames, incendios, entre otros.

(iv) Incluir un Plan de Relaciones Comunitarias, el mismo que deberá:

- Considerar programas tales como: (1) Programa de Comunicación e Información, (2) Programa de Contratación de Mano de Obra Local, (3) Programa de Adquisiciones de Bienes y Servicios Locales, (4) Monitoreo Ambiental Comunitario y otros que considere pertinentes.
- Presentar el Código de Conducta, que garantice el respeto a la población, costumbres y cultura local.

Cabe indicar que, los beneficios que se generen como consecuencia del Plan de Relaciones Comunitarias a ser propuesto deberán reflejarse en la "Matriz de Beneficios de los Impactos Sociales" contemplado en el Ítem 5.13 del PR del Sitio S0103.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 45

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 45.

Respuesta:

(i) Se incluye en el **Anexo MINEM Observación Nº 45** la Metodología y Matriz de Identificación de Impactos Ambientales (bióticos, abióticos y sociales) en función de las actividades propuestas en el PR del Sitio S0103.

A continuación, en la **Tabla 70** se presentan las medidas de manejo ambiental en relación a los impactos ambientales identificados para el Sitio S0103.

Tabla 70. Medidas de Manejo Ambiental en relación a los impactos identificados del Sitio S0103

Factor (Componente ambiental afectado)	Impacto (Impacto Ambiental)	Acciones (Actividad)	Medida Ambiental (Medidas)
Geomorfología	Alteración de la estabilidad estructural	Despeje del Sitio	-Preparación del terreno donde se va a realizar el trabajo. -Realización del reconocimiento del terreno y verificación de las características de delimitación y señalización, así como las necesidades de impermeabilización, limpieza y desmonte. -Recubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana para evitar contaminación cruzada por las precipitaciones y con cobertura vegetal no contaminada (viva o muerta), para impedir el impacto de la lluvia y controlar el escurrimiento del agua (erosión hídrica).
		Movimiento de tierras	
	Incremento de los mecanismos de erosión	Despeje del Sitio	
		Movimiento de tierras	
Edafología	Alteración de la calidad de suelo	Uso de maquinaria pesada, vehículos y equipos	-Cuando se presenten posibles derrames de combustibles se recuperará utilizando paños absorbentes para hidrocarburos, los mismos que serán dispuestos en recipientes

Factor (Componente ambiental afectado)	Impacto (Impacto Ambiental)	Acciones (Actividad)	Medida Ambiental (Medidas)
		Movimiento de tierras	adecuados y sellados, almacenados en el área de combustibles para su disposición final. - El almacenamiento de combustible y aceites o su manipulación se efectuará sólo en lugar especialmente designado y equipados para tal función.
		Construcción de Campamento	-Cuando sea necesario remover capa superficial del suelo durante la construcción u operación del campamento, éste deberá ser retirado y almacenado en pilas para ser luego reutilizado en las actividades de reconformación y revegetación.
		Generación de efluentes domésticos	-Los efluentes domésticos serán tratados en una planta de tratamiento de agua residual para realizar el reusó en el riego de vías y control de polvo.
		Generación de residuos solidos	-Se realiza Clasificación de residuos de acuerdo a su peligrosidad por medio de códigos de colores con los recipientes adecuados. - Se deberá evaluar la posibilidad de utilizar los aceites y lubricantes usados (no contaminados) como lubricantes de tipo industrial en los talleres, para máquinas y herramientas que no requieran lubricación final. - En los campamentos volantes se utilizarán letrinas. - Seguir los lineamientos del plan de manejo de residuos sólidos.
		Uso de generadores de energía	-Los generadores se mantendrán en buen estado de funcionamiento y se llevarán récord de mantenimiento diario,
		Almacenamiento y uso de sustancias peligrosas	-Las áreas previstas para el almacenamiento de combustibles y aceites serán recubiertas con geomembrana impermeabilizante, las cuales deberán estar diseñadas para recolectar descargas y líquidos acumulados. Se contará con un programa de capacitación continuo para todo el personal y se mantendrán siempre a la mano los equipos y materiales de contención y limpieza de combustibles en las áreas destinadas su almacenaje.
		Uso de vehículos, maquinarias y equipos pesados	-Movimiento de tierras para reconformación y nivelación del terreno. Estabilización del terreno en zonas donde existen pendientes (si aplica). -Transporte de los equipamientos, insumos y mano de obra especializada hacia su lugar de destino o almacenamiento.
		Desmantelamiento y retiro de estructuras	
Recursos Hídricos	Alteración de la calidad de agua superficial	Generación de efluentes domésticos	-Los efluentes domésticos serán tratados en una planta de tratamiento de agua residual para realizar el reusó en el riego de vías y control de polvo.
		Generación de efluentes industriales	-Los efluentes industriales serán tratados en una planta de tratamiento de agua residual para realizar el reusó en el riego de vías y control de polvo.

Factor (Componente ambiental afectado)	Impacto (Impacto Ambiental)	Acciones (Actividad)	Medida Ambiental (Medidas)
	Alteración del caudal de agua superficial	Captación de agua superficial	-Cumplimiento de los permisos de captación de agua emitido por la ANA. -Monitoreo de los parámetros del agua captada que se efectuará en la quebrada Capahuari Yacu.
		Captación de agua superficial	
		Captación de agua superficial	
Ruido Ambiental	Alteración del nivel de ruido	Uso de maquinaria pesada, vehículos y equipos	-Mantenimiento adecuado de los vehículos de transporte con la finalidad de mantener bajo los niveles de ruido. -Se llevarán registro de mantenimiento diario con la finalidad de mantener bajo los niveles de ruido. Los generadores eléctricos serán instalados lejos de los campamentos construidos. -Exigirá a los trabajadores el uso de protectores auditivos.
		Despeje del Sitio	
		Movimiento de tierras	
		Construcción de obras	
		Construcción del campamento	
		Uso de generadores de energía	
		Uso de vehículos, maquinarias y equipos pesados	
		Desmantelamiento y retiro de facilidades	
Calidad del Aire	Alteración Calidad del Aire	Emisiones fuentes móviles, (vehículos y maquinaria)	- Mantenimiento periódico de los vehículos utilizados en el transporte terrestre. La maquinaria se conservará en buen estado de funcionamiento, para lo cual se establecerá un programa de mantenimiento de todos los vehículos y equipos. -Uso obligatorio de los elementos de protección personal apropiadas para controlar el ingreso de material particulado al organismo.
		Emisiones fuentes Fijas (Generadores)	Los generadores se mantendrán en buen estado de funcionamiento y se llevarán récord de mantenimiento diario, a fin de mantener las emisiones gaseosas en niveles bajos.
Flora	Alteración de la abundancia y composición de la vegetación	Despeje del Sitio	-Se llevarán a cabo trabajos de restauración de las áreas deforestadas, comprendiendo además actividades de reforestación. - La tala de la vegetación se deberá limitar a las áreas

Factor (Componente ambiental afectado)	Impacto (Impacto Ambiental)	Acciones (Actividad)	Medida Ambiental (Medidas)
	Alteración de la estructura y volumen de la cubierta forestal	Despeje del Sitio	previstas en la ingeniería del proyecto o a las áreas indicadas. - Estará prohibida la recolección o compra de cortezas y plantas de cualquier tipo, bajo ningún concepto, para evitar la extracción sistemática de especies. -Prohibir el corte de áreas adicionales, salvo cuando sea estrictamente necesario. -Una vez finalizada la obtención de datos del reconocimiento en la zona, se procederá a la restauración y limpieza de las zonas recorridas. -Utilizar especies nativas o plantones de especies locales.
Fauna Terrestre	Alteración de la abundancia y composición de mamíferos mayores	Despeje del Sitio	-Se verificará que los trabajos se realicen estrictamente en el área de estudio. - Antes de realizar el desbroce o desbosque se realizará un recorrido por el área de trabajo para identificar la probable presencia de individuos de fauna y provocar su ahuyentamiento. Sólo de ser necesario se retirarán los individuos de la zona de desbroce/desbosque manualmente y siguiendo los procedimientos y recomendaciones establecidas por un especialista ambiental. -La maquinaria se mantendrá en buen estado y con silenciadores operativos, a fin de que el ruido perturbe lo menos posible a la fauna. -Durante las labores de campo se identificarán estas zonas y colocarán avisos. -La prohibición de caza o pesca ilegal será acatada por los trabajadores de la empresa contratista encargada del proyecto. -Está prohibida la compra de carne, pescado y/o mascotas. -Al término de las actividades se procederá a la restauración de las áreas utilizadas, que incluye revegetación, lo cual facilitará que la fauna silvestre vuelva paulatinamente a las áreas intervenidas. -Se instalarán barreras para evitar caída de animales. -Se capacitará al personal para reconocer especies de importancia y cómo actuar en caso de encuentros con fauna silvestre. -Habrá asesoría al personal sobre manipulación y actitud frente a encuentros fortuitos con organismos que representen peligro o generen miedo como serpientes, culebras y/o artrópodos, entre otros.
	Alteración en los desplazamientos de mamíferos mayores	Despeje del Sitio	
		Movimiento de tierras	
		Construcción del campamento base	
		Uso de generadores de energía	
		Uso de vehículos, maquinarias y equipos pesados	
		Desmantelamiento y retiro de facilidades	
	Alteración de la abundancia y composición de roedores	Despeje del Sitio	
	Alteración en los desplazamientos de roedores	Despeje del Sitio	
		Movimiento de tierras	
		Construcción del campamento	
		Desmantelamiento y retiro de facilidades	
	Alteración de la abundancia y composición de aves	Despeje del Sitio	
	Alteración en los desplazamientos de aves	Despeje del Sitio	
		Movimiento de tierras	
		Uso de generadores de energía	
		Despeje del Sitio	

Factor (Componente ambiental afectado)	Impacto (Impacto Ambiental)	Acciones (Actividad)	Medida Ambiental (Medidas)
	Alteración de la abundancia y composición de anfibios y reptiles	Movimiento de tierras	
	Alteración en los desplazamientos de anfibios y reptiles	Despeje del Sitio	
		Movimiento de tierras	
		Construcción de campamento	
		Desmantelamiento y retiro de facilidades	
Paisaje	Alteración de la calidad escénica	Despeje del Sitio	-El desbroce para la construcción de los campamentos, y zonas de las actividades de remediación, deberá limitarse a lo establecido en el presente Plan. -Incorporar áreas verdes en los sectores que no son utilizados de los campamentos. -Reforestar las áreas una vez finalizado el proyecto.
		Movimiento de tierras	
		Construcción de Campamentos	
Demografía	Aumento de las capacidades de la población local temporalmente contratada	Contratación de mano de obra	-Utilizar repelentes y uniformes de trabajo de manga larga. -Aplicar el MEDEVAC en caso se presente un caso de enfermedad por contagio. -Capacitación en la Prevención de Derrames y Manejo de Combustibles, Lubricantes y Materiales Tóxicos. -Establecer las charlas diarias de seguridad. Aplicar el Plan
Economía	Generación de empleo local temporal	Contratación de mano de obra	-Para la contratación del personal local, se debe realizar las coordinaciones correspondientes con las autoridades de las comunidades locales, indicando los requisitos que se deben cumplir.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

La fase 2 no está evaluada en la matriz de aspectos e impactos ambientales porque es una actividad que no se ejecuta en el Sitio S0103. A continuación, se describe las actividades de fase 2:

2. Fase 2: Transporte e Instalación de Personal, Maquinaría, Productos y Equipos para el Desarrollo de las Actividades de Remediación en la Zona de Tratamiento.

2.1. Transporte de insumos y mano de obra especializada por vía aérea, fluvial y terrestre, según corresponda.

• Lima – Iquitos – Nauta – San Lorenzo – Nuevo Andoas.

• Lima-Iquitos: La duración del vuelo es de 2 horas.

• Iquitos – Nauta: Iquitos está interconectada con Nauta por una vía asfaltada, la distancia es de 101 km.

• Nauta – San Lorenzo: A través del río Marañón se puede viajar en embarcaciones que cubren esa ruta en 12 horas (aproximadamente), el río Marañón es navegable en todas las épocas del año.

• San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este tramo se realiza a través del río Marañón, hasta la confluencia con el río Pastaza y luego se navega a través del río Pastaza. Las embarcaciones emplean 12 horas

(aproximadamente). El río Pastaza es navegable dependiendo de la estacionalidad, en época seca (menos húmeda) el caudal del río decrece significativamente, restringiendo la navegabilidad para botes y embarcaciones de gran calado.

