

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**IMPACTOS AMBIENTALES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL COMPONENTE 1
DEL PROYECTO “SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE
LA CUENCA DEL LAGO TITICACA”, LOCALIDAD DE ILAVE, APLICANDO LA
MATRIZ DE LEOPOLD TURBINADA, 2024.**

PRESENTADA POR:

FRANCISCO SAMUEL MONTOYA RIOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



Repositorio Institucional ALCIRA by Universidad Privada San Carlos is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



9.31%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 14 MAR 2025, 11:18 AM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
2.53%

● CHANGED TEXT
6.78%

Report #25236515

FRANCISCO SAMUEL MONTOYA RIOS // IMPACTOS AMBIENTALES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL COMPONENTE 1 DEL PROYECTO “SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CUENCA DEL LAGO TITICACA”, LOCALIDAD DE ILAVE, APLICANDO LA MATRIZ DE LEOPOLD TURBINADA, 2024. RESUMEN El principal objetivo fue evaluar los impactos ambientales provocados por la construcción del Componente 1 del proyecto “Sistema de tratamiento de aguas residuales de la cuenca del Lago Titicaca”, localidad de Ilave, aplicando la matriz de Leopold turbinada. La investigación tiene un método deductivo con enfoque descriptivo no experimental. 40 Las técnicas utilizadas fueron la observación directa, análisis documental y la matriz causa-efecto de Leopold Turbinada; los instrumentos utilizados fueron el registro fotográfico, informes de monitoreo ambiental y el formato de la matriz . Los resultados más resaltantes se encontraron en la etapa de construcción, donde se encontraron 4 impactos críticos y 102 impactos que necesitan atención. El incremento del nivel sonoro se constituye como el impacto más importante en el componente aire con una importancia de 13. Por otra parte, el componente ambiental más afectado es el suelo, con 62 impactos que necesitan atención. Seguidamente, se evaluaron los resultados de los monitoreos ambientales realizados durante la ejecución del proyecto, donde se encontraron que los niveles de ruido diurno y nocturno

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**IMPACTOS AMBIENTALES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL COMPONENTE 1
DEL PROYECTO “SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE
LA CUENCA DEL LAGO TITICACA”, LOCALIDAD DE ILAVE, APLICANDO LA
MATRIZ DE LEOPOLD TURBINADA, 2024.**

PRESENTADA POR:

FRANCISCO SAMUEL MONTOYA RIOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEÓN APAZA

PRIMER MIEMBRO

: 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

: 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Línea de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 17 de marzo del 2025.

DEDICATORIA

A mi amada esposa Carolina, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi mayor fortaleza. A mis queridos hijos Ian y Pier, quienes son mi razón de ser y mi inspiración constante.

A mis padres, Samuel y Rossana, por su sacrificio, enseñanzas y ejemplo de perseverancia. A mi hermana Grecia, compañera de aventuras y confidente.

A mis abuelos Yolanda y Francisco; Julio y Rosa, cuyos valores y sabiduría perduran en mi corazón.

Este trabajo está dedicado a todos ustedes, con gratitud y cariño.

AGRADECIMIENTOS

- Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos por brindarme la oportunidad de cursar mis estudios en su prestigiosa institución. Agradezco a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Ambiental por su dedicación, conocimientos y guía durante mi formación académica.
- Asimismo, deseo reconocer a la empresa HLC Ingeniería y Construcción por confiar en mí y permitirme participar en este relevante proyecto. Su apoyo ha sido fundamental para mi crecimiento profesional, en especial el de los ingenieros Celso Iván Gamero Pacheco, Elfer Flores Monroy y Edinson Bazauri Briones que me dejaron grandes enseñanzas.
- De igual manera, mis más sinceros agradecimientos a los ingenieros del equipo HSEQ de OPETI José Balbuena, Franco Follano Pata, Herbert Flavio Rivera Rodríguez y Eli Canchaco, que gracias a las constantes coordinaciones y acuerdos se pudo llevar de la mejor manera posible la ejecución de la obra.
- Agradezco también a mis jurados, Dr. Estebán Isidro León Apaza, Mg. Katia Elizabeth Andrade Linarez, Dra. Marlene Cusi Montesinos, por su tiempo, comentarios y valiosa retroalimentación. Sus sugerencias han enriquecido este trabajo.
- Finalmente, mi más sincero agradecimiento a mi asesor Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda, cuya orientación y paciencia han sido invaluable.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ANEXOS	17
RESUMEN	18
ABSTRACT	19
INTRODUCCIÓN	20

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1.1.1. PROBLEMA GENERAL:	25
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	25
1.2. ANTECEDENTES	26
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	26
1.2.2. NACIONALES	29
1.2.3. REGIONALES Y LOCALES	32
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	35
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	35
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	36
2.1.1. IMPACTO AMBIENTAL	36

2.1.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	38
2.1.3. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL	41
2.1.4. PROGRAMA DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA)	42
2.1.5. MATRIZ CAUSA-EFECTO	42
2.1.6. MATRIZ DE LEOPOLD	42
2.1.7. MATRIZ DE LEOPOLD TURBINADA	43
2.1.8. MONITOREO AMBIENTAL	48
2.1.9. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)	49
2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	50
2.2.1. AGUAS RESIDUALES:	50
2.2.2. ALCANTARILLADO SANITARIO:	50
2.2.3. AMBIENTE:	51
2.2.4. CALIDAD AMBIENTAL	51
2.2.5. COLECTORES PRIMARIOS	51
2.2.6. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL	51
2.2.7. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA):	51
2.2.8. IMPACTO AMBIENTAL:	52
2.2.9. MATRIZ DE LEOPOLD:	52
2.2.10. MATRIZ DE LEOPOLD TURBINADA:	52
2.2.11. MITIGACIÓN:	52
2.2.12. MONITOREO AMBIENTAL:	52
2.2.13. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:	52
2.2.14. PROGRAMA DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA):	53
2.3. MARCO TEÓRICO NORMATIVO	53
2.4. HIPÓTESIS	55
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL:	55
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:	55

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	56
3.1.1. UBICACIÓN	56
3.1.2. VÍAS DE ACCESO	58
3.2. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA	59
3.2.1. POBLACIÓN	59
3.2.2. MUESTRA	60
3.3. MÉTODOS Y MATERIALES	63
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	63
3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	64
3.3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	64
3.3.4. MÉTODOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO UNO	64
3.3.5. MÉTODOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO DOS	74
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	78
3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO	79

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL	82
4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	82
4.1.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO	85
4.1.3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO ANTRÓPICO	85
4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	86
4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	86
4.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	94
4.4. ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	111
4.4.1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN.	111

4.4.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.	118
4.4.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE OPERACIÓN.	129
4.4.4. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE MANTENIMIENTO.	142
4.4.5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE CIERRE.	149
4.4.6. RESUMEN DE LA CANTIDAD DE IMPACTOS DEL PROYECTO	157
4.5. EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN CON LOS VALORES ECA RESULTADOS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS	161
4.5.1. MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE	161
4.5.2. MONITOREO DE CALIDAD DEL SUELO	164
4.5.3. RUIDO AMBIENTAL	211
4.5.4. CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL	218
4.6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL COMPONENTE 1 DEL PROYECTO	219
CONCLUSIONES	222
RECOMENDACIONES	223
BIBLIOGRAFÍA	225
ANEXOS	231

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Clasificación de impactos ambientales	37
Tabla 02: Criterios de evaluación de la matriz Turbinada de Leopold.	43
Tabla 03: Coordenadas geográficas de la zona de estudio	58
Tabla 04: Coordenadas geográficas de la estación de monitoreo de calidad de aire	61
Tabla 05: Coordenadas geográficas de los puntos de monitoreo para calidad del suelo.	61
Tabla 06: Coordenadas geográficas de los puntos de monitoreo para ruido ambiental.	62
Tabla 07: Valoración de los criterios de evaluación de la matriz Turbinada de Leopold.	66
Tabla 08: Tipificación de impactos y criticidad	74
Tabla 09: Operacionalización de variables	78
Tabla 10: Principales etapas del proyecto	86
Tabla 11: Matriz de identificación de impactos del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, localidad de llave, etapa de planificación.	95
Tabla 12: Matriz de identificación de impactos del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, localidad de llave, etapa de construcción (anexo 4); las principales actividades impactantes se pueden apreciar en el anexo 6 (Figuras 77 - 101).	97
Tabla 13: Matriz de identificación de impactos del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, localidad de llave, etapa de operación.	104
Tabla 14: Matriz de identificación de impactos del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, localidad de llave, etapa de mantenimiento.	106
Tabla 15: Matriz de identificación de impactos del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, localidad de llave, etapa de cierre.	108

Tabla 16: Resultados de la evaluación de impactos ambientales del proyecto en la etapa de planificación.	111
Tabla 17: Cantidad de impactos generados en la etapa de planificación por tarea.	114
Tabla 18: Cantidad de impactos generados en la etapa de planificación por componente ambiental.	117
Tabla 19: Resultados de la evaluación de impactos ambientales del proyecto en la etapa de construcción.	240
Tabla 20: Cantidad de impactos generados en la etapa de construcción.	124
Tabla 21: Cantidad de impactos generados en la etapa de construcción por componente ambiental.	128
Tabla 22: Resultados de la evaluación de impactos ambientales del proyecto en la etapa de operación.	129
Tabla 23: Cantidad de impactos generados en la etapa de operación.	138
Tabla 24: Cantidad de impactos generados en la etapa de operación por componente ambiental.	140
Tabla 25: Resultados de la evaluación de impactos ambientales del proyecto en la etapa de mantenimiento.	142
Tabla 26: Cantidad de impactos generados en la etapa de mantenimiento.	145
Tabla 27: Cantidad de impactos generados en la etapa de mantenimiento por componente ambiental.	147
Tabla 28: Resultados de la evaluación de impactos ambientales del proyecto en la etapa de cierre.	149
Tabla 29: Cantidad de impactos generados en la etapa de cierre.	153
Tabla 30: Cantidad de impactos generados en la etapa de cierre por componente ambiental.	156
Tabla 31: Resumen de la cantidad de impactos del proyecto.	157
Tabla 32: Resultados de monitoreo de calidad de aire para material particulado.	161
Tabla 33: Resultados del monitoreo de calidad de aire para soluciones captadoras	

SO ₂ , NO ₂ , CO.	162
Tabla 34: Resultados del monitoreo de calidad del suelo para cianuro libre.	164
Tabla 35: Resultados del monitoreo de calidad de suelo para metales pesados: arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo y mercurio.	166
Tabla 36: Resultados del monitoreo de calidad de suelo para compuestos orgánicos: hidrocarburos de petróleo F1, F2 y F3.	180
Tabla 37: Resultados del monitoreo de calidad de suelo para compuestos orgánicos volátiles - BTEX	187
Tabla 38: Resultados del monitoreo de calidad de suelo para compuestos orgánicos: bifenilos policlorados PCB.	208
Tabla 39: Resultados del monitoreo de ruido ambiental diurno	246
Tabla 40: Resultados del análisis estadístico de Wilcoxon del ruido ambiental diurno comparado con el ECA.	213
Tabla 41: Resultados del monitoreo de ruido ambiental nocturno.	247
Tabla 42: Resultados del análisis estadístico de Wilcoxon del ruido ambiental nocturno comparado con el ECA.	216
Tabla 43: Resumen del cumplimiento de estándares de calidad ambiental por parámetro y punto de monitoreo.	248

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Principales etapas del monitoreo ambiental	49
Figura 02: Mapa de localización del proyecto.	57
Figura 03: Mapa de ubicación de la zona de estudio.	57
Figura 04: Ámbito de influencia del proyecto	60
Figura 05: Ubicación de las coordenadas geográficas de los puntos de muestreo de calidad de aire, calidad de suelo y ruido ambiental del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de Ilave.	63
Figura 06: Esquema de la matriz de registro de criterios en la matriz de Leopold Turbinada	72
Figura 07: Cambio de valores literales por los valores numéricos en la matriz turbinada de Leopold.	72
Figura 08: Valores obtenidos después de aplicar la expresión de importancia.	73
Figura 09: Clasificación de la criticidad de acuerdo con la importancia.	74
Figura 10: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de planificación.	115
Figura 11: Distribución de impactos en la etapa de planificación.	116
Figura 12: Cantidad de impactos por componente ambiental en la etapa de planificación.	117
Figura 13: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de construcción.	125
Figura 14: Distribución de impactos en la etapa de construcción.	127
Figura 15: Cantidad de impactos por componente ambiental en la etapa de construcción.	128
Figura 16: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de operación.	138
Figura 17: Cantidad de impactos en la etapa de operación.	139
Figura 18: Cantidad de impactos por componente ambiental en la etapa de operación.	140

Figura 19: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de mantenimiento.	145
Figura 20: Distribución de impactos en la etapa de mantenimiento.	146
Figura 21: Cantidad de impactos por componente ambiental en la etapa de mantenimiento.	147
Figura 22: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de cierre de obra.	154
Figura 23: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de cierre de proyecto.	154
Figura 24: Distribución de impactos en la etapa de cierre de proyecto.	155
Figura 25: Cantidad de impactos por componente ambiental en la etapa de cierre.	156
Figura 26: Distribución de impactos por etapa del proyecto.	158
Figura 27: Distribución general de impactos del proyecto.	159
Figura 28: Distribución general de impactos del proyecto por componente.	160
Figura 29: Resultados del monitoreo de calidad de aire para material particulado PM10 y PM2.5. y su comparación con los valores ECA	161
Figura 30: Resultados del monitoreo de calidad de aire para soluciones captadoras correspondientes al dióxido de azufre SO ₂ , dióxido de nitrógeno NO ₂ y monóxido de carbono CO.	163
Figura 31: Resultados del monitoreo de calidad del suelo correspondiente a cianuro libre, de acuerdo a la duración del proyecto.	165
Figura 32: Evolución temporal de la concentración de cianuro libre según el punto de monitoreo.	166
Figura 33: Resultados obtenidos para la medición de arsénico según el tipo de monitoreo.	168
Figura 34: Evolución temporal de la concentración de arsénico por punto de muestreo.	169
Figura 35: Resultados de la concentración de bario según el tipo de monitoreo.	170
Figura 36: Evolución temporal de la concentración de bario según el punto de monitoreo.	171
Figura 37: Resultados de la concentración de cadmio según el tipo de monitoreo.	172

Figura 38: Evolución temporal de la concentración de cadmio según el punto de monitoreo.	173
Figura 39: Resultados de la concentración de cromo según el tipo de monitoreo.	174
Figura 40: Evolución temporal de la concentración de cromo según el punto de monitoreo.	175
Figura 41: Resultados de la concentración de plomo según el tipo de monitoreo.	176
Figura 42: Evolución temporal de la concentración de plomo según el punto de monitoreo.	177
Figura 43: Resultados de la concentración de mercurio según el tipo de monitoreo.	178
Figura 44: Evolución temporal de la concentración de mercurio según el punto de monitoreo.	179
Figura 45: Resultados de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F1 (C6-C10) según el tipo de monitoreo.	181
Figura 46: Resultados de la evolución de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F1 (C6-C10) según el punto de monitoreo.	182
Figura 47: Resultados de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F2 (C10-C28) según el tipo de monitoreo.	183
Figura 48: Resultados de la evolución de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F2 (C10-C28) según el punto de monitoreo	184
Figura 49: Resultados de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F3 (C28-C40) según el tipo de monitoreo.	185
Figura 50: Resultados de la evolución de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F2 (C28-C40) según el punto de monitoreo.	186
Figura 51: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos para el benceno según el tipo de monitoreo.	190
Figura 52: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos para el benceno según el punto de monitoreo.	191
Figura 53: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos para el	

etilbenceno según el tipo de monitoreo.	192
Figura 54: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos para el etilbenceno según el punto de monitoreo.	193
Figura 55: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el naftaleno según el tipo de monitoreo.	194
Figura 56: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el naftaleno según el punto de monitoreo.	195
Figura 57: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles meta y para xileno según el tipo de monitoreo.	196
Figura 58: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el meta y para xileno según el punto de monitoreo.	197
Figura 59: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el orto xileno según el tipo de monitoreo.	198
Figura 60: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el ortoxileno según el punto de monitoreo.	199
Figura 61: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para los xilenos totales según el tipo de monitoreo.	200
Figura 62: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para los xilenos totales según el punto de monitoreo.	201
Figura 63: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tetracloroetileno según el tipo de monitoreo.	202
Figura 64: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tetracloroetileno según el punto de monitoreo.	203
Figura 65: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tolueno según el tipo de monitoreo.	204
Figura 66: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tolueno según el punto de monitoreo.	205
Figura 67: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el	

tricloroetileno según el tipo de monitoreo.	206
Figura 68: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tricloroetileno según el punto de monitoreo.	207
Figura 69: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos para bifenilos policlorados (PCBs) según el tipo de monitoreo.	209
Figura 70: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos para los bifenilos policlorados según el punto de monitoreo.	210
Figura 71: Resultados del ruido ambiental diurno.	211
Figura 72: Evolución del ruido ambiental diurno en cada punto de monitoreo.	212
Figura 73: Resultados del ruido ambiental nocturno.	214
Figura 74: Evolución del ruido ambiental diurno en cada punto de monitoreo.	216
Figura 75: Cumplimiento de estándares de calidad ambiental.	218
Figura 76: Parámetros que no cumplen los estándares de calidad ambiental.	219
Figura 77: Trabajos de relleno y compactación de suelos (frente AD03) haciendo uso de vibroapisonadores tipo canguro, los cuales emiten altos niveles de ruido durante su operación.	251
Figura 78: Actividades de relleno y compactación de suelos (frente AD03) haciendo uso de rodillo compactador tipo tándem de 2,6 t cuya operación implica emisiones elevadas de ruido.	252
Figura 79: Accesorios de excavación para las retroexcavadoras CAT 420F. El picotón utilizado en labores de excavación de terreno rocoso y demolición de buzones retirados de funcionamiento emite niveles altos de ruido durante su uso.	252
Figura 80: Actividades de excavación, fuentes de emisión de ruido.	253
Figura 81: Operaciones de corte de asfalto rígido, una de las actividades que más ruido produce.	253
Figura 82: Traslado de desmonte, material excedente o material de relleno, ocasionando emisión de material particulado.	254

- Figura 83:** Traslado de material por las principales calles, generando material particulado. 254
- Figura 84:** Debido al constante tránsito de los vehículos del proyecto, se genera barro, el cual, al secarse, se emite como material particulado por el tránsito de vehículos. 255
- Figura 85:** Excavación de zanjas 255
- Figura 86:** Magnitud de las excavaciones, lo que ocasiona grandes cantidades de material para almacenar en lugares cercanos o buscar su disposición final, ocasionando pérdida de la calidad del suelo y cambios en el relieve. 256
- Figura 87:** Disposición final del material no apto para relleno, ocasionando cambios en la calidad del suelo. 257
- Figura 88:** Almacenamiento temporal del material de relleno, ocasionando cambios en la calidad del suelo y en el relieve. 257
- Figura 89:** Disposición final del material excedente, ocasionando pérdida de la calidad del suelo y cambios en el relieve. 258
- Figura 90:** Generación de residuos peligrosos que pueden impactar en la calidad del suelo. 258
- Figura 91:** Residuos de la construcción que pueden impactar en la calidad del suelo. 259
- Figura 92:** Residuos generales producidos en obra afectan al componente suelo. 259
- Figura 93:** Generación de residuos de la construcción peligrosos asfalto flexible 260
- Figura 94:** Generación de residuos aprovechables que sin un manejo adecuado podrían impactar al componente suelo y agua. 260
- Figura 95:** Posible fuente de contaminación del suelo y agua por derivados de hidrocarburos. 261
- Figura 96:** Inspección de kit antiderrames para contingencias en caso de derrames de hidrocarburos. 261
- Figura 97:** Ruptura de tubería matriz de agua potable, la cual posteriormente es evacuada mediante bombeo, ocasionando interrupción en el servicio de

agua potable.	262
Figura 98: Excavación en terreno saturado, el cual tiene que ser evacuado mediante bombeo hacia canaletas pluviales cercanas, las cuales derivan directamente al cauce del río llave, lo que ocasiona un cambio en la calidad de agua del mismo.	263
Figura 99: Colmatación de excavación debido a la ruptura de tubería matriz de desagüe; el agua residual se bombea hacia los buzones en funcionamiento.	264
Figura 100: Propiedad de vecino afectada por la excavación y tránsito de vehículos, ocasionando malestar social.	265
Figura 101: Revisión de EPPs auditiva a personal que opera equipos y herramientas que emiten niveles altos de ruido	266
Figura 102: Estación de monitoreo de calidad de aire	267
Figura 103: Equipo de bajo volumen para muestreo de partículas PM _{2,5} .	267
Figura 104: Equipo de alto volumen para muestreo de partículas PM ₁₀ .	268
Figura 105: Equipo para muestreo de gases SO ₂ , NO ₂ , y CO.	268
Figura 106: Estación de monitoreo de ruido RA-01	269
Figura 107: Sonómetro midiendo ruido en el punto RA-06, registrando niveles de ruido por encima del valor establecido en el ECA.	270
Figura 108: Toma de muestra de suelo MSI-01	271
Figura 109: Estado de la red de desagüe de la ciudad de llave antes de la ejecución de las obras.	271
Figura 110: Colapso de buzones antiguos por antigüedad, falta de capacidad y falta de mantenimiento.	272
Figura 111: Escurrimiento de aguas servidas a canaletas pluviales que desembocan en el río llave sin tratamiento alguno.	272

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia: impactos ambientales de la construcción del componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de Ilave, aplicando la matriz de Leopold Turbinada, 2024.	232
Anexo 02: Compromiso ético para trabajos de investigación	233
Anexo 03: Manejo y resultados de la matriz de leopold	234
Anexo 04: Tablas y figuras	235
Anexo 05: Informes de monitoreo ambiental	250
Anexo 06: Panel registro fotográfico	250

RESUMEN

El principal objetivo fue evaluar los impactos ambientales provocados por la construcción del Componente 1 del proyecto “Sistema de tratamiento de aguas residuales de la cuenca del Lago Titicaca”, localidad de llave, aplicando la matriz de Leopold turbinada. La investigación tiene un método deductivo con enfoque descriptivo no experimental. Las técnicas utilizadas fueron la observación directa, análisis documental y la matriz causa-efecto de Leopold Turbinada; los instrumentos utilizados fueron el registro fotográfico, informes de monitoreo ambiental y el formato de la matriz . Los resultados más resaltantes se encontraron en la etapa de construcción, donde se encontraron 4 impactos críticos y 102 impactos que necesitan atención. El incremento del nivel sonoro se constituye como el impacto más importante en el componente aire con una importancia de 13. Por otra parte, el componente ambiental más afectado es el suelo, con 62 impactos que necesitan atención. Seguidamente, se evaluaron los resultados de los monitoreos ambientales realizados durante la ejecución del proyecto, donde se encontraron que los niveles de ruido diurno y nocturno sobrepasan los niveles indicados en el D.S 085-2003-PCM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, llegando a valores de 74,7 dB para ruido diurno y 67,9 dB para ruido nocturno. Se tiene como principal conclusión que la evaluación mediante la matriz de Leopold Turbinada pudo confirmar que la construcción del componente 1 del proyecto generó impactos ambientales críticos, los cuales fueron ocasionados por actividades generadoras de ruido como corte de pavimento y relleno y compactación a causa de la utilización de equipos y maquinarias que emiten niveles altos de ruido durante su funcionamiento.

Palabras clave: Evaluación, Impacto ambiental, Leopold, Monitoreo ambiental, Turbinada.

ABSTRACT

The primary objective was to evaluate the environmental impacts caused by the construction of Component 1 of the "Wastewater Treatment System for the Titicaca Lake Basin" project in Ilave, applying the Turbinated Leopold Matrix. The research follows an inductive method with a non-experimental descriptive approach. Techniques included direct observation, documentary analysis, and the Turbinated Leopold Cause-Effect Matrix, while instruments comprised photographic records, environmental monitoring reports, and the matrix format. The most significant results were identified during the construction phase, revealing 4 critical impacts and 102 impacts requiring mitigation. Increased noise levels emerged as the most significant impact on the air component, with an importance score of 13. The most affected environmental component was soil, with 62 impacts needing attention. Subsequently, environmental monitoring results during project execution showed that daytime and nighttime noise levels exceeded thresholds specified in Supreme Decree No. 085-2003-PCM (National Environmental Quality Standards for Noise), reaching values of 74.7 dB (daytime) and 67.9 dB (nighttime). The main conclusion confirms that the Turbinated Leopold Matrix evaluation verified critical environmental impacts from Component 1's construction. These were primarily driven by noise-generating activities such as pavement cutting, backfilling, and compaction, due to the use of machinery emitting high noise levels during operation.

Keywords: Assessment, Environmental Impact, Leopold, Environmental Monitoring, Turbinated.

INTRODUCCIÓN

El Lago Titicaca es considerado uno de los cuerpos de agua continentales más importantes de Sudamérica; también es considerado como patrimonio natural y cultural y fuente de recursos para los diversos asentamientos ubicados en la cercanía de la cuenca del lago. (Ramos & Huayhua, 2022). Como consecuencia de esta interacción, se vierten contaminantes al lago, ya sea directamente mediante desagües, que en muchos casos están sin tratamiento, y en otros casos mediante sus ríos tributarios, que son descargados en cuerpos de agua sin tratamiento, configurándose uno de los principales problemas ambientales que sufre el Lago Titicaca. Tal es el caso de los vertimientos que llegan al río Ilave, que es el segundo río más importante de la cuenca del Lago Titicaca (Ocola & Laqui, 2017).

Para mitigar la contaminación y recuperar la calidad de agua del Lago Titicaca, el estado peruano desarrolló el megaproyecto denominado “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, que será implementado en 10 ciudades alrededor de la cuenca del Lago Titicaca, una de las cuales es la ciudad de Ilave.

La construcción de obras de saneamiento y alcantarillado es muy importante para la salud pública y el desarrollo de las comunidades; sin embargo, estas obras no están exentas de presentar efectos en el medio ambiente. Algunos estudios han logrado identificar diversos impactos como pérdida de calidad del suelo, pérdida de cobertura vegetal en la etapa de ejecución de obra (Dominguez et al., 2021). La construcción del Componente 1 del proyecto, conlleva una serie de impactos ambientales que deben ser evaluados y gestionados adecuadamente. La evaluación de impacto ambiental (EIA) es crucial para garantizar el uso responsable de los recursos y prevenir actividades que puedan ser perjudiciales para el medio ambiente (Montero et al., 2020).

El uso de la matriz turbinada de Leopold permite identificar y evaluar impactos utilizando las ventajas de la matriz original de Leopold y reduciendo sus desventajas; no recarga visualmente la matriz y proporciona un conjunto de información más elaborado y

coherente. que facilita la toma de decisiones, permitiendo identificar impactos indirectos y considerar sus características temporales y espaciales (Figueiredo et al., 2020).

En este trabajo de investigación también se evaluaron los resultados de los monitoreos ambientales realizados durante la ejecución del componente 1 del proyecto, que incluyen 5 monitoreos de obra y 1 monitoreo de línea de base antes del inicio de actividades.

El contenido del trabajo de investigación es el siguiente:

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN. En este capítulo se expondrá brevemente la problemática asociada con los impactos producidos por las obras de saneamiento y alcantarillado. A continuación se expondrán los trabajos realizados anteriormente sobre la evaluación de impactos ambientales en obras de saneamiento que utilicen técnicas similares como la matriz de Leopold original, modificada, Conesa, etc. Finalmente, se expondrán los objetivos del trabajo de investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presentará el marco teórico, el cual permitirá sentar las bases teóricas para el desarrollo de la investigación. Seguidamente se plantean las hipótesis de la investigación.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se expondrán las metodologías, técnicas e instrumentos utilizados para llevar a cabo la investigación.

CAPÍTULO IV: EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el capítulo IV se presentarán los resultados obtenidos de la identificación y evaluación de los impactos ambientales utilizando la matriz turbinada de Leopold. A continuación se presentarán los resultados de la evaluación de los resultados obtenidos en los monitoreos ambientales. Posteriormente, se hará la discusión de los resultados conforme a los objetivos de la investigación.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones desprendidas del trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, en todo el mundo, se están desarrollando múltiples proyectos de alcantarillado sanitario. Estas obras son críticas, ya que permiten el tratamiento de aguas residuales de viviendas, negocios, escuelas, hospitales, fábricas, entre otros, evitando así impactos ambientales y previniendo enfermedades que podrían afectar a comunidades en zonas donde aún no se han instalado estas infraestructuras.

(Porta, 2021)

En Perú, uno de los problemas de saneamiento es el sistema de alcantarillado sanitario debido al desgaste de las tuberías, la antigüedad de uso y la descarga de aguas servidas de las plantas industriales. (Chalco & Jesús, 2019)

En el departamento de Puno, en su mayoría, cuenta con sistemas de saneamiento básico muy deteriorados y que ya rebasaron su vida útil, lo que repercute directamente en la contaminación de cuerpos de agua mayores como el Lago Titicaca. (Empresa Municipal de Saneamiento Básico Puno, 2012)

El lago actúa como receptor de las aguas procedentes de varios ríos, como Ramis, Huancané, Coata, llave y Suches. Solo un total de seis sistemas de tratamiento (equivalente al 17%) cumplen con las normativas y protocolos operativos esenciales, incluyendo la disposición final de aguas residuales mediante la limpieza y el mantenimiento adecuado de los componentes. Por otro lado, el restante 83% no cumple con dichas prácticas (MINAM, 2013).

En la localidad de llave, el servicio de desagüe tiene un déficit de atención del 24,95 %; las zonas atendidas se encuentran principalmente en el casco urbano. (Municipalidad Provincial del Collao, 2017).

De las zonas atendidas se tiene que la antigüedad de las redes primarias y secundarias ronda los 42 años; esto implica que presenten fallas constantes. (tajonamientos, colapsos, rupturas) (anexo 6, Figuras 109, 110 y 111) , esto sumado a que no existe un sistema de drenaje de aguas pluviales, hace que ingresen volúmenes mayores de aguas residuales a la red de colectores, incrementando la frecuencia de fallas presentes. (EMSAPUNO, 2012).

El Estado peruano, mediante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) y PROINVERSION (2019), adjudicó la concesión del megaproyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”. El proyecto comprendía la construcción de diez (10) plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en los distritos de Moho, Ayaviri, Juliaca, Huancané, Puno, Juli, llave, Azángaro, Lampa y Yunguyo, pertenecientes a la región de Puno, con el fin de dar solución al tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales en la cuenca del lago. El proyecto se divide en 3 componentes; el primero se encargó de la construcción de los colectores primarios por gravedad, cuyos componentes son buzones , tendido de tuberías de HDPE y obras civiles. El segundo componente se encargará de la construcción de estaciones de bombeo (EBARS), construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARS) y el cierre de la infraestructura existente. El tercer componente será la operación y mantenimiento de las PTARS, EBARS, colectores, líneas de impulsión y emisarios.

La construcción del componente 1 del proyecto en la localidad de llave implicó modificaciones en los componentes ambientales de la zona de intervención del proyecto, lo cual afectó las actividades diarias de los habitantes, la flora, la fauna y los componentes físicos del ambiente circundante; ante esta situación fue pertinente evaluar las implicancias que se tendrían por las actividades relacionadas con el proceso

productivo en la ejecución de la obra, en tal sentido se tuvo como instrumento de gestión ambiental el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) aprobado por Resolución Directoral N° 109-2020-VIVIENDA/VMCS-DGAA, en el cual se presenta la matriz de identificación de impactos ambientales de acuerdo a los lineamientos estipulados en la norma R.M. 372-2017-VIVIENDA, donde se presentan las consideraciones para la elaboración del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental.

Que, por Resolución Viceministerial N° 20-2023-VIVIENDA/VMCS, declaran la Terminación Anticipada del Contrato de Concesión para el diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto “Sistema de Tratamiento de las aguas residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, habiendo concluido la ejecución del componente 1 del proyecto.

Por lo tanto ante la problemática presentada, la finalidad de este proyecto de investigación será evaluar y determinar los impactos ambientales ocasionados por la construcción del componente 1 del proyecto utilizando una modificación de la matriz Causa - Efecto de Leopold llamada Matriz de Leopold Turbinada como alternativa para la evaluación de impacto ambiental y analizar retrospectivamente los impactos ambientales ocasionados durante el periodo de ejecución del componente 1 del proyecto mediante los informes de monitoreos ambientales realizados en los periodos establecidos desde el inicio de actividades constructivas en febrero del 2021 hasta la finalización de las obras de construcción del componente 1 en julio del 2022

1.1.1. PROBLEMA GENERAL:

¿Qué impactos ambientales provocó la construcción del Componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de llave aplicando la matriz de Leopold Turbinada, 2024?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

- ¿Qué tipos de impactos ambientales negativos se identificaron a través de la matriz de causa y efecto de Leopold Turbinada durante el periodo de construcción del Componente 1 del “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la cuenca

del Lago Titicaca” en la localidad de llave, aplicando la matriz de Leopold Turbinada, 2024.

- ¿Cuáles fueron los resultados de los parámetros analizados obtenidos a través del monitoreo ambiental durante la construcción del Componente 1 del “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca en la localidad de llave”, con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Herrera & Pacheco (2024), en su investigación sobre el estudio de impactos ambientales sobre alternativas de sistemas de saneamiento para la solución de vertimientos en la zona costera del distrito de Riohacha, en La Guajira, Colombia, resalta la urgencia de abordar la contaminación en las aguas marinas y la zona costera del distrito de Riohacha, agravada por la descarga de aguas residuales municipales sin tratar. La carencia de un sistema eficiente de tratamiento ha causado daños al suelo, destrucción de la fauna y flora marina, impactos en la salud local y la disminución del turismo, vital para los ingresos regionales. Para resolver esto, se proponen tres alternativas de saneamiento básico: planta de tratamiento convencional, biorreactor de membrana sumergida y emisario submarino. La evaluación del impacto ambiental mediante la matriz de Leopold es esencial para comprender y comparar los posibles efectos de estas alternativas. La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) ofrece datos cruciales para identificar los impactos ambientales de cada opción, facilitando la toma de decisiones sostenibles. Este enfoque demuestra un compromiso con la protección del entorno local. La participación comunitaria y de otras partes complementará este enfoque, y se espera con interés conocer los resultados de la EIA y su influencia en la elección de la alternativa más adecuada.

Zambrano et al. (2021) en su trabajo de investigación denominado Impacto ambiental generado por la construcción del alcantarillado sanitario en Santo Domingo de los Colorados abordó una investigación realizada en el interceptor "B" (sección 3) a la altura

de la Coop. De vivienda Provincias Unidas de la ciudad de Santo Domingo, ya se considera imprescindible para prevenir enfermedades infecciosas y proteger la salud de las personas, el objetivo es investigar los impactos ambientales generados por la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, y el cumplimiento de las Metas 6.2 - 9.1 - 11.1, de los Objetivo 6 – 9 y 11 de los “Objetivos de Desarrollo Sostenible: 2015-2030”. Donde se identificó el impacto ambiental que produce la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, para esto se utilizaron instrumentos de recolección de información como: la lista de chequeo y una matriz de intensidad del impacto, que permitieron obtener los factores que se ven más afectados ante la ejecución de la obra como son: la pérdida de hábitat, el nivel de empleo, el paisaje y la cubierta vegetal los mismos que presenta afectación con gran presión por la actividad realizada en el área de estudio. La importancia a nivel de impactos mostró un resultado tanto negativos como positivos, el componente ambiental más afectados son el medio físico y abióticos, llegando a la conclusión que este componente es el social y se da por los cumplimientos de la agenda 2030 de los ODS.

Montero et al. (2020), en su trabajo Evaluación del impacto ambiental de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales. Caso Río Pindo Chico, Puyo, Pastaza, Ecuador: el crecimiento de la población, la industrialización, las prácticas agrícolas y la urbanización aumentan la demanda de agua y, por lo tanto, la cantidad de aguas residuales generadas. El propósito de este documento es determinar los principales impactos ambientales de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del subsistema Pindo Chico en la ciudad del Puyo, Ecuador. Se recolectó información de línea base, mediante la implementación de listas de chequeo, y para la identificación y evaluación de impactos se confeccionó un diagrama de redes y se emplearon estructuras matriciales de doble entrada basadas en el sistema de Leopold original. Se analizaron siete actividades del proyecto y 12 componentes ambientales, y se determinaron 24 interacciones, de las cuales 11 fueron categorizadas como impactos ambientales significativos y dos muy significativos. El componente más afectado es la alteración del

suelo, debido a la remoción de la cobertura vegetal, apertura de zanjas, creación de vías de acceso y construcción de la planta. Finalmente, se propusieron medidas correctivas en el plan de manejo ambiental para mitigar, prevenir y monitorear los impactos negativos que se generan.

Guerra & Logroño (2019), en su trabajo titulado Evaluación del impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en Ecuador. El grado de satisfacción de una sociedad generalmente se basa en los beneficios que posee, siendo uno de los más imprescindibles la dotación de servicios básicos como el alcantarillado sanitario y las plantas de tratamiento de aguas residuales, que no sólo mejoran la calidad de vida, sino que buscan preservar la calidad de agua de los cuerpos hídricos donde se descargan las aguas residuales generadas.

Si bien es cierto que estos sistemas proporcionan bienestar a la población, no obstante, durante la construcción de estos se producen una serie de actividades que, por su propia naturaleza, pueden generar potenciales riesgos a la salud humana y a los factores ambientales. Estos riesgos, llamados impactos ambientales, al ser medidos proporcionan una idea clara del nivel de incidencia que las operaciones de construcción, mantenimiento, cierre y abandono producen; por esta razón, la investigación realizó la evaluación de los impactos que se prevé se generen por la construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales típicos, en base a la metodología de Conesa et al. (1997), obteniendo como resultado que este tipo de proyectos genera un impacto negativo moderado y temporal; por lo que también se generan impactos positivos que abarcan en su mayoría la generación de empleo en cada una de sus actividades. De 152 impactos identificados, el 59% correspondieron a los de carácter positivo, mientras que los negativos representaron el 41%, indicando de esta manera que la dotación de servicios básicos genera inconvenientes en su primera etapa de construcción; sin embargo, a partir de esta, presenta beneficios para la población, proporcionando mejores sistemas de evacuación de aguas servidas, controlados y dirigidos hacia plantas de

tratamiento, donde las aguas negras podrán recuperar su calidad y ser vertidas cumpliendo los límites permisibles de descarga.

Figueiredo et al. (2020), en su trabajo titulado "Turbinizing the Leopold Matrix", propone una herramienta más eficiente y completa para evaluar los impactos ambientales, eliminar desventajas e incorporar nuevos criterios de mejora para la conocida matriz de Leopold. La conservación de los recursos naturales es un tema fundamental, además de estar, en muchos casos, regulado por leyes y decretos. En Brasil, las resoluciones exigen la realización de una rigurosa evaluación de impacto ambiental y la generación del EIA (Estudio de Impacto Ambiental) y del RIMA (Informe de Impacto Ambiental) en todos los proyectos con actividades potencialmente causantes de degradación del medio ambiente. Una forma muy extendida de evaluar los impactos ambientales es la matriz de interacción conocida como Matriz de Leopold. Muchos artículos científicos utilizan la matriz de Leopold original o modificada para realizar la evaluación de impactos ambientales, aunque comúnmente señalan desventajas o limitaciones en el uso de la matriz. El propósito de este artículo es proponer una nueva matriz, denominada "Leopold Turbinated Matrix", con la eliminación de las desventajas identificadas, además de potenciar las ventajas, sin recargar visualmente la matriz, además de incluir nuevos elementos. que mejoren su capacidad de evaluar y predecir impactos ambientales. Para ello se realizó un estudio en profundidad sobre las aplicaciones de la matriz con base en fundamentos científicos y tecnológicos nacionales e internacionales. La "Matriz de Leopold Turbinada" desarrollada resuelve desventajas o limitaciones identificadas, además de incluir nuevos criterios, por lo que constituye una nueva herramienta potente, eficiente e integral en materia de evaluación de impactos ambientales.

1.2.2. NACIONALES

Ugarte & Robles (2023), en su investigación Evaluación del impacto ambiental del proyecto de agua potable y saneamiento en Baños del Inca – Cajamarca, evalúa el impacto ambiental en Baños del Inca. Raydán (2011) detalla el grado de los impactos, con lo que es posible evaluar cada uno de ellos; esta investigación se justifica porque

permitirá la aplicación de diversas medidas correctivas de mitigación ambiental para mejorar los proyectos de gestión ambiental y saneamiento del agua potable. Como principal objetivo se planteó hacer un estudio de impacto ambiental para resaltar los efectos y el impacto, ya sea positivo o negativo, lo cual afecta a los componentes del medio ambiente y también influye en los habitantes, cambiando su estilo de vida; esto es debido a que se encuentran dentro del área de influencia directa del proyecto. La investigación realizada fue con enfoque cuantitativo – no experimental; se utilizaron los siguientes instrumentos: La guía de avistamiento y también la matriz causa-efecto (tomando como base la metodología de Vicente Conesa). En el cual se obtuvo la importancia, la cual fue negativa, pero también implicó la significancia, siendo esta moderada en base a los componentes medioambientales físicos, siendo la calidad del suelo (-24) y biológicos, propiciando una pérdida en la cobertura vegetal, teniendo la valoración de (-30). Esto nos indica que estos factores se alcanzan a recuperar en un lapso de tiempo dado; en cambio, en la parte socioeconómica, se produjeron impactos de manera positiva, esto debido al incremento de empleo que tiene un rango de (22), también gracias a la optimización y mejora de los servicios básicos para dicha ciudad y lugares aledaños.

Avila (2021), realizó un trabajo de investigación llamado Evaluación del impacto ambiental de la construcción del servicio de agua potable y saneamiento en el caserío Agua Blanca, Huamachuco – 2021, donde investigó en el caserío de Agua Blanca, teniendo un área total de 6.28 km, ubicado en el distrito de Huamachuco. departamento La Libertad. El objetivo principal fue evaluar el impacto ambiental generado por la ejecución del servicio sobre los factores ambientales. Es importante resaltar que los efectos son las generaciones, ya sea positiva o negativa, y pueden verse afectados los componentes ambientales y el estilo de vida de los habitantes de la población aledaña al proyecto. La investigación fue cuantitativa – no experimental; los instrumentos utilizados fueron: guía de observación y la matriz causa-efecto (siguiendo el método de Vicente Conesa). Los resultados obtenidos de la evaluación en el área de estudio fue que la

etapa de construcción tuvo una importancia negativa, pero con una significancia moderada en los componentes físicos, específicamente en la calidad de suelo (-29) y biológicos, generando la pérdida de cobertura vegetal con una valoración de -30. Quiere decir que dichos factores pueden ser recuperados en un cierto periodo de tiempo; mientras que en el medio socioeconómico se generaron impactos positivos por el aumento de empleo que se encuentra en un rango de 22 y por la implementación de los servicios básicos para dicho caserío.

Salazar (2021), realizó la investigación sobre la implementación del monitoreo de aspectos ambientales para la calidad ambiental en la ejecución de drenaje pluvial en el distrito de Carmen Alto. El estudio se realizó antes, durante y después de la ejecución del proyecto "Mejoramiento y creación del sistema de drenaje pluvial de la av. Carmen Alto, av. Perú y Jr. Cangallo, distrito de Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho, mediante la ejecución de monitoreos ambientales de calidad de aire y ruido. Los resultados se obtienen utilizando los protocolos nacionales de calidad ambiental en muestreo. donde los resultados de los monitoreos serán evaluados utilizando ECA. para aire y para ruido. El monitoreo ambiental realizado permitió identificar los efectos ambientales causados por el proceso de ejecución del proyecto, lo que permitió plantear medidas de control y mitigación. La investigación nos mostrará cómo se mejoró la gestión del proyecto y cómo se controlaron los resultados altos y los efectos.

Huallanca (2021), realizó la investigación Implementación del Monitoreo de Aspectos Ambientales para la Calidad Ambiental de la Carretera Afirmada en el Distrito de Chilcas, Región Ayacucho. Los monitoreos se realizaron antes, durante y después de la ejecución del proyecto: "Rehabilitación y mejoramiento del Chuchin - Esccana - Rumirumi - Huinche - Moyorcco, Distrito de Chilcas, Provincia de La Mar Ayacucho": los monitoreos ambientales de aire y ruido. Con la finalidad de determinar cómo la implementación de monitoreos ambientales ha influido en la calidad del aire y el nivel de ruido ambiental en la ejecución del proyecto de inversión. Los resultados que se obtuvieron mediante las metodologías planteadas del protocolo nacional de la calidad ambiental en nuestro país.

Los resultados obtenidos de los monitoreos serán evaluados con los ECAs para aire y para ruido, respectivamente. El monitoreo ambiental ayudará a identificar los impactos provenientes de la actividad en construcción y así plantear alguna medida preventiva y/o correctiva para mitigar el impacto. En la investigación podremos verificar que nuestros resultados definitivamente mejoran por la gestión realizada en el proyecto y veremos cómo, de tener los resultados elevados, estos disminuyen.

Idrogo & Alvarez (2019), comparación de dos metodologías de estudio de impacto ambiental en el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y desagüe del caserío Luceropata, distrito de Longar - Rodríguez de Mendoza - Amazonas. La elaboración de estudios de impacto ambiental es una labor rutinaria en el quehacer del ingeniero ambiental; sin embargo, poco se menciona si diferentes metodologías de evaluación influyen en los resultados de dicho estudio. Por tanto, en esta investigación se consideró desarrollar el estudio de impacto ambiental para el proyecto “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y desagüe del caserío Luceropata, distrito de Longar – provincia de Rodríguez de Mendoza – Amazonas”. Se usaron para este fin dos metodologías basadas en la matriz de Leopold y matriz de Conesa Fernández. Los resultados muestran que, usando la matriz de Conesa Fernández, el estudio de impacto ambiental usó diez criterios, mientras que la matriz de Leopold usó un método cualitativo, identificando impactos/actividades y su origen, sin proporcionar un valor, estableciendo su importancia y magnitud. Por tanto, los resultados comparados muestran que la matriz más adecuada es la de Conesa Fernández para estudios de impacto medioambiental.

1.2.3. REGIONALES Y LOCALES

Machaca (2023), en su trabajo sobre los impactos ambientales generados en la construcción del servicio de agua potable y saneamiento rural, comunidad de Paxa del distrito de Tiquillaca, la investigación se llevó a cabo en la comunidad de Paxa en la obra de construcción del servicio de agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Paxa del distrito de Tiquillaca, Puno. El objetivo principal es evaluar los impactos generados en los componentes ambientales, como en el físico, biológico y

socioeconómico. También es importante destacar que los efectos son las generaciones tanto negativas como positivas, por lo que pueden afectar los componentes ambientales y así al estilo de vida de los pobladores aledaños al proyecto. Esta investigación es cuantitativa – no experimental; los instrumentos utilizados son: matriz de causa y efecto y la guía de observación (continuando el método Vicente Conesa). Los resultados que se obtuvieron de la evaluación en la etapa de construcción, en el componente físico, básicamente en la actividad de excavaciones, se obtuvo un resultado de 4 en comportamientos negativos, específicamente en el espacio físico (suelo), puesto que presentó un nivel de importancia moderada (-34), mientras que en el componente biológico se vio perjudicada por la reducción y modificación de ecosistemas con un nivel de importancia de (-30), ubicándose en el nivel moderado, destacando que se vieron afectados en gran importancia y que pueden ser reversibles y mitigables. Por último, en el componente socioeconómico se generaron mínimamente 2 impactos en comportamientos negativos moderados; de esta forma se presentó un nivel de importancia negativa moderada de (-33), específicamente en el uso de territorio, causando pérdida y ocupación de suelo. Del mismo modo, se observó que en este mismo componente se tuvo un rango de 33, mencionando que las repercusiones de los impactos positivos fueron moderadas.

Tito (2018), a través de su investigación Evaluación de impacto ambiental del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, distrito Chucuito, Puno, aplicó el método descriptivo y explicativo, describiendo primeramente las condiciones iniciales del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito para luego identificar las acciones mediante las listas de chequeo, para luego, mediante la matriz modificada de Leopold (Causa-Efecto), valorar los impactos ambientales. Se cuantifican los impactos ambientales a través de la aplicación de la metodología de la matriz de Leopold modificada, permitiendo establecer así el nivel de impacto positivo o negativo. Los resultados mostraron que el factor ambiental más afectado es la relación ecológica de vectores de enfermedades e insectos, seguido del Lago Titicaca. Como todo no es malo, los factores que no sufren daño y que son de fácil recuperación son el

aspecto recreativo al aire libre, salud y seguridad, aves y animales domésticos. Así mismo, el proceso de red de alcantarillado mediante el transporte de agua residual impactaría de forma positiva si es que el sistema funcionara adecuadamente. Otra de las acciones que impactan de forma positiva es el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales; esta impacta de forma positiva a pesar de las deficiencias, así como tiene potencial positivo si el sistema de tratamiento de aguas residuales funcionara adecuadamente. Se plantean medidas de mitigación como incremento del número de operadores para las PTAR 1 y 2, para solucionar los problemas de vectores de enfermedades. Se plantea realizar una adecuada operación y mantenimiento en el sistema de tratamiento de aguas residuales; esto mitigará la presencia de los vectores. Así también, para evitar el impacto negativo del entorno del lago Titicaca, se propone reubicar los dispositivos de descarga de las PTAR. En la actualidad, viene realizando trabajos y gestiones en conjunto con la OMSABA de la localidad de Chucuito y una empresa consultora para el desarrollo del proyecto. Mediante la presente investigación se llegó a la conclusión de que la evaluación del impacto ambiental de la localidad de Chucuito permitió identificar, predecir, valorar los impactos ambientales y proponer las medidas adecuadas para mitigar, prevenir y contribuir a la mejora de la calidad ambiental zonal.