• Lima – Tarapoto – Yurimaguas – San Lorenzo. - Lima – Tarapoto: diariamente hay vuelos comerciales desde Lima a Tarapoto, la duración del vuelo es de 1,25 horas.

- Tarapoto – Yurimaguas: Tarapoto está interconectada con Yurimaguas por una vía asfaltada, la distancia es de 130 km.

- Yurimaguas – San Lorenzo: Empresas aéreas regionales cubren la ruta Yurimaguas – San Lorenzo. La duración del vuelo es de 40 minutos.

- San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este recorrido se realiza vía fluvial. - Lima – Nuevo Andoas.

La empresa Operadora del Lote 192, cubre la ruta Lima – Nuevo Andoas, en vuelos asignados exclusivamente a sus trabajadores y a personas de las comunidades Nativas.

2.2. El transporte y movilización de la maquinaria, equipos e insumos que no se puedan contratar o comprar en Nuevo Andoas se realizará desde Lima, a través de la siguiente ruta:

• Lima – Yurimaguas: La distancia entre estas dos ciudades es de 1097 km, la carretera es asfaltada.

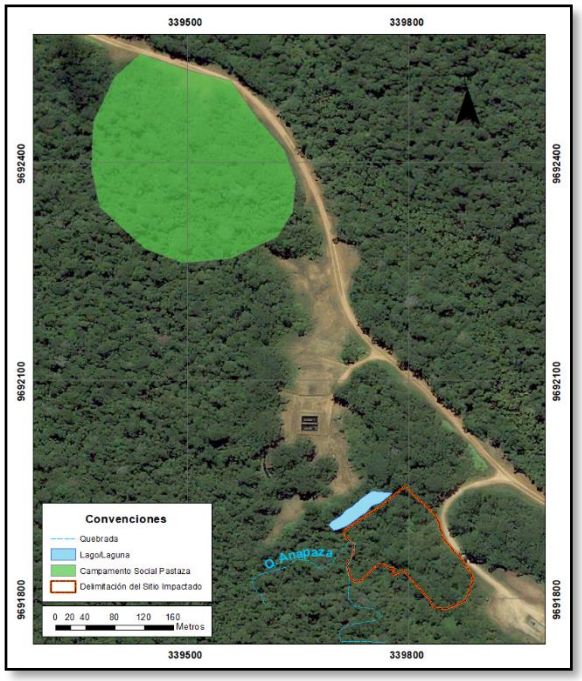
(ii) En el **Anexo MINEM Observación Nº 45** se presenta el Plan de Manejo de Flora y Fauna.
(iii) En el **Anexo MINEM Observación Nº 45** se presenta el Plan de contingencia con las acciones solicitadas.
(iv) En el **Anexo MINEM Observación Nº 45** se presenta el plan de Relaciones Comunitarias y código de conducta.

2.41. Observación N° 46

En el Ítem 5.7.4 del PR del Sitio S0103 - "*Plan de Habilitación de Campamentos*" (Folios 484 al 488), desarrolló las medidas para la habilitación de campamentos; no obstante, de la revisión de dicho Ítem, se advierte lo siguiente:

(i) Presentó la coordenada UTM-WGS84 (Este 339940 m y Norte 9692066 m) de ubicación del campamento base; sin embargo, dichas coordenadas no son congruentes con la ubicación graficada en la Figura 5-27. "*Ubicación del Campamento Base*" (Folio 484), conforme se aprecia a continuación:

Figura 1
Incongruencia en la ubicación de campamento

Figura 5-27	**Ubicación en Coordenadas UTM-WGS84 del Campamento Base**
	

Fuente: "Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0103 (Botadero Km 7)". Elaborado por la DGAAH.

(ii) En el Ítem 5.7.4 del PR del Sitio S0103 - "*Plan de Habilitación de Campamentos*" (Folio 486), indicó que "*(…) Se deberá evitar la escorrentía de superficie en las áreas de mantenimiento o cerca de las fuentes potenciales de contaminación (…)*"; no obstante, de la revisión de la información que obra en el Expediente, se advierte que no señaló las medidas a implementar para evitar la escorrentía de superficie en las áreas de mantenimiento y/o cerca de las fuentes potenciales de contaminación mencionadas.

(iii) En el Ítem 5.7.4 del PR del Sitio S0103 - "*Plan de Habilitación de Campamentos*" (Folio 486), indicó que *(…) El lavado de maquinaria, reabastecimiento de combustible y cambio de aceite se deberán realizar en patios de máquinas impermeabilizados específicamente para este fin. (…)"*. No obstante, de la revisión de la información que obra en el Expediente, se advierte que no indicó las medidas de manejo de los residuos líquidos generados como consecuencia de las actividades de lavado de maquinaria.

(iv) En el Ítem 5.7.4.3.3 del PR del Sitio S0103 - "*Almacenamiento de Combustible y Lubricantes*" (Folio 487), indicó que "*(…) se deberá habilitar un área de almacenamiento de combustible, la cual deberá estar ubicada en un lugar que no comprometa al campamento ni a los cuerpos de agua cercanos.*"; no obstante, se advierte que no indicó la ubicación ni las dimensiones del área destinada al almacenamiento de combustibles y lubricantes.

En ese sentido, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) Indicar las coordenadas de los vértices del polígono del campamento Base, considerando lo establecido en la presente Observación.

(ii) Indicar las medidas para el manejo de las aguas de escorrentía de superficie en las áreas de mantenimiento y/o cerca de las fuentes potenciales de contaminación.

(iii) En relación al patio de máquinas, se deberá indicar las medidas de manejo de los efluentes generados como consecuencia de las actividades de lavado de maquinaria, incluyendo su disposición final.

(iv) Indicar las coordenadas UTM-WGS84 del polígono y las dimensiones del área destinada al almacenamiento de combustibles y lubricantes.

(v) Presentar un mapa en que se visualice la distribución de las facilidades del campamento tales como área de almacenamiento de residuos, área de almacenamiento de combustibles y lubricantes, planta de tratamiento de aguas residuales, entre otros.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 46

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 46.

Respuesta:

(i) El Campamento Base estará ubicado en el sector noroeste a 1,58 Km del Sitio S0103 en territorio de la comunidad de Nuevo Porvenir en la **Tabla 71** se describen los vértices del Campamento.

Tabla 71. Vértices de la Ubicación del Campamento Pastaza

Código	Coordenadas WGS 84 Zona 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
A	339 566	9 692 483
B	339 606	9 692 438
C	339 577	9 692 412
D	339 537	9 692 456

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

El campamento se instalará cercano a la vía principal que conduce a la estación Capahuari Norte en el costado izquierdo en una zona donde no hay peligro de deslizamientos y/o desprendimientos.

Tendrá unas dimensiones aproximadas de 2400 m^2 donde estarán ubicadas las siguientes instalaciones:

Tabla 72. Instalaciones Campamento

Facilidad Campamento	Área
Oficina	120 m^2
Dormitorio A	238 m^2
Dormitorio B	324 m^2
Posta médica	9 m^2
Almacén de alimentos	45 m^2

Facilidad Campamento	Área
Almacén general	45 m^2
Cocina y comedor	142 m^2
Lavandería	
Estacionamiento	309 m^2
Taller de mantenimiento	126 m^2
Laboratorio	16 m^2
Casa de fuerza	14 m^2
Planta de Agua	12 m^2
Planta de desagüe	32 m^2
Almacén de combustible	18 m^2
Área de almacenamiento de residuos	12 m^2

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

- Se removerá la capa superficial del suelo y vegetación durante la construcción u operación del campamento, éste deberá ser retirado y almacenado en pilas para ser luego reutilizado en las actividades de reconformación y revegetación.
- La capa superficial del suelo almacenado será ubicada según lo establecido en el Plan de Desbosque y Revegetación.
- Los residuos generados en el campamento serán manejados de acuerdo al Plan de Manejo de Residuos Sólidos.
- El cuerpo de agua para la captación más cercano para las diferentes actividades del campamento será de la quebrada Anapaza que se encuentra a 560 metros.
- No se realizará vertimientos en cuerpos de agua ya que el agua residual del campamento se utilizará en el reusó para control de polvo en el riego de vías, la ubicación del campamento cercano a la vía facilita esta actividad.
- La distancia del campamento a las áreas operativas es de 500 metros con el fin de mantener alejado la dispersión de gases o polvo que se pueda presentar durante las actividades de la remediación.
- Por la ubicación en terreno plano se evitará la escorrentía de superficie en las áreas de mantenimiento o cerca de las fuentes potenciales de contaminación.
- El lavado de maquinaria, reabastecimiento de combustible y cambio de aceite se realizará en el taller de mantenimiento que está cercano al estacionamiento evitando el tránsito vehicular por áreas peatonales.
- Los combustibles y lubricantes se dispondrán en envases adecuados y rotulados dentro de áreas diseñadas apropiadamente, contará con pits de contención para almacenamientos de químicos, en cumplimiento con el Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas.
- Se contará con personal de seguridad con el fin de proteger a los trabajadores, prevenir robos, restringir el acceso de personas no autorizadas a las áreas del campamento y asegurar que los trabajadores cumplan con las restricciones implantadas en lo referente al contacto con los pobladores de la zona.
- El área de almacenamiento de alimentos contará con condiciones higiénicas adecuadas que protejan los alimentos y el agua de posibles contaminaciones, responsabilidad que estará a cargo de personal calificado, el cual deberá examinar estas condiciones periódicamente.
- Periódicamente se deberán realizar las actividades de saneamiento ambiental, a través de programas de fumigación y desratización.

En el **Anexo MINEM Observación N° 41** se incluye la nueva ubicación del Campamento Pastaza en el *Mapa "S0103-ANA-OBS-12-2" "Planimetría del Campamento Pastaza"*.

(ii) En el ítem 5.7.4 se incluye lo siguiente:

Captación, Manejo y disposición final de Aguas de Lluvia (No contacto)

Para evitar la mezcla de agua lluvia y de agua de escorrentía en el área de acopio zona de tratamiento de solidificación y el campamento se recomienda realizar la recolección y conducción de manera adecuada se describen las siguientes acciones:

Captación

- Se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área donde se recolectarán las aguas de lluvia; estos canales están ubicados en diferentes Sitios de los canales de agua de contacto.
- Las áreas de acopio, material vegetal contaminado y suelo excavado están protegidas con un techado removible con materiales plásticos flexibles, las aguas lluvias discurrirán desde los techos hacia los canales perimetrales.
- La zona de preparación de suelo solidificado tiene un techado permanente, las aguas lluvias discurrirán hacia los canales perimetrales de la zona de tratamiento.
- Los canales tendrán una pendiente adecuada para evitar puntos de estancamiento.

Manejo

- Las zonas de almacenamiento y de tratamiento de solidificación Ex Situ tienen techado para evitar el contacto del agua lluvia con el suelo a tratar.
- Monitorear la probabilidad de las lluvias que se presenten en ciertas épocas del año de acuerdo a La climatología de la zona para agilizar los movimientos de suelo desde el área excavada a las zonas de almacenamiento y de tratamiento.
- Limpieza de los canales de captación de agua.
- Se cuenta con un equipo de bombeo, que tenga capacidad de sólidos (bombas de desplazamiento positivo rotativo PD75), esto debido al material particulado que puede llegar a los canales perimetrales.
- El almacenamiento temporal de agua de lluvia se realiza en tanques que deberán tener el volumen necesario, Impermeables, para evitar pérdidas por goteo o transpiración; Herméticos para evitar contaminación; accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza.

Disposición Final

- Las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, Polipropileno o Polietileno, que cuente al menos con el mismo diámetro nominal de las entradas vertidas hacia el terreno evitando que tengan contacto con zonas de tratamiento o material contaminado.
- Las aguas de Lluvia por sí mismas no necesitan control ya que en su mayoría acarrean solidos suspendidos y abundante turbidez de manera natural al entrar en contacto con el suelo natural.

(iii) En el ítem 5.6.4 se incluye lo siguiente:

Captación, Manejo y disposición final de Aguas de Contacto

Para evitar la mezcla de agua lluvia y de agua de escorrentía en las áreas donde se realizará el tratamiento Bioestimulación Enzimática, excavación y extracción de suelos a tratar se recomienda realizar la recolección y conducción de manera adecuada con el fin de evitar la dispersión de agua contaminada con las siguientes actividades:

Captación

- Se construirán canales perimetrales en las áreas donde se realizará la excavación, extracción, tratamiento de suelos a tratar, área de mantenimiento y lavado de equipos (Campamento) se

recolectarán las aguas de lluvia que tengan contacto con material suelo a tratar, estos canales están ubicados en diferente Sitio a los canales de las aguas de No contacto.

- Se contempla el uso de dos motobombas (una en funcionamiento y otra en stand by) que tendrán la capacidad para retirar toda el agua que se presente en la excavación para ser enviadas a los canales perimetrales. Estarán ubicadas cerca del lugar donde se recolecten y/o necesiten (estas motobombas serán portátiles y autocebantes). Estas motobombas serán de una potencia de 5.5 HP cada una.
- Los canales tendrán una pendiente adecuada para evitar puntos de estancamiento.

Manejo

- La zona de excavación debe tener la disponibilidad de toldos de lona para cubrir en el momento que se presente la precipitación para evitar el contacto del agua lluvia.
- Monitorear la probabilidad de las lluvias que se presenten en ciertas épocas del año de acuerdo a la climatología de la zona para agilizar la excavación de las zonas a tratar.
- Se cuenta con un equipo de bombeo, que tenga capacidad de sólidos (bombas de desplazamiento positivo rotativo PD75), esto debido al material particulado que puede llegar a los canales perimetrales.
- Limpieza de los canales de captación de agua.
- El almacenamiento temporal de agua de lluvia que tuvo contacto con el área excavada se realiza en tanques que deberán tener el volumen necesario, Impermeables, para evitar pérdidas por goteo o transpiración; Herméticos para evitar contaminación; accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza.

Disposición Final

- Las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, Polipropileno o Polietileno, que cuente al menos con el mismo diámetro nominal de la entrada.
- Las aguas de contacto serán direccionadas al sistema de tratamiento de agua residuales industriales para tener su disposición final en el reúso de agua para control de polvo.

En la **Figura 36** se presenta el esquema del sistema de drenaje pluvial para las áreas de excavación.

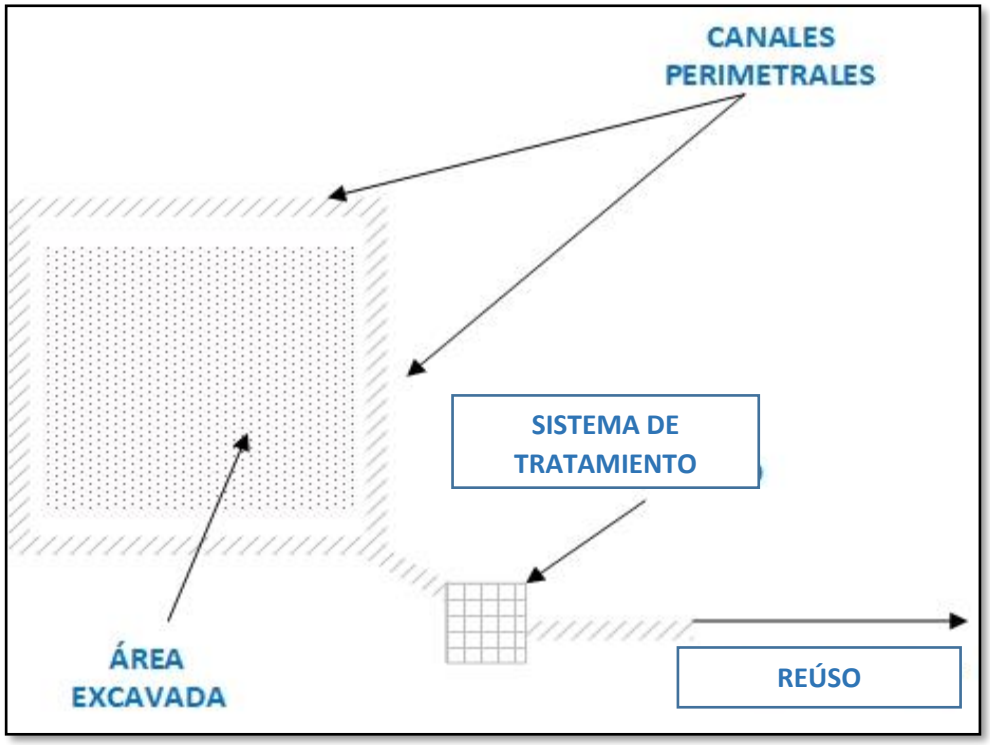


Figura 36.Esquema del Sistema de Drenaje Pluvial en las Áreas de Excavación– Vista de Planta
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Se incluye el ítem 5.7.7.3.3 "*Medidas específicas para el Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales Industriales*"

El agua residual industrial deberá ser tratada para proteger la salud pública, la salud de los empleados y preservar el medio ambiente. Para este fin se deberán instalar sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales, con el propósito de eliminar toda contaminación química proveniente de las actividades de remediación.

En la **Figura 37**, se expone de forma esquemática el sistema de tratamiento de agua residual industrial.

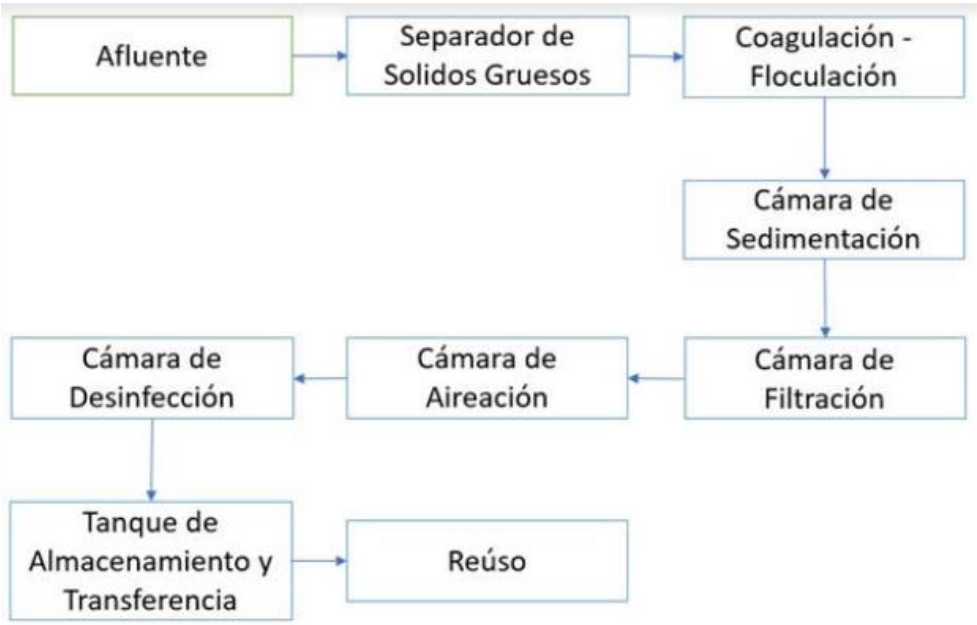


Figura 37. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

A continuación, se desarrolla el esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales.

- ***Separador de Sólidos Gruesos***

Es una operación en la que se trata de eliminar sólidos de mayor tamaño que el que habitualmente tienen las partículas que arrastran las aguas. El objetivo es eliminarlos y evitar que dañen equipos posteriores del resto de tratamientos. Suele ser un tratamiento previo a cualquier otro.

- ***Coagulación y Floculación***

La materia en suspensión puede estar formada por partículas de muy pequeño tamaño (10^{-6} – 10^{-9} m), lo que conforma una suspensión coloidal. Estas suspensiones coloidales suelen ser muy estables, en muchas ocasiones debido a interacciones eléctricas entre las partículas. Por tanto, tienen una velocidad de sedimentación extremadamente lenta, por lo que haría inviable un tratamiento mecánico clásico. Una forma de mejorar la eficacia de todos los sistemas de eliminación de materia en suspensión es la adición de ciertos reactivos químicos que, en primer lugar, desestabilicen la suspensión coloidal (coagulación) y a continuación favorezcan la floculación de las mismas para obtener partículas fácilmente sedimentables.

- ***Cámara de Sedimentación***

Operación física en la que se aprovecha la fuerza de la gravedad que hace que una partícula más densa que el agua tenga una trayectoria descendente, depositándose en el fondo del sedimentador. Esta operación será más eficaz cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas a separar del agua, es decir, cuanto mayor sea su velocidad de sedimentación, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos. A esta operación de sedimentación se le suele denominar también decantación.

- ***Cámara de Filtración***

La filtración es una operación en la que se hace pasar el agua a través de un medio poroso, con el objetivo de retener la mayor cantidad posible de materia en suspensión. El medio poroso tradicionalmente utilizado es un lecho de arena, de altura variable, dispuesta en distintas capas de distinto tamaño de partícula, siendo la superior la más pequeña y de entre 0.15 y 0.3 mm. Es una operación muy utilizada en el tratamiento de aguas potables, así como en el tratamiento de aguas para reutilización, para eliminar la materia en suspensión que no se ha eliminado en anteriores operaciones (sedimentación).

- ***Cámara de Aireación***

Operación física que consiste en generar pequeñas burbujas de gas (aire), que se asociarán a las partículas presentes en el agua y serán elevadas hasta la superficie, de donde son arrastradas y sacadas del sistema. Obviamente, esta forma de eliminar materia en suspensión será adecuada en los casos en los que las partículas tengan una densidad inferior o muy parecida a la del agua, así como en el caso de emulsiones, es decir, una dispersión de gotas de un líquido inmiscible, como en el caso de aceites y grasas. En este caso las burbujas de aire ayudan a "flotar" más rápidamente estas gotas, dado que generalmente la densidad de estos líquidos es menor que la del agua.

- ***Cámara de Desinfección (Contacto)***

Finalmente, el efluente es desinfectado en la cámara de contacto. En esta, se aplicará cloro en pastillas y se mantendrá en contacto por un lapso de 30 minutos con la finalidad de eliminar los organismos patógenos del efluente tratado.

- ***Almacenamiento para Reúso de Agua Residual Tratada***

Es el área donde se acumula el agua obtenida del sistema de tratamiento cuya función es la de abastecer agua de reúso de los trabajos de remediación, su ubicación debe ser tal que esté protegido de los vientos que favorecen el efecto erosivo del oleaje sobre la estructura. El dimensionamiento del tanque de almacenamiento debe ser de una capacidad aproximada de 5000 litros porque debe haber un equilibrio entre el agua captada, almacenada y la utilizada.

- ***Disposición final de efluentes***

Los efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales serán utilizados para el reúso en control de polvo de las vías de acceso que tienen un ancho promedio de 6 metros que se realizará por medio de un camión cisterna, la humectación estimada para las rutas de tránsito de maquinaria y vehículos comprenden las vías de la salida comunidad de Andoas, embarcadero y Sitio Impactado que son de 7,3 km aproximadamente.
La humectación depende de las características climatológicas de la zona ya que se presentarán precipitaciones frecuentes lo que indica que no se haría humectación en todos los días de duración del proyecto.

- Duración del proyecto: 3 meses.
- Longitud total de vías que requieren humectación: 7300 m.
- Porcentaje de utilización de las vías: 50%
- Longitud de vías a irrigar diariamente: 3650 m
- Volumen de agua promedio usada por camión cisterna para riego: 3,78 m^3 por km.
- Volumen necesario para Riego de vías (Control de Polvo): 1241,73 m^3
- Volumen de aguas residuales industriales tratadas para reúso: 169,87 m^3

(iv) A continuación, en la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación del área de almacenamiento y lubricantes y sus dimensiones aproximadas.

Tabla 73. Coordenadas de ubicación del área de almacenamiento de combustibles y lubricantes

Código	Coordenadas WGS 84 Zona 18S	
	Este (m)	Norte (m)
A	339 579	9 692 422
B	339 582	9692418
C	339 579	9692416
D	339 576	9692419

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Las dimensiones del área de almacenamiento de combustibles y lubricantes presentan un área total de 18 m^2.

(v) En el **Anexo MINEM Observación N° 46** se presenta el *Mapa "S0103-MINEM-OBS-43" "Distribución Campamento Pastaza".*

2.42. Observación N° 48

En el Ítem 5.7.7. "*Plan de Manejo de Aguas Residuales Domésticas y Manejo de Lixiviados*" – "*Desarrollo del Plan*" (Folio 496), indicó lo siguiente "*(…). Posteriormente a su tratamiento, los efluentes deberán ser descargados en el río Pastaza, previo monitoreo de control de calidad, para verificar el cumplimiento con los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales, D.S. N° 003-2010-MINAM*."

Al respecto, considerando que el Plan de Rehabilitación constituye un instrumento de gestión ambiental que contiene acciones de remediación de Sitios contaminados generados por el desarrollo de actividades de hidrocarburos, corresponde la aplicación del Decreto Supremo N° 037-2008-PCM, que aprueba los Límites Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Subsector de Hidrocarburos.