Cahuachia (2022), en su trabajo Evaluación de la declaración de impacto ambiental en la obra de agua potable y desagüe del distrito de Juli, que fue realizado en la obra: Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en la Localidad de Juli, Provincia de Chucuito - Puno; donde evaluó los instrumentos de gestión ambiental, teniendo como objetivo principal evaluar el cumplimiento de los lineamientos de la declaración de impacto ambiental en la obra de agua potable y desagüe del distrito de Juli. Aplicando la forma metodológica, se estableció trabajar con muestras a nivel de auditoría a cada componente de la obra mencionada. Las muestras de auditorías adquiridas fueron evaluadas en referencia a cada componente de trabajo y en comparación al grado de cumplimiento respecto de la herramienta de gestión ambiental

asignada para esta obra en particular, siguiendo los procedimientos estipulados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Para el caso en específico, se tomó en consideración la Declaración de Impacto Ambiental como instrumento de gestión ambiental de la obra. Los resultados obtenidos del nivel de cumplimiento de nuestro instrumento de gestión ambiental son los siguientes: SISTEMA DE AGUA POTABLE (el nivel de cumplimiento llegó al 51.01%), PTAP (el nivel de cumplimiento llegó al 46.07%), SISTEMA DE ALCANTARILLADO (el nivel de cumplimiento llegó al 34.88%). Los grados de cumplimiento demuestran que los procesos en la obra no cumplieron las exigencias de los requisitos predispuestos por la declaración de impacto ambiental estipulada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, teniendo como resultado el grado de cumplimiento total un 43.99% de implementación en correspondencia con el instrumento de gestión ambiental.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los impactos ambientales provocados por la construcción del Componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca en la localidad de Ilave” aplicando la matriz de Leopold Turbinada.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los impactos ambientales negativos mediante la matriz Turbinada de Leopold provocados por la construcción del componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de Ilave.
- Evaluar y comparar los resultados de los parámetros analizados producto del monitoreo ambiental realizado durante la construcción del Componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de Ilave con los estándares de calidad ambiental (ECA).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1. IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo a la legislación peruana en el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental DS 019-2009-MINAM, podemos definirlo como “Alteración positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto” (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2011). Ante esta definición se puede decir que es demasiado amplia y, por lo tanto, difusa. No coincide con las definiciones presentes en la literatura especializada. Según dicha literatura, cualquier alteración no constituye un impacto; solo aquellas alteraciones significativas para la sociedad pueden considerarse como tal. Algunos autores prefieren utilizar el término 'efecto' para cambios simples y reservan 'impacto' para alteraciones de importancia. Es importante tener en cuenta que el concepto de 'significación' implica un juicio de valor; por lo tanto, es subjetivo y está relacionado con percepciones técnicas, políticas, económicas, sociales y culturales (Cuya, 2009). Por otro lado, Muñoz (2019) menciona que el impacto ambiental se refiere a una "alteración en el entorno" que rodea a un proyecto u organización, causada por sus actividades. Esta modificación puede ser "positiva" o "negativa", lo que significa que puede abarcar impactos ambientales beneficiosos o perjudiciales. Involucra efectos en los elementos físicos, bióticos y sociales/socioeconómicos del medio ambiente. Finalmente, podemos decir que el impacto ambiental se refiere a cualquier cambio en las características físicas, químicas y biológicas del medio ambiente, que es provocado por la acción de materia o energía

derivada de actividades humanas. Estos cambios pueden afectar directa o indirectamente diversos aspectos, como la salud, la seguridad y el bienestar de la población, las actividades sociales y económicas, la biota (conjunto de seres vivos de un área), las condiciones estéticas y sanitarias del entorno, así como la calidad de los recursos ambientales (Figueiredo et al., 2020).

Tabla 01: Clasificación de impactos ambientales

Criterio de clasificación	de Tipo de impacto ambiental	Concepto
Por efecto	Positivo.	El efecto generado en el ambiente mejora las condiciones de los elementos que lo constituyen.
	Negativo.	El efecto generado en el ambiente empeora las condiciones de los elementos que lo constituyen.
Naturaleza	Directo	Es aquel que se produce como consecuencia inmediata de una actividad humana. Se manifiesta en el lugar o momento en que se realiza la actividad.
	Indirecto	Es aquel que se produce como consecuencia de los impactos directos. Se manifiesta en un lugar o momento diferente al de la actividad que lo genera.
	Acumulativo	Es aquel que se produce como resultado de la suma de varios impactos directos o indirectos sobre un mismo componente ambiental.
Magnitud	Sinérgico	Es aquel que se produce cuando dos o más impactos se combinan para generar un efecto mayor que la suma de sus partes individuales.
	Leve	Es aquel que produce un cambio pequeño o insignificante en el medio ambiente.

	Moderado	Es aquel que produce un cambio notable en el medio ambiente, pero que no es irreversible.
	Grave	Es aquel que produce un cambio irreversible en el medio ambiente o que pone en riesgo la salud humana o el bienestar de las comunidades.
Duración	Corto plazo	Es aquel que se produce y desaparece en un período de tiempo relativamente corto (menos de un año).
	Mediano plazo	Es aquel que se produce y desaparece en un período de tiempo intermedio (entre uno y cinco años).
	Largo plazo	Es aquel que se produce y persiste en el tiempo, pudiendo tener efectos duraderos o permanentes.
Reversibilidad	Reversible	Es aquel que puede ser revertido a su estado original mediante medidas de mitigación o restauración.
	Irreversible	Es aquel que no puede ser revertido a su estado original, incluso con medidas de mitigación o restauración.

Nota: Adaptado de Encinas (2011), Encinas & Gómez (2011), Garmendia et al. (2005), Espinoza (2007).

2.1.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento de gestión medioambiental de tipo preventivo y directo. Es un procedimiento jurídico-administrativo para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que produciría un proyecto en el medio ambiente en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, modificarlo o rechazarlo (Encinas & Gómez, 2011), de igual forma de acuerdo a la legislación peruana estipulada en el DS 015-2012-VIVIENDA y sus posteriores modificatorias.

“La evaluación de impacto ambiental es un proceso técnico, administrativo, multidisciplinario y participativo, destinado a prevenir, minimizar, eliminar, mitigar, compensar e informar sobre los impactos ambientales que los proyectos pueden ocasionar en el ambiente y las medidas para controlarlos. Es obligatorio obtener, previamente a la ejecución de proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, la certificación ambiental del sector competente”. (MVCS, 2012).

La EIA es un proceso de análisis complejo cuyo objetivo es formar un juicio previo lo más objetivo posible sobre los efectos de un proyecto en el medio ambiente antes de su implementación. El objetivo de la EIA es informar a la sociedad en general sobre los posibles efectos de un proyecto y cómo evitarlos, prevenirlos o reducirlos a niveles aceptables desde el punto de vista de la seguridad y el bienestar ambiental y social. El carácter previo de una EIA es fundamental, ya que se aplica únicamente a proyectos propuestos, no a proyectos actuales o que ya se han completado. (Lu, 2022)

La evaluación de impacto ambiental se define como la interpretación cualitativa y cuantitativa de los cambios de orden ecológico, social, cultural o estético en el entorno. Además, esta evaluación incluye procedimientos para identificar y clasificar los impactos potenciales que una acción puede causar en el medio ambiente, prediciendo la dimensión y las pérdidas de estas actividades impactantes. Asimismo, se destaca que la evaluación de impacto ambiental debe ser realizada por técnicos especializados, lo que ayuda a las organizaciones a ejecutar proyectos con menos daño al medio ambiente. La consulta y la participación popular son partes integrales de esta evaluación, convirtiendo a la evaluación de impacto ambiental en una herramienta participativa para la gestión ambiental (Figueiredo et al., 2020).

La Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos (IAIA) (2009, p. 1) identifica los siguientes objetivos de la evaluación de impacto ambiental.

- Asegurar que las consideraciones ambientales sean abordadas explícitamente e incorporadas en los procesos de toma de decisiones.

- Anticipar y evitar, minimizar o compensar los efectos adversos significativos en el ambiente físico, biológico y social, así como otros efectos relevantes de las propuestas de desarrollo.
- Proteger la productividad y la capacidad de los sistemas naturales y los procesos ecológicos para que mantengan sus funciones.
- Promover formas de desarrollo sostenible que optimicen las oportunidades de uso y gestión de los recursos.

En todas las etapas de un proyecto, obra o actividad dentro del sector de la construcción, la evaluación del impacto ambiental es crucial. Esta evaluación garantiza el buen uso de los recursos naturales, previene la realización de actividades que dañen el medio ambiente y permite la construcción de estructuras en armonía con el medio ambiente. En el caso específico del tratamiento de aguas residuales, a pesar de causar efectos perjudiciales en el medio ambiente, se requiere la construcción y operación de instalaciones destinadas a este propósito. Por lo tanto, la evaluación de impacto ambiental es fundamental para reducir estos efectos negativos y promover el desarrollo sostenible (Montero et al., 2020). La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es crucial en el proceso de obtener la certificación ambiental para la realización de obras o actividades. Se considera como el principal instrumento para la toma de decisiones de las autoridades ambientales, al proporcionar información detallada sobre los posibles impactos ambientales de una obra o actividad. Asimismo, la EIA contribuye a garantizar un desarrollo sostenible, fomentando la protección del medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades afectadas (Álvarez, 2013).

El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) consta de varios pasos que son reconocidos internacionalmente como obligatorios para su correcta aplicación como instrumento de gestión. Estos pasos pueden variar en su expresión dependiendo de los requerimientos adoptados por los países o instituciones, pero algunos de los pasos destacados incluyen:

1. Selección y alcance, o evaluación preliminar para definir la pertinencia, cobertura y nivel de profundidad de una EIA. Desde un comienzo, el proceso debería procurar la incorporación de aspectos ambientales en la decisión sobre la construcción y localización del proyecto.
2. Participación ciudadana en el proceso de evaluación.
3. Descripción de la propuesta del proyecto.
4. Selección (Screening) para identificar si se requiere una EIA completa.
5. Definición de alcances (Scoping) para establecer los límites y enfoques del análisis ambiental.
6. Análisis de impactos para identificar y evaluar los impactos ambientales del proyecto.
7. Mitigación de impactos mediante la propuesta de medidas para evitar o reducir los impactos negativos.
8. Revisión de la evaluación realizada.
9. Toma de decisión sobre la viabilidad del proyecto.
10. Seguimiento de las medidas de mitigación y del desempeño ambiental del proyecto en operación.

Este proceso de EIA se concibe como un análisis continuo destinado a proteger el ambiente contra daños injustificados o no previstos, siendo un proceso informado y objetivo de decisiones concatenadas y participativas que ayudan a identificar las mejores opciones para llevar a cabo una acción sin daños ambientales inaceptables (Espinoza, 2007).

2.1.3. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

De acuerdo al DS 015-2012-VIVIENDA

“Los instrumentos de gestión ambiental son aquellos orientados a la ejecución y cumplimiento de la Política Nacional del Ambiente y de la Política Ambiental Sectorial, con el objetivo de prevenir, controlar y mitigar los impactos que los proyectos de inversión y las actividades vinculadas al sector VIVIENDA puedan ocasionar en el ambiente, asegurando la protección y uso sostenible de los recursos naturales”. Así mismo se

clasifican en: Declaración de Impacto Ambiental (DIA), Estudios de Impacto Ambiental Semi Detallados (EIA-sd), Estudios de Impacto Ambiental Detallados (EIA-d), la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), los Planes de Remediación y Descontaminación, el Plan de Cierre, el Plan de Abandono, los Mecanismos de Participación Ciudadana, los Informes Ambientales Específicos, la Ficha Técnica Ambiental, entre otros, contenidos en el artículo 17 de la Ley General del Ambiente” (MVCS, 2012).

2.1.4. PROGRAMA DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA)

Es un instrumento de gestión ambiental para actividades en funcionamiento y en proceso constructivo. De acuerdo con la mencionada norma: “El PAMA es el instrumento de gestión ambiental que facilita la adecuación de una actividad existente a obligaciones ambientales nuevas, establecidas en las normas respectivas, el cual tiene como objetivo mitigar o eliminar progresivamente en plazos racionales, los impactos ambientales negativos que vienen causando los proyectos de competencia de VIVIENDA” (MVCS, 2012).

2.1.5. MATRIZ CAUSA-EFECTO

Las matrices de relaciones causa-efecto son el mejor método para medir los impactos. Se compone del árbol de factores ambientales afectados y del árbol de acciones o actividades de la obra, que se utilizan como entradas de una matriz. Cuando hay un impacto significativo, se señalan las casillas de cruce (Garmendia et al., 2005).

2.1.6. MATRIZ DE LEOPOLD

La Matriz de Leopold fue la primera y más conocida de las matrices de causa-efecto; se creó en 1971 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos para evaluar los efectos ambientales de una mina de fosfatos en California. Desde entonces, se ha utilizado y utilizado en los estudios de impacto ambiental. Incluye dos listas de revisión extensas: una con 100 acciones o actividades del proyecto y otra con 88 elementos ambientales. (Garmendia et al., 2005).

La matriz de Leopold evalúa los efectos ambientales en diferentes rubros, garantiza que estos efectos se tomen en cuenta adecuadamente en todas las etapas del proyecto (Herrera & Pacheco, 2024). Sin embargo, la matriz de Leopold presenta algunas desventajas que son descritas según Figueiredo et al. (2020):

1. No identifica impactos indirectos, ni de segundo orden.
2. No considera características espaciales o temporales.
3. No permite evaluar la frecuencia de interacciones.
4. Separar el medio ambiente de diferentes maneras, no asignando valores a los impactos transversales.
5. No considerar la dinámica de los sistemas ambientales analizados.
6. Hay subjetividad en el cálculo de la magnitud.

2.1.7. MATRIZ DE LEOPOLD TURBINADA

Es una metodología propuesta por Figueiredo et al. (2020) donde se busca eliminar o mitigar las desventajas descritas anteriormente. Para conseguirlo, presenta 12 criterios que toman valores literales.

Tabla 02: Criterios de evaluación de la matriz Turbinada de Leopold.

Criterio	Descripción	Valor literal
Valor	Comprueba si la actividad impactante es beneficiosa o perjudicial. Puede calificarse como “Positiva”, cuando la actividad mejora la calidad de una condición, o “Negativa”, cuando causa daño.	Po Ne
Orden	Evalúa si el impacto causado es efecto de una actividad impactante o un elemento secundario de esa actividad. Se puede clasificar como “Directo” cuando el impacto es una simple relación de causa	Di In

	<p>y efecto, o “Indirecto”, cuando el impacto proviene de una acción derivada de la actividad.</p>	
	<p>Indica la cobertura del área de impacto. Clasificado como “Local”, cuando el área afectada se encuentra en las inmediaciones o en el mismo predio donde ocurrió la actividad impactante.</p>	L
Espacial	<p>“Regional”, cuando el impacto afecta áreas que van más allá del ámbito inmediato del área donde se realiza la actividad, o “estratégico”, cuando el proyecto afecta a la comunidad, pudiendo tener alcance nacional o incluso internacional.</p>	Re Es
	<p>Se trata del tiempo transcurrido entre la realización de la actividad impactante y la manifestación de los efectos analizados. Puede ser “corto plazo”, cuando el efecto se presenta en un corto período de tiempo, a definir según el tipo de proyecto.</p>	Lp
Temporal	<p>“Medio plazo”, cuando el tiempo de manifestación es promedio en relación al tipo de proyecto, o “largo plazo”, cuando el tiempo para que los efectos se manifiesten es grande en relación al tipo de proyecto.</p>	Mp Cp
	<p>Se refiere al período de tiempo en que se sentirán los efectos del impacto. Puede ser “temporal”, cuando los impactos se sienten por un tiempo determinado. “Cíclico”, cuando los impactos se</p>	T C Pe
Dinámica		

Elasticidad	<p>sienten en determinados periodos de tiempo o épocas del año, y “permanente” cuando los efectos del impacto no dejan de manifestarse en un lapso de tiempo aceptable para la sociedad.</p> <p>Hace referencia a sí, cuando termina la actividad impactante, con ella terminan los impactos. Puede ser “reversible”, cuando el medio ambiente vuelve a su estado anterior, poco después de finalizar la ejecución de las actividades impactantes o “Irreversible”, cuando el medio ambiente no vuelve a su estado anterior después de un período de tiempo aceptable para la sociedad.</p>	Rv Irr
Cumulatividad	<p>El cual analiza si existe alguna interacción entre los impactos generados por las actividades impactantes del proyecto, pudiendo incluso incluir otros proyectos. Puede ser “presente”, cuando el impacto está influenciado y/o influye en otros impactos o “ausente”, cuando el impacto no sufre ni genera efecto alguno sobre otros impactos.</p>	Au Pr
Magnitud	<p>Analiza la fuerza del impacto. Puede ser “fuerte” cuando tiene un gran impacto en términos absolutos, es decir, hay un gran cambio en una condición ambiental en términos cuantitativos y cualitativos. “promedio”, cuando el impacto es</p>	D Pro F

Significación	<p>promedio en términos absolutos o “débil”, cuando el impacto es bajo en términos absolutos.</p> <p>Se trata de la percepción de la comunidad en relación a la importancia del impacto causado. Puede ser "grande" cuando hay una gran sensibilidad popular en las comunidades afectadas. “media”, cuando esta sensibilidad es media o “pequeña” si esta sensibilidad es baja o nula.</p>	Pq Me G
Sensibilidad	<p>Se trata de la sensibilidad del medio ambiente, según los lineamientos del diagnóstico ambiental, del área de influencia del impacto. Puede ser “alta”, cuando hay una sensibilidad alta, “media” cuando hay una sensibilidad media del entorno o “baja” cuando la sensibilidad es baja o no existe.</p>	B Md Al
Condiciones	<p>Hace una relación directa entre la actividad impactante y el impacto generado por ella. Puede ser “normal”, cuando el impacto ocurre en condiciones normales, es decir, siempre que ocurre la actividad impactante, el impacto también ocurre o “anormal”, cuando el impacto generado solo ocurre en condiciones específicas, junto con la actividad impactante, por ejemplo, precipitaciones u otros factores climáticos.</p>	An No

Analiza si se pueden tomar medidas preventivas o correctoras para neutralizar o minimizar los efectos del impacto. Puede ser: “irreductible”, cuando las medidas no incluirán en el impacto. “mitigable”, El
Resistencia cuando las medidas pueden reducir/evitar los Mi efectos del impacto generado o “eliminable”, Ird cuando las medidas revierten completamente el impacto ambiental causado por la actividad impactante.

Fuente: Figueiredo et al. (2020)

El criterio de “Orden” separa los impactos directos de los indirectos y el criterio de “Acumulatividad” muestra si existe alguna relación transversal entre los criterios. Aún es posible incluir una columna indicativa que contenga la línea de impacto de primer orden, para impactos de segundo orden, eliminando las desventajas 1 y 4 señaladas por los autores. Los criterios “Temporal” y “Espacial”, junto con el criterio “Dinámica”, dan características temporales y espaciales al impacto ambiental, mostrando también la frecuencia del impacto, eliminando las desventajas 2 y 3 señaladas anteriormente.

La desventaja 5, ligada a la dinámica de los sistemas, se soluciona mediante la automatización de la Matriz Turbinada de Leopold, que puede ser retroalimentada constantemente, incluso con la posibilidad de pronosticar resultados como ayuda para la toma de decisiones comparando escenarios. La subjetividad (handicap 6) puede mitigarse incluyendo los criterios de "Magnitud", "Importancia", "Sensibilidad", "Elasticidad" y "Resistencia". Esta información se puede obtener, entre otras estrategias, de dictámenes técnicos, resultados de la elaboración de cuestionarios realizados a la población local, etc.

En la matriz de Leopold Turbinada, esta criticidad se mide en forma de colores. Los valores numéricos están asociados a los parámetros de todos los criterios, según su

grado de influencia sobre las condiciones ambientales. Estos valores se suman y las celdas, cuya suma alcanza más de $2/3$ del valor máximo posible, se pintan de rojo, en referencia a impactos críticos. Aquellos cuya suma de valores no llega a $1/3$ del valor máximo posible quedan en blanco y el resto se colorea en amarillo, es decir, entre $1/3$ y $2/3$, aludiendo a la necesidad de atención.

La matriz de Leopold turbinada heredó las ventajas de la matriz estándar original y logra, sin cargarla visualmente, eliminar o mitigar las desventajas señaladas, agregando diversa información de los criterios analizados, trayendo enormes beneficios a quienes participan en cualquier proyecto que tenga el potencial de causar impactos ambientales. Entre los principales beneficios están la facilidad de construcción, la integridad de la información, la identificación de impactos indirectos, la consideración de los impactos temporales y características espaciales, entre otras.

2.1.8. MONITOREO AMBIENTAL

Es un instrumento esencial de gestión ambiental que ayuda a la planificación y la toma de decisiones ambientales. El monitoreo ambiental implica observación, muestreo, medición y análisis de datos ambientales y técnicos para definir las características del entorno, identificar sus efectos, conocer variaciones en el tiempo y garantizar que las acciones no afecten al entorno ni a las personas (Dzhumabaev, 2023). Además, proporciona información periódica sobre los logros alcanzados y las dificultades encontradas para tomar medidas correctivas, lo que permite verificar el cumplimiento y la eficiencia de las medidas propuestas en la evaluación de impactos ambientales (Hernandez et al. 2019). Así mismo, el monitoreo ambiental es una actividad compleja basada en la adquisición de datos sobre el estado de la calidad ambiental. Estos datos se obtienen a través de mediciones sistemáticas a largo plazo de parámetros e indicadores ambientales, con cobertura espacial y temporal, organizadas de tal manera que permitan controlar la contaminación. (Draghici et al., 2018).

Según la Société Générale de Surveillance (SGS, 2022), los objetivos del monitoreo ambiental son los siguientes:

- Optimizar las operaciones en aras de la seguridad y la eficiencia: La monitorización medioambiental permite a las empresas observar y reaccionar a las condiciones cambiantes in situ, reduciendo el riesgo de fallos en los equipos, accidentes y daños resultantes.
- Minimizar el impacto de una organización en el medio ambiente: Las instalaciones industriales pueden hacer un seguimiento y encontrar formas de reducir la contaminación o la emisión de carbono mediante técnicas de supervisión ecológica.
- Validar los protocolos de seguridad en curso: En las industrias que requieren condiciones específicas en el emplazamiento para funcionar eficazmente, las empresas pueden evaluar sus procedimientos actuales mediante informes de vigilancia medioambiental.

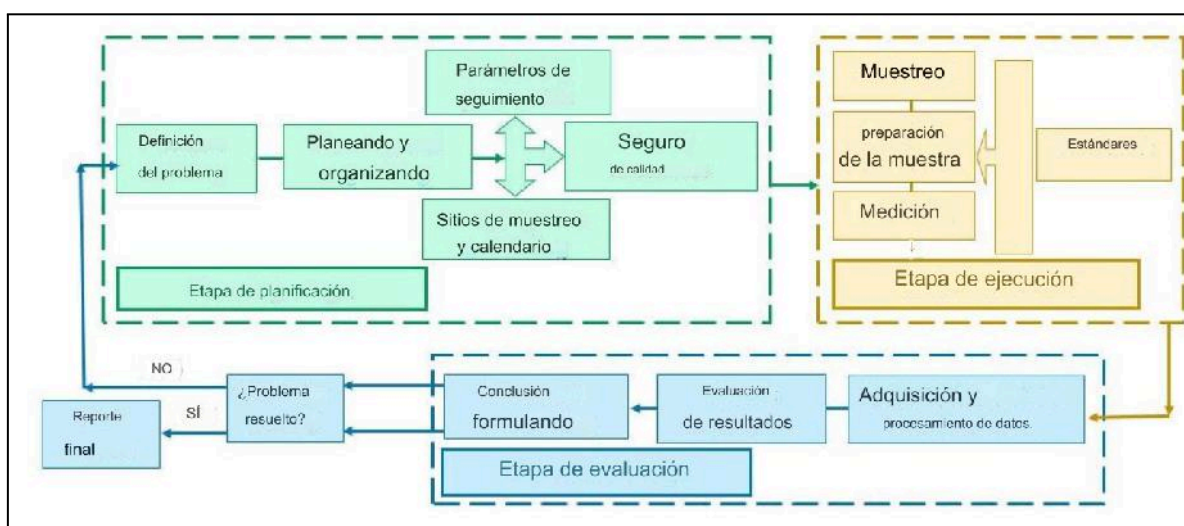


Figura 01: Principales etapas del monitoreo ambiental

Nota: El diagrama representa las principales etapas de un monitoreo ambiental que incluye los procesos más importantes. Tomado del Esquema de monitoreo ambiental y actividades relacionadas (p. 3) (Draghici & Manciulea, s. f.).

2.1.9. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)

Es un instrumento de gestión ambiental diseñado para evaluar el estado de la calidad ambiental del país. El ECA determina los niveles de concentración de sustancias o

elementos ambientales que pueden ser físicos, químicos y biológicos que no representan riesgos para la salud o el medio ambiente (MINAM, 2020).

En Perú, existen cinco tipos de estándares de calidad ambiental que se aplican a diferentes componentes del medio ambiente:

1. ECA para agua: Regulan la calidad del agua para consumo humano, recreación, agricultura y otros usos DS. 004-2017-MINAM.
2. ECA para aire: Establecen los niveles máximos de contaminantes atmosféricos permitidos para proteger la salud y el medio ambiente. DS. 003-2017-MINAM
3. ECA para suelo: Determinan los niveles aceptables de contaminantes en el suelo para prevenir riesgos a la salud y la agricultura. DS. 011-2017-MINAM
4. ECA para ruido: Fijan los límites de ruido permitidos en diferentes zonas para evitar molestias y daños a la salud. DS. 085-2003-PCM
5. ECA para radiaciones no ionizantes: Regulan la exposición a radiaciones no ionizantes para proteger la salud pública. DS. 010-2005-PCM

2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.2.1. AGUAS RESIDUALES:

Son residuos líquidos vertidos desde viviendas, locales comerciales y fuentes similares a sistemas de disposición individuales o a tuberías de alcantarillado municipal, y que contienen principalmente excrementos humanos y agua usada. Cuando se producen principalmente en actividades domésticas y comerciales, se denominan aguas residuales domésticas o municipales o aguas residuales domésticas. En este contexto, las aguas residuales domésticas no contienen efluentes industriales en niveles que puedan suponer amenazas para el funcionamiento del sistema de alcantarillado, la planta de tratamiento, la salud pública o el medio ambiente (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2006).

2.2.2. ALCANTARILLADO SANITARIO:

Es un sistema de infraestructura, una red de conductos, generalmente tubería, a través de las cuales se deben recolectar y transportar para luego evacuar en forma eficiente y segura las aguas residuales domésticas de establecimientos comerciales o pluviales e

industriales, conduciendo a una planta de tratamiento y, finalmente, a un sitio de vertido (Comisión Nacional del Agua & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, s. f.).

2.2.3. AMBIENTE:

Es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia (MINAM, 2012).

2.2.4. CALIDAD AMBIENTAL

Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada, positiva o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente, así como la salud de las personas (MINAM, 2012).

2.2.5. COLECTORES PRIMARIOS

Son tuberías o canales que recolectan y transportan las aguas residuales desde otros ramales y/o redes hasta la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2019).

2.2.6. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

Estándar ambiental que regula el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente (MINAM, 2012).

2.2.7. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA):

Instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo, que consiste en la identificación, predicción, evaluación y mitigación de los impactos ambientales y sociales que un proyecto de inversión produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos (MINAM, 2012).

2.2.8. IMPACTO AMBIENTAL:

Alteración, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto. El “impacto” es la diferencia entre qué habría pasado con la acción y qué habría pasado sin ésta (MINAM, 2012).

2.2.9. MATRIZ DE LEOPOLD:

Herramienta utilizada para identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales de un proyecto, que consiste en una matriz con acciones del proyecto en las columnas y características ambientales en las filas (Figueiredo et al., 2020).

2.2.10. MATRIZ DE LEOPOLD TURBINADA:

Método para la evaluación de impacto ambiental que utiliza una matriz de doble entrada con criterios de evaluación en las columnas y acciones del proyecto en las filas, asignando valores numéricos a cada interacción, que propone una solución de las desventajas existentes en la matriz de Leopold original y las versiones mejoradas (Figueiredo et al., 2020).

2.2.11. MITIGACIÓN:

Medidas o acciones orientadas a atenuar o minimizar los impactos negativos que un proyecto haya generado sobre el ambiente. Esta medida debe ser ejecutada desde el inicio de la actividad productiva o extractiva hasta su culminación, al tratarse de una obligación permanente (Vera, 2015).

2.2.12. MONITOREO AMBIENTAL:

Comprende la recolección, el análisis, y la evaluación sistemática y comparable de muestras ambientales en un determinado espacio y tiempo; la misma que se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente (MINAM, 2012).

2.2.13. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:

PTAR Procedimiento para reducir a un nivel aceptable la presencia de elementos contaminantes en las aguas servidas antes de su descarga o vertimiento en las fuentes o

cuerpos receptores o para el reúso en la agricultura, sin peligro de contaminación (MVCS, 2019).

2.2.14. PROGRAMA DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA):

Instrumento de gestión ambiental que se establece para facilitar la adecuación de una actividad económica a obligaciones ambientales nuevas, debiendo asegurar su debido cumplimiento en los plazos que establezcan las respectivas normas, a través de objetivos de desempeño ambiental explícitos, metas y un cronograma de avance de cumplimiento, así como las medidas de prevención, control, mitigación, recuperación y eventual compensación que corresponda (MINAM, 2012).

2.3. MARCO TEÓRICO NORMATIVO

Nuestro país se caracteriza por tener una abundante legislación en materia ambiental; así mismo, tiene una naturaleza dinámica y cambiante, es decir, las normas son modificadas en busca de una mejora continua de acuerdo a la realidad nacional.

A continuación se muestran normativas ambientales vinculadas al sector construcción.

- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente
- Ley de creación, organización y funciones del MINAM, Decreto Legislativo N° 1013
- Ley 29090, Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y Edificaciones
- Ley N° 29968, Ley de creación del servicio nacional de certificación ambiental para las inversiones sostenibles, SENACE.
- Ley N° 26842, Ley General de Salud
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N° 28221, Ley que regula el derecho por extracción de materiales de los álveos o cauces de los ríos por las municipalidades.
- Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Ley 28256, Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.
- Ley N° 27446, Ley del sistema de evaluación de impacto ambiental
- Ley N° 28245, Ley Marco de Sistema de Gestión Ambiental
- Ley 30754, Ley marco sobre Cambio Climático

- Ley 29243, Ley que regula declaratoria de emergencia ambiental
- Decreto Supremo 001-2010-AG. Aprueba el Reglamento de la Ley 29338. Ley de Recursos Hídricos.
- R.M. N° 041-2008-MINAM Reglamento de la Ley 27446, Ley del sistema nacional de evaluación de impactos ambientales
- D.S. N° 008-2013 VIVIENDA Reglamento de Licencias de Habilitaciones Urbanas y Licencias de Edificación
- Decreto Supremo 019-2009-MINAM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
- La Resolución Ministerial N° 372-2017-VIVIENDA dispuso las consideraciones que se deben tener en cuenta para la elaboración del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para facilitar la adecuación de los proyectos de saneamiento a las normas ambientales.
- Decreto Supremo 003-2013-VIVIENDA. Aprueban el Reglamento para la gestión de los residuos de las actividades de la construcción y demolición.
- Decreto Legislativo N° 1278. Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Decreto Legislativo 1280. Aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento.
- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. Aprueban el reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- D.S. 019 – 2016 -VIVIENDA que modifica el Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición.
- D.S. N°019 – 2014 - VIVIENDA Reglamento de Protección Ambiental para proyectos vinculados a las actividades de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL:

La construcción del Componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de Ilave genera impactos ambientales durante la ejecución del proyecto.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

- En la construcción del Componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca en la localidad de Ilave” se identifican impactos ambientales aplicando la matriz de Leopold Turbinada.
- Algunos de los parámetros obtenidos a través del monitoreo ambiental durante la construcción del Componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca en la localidad de Ilave” no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el ámbito urbano de la ciudad de Ilave, distrito de Ilave, provincia de El Collao, departamento de Puno, que comprende la jurisdicción que abarca a los sectores beneficiarios por el actual servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

3.1.1. UBICACIÓN

La ubicación referencial de la ciudad de Ilave corresponde a las coordenadas UTM WGS84 19L 431756.77E, 8221870.16N, y pertenece a la región geográfica de la Sierra, y una elevación de 3,862 m.s.n.m.

La zona de estudio estuvo delimitada por el alcance de la obra Componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de Ilave.

El distrito de Ilave tiene los siguientes límites políticos:

Por el Norte: con el Distrito Acora.

Por el Sur: con el distrito de Juli.

Por el Este: con el Distrito de Pilcuyo y el Lago Titicaca.

Por el Oeste: con el distrito de Acora y Juli.

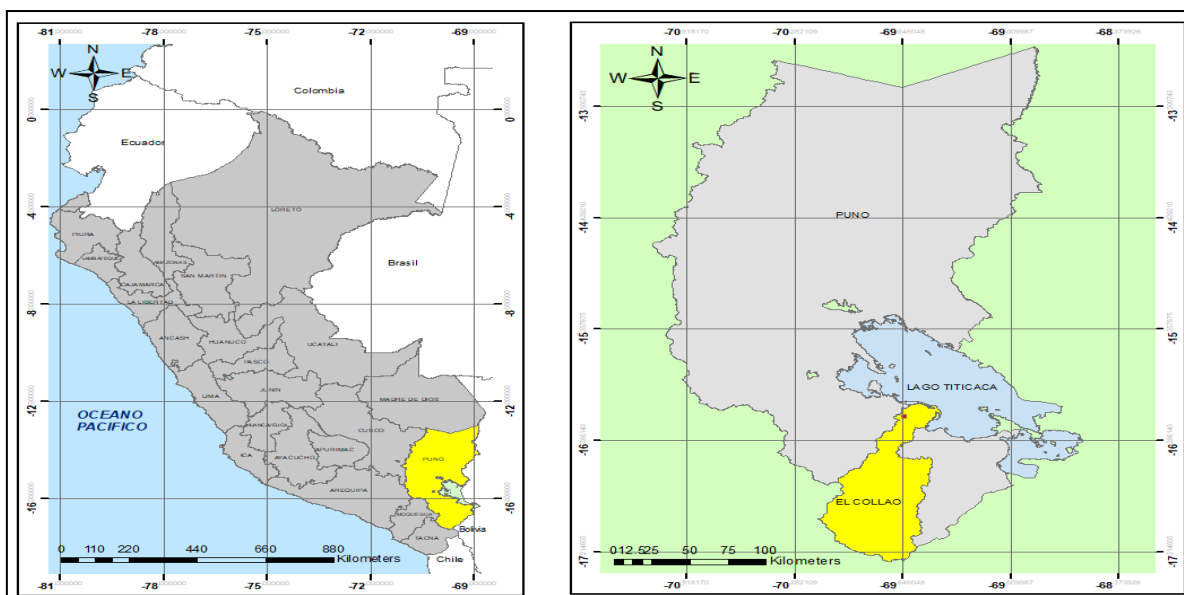


Figura 02: Mapa de localización del proyecto.

Nota: Se presenta la localización del proyecto en el departamento de Puno, provincia de El Collao. Elaboración a partir de sincronización de ArcGIS 10.8

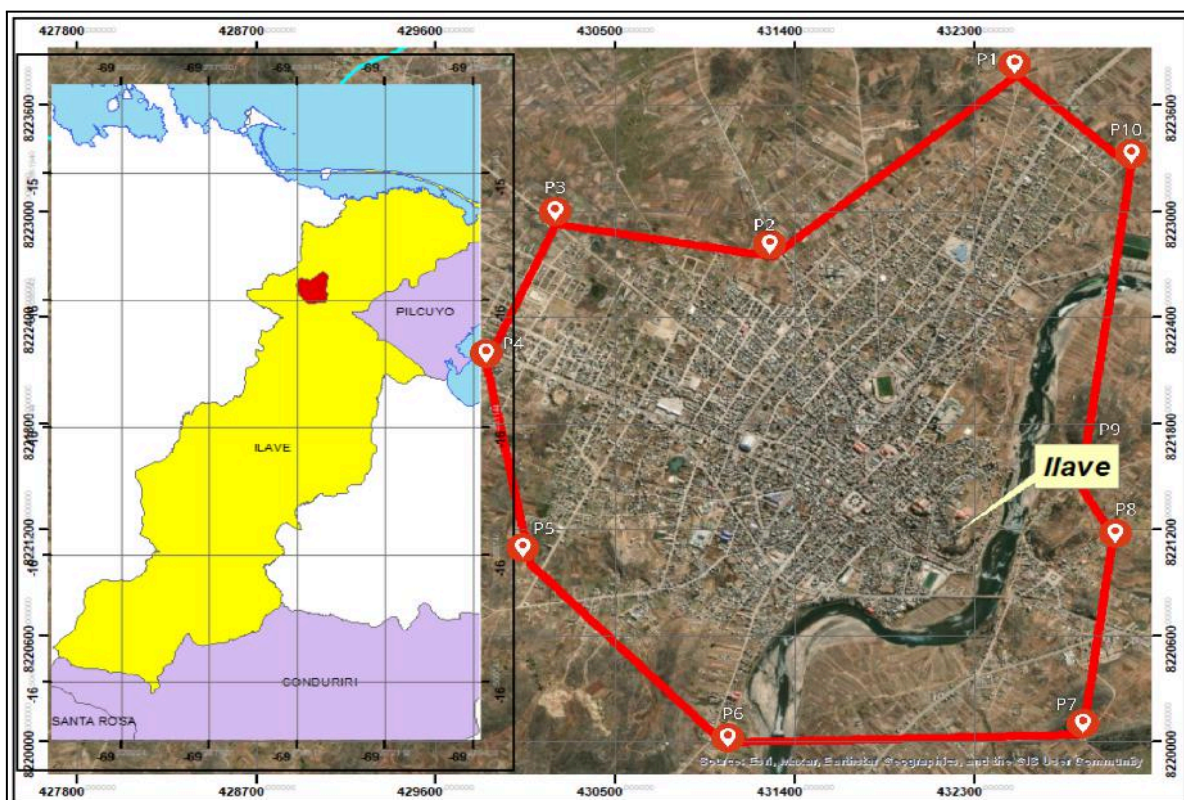


Figura 03: Mapa de ubicación de la zona de estudio.

Nota: Se describe el área de influencia del Componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de

llave la cual corresponde a la zona de estudio. Elaboración a partir de sincronización con Google Earth Pro v7 y ArcGIS 10.8.

Tabla 03: Coordenadas geográficas de la zona de estudio

VÉRTICES	COORDENADAS UTM WGS84 19L	
	ESTE	NORTE
P1	432514.215	8223774.072
P2	431289.716	8222742.207
P3	430202.433	8222926.551
P4	429849.425	8222137.498
P5	430076.052	8221002.899
P6	431040.974	8219992.292
P7	432845.129	8220034.601
P8	432997.053	8221159.058
P9	432833.300	8221446.314
P10	433082.410	8223249.459

Nota: Adaptado del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) del componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de llave, Operadora Ecológica del Titicaca [OPETI] (2020).

3.1.2. VÍAS DE ACCESO

La ciudad de llave cuenta con acceso terrestre.

Cuenta con una carretera asfaltada vía Puno – Chucuito – Acora – Ilave. La duración del viaje desde la ciudad de Puno hacia la ciudad de Ilave es de 1 hora. Los tipos de movilidad más usados son los buses y minibuses de servicio público, bus turístico y auto particular por la carretera 3S (carretera sur que conecta Cusco y Puno).

3.2. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo definida por los elementos constituyentes del Componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca en la localidad de Ilave”. Los elementos están dados principalmente por 4 áreas de drenaje, de las cuales los colectores primarios proyectados se presentan dentro de las áreas de drenaje N° 01, 02, 03 y 05, presentando una cantidad de 140 buzones; así mismo, se implementarán tuberías de HDPE de diferentes diámetros con una longitud total de 7341.24 m. Las áreas de drenaje N° 04 y 06 se integrarán al sistema de colectores primarios mediante líneas de impulsión al área de drenaje N° 03 y comprenden el componente 2 del proyecto.

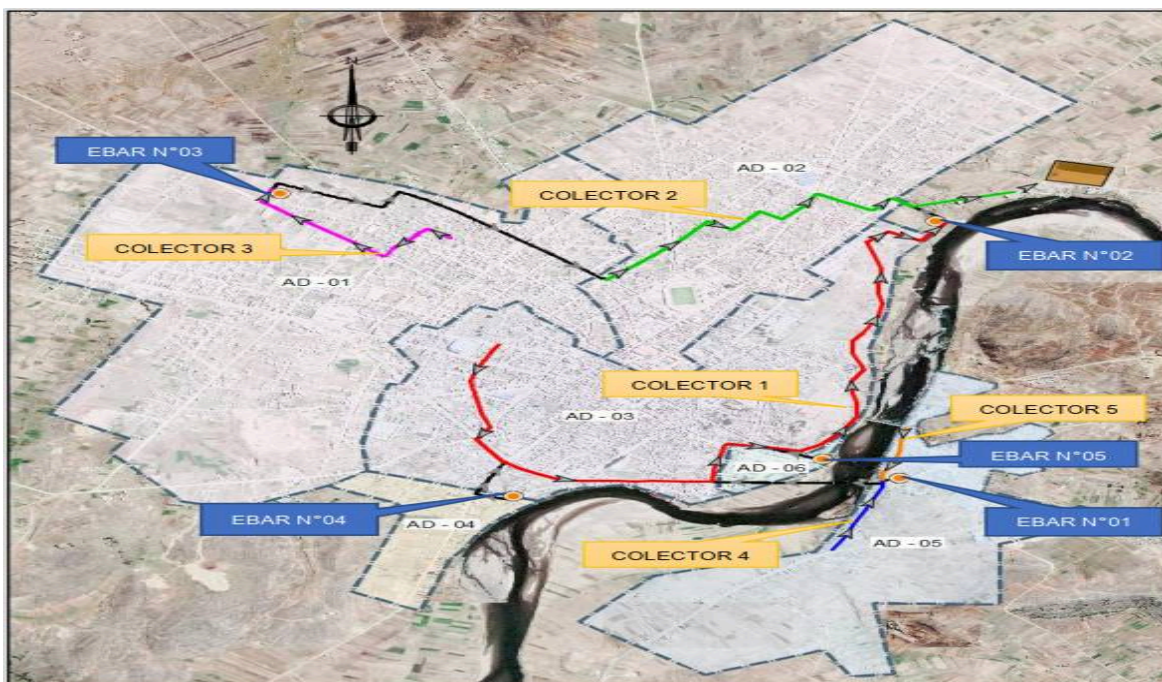


Figura 04: Ámbito de influencia del proyecto

Nota: En la figura se describen los 5 colectores que conforman el proyecto. Obtenido de la memoria descriptiva del componente 1 del proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de Ilave OPETI (2020).

3.2.2. MUESTRA

En el presente trabajo, la unidad de análisis fue la ciudad de Ilave en las zonas aledañas a los puntos de trabajo donde se llevaron a cabo las diferentes actividades del proceso constructivo, donde se recabó información que servirá para la evaluación, mediante la matriz de Leopold Turbinada, para identificar los efectos positivos o negativos del proyecto. Así mismo, específicamente para el monitoreo ambiental, se cuentan con cuatro resultados dentro del periodo de febrero del 2021 a julio del 2022. Para obtener estos resultados, se tomaron muestras no probabilísticas intencionadas o a conveniencia en lugares representativos y adecuados.

3.2.2.1. Estaciones de monitoreo

Los puntos de muestreo para el monitoreo ambiental son los siguientes:

Tabla 04: Coordenadas geográficas de la estación de monitoreo de calidad de aire

N°	CÓDIGO	COORDENADAS		UTM	DESCRIPCIÓN
		WGS84 - 19L			
		NORTE	ESTE		
1	CA-01-I	8221534.00	432402.00		Planta de tratamiento de agua potable

Nota. Adaptado del Programa de adecuación y manejo ambiental del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de llave OPETI (2020).

Tabla 05: Coordenadas geográficas de los puntos de monitoreo para calidad del suelo.

N°	CÓDIGO	COORDENADAS		UTM	DESCRIPCIÓN
		WGS84 - 19L			
		NORTE	ESTE		
1	MSI-01	8222771.00	432990.00		PTAR antigua
2	MSI-02	8222144.00	431558.00		Av. Copacabana, cerca del parque Qusupi
3	MSI-03	8221704.00	431231.00		Cementerio de llave

Nota. Adaptado del Programa de adecuación y manejo ambiental del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de llave OPETI (2020).

Tabla 06: Coordenadas geográficas de los puntos de monitoreo para ruido ambiental.

N°	CÓDIGO	COORDENADAS UTM		DESCRIPCIÓN
		WGS84 - 19L		
		NORTE	ESTE	
1	RA-01	8221536.00	432397.00	Planta de Tratamiento de Agua Potable de llave
2	RA-02	8222757.00	432995.00	Cerca de la construcción de la futura PTAR
3	RA-03	8221174.00	431588.00	Jr. Pumacahua
4	RA-04	8221709.00	431294.00	Jr. Bolognesi N° 620
5	RA-05	8221314.00	431709.00	Plaza de Armas
6	RA-06	8220836.00	432467.00	Puente llave, Av. Pacífico (cerca al río)

Nota. Adaptado del Programa de adecuación y manejo ambiental del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de llave OPETI (2020).

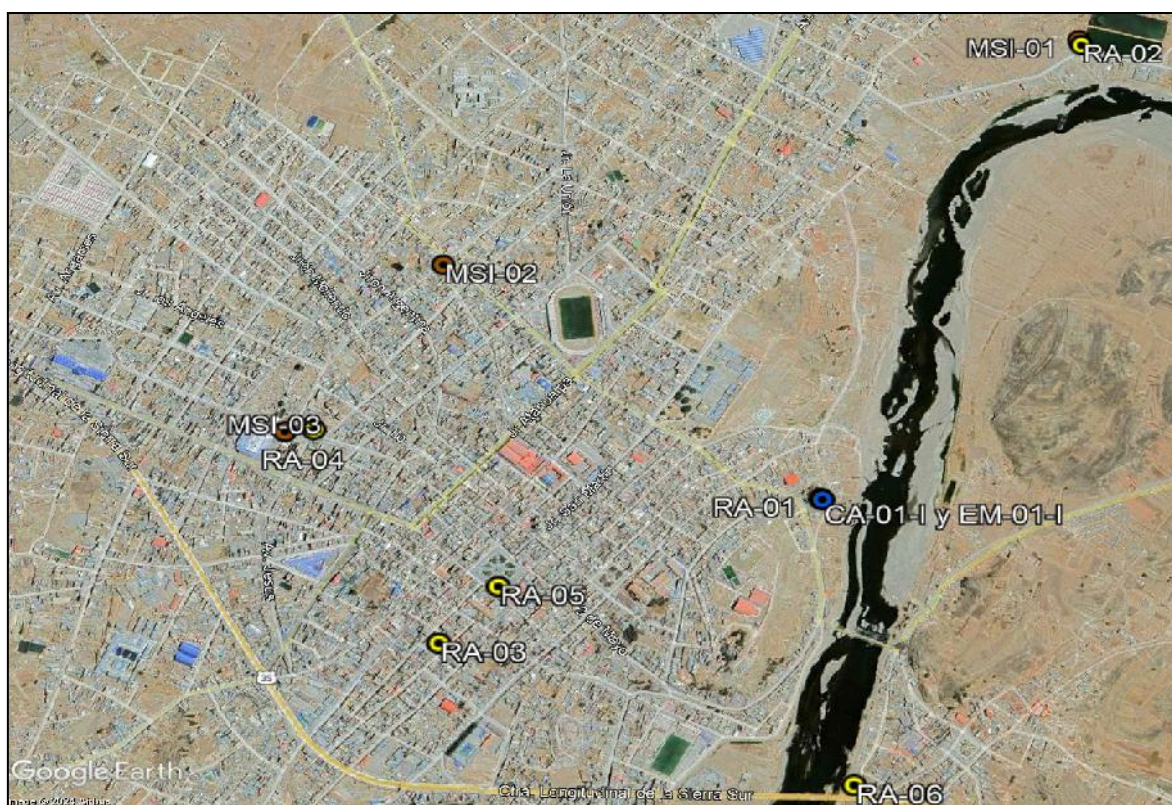


Figura 05: Ubicación de las coordenadas geográficas de los puntos de muestreo de calidad de aire, calidad de suelo y ruido ambiental del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de Ilaye.

Nota. Fuente de sincronización a partir de Google Earth Pro V7.

3.3. MÉTODOS Y MATERIALES

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación, por sus características, tiene enfoque cuantitativo. Los enfoques cuantitativos de la investigación son objetivos, deductivos y se basan en la cuantificación numérica y la generalización de los resultados, lo que respalda la replicabilidad (Mason, 2021). Adicionalmente, se pretende evaluar el impacto producido por la construcción del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca en la localidad de Ilaye”, donde se determinarán las actividades que más impactan al medio. Así mismo se determinará si las medidas de control tomadas serán adecuadas y suficientes de acuerdo a los resultados

de los monitoreos ambientales realizados periódicamente durante la ejecución del proyecto.

3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se empleó el diseño metodológico no experimental retrospectivo, ya que no se manipularon las variables. Es decir, el investigador no puede alterar los objetos de estudio y es por ello que solamente se observaron los fenómenos de acuerdo a su presentación en el entorno natural a fin de que estos logren ser analizados, obteniéndose resultados destacables o relevantes con respecto a la apreciación y/o evaluación de las actividades originadas por la construcción. Hagopian (2016).

3.3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Este estudio se desarrolló siguiendo los pasos establecidos en la metodología EIA. Se utilizó la matriz de Leopold Turbinada, que permitió evaluar los impactos ambientales. El análisis de los datos se realizó utilizando el programa Excel, elaborando tablas, las mismas que serán graficadas utilizando el lenguaje de programación Python y la consola JupyterLite. Además, se llevó a cabo una visita de campo al sitio de influencia para obtener un análisis más preciso basándose en los datos observados.

Método: Deductivo con enfoque cuantitativo no experimental

Técnicas e instrumentos

Observación directa

Análisis documental

Matriz de causa-efecto modificada de Leopold Turbinada.

Informes de monitoreos ambientales

Registro fotográfico

Excel 2021

Python 3.21

JupyterLite 0.5.1

3.3.4. MÉTODOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO UNO

3.3.4.1. Evaluación de impactos ambientales

Descripción del área de influencia:

Mediante observación directa se procedió a realizar una verificación del área de influencia; adicionalmente, se obtiene información detallada del Programa de Manejo Ambiental y de la memoria descriptiva del proyecto mediante análisis documental para lograr la descripción más adecuada de los factores ambientales impactados durante la ejecución del proyecto.

Descripción del proyecto:

Mediante análisis documental en la memoria descriptiva, se identificaron las características principales del proceso productivo, logrando identificar las etapas, principales tareas y consecuentes actividades impactantes a los factores ambientales.

Identificación de impactos ambientales

Mediante los factores ambientales conjuntamente con las etapas, tareas y actividades impactantes, se construye una matriz para poder identificar los impactos ambientales.

Evaluación de impactos ambientales

La Matriz de Leopold Turbinada presentada el año 2020 amplía y perfecciona la Matriz original de Leopold (1972) para evaluar los impactos ambientales de manera más detallada y dinámica. En lugar de usar valores numéricos, esta nueva matriz emplea letras para representar los diversos aspectos de cada criterio, lo que brinda mayor flexibilidad y precisión en la evaluación. Los criterios abordados incluyen el valor del impacto, su secuencia de ocurrencia, su extensión espacial y temporal, su magnitud, su importancia para la comunidad, la sensibilidad del entorno y la posibilidad de reversibilidad, entre otros. Además, se considera la acumulación de impactos y la resistencia a través de medidas correctivas o de mitigación. Esta metodología ofrece una visión integral de los impactos ambientales, lo que permite detectar no solo los impactos directos, sino también los indirectos y de segundo orden, así como sus interacciones y conexiones. Esto facilita la toma de decisiones fundamentadas y la implementación de medidas preventivas o correctivas adecuadas para reducir al mínimo los impactos ambientales negativos (Figueiredo et al., 2020).

Para la construcción de la matriz, se tienen que identificar los factores ambientales del área de influencia directa del proyecto y de igual manera se tienen que determinar las actividades impactantes a partir del expediente técnico del proyecto. Con estas dos entradas se procede a realizar la valoración según los criterios expuestos en la Tabla 2, asignándoles un valor numérico de acuerdo a su efecto en el ambiente, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 07: Valoración de los criterios de evaluación de la matriz Turbinada de Leopold.

Criterio	Abreviatura	Descripción	Valor literal	Valor numérico
Valor	V	Comprueba si la actividad impactante es beneficiosa o perjudicial. Puede calificarse como “Positiva”, cuando la actividad mejora la calidad de una condición o “Negativa”, cuando causa daño.	Po Ne	0 1
Orden	O	Evalúa si el impacto causado es efecto de una actividad impactante o un elemento secundario de esa actividad. Se puede clasificar como “Directo” cuando el impacto es una simple relación de causa y efecto, o “Indirecto”, cuando el impacto proviene de una acción derivada de la actividad.	Di In	0 1

		Indica la cobertura del área de impacto. Clasificado como “Local”, cuando el área afectada se encuentra en las inmediaciones o en el mismo predio donde ocurrió la actividad impactante. “Regional”, cuando el impacto afecta áreas que van más allá del ámbito inmediato del área donde se realiza la actividad, o “Estratégico”, cuando el proyecto afecta a la comunidad, pudiendo tener alcance nacional o incluso internacional.	L	0
Espacial	E		Re	1
			Es	2
		Se trata del tiempo transcurrido entre la realización de la actividad impactante y la manifestación de los efectos analizados. Puede ser “Corto plazo”, cuando el efecto se presenta en un corto período de tiempo, a definir según el tipo de proyecto. “Medio plazo”, cuando el tiempo de manifestación es promedio en relación al tipo de proyecto, o “Largo plazo”, cuando el tiempo para que los efectos se	Lp	0
Temporal	T		Mp	1
			Cp	2

		<p>manifiesten es grande en relación al tipo de proyecto.</p> <p>Se refiere al período de tiempo en que se sentirán los efectos del impacto. Puede ser “Temporal”, cuando los impactos se sienten por un tiempo determinado.</p> <p>“Cíclico”, cuando los impactos se sienten en determinados periodos de tiempo o épocas del año, y “permanente” cuando los efectos del impacto no dejan de manifestarse en un lapso de tiempo aceptable para la sociedad.</p>	T	0
Dinámica	D		C	1
			Pe	2
		<p>Hace referencia a si cuando termina la actividad impactante, con ella terminan los impactos. Puede ser “Reversible”, cuando el medio ambiente vuelve a su estado anterior poco después de finalizar la ejecución de las actividades impactantes, o “Irreversible”, cuando el medio ambiente no vuelve a su estado anterior después de un período</p>	Rv	0
Elasticidad	El		Irr	1

		de tiempo aceptable para la sociedad.		
		El cual analiza si existe alguna interacción entre los impactos generados por las actividades impactantes del proyecto, pudiendo incluso incluir otros proyectos. Puede ser “presente”, cuando el impacto está influenciado y/o influye en otros impactos, o “ausente”, cuando el impacto no sufre ni genera efecto alguno sobre otros impactos.		
Cumulatividad	Cu		Au	0
			Pr	1
		Analiza la fuerza del impacto. Puede ser “Fuerte” cuando tiene un gran impacto en términos absolutos, es decir, hay un gran cambio en una condición ambiental en términos cuantitativos y cualitativos.	D	0
Magnitud	M		Pro	1
		“Promedio”, cuando el impacto es promedio en términos absolutos, o “Débil”, cuando el impacto es bajo en términos absolutos.	F	2

		Se trata de la percepción de la comunidad en relación a la importancia del impacto causado.		
Significación	S	Puede ser "grande" cuando hay una gran sensibilidad popular en las comunidades afectadas.	Pq	0
		"Media", cuando esta sensibilidad es media o "Pequeña" si esta sensibilidad es baja o nula.	Me	1
			G	2
Sensibilidad	Se	Se trata de la sensibilidad del medio ambiente, según los lineamientos del diagnóstico ambiental, del área de influencia del impacto. Puede ser "Alta" cuando hay una sensibilidad alta, "Media" cuando hay una sensibilidad media del entorno o "Baja" cuando la sensibilidad es baja o no existe.	B	0
			Md	1
			Al	2
Condiciones	Co	Hay una relación directa entre la actividad impactante y el impacto generado por ella. Puede ser "Normal", cuando el impacto ocurre en condiciones normales, es decir, siempre que ocurre la actividad impactante, el impacto	An	0
			No	1

		también ocurre, o “Anormal”, cuando el impacto generado solo ocurre en condiciones específicas, junto con la actividad impactante, por ejemplo, precipitaciones u otros factores climáticos.		
		Analiza si se pueden tomar medidas preventivas o correctoras para neutralizar o minimizar los efectos del impacto. Puede ser: “Irreductible”, cuando las medidas no influirán en el	El	0
Resistencia	R	impacto. “Mitigable”, cuando las medidas pueden reducir/evitar los efectos del impacto generado, o “Eliminable”, cuando las medidas revierten completamente el impacto ambiental causado por la actividad impactante.	Mi	1
			Ird	2

Nota: Elaboración propia.

De acuerdo a los criterios mencionados en la Tabla 7, la matriz generada queda de la siguiente forma:

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	MEDIO FÍSICO																																				
				AIRE																																				
				IMPACTO 1												IMPACTO 2																								
				V	O	E	T	D	EI	C	M	S	Se	Co	R	V	O	E	T	D	EI	C	M	S	Se	Co	R													
1	Etapa 1	Tarea 1	Actividad 1	Ne	Di	L	Cp	T	Rv	Pr	De	Pq	B	No	Ird																									
			Actividad 2															Ne	Di	L	Cp	T	Rv	Pr	De	Pq	B	No	Mi											
			Actividad 3															Ne	Di	L	Cp	C	Ir	Pr	F	Pq	B	No	Ird											
		Tarea 2	Actividad 1	Ne	Di	L	Cp	T	Rv	Pr	De	Pq	B	No	Ird	Ne	Di	L	Cp	T	Rv	Pr	De	Pq	B	No	Ird													
			Actividad 2																																					
		Tarea 3	Actividad 1	Ne	Di	L	Cp	T	Rv	Pr	De	Pq	B	No	Ird																									
	Actividad 2																Ne	In	L	Lp	T	Rv	Pr	De	Pq	B	No	Mi												
	Actividad 3		Ne	Di	L	Cp	T	Rv	Pr	F	G	Md	No	Ird																										
			Actividad 4														Ne	In	L	Lp	T	Rv	Pr	De	Pq	B	No	Mi												
			Actividad 5														Ne	Di	L	Cp	T	Rv	Pr	F	G	Md	No	Ird												

Figura 06: Esquema de la matriz de registro de criterios en la matriz de Leopold Turbinada

El siguiente paso consiste en realizar el cambio de los valores literales de cada criterio por los valores numéricos.

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	MEDIO FÍSICO																																					
				AIRE																																					
				IMPACTO 1												IMPACTO 2																									
				V	O	E	T	D	EI	C	M	S	Se	Co	R	V	O	E	T	D	EI	C	M	S	Se	Co	R														
1	Etapa 1	Tarea 1	Actividad 1	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	2																										
			Actividad 2															1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	1												
			Actividad 3															1	1	0	2	1	1	1	2	2	1	1	2												
		Tarea 2	Actividad 1	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	2	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	2														
			Actividad 2																																						
		Tarea 3	Actividad 1	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	2																										
	Actividad 2																1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1													
	Actividad 3		1	1	0	2	0	0	1	2	2	1	1	2																											
			Actividad 4														1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1													
			Actividad 5														1	1	0	2	0	0	1	2	2	1	1	2													

Figura 07: Cambio de valores literales por los valores numéricos en la matriz turbinada de Leopold.

Posteriormente, se evalúa la Importancia del impacto utilizando la siguiente expresión.

$$\text{IMPORTANCIA} = \text{IM} = \text{V} + \text{O} + \text{E} + \text{T} + \text{D} + \text{EI} + \text{C} + \text{M} + \text{S} + \text{Se} + \text{Co} + \text{R}$$

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	MEDIO FISICO	
				AIRE	
				IMPACTO 1	IMPACTO 2
				IM	IM
1	Etapa 1	Tarea 1	Actividad 1	8	0
			Actividad 2	0	7
			Actividad 3	0	15
		Tarea 2	Actividad 1	8	8
			Actividad 2	0	0
		Tarea 3	Actividad 1	8	5
			Actividad 2	0	0
			Actividad 3	13	4
			Actividad 4	0	13
			Actividad 5	0	0

Figura 08: Valores obtenidos después de aplicar la expresión de importancia.

Muchos trabajos, basados en números, tenían columnas extra para información sobre la media y suma de valores. Con estos resultados, los autores señalaron los impactos más críticos.

En la Matriz de Leopold Turbinada, esta criticidad se mide en forma de colores. Los valores numéricos están asociados a los parámetros de todos los criterios, según su grado de influencia sobre las condiciones o factores ambientales. Estos valores se suman y las celdas, cuya suma alcanza más de 2/3 del valor máximo posible, se pintan de rojo, en referencia a impactos críticos. Aquellos cuya suma de valores no llega a 1/3 del valor máximo posible quedan en blanco, indicando impactos triviales o de poca importancia, y el resto se colorea en amarillo, es decir, entre 1/3 y 2/3, aludiendo a la necesidad de atención (Figueiredo et al., 2020).

El valor máximo posible es $IM_{max}=1+1+2+2+2+1+1+2+2+2+1+2=19$

$1/3 IM_{max} = 6.33$

$2/3 IM_{max} = 12.67$

La criticidad queda definida de la siguiente manera:

Tabla 08: Tipificación de impactos y criticidad

Rango	Tipo de impacto	Color
$0 \leq IM < 6,33$	Impacto trivial o de poca importancia.	Blanco
$6,33 \leq IM < 12,67$	Impacto que necesita atención para mitigar sus efectos o evitar que se vuelva crítico.	Amarillo
$12,67 \leq IM \leq 19$	Impacto crítico	Rojo

Nota. Adaptado de Figueiredo et al. (2020).

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	MEDIO FISICO	
				AIRE	
				IMPACTO 1	IMPACTO 2
				IM	IM
1	Etapa 1	Tarea 1	Actividad 1	8	0
			Actividad 2	0	7
			Actividad 3	0	15
		Tarea 2	Actividad 1	8	8
			Actividad 2	0	0
		Tarea 3	Actividad 1	8	5
			Actividad2	0	0
			Actividad 3	13	4
			Actividad 4	0	13
				Actividad 5	0

Figura 09: Clasificación de la criticidad de acuerdo con la importancia.

3.3.5. MÉTODOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO DOS

El Monitoreo Ambiental se basa en observaciones científicas de los cambios que ocurren en nuestro entorno. Los científicos necesitan observar los cambios para estudiar la dinámica no sólo de los ciclos naturales, sino también de los impactos antropogénicos. Los efectos de la contaminación en el medio ambiente, como en los seres humanos,

pueden ser lentos (crónicos) y requerir múltiples observaciones a lo largo del tiempo, o pueden actuar rápidamente (agudo) y evaluarse con observaciones simultáneas. Los efectos de la contaminación ocurren en todas las escalas espaciales; por lo tanto, también se realizan observaciones a múltiples escalas del espacio. Sin embargo, dado que el medio ambiente es un continuo, las observaciones deben realizarse utilizando métodos físicos, químicos y biológicos. Sólo las observaciones y la recopilación de datos con base científica, el procesamiento de datos con base estadística y las interpretaciones objetivas pueden producir información imparcial que conduzca al conocimiento y al nivel de comprensión necesarios para evaluar y abordar sabiamente los desafíos ambientales desde la escala local hasta la global (Artiola et al., 2019).

De acuerdo a las características del proyecto en su componente 1, los parámetros medidos son:

- La calidad del aire se evaluó a través de los siguientes parámetros.
1. PM 10, que se refiere a las partículas suspendidas en el aire que tienen un diámetro de 10 micrómetros o menos. Estas partículas se medirán utilizando un método de alto volumen, según la norma EPA/625/R-96/010a. Este método implica la recolección de muestras de aire para determinar la cantidad de material particulado suspendido y PM10 utilizando un muestreador de alto volumen. También se incluye la selección, preparación y extracción de material filtrante.
 2. PM 2.5, que se refiere a las partículas que tienen un diámetro de 2.5 micrómetros o menos. Estas partículas se medirán utilizando un método de bajo volumen, según la norma EPA 40 CFR Appendix L to Part 50. Este método es una referencia para la determinación de partículas finas como PM2.5 en la atmósfera.
 3. Dióxido de azufre (SO₂), que se medirá según la norma EPA 40 CFR Appendix A-2 to Part 50. Este método utiliza la técnica de pararosanilina para determinar la cantidad de SO₂ en la atmósfera.

4. Dióxido de nitrógeno (NO_2), que se medirá según la norma ASTM D1607-91. Este método estándar utiliza la reacción de Griess Saltzman para determinar el contenido de NO_2 en la atmósfera.
 5. Monóxido de carbono (CO), que se medirá según el método colorimétrico manual descrito por Peter O. Warner. Este método se utiliza para analizar los contaminantes inorgánicos del aire y determinar la cantidad de CO .
- La calidad del suelo se evaluó a través de varios parámetros.
1. Cianuro libre, que se medirá según la norma EPA Method 9013 A. Este método está diseñado para la extracción de cianuros solubles de residuos sólidos y aceites. Además, se utilizará el método de electrodo selectivo de cianuro, según la norma SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 4500 C-F.
 2. Metales, que se medirán según la norma EPA Method 200.7. Este método se utiliza para la determinación de metales y elementos traza en agua y residuos mediante espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Además, se utilizará el método de digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos, según la norma EPA Method 3050-B.
 3. Mercurio, que se medirá según la norma EPA Method 7471 B. Este método se utiliza para determinar el mercurio en residuos sólidos o semisólidos utilizando la técnica de vapor frío manual.
 4. Hidrocarburos totales de petróleo (TPH). Se medirán los rangos F2 ($>\text{C}_{10} - \text{C}_{28}$), F3 ($>\text{C}_{28} - \text{C}_{40}$) y F1 ($\text{C}_6 - \text{C}_{10}$) según la norma EPA Method 8015C. Este método se utiliza para determinar los compuestos orgánicos no halogenados mediante cromatografía de gases.
 5. BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos), que se medirá según la norma EPA Method 8260D. Este método se utiliza para determinar los compuestos orgánicos volátiles mediante cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC/MS). Además, se utilizará el método de análisis de equilibrio de cabeza de compuestos

orgánicos volátiles en diversas matrices de muestra, según la norma EPA Method 5021A.

6. Bifenilos policlorados (PCB), que se medirán según la norma EPA Method 8270E. Este método se utiliza para determinar los compuestos orgánicos semivolátiles mediante cromatografía de gases/espectrometría de masas. Además, se utilizará el método de extracción ultrasónica, según la norma EPA Method 3550C.
- El ruido ambiental se midió de acuerdo con las normas ISO 1996-1:2016 e ISO 1996-2:2017.

La norma ISO 1996-1:2016 se utiliza para describir, medir y evaluar el ruido en entornos comunitarios. Define las cantidades básicas que se utilizarán para describir el ruido y describe los procedimientos de evaluación básicos. Además, proporciona orientación sobre cómo predecir la respuesta potencial de una comunidad a la molestia de la exposición a largo plazo a varios tipos de ruidos ambientales.

La recolección de muestras, procesamiento de muestras y elaboración de informes de los resultados de los monitoreos estuvo a cargo de laboratorios de análisis ambiental certificados e inscritos en el INACAL.

- ENVIROTEST SAC.

Mediante el análisis documentario se revisaron los informes donde los resultados de los monitoreos fueron ordenados en primer lugar según la fecha del monitoreo para hacer la comparación con el ECA respectivo y en segundo lugar se ordenaron los resultados según el punto de monitoreo para evaluar el comportamiento del parámetro analizado a través del tiempo.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 09: Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
		Movimiento de tierras.	metros
	Avance de la construcción	Instalación de tuberías HDPE.	metros
		Instalación de buzones	unidades
Vi.			
Construcción del componente 1	Físico	Suelo	Críticos
	Biológico	Aire	Necesita atención.
		Agua	Triviales
		Flora y fauna	
	Antropogénico	Social	
		Económico	
		Salud y seguridad	
Vd			
Impacto ambiental		PM10 (Alto Volumen) -	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		PM2.5 (Bajo Volumen)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		- Dióxido de Azufre	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Calidad del aire	(SO ₂) - Dióxido de	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		Nitrógeno (NO ₂) -	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		Monóxido de Carbono	
		(CO)	mg/kg PS
		Cianuro libre	mg/kg PS
		Metales	mg/kg PS

	Petroleum		
Calidad del suelo	Hydrocarbons (TPH)	mg/kg PS	
	(F1, F2, F3)	mg/kg PS	
	BTEX		
	Polychlorinated	dB	
Ruido ambiental	Biphenyls (PCB's)		
	Nivel sonoro		
	equivalente		

3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

Los resultados de la evaluación de impactos ambientales y los resultados de los informes de laboratorios fueron procesados mediante hoja de cálculo Excel 2021, lenguaje de programación Python con la librería Matplotlib para la generación de gráficos en la consola JupyterLite.

El diseño estadístico se realizó mediante la utilización del análisis comparativo, utilizando el método no paramétrico, a través de la prueba de Wilcoxon, para comprobar si hay diferencias estadísticas entre los resultados obtenidos. Seguidamente se hizo una comparación con el ECA correspondiente para comprobar si los resultados obtenidos de los monitoreos se encuentran dentro de los valores normales de calidad ambiental.

La prueba de Wilcoxon (también conocida como prueba de los rangos con signo de Wilcoxon) es una prueba no paramétrica utilizada para comparar dos muestras relacionadas o pareadas. Se utiliza cuando no se puede asumir que los datos siguen una distribución normal, y su objetivo es evaluar si hay una diferencia significativa entre dos conjuntos de datos relacionados, por ejemplo, mediciones antes y después de un tratamiento en los mismos sujetos o puntos de monitoreo.

Para realizar la prueba de Wilcoxon se utilizará Python.

Metodología de la prueba de Wilcoxon:

Paso 1: Formular las hipótesis.

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencia entre las dos muestras apareadas. La mediana de las diferencias entre las observaciones es 0.

H_0 : Mediana de las diferencias = 0

- Hipótesis alternativa (H_1): Existe una diferencia significativa entre las dos muestras apareadas. La mediana de las diferencias no es 0.

H_1 : Mediana de las diferencias \neq 0 H_1

Paso 2: Calcular las diferencias.

Para cada par de datos correspondientes a las dos muestras (X e Y), calcular la diferencia:

Diferencia = $X_i - Y_i$

Paso 3: Ignorar las observaciones con diferencia 0.

Si alguna diferencia es igual a 0, se ignora (se elimina de la muestra) para evitar sesgos.

Paso 4: Ordenar los valores absolutos de las diferencias.

Tomar el valor absoluto de cada diferencia, es decir, $|Diferencia_i|$, y ordenar estos valores en orden creciente.

Paso 5: Asignar rangos a los valores absolutos de las diferencias.

Asignar rangos a los valores absolutos de las diferencias ordenadas. Si existen valores repetidos (empates), asignarles el promedio de los rangos correspondientes.

Paso 6: Asignar los Signos Originales a los Rangos

Volver a asignar el signo original (positivo o negativo) de cada diferencia a su rango. Los rangos positivos corresponden a diferencias positivas, y los rangos negativos corresponden a diferencias negativas.

Paso 7: Sumar los Rangos Positivos y Negativos

- Suma de los rangos positivos (W_+): Sumar los rangos de las diferencias que fueron positivas.
- Suma de los rangos negativos (W_-): Sumar los rangos de las diferencias que fueron negativas.

Paso 8: Estadístico de Prueba

El estadístico de Wilcoxon, W es el menor de las dos sumas:

$$W = \min(W+, W-)$$

Paso 9: Valor Crítico y Decisión

- Comparar el valor calculado de W con el valor crítico de Wilcoxon obtenido de tablas específicas para la prueba.
- El valor crítico depende del tamaño de la muestra (n) y del nivel de significancia (α , típicamente 0.05).

Paso 10: Conclusión

- Si W es menor o igual que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que indica que hay una diferencia significativa entre las dos muestras.
- Si W es mayor que el valor crítico, no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que no hay suficiente evidencia para afirmar que existe una diferencia significativa entre las muestras.

Para nuestro caso de estudio

- **Hipótesis nula (H_0):** No hay diferencia significativa entre el valor monitoreado y el ECA
- **Hipótesis alternativa (H_1):** Existe una diferencia significativa entre el valor monitoreado y el ECA

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este apartado se describen brevemente los elementos necesarios para comprender el alcance del proyecto, tanto los factores ambientales como antrópicos, con el fin de obtener información pertinente sobre los impactos ambientales negativos que se identificaron y evaluaron a través de la matriz de causa y efecto de Leopold Turbinada durante el periodo de construcción del Componente 1 del “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca” en la localidad de Ilave.

La presentación de los resultados obedece a una secuencia lógica de identificación para una posterior evaluación de los impactos identificados durante la etapa de ejecución del componente 1.

Posteriormente, se presentarán los resultados obtenidos durante todos los monitoreos ambientales realizados durante la ejecución de la obra y adicionalmente se presentarán los resultados del monitoreo de línea de base donde posteriormente se evaluará y comparará los resultados de 4 monitoreos realizados durante la ejecución del Componente 1 del “Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca en la localidad de Ilave” con la finalidad de verificar el cumplimiento de los valores establecidos en los ECAs correspondientes.

4.1. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

4.1.1.1 Recurso suelo

Basados en los lineamientos y normas del Soil Survey Manual (revisión 1993), la clasificación taxonómica se ha realizado según el Soil Taxonomy (Key of Soil Taxonomy,

2014), ambos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Se han clasificado los siguientes tipos de suelo en Puno.

- Asociación Chincheros – Chejemoco
- Consociación Misceláneo (Banco de arena)

4.1.1.2 Uso actual de suelos

Se determinaron los siguientes usos de suelo:

- Áreas urbanizadas
- Áreas sin o con poca vegetación
- Cultivos transitorios
- Aguas continentales

4.1.1.3 Capacidad de uso mayor de suelos

Se encontraron los siguientes grupos:

- A3sc: Tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja, limitada por suelo y clima.
- P3se -Xse: Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, limitadas por suelo y erosión – Tierras de protección limitada por suelo y erosión.
- P2s: Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media, limitada por suelo.
- Xs: Tierras de protección, limitadas por suelo.
- AU: Área urbana

4.1.1.4. Recurso hídrico

La cuenca del río llave presenta dos ejes principales de drenaje, como son los ríos Huenque y Aguas Calientes, que se unen para formar el río llave y luego este desemboca en el lago Titicaca.

La cuenca posee una superficie total de 7,832.53 km², a la que le corresponde una superficie de 3,934.00 km² (50.23%) a la cuenca del río Huenque y una superficie de 3,693.03 km² (47.15%) a la cuenca del río Aguas Calientes y la superficie restante de 205.50 km² (2.62%) a la subcuenca del Bajo llave.

El curso principal de la cuenca del río llave nace desde el río Coypa Coypa, Chichillapi, río Llusta Baja, río Huenque, río llave, hasta la desembocadura del Lago Titicaca. La longitud del cauce principal es de 211.00 km y tiene una pendiente media de 0.40%. Las temperaturas más bajas se producen en el mes de julio, mientras que las más elevadas se registran de noviembre a marzo, por lo general centradas en diciembre.

4.1.1.5. Recurso aire

Clima

Para el análisis y evaluación de las características climáticas del Área de Influencia Ambiental del proyecto, se han considerado los registros y datos de la estación meteorológica llave, la cual es administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI durante el periodo 2015-2020. Y la clasificación estará basada en el sistema de Thornthwaite. Este sistema considera como variables de clasificación a la “precipitación efectiva” (P-E) y a la “temperatura efectiva” (T-E). Estos se obtienen a partir de una relación entre la precipitación promedio mensual y la temperatura media mensual. De acuerdo a los resultados presentados en las tablas de clasificación climática basadas en el sistema de Thornthwaite, se observa que la estación Puno presenta un clima Frío (C') y Árido (E).

Meteorología

Para el análisis y evaluación de las características meteorológicas del Área de Influencia Ambiental del proyecto, se han considerado los registros y datos de la estación meteorológica llave, la cual es administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI durante el periodo 2015-2020.

Temperatura

La temperatura es la variable meteorológica relacionada con las variaciones altitudinales. Se empleó la data de la estación meteorológica llave para los periodos 2015 al 2020, donde la variación de la temperatura máxima mensual se presenta en los meses de diciembre, alcanzando los 10.84 °C, en tanto que la temperatura mínima mensual es registrada en el mes de agosto, alcanzando un valor de 7.16 °C.

Precipitación

En la estación meteorológica llave, la precipitación total mensual promedio del periodo 2015 al 2020 varía entre 0.008 mm (agosto-mínima) y 0.208 mm (febrero-máxima).

4.1.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

4.1.2.1 Zonas de vida

Para la determinación de las unidades ecológicas, se recurrió al Sistema de Clasificación Bioclimática propuesto por el Dr. Leslie Holdridge y al Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976). El área de influencia ambiental corresponde a las zonas de vida: bosque húmedo – Montano Bajo Subtropical (bh-MBS).

La zona de vida bosque húmedo - Montano Bajo Subtropical se distribuye en la región altitudinal subtropical, con una superficie de 1895 km². Ambas zonas de vida totalizan una extensión de 14265 km². Geográficamente, ocupan los valles interandinos en su porción intermedia, entre los 1800 y 3000 m.s.n.m.

4.1.2.2. Cobertura vegetal

Según el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015), la clasificación que corresponde al área del Proyecto corresponde a la agricultura y áreas urbanas.

Fauna: Entre la fauna más relevante se pueden tener al venado, vizcacha, zorro andino, paloma, perdiz, lagartija, trucha y sapo, entre muchas otras especies.

Flora: Entre la flora más representativa y conocida se pueden hallar la salvia, muña, llantén, diente de león, ciprés, eucalipto e ichu, entre otras.

4.1.3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO ANTRÓPICO

4.1.3.1 Población

Según el Censo Nacional XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas (Instituto Nacional de Estadística-2017), el distrito de llave cuenta con una población total de 46 018 habitantes, de los cuales el 47.46% se localiza en el sector urbano (21 838 habitantes), mientras que el 52.54% de la población reside en las zonas rurales (24 180 habitantes). La densidad poblacional para el distrito es de 52.6 hab/km².

4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El nombre del proyecto es “SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CUENCA DEL LAGO TITICACA”, LOCALIDAD DE ILAVE.

El proyecto “Sistema de tratamiento de aguas residuales de la cuenca del Lago Titicaca”, y más concretamente el componente 1 de dicho proyecto, correspondiente a los colectores principales, se localiza en el ámbito urbano de la ciudad de Ilave, que comprende la jurisdicción que abarca a los sectores beneficiarios por el actual servicio de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

El costo del proyecto para el Componente 1 asciende a 12 '581,306.80 US\$ (Doce millones quinientos ochenta y un mil trescientos seis y 80/100 dólares americanos, sin IGV).

El tiempo de vida útil se calcula en 30 años.

4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Tabla 10: Principales etapas del proyecto

N°	Etapas	Tarea	Descripción
1	Planificación	Traslado de máquinas, herramientas y equipos de trabajo	Durante esta etapa, las tareas están abocadas al traslado de materiales, preparación de lugares de almacenamiento de materiales, herramientas, equipos.
		Habilitación de materiales	Preparación de materiales necesarios para la ejecución del trabajo principal.
		Habilitación y construcción de campamento	Tareas enfocadas para la construcción de almacenes principales de materiales, equipos, suministros, oficinas, etc.

		obra	
		Trazo y replanteo	Son trabajos topográficos dedicados a verificar las cotas y distancias establecidas en los planos en el campo de trabajo; de encontrarse alguna interferencia, se deberá replantear el trazo.
		Limpieza del área de trabajo	Es el trabajo que consiste en realizar una limpieza (cortar, quemar, desenraizar) de los vestigios de vegetación que se encuentren dentro del derecho de vía, zona de construcción o lugares de préstamo donde se encuentren. De encontrarse top soil, se procederá a almacenar en lugares adecuados para su posterior reutilización.
2	Construcción	Instalación de estaciones de seguridad, almacén de RRSS y almacenes temporales	Son los trabajos dirigidos para contar con instalaciones en cada frente de trabajo que sean adecuadas en caso de emergencia, baños químicos portátiles, almacén temporal de RRSS y almacenes temporales de obra
		Corte y demolición de pavimento	Una vez se tiene el trazo final, se procede a cortar los límites por donde se realizará la excavación para posteriormente

levantar o demoler los pavimentos (flexible o rígido) o adoquines.

Excavación de zanjas de requeridos, se realizan operaciones con maquinaria para poder retirar el material de las excavaciones para su acopio temporal para su posterior reutilización o traslado a punto de disposición final.

Acarreo, acopio y traslado de desmonte El material sobrante excavado, si es apropiado para el relleno de las estructuras, podrá ser amontonado y usado como material selecto y/o calificado de relleno, tal como sea determinado por la Empresa. Todo el material excavado deberá ser ubicado de tal manera que no obstaculice el trabajo posterior de instalación de la tubería.

El material excavado sobrante y el no apropiado para relleno de las estructuras serán eliminados, efectuando el transporte y depósito en lugares donde cuente con el permiso respectivo.

Traslado,
habilitación e
instalación de
tuberías HDPE

Bajadas a zanja: Antes de que las tuberías, accesorios, etc., sean bajadas a la zanja para su colocación, cada unidad será inspeccionada y limpiada, eliminando cualquier elemento defectuoso que presente rajaduras o protuberancias. La bajada podrá efectuarse a mano sin cuerdas, a mano con cuerdas o con equipo de izamientos, de acuerdo al diámetro, longitud y peso de cada elemento y a la recomendación de los fabricantes con el fin de evitar que sufran daños que comprometan el buen funcionamiento de la línea.

Nivelación y alineamiento de tuberías: La instalación de un tramo (entre 2 buzones) se empezará por su parte extrema inferior, teniendo cuidado de que la campaña de la tubería quede con dirección agua arriba. El alineamiento se efectuará colocando cordeles en la parte superior y al costado de la tubería. Los puntos de nivel serán colocados con instrumentos topográficos (nivel).

Unión de tuberías por electrofusión o termofusión: Son métodos de soldadura térmica mediante accesorios

electrotérmicos o un disco de calentamiento, los cuales calientan los extremos de las tuberías a unir y luego los fusionan por presión, logrando una adherencia perfecta.

Traslado
e
instalación
de
buzones

e
de

Los buzones serán prefabricados y trasladados de manera adecuada; la instalación será de acuerdo a los procedimientos de izaje de cargas utilizando grúas telescópicas o excavadoras que soporten la carga de manera adecuada según las memorias de cálculo para los izajes respectivos.

Relleno
y
compactación

y

El propósito del relleno de la zanja es dar un apoyo firme y continuo alrededor de la tubería. El aspecto más importante para lograr una exitosa instalación es realizar un correcto relleno alrededor de la tubería. El material excavado desde la propia zanja se puede utilizar como relleno inicial si es uniforme, no contiene piedras y se desmorona y disgrega con facilidad. El mejor material de relleno inicial es arena fina. Si la tubería es tendida en terrenos barrosos de mala

calidad y si las condiciones de carga externa son severas, como cruces de caminos, se debe utilizar arena como relleno inicial. El relleno inicial debe ser colocado en dos etapas: La primera es hasta la línea media de la tubería. Luego se compacta o nivela mejorando con agua para asegurar que la parte inferior de la tubería esté bien asentada. Se debe tener especial cuidado en que la tubería quede bien apoyada en los costados, ya que la compactación de esta zona influye de forma muy importante en la deflexión que experimenta la tubería en servicio. La compactación depende de las propiedades del suelo, contenido de humedad, espesor de las capas de relleno, esfuerzos de compactación y otros factores. En la segunda etapa, se deben agregar capas adicionales de 20 a 25 cm, bien compactadas, hasta 15 a 30 cm sobre la clave de la tubería. Desde este punto, se puede utilizar el material extraído in situ para rellenar hasta el nivel del terreno. Se debe tener precaución de no usar equipos pesados de compactación hasta completar al menos

			30 cm sobre la clave de la tubería.
		Reposición de asfalto	de el asfalto rígido o flexible que fue removido durante el proceso de excavación.
		Control y monitoreo de caudales	Verificar y registrar la cantidad de agua que pasa por las tuberías o el sistema para garantizar su funcionamiento adecuado y evitar sobrecargas.
3	Operación	Control de olores y gases	Implementar medidas para minimizar o eliminar la emisión de olores desagradables y gases que puedan causar molestias o daños ambientales.
		Supervisión de la calidad	Evaluar periódicamente la calidad del agua tratada y otros parámetros ambientales para asegurar que cumplan con los estándares requeridos.
4	Mantenimiento	Limpieza de tuberías	de u otros materiales acumulados en las tuberías para mantener el flujo adecuado y prevenir problemas operativos.
5	Cierre de obras	Retiro de baños químicos portátiles	Eliminación de instalaciones temporales utilizadas durante la construcción para garantizar que el área quede limpia.

	Retiro de maquinaria pesada y señalización	de Retiro de equipos y señales utilizadas durante las actividades de construcción para liberar el área.
	Desmantelamiento del almacén de RRSS, estación de emergencia y almacenes temporales	Desmantelamiento de las instalaciones implementadas durante la etapa de construcción en los diferentes frentes de trabajo, como las estaciones de emergencia, almacén temporal de RRSS, almacenes de materiales y equipos en obra.
	Recomposición del área	Restauración del área a su estado original o mejorarla, mediante la revegetación u otras acciones.
	Limpieza del área	Remoción de desechos, escombros y materiales sobrantes para dejar el sitio limpio y seguro.
	Traslado de máquinas, herramientas y equipos de trabajo	de Movilización de todos los equipos y herramientas fuera del sitio del proyecto.
Cierre o abandono del proyecto	Desmantelamiento de instalaciones	Desmontaje de infraestructuras utilizadas durante el proyecto
	Recomposición del área	Restauración del área a su estado original o mejorado, mediante la

revegetación u otras acciones.

Limpieza del área Remoción de desechos, escombros y materiales sobrantes para dejar el sitio limpio y seguro.

Fuente: Adaptado de la memoria descriptiva del proyecto “Sistema de tratamiento de aguas residuales de la cuenca del Lago Titicaca”. (OPETI, 2020)

4.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Tabla 11: Matriz de identificación de impactos del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, localidad de Ilave, etapa de planificación.

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	FACTORES AMBIENTALES										
				MEDIO FÍSICO			MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO ANTRÓPICO				SALUD Y SEGURIDAD
				AIRE	SUELO	AGUA	FLORA	FAUNA	SOCIAL	ECONÓMICO	SALUD Y SEGURIDAD			
1	Planificación	Traslado de maquinas, herramientas y equipo de trabajo	Generación de Ruido	INCREMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AIRE	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL SUELO	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AGUA	PERDIDA DE COBERTURAS VEGETALES	CAMBIO EN LAS CONDICIONES DE VIDA	INTERRUPCIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL	INTERRUPCIÓN DE LOS SERVICIOS BÁSICOS	AUMENTO DEL ACTIVO COMERCIAL	AUMENTO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO	INCREMENTO EN ENFERMEDADES
				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Generación de gases											
			Generación de Residuos			X								
		Habitación de	Generación de Ruido	X	X				X					X

Tabla 13: Matriz de identificación de impactos del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, localidad de Ilave, etapa de operación.

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	FACTORES AMBIENTALES																
				MEDIO FÍSICO							MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO ANTRÓPICO				ECONÓMICO		SALUD
				AIRE	CAM BIO EN LA	CAM BIO EN LA	SUELO	RE LIE VE	CAM BIO EN LA	AGU A	FLOR A	FAUN A	SOCIAL	INTERR UPCION DEL TRANSIT O	INTERR UPCION DE LOS SERVIC IOS BASIC OS	AUME NTO DE LA ACTIV IDAD COMER CIAL	GENE RACION DE EMPL EO	AUMENTO DE ACCIDENTES DE TRANSPORTE		
3	Operación	Control y monitoreo de caudales	Consumo de Energía Eléctrica	X												X				
			Generación de residuos				X													X
			Generación de Ruido	X								X								X
		Control de olores y gases	Generación de gases	X								X								X
			Consumo de productos químicos				X													X

Generación de Residuos Peligrosos	X	X	X	X
Supervisión de la calidad		X		
Mano de obra			X	X
Contratación de obra local			X	

Tabla 14: Matriz de identificación de impactos del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, localidad de Ilave, etapa de mantenimiento.

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	FACTORES AMBIENTALES												
				MEDIO FÍSICO				MEDIO BIOLÓGICO				MEDIO ANTRÓPICO				
				AIRE	CAM BIO EN LA	CAM BIO EN LA	SUELO	AGU A	FLOR A	FAUN A	SOCIAL	ECONÓMICO	SALUD SEGURIDAD	Y		
				INCREMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO	CAMBIOS EN LA CALIDAD DEL AIRE	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AIRE	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AIRE	AGUAS	PERDIDA DE COBERTURAS VEGETALES	CAMBIO EN LAS CONDICIONES DE VIDA	INTERRUPCIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL	INTERRUPCIÓN DE LOS SERVICIOS BÁSICOS	AUMENTO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO	INCREMENTO EN ENFERMEDADES		
4	Mantenimiento	Limpieza de tuberías	Generación de residuos peligrosos	X	X	X	X	X				X		X		
		Instalación de señales y desvío de tránsito	Consumo de energía										X			
		Generación de gases	Generación de ruidos	X						X				X		

Tabla 15: Matriz de identificación de impactos del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, localidad de Ilave, etapa de cierre.

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	FACTORES AMBIENTALES										
				MEDIO FÍSICO			MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO ANTRÓPICO				
				AIRE	CAM BIO EN LA CALI DAD DEL AIRE	SUELO	CAM BIO EN LA CALI DAD DEL SUELO	AGU A	FLOR A	FAUN A	SOCIAL	ECONOMICO	SALUD Y SEGURIDAD	
5	Cierre de obras	Retiro de baños químicos portátiles	Reducción de malos olores	X										
		Retiro de maquinaria pesada y señalización	Generación de ruido	X										
			Instalación de señales y desvío de tránsito											
		Desmantelamiento del almacén de RRSS	Generación de residuos sólidos											

Mano de obra
de Contratación de mano obra local

X

X

4.4. ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

4.4.1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN.

Tabla 16: Resultados de la evaluación de impactos ambientales del proyecto en la etapa de planificación.

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	RESULTADOS DE LA IMPORTANCIA												
				MEDIO FÍSICO				MEDIO BIOLÓGICO				MEDIO ANTRÓPICO				
				AIRE	CAM BIO EN LA	SUELO	AGU A	FLOR A	FAUN A	SOCIAL	INTERR UPCION DEL TRANSIT O	INTERR UPCION DE LOS SERVIC IOS BASIC OS	ECONOMICO	SALUD SEGURIDAD	Y	
1	Planificación	Traslado de maquina	Generación de Ruido	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		s, herramientas y equipos de trabajo	Generación de gases	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Generación de Residuos	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Habilitación de materiales	Generación de Ruido	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Conforme a las características de la ubicación del proyecto, el cual es preponderantemente una zona urbana, los impactos se distribuyen principalmente en el medio físico aire y suelo y en el medio antrópico.

Según la Tabla 16, se presentan los resultados de la importancia de los impactos identificados durante la etapa de planificación donde, según la clasificación de Figueiredo et al. (2020), se encuentran presentes impactos triviales e impactos que necesitan atención. A continuación se detallan los valores de la importancia de los impactos según el componente afectado.

Componente físico: aire

Las actividades que generan impactos que necesitan atención son de generación de ruido, ocasionando impactos negativos como son el aumento de niveles de ruido (8), cambio en la calidad del aire (8), así mismo la generación de gases que afectan directamente, impactando a la calidad del aire (7).

Componente físico: suelo

Las actividades que generan impactos que necesitan atención son la generación de residuos sólidos (8) que impacta directamente en la calidad del suelo.

Componente físico: agua

Se presenta una actividad impactante trivial que es la generación de aguas residuales; impacta en el cambio en la calidad del agua (5).

Componente biológico: fauna

La generación de ruido es la principal actividad que impacta cambiando las condiciones de vida (7).

Componente antrópico: económico

Por otro lado, en el componente económico, los impactos a tener en cuenta son la generación de empleo local (9) y el aumento de la actividad comercial (7) derivados de las actividades de contratación de mano de obra y consumo de recursos. En los impactos triviales podemos mencionar los producidos por las actividades relacionadas con la generación de residuos sólidos peligrosos y generación de aguas residuales,

ocasionando incremento en la actividad comercial (6) y generación de empleo (6) derivado de la contratación de empresas dedicadas al manejo de estos residuos.

Componente antrópico: salud y seguridad

Se evidencia que los impactos ocasionados tienen una importancia trivial en el incremento de enfermedades (3), todas derivadas de actividades impactantes como son la generación de ruido, generación de gases, generación de residuos y generación de aguas residuales.

4.4.1.1 Cantidad de impactos generados en la etapa de planificación por tarea

Tabla 17: Cantidad de impactos generados en la etapa de planificación por tarea.

Etapa	Tarea	Trivial	Necesita atención.	Críticos
Planificación	Traslado de máquinas, herramientas y equipos de trabajo.	3	5	0
	Habilitación de materiales	3	4	0
	Habilitación y construcción del campamento de obra	6	7	0
Total		12	16	0

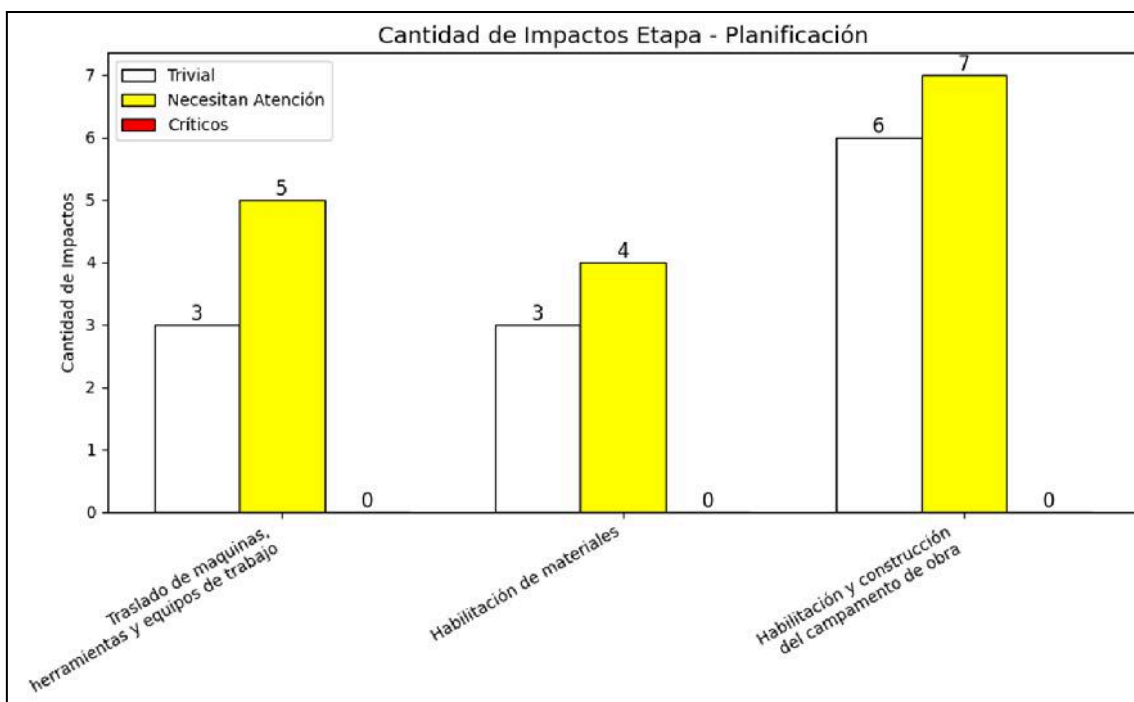


Figura 10: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de planificación.

De acuerdo a la Tabla 17 y figura 10, podemos apreciar la presencia de 12 impactos triviales, 16 impactos que necesitan atención, de los cuales 3 son de carácter positivo, y no hay presencia de impactos críticos en la etapa de planificación.

La tarea con mayor número de impactos es la habilitación y construcción del campamento de obra con 7 impactos que necesitan atención y 6 impactos triviales.

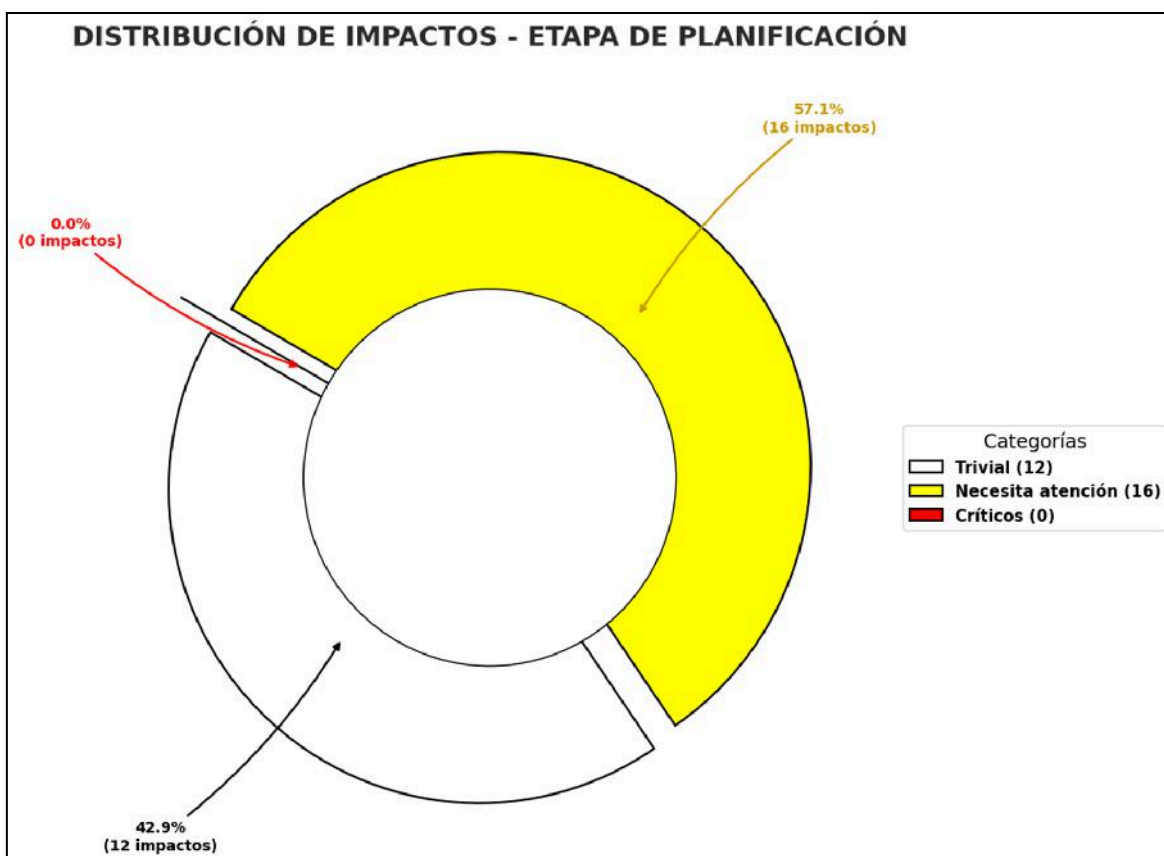


Figura 11. Distribución de impactos en la etapa de planificación.

Según la figura 11, en la etapa de planificación podemos evidenciar que, de un total de 28 impactos:

Los impactos triviales (42.9% - Blanco): Representan 12 impactos de baja prioridad. Son situaciones que no requieren acciones inmediatas ni recursos adicionales, pero deben documentarse para mantenerlas en constante supervisión.

Los impactos que necesitan atención (57.1% - Amarillo): Constituyen la mayoría (16 impactos). Indican riesgos o problemas que requieren seguimiento, planificación correctiva y asignación de recursos para evitar escalar a críticos.

Críticos (0% - Rojo): No se registraron impactos graves, lo que es un aspecto positivo. Sin embargo, su presencia en la leyenda recuerda la importancia de mantener protocolos para identificarlos tempranamente.

Tabla 18: Cantidad de impactos generados en la etapa de planificación por componente ambiental.