En ese sentido, deberá presentar el monitoreo de efluentes en el "Plan de Control y Monitoreo en la Ejecución de las Medidas de Remediación y Rehabilitación" (Ítem 5.9), el cual contenga la siguiente información:

- Coordenadas de ubicación del punto de monitoreo del efluente.
- Parámetros a monitorear.
- Frecuencia de monitoreo.
- Normativa aplicable (Decreto Supremo N° 037-2008-PCM).

<u>Comentarios a la absolución de la Observación N° 48</u>

Por lo tanto, se deberá presentar el programa de monitoreo del efluente doméstico, en el cual se precisen las coordenadas de ubicación del punto de monitoreo del efluente (lo cual debe ser concordante con la ubicación del campamento), los parámetros a monitorear, frecuencia de monitoreo y la normativa aplicable (Decreto Supremo Nº 037-2008-PCM) para el monitoreo de los efluentes tratados

Respuesta:

El tratamiento y disposición final de los efluentes domésticos fue modificada para el reusó en control de polvo para riego de vías, esta modificación fue coordinada con la Autoridad Nacional del Agua en reuniones previas absolviendo la observación emitida por esta entidad opinante. Por este motivo se descartan vertimientos hacia un cuerpo de agua y el monitoreo que corresponda realizar a estos. A continuación, se describe el proceso de manejo, disposición final y monitoreo de las aguas residuales domésticas.

- Se realiza modificación del ítem 5.7.7 de la siguiente forma:

Cambio del título del ítem 5.7.7. "*Plan de Manejo de Aguas Residuales Domésticas*" al "*Plan de Manejo de Aguas Residuales*"
En este documento se establecen los lineamientos generales para organizar el manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, durante las actividades de remediación en el Sitio S0103 (Botadero Km 7).

- Se incluye el ítem 5.7.7.1. "*Objetivos*"

- Manejar adecuada y responsablemente las aguas residuales industriales generadas en las áreas de las actividades de remediación, de manera que se conserve el medio ambiente y no se comprometa la salud y seguridad de los pobladores locales y trabajadores.
- Descripción de la captación manejo y disposición final de las aguas de contacto de las actividades de la técnica de remediación.

- Se modifica el ítem 5.7.7.2. "*Alcance*".

El alcance de este plan contempla al campamento base y las áreas donde se realizarán las actividades de remediación del Sitio S0103 (Botadero Km 7). Las medidas de manejo deberán ser implementadas y ejecutadas por la empresa que ejecutará las acciones de remediación.

- Se modifica el ítem 5.7.7.3. "*Desarrollo del Plan*".

Los efluentes domésticos se generarán en el campamento base y los efluentes industriales que se generarán en las actividades de remediación y deberán ser tratados hasta cumplir con los estándares aplicables en la normatividad peruana. Posteriormente a su tratamiento, los efluentes serán utilizados en el reúso para riego de vías en el control de polvo, previo monitoreo de control de calidad, para verificar el cumplimiento con Límites Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Subsector Hidrocarburos, (D.S. Nº 037-2008-PCM).

- Se realiza modificación del párrafo del ítem 5.7.7.3.2. "Abastecimiento de Agua para los Servicios Higiénicos".

Para los servicios higiénicos, se deberá utilizar el agua captada de la quebrada Anapaza, el requerimiento de agua estimado es de aproximadamente 250 litros/persona/día, e incluye el consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc. Se ha estimado un volumen de consumo diario de 12500 litros de agua (12,50 m^3 /día) para un máximo 50 personas donde se tiene en cuenta un escenario de demanda de consumo y tratamiento de agua residual adicional, para las labores del campamento base.

- En el ítem 5.7.7.3.3. "*Medidas Específicas para el Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales Domésticas*" se realizan las siguientes modificaciones:

Para el presente proyecto se plantea la instalación de un Campamento Base y de casetas temporales en el Área de Obra, es decir un Área Temporal para albergar al personal que trabaja en la remediación (obreros, operadores de maquinaria, supervisores, etc.) por ello se plantea como alternativa de saneamiento lo siguiente:

Las aguas grises provenientes del comedor y cocina deberán ser recolectadas y llevadas directamente a una trampa de grasa. Esta trampa retendrá los aceites y grasas antes del su ingreso al Sistema de tratamiento (Figura 5-30) del PR, en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas (PTARD).

Las características de las trampas de grasa se pueden observar en la Figura 5-29 del Plan de Rehabilitación. Se modifica la gráfica del sistema de tratamiento agua residual doméstica (Figura 5-30) la cual se presenta en la **Figura 38** del presente informe en donde se incluye el almacenamiento de reúso de agua residual tratada.

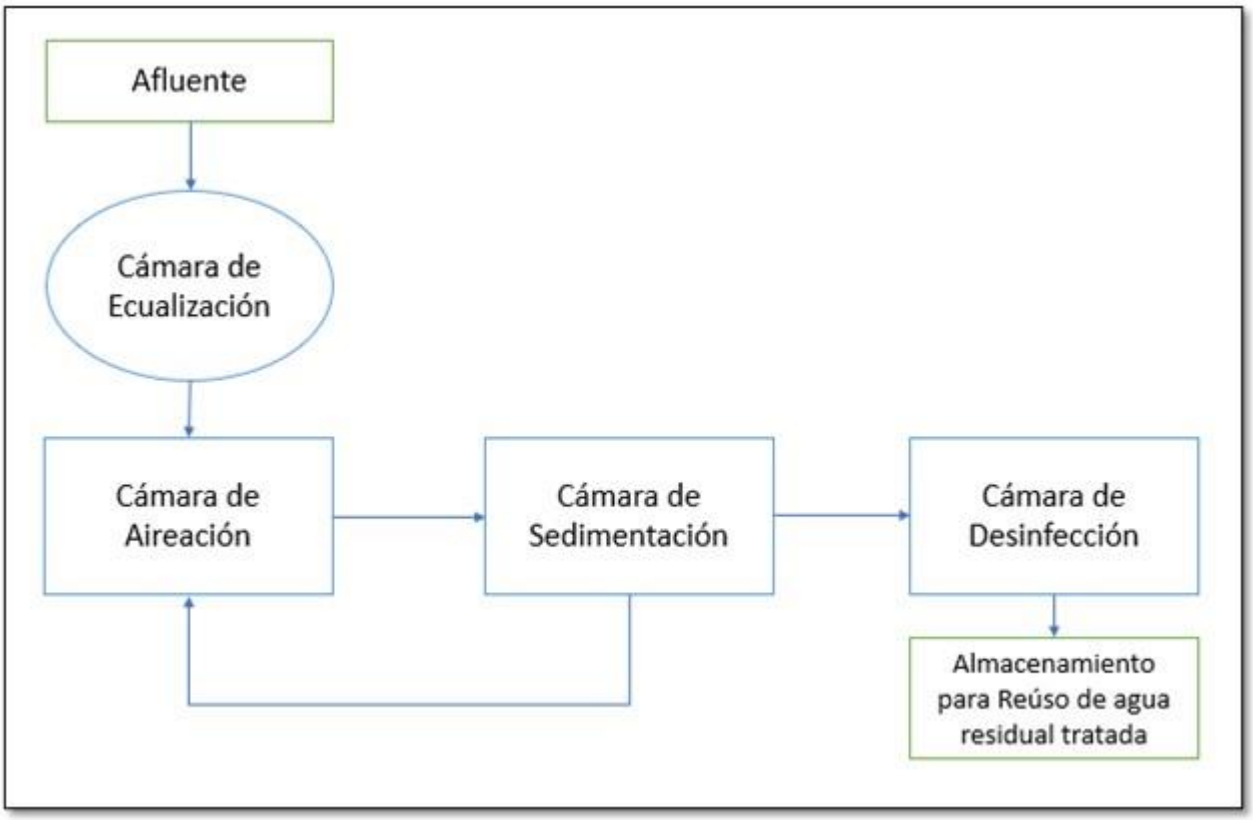


Figura 38. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

- ***Almacenamiento para Reúso de Agua Residual Tratada***

Es el área donde se acumula el agua obtenida del sistema de tratamiento cuya función es la de abastecer agua de reúso, su ubicación debe ser tal que esté protegido de los vientos que favorecen el efecto erosivo del oleaje sobre la estructura.

El dimensionamiento del tanque de almacenamiento será de una capacidad aproximada de 5000 litros ya que debe existir un equilibrio entre el agua captada, almacenada y la utilizada.

- ***Disposición final de efluentes***

Los efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas serán utilizados para el reúso en control de polvo de las vías de acceso el cual se realizará por medio de un camión cisterna; estas vías cuentan con un ancho promedio de 6 metros.

La humectación estimada para las rutas de tránsito de maquinaria y vehículos comprenden las vías de la salida de la Comunidad de Andoas, embarcadero y Sitio Impactado las cuales tienen un perímetro de 10 km aproximadamente.

La humectación dependerá de las características climatológicas de la zona ya que se presentarán precipitaciones frecuentes lo que indica que no se realizaría humectación todos los días de duración del proyecto.

- Duración del proyecto: 4 meses.
- Longitud total de vías que requieren humectación: 10983 m.
- Porcentaje de utilización de las vías: 50%
- Longitud de vías a irrigar diariamente: 5491,5
- Volumen de agua promedio usada por camión cisterna para riego: 3,78 m3 por km.
- Volumen necesario para riego de vías (Control de Polvo): 2490,94 m^3
- Volumen de aguas residuales domesticas tratadas para reúso: 1200 m^3

En la **Tabla 74** se describe el monitoreo de control de calidad de las aguas residuales tratadas para reúso para verificar el cumplimiento con los límites máximos permisibles para efluentes líquidos domésticos del D.S. Nº 037-2008-PCM y las directrices sanitarias sobre uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura (OMS).

Tabla 74.Programa de Control de las Aguas Residuales Tratadas Domésticas

Código	Finalidad del Reúso	Caudal Promedio	Volumen Duración Proyecto	Parámetros de Control DS D.S. Nº 037-2008-PCM	Frecuencia de control	Coordenadas UTM (Datum WGS84, Zona 18S)	
						Este	Norte
S0103-ED-01	Riego de vías (control del Polvo)	0,11 l/s	2400 m3	DBO: 50 mg/L DQO: 250 mg/L 1Nematodos Intestinales <1 huevos de Helmintos/L	Mensual	339625	9692359

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.
1 Fuente: OMS directrices sanitarias sobre uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura (1989) Categoría A: Riego de campos deportivos, parques públicos

2.43. Observación N° 49

En el Ítem 5.7.9 del PR del Sitio S0103 – "*Plan de Desbosque y Revegetación*" (Folios 505 al 510), señaló que se realizarán actividades de desbosque en la zona donde se construirá el campamento, en las áreas del Sitio Impactado y en las zonas de tratamiento. Al respecto, se advierte lo siguiente:

(i) Plan de Desboque

No precisó el área estimada de desbosque, en el cual deberá considerar el área de campamento, área a remediar, zonas de tratamiento, accesos, entre otros, ni presentó un mapa de ubicación del área a desboscar.

(ii) Plan de Revegetación

Se verificó que el Plan de Revegetación no cuenta con la siguiente información:

- Área total a revegetar, considerando las áreas a remediar (áreas de donde se extraerá el suelo contaminado), área de tránsito de maquinaria, área de campamento, entre otras, en las que se haya perdido cobertura vegetal producto de las actividades del Plan de Rehabilitación.
- Diseño de plantación (número de plantas y área).

- Procedencia del material vegetativo a emplear (vivero, semillas, esquejes, entre otros).
- Especies nativas, incluyendo especies arbóreas y arbustivas, indicando su nombre científico y nombre común[25].
- Programa de monitoreo y post monitoreo en función a las especies a revegetar, precisando frecuencia y duración, así como la metodología para la evaluación de la flora, indicando la unidad de medida del atributo/indicador (DAP, altura, estado fitosanitario, % mortandad, % sobrevivencia, IVI, índices de diversidad, abundancia, cobertura, entre otros).

En atención a ello, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) En relación al Plan de Desboque, deberá indicar el área total a ser desboscada, la cual deberá de guardar relación con la *(¡Error! No se encuentra el origen de la referencia*). Asimismo, deberá presentar un mapa de ubicación del área a desboscar, precisando las coordenadas de ubicación. Dicho mapa deberá estar suscrito por el/la profesional responsable de su elaboración.

(ii) En relación al Plan de Revegetación, deberá incluir la información detallada líneas arriba.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 49

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 49.