Tipo de impacto	Aire	Suelo	Agua	Flora	Fauna	Social	Económico	Salud y seguridad
Trivial	0	0	0	0	0	0	3	8
Necesita atención.	7	3	1	0	3	0	3	0
Crítico	0	0	0	0	0	0	0	0

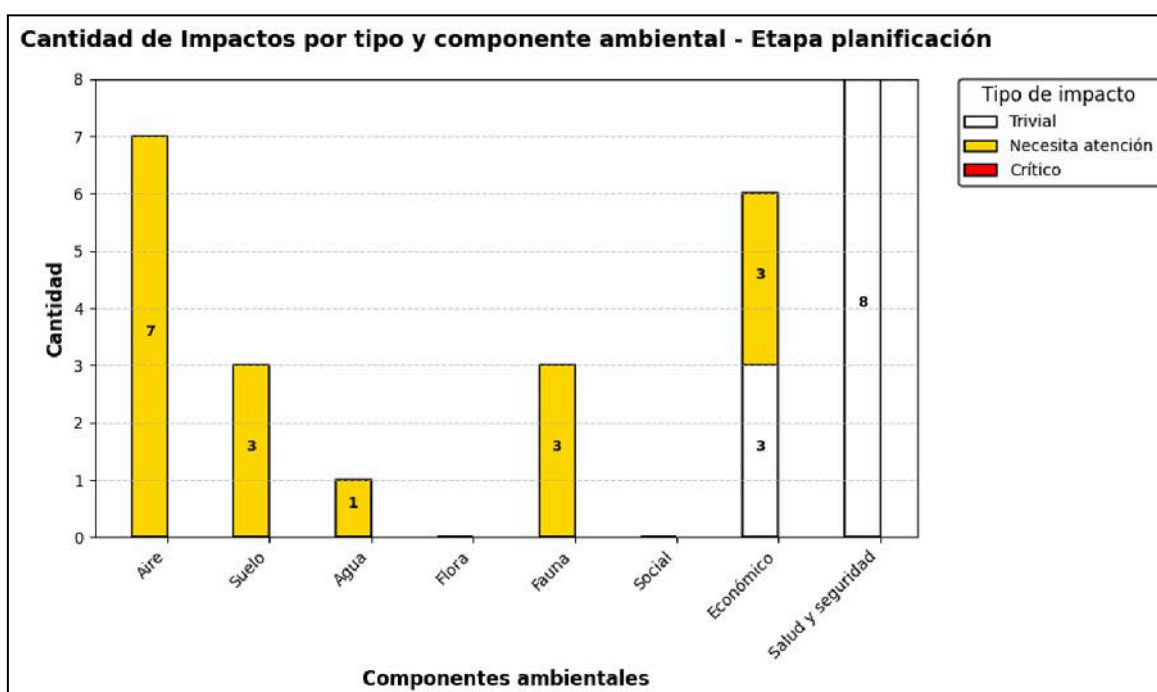


Figura 12: Cantidad de impactos por componente ambiental en la etapa de planificación.

De acuerdo a la tabla 18 y figura 12, nos permite determinar que el componente más afectado en esta etapa es el aire con 7 impactos que necesitan atención, seguido del componente suelo 3, fauna 3 y económico 3; por último, el componente agua 1. Por otra parte, se evidencia que los impactos triviales afectan más al componente antrópico correspondiente a la salud y seguridad 8 y, finalmente, al componente antrópico económico 3.

4.4.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 19 (anexo 4), podemos afirmar lo siguiente:

Componente físico: aire

Derivado de las actividades de generación de ruido, se produjeron impactos críticos, ocasionando un incremento en los niveles de ruido y cambio en la calidad del aire en las tareas de corte y demolición de pavimento (13) y relleno y compactación (13).

Las actividades que generan impactos que necesitan atención son la generación de material particulado, produciendo impactos en el cambio de la calidad de aire, cuyos valores de importancia más significativos se encuentran durante las tareas de trazo y replanteo (7), traslado y habilitación de tuberías de HDPE y traslado e instalación de buzones (8), excavación de zanjas (9), corte y demolición de pavimento, relleno y compactación, acarreo, acopio y traslado de desmonte (10). Otra actividad es la generación de ruido que produce impactos como incremento de los niveles de ruido y cambio en la calidad del aire en las tareas de instalación de estaciones de seguridad, almacén de RRSS y almacenes temporales de obra (8), excavación de zanjas (12), acarreo, acopio y traslado de desmonte (9), traslado, habilitación e instalación de tuberías de HDPE (8), reposición de asfalto (9). Finalmente, podemos mencionar el consumo de hidrocarburos y la generación de gases que producen impactos en el cambio de la calidad del aire en las tareas de corte y demolición de pavimento (7), excavación de zanjas (9), acarreo, acopio y traslado de desmonte, reposición de asfalto (9).

Como ya mencionamos anteriormente, los resultados más resaltantes son los obtenidos por la generación de ruido en la tarea de corte y demolición de asfalto (13) y en la tarea de relleno y compactación del suelo (13), de carácter crítico. Estos resultados se deben principalmente al uso de equipos y maquinaria como los vibroapisonadores tipo canguro (Figura 77, Anexo 06), que emiten entre 90-100 dB, las cortadoras de concreto que emiten entre 100-110 dB (Figura 81, Anexo 06) , las compactadoras tipo "carrito

chupetero” que emiten entre 85-95 dB y el rodillo de 2 Tn que en promedio emite entre 80-90 dB (Figura 78, Anexo 06). Adicionalmente, a tener en cuenta la cantidad de equipos que se encontraban operando por cuadrilla; en el caso de la cortadora de pavimento eran hasta 2 equipos; los vibroapisonadores se utilizaban hasta 6; las compactadoras tipo chupetera se utilizaban 1 y se utilizó 1 rodillo de 2 Tn. Finalmente, se tiene que mencionar que las jornadas de trabajo iniciaban a las 6:00 a.m. y finalizaban a las 5:30 p.m. De igual forma, en la tarea de excavación de zanjas (12), se tiene un valor muy cercano para convertirse en impacto crítico; el resultado obtenido también se debe a la utilización de maquinarias como excavadoras y retroexcavadoras, las cuales, según el tipo de suelo, tuvieron que trabajar con martillo hidráulico, lo que incrementa considerablemente las emisiones de ruido que rondan los 100-110 dB. Otra actividad a considerar es la generación de material particulado en la tarea de acarreo, acopio y traslado de desmonte (10), esto principalmente se debe a la adherencia de lodo en las llantas de los vehículos de transporte (volquetes) que al transcurrir el trayecto de traslado comenzaba a desprenderse en las vías autorizadas para la circulación que luego de unos minutos al secarse se convierte en fuente de material particulado que al estar sometido al intenso tránsito de vehículos del proyecto y vehículos particulares, producían la emisión del material particulado a la atmósfera provocando malestar en los vecinos cuyos domicilios se encontraban en la ruta de traslado del material excedente.

Componente físico: suelo

Las actividades que generan impactos que necesitan atención son:

Desbroce de la vegetación que produce impactos en el cambio de la calidad del suelo en las tareas de trazo y replanteo (8) y excavación de zanjas (8). Cambio en el relieve en tareas de trazo y replanteo (8).

Generación de residuos (aprovechables, peligrosos y no aprovechables) produce cambios en la calidad del suelo en las tareas de trazo y replanteo (8), instalación de estaciones de seguridad, almacén de RRSS y almacenes temporales de obra (8), corte y demolición de pavimento (8), excavación de zanjas (8), acarreo, acopio y traslado de

desmante (8), traslado, habilitación e instalación de tuberías de HDPE (9), traslado e instalación de buzones (9), relleno y compactación (8), reposición de asfalto (8).

La generación de desmante ocasiona cambios en la calidad del suelo; se producen en las tareas de corte y demolición de pavimento (12), excavación de zanjas (12), acarreo, acopio y traslado de desmante (12), relleno y compactación (12). Así mismo es fuente de cambios en el relieve en las tareas de corte y demolición de pavimento (10), excavación de zanjas (10), acarreo, acopio y traslado de desmante (10), relleno y compactación (12).

Los resultados más destacables son los producidos por el movimiento de tierras (12), esto debido a las dimensiones de la excavación, llegando en algunos casos hasta los 9 m de profundidad con una longitud total de 7518,34 m considerando todos los colectores.

Componente físico: agua

Las actividades que generan impactos que necesitan atención son:

Potencial derrame de hidrocarburos y sus derivados, que produce impactos en el cambio de la calidad del agua en las tareas de corte y demolición de pavimento (9), excavación de zanjas (9),

Las actividades con impactos triviales son:

Extracción de agua en terreno saturado que genera cambios en la calidad del agua en la tarea de excavación de zanjas (4).

Generación de agua residual, que produce impactos en el cambio de la calidad del agua en la tarea de excavación de zanjas (4).

Escorrentía e infiltración por rebosamiento en los colectores, que produce impactos en el cambio de la calidad del agua en la tarea de excavación de zanjas (6).

La generación de lodos genera impactos como el cambio en la calidad del agua en la tarea de excavación de zanjas (5).

Los vertimientos con altas concentraciones de carga contaminante en las canaletas pluviales impactan, produciendo cambios en la calidad del agua en la tarea de excavación de zanjas (6).

Durante las tareas de excavación, la presencia de terrenos saturados, la alta posibilidad de ruptura de líneas de tuberías de aguas residuales preexistentes de concreto y asbesto y, finalmente, el colapso de las redes existentes por exceso de precipitaciones pluviales son posibles fuentes de contaminación de cuerpos de agua cercanos, debido principalmente a que las tareas de eliminación de estas fuentes son mediante el bombeo de los líquidos acumulados en la zanja a las canaletas y rejillas de aguas pluviales autorizadas por la municipalidad, las cuales van directamente, en el mejor de los casos, a las redes de desagüe y, por desgracia, en su mayoría desembocan en quebradas que desembocan en la cuenca del río llave.

Componente biológico: flora

Las actividades que generan impactos triviales son:

Desbroce de vegetación, que produce impactos en la pérdida de cobertura vegetal en las tareas de trazo y replanteo (6) y excavación de zanjas (6).

Las obras, al encontrarse principalmente en zonas urbanas, no afectan de manera importante al componente flora, pues las excavaciones se encuentran en calles y avenidas ya intervenidas donde el tipo de terreno es principalmente tierra compactada en las zonas afirmadas y asfalto rígido o flexible en las calles y avenidas.

Componente biológico: fauna

Las actividades que generan impactos que necesitan atención son:

La generación de ruido es la principal actividad que impacta, cambiando las condiciones de vida, ocasionada en las tareas de instalación de estaciones de seguridad, almacén de RRSS y almacenes temporales de obra (7), corte y demolición de pavimento (7), excavación de zanjas (7), acarreo, acopio y traslado de material excedente (7), traslado e instalación de buzones (7), reposición de asfalto (7).

Las actividades que generan impactos triviales son:

Desbroce de la vegetación que genera cambio en las condiciones de vida en las tareas de trazo y replanteo (6).

Generación de material particulado que ocasiona impacto, cambio en las condiciones de vida en las tareas de corte y demolición de pavimento (6), excavación de zanjas (6), acarreo, acopio y traslado de desmonte (6), traslado, habilitación e instalación de tuberías de HDPE (6), traslado e instalación de buzones (6), relleno y compactación (6).

Potencial derrame de hidrocarburos que produce el impacto del cambio en las condiciones de vida en las tareas de corte y demolición de pavimento (6), excavación de zanjas (6), acarreo, acopio y traslado de desmonte (6), traslado, habilitación e instalación de tuberías de HDPE (6), traslado e instalación de buzones (6), relleno y compactación (6).

Generación de gases que produce el impacto del cambio en las condiciones de vida en las tareas de acarreo, acopio y traslado de desmonte (6) y reposición de asfalto (6).

Componente antrópico: social.

Las actividades que generan impactos son las siguientes:

La instalación de señales y desvío de tránsito producen el impacto de interrupción del tránsito vehicular y peatonal en las tareas de trazo y replanteo (10), corte y demolición de pavimento (10).

Generación de desmonte, provocando interrupción del tránsito vehicular y peatonal en las tareas de corte y demolición de pavimento (10), excavación de zanjas (10), acarreo, acopio y traslado de desmonte (10), relleno y compactación (10).

Finalmente, en la tarea de excavación de zanjas se produce el impacto de interrupción del tránsito vehicular y peatonal generado por las actividades de eliminación de saturación de terreno (8), generación de agua residual (8), escorrentía e infiltración por rebosamiento en los colectores (8), generación de lodos (8), vertimientos con altas concentraciones de carga orgánica en las canaletas pluviales (9).

La instalación de señales y desvío de tránsito generan interrupción en la circulación normal de peatones y vehículos, generando malestar en los transeúntes y aumentando el tráfico en vías adyacentes. La generación de desmonte y escombros durante las actividades de demolición y excavación interrumpe la circulación normal de la población,

dificultando el acceso a sus actividades diarias, además de generar un impacto visual y de olores desagradables. La eliminación de saturación de terreno, generación de agua residual, lodos y vertimientos en las canaletas pluviales durante la excavación de zanjas también afecta a la población aledaña al generar potenciales riesgos de inundación y contaminación ambiental, obstaculizando el tránsito normal de peatones y vehículos en la zona de obras. Estos impactos recaen de manera desproporcionada sobre los grupos poblacionales de menores recursos económicos, quienes dependen en mayor medida del transporte público y los desplazamientos a pie para llegar a sus trabajos y acceder a servicios básicos, viéndose así severamente afectados por la interrupción de la movilidad y el deterioro de las condiciones ambientales.

Con una adecuada planificación y ejecución de las actividades de construcción, implementando adecuadamente los planes de desvío de tránsito y cumpliendo con la señalización, se reducen significativamente los costos sociales del proyecto.

La generación de agua residual, la escorrentía e infiltración por rebosamiento de colectores y los vertimientos con altas

Durante la tarea de excavación también se identificó el impacto en la interrupción de servicios básicos de saneamiento (agua y desagüe) y telefonía (fibra óptica) provocados por las actividades de generación de agua residual (10), escorrentía e infiltración por rebosamiento en los colectores (10), vertimientos con altas concentraciones de carga orgánica en las canaletas pluviales (10). Estos derivados de las posibles rupturas de redes de agua potable y desagüe existentes por acción de la maquinaria utilizada para realizar el movimiento de tierras, así como por las características del agua contaminada, hacen que la población afectada temporalmente quede privada de dichos servicios básicos, generando gran molestia e incomodidad a la comunidad. Para mitigar este tipo de posibles inconvenientes, es preciso seguir el procedimiento de trabajo seguro para excavaciones, donde se indica que se tiene que revisar los planos de interferencias para tener el mayor cuidado en zonas donde exista gran posibilidad de romper tuberías matrices de agua y desagüe.

Componente antrópico: económico

Los impactos a tener en cuenta son la generación de empleo local (9) y el aumento de la actividad comercial (9) derivados de las actividades de contratación de mano de obra y consumo de recursos.

En los impactos triviales podemos mencionar los producidos por las actividades relacionadas con la generación de residuos sólidos peligrosos y generación de aguas residuales, ocasionando incremento en la actividad comercial (6) y generación de empleo (6). derivado de la contratación de empresas dedicadas al manejo de estos residuos; de igual manera, los residuos aprovechables con los cuales se fomenta la cooperación con asociaciones de recicladores inscritos en la municipalidad de Ilave.

Componente antrópico: salud y seguridad

Las actividades como instalación de señales y desvío de tránsito, generación de desmonte, escorrentía e infiltración por rebosamiento de colectores, potencial derrame de hidrocarburos pueden ocasionar un incremento en los accidentes de tránsito (4). De manera similar, la generación de residuos (aprovechables, peligrosos y no aprovechables) (3), de igual manera la generación de material particulado (3), la generación de ruido (3), la generación de gases (3), la generación de malos olores (3), la generación de agua residual (3), escorrentía e infiltración por rebosamiento en los colectores (3), vertimientos con altas concentraciones de carga orgánica en las canaletas pluviales (3) pueden influir en el aumento de enfermedades.

4.4.2.1 Cantidad de impactos generados en la etapa de construcción

Tabla 20: Cantidad de impactos generados en la etapa de construcción.

Etapa	Tarea	Trivial	Necesita atención.	Críticos
	Trazo y replanteo	8	8	0
Construcción	Limpieza del área de trabajo	1	1	0

Instalación de estaciones de seguridad, almacén de RRSS y almacenes temporales	1	4	0
Corte y demolición de pavimento	8	13	2
Excavación de zanjas	23	30	0
Acarreo, acopio y traslado de desmonte	10	12	0
Traslado, habilitación e instalación de tuberías HDPE.	9	9	0
Traslado e instalación de buzones	10	9	0
Relleno y compactación	8	8	2
Reposición de asfalto	7	6	0
Mano de obra	0	2	0
Total	85	102	4

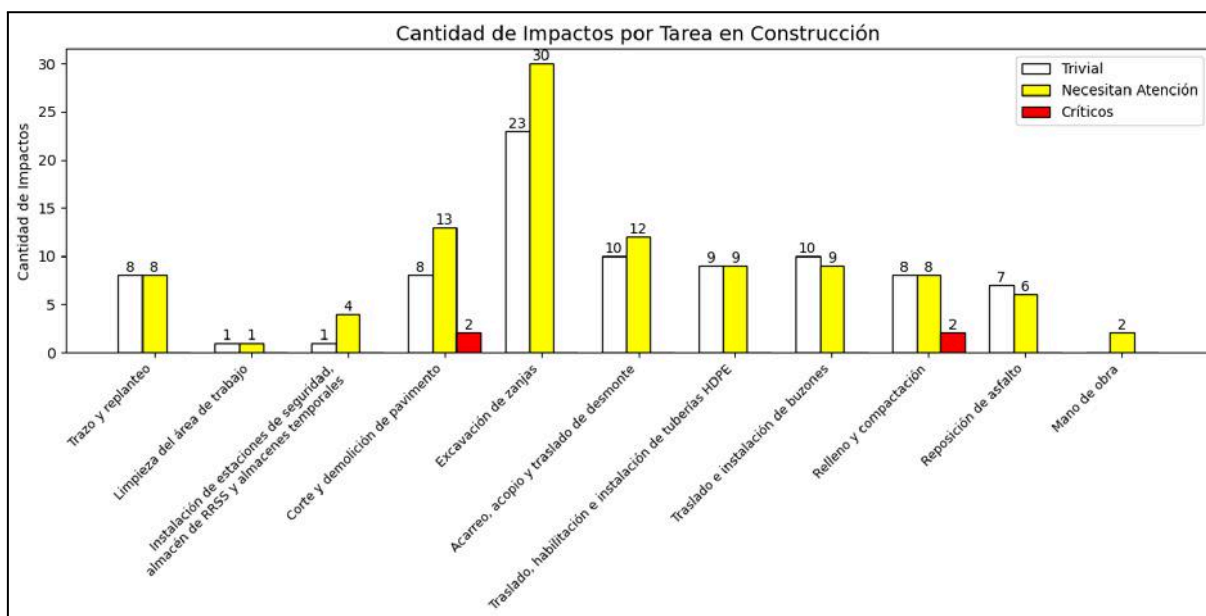


Figura 13: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de construcción.

De acuerdo a la tabla 20 y figura 13, tenemos 85 impactos triviales, 102 impactos que necesitan atención y 4 impactos críticos.

Las tareas con mayor cantidad de impactos críticos son las de corte y demolición (2) y relleno y compactación (2), correspondientes a los impactos de incrementos de los niveles de ruido.

La mayor cantidad de impactos que necesitan atención se encuentran en la tarea de Excavación de zanjas (30), seguidos por el corte y demolición de pavimento (13), acarreo, acopio y traslado de desmonte (12), traslado, habilitación e instalación de tuberías HDPE (9), traslado e instalación de buzones (9), trazo y replanteo (8), relleno y compactación (8), reposición de asfalto (6), instalación de estaciones de seguridad, almacén de RRSS y almacenes temporales de obra (4), mano de obra (2) positivo y limpieza del área de trabajo (1).

Finalmente, tenemos los impactos triviales; la mayor cantidad se encuentra en la excavación de zanjas (23), acarreo, acopio y traslado de desmonte (10), traslado e instalación de buzones (10), traslado, habilitación e instalación de tuberías HDPE (9), trazo y replanteo (8), corte y demolición de pavimento (8), relleno y compactación (8), reposición de asfalto (7), limpieza del área de trabajo (1) e instalación de estaciones de seguridad, almacén de RRSS y almacenes temporales de obra (1).

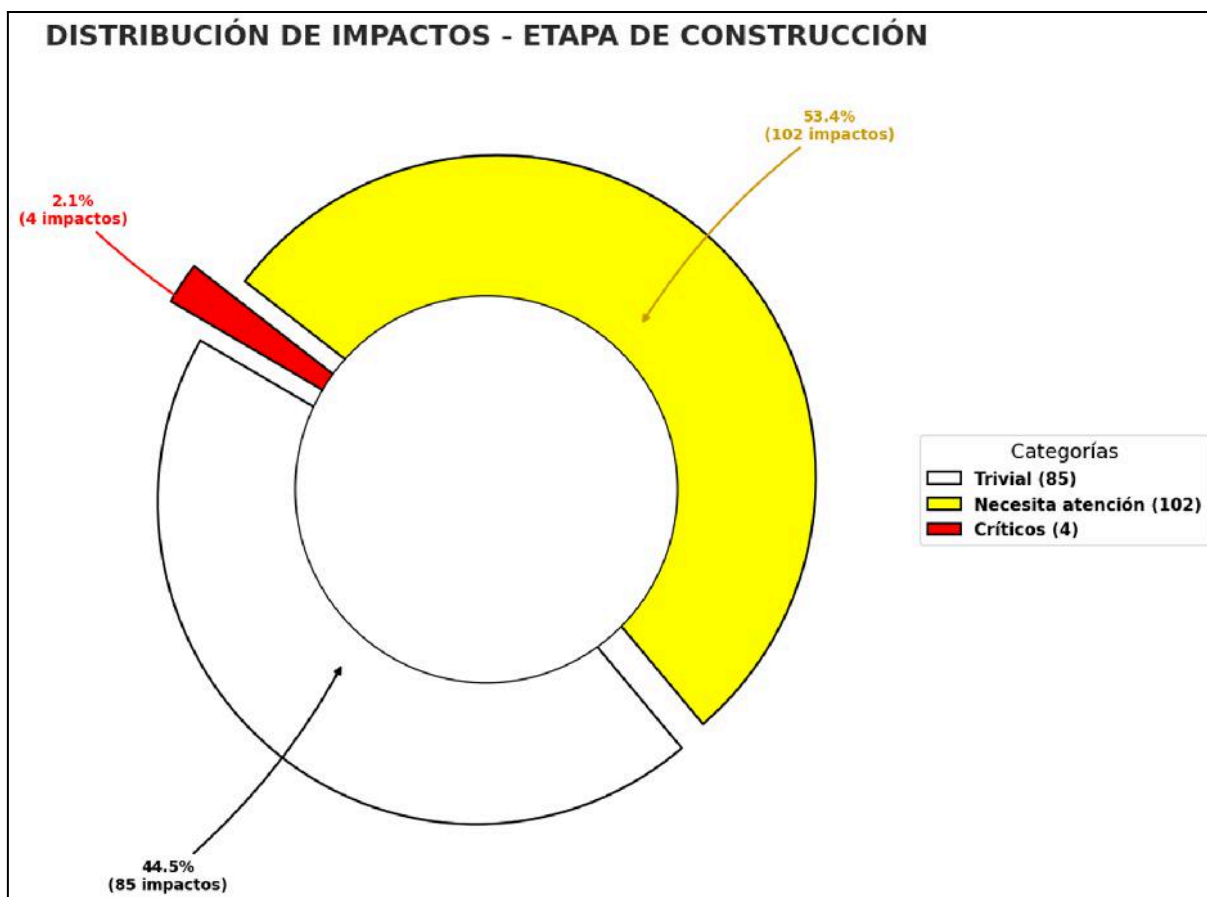


Figura 14: Distribución de impactos en la etapa de construcción.

Según la figura 14, en la etapa de construcción podemos afirmar lo siguiente:

Los impactos críticos (2.1% - rojos) representan 4 impactos de alta prioridad, los cuales deben ser monitorizados y documentados para su respectivo control y deben ser sometidos a constantes medidas mitigadoras, buscando reducir el impacto producido.

Los impactos que necesitan atención (53.4% - amarillos) se constituyen como la mayor cantidad de impactos, 102, los cuales necesitan ser monitorizados y evaluados permanentemente para evitar su escalamiento.

Los impactos triviales (44.5% - blancos) no tienen importancia inmediata; deben ser monitorizados para documentar su evolución.

Tabla 21: Cantidad de impactos generados en la etapa de construcción por componente ambiental.

Tipo de impacto	Aire	Suelo	Agua	Flora	Fauna	Social	Económico	Salud y seguridad
Trivial	0	0	7	2	16	0	18	47
Necesita atención.	26	46	2	0	8	16	2	0
Crítico	4	0	0	0	0	0	0	0

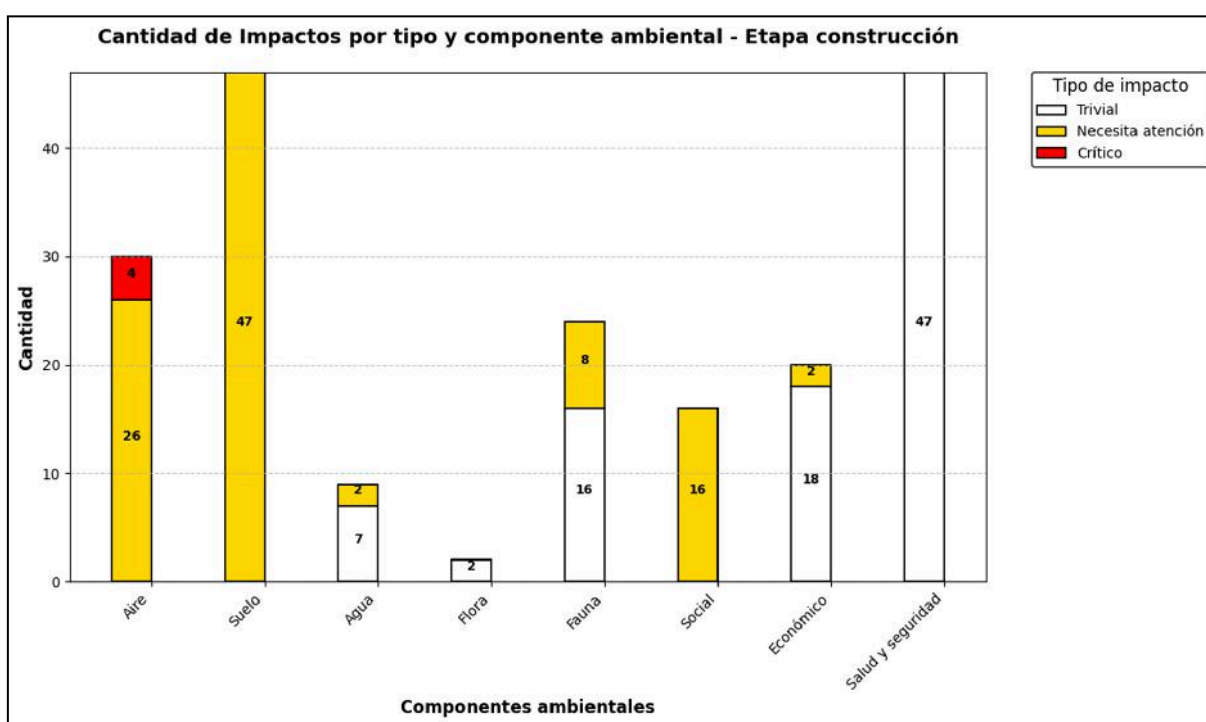


Figura 15: Cantidad de impactos por componente ambiental en la etapa de construcción.

De acuerdo a la tabla 21 y figura 15 se observa lo siguiente:

El componente aire es afectado con 4 impactos críticos.

Los componentes que son afectados por impactos que necesitan atención son el componente suelo con 47 impactos, el componente aire con 26 impactos, el componente social es afectado con 16, el componente fauna con 8, el componente agua con 2 impactos y el componente económico con 2 impactos.

4.4.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE OPERACIÓN.

Tabla 22: Resultados de la evaluación de impactos ambientales del proyecto en la etapa de operación.

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	RESULTADOS DE LA IMPORTANCIA												
				MEDIO FÍSICO			MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO ANTRÓPICO			ECONÓMICO			SALUD
				AIRE	SUELO	AGUA	FLORA	FAUNA	SOCIAL	INTERRUPCIÓN DEL TRANSITO	INTERRUPCIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS	AUMENTO DE LA ACTIVIDAD COMERCIAL	GENERACIÓN DE EMPLEO	SEGURIDAD		
2	Const	Trazo y replanteo	Desbroce de vegetación	INCREMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AIRE	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL SUELO	PERDIDA DE COBERTURAS VEGETALES	CAMBIO EN LAS CONDICIONES DE VIDA	INTERRUPCIÓN DEL TRANSITO PEATONAL	INTERRUPCIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS	INTERRUPCIÓN DE LA ACTIVIDAD COMERCIAL	AUMENTO DE LA ACTIVIDAD COMERCIAL	GENERACIÓN DE EMPLEO	SALUD	Y	
				0	0	8	6	8	0	0	0	0	0	0	0	
			Generación de Residuos No Aprovechables	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
			Instalación de señales y desvío de tránsito	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	4	0	

Vertimientos con altas concentraciones de carga contaminante en las canaletas pluviales	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	3
Generación de residuos aprovechables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	5	0	0	0
Generación de residuos no aprovechables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	3
Acarreo, acopio y traslado de desmonte	0	11	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Generación de material particulado	0	0	12	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	4	0
Generación de desmonte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Generación de ruido	9	9	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Generación de gases	0	9	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Potencial derrame de hidrocarburos y sus derivados	0	0	7	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0

Generación de Residuos Peligrosos	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Afectación al paisaje	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traslado, habilitación e instalación de tuberías de HDPE	0	8	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Generación de Ruido	8	8	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Generación de Residuos Peligrosos	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Generación de Residuos No Aprovechables	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Potencial derrame de hidrocarburos y sus derivados	0	0	7	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generación de Residuos aprovechables	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0
Saturación de terreno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Traslado e instalación de buzones	0	8	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Generación de Ruido	8	8	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Generación de Residuos Peligrosos	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Consumo de agua	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generación de Residuos No Aprovechables	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Potencial derrame de hidrocarburos y sus derivados	0	0	8	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generación de Residuos aprovechables	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	0	0	0	0	0
Relleno y compactación	0	10	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Generación de material particulado	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Generación de desmonte	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Generación de Residuos Peligrosos	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Generación de Residuos No	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Según la tabla 22, los resultados de la importancia de los impactos obtenidos en la etapa de operación son los siguientes:

Componente físico: aire

Las actividades que generan impactos que necesitan atención son las siguientes:

La generación de ruido produce los impactos de incremento en los niveles de ruido (9) y cambio en la calidad de aire (9).

Generación de gases produce cambio en la calidad de aire (9).

Componente físico: suelo

La generación de residuos sólidos (8) y el consumo de productos químicos (7) afectan el suelo, impactando en la calidad del mismo.

Componente biológico: fauna

La generación de ruido ocasiona un cambio en las condiciones de vida de la fauna circundante (7), siendo un impacto a tener en cuenta.

La generación de gases impacta en las condiciones de vida (6), constituyéndose en un impacto trivial.

Componente antrópico: económico.

La contratación de mano de obra local ocasiona un impacto aumentando la actividad comercial (9) y la generación de empleo (9). De manera similar, ocurre con otras actividades relacionadas al manejo de residuos, consumo de recursos como energía (3) y productos químicos (3) que dinamizan la economía en los comercios locales y aumentan la demanda de energía.

Componente antrópico: salud y seguridad

Dentro de los impactos identificados se encuentra el incremento de enfermedades derivado de un incorrecto manejo de los residuos sólidos (no aprovechables, aprovechables y peligrosos) que se generan en las diferentes tareas relacionadas con la operación de los colectores.

4.4.3.1 Cantidad de impactos generados en la etapa de operación

Tabla 23: Cantidad de impactos generados en la etapa de operación.

Etapa	Tarea	Triviales	Necesita atención.	Críticos
Operación	Control y monitoreo de caudales	4	4	0
	Control de olores y gases	5	3	0
	Supervisión de la calidad	1	1	0
	Mano de obra	0	2	0
Total		10	10	0

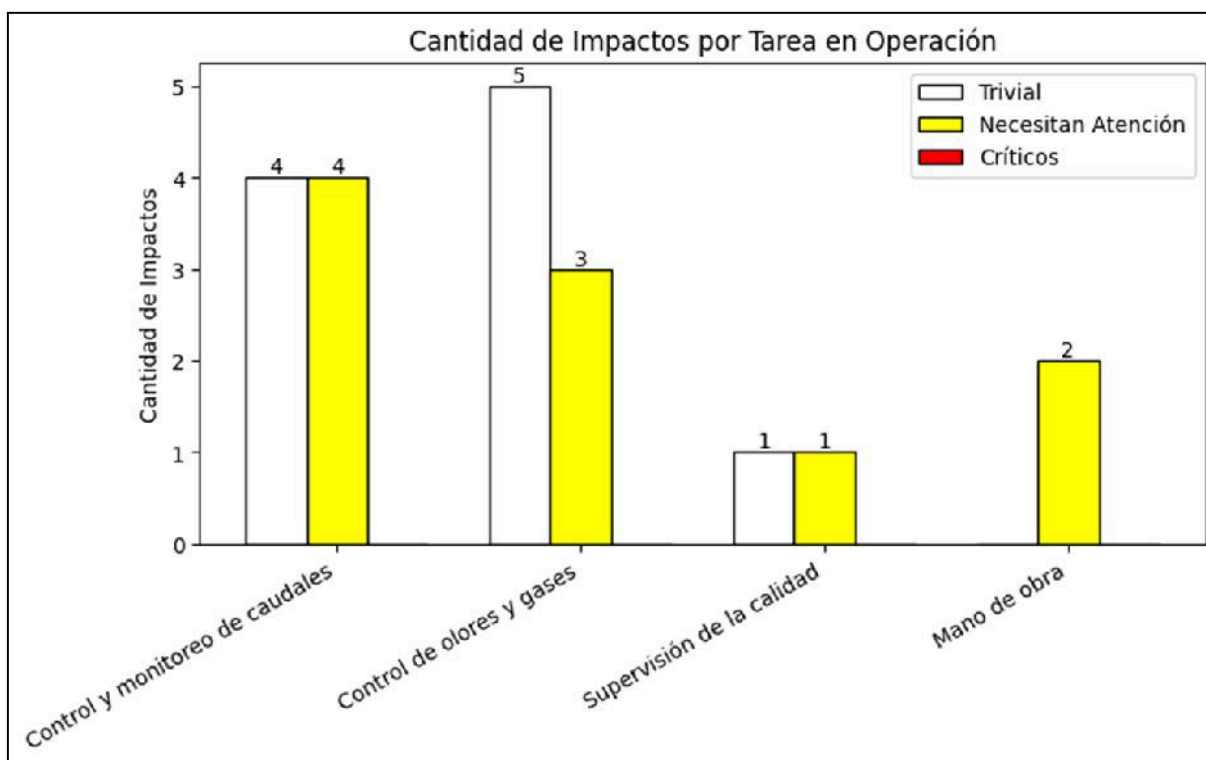


Figura 16: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de operación.

Conforme a la tabla 23 y figura 16, se observa que en la etapa de operación hay 10 impactos que necesitan atención, 10 impactos triviales y no hay presencia de impactos críticos.

La tarea que produce más impactos que necesitan atención en la etapa de operación es el control y monitoreo de caudales (4), control de olores y gases (3), mano de obra (2) positivos y supervisión de calidad (1).

Las tareas que producen más impactos triviales son el control de olores y gases (5), control y monitoreo de caudales (4) y supervisión de la calidad (1).

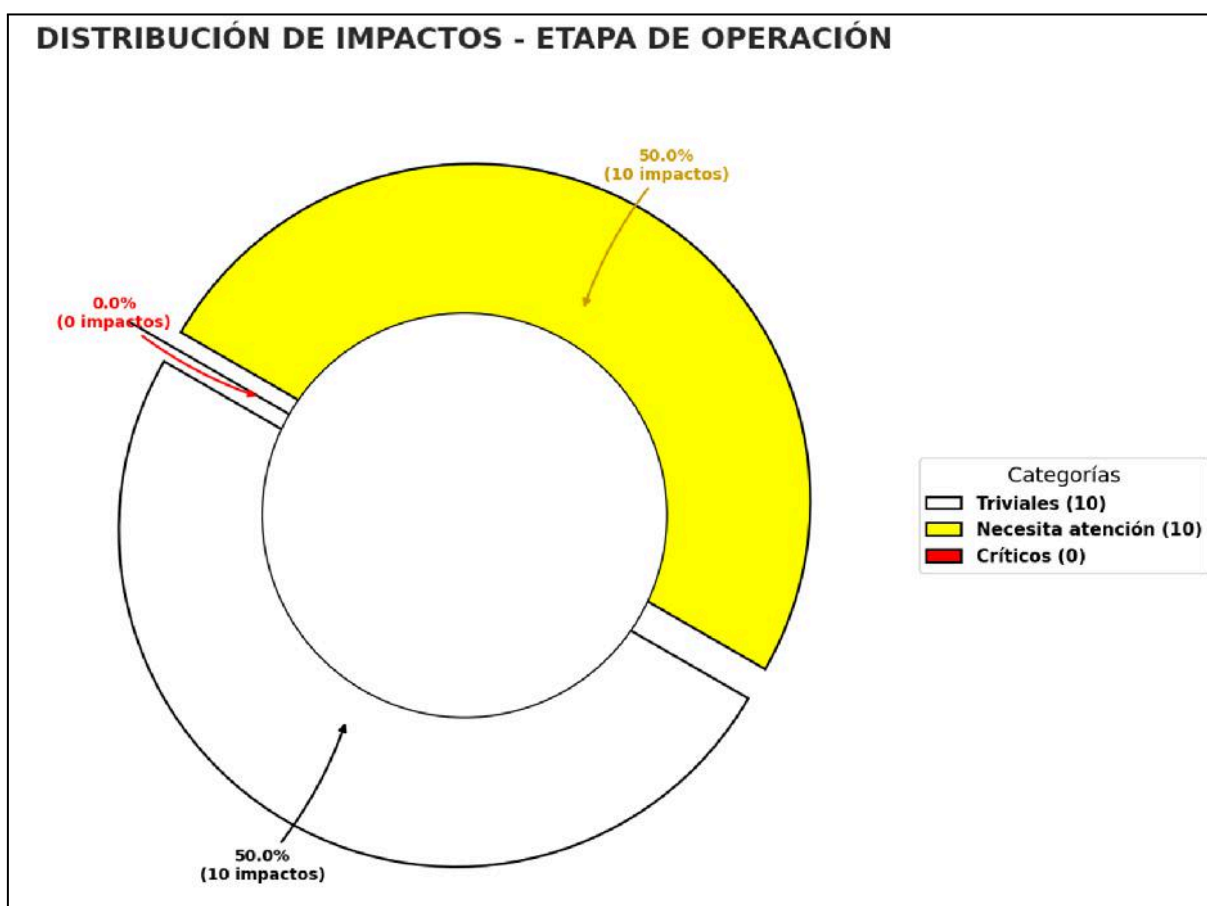


Figura 17: Cantidad de impactos en la etapa de operación.

Según la figura 17, en la etapa de construcción podemos afirmar lo siguiente:

Los impactos críticos (0% - rojos) no evidencian impactos de alta prioridad.

Los impactos que necesitan atención (50% - amarillos) representan la mitad de impactos 10, los cuales necesitan ser monitorizados y evaluados permanentemente para evitar su escalamiento.

Los impactos triviales (50% - blancos) no tienen importancia inmediata; deben ser monitorizados para documentar su evolución.

Tabla 24: Cantidad de impactos generados en la etapa de operación por componente ambiental.

Tipo de impacto	Aire	Suelo	Agua	Flora	Fauna	Social	Económico	Salud y seguridad
Trivial	1	0	0	0	0	1	3	5
Necesita atención.	3	4	0	0	0	1	2	0
Crítico	0	0	0	0	0	0	0	0

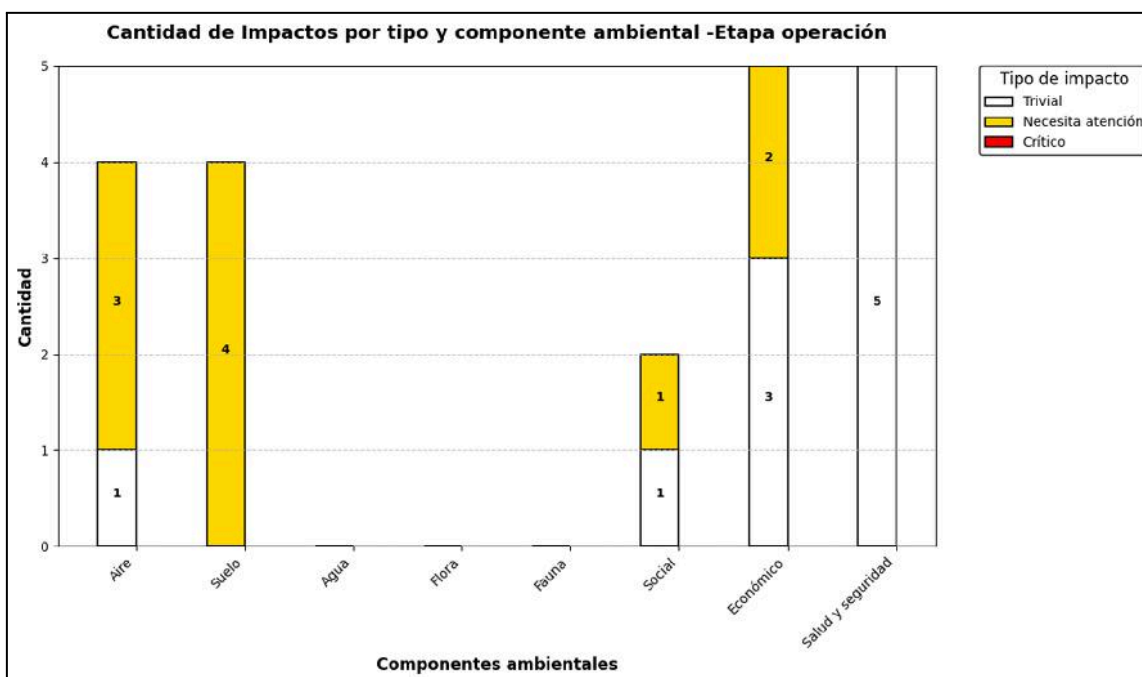


Figura 18: Cantidad de impactos por componente ambiental en la etapa de operación.

Conforme a lo presentado en la tabla 24 y figura 18, queda claro que en la etapa de operación el componente físico - suelo es el más afectado (4), le sigue el componente físico - aire (3), el componente antrópico - económico (2) positivo y, finalmente, el componente antrópico - social (1).

Los impactos triviales afectan principalmente al componente antrópico - salud y seguridad (5), le sigue el componente antrópico - económico (3), el componente antrópico - social (1) y, finalmente, el componente físico - aire (1).

4.4.4. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE MANTENIMIENTO.

Tabla 25: Resultados de la evaluación de impactos ambientales del proyecto en la etapa de mantenimiento.

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	RESULTADOS DE LA IMPORTANCIA														
				MEDIO FÍSICO				MEDIO BIOLÓGICO				MEDIO ANTRÓPICO				SALUD Y SEGURIDAD		
				AIRE	SUELO	AGUA	FLORA	FAUNA	SOCIAL	ECONÓMICO	SALUD Y SEGURIDAD							
4	Mantenimiento	Limpieza de tuberías	Generación de residuos peligrosos	INCREMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AIRE	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL SUELO	RELIQUEZ	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AGUA	PERDIDA DE COBERTURAS VEGETALES	CAMBIO EN LAS CONDICIONES DE VIDA	INTERRUPCIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR PEATONAL	INTERRUPCIÓN DE LOS SERVICIOS BÁSICOS	AUMENTO DE LA ACTIVIDAD COMERCIAL	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	INCREMENTO EN ENFERMEDADES			
				0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
				0	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
				0	9	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			Consumo de energía															
			Generación de gases	9	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	3			
			Generación de ruido	9	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	3			

De acuerdo a la tabla 25, en la etapa de mantenimiento se obtuvieron los siguientes resultados:

Componente físico: aire

Las actividades que generan impactos que necesitan atención son las siguientes:

Consumo de energía (8), generación de gases (9) y generación de ruido (9) ocasionan cambios en la calidad del aire.

Componente físico: suelo

La generación de residuos peligrosos produce impactos en el cambio en la calidad del suelo (9) en la etapa de limpieza de tuberías.

Componente físico: agua

El consumo de agua produce un impacto trivial en los cambios en la calidad del agua (5).

Componente biológico: fauna

La generación de ruido produce cambios en las condiciones de vida (7); de igual manera, se produce un impacto trivial derivado de la actividad de generación de gases (6).

Componente antrópico: económico

La actividad impactante que produce impactos que necesitan atención es:

Contratación de mano de obra local que produce aumento en la actividad comercial (9) y aumento en la generación de empleo (9).

De manera similar, las actividades de consumo de recursos y generación de residuos producen impactos triviales en el aumento de la actividad comercial (3).

Componente antrópico: salud y seguridad

Se presentan impactos triviales ocasionados por la instalación de señales y desvío de tránsito (4), generando un aumento en los accidentes de tránsito y la generación de ruido; la generación de gases y generación de residuos peligrosos generan incremento en las enfermedades (3).

4.4.4.1 Cantidad de impactos generados en la etapa de mantenimiento

Tabla 26: Cantidad de impactos generados en la etapa de mantenimiento.

Etapa	Tarea	Triviales	Necesita atención.	Críticos
Mantenimiento	Limpieza de tuberías	9	6	0
	Mano de obra	0	2	0
Total		9	8	0

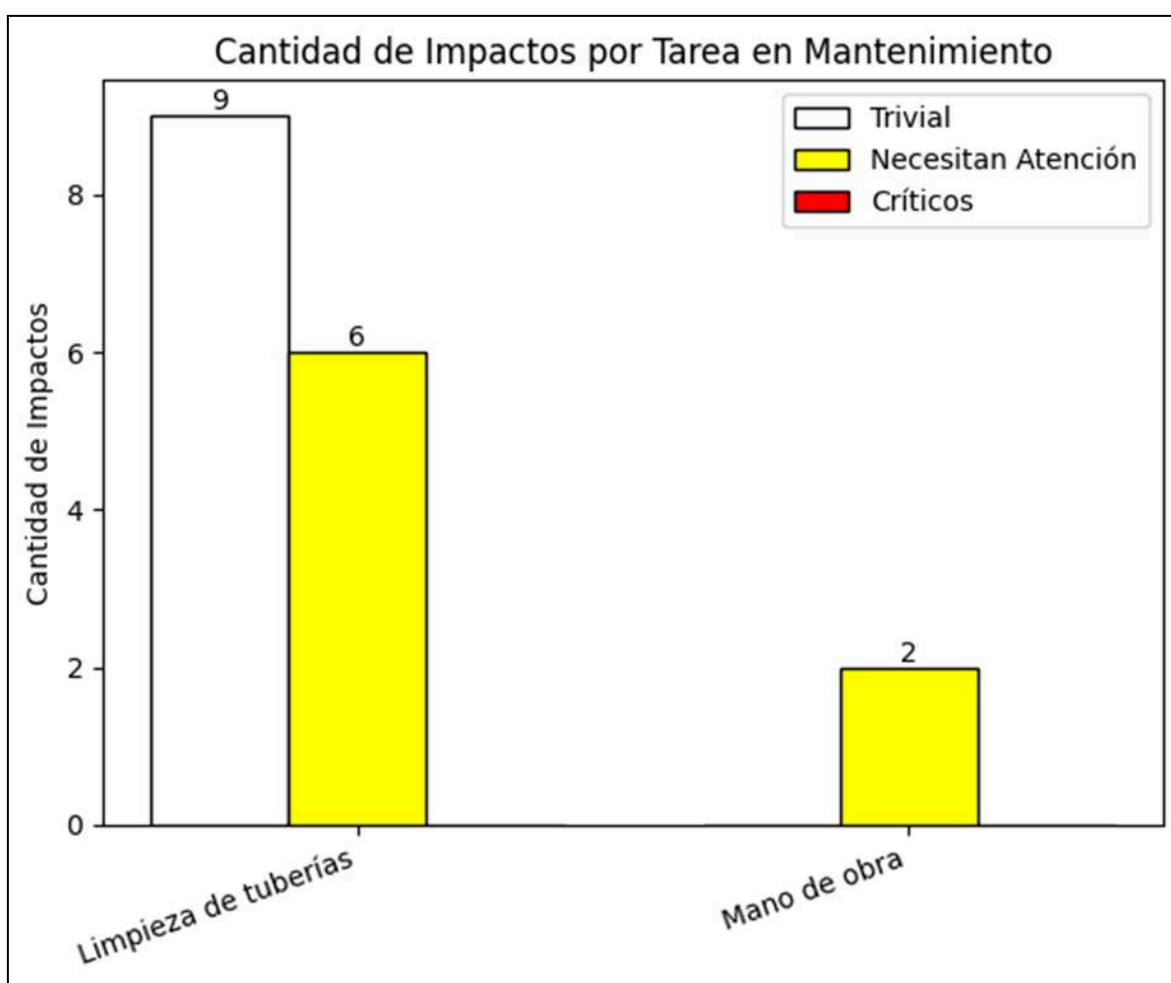


Figura 19: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de mantenimiento.

Según lo presentado en la tabla 26 y figura 19, en la etapa de mantenimiento, las tareas que producen impactos que necesitan atención son la limpieza de tuberías con 6 impactos y la mano de obra con 2 impactos positivos.

Las tareas que producen impactos triviales son la limpieza de tuberías con 9 impactos.

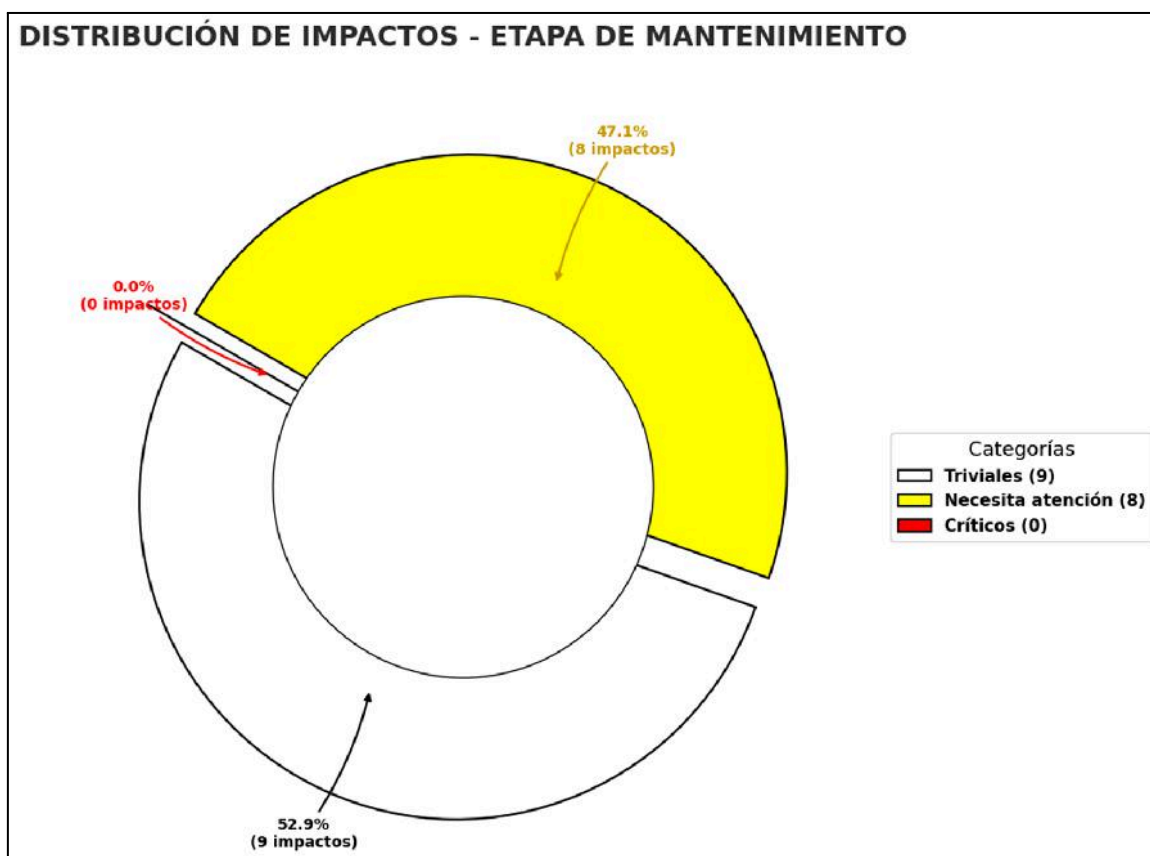


Figura 20: Distribución de impactos en la etapa de mantenimiento.

Según la figura 17, en la etapa de construcción podemos afirmar lo siguiente:

Los impactos críticos (0% - rojos) no evidencian impactos de alta prioridad.

Los impactos que necesitan atención (47.1% - amarillos) representan 8 impactos, los cuales necesitan ser monitorizados y evaluados permanentemente para evitar su escalamiento.

Los impactos triviales (52.9% - blancos) representan 9 impactos que no tienen importancia inmediata; deben ser monitorizados para documentar su evolución.

Tabla 27: Cantidad de impactos generados en la etapa de mantenimiento por componente ambiental.

Tipo de impacto	Aire	Suelo	Agua	Flora	Fauna	Social	Económico	Salud y seguridad
Trivial	0	0	1	0	1	0	3	4
Necesita atención.	4	2	0	0	1	0	2	0
Crítico	0	0	0	0	0	0	0	0

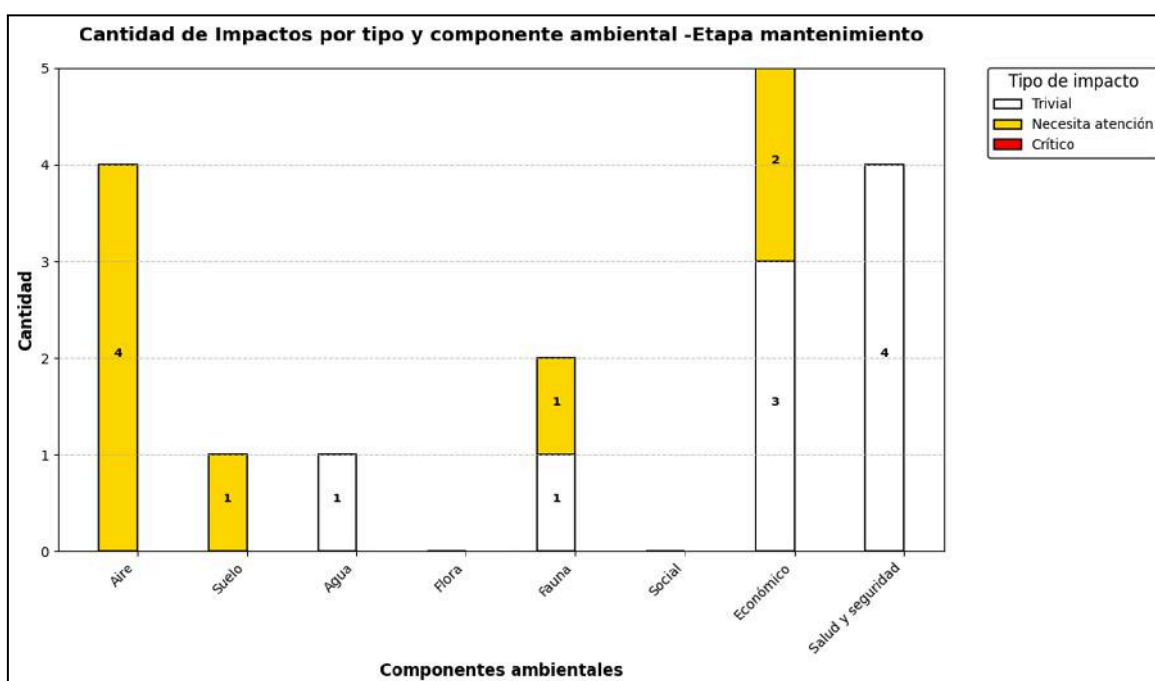


Figura 21: Cantidad de impactos por componente ambiental en la etapa de mantenimiento.

De acuerdo a la figura 21 y tabla 27 podemos apreciar lo siguiente:

Los impactos que necesitan atención afectan principalmente al componente físico-aire (4), seguido del componente antrópico-económico (2) positivo, el componente físico-suelo (1) y el componente biológico-fauna (1).

Los impactos triviales afectan principalmente al componente antrópico salud y seguridad (4), el componente antrópico-económico es afectado por 3 impactos, el componente

físico-agua es afectado por 1 impacto y, finalmente, el componente biológico-fauna es afectado por 1 impacto.

4.4.5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE CIERRE.

Tabla 28: Resultados de la evaluación de impactos ambientales del proyecto en la etapa de cierre.

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	RESULTADOS DE LA IMPORTANCIA																			
				MEDIO FÍSICO						MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO ANTRÓPICO				ECONOMICO	SALUD SEGURIDAD	Y				
				AIRE	CAM BIEN LA CALIDAD DEL AIRE	SUELO	RE LIVEL	AGU A CALIDAD DEL AGUA	FLOR A	FAUN A	SOCIAL	INTERRU PCION DEL TRANSITO	INTERR UPCION DE LOS SERVICIOS BASICOS	AUME NTO DE LA ACTIVIDAD COMERCIAL	GENE RACION DE EMPLEO								
5	Cierre de obras	Retiro de baños químicos portátiles	Reducción de malos olores	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Retiro de maquinaria pesada y señalización	Generación de ruido	9	9	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Instalación de señales y desvío de tránsito	Instalación de señales y desvío de tránsito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
		Desmantelamiento del	Generación de residuos sólidos	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3

Conforme a la tabla 28, en la etapa de cierre de obras y cierre o abandono de proyecto se tuvieron los siguientes resultados:

Medio físico: aire

Las actividades que ocasionan impactos que producen impactos que necesitan atención se detallan a continuación:

Generación de ruido que produce incremento en los niveles de ruido en la etapa de cierre de obras (9) y cierre o abandono de proyecto (8) y cambio en la calidad de aire en la etapa de cierre de obras (9) y cierre y abandono del proyecto (8).

Medio físico: suelo

La generación de residuos sólidos no aprovechables (8) y peligrosos (9) impacta en el cambio de la calidad del suelo.

Medio biológico: fauna

Las actividades relacionadas con la generación de ruido producen impactos en el cambio de condiciones de vida (7); de manera similar, las actividades relacionadas con la generación de gases también impactan en el cambio de condiciones de vida (6).

Medio antrópico: económico

Las actividades impactantes que ocasionan impactos que necesitan atención son la contratación de mano de obra local. Originan impactos como aumento de la actividad comercial (9) y generación de empleo (9).

Las actividades que generan impactos que causan impactos triviales son las relacionadas con el manejo de residuos sólidos (3) y (2), las actividades relacionadas con la restauración de terrenos y propiedades afectadas por el proceso productivo (3) y (2).

Medio antrópico: salud y seguridad

Las actividades que causan impactos triviales están relacionadas con la generación de ruido (3), generación de residuos (3) y generación de gases (3).

4.4.5.1 Cantidad de impactos generados en la etapa de cierre.

Tabla 29: Cantidad de impactos generados en la etapa de cierre.

Etapa	Tarea	Triviales	Necesita atención.	Críticos
Cierre de obras	Retiro de baños químicos portátiles	1	0	0
	Retiro de maquinaria pesada y señalización	2	3	0
	Desmantelamiento del almacén de RRSS	2	1	0
	Recomposición del área	1	0	0
	Limpieza del área	1	2	0
	Mano de obra	0	2	0
	Traslado de máquinas, herramientas y equipos de trabajo	4	4	0
Cierre o abandono del proyecto	Desmantelamiento de instalaciones	4	5	0
	Recomposición del área	1	0	0
	Limpieza del área	1	2	0
	Mano de obra	0	2	0
Total		17	21	0

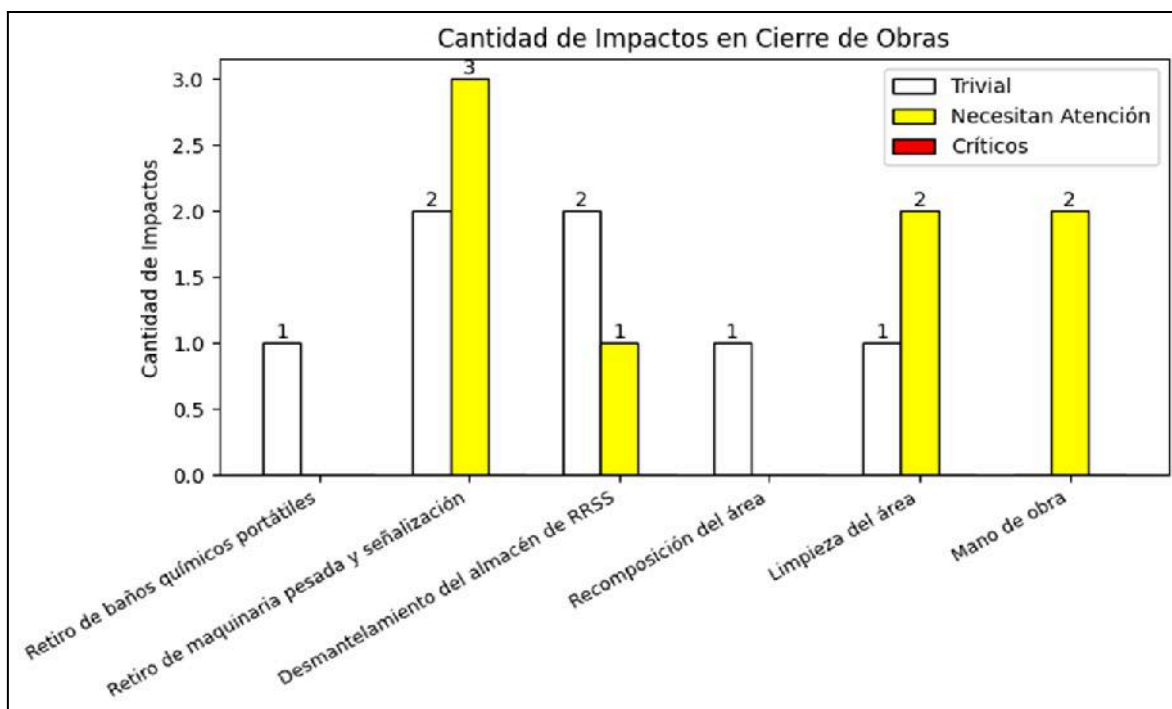


Figura 22: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de cierre de obra.

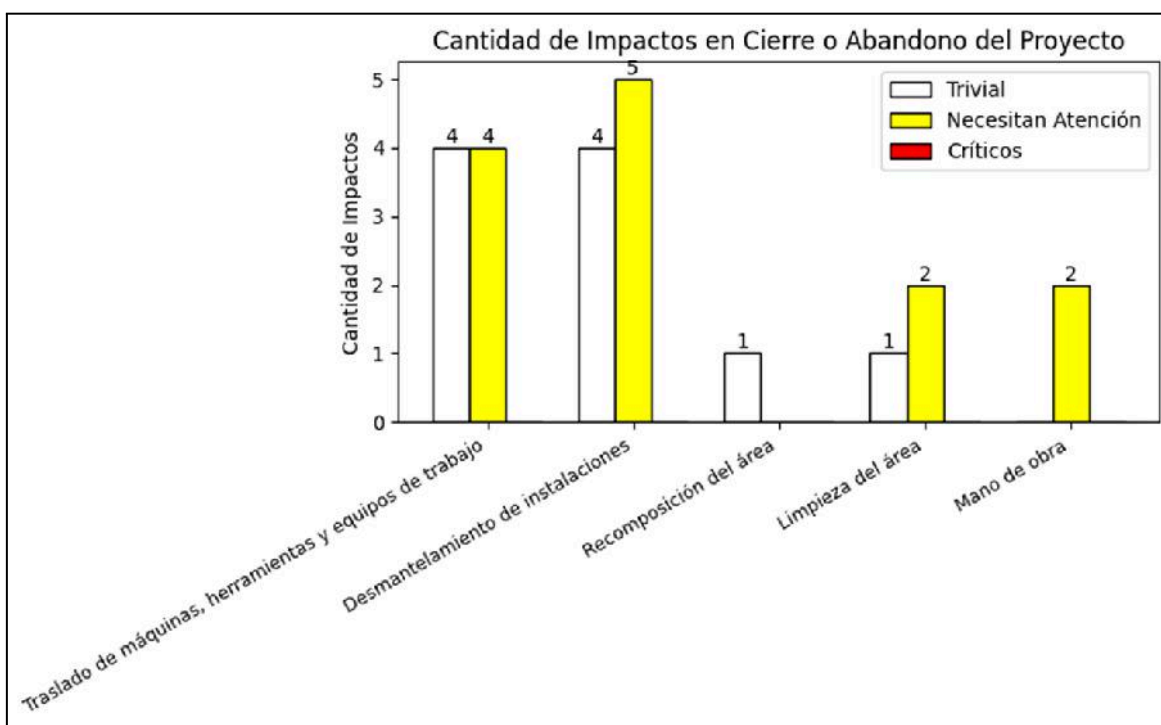


Figura 23: Cantidad de impactos por tarea en la etapa de cierre de proyecto.

Según la tabla 29 y figura 22, en la etapa de cierre de obras, la tarea que más impactos que necesitan atención es el retiro de maquinaria, con 3 impactos; la limpieza del área

cuenta con 2 impactos, la mano de obra cuenta con 2 impactos positivos y, finalmente, el desmantelamiento del almacén de RRSS cuenta con 1 impacto.

Los impactos triviales están presentes en el retiro de maquinaria y señalización con 2 impactos; el desmantelamiento del almacén de RRSS tiene 2 impactos; el retiro de baños químicos portátiles (1); la recomposición del área tiene 1 impacto y, finalmente, la limpieza del área tiene 1 impacto positivo.

Según la tabla 29 y figura 23, en la etapa de cierre o abandono del proyecto, las tareas con más impactos que necesitan atención son el desmantelamiento de instalaciones con 5 impactos, el traslado de maquinarias, herramientas y equipos de trabajo con 4 impactos, la limpieza con 2 impactos y la mano de obra con 2 impactos positivos.

Los impactos triviales se producen en las tareas de traslado de maquinarias, herramientas y equipos de trabajo con 4 impactos, desmantelamiento de instalaciones con 4 impactos, recomposición del área con 1 impacto y, finalmente, la limpieza del área con 1 impacto.

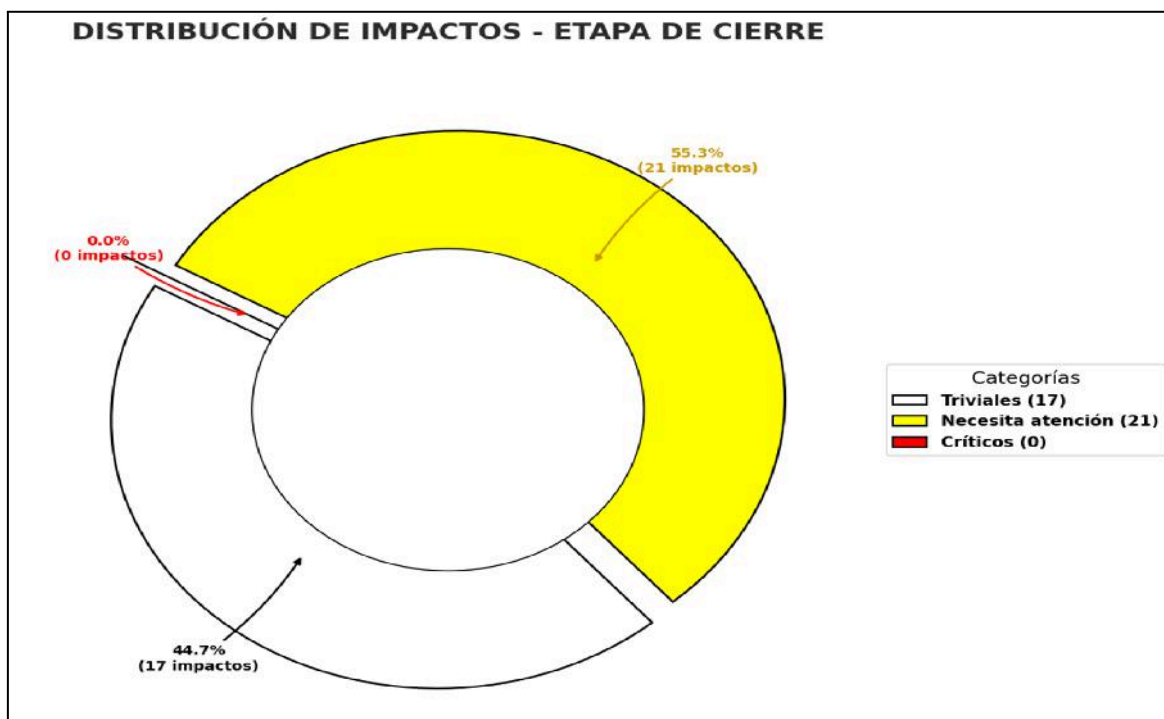


Figura 24: Distribución de impactos en la etapa de cierre de proyecto.

Según la figura 24, en la etapa de construcción podemos afirmar lo siguiente:

Los impactos críticos (0% - rojos) no evidencian impactos de alta prioridad.

Los impactos que necesitan atención (47.1% - amarillos) representan 8 impactos, los cuales necesitan ser monitorizados y evaluados permanentemente para evitar su escalamiento.

Los impactos triviales (52.9% - blancos) representan 9 impactos que no tienen importancia inmediata; deben ser monitorizados para documentar su evolución.

Tabla 30: Cantidad de impactos generados en la etapa de cierre por componente ambiental.

Tipo de impacto	Aire	Suelo	Agua	Flora	Fauna	Social	Económico	Salud y seguridad
Trivial	1	0	0	0	1	0	6	9
Necesita atención.	7	7	0	0	3	0	4	0
Crítico	0	0	0	0	0	0	0	0

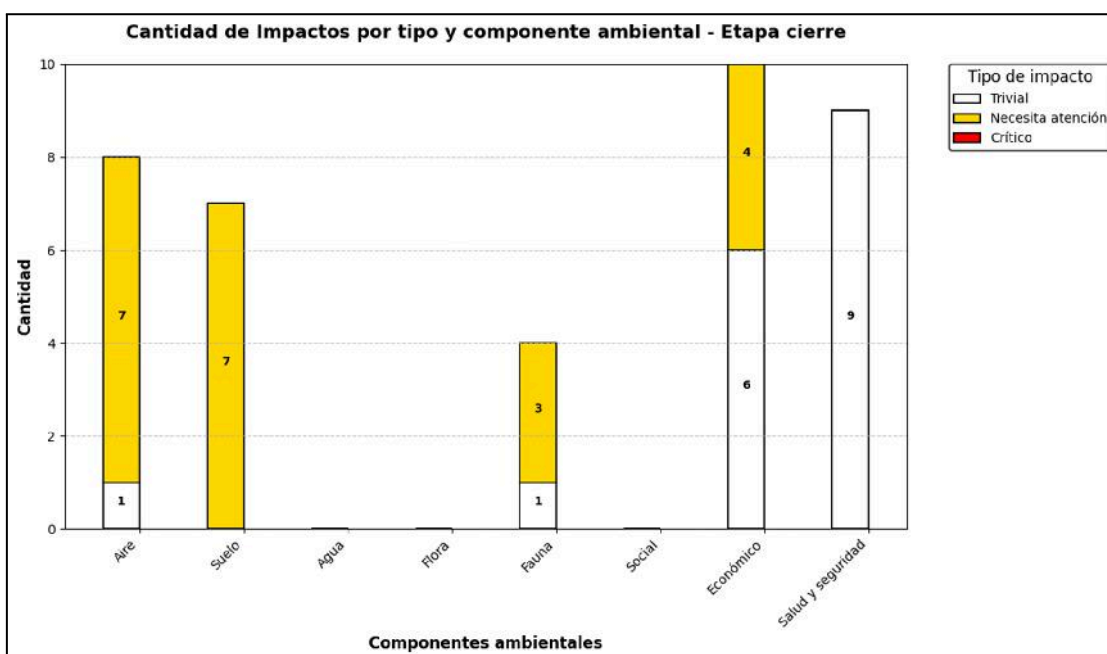


Figura 25: Cantidad de impactos por componente ambiental en la etapa de cierre.

De acuerdo a la tabla 30 y figura 25 podemos decir lo siguiente:

Los impactos que necesitan atención afectan en mayor medida al componente físico-aire con 7 impactos, seguido del componente físico-suelo con 7 impactos, el componente antrópico-económico con 4 impactos; finalmente, el componente biológico-fauna es afectado por 3 impactos.

Los impactos triviales afectan en mayor medida al componente antrópico - salud y seguridad con 9 impactos, seguido del componente antrópico - económico con 6 impactos.

4.4.6. RESUMEN DE LA CANTIDAD DE IMPACTOS DEL PROYECTO

Tabla 31: Resumen de la cantidad de impactos del proyecto.

Etapa	Trivial	Necesita atención.	Críticos
Planificación	12	16	0
Construcción	85	102	4
Operación	10	10	0
Mantenimiento	9	9	0
Cierre	17	21	0
Total	133	158	4

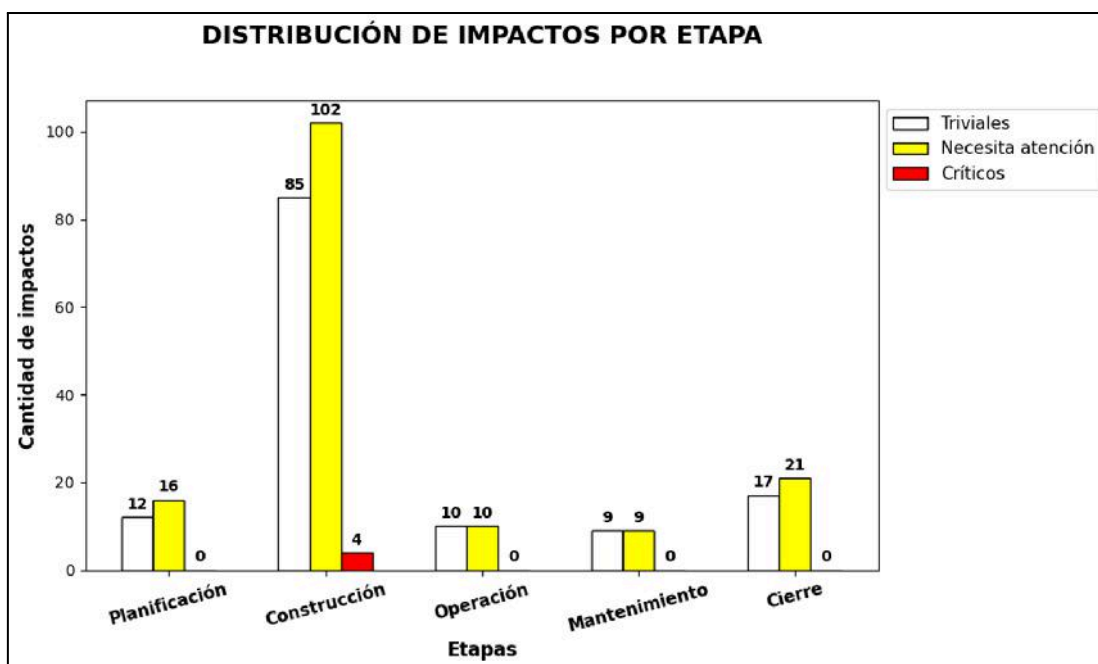


Figura 26: Distribución de impactos por etapa del proyecto.

Como se puede apreciar según la Tabla 31 y la Figura 26, en la etapa de construcción, se encuentran la mayor cantidad de impactos entre críticos (4) y los que necesitan atención (102).

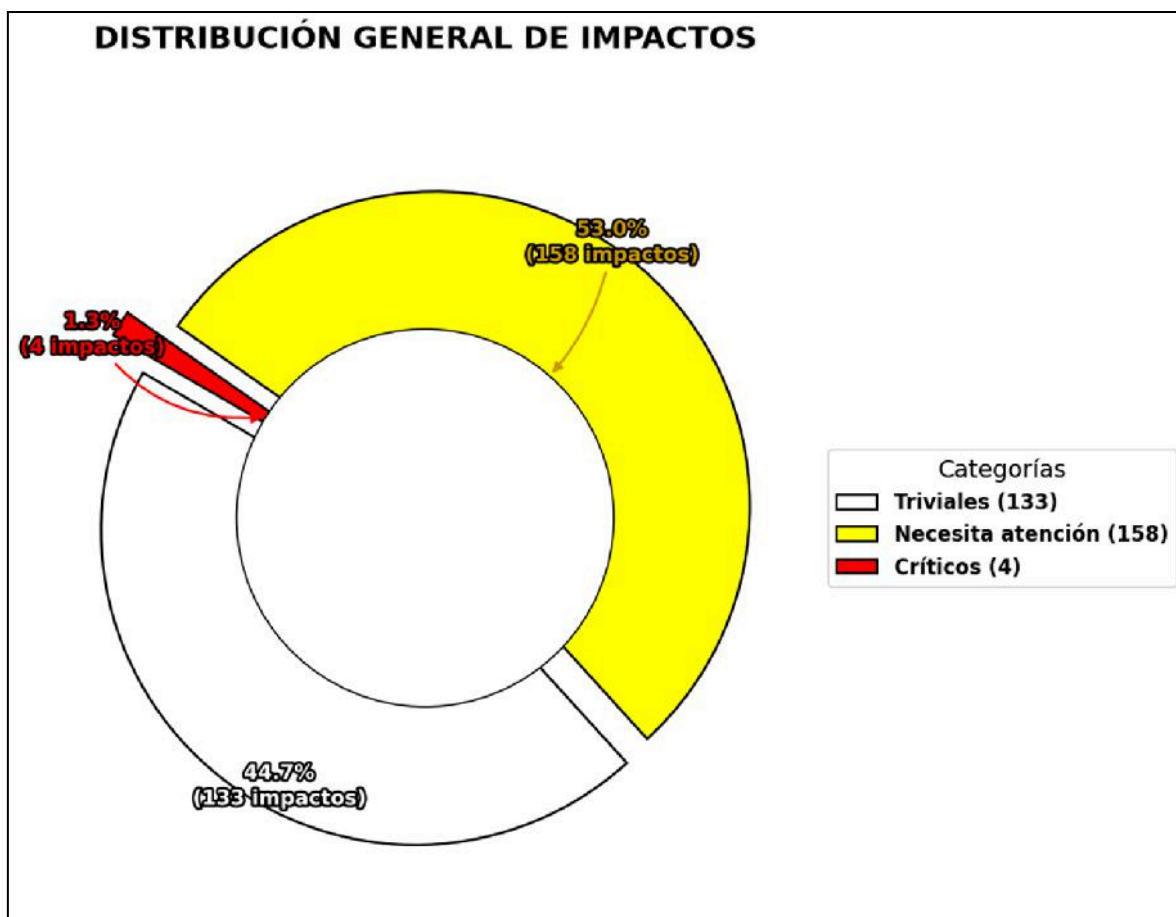


Figura 27: Distribución general de impactos del proyecto.

De acuerdo con la figura 27, observamos que del total de impactos 1,3% corresponde a los impactos críticos, 53,0% a los impactos que necesitan atención y 44,7% corresponde a los impactos triviales.

Tabla 31: Resumen de la cantidad de impactos del proyecto por componente ambiental.

Tipo de impacto	Aire	Suelo	Agua	Flora	Fauna	Social	Económico	Salud y seguridad
Trivial total	2	0	8	2	18	1	33	73
Necesita atención total.	47	62	3	0	15	17	13	0
Crítico total	4	0	0	0	0	0	0	0

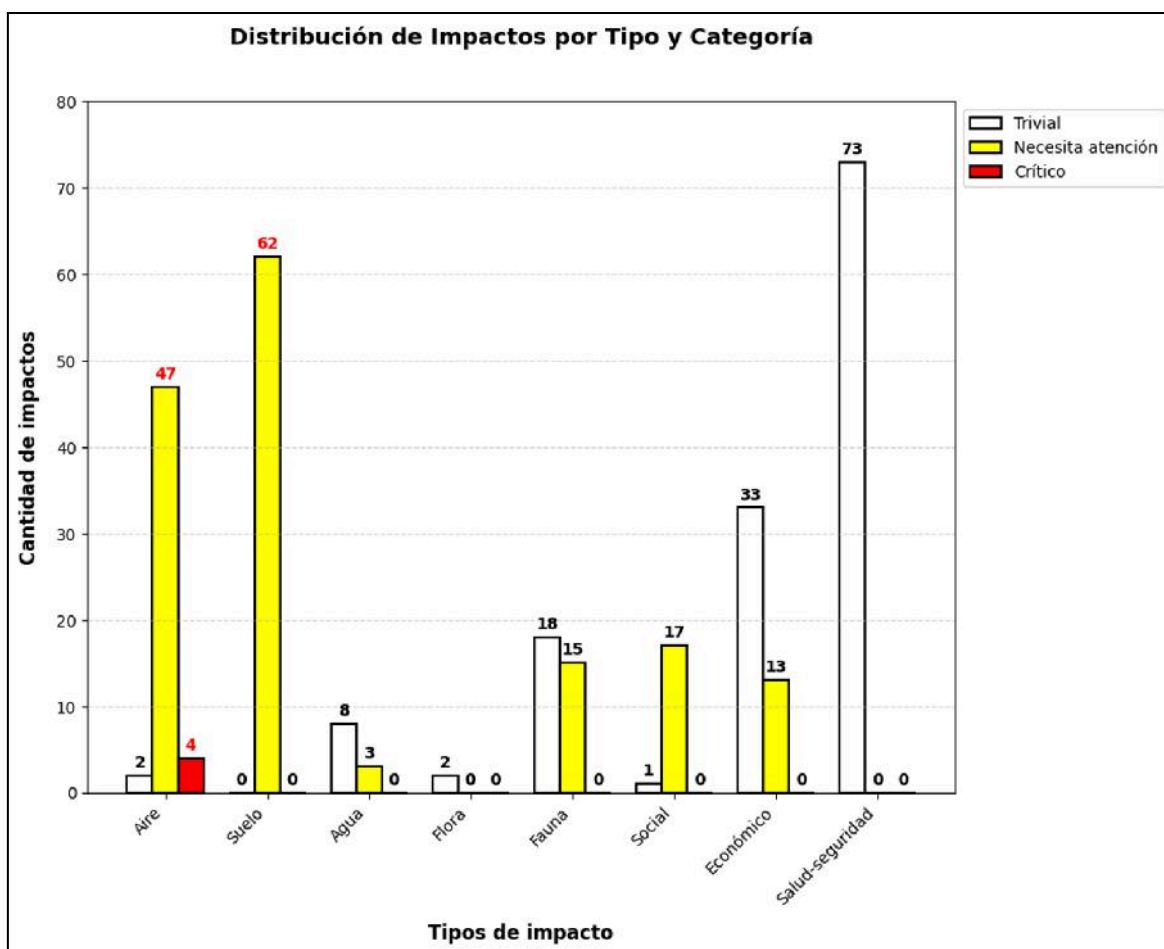


Figura 28: Distribución general de impactos del proyecto por componente.

Conforme a la Tabla 31 y la Figura 28, podemos observar que el componente físico suelo es el componente con mayor cantidad de impactos que necesitan atención (62), seguido del componente físico aire con 47 impactos que necesitan atención y 4 impactos críticos.

4.5. EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN CON LOS VALORES ECA RESULTADOS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS

4.5.1. MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

4.5.1.1. Material particulado PM10 y PM2.5

Tabla 32: Resultados de monitoreo de calidad de aire para material particulado.

TIPO DE MONITOREO	FECHA	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
LÍNEA DE BASE	27/02/2020	12,60	4,55
MONITOREO I	08/07/2021	61,32	11,48
MONITOREO II	29/09/2021	57,64	29,38
MONITOREO III	14/01/2022	14,66	9,37
MONITOREO IV	12/04/2022	20,55	6,25
ECA AIRE		100	50

Nota: ECA AIRE, según DS 003-2017-MINAM, aprueba estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y establece disposiciones complementarias. Elaborado a partir del PAMA (OPETI, 2020), informes de monitoreo 214859, 217087, 220313 y 225799 (anexo 06).

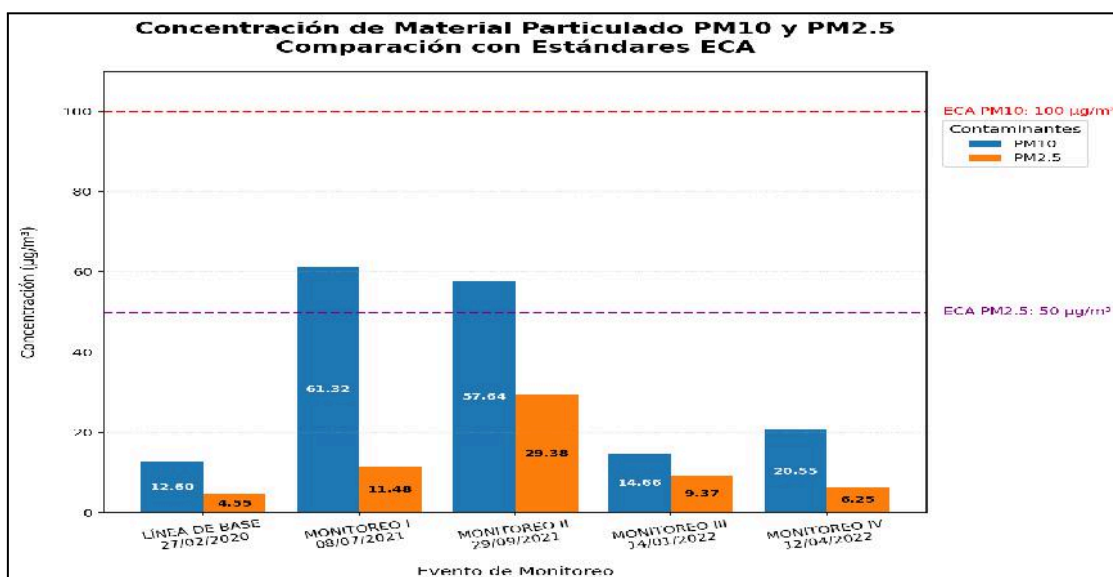


Figura 29: Resultados del monitoreo de calidad de aire para material particulado PM10 y PM2.5. y su comparación con los valores ECA

Como se puede apreciar de acuerdo a la tabla 32, los valores de PM10 en todas las mediciones están por debajo de los valores del ECA de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecidos en la normativa vigente según D.S 003-2017-MINAM. En el caso de los valores de PM2.5, de igual manera se encuentran dentro de los valores aceptables de calidad ambiental, estando por debajo del valor de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del ECA correspondiente.

Por otro lado, según la figura 29, durante los monitoreos I y II, se observa un incremento en los valores obtenidos en PM10 y PM2.5. Esto se puede explicar por factores estacionales, pues en esa época del año se presenta la menor cantidad de precipitación pluvial, como se evidencia en la figura 4. En contraste, para los monitoreos III y IV, donde estacionalmente se tiene la mayor cantidad de precipitación pluvial, se tienen valores más cercanos al realizado en la línea de base.

De los resultados obtenidos se determinó que la calidad de aire para material particulado PM10 y PM2.5 cumple con los estándares de calidad ambiental.

4.2.1.2 Soluciones captadoras SO_2 , NO_2 y CO

Tabla 33: Resultados del monitoreo de calidad de aire para soluciones captadoras SO_2 , NO_2 , CO.

TIPO DE MONITOREO	FECHA	SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
LÍNEA DE BASE	27/02/2020	<12,50	<8,75	4402,2
MONITOREO I	08/07/2021	<12,50	<8,75	<652
MONITOREO II	29/09/2021	<12,50	<8,75	<652
MONITOREO III	14/01/2022	<12,50	<8,75	<652
MONITOREO IV	12/04/2022	<12,50	<8,75	<652
ECA AIRE		250	200	10000

Nota: ECA Aire, según DS 003-2017-MINAM, aprueba estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y establece disposiciones complementarias cuyos valores son $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el SO_2 , $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el NO_2 y $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el CO. El símbolo < significa que la lectura estuvo por debajo del límite de detección del equipo/método utilizado en la

medición. Elaborado a partir del PAMA (OPETI, 2020), informes de monitoreo 214859, 217087, 220313 y 225799 (anexo 06).

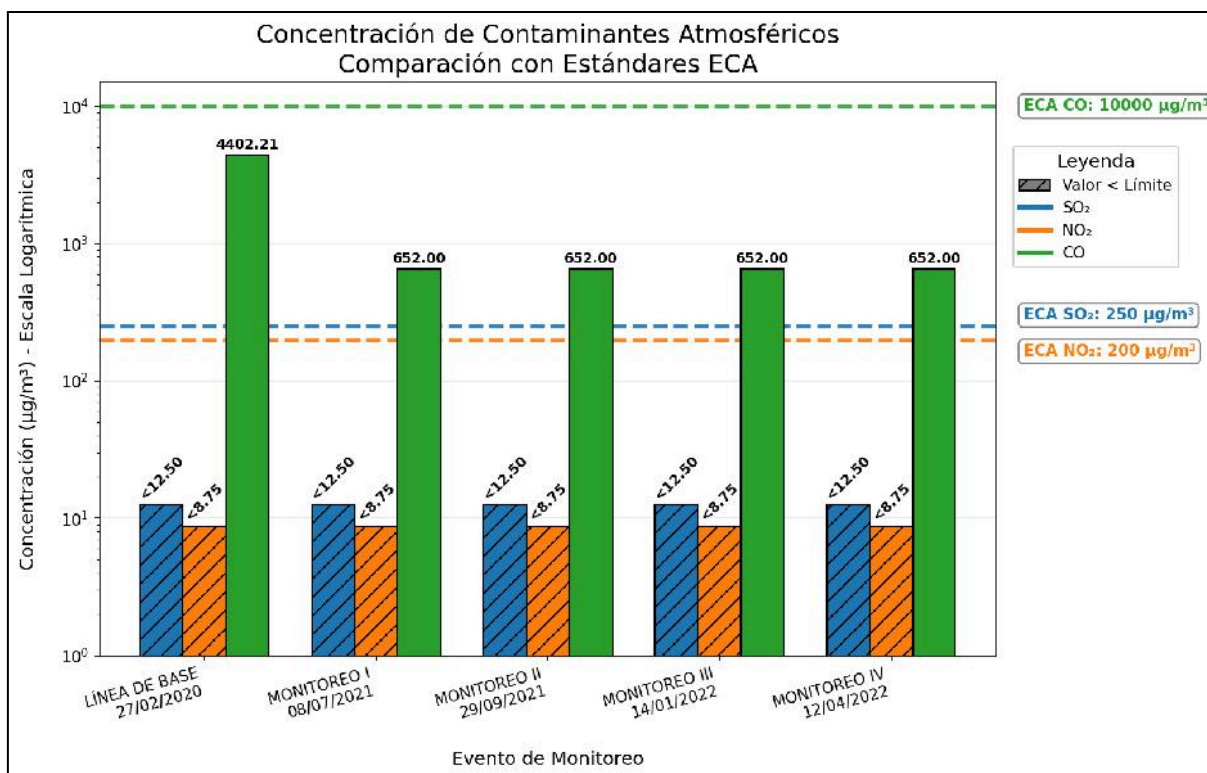


Figura 30: Resultados del monitoreo de calidad de aire para soluciones captadoras correspondientes al dióxido de azufre SO₂, dióxido de nitrógeno NO₂ y monóxido de carbono CO.

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 33 y graficados en la figura 30, los valores de SO₂ siempre estuvieron por debajo del límite de detección del equipo (<12.50 µg/m³), lo que implica que las concentraciones de SO₂ estuvieron por debajo de 250 µg/m³, valor correspondiente al ECA aire de acuerdo al D.S 003-2017-MINAM.

De manera similar, en el caso de NO₂, según los resultados obtenidos presentados en la tabla 33 y graficados en la figura 30, estuvieron por debajo del límite de detección del equipo (<8.75 µg/m³), lo que nos indica que está por debajo de 200 µg/m³ estipulado en el ECA aire D.S 003-2017-MINAM.

Respecto al CO, según los resultados de la tabla 33 y su representación en la figura 30, se tiene un valor máximo en el monitoreo de línea de base correspondiente a 4402.2 µg/m³, que aún se considera que está por debajo del valor de 10000 µg/m³ según el ECA

aire correspondiente de acuerdo a D.S. 003-2017-MINAM. Por otra parte, los resultados obtenidos en los monitoreos I, II, III y IV tienen valores por debajo del límite de detección ($<652.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lo que señala que está muy por debajo del ECA mencionado.

Conforme a los resultados obtenidos, podemos afirmar que los niveles de SO_2 y NO_2 no sufren variación a lo largo del tiempo; de manera similar se comporta el CO y, al estar por debajo del límite de detección del equipo, no configura un riesgo potencial a la calidad de aire en la zona monitoreada.

4.5.2. MONITOREO DE CALIDAD DEL SUELO

4.5.2.1. Calidad del suelo - Inorgánicos - Cianuro libre

Tabla 34: Resultados del monitoreo de calidad del suelo para cianuro libre.

TIPO DE MONITOREO	PUNTO DE MONITOREO	DE FECHA	CIANURO LIBRE (mg/Kg - PS)
	MSI-01		<0.8
LÍNEA DE BASE	MSI-02	27/02/2020	<0.8
	MSI-03		<0.8
	MSI-01		<0.193
MONITOREO I	MSI-02	08/07/2021	<0.193
	MSI-03		<0.193
	MSI-01		<0.193
MONITOREO II	MSI-02	29/09/2021	<0.193
	MSI-03		<0.193
	MSI-01		<0.193
MONITOREO III	MSI-02	14/01/2022	<0.193
	MSI-03		<0.193
	MSI-01		<0.193
MONITOREO IV	MSI-02	12/04/2022	<0.193
	MSI-03		<0.193

ECA SUELO

0,9

Nota: ECA Suelo, según D.S. 011-2017-MINAM, aprueba estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo correspondiente a compuestos inorgánicos: cianuro libre para suelos residenciales y parques. El símbolo < significa que la lectura estuvo por debajo del límite de detección del equipo/método utilizado en la medición. Elaborado a partir del PAMA (OPETI, 2020), informes de monitoreo 21477, 217183, 220311 y 225792 (anexo 06).

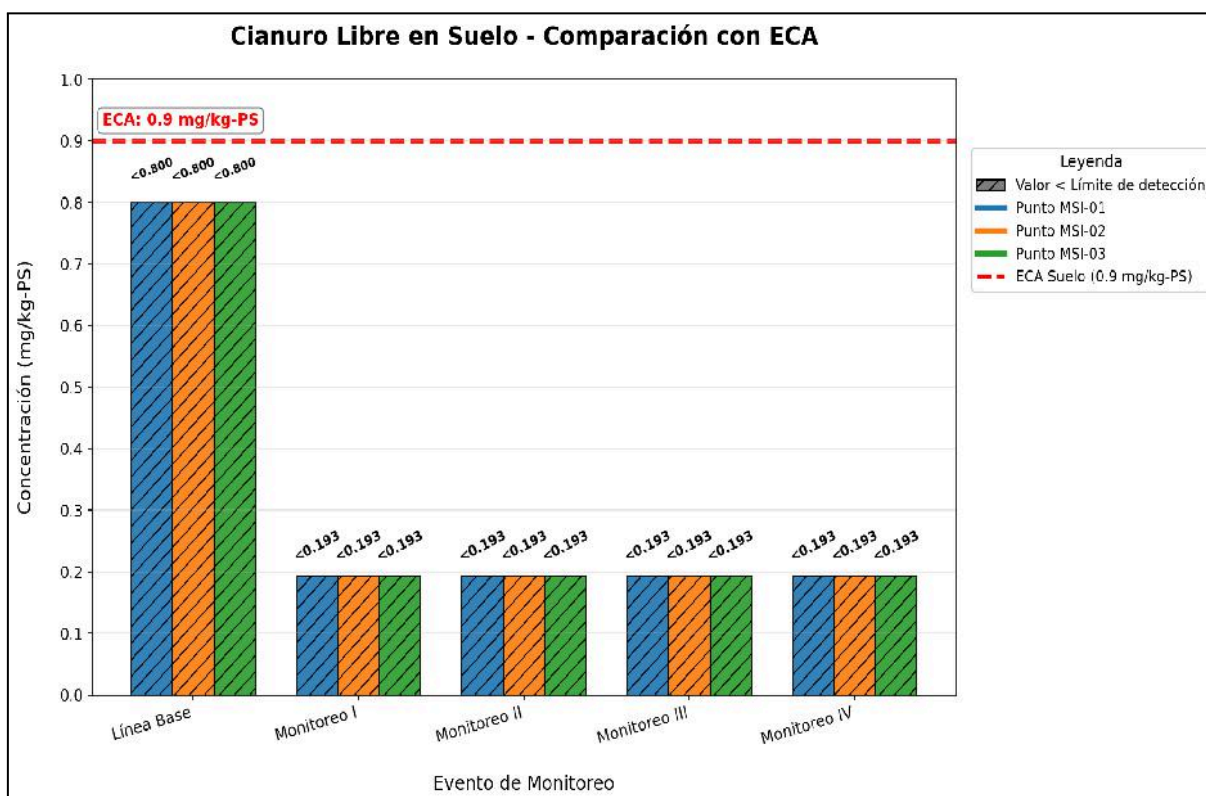


Figura 31: Resultados del monitoreo de calidad del suelo correspondiente a cianuro libre, de acuerdo a la duración del proyecto.

Conforme a los resultados presentados en la tabla 34 y figura 31, evidencia que las mediciones efectuadas están por debajo del límite de detección del equipo y en todos los casos por debajo del límite establecido en el D.S 011-2017-MINAM de 0,9 mg/Kg - PS de cianuro libre.

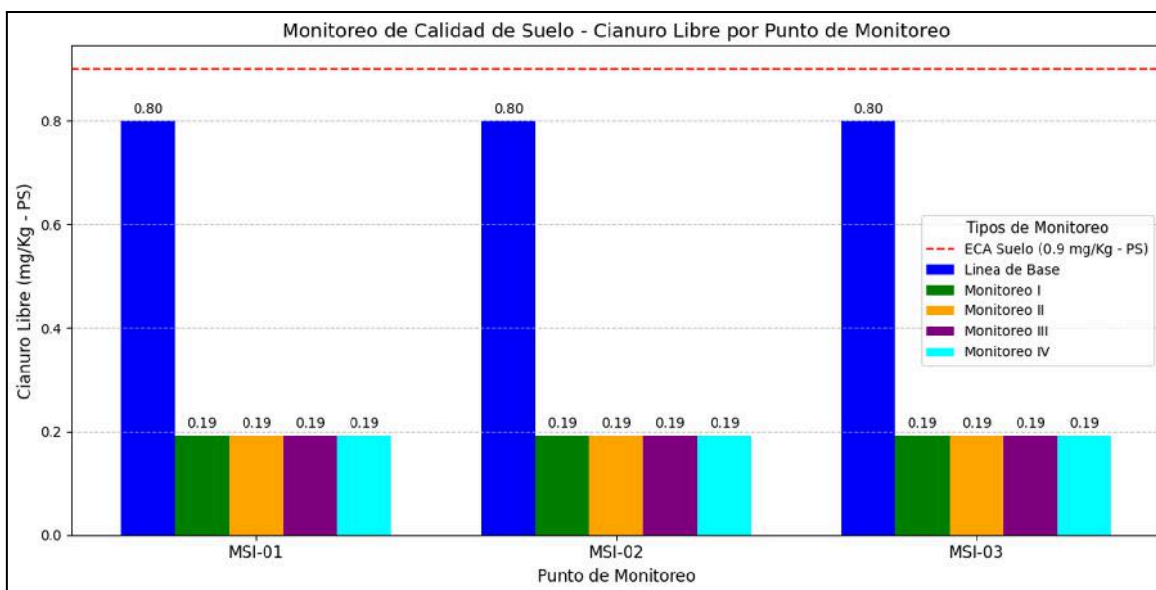


Figura 32: Evolución temporal de la concentración de cianuro libre según el punto de monitoreo.

En la figura 32, respecto a la evolución de la concentración de cianuro libre a lo largo del horizonte de trabajo, no se tuvo mayor variación y se mantuvieron por debajo del límite de detección. Esto se puede explicar al cambio de metodología; en el caso de la línea de base se utilizó el método SMEWW-APHA AWWA WEF part 4500-CN J, A 23° edición y para los monitoreos I, II, III y IV se usó el método EPA 9013A SMEWW-APHA AWWA WEF part 4500-CN C,F.

4.5.2.2. Calidad del suelo - Inorgánicos - Metales

Tabla 35: Resultados del monitoreo de calidad de suelo para metales pesados: arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo y mercurio.