Respuesta:

(i) Se presenta en la **Tabla 75** el área total a ser desboscada para el caso del Sitio S0103:

Tabla 75. Área de Desbosque del Sitio S0103 (Botadero km 7) y áreas complementarias

Sitios para el desbosque y desbroce	Área por Desboscar (m^2)
Área de Solidificación	1,848
Zona de Tratamiento (Suelos)	630
Zona de Tratamiento (Sedimentos)	630
Zona de Acopio	1,992
Acceso a la zona de acopio	213
Áreas de Remediación	1,080
Campamento Pastaza y vivero	4,800
Total	**11,193**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

(ii) Se adjunta en el **Anexo MINEM Observación Nº 49** el *Plan de desbosque y revegetación del Sitio S0103*, donde se encuentra todo lo solicitado en la presente observación.

Se aclara la observación de la inclusión de "las especies de fauna (mayores y menores) a monitorear, ubicación de las estaciones de monitoreo (Coordenadas en UTM WGS84) y describir la metodología de evaluación para fauna silvestre" no pertenece a este capítulo ya que este se refiere al Ítem 5.7.9 del PR del Sitio S0103 – "*Plan de Desbosque y Revegetación*", por tal motivo no se da respuesta a esta observación.

[25] En relación a las especies empleadas para la revegetación, es importante indicar que la selección de dichas especies con fines de revegetación debe corresponder a las diferentes fases sucesionales (pioneras, secundarias o intermedias).

2.44. Observación N° 50

En el Ítem 5.7.9.4.1 del PR del Sitio S0103 – "*Establecimiento de Vivero*" (Folios 508 al 509), recomendó la implementación de un vivero temporal; sin embargo, no se precisó lo siguiente:

(i) Los criterios para su ubicación y las características del vivero (permanente y/o temporal, materiales, techado, entre otros).
(ii) Listado de especies nativas (nombre común y científico) que serán considerados para la producción y el número de plantones que podrían producir en el vivero, las cuales deberán guardar relación con las especies identificadas en el Sitio. Cabe indicar que, para efectos de la determinación del número de plantones, se deberá considerar el 10% de la producción total para recalce.
(iii) Las actividades (mantenimiento, poda y control fitosanitario) para el tratamiento silvicultural de las especies del vivero.
(iv) El cronograma tentativo de producción de plantones, considerando las tasas de crecimiento de las especies seleccionadas.
(v) Procedencia de los insumos (suelo limpio, agua, entre otros) y la cantidad de los mismos.

En ese sentido, deberá reformular la información del Ítem 5.7.9.4.1 del PR del Sitio S0103, incluyendo lo indicado líneas arriba.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 50
De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.
Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 50.

Respuesta:
Se adjunta en el **Anexo MINEM Observación Nº 49** el *Plan de desbosque y revegetación del Sitio S0103*, donde se detalla cada uno de los puntos solicitados en la presente observación.

2.45. Observación N° 51

En el Ítem 5.7.9.3.2 del PR del Sitio S0103 - "*Manejo del Topsoil*" (Folio 507), se advierte que no indicó lo siguiente:

(i) Ubicación y extensión del área destinada al almacenamiento del topsoil.
(ii) Volumen estimado del topsoil a almacenar.

En ese sentido, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) Presentar las coordenadas de ubicación del polígono correspondiente al área destinada al almacenamiento del topsoil, precisando su extensión en m^2.
(ii) Presentar el volumen estimado del topsoil a almacenar.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 51
De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.
Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 51.

Respuesta:
En el ítem 5.7.9.3.2 de PR se incluye lo siguiente:

(i) La ubicación de almacenamiento de *topsoi*l se realiza dentro de la zona de acopio, (ver la tabla siguiente) descrita en el ítem 5.6.2. El área exclusiva de almacenamiento se determina en la ingeniería de detalle.

Tabla 76. Ubicación Zona de Acopio

Ubicación Zona de Acopio			
Código	**Coordenadas WGW 84 Zona 18 S**		**Área (m^2)**
	Este (m)	**Norte (m)**	
ZA-1	340801	9691863	1992
ZA-2	340832	9691892	
ZA-3	340865	9691855	
ZA-4	340838	9691829	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

(ii) Volumen estimado del topsoil a almacenar para el Sitio S0103 (Botadero Km 7).

Tabla 77. Volumen Estimado de Topsoil

Descripción	Área m^2	Volumen m^3
Topsoil a almacenar	5100	1020

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM) -Fondo de Contingencia, 2023.

2.46. Observación N° 52

En el Ítem 5.8 del PR del Sitio S0103 - "*Plan de Manejo de Residuos*" (Folios 510 al 516), presentó las medidas de manejo de residuos a generarse como consecuencia del proyecto; no obstante, de la revisión de la información, se advierte que no indicó las medidas de manejo para la gestión de los residuos presentes en el Sitio contaminado y las que puedan detectar durante las actividades de remediación, los mismos que podrían encontrarse en superficie o enterrados a diferentes profundidades.

En ese sentido, deberá cumplir con señalar las medidas de manejo a aplicar a los residuos presentes en el Sitio contaminado, los mismos que podrán encontrarse en superficie o enterrados a diferentes profundidades.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 52

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 52.

Respuesta:

En el ítem 5.8 se menciona la inclusión del **Anexo MINEM Observación N° 52** del "Plan de Manejo de Residuos".

2.47. Observación N° 54

En el Ítem 5.9.3.1 del PR del Sitio S0103 – "*Plan de Control para suelo durante la ejecución de las medidas de remediación*" - "*Retiro y Reposición de la Capa Orgánica del Suelo*" (Folio 524), indicó "*(…)Verificar que se realice la reposición del suelo extraído en la zona donde fue removido para el tratamiento, con el mismo suelo tratado y/o con material de préstamo de las áreas aledañas*"; sin embargo, no estableció los criterios para determinar el área que será destinada para la extracción del material de préstamo y ii) los parámetros propuestos para la verificación de la calidad del material de préstamo, no son suficientes.

En ese sentido, deberá cumplir lo siguiente:

(i) Indicar los criterios para determinar la ubicación del área de extracción del material de préstamo, para lo cual deberá considerar lo siguiente: accesibilidad, distancia, calidad, no afectación al paisaje, no alteración a ecosistemas frágiles, estabilidad física, facilidades de extracción y obtención de autorizaciones para realizar dicha extracción – tanto municipales como con la comunidad nativa, en caso se realice sobre terrenos de la referida comunidad.

(ii) En atención a lo indicado en el numeral (i) de la presente Observación, deberá seleccionar el área y, en función a ello, deberá precisar lo siguiente:

(a) Los parámetros a analizar para la determinación de la calidad del material de préstamo, previo a su incorporación en el Sitio. Cabe indicar que, el material de préstamo deberá cumplir con el ECA para Suelo, Uso Agrícola.
(b) Las coordenadas de ubicación del área o áreas de extracción de material de préstamos. Dicha información deberá ser plasmada en un mapa, el cual deberá estar suscrito por el profesional responsable de su elaboración.
(c) Volumen estimado del material de préstamo.
(d) Medidas de manejo de suelos relacionadas a la extracción del material de préstamo.

<u>Comentarios a la absolución de la Observación N° 54</u>
De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.
Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 54.

<u>Respuesta</u>:
(i) y (ii) Se aclara que el proyecto no tiene contemplado emplear material de préstamo. Debido a ello se corrige el texto del *numeral 5.9.3.1 -"Plan de Control para suelo durante la ejecución de las medidas de remediación"* específicamente en el literal "*Retiro y Reposición de la Capa Orgánica del Suelo*" quedando expresado de la siguiente manera:

"*Verificar que se realice la reposición del suelo extraído en la zona donde fue removido para el tratamiento, con el mismo suelo tratado y/o con material excedente del Sitio. Previa verificación que la concentración de los parámetros tratados con las técnicas de remediación se encuentre de acuerdo con los lineamientos de la remediación*".

Se realiza ajuste en el ítem 5.6.2.1.2. Solidificación Ex situ Fase 6: Implementación de la Técnica de Remediación en el numeral 6.9 de la siguiente manera:

6.9. Colocación de los bloques de concreto: esta actividad se debe realizar acomodando los bloques en la zona de donde salió el material contaminado.

Recubrimiento: Después de la impermeabilización, para proteger la estructura donde se encuentra la mezcla; se debe recubrir con suelo nativo, en la parte superficial se debe colocar una capa de 1

metro (suelo nativo) sobre la geomembrana de protección la cual va a funcionar como sustrato para la recuperación del Sitio, adicionalmente se indica que las especies a implementar en la reforestación del área excavada serán del tipo arbustivas o del porte pequeño y/o mediano o como alternativa el uso de regeneración natural (rehabilitación pasiva).

El suelo nativo proviene de las excavaciones de las áreas de las zonas pertenecientes a las actividades de tratamiento de las áreas de acopio y de solidificación cuyo suelo es limpio por ser áreas donde no se evidenció contaminación, el estimado de material para el recubrimiento es de 1005 m^3 por lo tanto no habrá uso de canteras.

- El cálculo de corte es para obtener el suelo nativo limpio es de una profundidad de 0,4 m por el producto de las áreas de acopio y de tratamiento de 3840 m^2 obteniendo un volumen de 1536 m^3.

$$Ac = (P\ x\ A)$$

Donde:

Ac: Área de corte de suelo
P: Profundidad
A: Áreas de acopio y Tratamiento

- La extracción del suelo se hace por medios mecánicos convencionales (retroexcavador, buldócer).
- La topografía del terreno en las áreas de acopio y solidificación es terreno plano que permite una extracción fácil del suelo para el recubrimiento.

2.48. Observación N° 55

De la revisión del Ítem 5.9.4. del PR del Sitio S0103 – "*Plan de Monitoreo durante la ejecución de las medidas de remediación*" (Folios 526 al 532), se advierte lo siguiente:

<u>Área de excavación</u>

(i) En relación a la zona impactada, indicó que "*Se debe tomar muestra de control en las 4 paredes donde se hizo la excavación para la remoción del suelo, con el fin de asegurar que en el área no quedo suelo Impactado. La profundidad de la toma de la muestra en la zona impacta, una vez se haya removido el material, será superficial (0,00 a 0,30 metros) y por una sola vez.*"; asimismo, presentó la Tabla 5-53 – "*Ubicación Área para Muestreo de Monitoreo en el Área Excavada*, en la cual se señaló las coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo y rango de profundidades (metros) del muestreo en el área excavada.

Al respecto, de la revisión de la información se advierte que el número de puntos de muestreo, la localización y la distribución en el área de excavación, no cumplen con los criterios establecidos en la Guía de Muestreo de Suelos.

<u>Bioceldas</u>

(ii) No indicó el número de muestras que colectará para verificar la efectividad de la técnica antes, durante y al finalizar el proceso de bioestimulación enzimática.

<u>Parámetros de muestreo</u>

(iii) Con relación al monitoreo microbiológico, mencionó que antes de ejecutar el tratamiento "*Se realizará un conteo de Unidad formadora de colonias para determinar cuantitativamente y cualitativamente el número y tipo de bacterias presentes en el suelo" (Folio 526); sin embargo, de la revisión de la Tabla 5-54 – "Parámetros Fisicoquímicos y Frecuencia a Monitorear*" (Folios 530 y 531) y de la Tabla 5-55 – "*Parámetros, Método de Análisis, Límites de Detección y Estándares de Calidad*" (Folios 531 al 532), se advierte que no consideró

parámetros que le permitan evidenciar el incremento de los microorganismos degradadores de hidrocarburos durante el proceso de bioestimulación enzimática, debido a que los factores abióticos y bióticos del suelo afectan los procesos de crecimiento, viabilidad y funcionamiento metabólicos de los microorganismos.

(iv) En relación al monitoreo de nutrientes Nitrógeno, Potasio y Fósforo (NPK), indicó que la frecuencia de monitoreo de estos parámetros será antes y después del proceso de tratamiento; sin embargo, no consideró realizar el monitoreo de dichos parámetros "*durante*" el proceso de bioestimulación enzimática, toda vez que según la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (US EPA)[26] señala que "*(…) los microorganismos necesitan nutrientes inorgánicos, tales como nitrógeno y fósforo para contribuir en el desarrollo de la biomasa microbiana y sustentar los procesos de biodegradación*".