TIPO DE MONITOREO	PUNTO DE MONITOREO	FECHA	ARSÉNICO	BARIO	CADMIO	CROMO	PLOMO	MERCURIO
LÍNEA DE BASE	MSI-01	27/02/2020	<1.4	1098	<0.50	13,70	49,73	<0.08
	MSI-02		<1.4	1490	<0.50	12,99	55,92	<0.08
	MSI-03		<1.4	603	<0.50	7,72	52,01	<0.08

MONITO	MSI-01	8/07/202	<2.21	168,3	1,05	7,13	59,70	<1.00
REO I	MSI-02	1	<2.21	119,2	0,79	6,99	4,58	<1.00
	MSI-03		8,99	176,4	1,18	7,65	8,68	<1.00
MONITO	MSI-01	29/09/20	<5.93	142,7	1,54	19,52	14,08	<1.00
REO II	MSI-02	21	<5.93	122,4	1,65	23,83	17,59	<1.00
	MSI-03		10,49	154,1	2,38	19,02	32,33	<1.00
MONITO	MSI-01	14/01/20	<5.93	152,9	3,95	9,28	10,42	8,75
REO III	MSI-02	22	11,21	98,35	1,93	10,65	10,37	8,39
	MSI-03		30,9	166,3	2,12	18,91	20,68	8,27
MONITO	MSI-01	12/04/20	<5.93	142,7	1,05	19,52	59,70	<1.00
REO IV	MSI-02	22	<5.93	122,4	0,79	23,83	4,58	<1.00
	MSI-03		10,49	154,1	1,18	19,02	8,68	<1.00
ECA SUELO			50	500	10	400	140	6,6

Nota: ECA Suelo, según D.S. 011-2017-MINAM, aprueba estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo correspondiente a compuestos inorgánicos-metales pesados en su categoría suelo residencial y parques. El símbolo < significa que la lectura estuvo por debajo del límite de detección del equipo/método utilizado en la medición. Elaborado a partir del PAMA (OPETI, 2020), informes de monitoreo 21477, 217183, 220311 y 225792 (anexo 06).

Arsénico

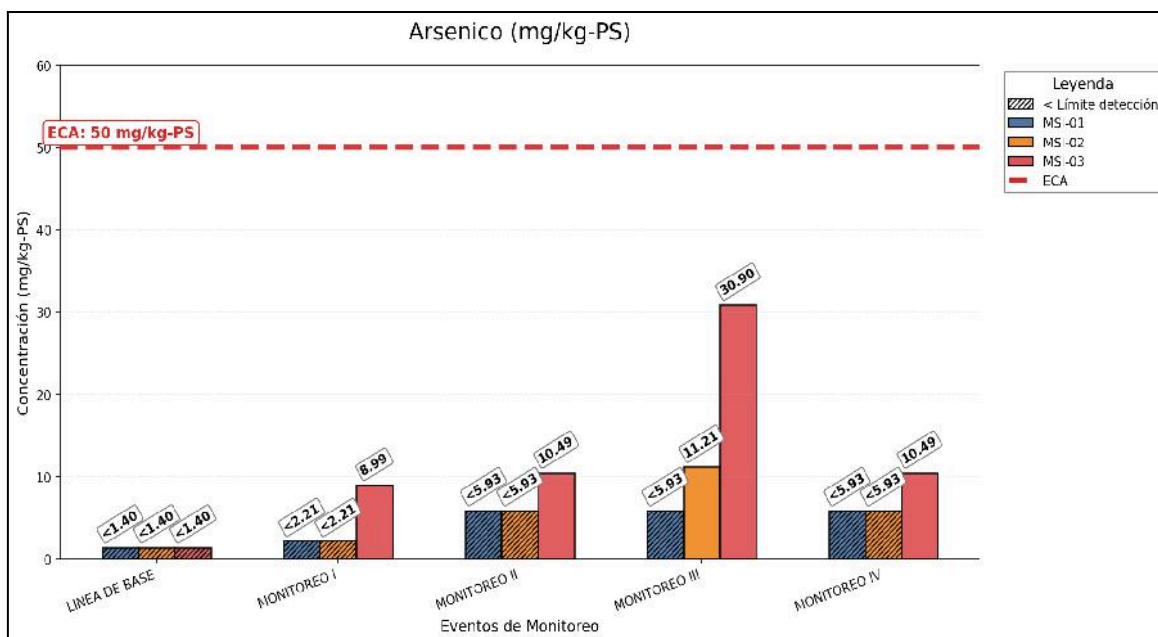


Figura 33: Resultados obtenidos para la medición de arsénico según el tipo de monitoreo.

Conforme a la tabla 35 y figura 33, podemos decir que los valores de arsénico estuvieron por debajo de los límites establecidos por el ECA suelo de acuerdo al D.S. 011-2017-MINAM, cuyo valor es de 50 mg/Kg - PS; en algunos casos estuvieron por debajo del límite de detección del método utilizado. Los puntos con mayor concentración de arsénico fueron el MSI-03, correspondiente a las zonas aledañas al cementerio general de llave, y el MSI-02 en la Av. Copacabana, cerca al parque Quspi.

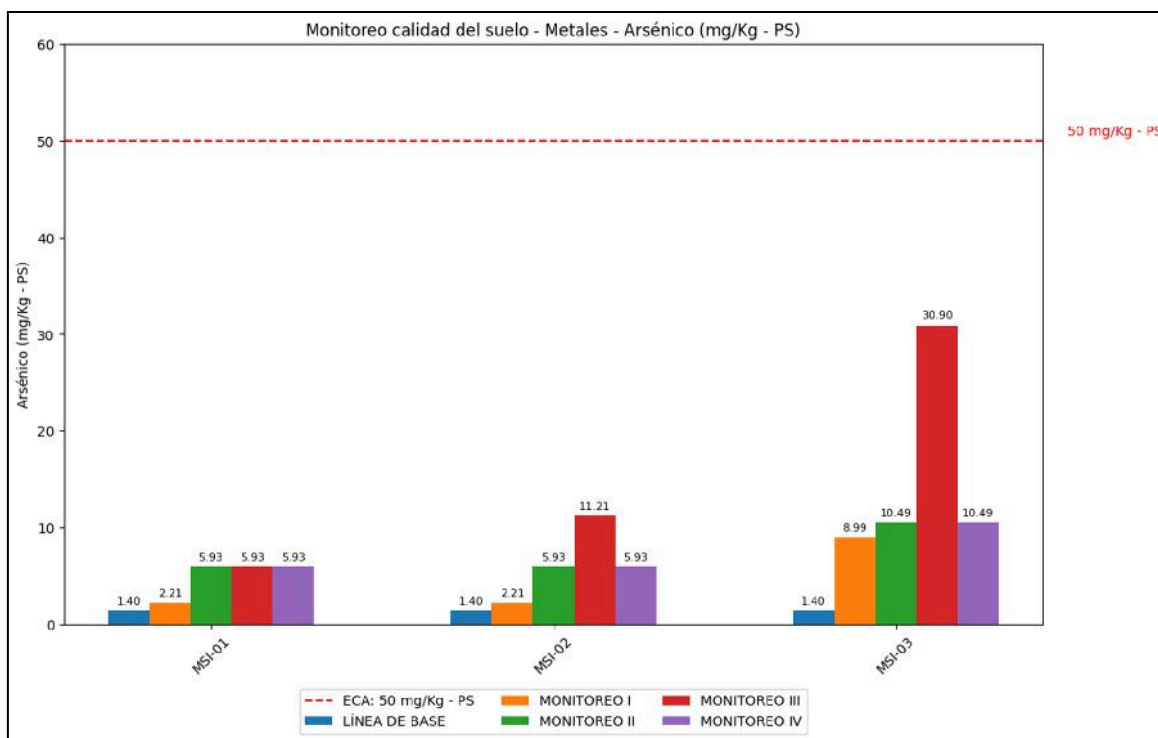


Figura 34: Evolución temporal de la concentración de arsénico por punto de muestreo.

De acuerdo a la figura 34, podemos decir que los 3 puntos de monitoreo cumplen con los valores requeridos en el ECA suelo para el arsénico 50 mg/Kg-PS. Adicionalmente, se observa un incremento de la concentración en el MSI-03 en el monitoreo III, por lo que debería estudiarse sobre las posibles fuentes de contaminación que están influyendo en ese incremento.

Bario

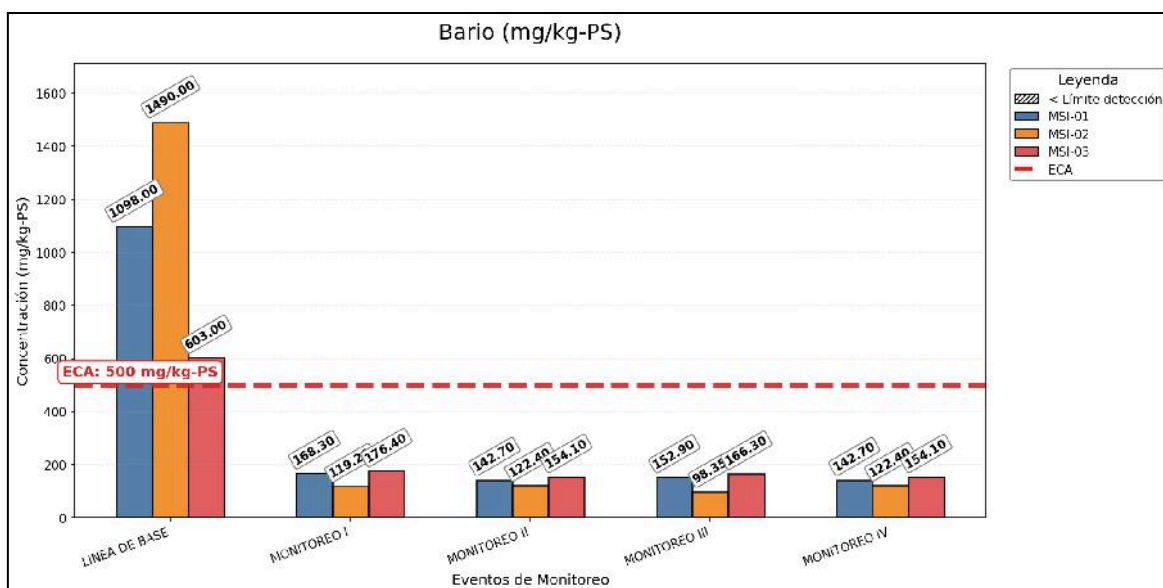


Figura 35: Resultados de la concentración de bario según el tipo de monitoreo.

De acuerdo a la figura 35, en el monitoreo realizado en la línea de base se pueden apreciar valores por encima de lo establecido en el ECA suelo para el bario 500 mg/Kg-PS, siendo el valor mayor correspondiente al punto MSI-02 con un valor de 1490 mg/Kg-PS. Posteriormente, se evidencia que los valores obtenidos están por debajo de este límite, lo que indica que no existe un riesgo significativo respecto al bario en los puntos de monitoreo.

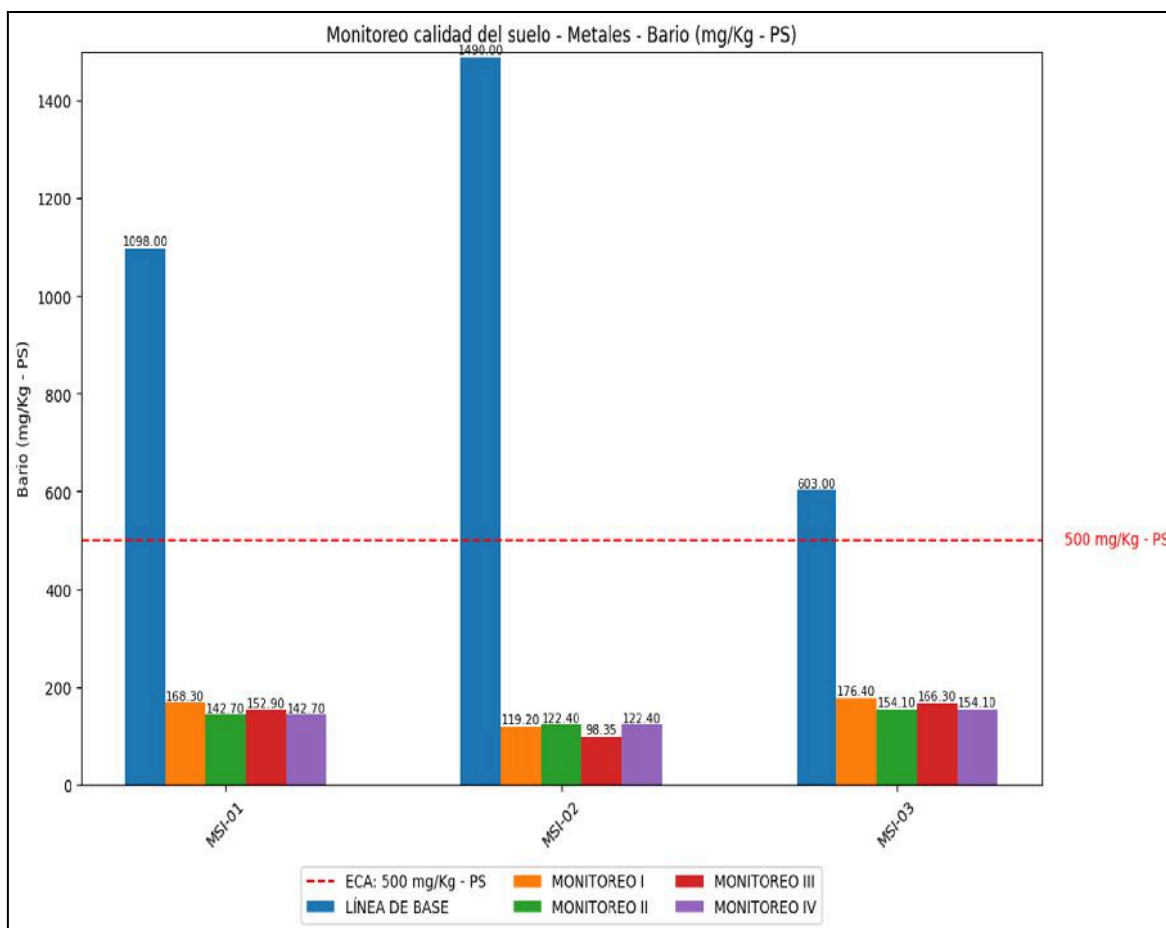


Figura 36: Evolución temporal de la concentración de bario según el punto de monitoreo. Según la figura 36, podemos apreciar que se tienen valores por encima de los establecidos en los ECA suelo para bario, específicamente en el monitoreo de línea de base con valores de 1098 mg/Kg-PS para el punto MSI-01, 1490 mg/Kg-PS para el punto MSI-02 y 603 mg/Kg-PS para el punto MSI-03. Estos valores descienden y se comportan de casi de manera constante conforme avanzó la obra, encontrándose por debajo del límite establecido por la norma de 500 mg/Kg-PS.

Cadmio

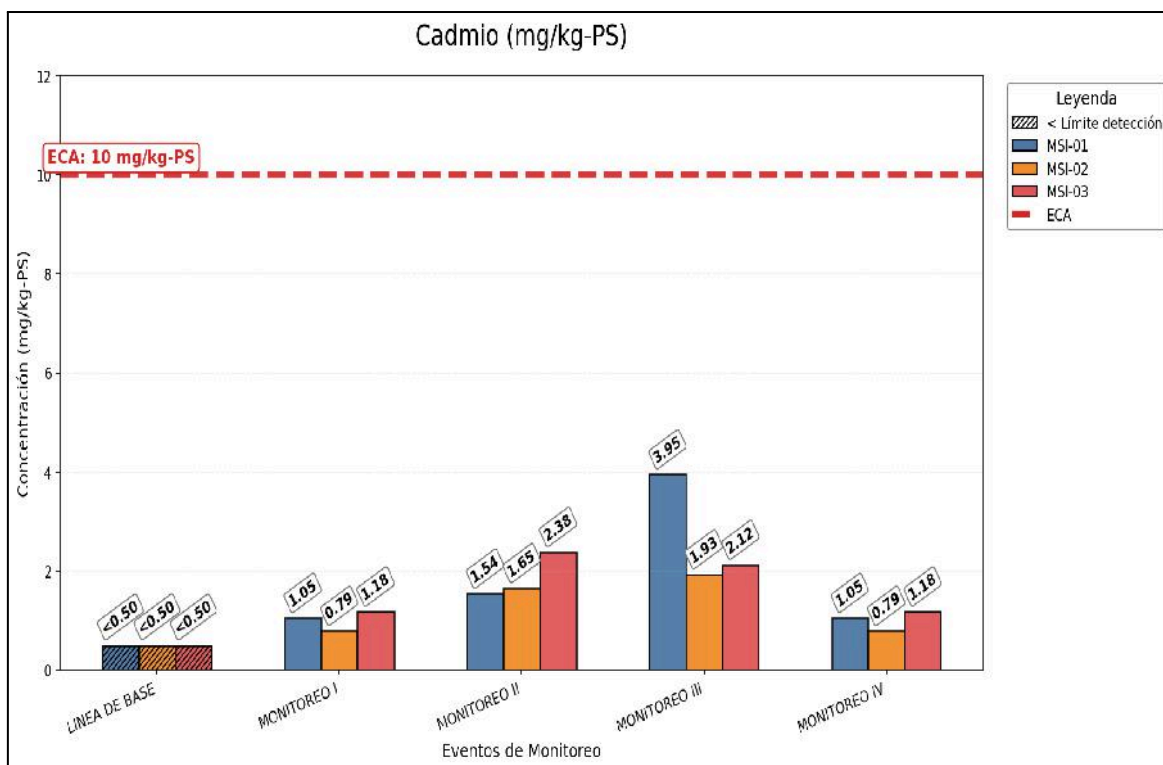


Figura 37: Resultados de la concentración de cadmio según el tipo de monitoreo.

El cadmio, según la figura 37, se mantiene por debajo de los límites establecidos en el ECA suelo para cadmio, cuyo valor es 10 mg/Kg-PS; en algunos casos estuvo por debajo del límite de detección del procedimiento utilizado.

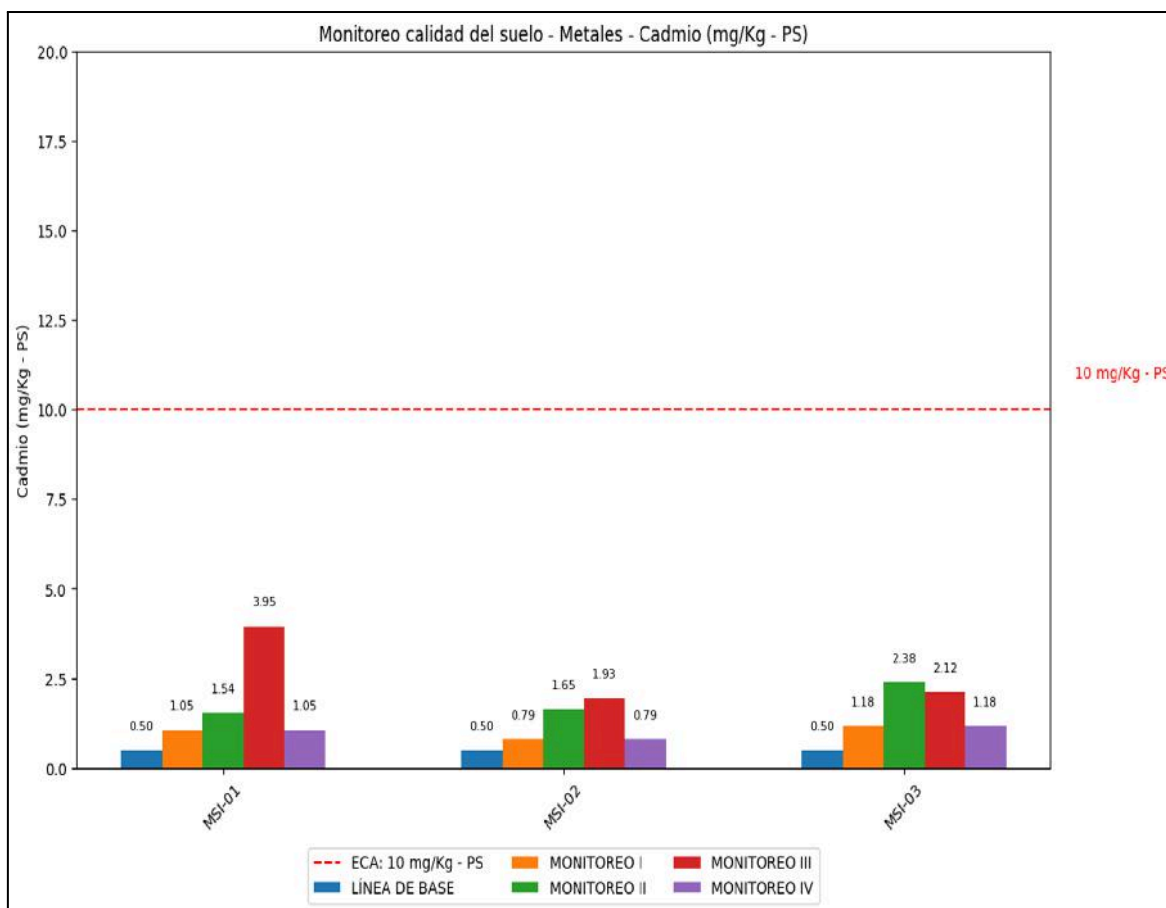


Figura 38: Evolución temporal de la concentración de cadmio según el punto de monitoreo.

Según la figura 38, se aprecia una tendencia de crecimiento en las concentraciones de cadmio, las cuales, a pesar de estar por debajo del límite establecido por los ECAs, deben estar en constante observación debido a los problemas ambientales y de salud asociados a la acumulación de cadmio.

Cromo

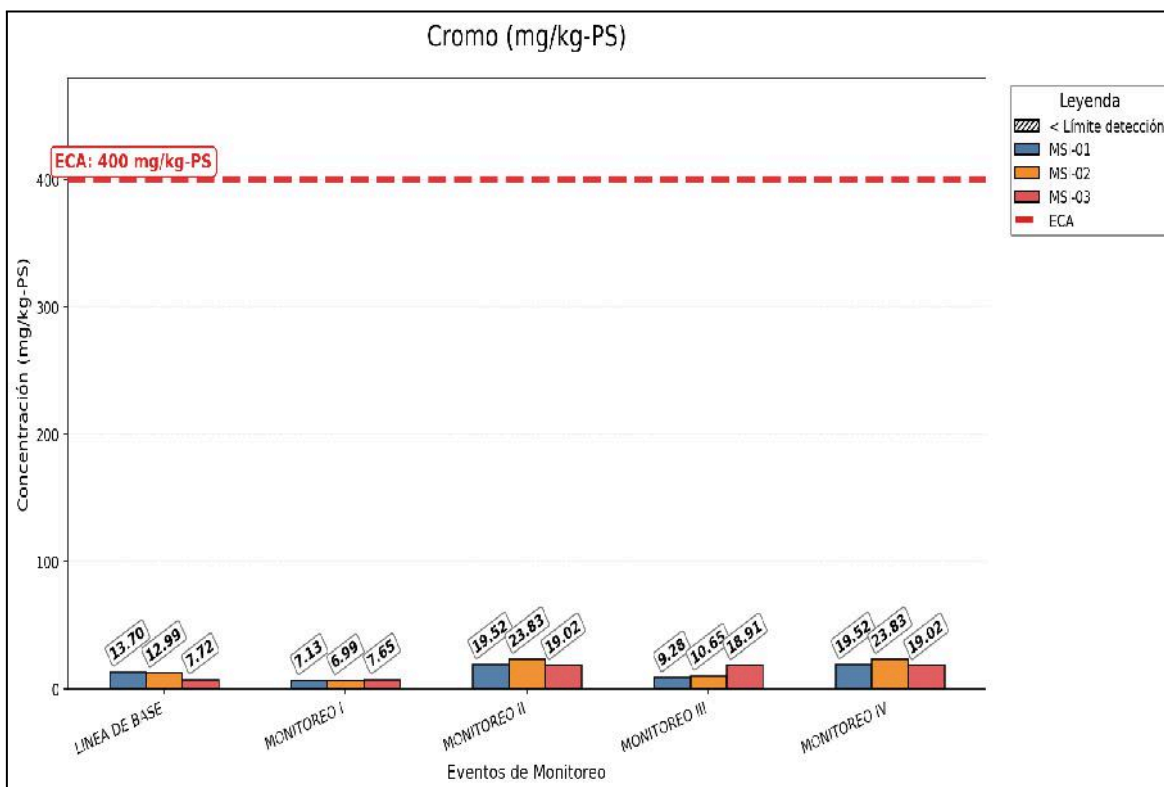


Figura 39: Resultados de la concentración de cromo según el tipo de monitoreo.

De acuerdo a la tabla 35 y figura 39, se tienen valores muy por debajo de lo establecido en los ECAs suelo para el cromo, cuyo valor es 400 mg/Kg-PS; en ninguno de los monitoreos se sobrepasa el valor de 24 mg/Kg-PS.

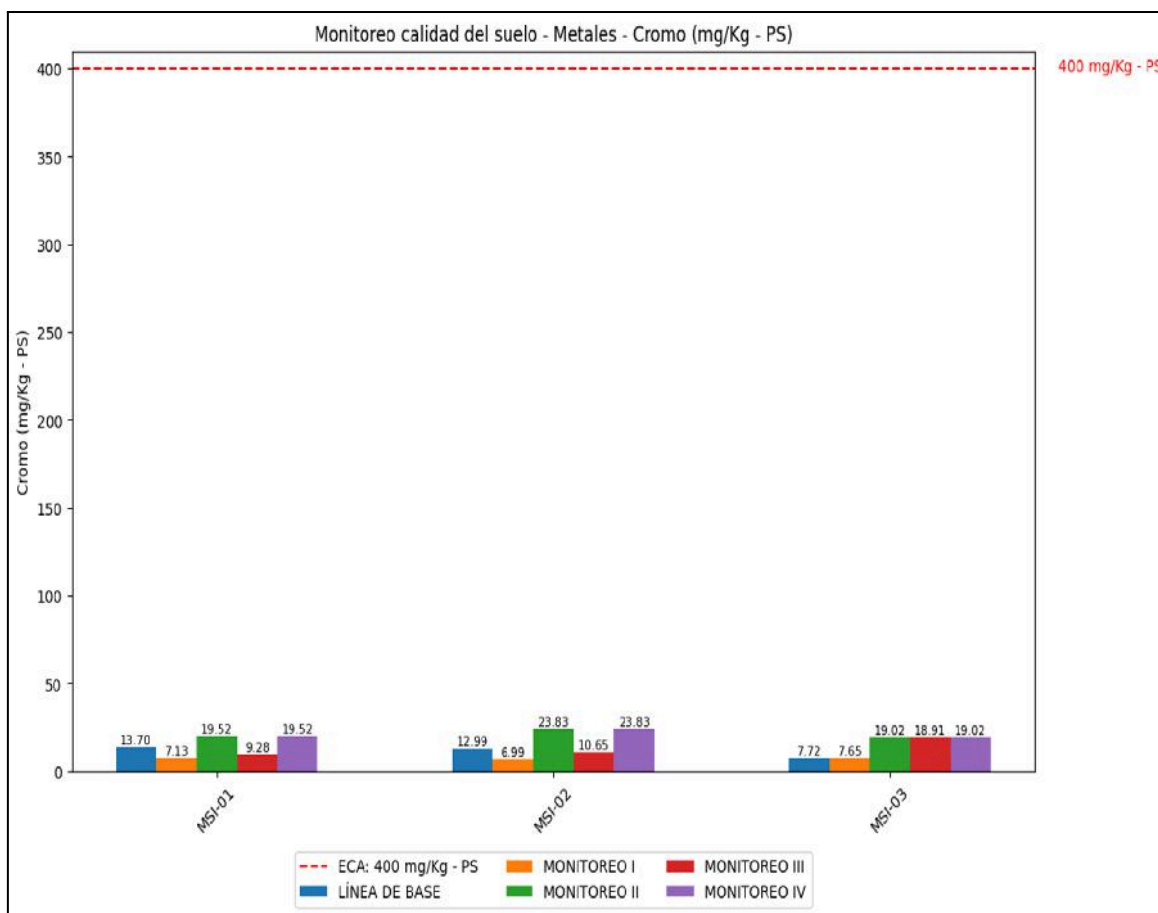


Figura 40: Evolución temporal de la concentración de cromo según el punto de monitoreo.

Según la figura 40, las concentraciones de cromo se comportan casi de manera constante, teniendo ligeras variaciones. A lo largo de la duración de la ejecución del proyecto, se observa que los niveles de cromo no representan un riesgo inmediato para la calidad del suelo residencial o de parques, lo que no representa preocupaciones inmediatas.

Plomo

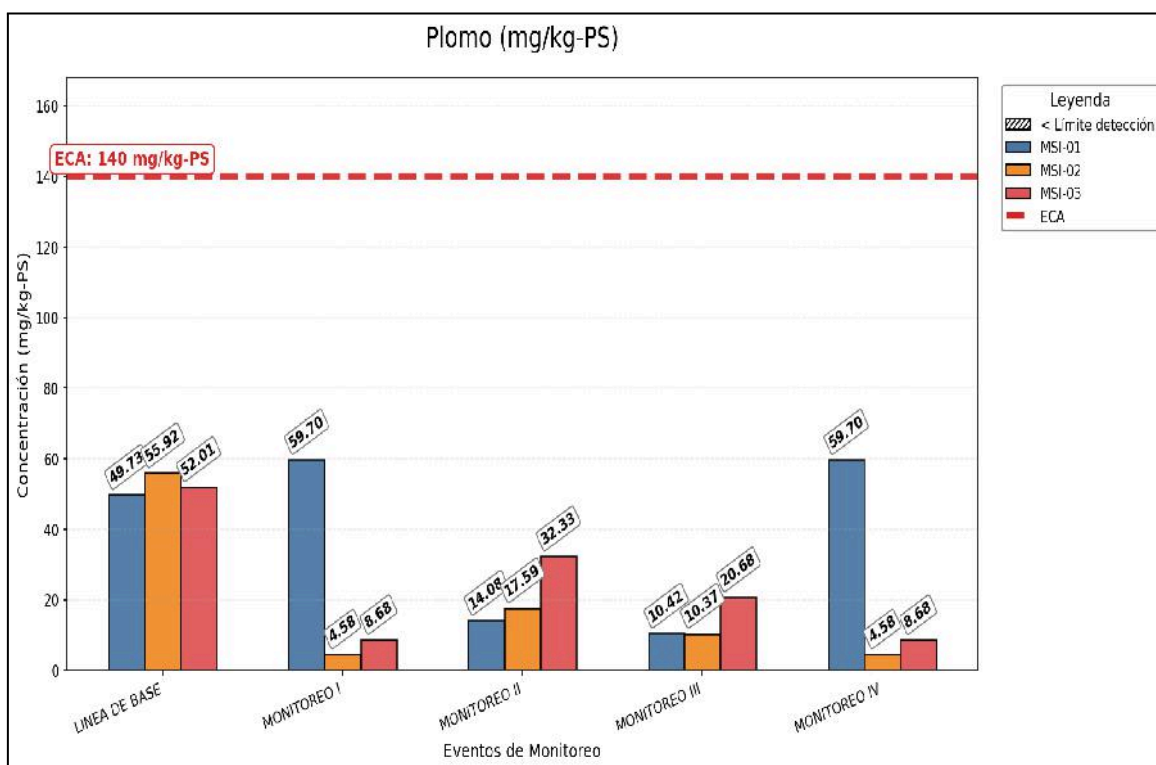


Figura 41: Resultados de la concentración de plomo según el tipo de monitoreo.

Como se puede apreciar de acuerdo a la tabla 35 y la figura 41, los valores obtenidos están por debajo del ECA suelo correspondiente al plomo, cuyo valor es 140 mg/Kg-PS. Los valores más elevados se encuentran en el monitoreo realizado en la línea de base con un máximo de 55.92 mg/Kg-PS; así mismo, el máximo valor alcanzado se encuentra en el punto MSI-01 con un valor de 59.70 mg/Kg-PS.

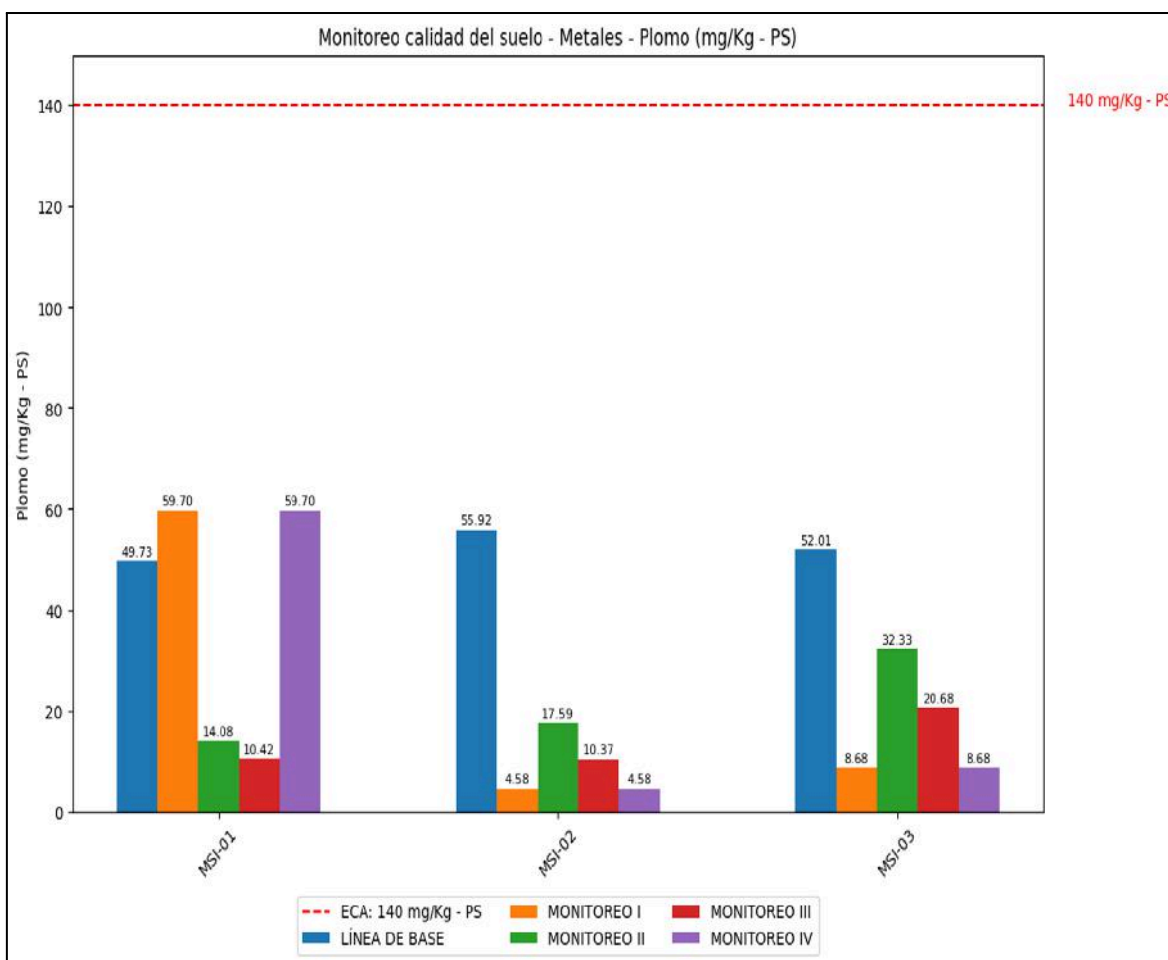


Figura 42: Evolución temporal de la concentración de plomo según el punto de monitoreo.

De acuerdo a la figura 42, la evolución temporal de la concentración de plomo es variable. En el caso del punto de monitoreo MSI-01, llega a un máximo de 59.70 mg/Kg-PS y tiene un mínimo de 10.42 mg/Kg-PS; para el MSI-02, tiene un máximo de 55.92 mg/Kg-PS y un mínimo de 4.58 mg/Kg-PS; finalmente, en el punto MSI-03, se tiene un máximo de 52.01 mg/Kg-PS y un mínimo de 8.68 mg/Kg-PS.

Mercurio

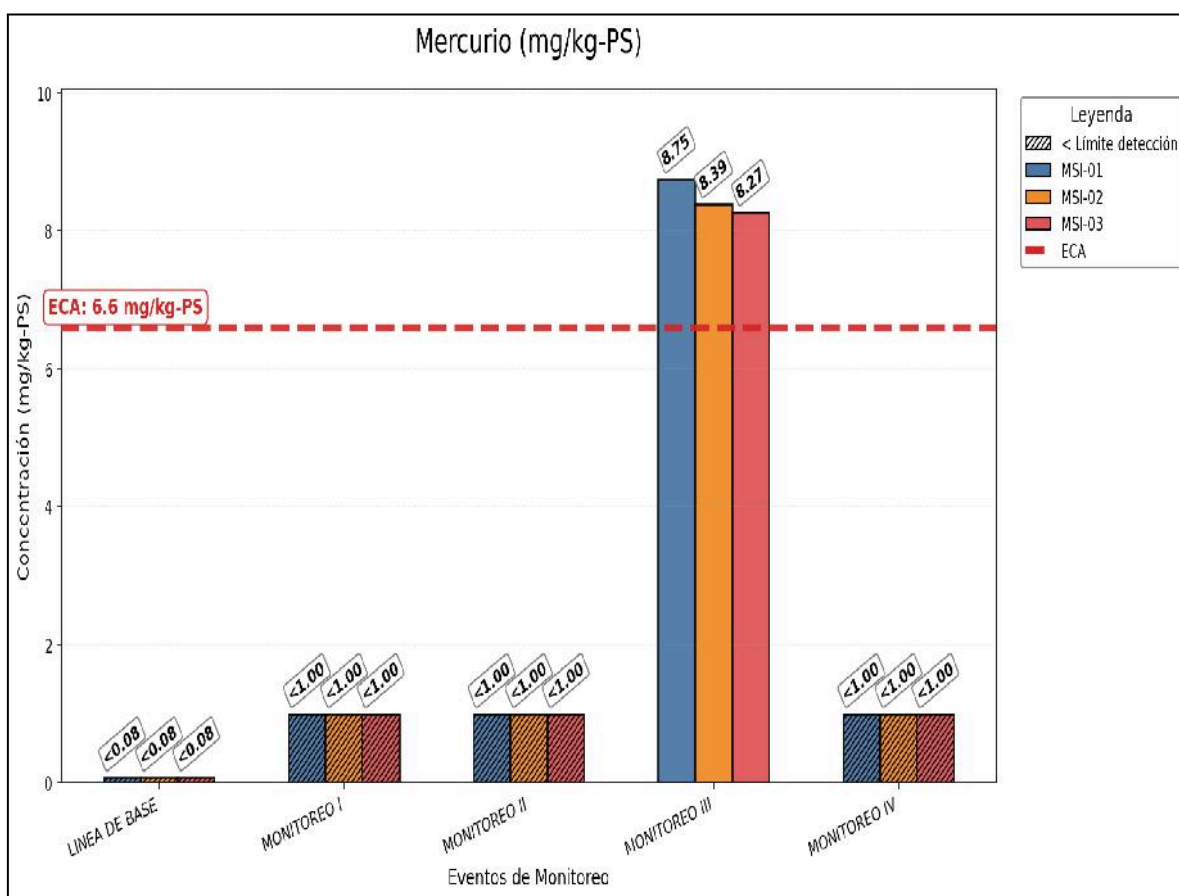


Figura 43: Resultados de la concentración de mercurio según el tipo de monitoreo.

Conforme a la figura 43 y tabla 35, las concentraciones de mercurio en la línea de base y en los monitoreos I, II y IV se encuentran por debajo del límite de detección del método utilizado, encontrándose muy por debajo de lo establecido en el ECA suelo para mercurio (6.6 mg/Kg-PS). A diferencia, en el monitoreo III, se encuentran valores por encima del valor ECA, lo que indica un posible episodio de contaminación puntual que se normaliza en el subsiguiente monitoreo.

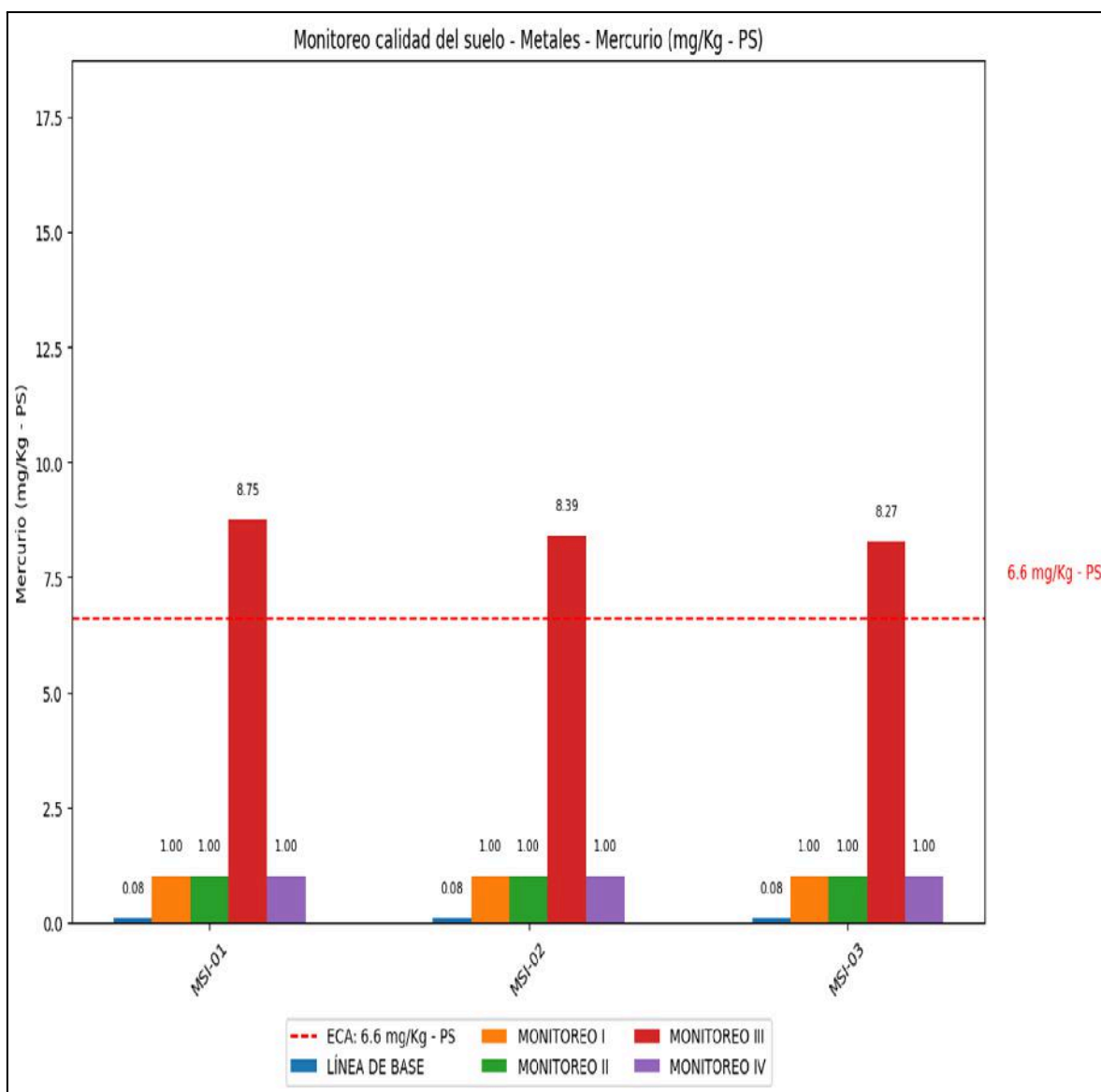


Figura 44: Evolución temporal de la concentración de mercurio según el punto de monitoreo.

De acuerdo a la figura 44, se verifica el episodio puntual de contaminación por mercurio en los tres puntos de monitoreo, que tienden a normalizarse de acuerdo a los resultados obtenidos previamente.

4.5.2.3 Calidad del suelo - Orgánicos - Hidrocarburos de petróleo

Tabla 36: Resultados del monitoreo de calidad de suelo para compuestos orgánicos: hidrocarburos de petróleo F1, F2 y F3.

TIPO DE MONITOREO	PUNTO DE MONITOREO	DE FECHA	F1 (C6-C10)	F2 (>C10-C28)	F3 (>C28-C40)
LÍNEA DE BASE	MSI-01	27/02/2020	<3	<3	<3
	MSI-02		<3	<3	<3
	MSI-03		<3	<3	<3
MONITOREO I	MSI-01	08/07/2021	<0.1	<0.1	<0.1
	MSI-02		38,8	35,3	<0.9
	MSI-03		38,8	35,3	<0.9
MONITOREO II	MSI-01	29/09/2021	<0.1	<0.9	<0.9
	MSI-02		<0.1	11,0	11,0
	MSI-03		<0.1	<0.9	<0.9
MONITOREO III	MSI-01	14/01/2022	<0.1	<0.9	<0.9
	MSI-02		<0.1	<0.9	<0.9
	MSI-03		<0.1	<0.9	<0.9
MONITOREO IV	MSI-01	12/04/2022	<0.1	<0.9	<0.9
	MSI-02		<0.1	<0.9	<0.9
	MSI-03		<0.1	<0.9	<0.9
ECA SUELO			200	1200	3000

Nota: ECA Suelo según D.S. 011-2017-MINAM aprueba estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo correspondiente a compuestos orgánicos en su categoría suelo residencial y parques. El símbolo < significa que la lectura estuvo por debajo del límite de detección del equipo/método utilizado en la medición. Elaborado a partir del PAMA (OPETI, 2020), informes de monitoreo 21477, 217183, 220311 y 225792 (anexo 06).

Fracción de hidrocarburos F1

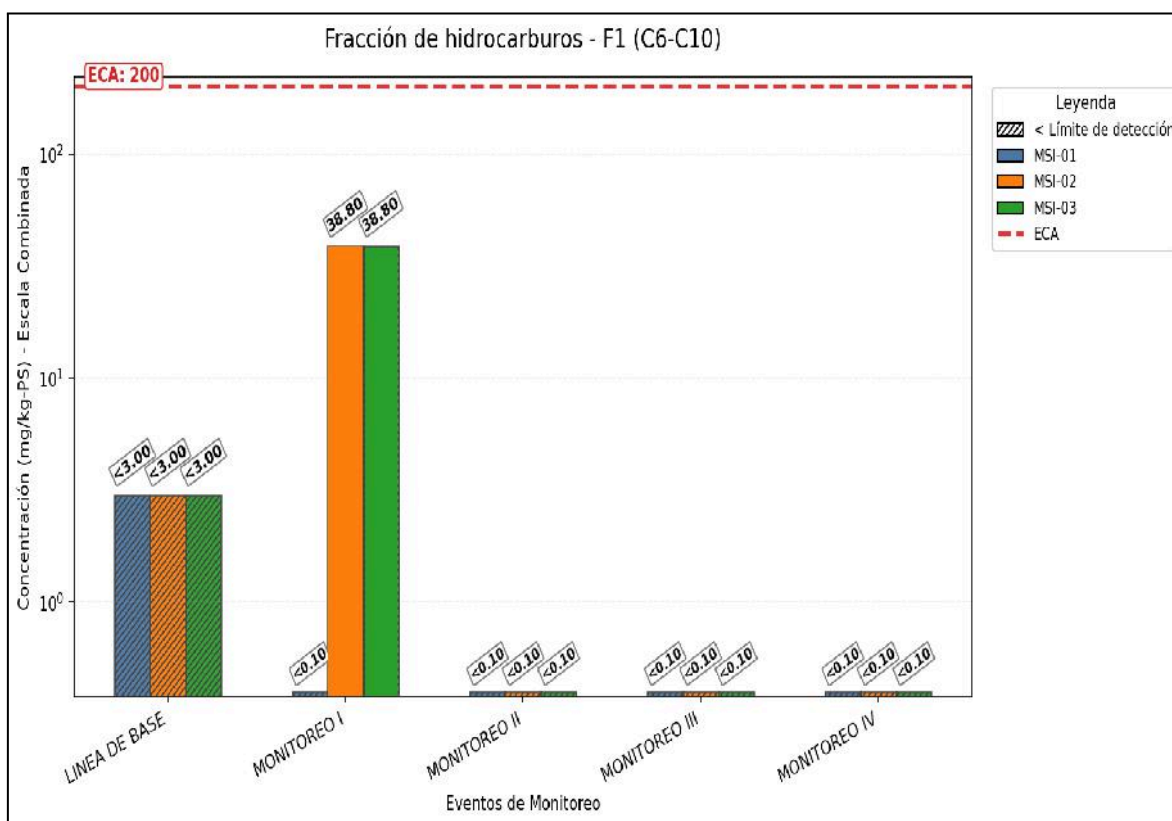


Figura 45: Resultados de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F1 (C6-C10) según el tipo de monitoreo.

Según la tabla 36 y figura 45, se evidencia que los resultados obtenidos en todos los monitoreos están por debajo de lo establecido en el ECA Suelo para la fracción de hidrocarburos de petróleo F1 (200 mg/Kg-PS), siendo el valor más alto de 38.80 mg/Kg-PS obtenido en el Monitoreo I, en los puntos MSI-02 y MSI-03. Le siguen los resultados obtenidos en la línea de base, monitoreo II, III y IV, que estuvieron por debajo del límite de detección del método utilizado.

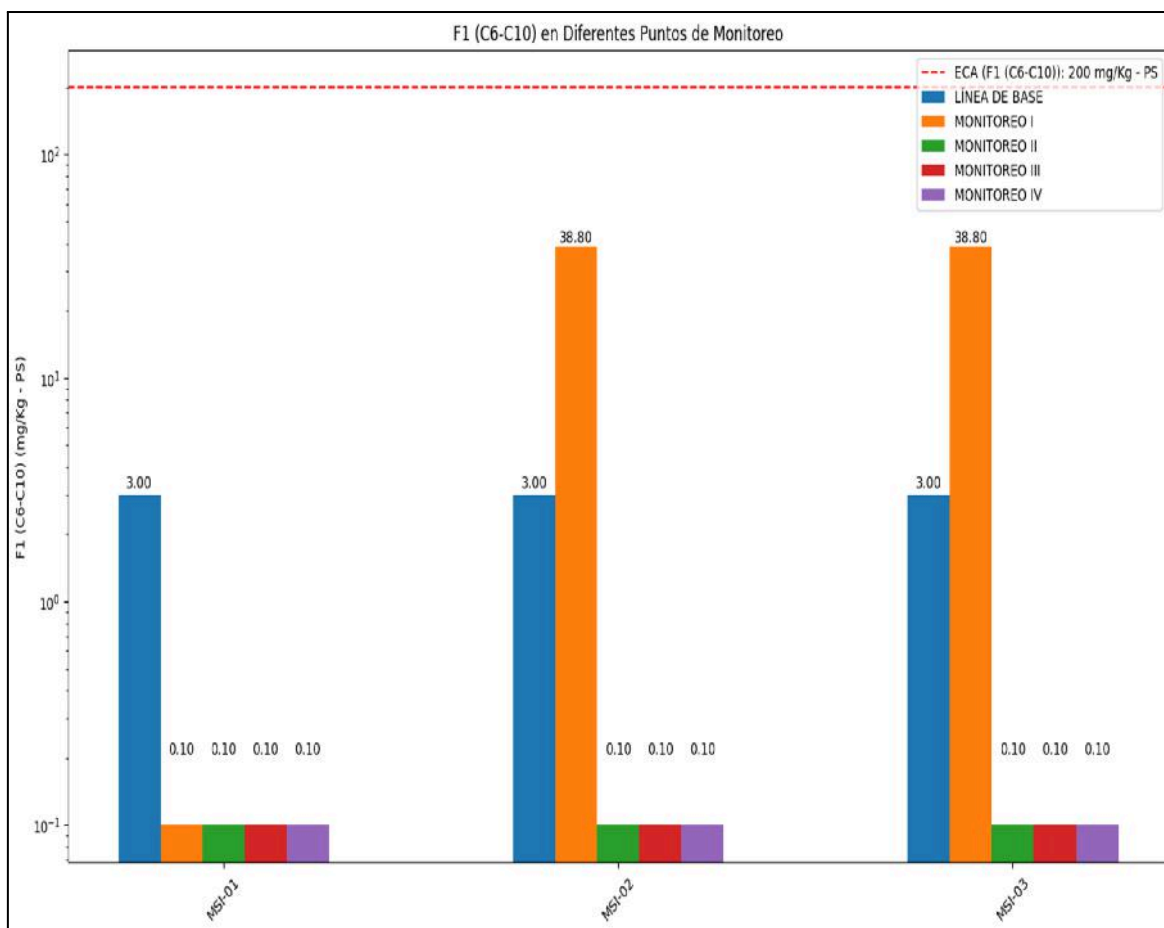


Figura 46: Resultados de la evolución de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F1 (C6-C10) según el punto de monitoreo.