(v) En relación al monitoreo de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP), Fuerza de flexión, Límites de Atterberg y Pruebas de durabilidad, indicó en la Tabla 5-54 – "*Parámetros Fisicoquímicos y Frecuencia a Monitorear*" que se monitoreará los HTP por colorimetría de forma semanal durante el proceso de tratamiento, y los parámetros Resistencia a la compresión, Límites de Atterberg y Pruebas de durabilidad durante el proceso de solidificación; sin embargo no presentó en la citada tabla el parámetro Fuerza de flexión. Asimismo, en la Tabla 5-55 - "*Parámetros, Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad para Suelo*" (Folios 531 al 532), no incluyó los parámetros considerados en la Tabla 5-54 y por consiguiente no presentó el Límite de detección y el límite de referencia que utilizará para el monitoreo de HTP en campo.

En tal sentido deberá realizar lo siguiente:

<u>Área de excavación</u>

(i) Reformular la cantidad y ubicación de puntos de muestreo de suelo (Coordenadas UTM WGS84), de acuerdo a los criterios establecidos en la Guía de Muestreo de Suelos, con la finalidad de verificar que en el área excavada no quedó suelo Impactado.

<u>Bioceldas</u>

(ii) Determinar y sustentar en función del volumen de tratamiento de cada biocelda, el número y tipo de muestras requeridas, para verificar la efectividad de la técnica (antes, durante y al finalizar el proceso de biorremediación en la biocelda); considerando que la concentración promedio deberá ser representativa del volumen de suelo en tratamiento. Cabe indicar que, las muestras que se tomarán "durante" la implementación de la técnica, podrán ser analizadas mediante ensayos de campo.

<u>Parámetros de muestreo</u>

(iii) Considerar los parámetros "*microorganismos heterótrofos aerobios totales*" y "microorganismos hidrocarburoclásticos" (también conocidos como microorganismos oleofílicos o bacterias degradadoras de hidrocarburos), en las Tablas 5-54 y 5-55.

(iv) Incluir en la Tabla 5-54, el monitoreo de los parámetros Nitrógeno, Potasio y Fósforo, durante el proceso de tratamiento. Asimismo, incluir el parámetro fuerza de flexión.

(v) Incluir en la Tabla 5-55, los parámetros: Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP), Fuerza de flexión, Límites de Atterberg y Pruebas de durabilidad, e indicar el límite de detección y el límite de referencia que utilizará el monitoreo de HTP en campo según el método empleado.

26 EPA-510-B-17-003: How To Evaluate Alternative Cleanup Technologies For Underground Storage Tank Sites A Guide For Corrective Action Plan Reviewers. (Folio V11)
https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/tum_ch5.pdf

En atención a la presente Observación, deberá corregir la información consignada en el Ítem 5.9 del PR del Sitio S0103.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 55

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar: (i)Reformular la cantidad y ubicación de puntos de muestreo de suelo (Coordenadas UTM WGS84), de acuerdo a los criterios establecidos en la Guía de Muestreo de Suelos, con la finalidad de verificar que en el área excavada no quede suelo Impactado. Además, corregir la referencia al Sitio S0100 y reemplazar por Sitio S0103. (ii) Determinar y sustentar en función del volumen de tratamiento de cada biocelda, el número y tipo de muestras requeridas, para verificar la efectividad de la técnica (antes, durante y al finalizar el proceso de biorremediación en la biocelda); considerando que la concentración promedio deberá ser representativa del volumen de suelo en tratamiento. Cabe indicar que, las muestras que se tomarán ''durante" la implementación de la técnica, podrán ser analizadas mediante ensayos de campo (iii) En la Tabla 5-54 y 5-55, incluir el parámetro ''microorganismos hidrocarburoclásticos' (iv) En la Tabla 5-55, incluir el límite de detección y referencia del método de campo que utilizará para los análisis del límite de Atterberg y las pruebas de durabilidad.

Respuesta:

Área de excavación

(i) En el ítem 5.9.4. "*Plan de Monitoreo durante la Ejecución de las Medidas de Remediación*" se modifica la tabla 5-53 "*Ubicación del Área para el Muestreo en el Área Excavada*" la cual se muestra en la **Tabla 78** del presente informe, donde se incorpora los puntos de monitoreo de acuerdo a los lineamientos del numeral 1.3.4 de la Guía de Muestreo de Suelos, donde se especifica los puntos de monitoreo en las paredes y fondo del área excavada.

Tabla 78. (Tabla 5-53) Ubicación del Área para el Muestreo en el Área Excavada

Código	Coordenadas WGS 84 Zona 18S		Ubicación Profundidad	Profundidad Muestra (m.)
	Este (m)	Norte (m)		
S0103-SMont-01A	340 906	9 691 934	Fondo	0,3
S0103-SMont-01B	340 904	9 691 935	Pared	1
S0103-SMont-01C	340 907	9 691 936	Pared	1
S0103-SMont-01D	340 908	9 691 933	Pared	1
S0103-SMont-01E	340 905	9 691 932	Pared	1
S0103-SMont-02A	340 936	9 691 928	Fondo	0,3
S0103-SMont-02B	340 931	9 691 925	Pared	1,5
S0103-SMont-02C	340 932	9 691 936	Pared	1,5
S0103-SMont-02D	340 941	9 691 931	Pared	1,5
S0103-SMont-02E	340 941	9 691 921	Pared	1,5
S0103-SMont-03A	340 964	9 691 920	Fondo	0,3
S0103-SMont-03B	340 957	9 691 915	Pared	1
S0103-SMont-03C	340 937	9 691 916	Pared	1

Código	Coordenadas WGS 84 Zona 18S		Ubicación Profundidad	Profundidad Muestra (m.)
	Este (m)	Norte (m)		
S0103-SMont-03D	340 941	9 691 921	Pared	1
S0103-SMont-03E	340 953	9 691 925	Pared	1
S0103-SMont-03F	340 973	9 691 922	Pared	1
S0103-SMont-03G	340 984	9 691 924	Pared	1
S0103-SMont-03H	340 989	9 691 930	Pared	1
S0103-SMont-03I	340 991	9 691 924	Pared	1
S0103-SMont-04A	340 987	9 691 908	Fondo	0,3
S0103-SMont-04B	340 983	9 691 917	Pared	1,2
S0103-SMont-04C	340 994	9 691 908	Pared	1,2
S0103-SMont-04D	340 990	9 691 899	Pared	2,5
S0103-SMont-04E	340 979	9 691 907	Pared	1,2
S0103-SMont-05A	340 967	9 691 900	Fondo	0,3
S0103-SMont-05B	340 967	9 691 903	Pared	0,75
S0103-SMont-05C	340 970	9 691 900	Pared	0,75
S0103-SMont-05D	340 967	9 691 898	Pared	0,75
S0103-SMont-05E	340 965	9 691 900	Pared	0,75
S0103-SMont-06A	340 998	9 691 933	Fondo	0,3
S0103-SMont-06B	340 998	9 691 936	Pared	0,75
S0103-SMont-06C	341 001	9 691 933	Pared	0,75
S0103-SMont-06D	340 998	9 691 931	Pared	0,75
S0103-SMont-06E	340 996	9 691 933	Pared	0,75

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Bioceldas

(ii) Se elimina el capítulo de Bioestimulación Enzimática por lo tanto no se incorpora el sustento del número y tipo de muestras requeridas durante y la finalización del tratamiento.

Parámetros de muestreo

(iii) Se realizará como técnica de remediación para toda el área la Solidificación ex situ, por tal razón se modifica el ítem 5.9.4.1. "*Muestreo de suelos durante los Trabajos de Remediación*" no se incluye dentro de las tablas 5-53 "Parámetros Fisicoquímicos y Frecuencia a Monitorear" y 5-54 "Parámetros, Método de Análisis, Límites de Detección y Estándares de Calidad" el conteo microbiológico por no se realizará la técnica de Biorremediación.

(iv) De la revisión de la frecuencia de monitoreo de nutrientes: Nitrógeno, Potasio y Fósforo (NPK), se considerará reaDe la revisión de la frecuencia de monitoreo de nutrientes: Nitrógeno, Potasio y Fósforo (NPK), no se considerará realizar el monitoreo de los parámetros mencionados "durante" el proceso de bioestimulación enzimática porque la técnica a emplear es la solidificación ex situ. Debido a lo mencionado, no se incluye en la Tabla 5-54 el monitoreo Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK) durante el proceso de tratamiento y el ensayo de fuerza

de flexión. La información a incluir en la Tabla 5-54 del Plan de Rehabilitación se presenta en la **Tabla 79** del presente documento.

Tabla 79. Parámetros Físico - Químicos y Frecuencia a Monitorear la Técnica de Remediación

Parámetros	Frecuencia	Etapa	Propósito
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Determinar la eficiencia de descomposición de la fracción de hidrocarburos F3
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Determinar la eficiencia de descomposición de la fracción de hidrocarburos F2
Textura del suelo	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Determinar el tipo de suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Análisis de Nitrógeno, Potasio y Fósforo (NPK)	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Regular los parámetros NPK del suelo.
Hidrocarburos totales de petróleos HTP por colorimetría	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Determinar la eficiencia de descomposición de los hidrocarburos totales de petróleo
pH	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Determinar las propiedades físicas del suelo a solidificar
Metales pesados en suelo	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Caracterizar el suelo que será solidificado
Metales en Extracto de TCLP en suelo	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Determinar las propiedades de lixiviación de los metales identificados
Metales en Extracto de TCLP en el monolito solidificado	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	Determinar la capacidad de lixiviar del monolito solidificado. Las pruebas se realizarán en muestras de concreto
Ensayo a la resistencia a la compresión	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	Caracterizar el concreto
Prueba de Permeabilidad	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	Determinar la cantidad y el flujo de agua que pasa a través de un material bajo condiciones de saturación.
Límites de Atterberg	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	Determinar la cantidad de solidificante a mezclar con el suelo Contaminado
Pruebas de Durabilidad	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

(v) De la revisión de la información del parámetro Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) de la Tabla 5-55 del Plan de Rehabilitación, se incluye el límite de detección y referencia del método de campo para el análisis de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y pruebas de durabilidad del concreto, La información a incluir en la Tabla 5-55 del Plan de Rehabilitación se presenta en la siguiente tabla.

Se aclara que la inclusión del límite de detección y referencia en la Tabla 5-42, no modifica los resultados y conclusiones presentados en el Plan de Rehabilitación del Sitio S0103.

El ensayo de resistencia a la flexión de vigas se utiliza como un ensayo de control en el campo, pero es una prueba que presenta diferentes dificultades en el momento de la evaluación, por esta razón es más conveniente y confiable el uso de las pruebas de la resistencia a la

compresión para calificar la calidad concreta usada. El ensayo de resistencia a la compresión en la Tabla 5-55.

Tabla 80. Parámetros, Método de Análisis, Límites de Detección y Estándares de Calidad para Suelo

Parámetros	Método de Referencia	Descripción de la Metodología	Límite de Detección	Estándares de Comparación (a)
pH	EPA Method 9045 D, Rev. 4 2004	Procedimiento electrométrico para medir pH en suelos (in situ)	-	(b)
Fracción de hidrocarburos F2(>C10- C28)	EPA Method 8015 C, Rev. 3 2007	Test de colorimetría	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1200 mg/kg)
Fracción de hidrocarburos F3(>C28-C40)	EPA Method 8015 C, Rev. 3 2007	Test de colorimetría	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (3000 mg/kg)
Hidrocarburos Totales de Petróleo	Reacción de Friedel-Crafts (método Hanby) (f)	Determinación colorimétrica de compuestos aromáticos en suelo y agua usando extracción con solvente y la reacción Friedel-Crafts	1 mg/kg	(e)
Cadmio total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Determinación de la movilidad de contaminantes en una muestra	0,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1,4 mg/kg)
Plomo Total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Determinación de la movilidad de contaminantes en una muestra	2,0 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (70 mg/kg)
Zinc	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Determinación de la movilidad de contaminantes en una muestra	2,0 mg/kg	Canadian Environmental Quality Guidelines. (200 mg/kg)
Cadmio en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)		0,0015 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (1,0 mg/l)
Plomo en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)		0,02 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (5,0 mg/l)
Prueba de resistencia a la compresión (UCS)	ASTM D1633	Métodos de prueba estándar para la resistencia a la compresión de los cilindros de cemento y suelo moldeados		
Prueba de Permeabilidad	ASTM D5084	Métodos de prueba estándar para medir la conductividad hidráulica de materiales porosos saturados utilizando un permeámetro de pared flexible	-	< 1 × 10–6 cm/s
Humedad en suelo	ASTM D2216	Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en el suelo (in situ) (b)	-	(b)
Ensayo de la durabilidad del concreto	ASTM C1876-19	Método de prueba estándar para resistividad eléctrica o conductividad del hormigón	--	ρ > 200 kΩ·cm Muy Alta 100 > ρ > 50 kΩ·cm Alta 50 > ρ > 10 kΩ·cm Moderada ρ < 10 kΩ·cm Baja

Parámetros	Método de Referencia	Descripción de la Metodología	Límite de Detección	Estándares de Comparación (a)
Ensayo para el límite líquido, limite plástico y plasticidad índice de suelos. (Atterberg)	ASTM D4318 Limites de Consistencia	Permite determinar los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico.	--	Índice de Consistencia del suelo: - Liquido - Semiliquido - Plástico muy blando - Plástico Blando - Plástico duro - Estado Solido

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

(a) El límite de detección es referencial.
(b) Parámetros que tienen influencia sobre la movilidad de los contaminantes en el suelo
(e) Los resultados de HTP obtenidos en campo serán relacionados con los resultados de los análisis de laboratorio para obtener una equivalencia, con esta equivalencia podrán compararse *referencialmente* con el ECA de suelo.

2.49. Observación N° 56

De la revisión del Ítem 5.9.4.1 del PR del Sitio S0103 - "*Muestreo de suelos durante los trabajos de remediación*" (Folios 526 al 529), se mencionó que "el proceso se dará por finalizado cuando la concentración de los contaminantes de preocupación sea igual o menor al UCL95" (Folio 527).

Comentarios a la absolución de la Observación N° 56
En ese sentido, en el "*Plan de Monitoreo durante la Ejecución de las Medidas de Remediación*", deberá precisar que se dará por finalizada la aplicación de la técnica de remediación cuando se alcance el ECA para Suelo.

Respuesta:

En el ítem 5.9.4.1 se realiza la siguiente aclaración en el primer párrafo.

El monitoreo de las características del suelo se debe realizar de acuerdo con lo establecido en la Guía de muestreo de Suelos en el marco del D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo o la norma ambiental vigente a la fecha de elaboración de este documento, los cuales deben programarse de acuerdo con los períodos de actividad de la ejecución de la técnica de remediación. El proceso de remediación se da por terminado cuando el suelo se encuentre estabilizado por medio de la técnica de solidificación en las áreas de confinamiento.

2.50. Observación N° 57

En el Ítem 5.9.4.2 del PR del Sitio S0103- "*Muestreo de Sedimentos durante los trabajos de Remediación*" (Folios 532 al 534), señaló que en la "*Zona Impactada: Se recomienda tomar la muestra de sedimento con la herramienta Russian Peat Bore o muestreador de turba en el lecho de la quebrada. La finalidad es de corroborar que se retiró todo el sedimento contaminado y el lecho del cuerpo de agua presenta sedimentos con concentraciones menores a 35 mg/Kg* "(Folio 533), siendo este el límite ISQG para Plomo (Folio 248). Además, presentó la Tabla 5-58 – "*Ubicación de Estaciones de Monitoreo en Sedimentos*".

Al respecto, en atención a la Observación relacionada a la Observación Nº 44, deberá reformular la mencionada Tabla 5-58, indicando la cantidad y ubicación (coordenadas UTM WGS84) de puntos de muestreo de sedimentos.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 57

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 57.

Respuesta:

En el Ítem 5.9.4.2.1. Parámetros y frecuencia de monitoreo en la Tabla 5-56. "Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Sedimentos" se incluyen los contaminantes de preocupación identificados en suelo (As y Cd).

Tabla 81. (Tabla 5-56) Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Sedimentos

Parámetros	Frecuencia	Etapa	Finalidad
pH	Mensual	Antes del tratamiento	Podría afectar los requerimientos para el pretratamiento, compatibilidad con los materiales los equipos de construcción
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9- C40)	Mensual	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar la concentración de los hidrocarburos en los sedimentos
Capacidad de Intercambio Catiónico	Mensual	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar la capacidad de intercambio catiónico en los sedimentos
Contenido de Materia Orgánica	Mensual	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar el contenido de materia orgánica en los sedimentos
Cadmio Total	Mensual	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar la concentración de metales como el Cadmio en los sedimentos
Plomo Total	Mensual	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar la concentración de metales como el Plomo en los sedimentos
Arsénico Total	Mensual	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar la concentración de metales como el Arsénico en los sedimentos
Antimonio total	Mensual	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar la concentración de metales como el Arsénico en los sedimentos
Vanadio total	Mensual	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar la concentración de metales como el Vanadio en los sedimentos
Cromo total	Mensual	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar la concentración de metales como el cromo en los sedimentos
Zinc total	Mensual	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar la concentración de metales como el Zinc en los sedimentos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/ PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 82. (Tabla 5-57) Metodologías de Análisis y Límites de Detección para Sedimentos.

Parámetros	Método de Referencia	Descripción	Límite de Detección	Estándares de Comparación
pH	EPA Method 9045 D, Rev 4 2004	Procedimiento electrométrico para medir pH en sedimentos (in situ)	-	Referencial
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev 3 2007	Determinación de Compuesto Orgánicos No Halogenados por Cromatografía de Gases	2 mg/kg	Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia: 500 mg/kg
Capacidad de intercambio catiónico	EPA 9081, Rev. 0 1986	Método de laboratorio para determinar Capacidad de Intercambio Catiónico	-	Referencial
Contenido de materia orgánica	NOM-021-SEMARNAT-2000	Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, y clasificación de suelos. Estudios Muestreos y Análisis.	-	Referencial
Arsénico Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	3,5 mg/kg	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 5,9 mg/kg (ISQG) / 17 mg/kg (PEL)
Cadmio Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	0,9 mg/kg	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)
Plomo Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	2,0 mg/kg	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 0,035 mg/kg (ISQG) / 0,0913 mg/kg (PEL)
Cromo Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	0,9 mg/kg	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): Cromo Total (Cr)37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)
Antimonio total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	-	Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia: 25 mg/kg

Parámetros	Método de Referencia	Descripción	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Vanadio total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	-	Parámetro no reglamentado por Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014) ni por Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia
Zinc total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	-	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 123 mg/kg (ISQG) / 315 mg/kg (PEL)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM / PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

En el **Anexo MINEM Observación N° 57** se presenta el *Mapa "S0103-ANA-OBS-18" "Mapa de Ubicación del Monitoreo de Sedimentos para la Remediación del Sitio Impactado S0103"*. Se realiza la actualización de la Tabla 5-58 la cual se muestra en la **Tabla 83**, donde se incluyen puntos de monitoreo de sedimentos durante las actividades de remediación.

La frecuencia de muestreo en el lecho del cuerpo de agua solo te toma una vez retirado el sedimento.

Tabla 83. (Tabla 5-58) Ubicación De Estaciones De Monitoreo Sedimentos.

Puntos de Muestreo	Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S		Descripción
		Este	Norte	
S0103-SedMont-001	Botadero Km 7	340 902	9 691 971	Quebrada Ushpayacu Norte
S0103-SedMont-002		341 079	9 691 918	
S0103-SedMont-003		340 932	9 691 990	
S0103-SedMont-004		340 981	9 691 999	
S0103-SedMont-005		341 015	9 692 022	
S0103-SedMont-006		341 049	9 692 055	
S0103-SedMont-007		341 085	9 692 055	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Se realiza ajuste del ítem 5.9.4.2. "Muestreo de Sedimentos Durante los Trabajos de Remediación" de la siguiente forma:

5.9.4.2. <u>Muestreo de Sedimentos Durante los Trabajos de Remediación</u>

Las actividades de remediación del Sitio S0103 (Botadero Km 7) también incluyen el componente sedimento de la quebrada Ramada Uspayacu Norte, se considera importante el monitoreo de este componente. El muestreo servirá para verificar que los trabajos de remediación no generen impactos o si los hicieran, tomar las medidas correctivas para su mitigación. Para este Sitio, se debe realizar el monitoreo del sedimento antes y después de su retiro del cuerpo de agua para su tratamiento.

- Antes del Tratamiento: Se debe tomar la muestra de sedimento del mismo lecho de la quebrada, esto con la finalidad de corroborar las concentraciones de los contaminantes.

- Durante el Tratamiento: Se debe tomar muestra de sedimento como control, en el lecho del cuerpo de agua donde se hizo la extracción de los sedimentos, esto con la finalidad de asegurar que en el lecho de la quebrada no quede con material contaminado.

2.51. Observación N° 58

En el Ítem 5.9.4.3 del PR del Sitio S0103 - "*Muestreo de Agua Superficial durante los Trabajos de Remediación*" (Folio 534), presentó las Tablas 5-59 – "*Parámetros y frecuencia de monitoreo en aguas superficiales*" y Tabla 5-61. "*Estaciones de Muestreo Agua Superficial*", en las cuales describió la ubicación de los puntos de muestreo, el método y no indicó la frecuencia. Además, debido a que no se tiene la certeza de la ubicación del tramo de la quebrada Ramada Ushpayacu Norte donde se realizará la extracción de sedimentos conforme a lo indicado en la Observación Nº 40, no es posible determinar que la ubicación de los puntos propuestos sea representativa para controlar el agua superficial en la quebrada mencionada, considerando que las actividades de remoción de sedimentos se podría generar la dispersión de contaminante en agua.

De acuerdo a lo indicado y luego de definido el tramo de la quebrada Ramada Ushpayacu Norte donde se realizará la extracción de sedimentos, deberá verificar la ubicación de los puntos de muestreo aguas abajo del referido tramo. De lo contrario deberá reubicarlos; para tal efecto deberá:

(i) Corregir la Tabla 5-61 - " *Estaciones de Muestreo Agua Superficial* ", la cual deberá indicar la frecuencia, además deberá presentar las concentraciones presentes en dichos puntos antes de la ejecución de las actividades de remediación.

(ii) Presentar un mapa de los puntos de monitoreo de agua superficial, el mismo que deberá estar suscrito por el/la profesional responsable de su elaboración.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 58

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 58.

Respuesta:

(i) En el Ítem 5.9.4.3.1 se modifica la Tabla 5-59 la que se presenta en la **Tabla 84**; se incorpora el muestreo de Cadmio Disuelto, quedando como sigue.

Tabla 84. Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Aguas Superficiales (Tabla 5-59)

Parámetros	Unidad de medida	Frecuencia	Categoría 4 E2: Río de la Selva
Conductividad	uS/cm	Mensual	1000
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 a 9,0
Temperatura	°C		Δ 3
Medición de Caudal	m^3/s		Referencial
INORGANICOS			
Arsénico Total	mg/L	Mensual	0,15
Bario Total	mg/L		1
Cobre Total	mg/L		0,1
Cromo VI	mg/L		0,011

Parámetros	Unidad de medida	Frecuencia	Categoría 4 E2: Río de la Selva
Mercurio Total	mg/L		0,0001
Cadmio Disuelto	mg/L		0,00025
Plomo	mg/L		0,0025
Antimonio	mg/L		0,64
Vanadio	mg/L		0,006
Zinc	mg/L		0,12
ORGANICOS			
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	Mensual	0,5

Fuente: Estándares de Calidad de Agua Superficial, D.S. N° 004-2017-MINAM.

En el Ítem 5.9.4.2.1 se realiza la aclaración de la frecuencia de los muestreos de monitoreo de sedimentos en el siguiente párrafo.

- Zona Impactada: Se recomienda tomar la muestra de sedimento con la herramienta Russian Peat Bore o muestreador de turba en el lecho del cuerpo de agua. La finalidad es de corroborar que se retiró todo el sedimento contaminado por HTP y el lecho del cuerpo de agua presente sedimentos con concentraciones menores a 500 mg/kg. La frecuencia es mensual por análisis de laboratorio.

  En la Tabla 5-61 se realiza la inclusión los puntos que de monitoreo de agua superficial para guardar relación con el componente de sedimentos.

Tabla 85. (Tabla 5-61) Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial.

Puntos de Muestreo	Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S	
		Este	Norte
S0103-AsMont-001	S0103 Botadero Km 7	340 902	9 691 971
S0103-AsMont-002		341 079	9 691 918
S0103-AsMont-003		340 932	9 691 990
S0103-AsMont-004		340 981	9 691 999
S0103-AsMont-005		341 015	9 692 022
S0103-AsMont-006		341 049	9 692 055
S0103-AsMont-007		341 085	9 692 055

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

En estos puntos se toman muestras antes y después de aplicación de la técnica de remediación.

(ii) Se adjunta en el **Anexo MINEM Observación N° 58** el **"***Mapa de Monitoreo de Agua Superficial en la Remediación del Sitio Impactado S0103***"** y Shapes respectivos**.**

2.52. Observación N° 59

En el Ítem 5.9.5 del PR del Sitio S0103 – "*Monitoreo para el proceso de recuperación del componente Fauna*" (Folios 535 al 539), no contempló el monitoreo del componente hidrobiológico.