A lo largo de la ejecución de la obra, se puede apreciar que para el punto de monitoreo MSI-01 los resultados siempre estuvieron por debajo del límite de detección del método utilizado. Por otra parte, para los puntos MSI-02 y MSI-03, se tuvo un ligero incremento en la concentración de F1 en el Monitoreo I; aun así, estuvo muy por debajo del límite establecido por el ECA suelo para F1.

Fracción de hidrocarburos F2

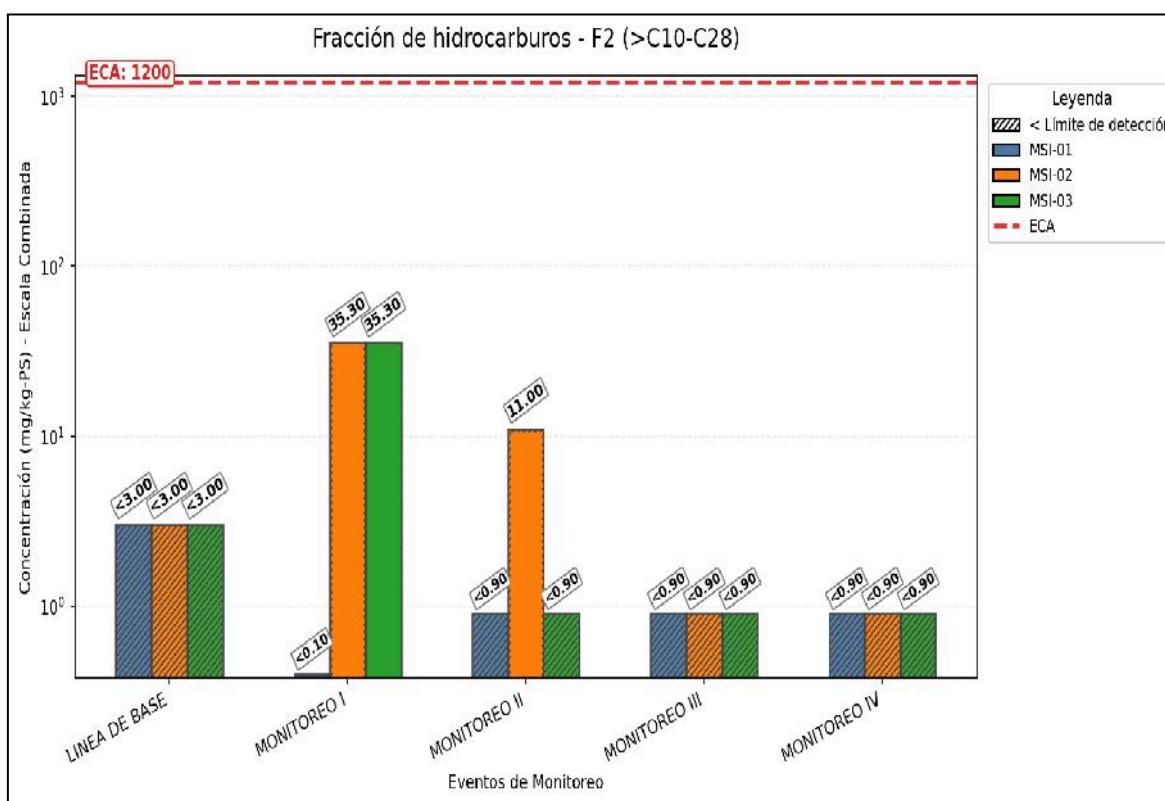


Figura 47: Resultados de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F2 (C10-C28) según el tipo de monitoreo.

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 36 y figura 47, se aprecia que en su mayoría los resultados están muy por debajo de los límites establecidos por los ECAs suelo para hidrocarburos de petróleo fracción F2 (1200 mg/Kg-PS). Adicionalmente, en la mayoría de los resultados se obtuvieron resultados menores a lo permitido por el límite de detección del método utilizado. Los valores más elevados estuvieron en el Monitoreo I, en los puntos MSI-02 y MSI-03 con valores de 35.30 mg/Kg-PS; en segundo lugar estuvo el punto MSI-02 en el monitoreo II con un valor de 11.00 mg/Kg-PS.

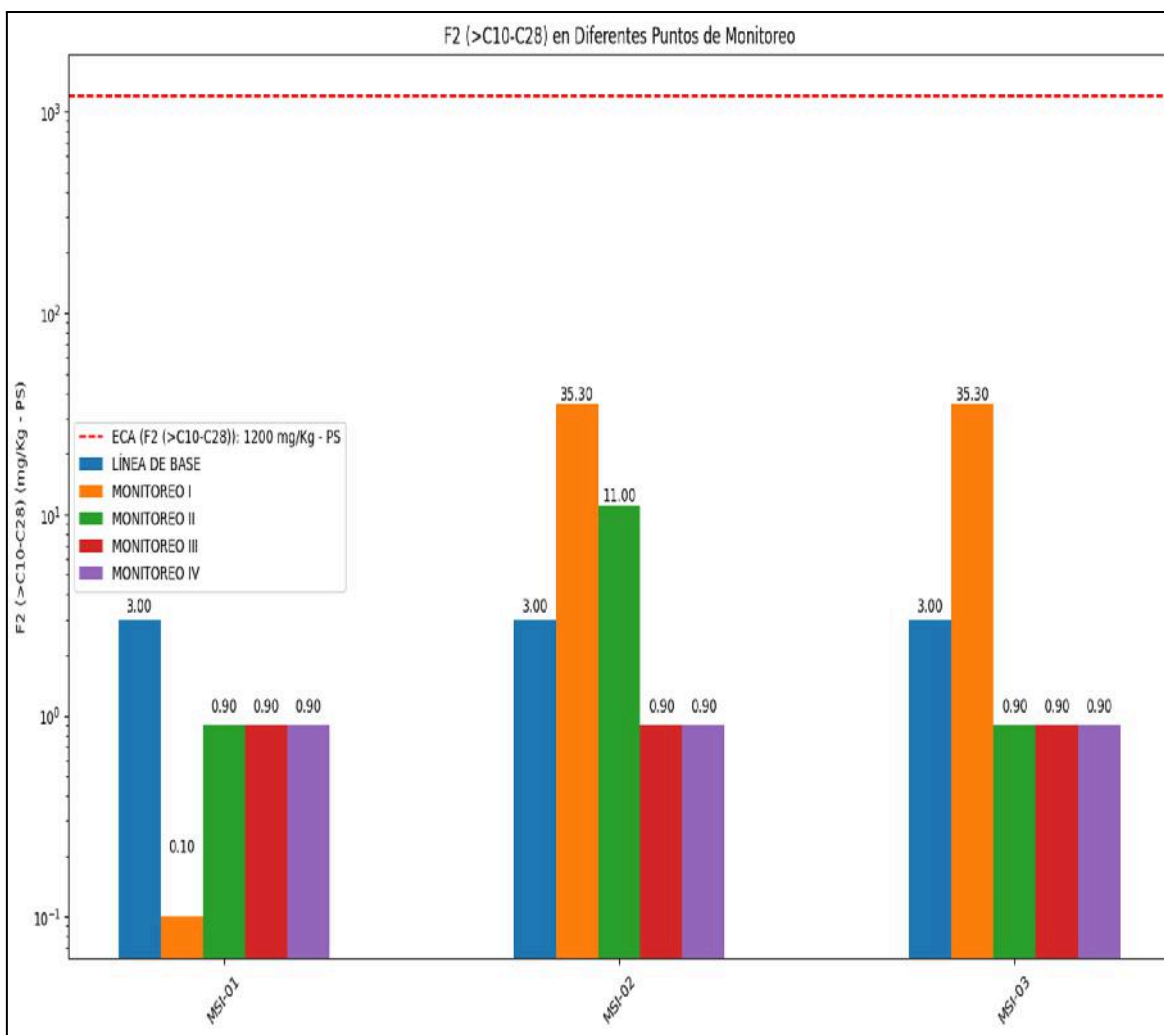


Figura 48: Resultados de la evolución de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F2 (C10-C28) según el punto de monitoreo

Conforme a la figura 48, podemos confirmar que en los puntos MSI-01, MSI-02 y MSI-03 se tienen valores muy por debajo de lo establecido como límite en el ECA suelo para hidrocarburos de petróleo. De igual manera, se puede observar en los puntos MSI-02 y MSI-03 un episodio de contaminación eventual en el Monitoreo I reduciendo su magnitud en el Monitoreo II hasta estabilizarse en los monitoreos III y IV.

Fracción de hidrocarburos F3

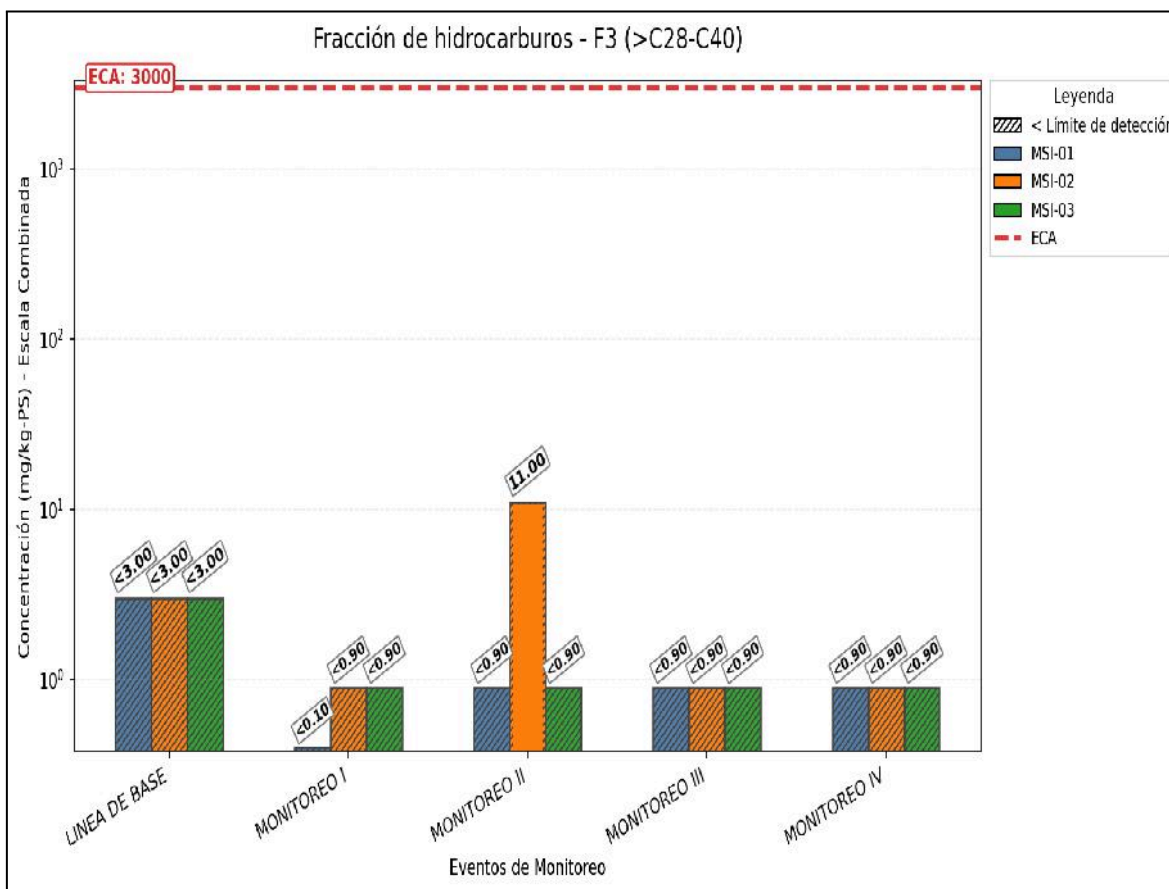


Figura 49: Resultados de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F3 (C28-C40) según el tipo de monitoreo.

De acuerdo a la figura 49, en la fracción F3 se repiten los resultados obtenidos en las fracciones F1 y F2, teniendo valores muy por debajo de lo establecido en el ECA suelo para hidrocarburos de petróleo (3000 mg/Kg-PS), resultados que en su mayoría están por debajo del límite de detección del método. El único valor dentro del rango de medición es el obtenido en el Monitoreo II en el punto MSI-02 con 11.00 mg/Kg-PS.

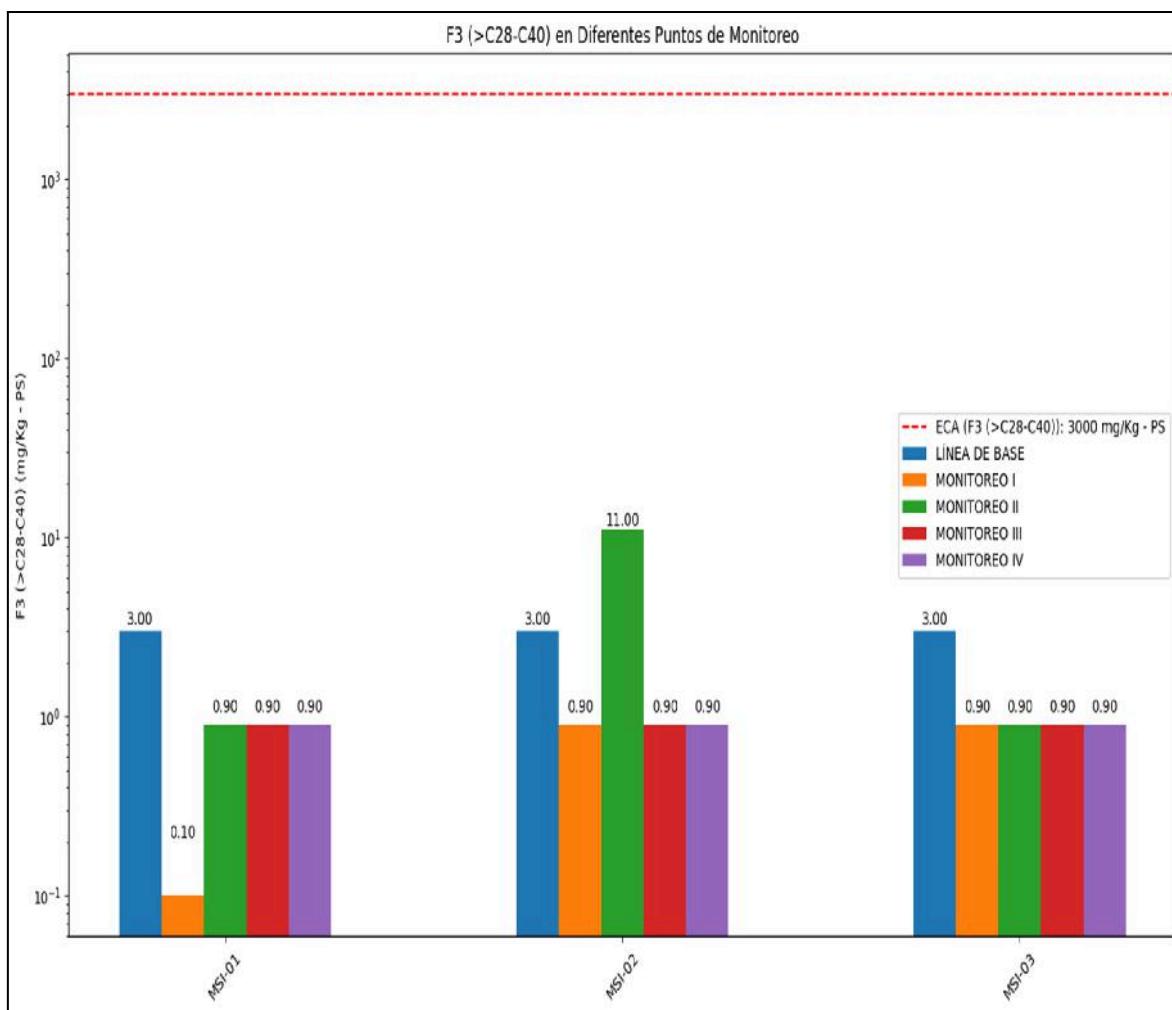


Figura 50: Resultados de la evolución de la concentración de la fracción de hidrocarburos de petróleo F2 (C28-C40) según el punto de monitoreo.

Como se puede observar en la figura 50, en los puntos MSI-01, MSI-02 y MSI-03 se tienen valores muy por debajo de lo establecido por el ECA suelo; las concentraciones, podría decirse, que se mantuvieron constantes y no representan ningún tipo de riesgo ambiental.

4.2.2.4 Calidad del suelo - Compuestos orgánicos volátiles (COVs) - BTEX

Tabla 37: Resultados del monitoreo de calidad de suelo para compuestos orgánicos volátiles - BTEX

TIPO DE MONITOREO	PUNTO DE MONITOREO	FEC HA	Benzene	Ethylene	m, p-Xylene	Naphthalene	o-Xylene	Tetrachloroethylene	Toluene	Total Xylenes	Trichloroethylene
	MSI-01	27/02/2020	<0.002	<0.003	<0.002	<0.002	<0.0025	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
LÍNEA DE BASE	MSI-02		<0.002	<0.003	<0.002	<0.0025	<0.0025	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	MSI-03		<0.002	<0.003	<0.002	<0.0025	<0.0025	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
MONITOREO I	MSI-01	8/07/2021	<0.01	<0.29	<0.004	<0.028	<0.0025	<0.002	<0.025	<0.051	0.004
	MSI-02		<0.01	<0.29	<0.004	<0.028	<0.0025	<0.002	<0.025	<0.051	0.004

MSI-03	<0.01	<0.29	1	<0.05	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
MSI-01	29/09	<0.01	<0.05	<0.05	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
MSI-02	/2021	2	<0.29	1	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
MONITOREO		<0.01	<0.05	<0.05	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
II		2	<0.29	1	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
MSI-03	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
MSI-01	14/01	<0.01	<0.05	<0.05	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
MSI-02	/2022	2	<0.29	1	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
MONITOREO		<0.01	<0.05	<0.05	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
III		2	<0.29	1	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
MSI-03	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
MSI-01	12/04	<0.01	<0.05	<0.05	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
MONITOREO	/2022	2	<0.29	1	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004
IV		<0.01	<0.05	<0.05	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	0.004

MSI-02	<0.01	<0.05							0.004
	2	<0.29	1	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	
MSI-03	<0.01	<0.05							0.004
	2	<0.29	1	<0.004	<0.028	<0.005	<0.025	<0.051	
ECA SUELO	0,03	0,082	11	0,6	11	0,2	0,37	11	0,01

Nota: ECA Suelo según D.S. 011-2017-MINAM. Aprueban estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo correspondiente a compuestos orgánicos en su categoría suelo residencial y parques. El símbolo < significa que la lectura estuvo por debajo del límite de detección del equipo utilizado en la medición. Elaborado a partir del PAMA, monitoreo de línea de base (OPETI, 2020), informes de monitoreo 21477, 217183, 220311 y 225792 (anexo 06).

Benceno

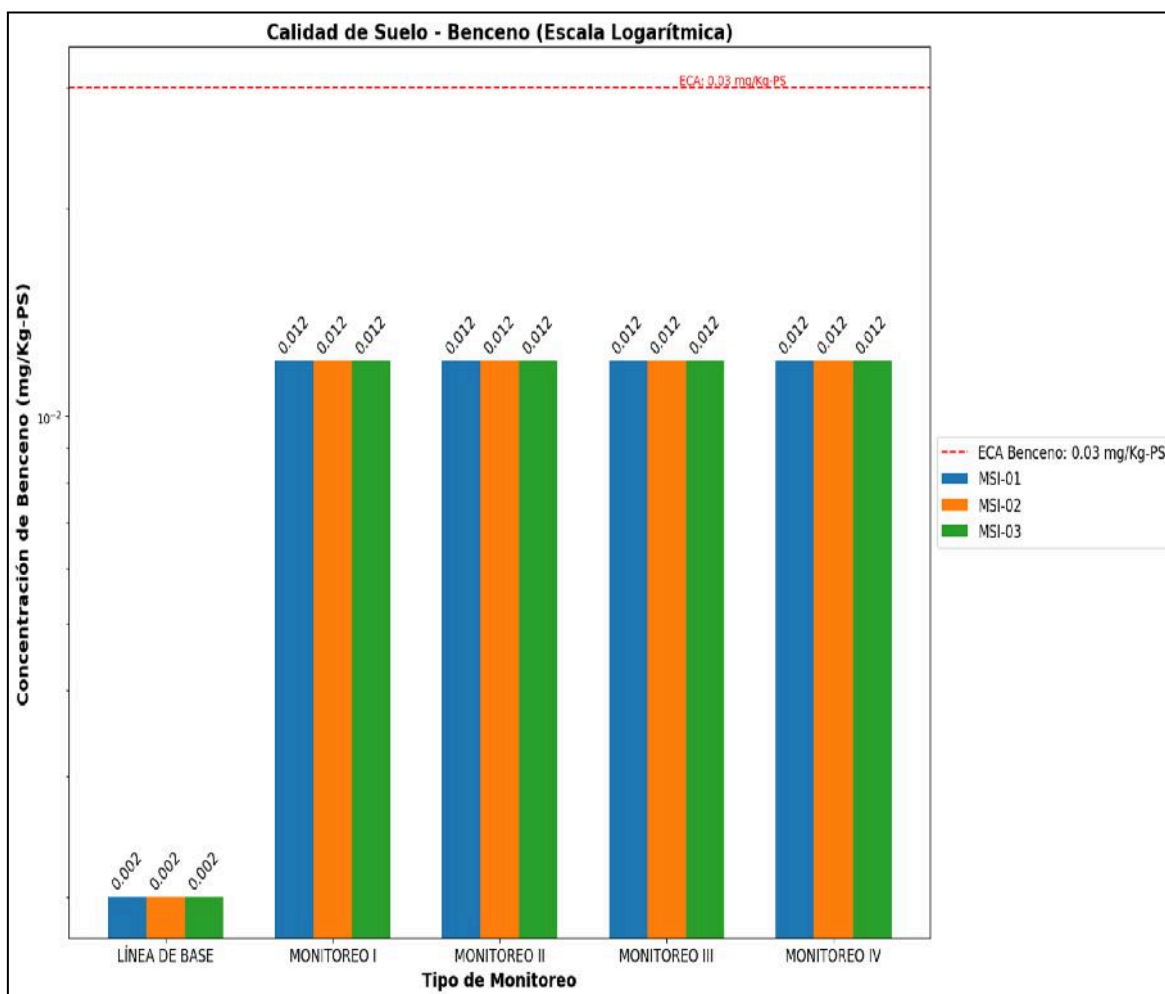


Figura 51: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos para el benceno según el tipo de monitoreo.

Basándonos en los resultados expuestos en la tabla 37 y figura 51, se puede observar que la concentración de benceno estuvo por debajo del límite de detección del método utilizado, lo que implica que los valores obtenidos se encontraron por debajo del valor del ECA suelo para benceno (0.03 mg/Kg-PS).

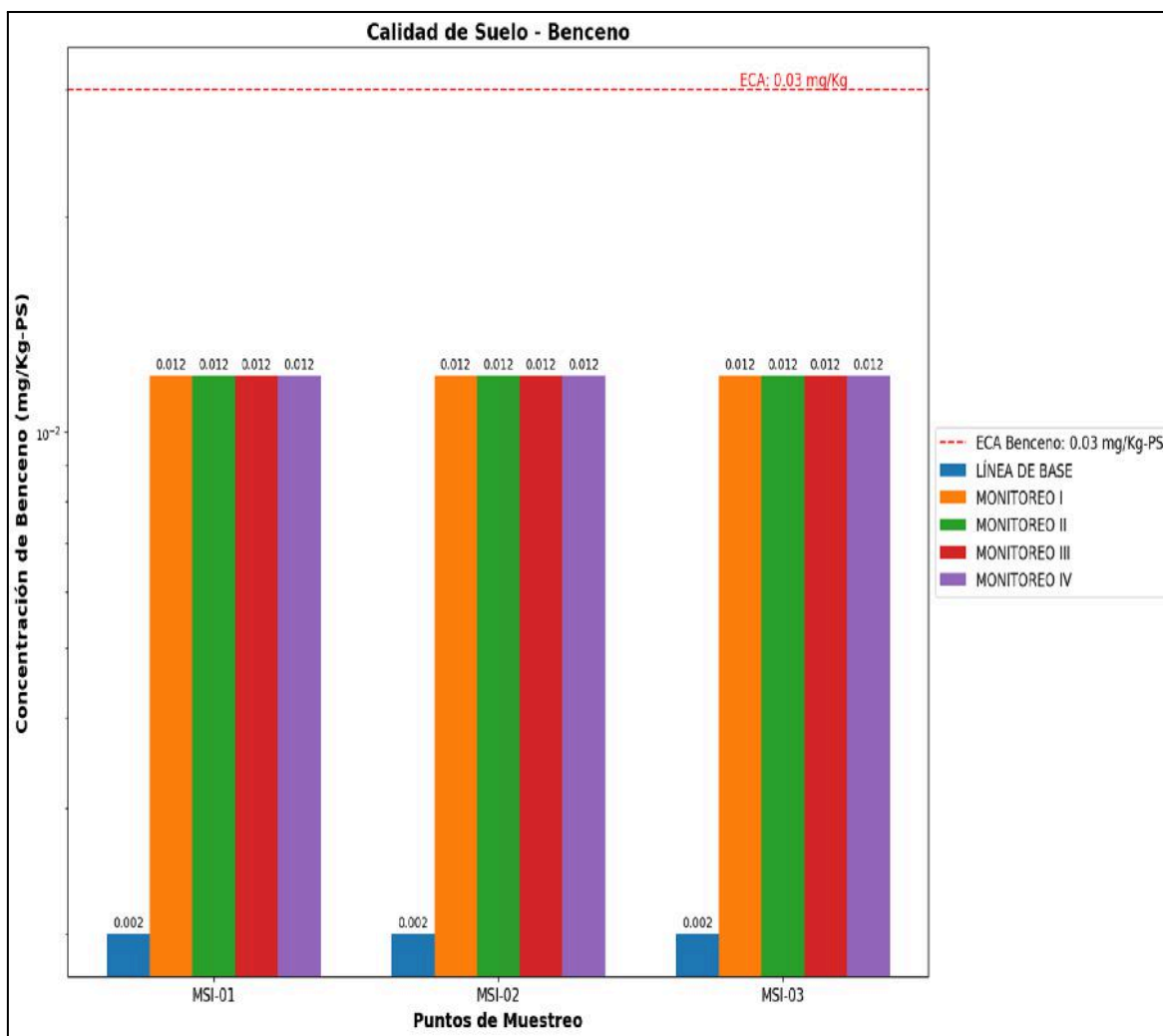


Figura 52: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos para el benceno según el punto de monitoreo.

En concordancia con lo presentado en la figura 52, se pone de manifiesto que los resultados de la concentración de benceno en los puntos MSI-01, MSI-02 y MSI-03 se comportan de manera constante y no representan un riesgo ambiental.

Etilbenceno

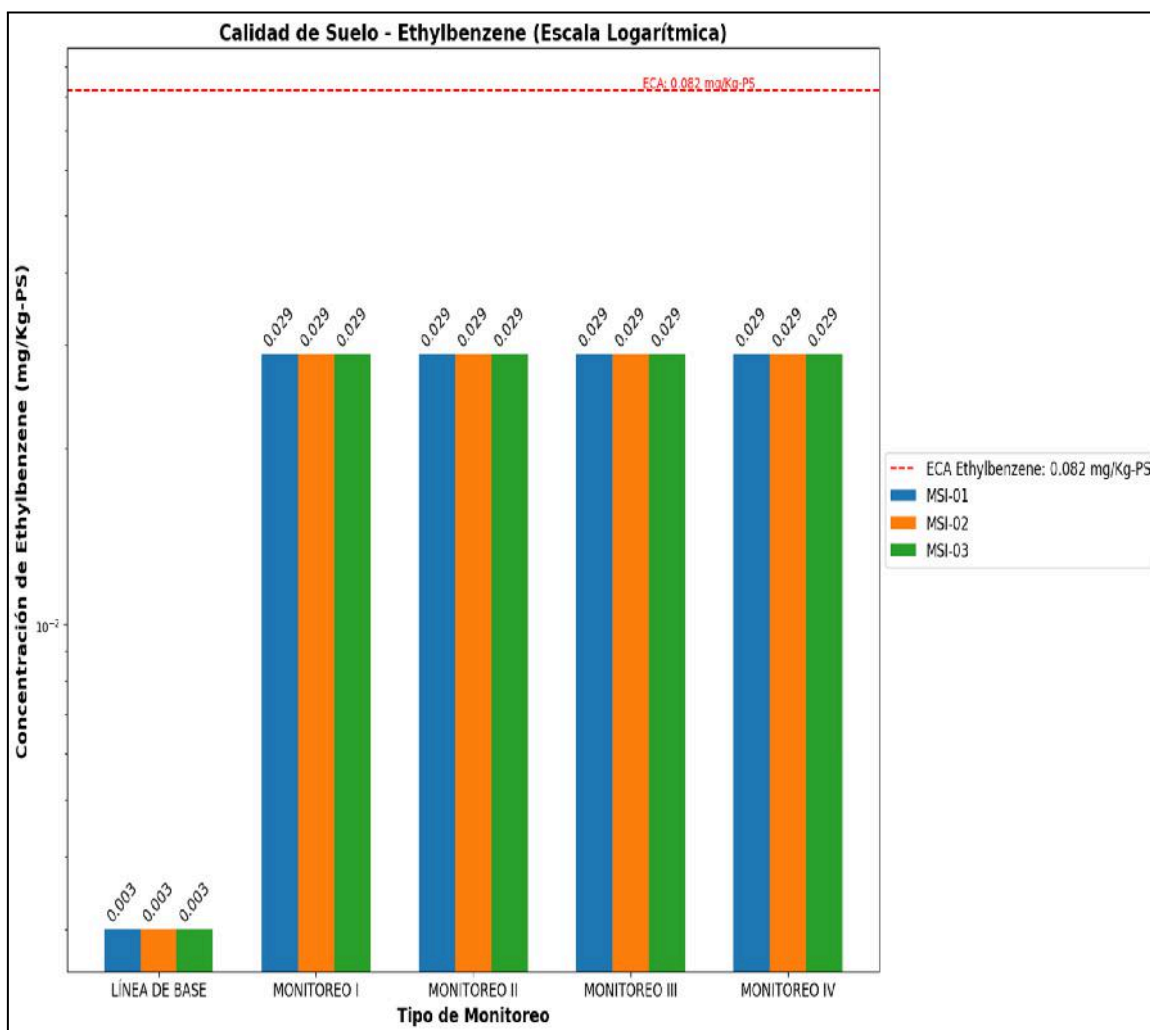


Figura 53: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos para el etilbenceno según el tipo de monitoreo.

De manera similar, en la figura 53, al benceno, el etilbenceno se encuentra por debajo del límite de detección del método y se encuentra por debajo del valor establecido en el ECA suelo para el etilbenceno (0.082 mg/Kg-PS).

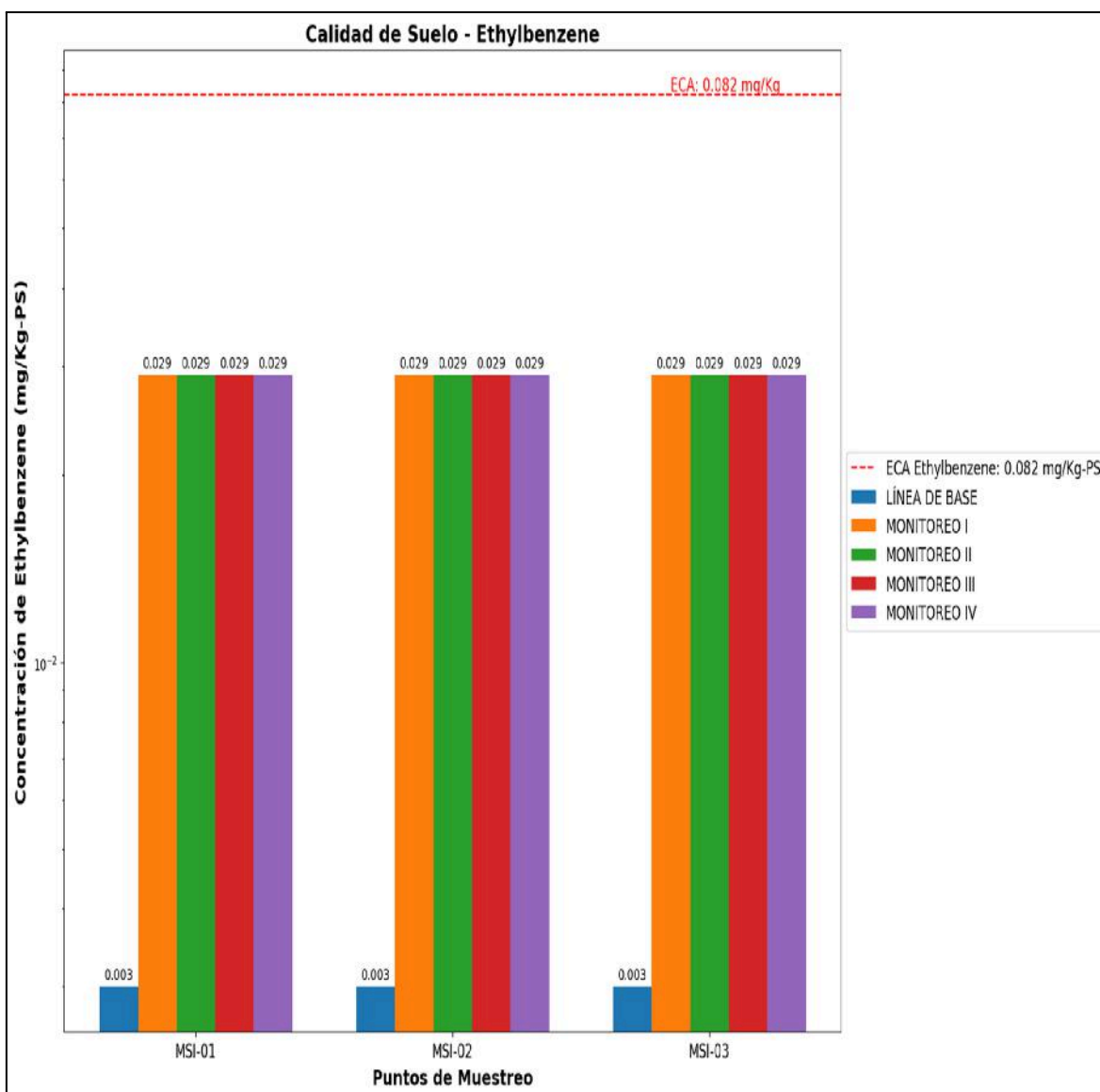


Figura 54: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos para el etilbenceno según el punto de monitoreo.

Según la figura 54, la evolución temporal en el MSI-01, MSI-02 y MSI-03 indica una tendencia constante muy por debajo de lo establecido por el ECA; en ese sentido, no representa un riesgo ambiental a considerar.

Naftaleno

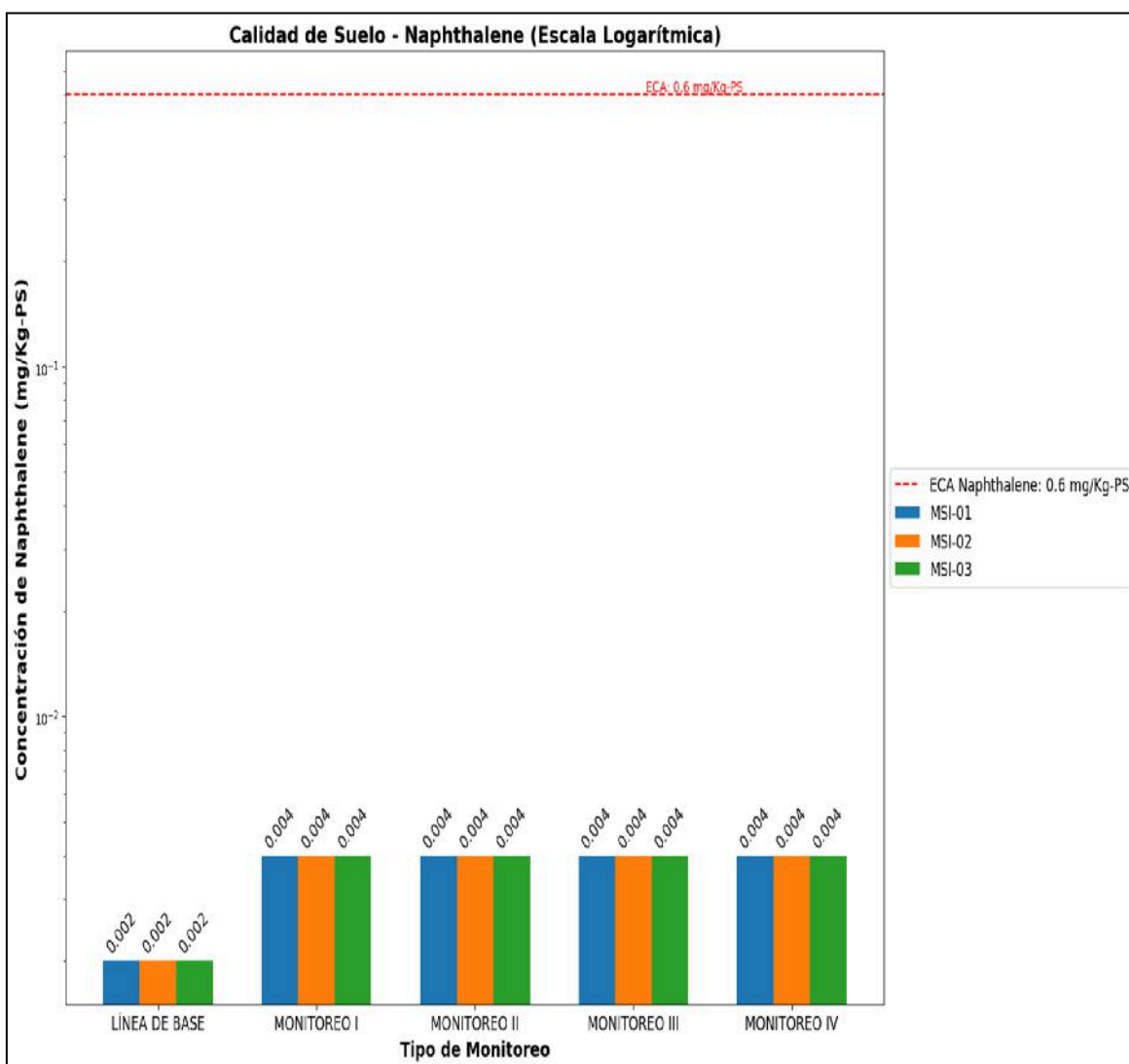


Figura 55: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el naftaleno según el tipo de monitoreo.

Como se puede observar de acuerdo a la tabla 37 y figura 55, se mantiene la tendencia anteriormente descrita; los resultados obtenidos se encuentran por debajo del límite de detección del método, lo que implica que están por debajo de lo establecido en el ECA suelo para naftaleno (0.6 mg/Kg-PS).

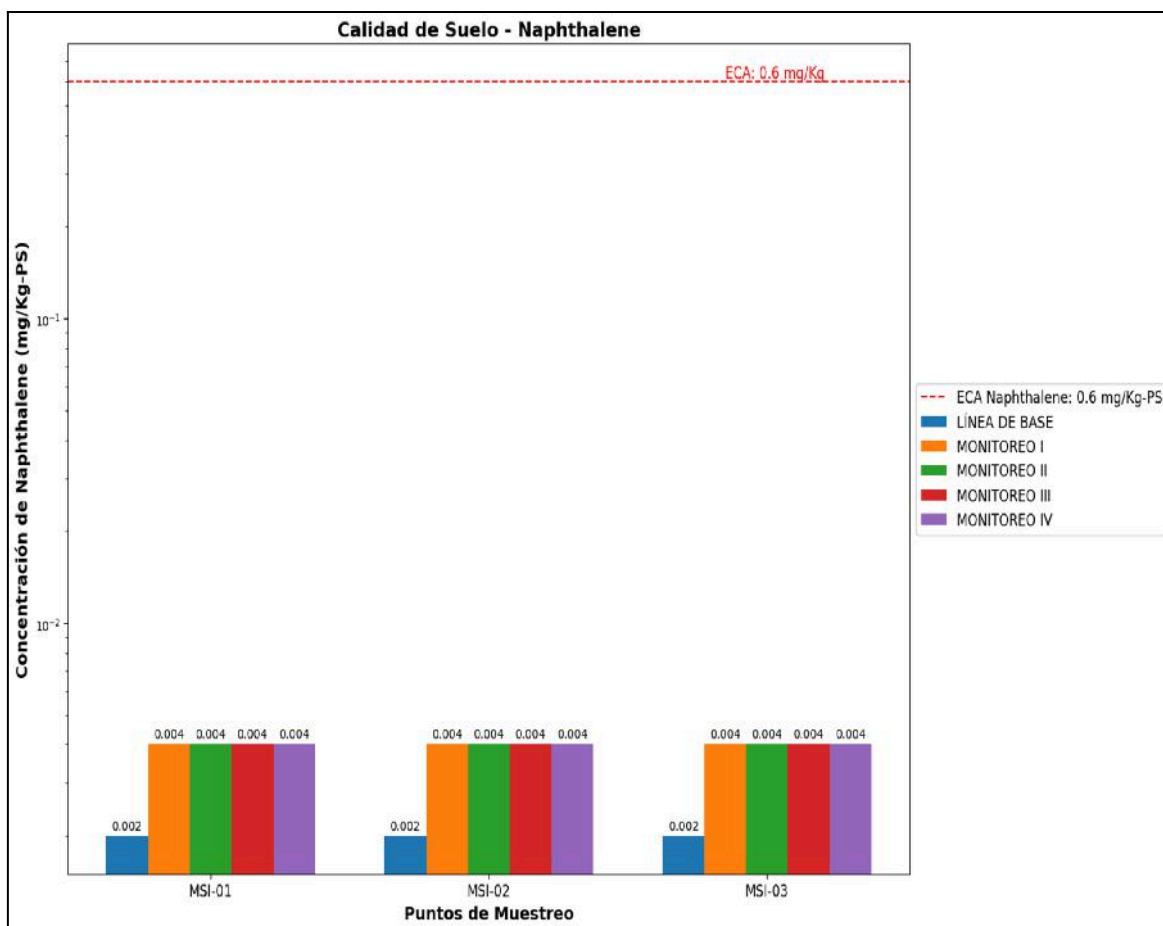


Figura 56: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el naftaleno según el punto de monitoreo.

En conformidad con lo presentado en la figura 56, podemos decir que los resultados del monitoreo de naftaleno se comportan de manera constante y, al estar por debajo del límite de detección del método, no representan un riesgo ambiental actual.

Meta y para xileno

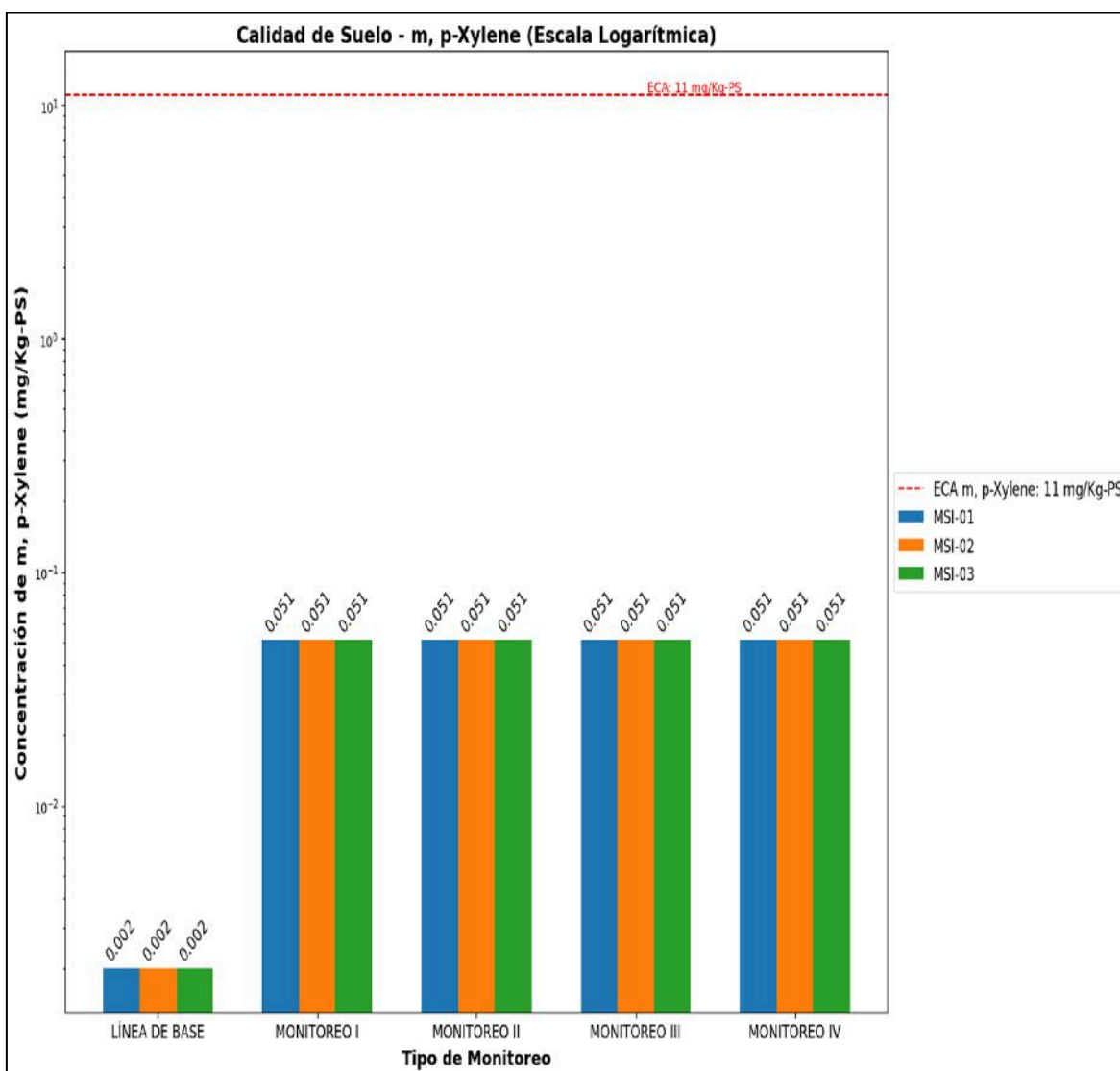


Figura 57: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles meta y para xileno según el tipo de monitoreo.

Según la figura 57, se mantiene la tendencia de los parámetros anteriores; los resultados obtenidos son menores al límite de detección del método utilizado y se encuentran por debajo del valor estipulado en el ECA suelo para xilenos (11.00 mg/Kg-PS). Este parámetro comprende la suma de xilenos: o-xileno, m-xileno y p-xileno.

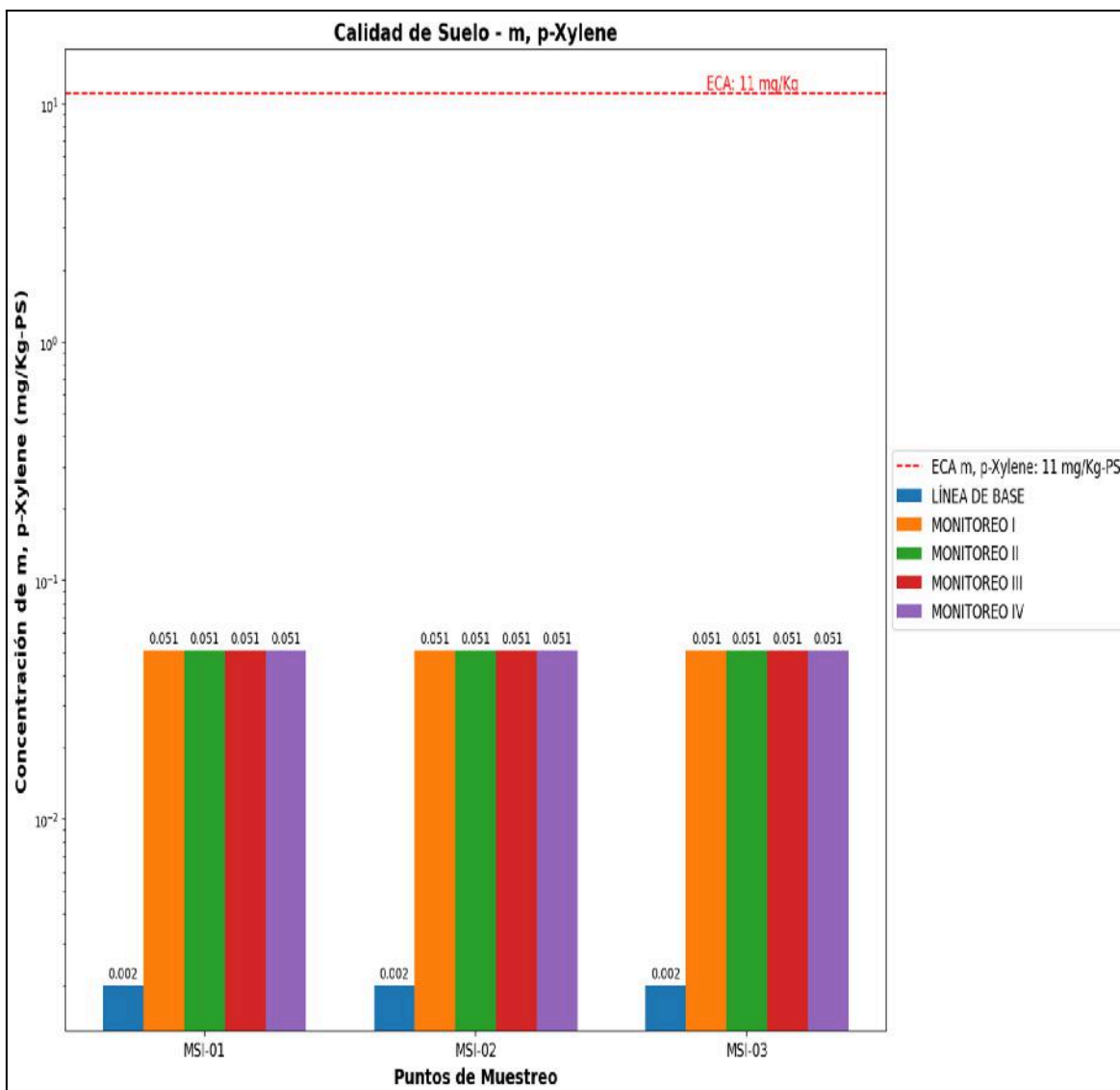


Figura 58: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el meta y para xileno según el punto de monitoreo.