En ese sentido, deberá proponer un Programa de Monitoreo Hidrobiológico que se ejecute "*antes*" y "*después*" que se lleve a cabo las actividades de remediación, el cual deberá estará orientado a la

evaluación cuantitativa, análisis e interpretación de la fluctuación de la diversidad y abundancia del recurso hidrobiológico (fitoplancton, zooplancton, perifiton, bentos y necton), indicar la ubicación y cantidad de los puntos de monitoreo, frecuencia y parámetros a analizar. Además, deberá tener en cuenta que la ubicación geográfica de las estaciones de muestreo será concordante con la red de monitoreo de agua y sedimentos.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 59

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 59.

Respuesta:

Se incluye la columna de frecuencia en las tablas 5-62 del PR "Coordenadas de los Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna" 5-63 del PR "Coordenadas de Referencia para el Muestreo de Fauna" del ítem 5.9.5.1.2. Muestreo de Fauna.

Tabla 86. (Tabla 5-62) Coordenadas de los Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna.

N°	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S				Frecuencia
				Inicio		Final		
				Este	Norte	Este	Norte	
1	Sitio S0103	Transectos de Referencia Fauna	S0103-FAU-TRAF-01	341163	9691793	341029	9691856	Antes: 1 a 3 semanas antes del inicio de la remediación Durante: el periodo de las actividades de remediación
2			S0103-FAU-TRAF-02	340784	9691902	340871	9691818	
3			S0103-FAU-TRAF-03	340878	9691979	340974	9691912	
4			S0103-FAU-TRL-01	341120	9691878	340958	9691853	
5			S0103-FAU-TRL-02	341024	9691902	341031	9691853	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Tabla 87. (Tabla 5-63) Coordenadas de Referencia para el Muestreo de Fauna

N°	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Frecuencia
				Inicio		
				Este	Norte	
1	Sitio S0103	Fauna Parcela Herpetofauna	S0103-FAU-HER-PAR-01	341049	9691876	Antes: 1 a 3 semanas antes del inicio de la remediación Durante: el periodo de las actividades de remediación
2			S0103-FAU-HER-PAR-02	341069	9691892	
3			S0103-FAU-HER-PAR-03	341024	9691860	
4			S0103-FAU-HER-PAR-04	341021	9691838	
5			S0103-FAU-HER-PAR-05	341024	9691860	
6			S0103-FAU-HER-PAR-06	340923	9691858	
7		Fauna Redes	S0103-FAU-AVI-RED-01	341172	9691830	
8			S0103-FAU-AVI-RED-02	341177	9691834	
9			S0103-FAU-AVI-RED-03	340934	9691921	

N°	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Frecuencia
				Inicio		
				Este	Norte	
10		Fauna Cámara Trampa	S0103-FAU-MAS-CAM-01	340897	9692003	
11			S0103-FAU-MAS-CAM-02	340956	9692002	
12			S0103-FAU-MAS-CAM-03	338203	9694213	
13			S0103-FAU-MAS-CAM-04	338818	9694189	
14		Fauna Trampa Mamíferos	S0103-FAU-TRAM-01	340926	9691849	
15			S0103-FAU-TRAM-02	340923	9691831	
16			S0103-FAU-TRAM-03	340901	9691800	
17			S0103-FAU-TRAM-04	340886	9691757	
18			S0103-FAU-TRAM-05	340926	9691763	
19			S0103-FAU-TRAM-06	340956	9692010	
20			S0103-FAU-TRAM-07	340992	9692003	
21			S0103-FAU-TRAM-08	340994	9691991	
22			S0103-FAU-TRAM-09	340992	9692015	
23			S0103-FAU-TRAM-10	341004	9691999	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2023.

Se realiza modificación en el **Anexo MINEM Observación N° 59** se presenta el Programa de Monitoreo Hidrobiológico del Sitio S0103. Las quebradas donde se realizan los monitoreos es la quebrada Ushpayacu Norte.

2.53. Observación N° 60

En atención a las observaciones formuladas en el presente informe, deberá modificar la información contenida en el Anexo 6.11.10 del PR del Sitio S0103 – "*Cronograma y Costos*" (Folios 1639 al 1685)[27], para lo cual deberá considerar las nuevas actividades, así como las medidas de manejo ambiental (Planes y Programas) que serán aplicables en el presente proyecto. Cabe indicar que, los costos de ejecución del proyecto deberán sustentarse con la siguiente información: Cotizaciones a precio de mercado, Fuentes secundarias, casos similares, entre otros; asimismo, dicha información deberá ser presentada en formato Excel.

Comentarios a la absolución de la Observación N° 60

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 60.

Respuesta:

Se adjunta Cotizaciones a precio de mercado y catálogo de productos de donde se obtuvo la información correspondiente al Anexo de Costos, y este se presenta en una tabla resumen con estas cotizaciones, la cual se encuentra en el **Anexo MINEM Observación N° 60**.

[27] Es importante indicar que, para efectos de los cálculos de los costos del presente proyecto, deberá considerar dos (2) decimales

2.54. Observación N° 61

En el Ítem 5.14 del PR del Sitio S0103- "*Base de datos sistematizada de las atenciones dadas por consultas en el proceso de elaboración a las poblaciones locales*" (Folios 554 al 565), presentó la Tabla 5-70 -"*Base de datos sistematizada de las consultas de la comunidad Nuevo Andoas*" (Folios 555 al 565), en la cual detalló la información relacionada a las consultas sobre el proyecto de elaboración de los planes de rehabilitación de Sitios Impactados, formuladas por las poblaciones de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas. Sin embargo, de la revisión de dicha tabla, se observa que no se incluyó la información referida al punto "*Los comentarios y opiniones (…)" del Anexo 6.12.2 - "Acta de Taller de Socialización*" (Folios 1747 y 1748).

En atención a ello, deberá incluir en la Tabla 5-70, lo señalado en el punto "Los acuerdos/observaciones/Comentarios (…)" del Anexo 6.12.2 del PR del Sitio S0103 - "Acta de Taller de Sociabilización".

Comentarios a la absolución de la Observación N° 61

De la revisión de la información presentada se advierte que no presentó la información requerida en la observación.

Por lo tanto, se deberá presentar la información correspondiente para la absolución de la Observación N° 61.

Respuesta:

Se agregó los "Comentarios u Opiniones" que figuran en el Acta del Taller de Socialización, registrado el 07 de agosto de año 2019, en el Taller de Socialización en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas.

Son nueve (09) comentarios u opiniones que se agregaron a la Base de Datos Sistematizada a las atenciones dadas por Consultas. En el **Anexo MINEM Observación N° 61** se presenta la Base de Datos Sistematizada a las atenciones dadas.

En el PR se actualizará la Base de Datos Sistematizada que figura en la Tabla 5-70 con la nueva sistematización de información.

2.55. Observación N° 62

En los Anexos 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4 del PR del Sitio S0103 (Folios 556 al 605), presentó los mapas temáticos; no obstante, de la revisión de los mismos, se advierte lo siguiente:

(i) Para la base de datos, no presentó los proyectos (.mxd) de los mapas, cuales deberán encontrarse vinculados de forma directa con la base de datos SIG presentada en el Anexo 6.14 del PR del Sitio S0103.

(ii) De la revisión del Anexo 6.2 del PR del Sitio S0103 – "Mapas de ubicación (generales, por cuencas y microcuencas)", se observa lo siguiente:

(a) En el "Mapa de Ubicación General" (Folio 581), se observa que no incluyó la siguiente información: ríos navegables, así como la red de ductos; elementos cartográficos (Embarcadero u otros), no clasificó la red vial según tipo y los etiquetados de las diferentes geometrías están superpuestos, la simbología de norte se encuentra mal ubicada e incluyó la geometría de línea de flujo, la cual no es parte del mapa.

(b) El "Mapa de Comunidades Nativas" (Folio 583) se encuentra a una escala que no permite visualizar la delimitación del Sitio Impactado S0104 y su entorno (diferenciando territorios comunales y sus respectivos núcleos poblacionales).

(iii) De la revisión del Anexo 6.3 del PR del Sitio S0103 – "Planos detallados de cada Sitio y/o grupo de Sitios", en el Mapa Ubicación del Sitio Impactado S0103 (Folio 586), se observa lo siguiente: (a) El mapa se encuentra en una escala que no permite visualizar la delimitación del Sitio Impactado S0103 y su entorno y (b) No están representadas las siguientes geometrías: ríos navegables (cuerpo de agua), delimitación del Sitio Impactado, red hidrográfica a detalle, los caminos y centros poblados cercanos, así como la ubicación de pozos e infraestructura cercana.

(iv) De la revisión de los mapas de los Anexos 6.3, 6.4, 6.4.1, 6.4.2, 6.4.3, 6.4.4 del PR del Sitio S0103, se observa que utilizó una imagen satelital y/o fotografía aérea, de la cual no especificó la fuente ni año de dicha información, ni fue incorporada en la Geodatabase.

En atención a lo señalado, deberá cumplir con lo siguiente:

(i) Presentar los proyectos (.mxd) de los mapas temáticos relacionados a los Anexos 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4 del PR del Sitio S0103.

(ii) Corregir los mapas observados correspondientes al Anexo 6.2 del PR del Sitio S0103, considerando lo señalado en el numeral (ii) de la presente Observación.

(iii) Corregir los mapas observados correspondientes al Anexo 6.3 del PR del Sitio S0103, considerando lo señalado en el numeral (iii) de la presente Observación.

(iv) Indicar la fuente y año de la imagen satelital y/o fotografía empleada y, como consecuencia de ello, incluir dicha información en el membrete de los mapas correspondientes a los Anexos 6.3, 6.4, 6.4.1, 6.4.2, 6.4.3, 6.4.4 del PR del Sitio S0103. Adicionalmente, deberá incorporar en la Geodatabase, la imagen satelital y/o fotografía aérea utilizada.

Cabe indicar que los mapas corregidos a ser presentados en atención a la presente Observación deberán encontrarse suscritos por el/la profesional responsable de su elaboración, y estar vinculados de forma directa con la Geodatabase.

Respuesta:

(i) Se adjuntan los (.mdx) de los mapas temáticos relacionados a los Anexos 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4 del PR del Sitio S0103. en el **Anexo MINEM Observación Nº 62.**
(ii) Se realiza la modificación del Anexo 6.2 de "Mapa de Ubicación General" y el "Mapa de Comunidades Nativas" en el **Anexo MINEM Observación Nº 62.**
(iii) Se realiza la modificación del Anexo 6.3 "Planos detallados de cada Sitio y/o grupo de Sitios" en el **Anexo MINEM Observación Nº 62.**
(iv) Se realiza la corrección de los Anexos 6.3, 6.4, 6.4.1, 6.4.2, 6.4.3, 6.4.4 del PR del Sitio S0103. En el **Anexo MINEM Observación Nº 62.**

2.56. Observación N° 64

Deberá subsanar las observaciones formuladas por ANA, DIGESA, MINAM, MINAGRI y SERFOR, las cuales obran en los siguientes documentos.

(i) Informe Técnico N° 1083-2019-ANA-DCERH/AEIGA.

(ii) Informe Técnico N° 765-2020/DCEA/DIGESA.

(iii) Informe N° 00099-2019-MINAM/VMGA/DGCA.

(iv) Opinión Técnica N° 0008-2019-MINAGRI-DVDIAR/DGAAA-DGAA-CLCC.

(v) Informe Técnico N° 244-2020-MINAGRI-SERFOR- DGGSPFFS-DGSPF-DGSPFS.

Respuesta:

Se precisa que se cuenta con las siguientes Opiniones Técnicas Favorables:

(i) Autoridad Nacional del Agua (ANA): Oficio Nº 1207-2022-ANA-DCERH (12-Ago-2022) – Informe Técnico Nº 072-2022-ANA-DCERH/MRBR.

(ii) Dirección General de salud Ambiental (DIGESA): Oficio Nº 2974-2020/DCEA/DIGESA (30-Set-2020) – Informe Nº 6119-2020/DCEA/DIGESA.

(iii) Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI): Oficio Nº 292-2022-MIDAGRI-DVDAFIR/DGAAA (2-Mar-2022) – Opinión Técnica Nº 00127-2021-MIDAGRI-DVDAFIR/DGAAA-DGAA-MRN.

(iv) Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR): Oficio Nº D001881-2021-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS (25-Nov-2021) – Informe Técnico Nº D0001175-2021-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS-GA.