Como se puede observar en la figura 58, la tendencia de los resultados también se comporta de manera constante y no representa un riesgo ambiental a considerar.

Ortoxileno

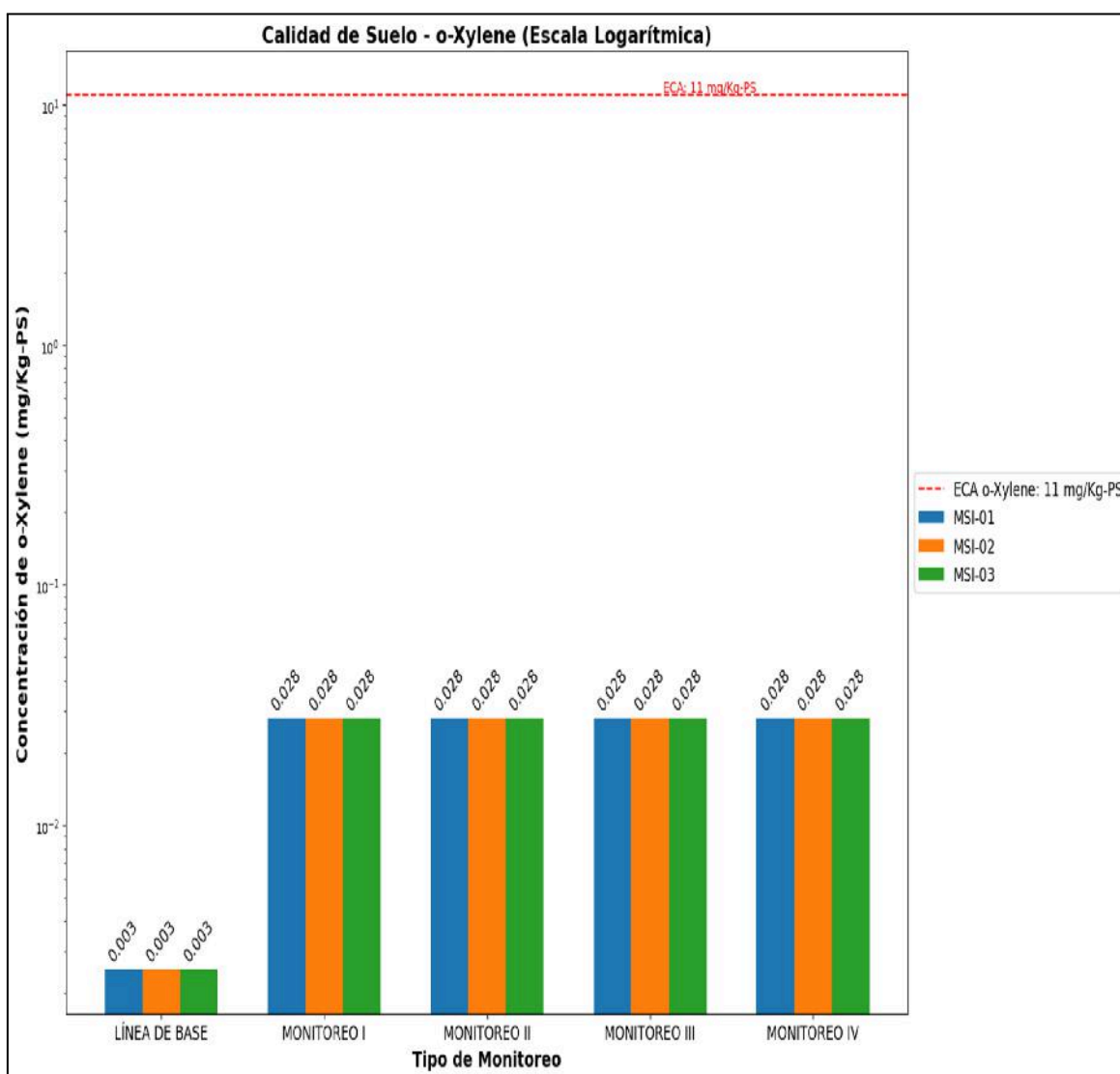


Figura 59: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el orto xileno según el tipo de monitoreo.

De manera similar a los casos anteriores, según la tabla 37 y figura 59, los resultados de los monitoreos para el o-xileno se encuentran por debajo del límite de detección del método empleado y también se encuentran por debajo del valor indicado en el ECA suelo para o-xileno (11 mg/Kg-PS). Este parámetro comprende la suma de xilenos: o-xileno, m-xileno y p-xileno.

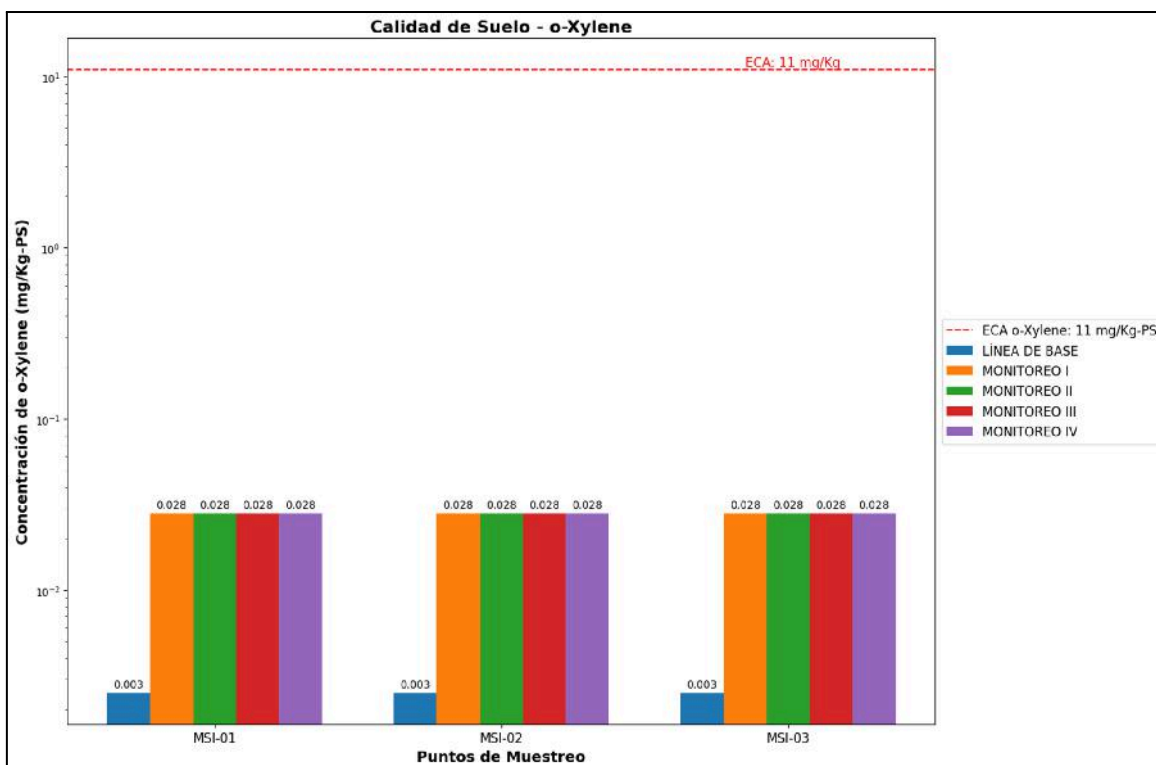


Figura 60: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el ortoxileno según el punto de monitoreo.

Como se puede apreciar en la figura 60, los resultados de los monitoreos en los puntos MSI-01, MSI-02 y MSI-03 se mantienen constantes (0.028 mg/Kg-PS).

Xilenos totales

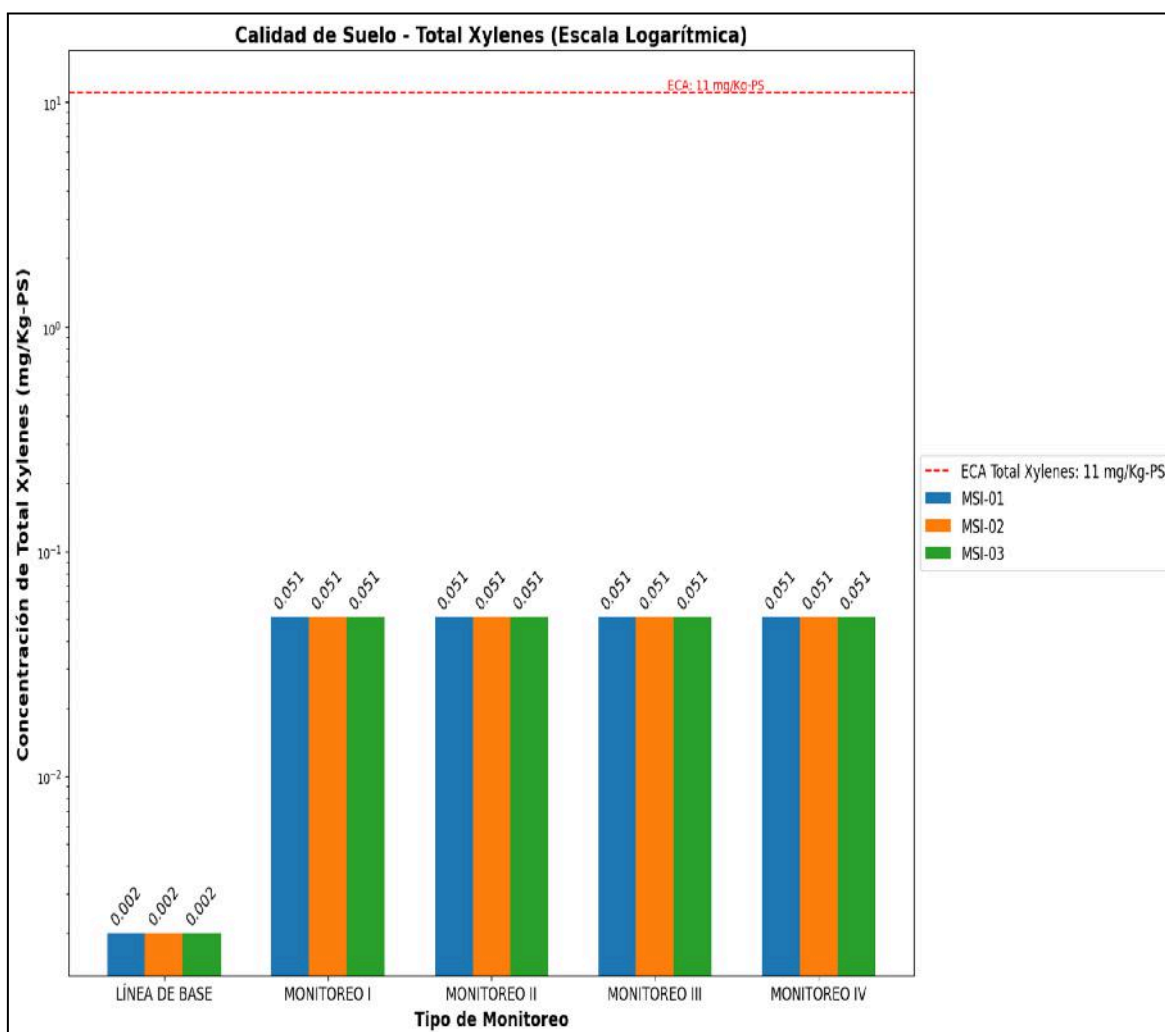


Figura 61: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para los xilenos totales según el tipo de monitoreo.

Según la figura 61, los resultados obtenidos se comportan de manera similar a los o, m y p xilenos, encontrándose muy por debajo del límite de detección del método y teniendo un valor muy por debajo de lo establecido en el ECA suelo para xilenos. Este parámetro comprende la suma de xilenos: o-xileno, m-xileno y p-xileno.

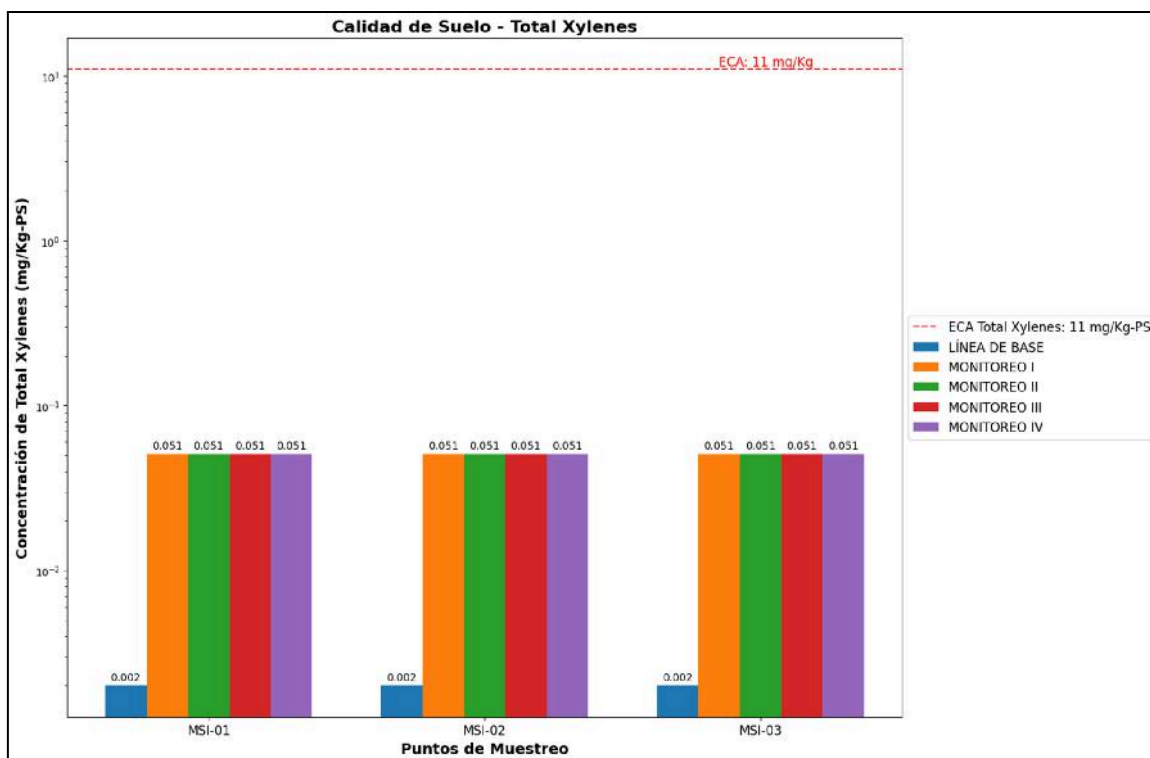


Figura 62: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para los xilenos totales según el punto de monitoreo.

En la figura 62, los resultados obtenidos indican una tendencia constante de la concentración de xilenos totales (0.051 mg/Kg-PS).

Tetracloroetileno

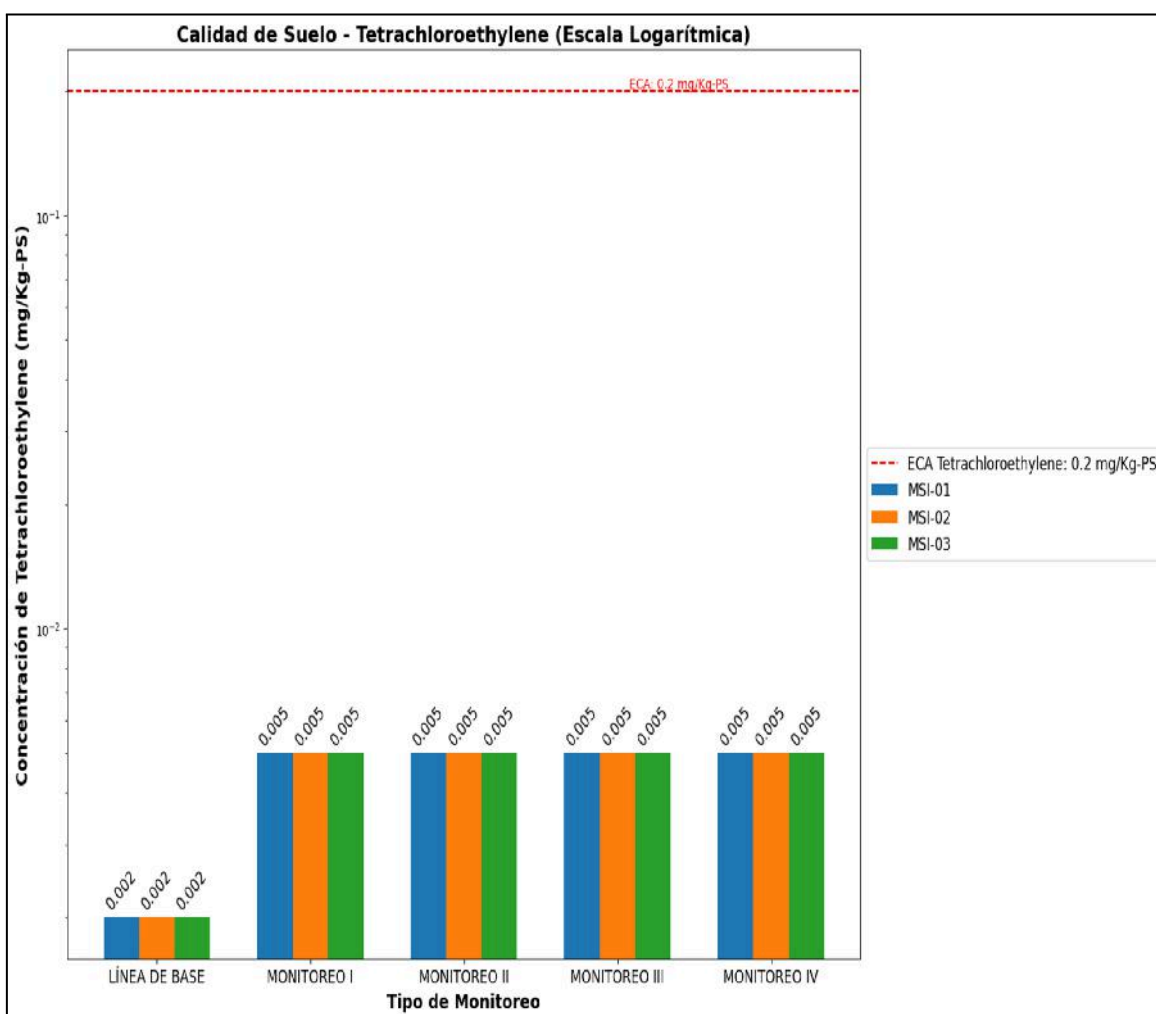


Figura 63: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tetracloroetileno según el tipo de monitoreo.

Los resultados se comportan de manera similar que en los casos anteriores; la tabla 37 y figura 63 indican que los resultados obtenidos se encuentran por debajo del límite de detección del método y también se encuentran por debajo del valor indicado en el ECA suelo para tetracloroetileno (0.2 mg/Kg-PS).

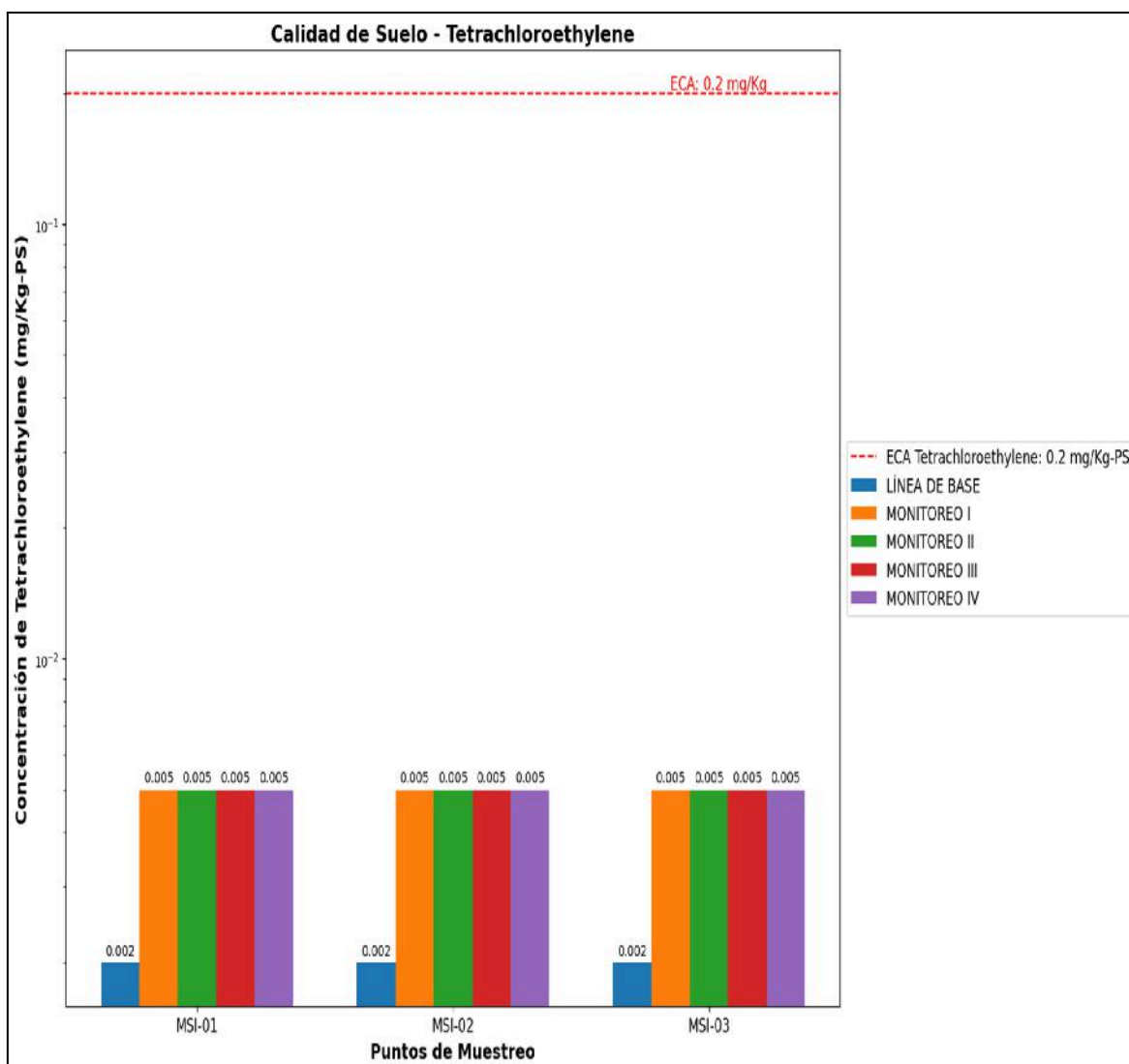


Figura 64: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tetracloroetileno según el punto de monitoreo.

Según la figura 64, en los resultados obtenidos se aprecia un comportamiento constante.

Tolueno

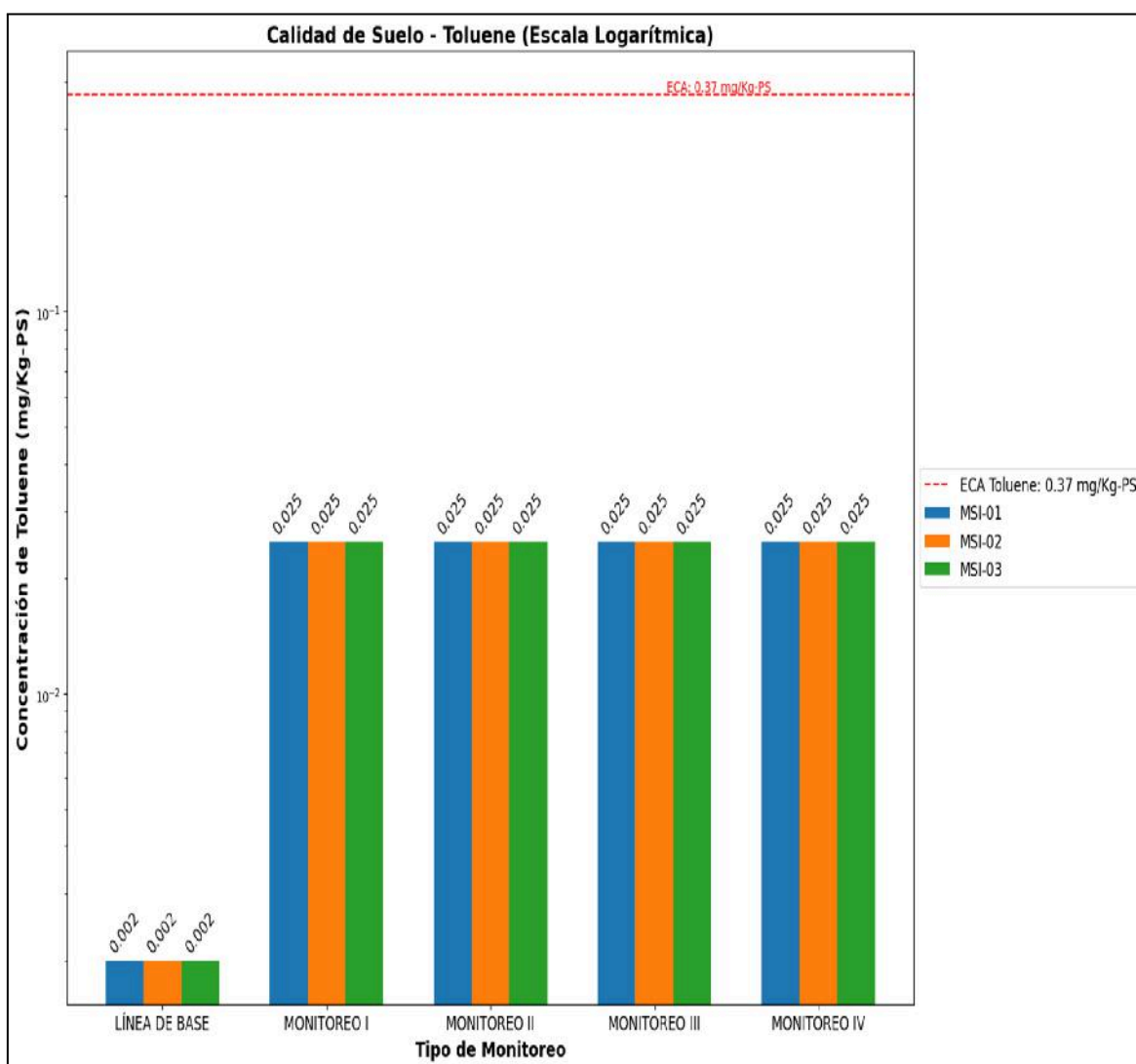


Figura 65: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tolueno según el tipo de monitoreo.

Conforme a los resultados presentados en la tabla 37 y figura 65, podemos observar que los valores obtenidos se encuentran por debajo del límite de detección del método y también se encuentran por debajo del valor establecido en el ECA suelo para tolueno (0.37 mg/Kg-PS).

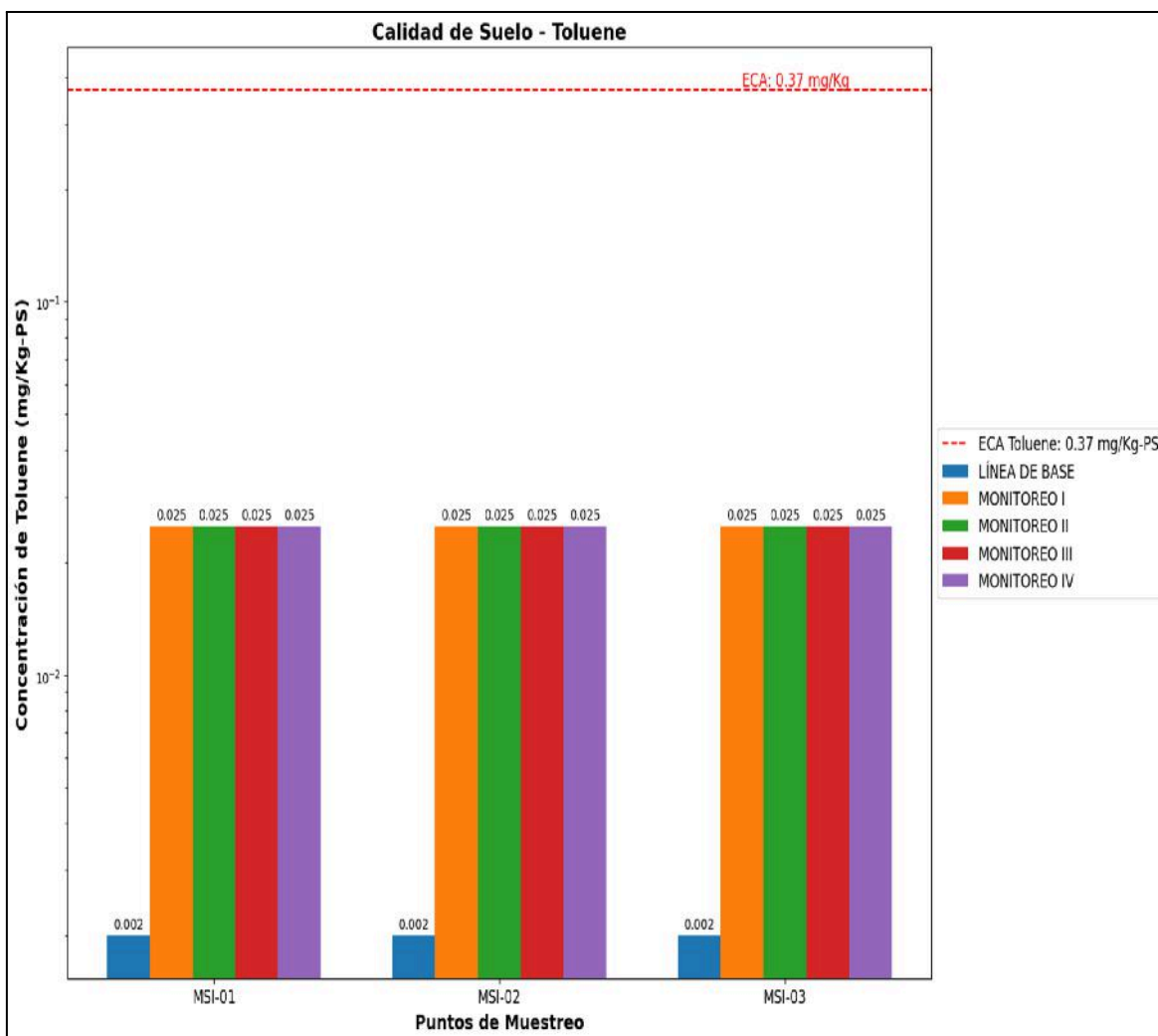


Figura 66: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tolueno según el punto de monitoreo.

Como se puede apreciar en la figura 66, la evolución de las concentraciones en los puntos MSI-01, MSI-02 y MSI-03 tiene una tendencia constante y muy por debajo del límite establecido en el ECA suelo, por lo que no es un riesgo ambiental a considerar.

Tricloroetileno

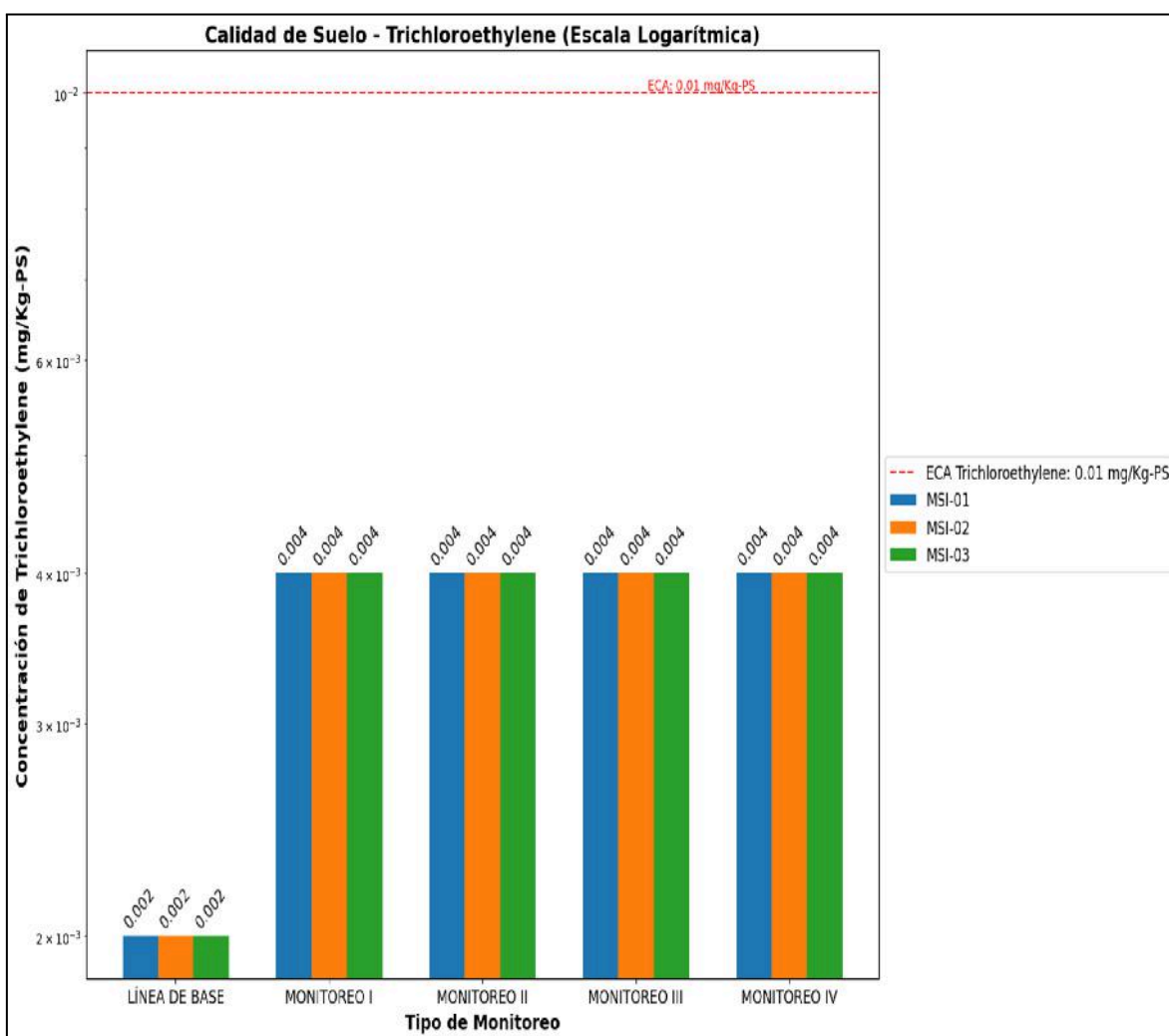


Figura 67: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tricloroetileno según el tipo de monitoreo.

Como se puede apreciar en la tabla 37 y figura 67, se tiene que en el monitoreo de línea base los valores fueron por debajo del límite de detección del método 0.002 mg/Kg-PS; en los subsiguientes monitoreos I, II, III y IV, las concentraciones de tricloroetileno aumentaron hasta un valor de 0.004 mg/Kg-PS, siendo un valor muy por debajo de lo establecido en el ECA suelo para tricloroetileno (0.01 mg/Kg-PS).

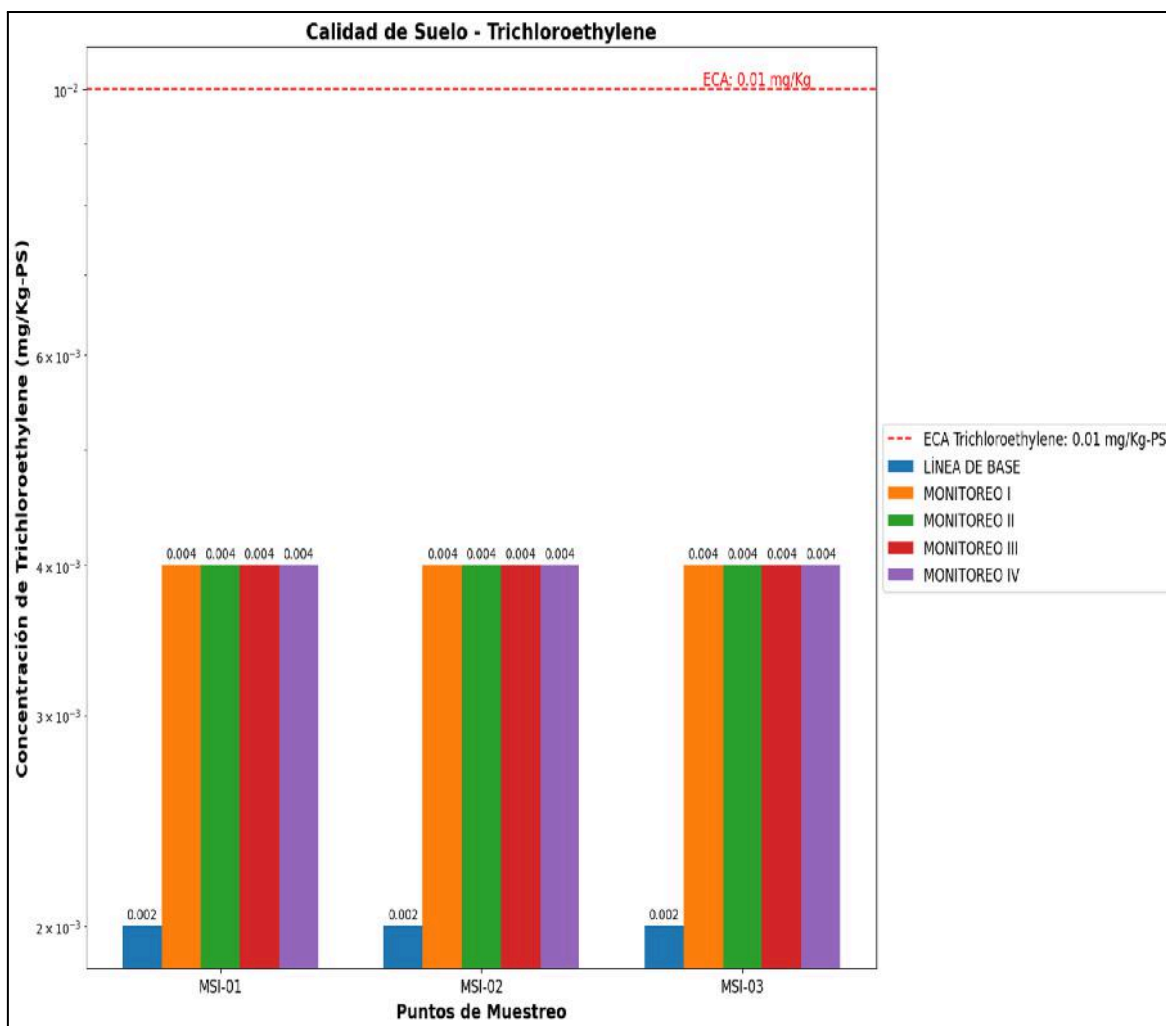


Figura 68: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles para el tricloroetileno según el punto de monitoreo.

De acuerdo a la figura 68, la concentración de tricloroetileno se mantiene constante en los 3 puntos de monitoreo MSI-01, MSI-02 y MSI-03, estando muy por debajo de lo establecido por el ECA suelo, lo que implica que no es un riesgo ambiental importante.

4.5.2.5 Calidad del suelo - Orgánicos - Bifenilos policlorados - PCBs

Tabla 38: Resultados del monitoreo de calidad de suelo para compuestos orgánicos: bifenilos policlorados PCB.

TIPO DE MONITOREO	PUNTO MONITOREO	DE FECHA	PCBs
	MSI-01		<0.02
LÍNEA DE BASE	MSI-02	27/02/2020	<0.02
	MSI-03		<0.02
	MSI-01		<0.027
MONITOREO I	MSI-02	08/07/2021	<0.027
	MSI-03		<0.027
	MSI-01		<0.027
MONITOREO II	MSI-02	29/09/2021	<0.027
	MSI-03		<0.027
	MSI-01		<0.027
MONITOREO III	MSI-02	14/01/2022	<0.027
	MSI-03		<0.027
	MSI-01		<0.027
MONITOREO IV	MSI-02	12/04/2022	<0.027
	MSI-03		<0.027
ECA SUELO			1,3

Nota: ECA Suelo según D.S. 011-2017-MINAM. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo correspondiente a compuestos orgánicos en su categoría suelo residencial y parques. El símbolo < significa que la lectura estuvo por debajo del límite de detección del equipo utilizado en la medición. Elaborado a partir del PAMA, monitoreo de línea de base (OPETI, 2020), informes de monitoreo 21477, 217183, 220311 y 225792 (anexo 06).

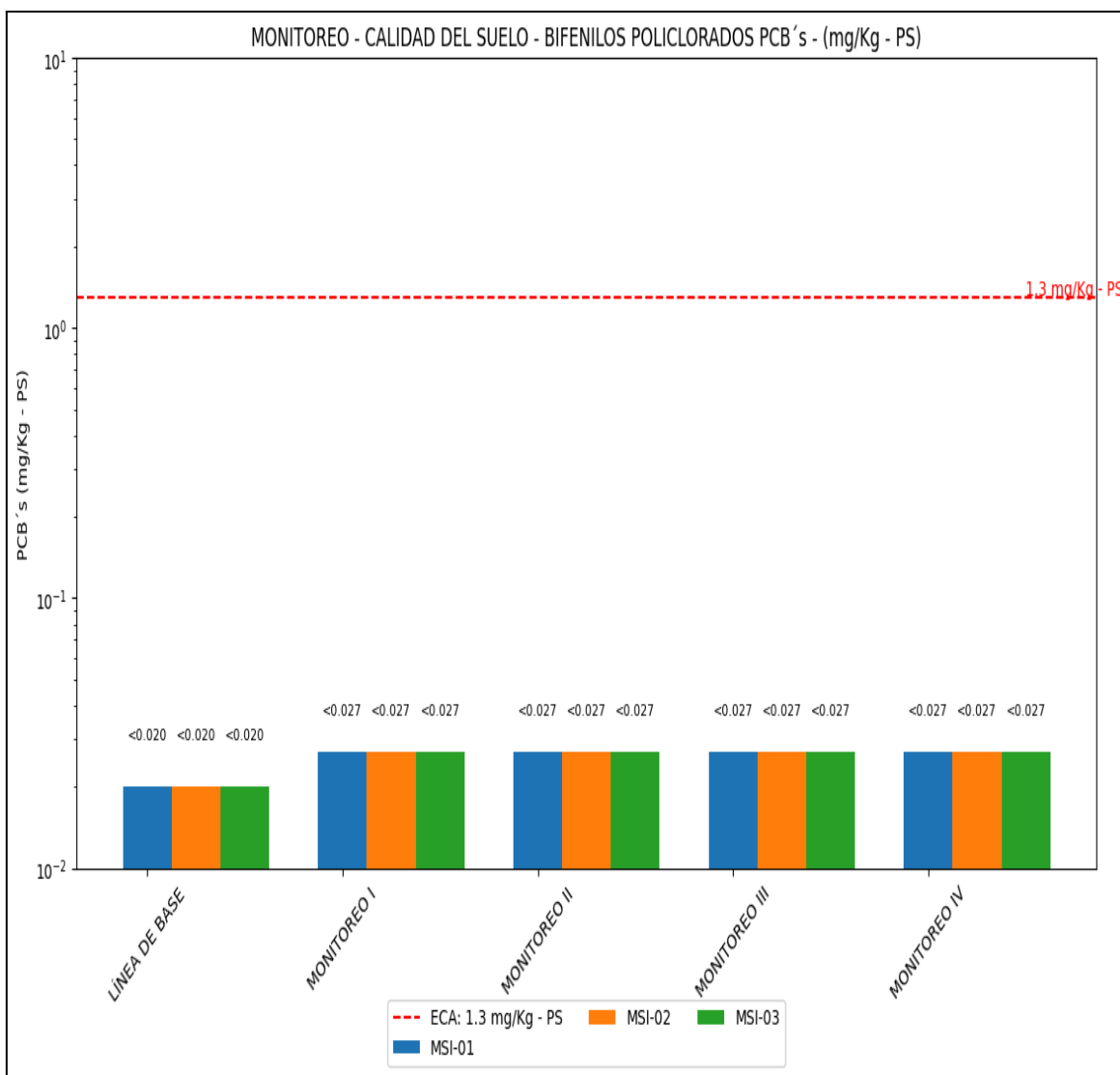


Figura 69: Resultados de la concentración de compuestos orgánicos para bifenilos policlorados (PCBs) según el tipo de monitoreo.

De acuerdo a la figura 69 y tabla 38, los resultados obtenidos están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado y, por lo tanto, se encuentran muy por debajo del valor establecido por el ECA suelo para bifenilos policlorados - PCB's (1.3 mg/Kg-PS).

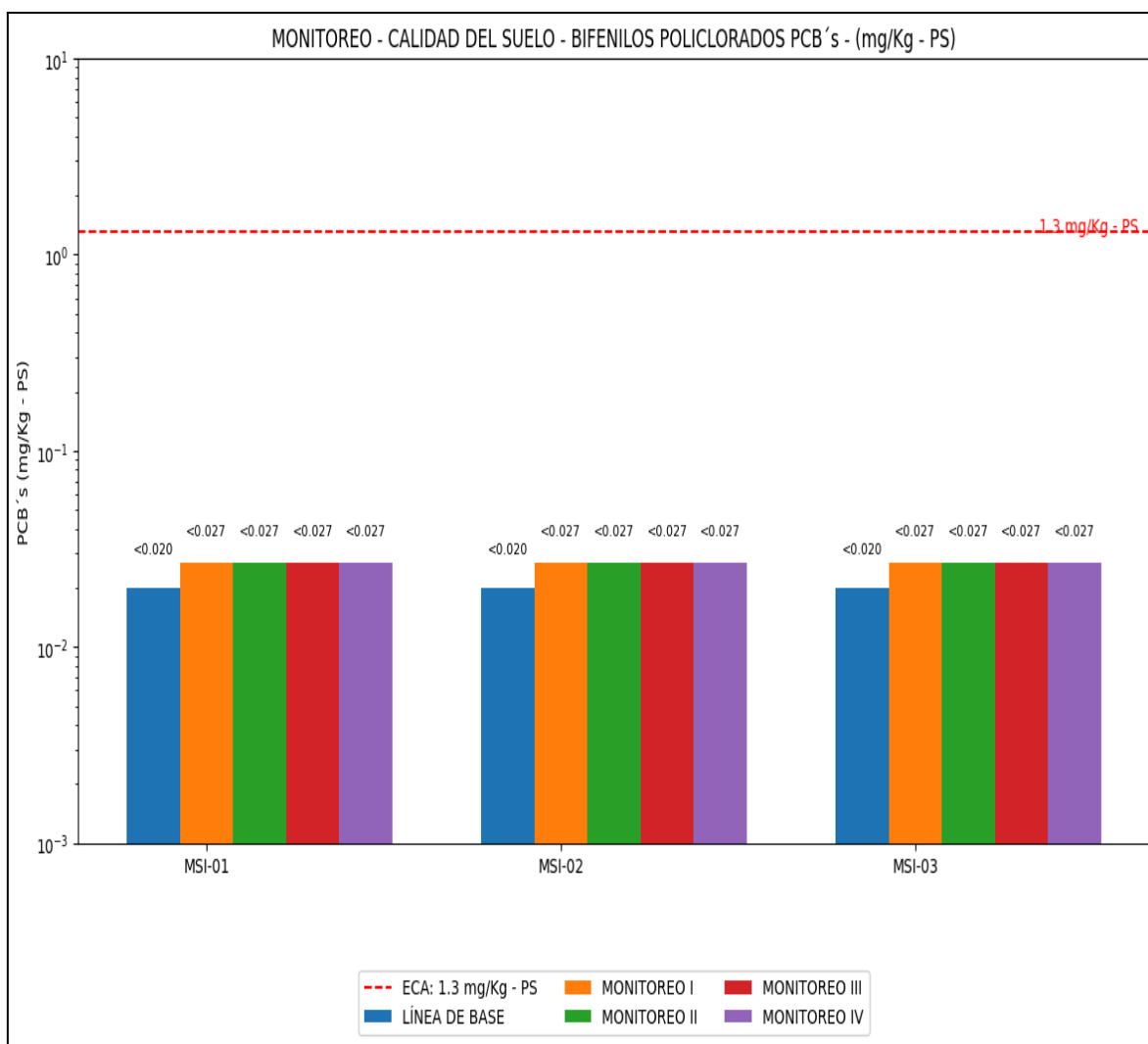


Figura 70: Resultados de la evolución de la concentración de compuestos orgánicos para los bifenilos policlorados según el punto de monitoreo.

De manera semejante a los casos anteriores, los resultados se comportan de manera constante y no configuran un potencial riesgo ambiental a considerar.

4.5.3. RUIDO AMBIENTAL

Tabla 39: Resultados de ruido ambiental diurno (anexo 04)

4.5.3.1. Ruido ambiental diurno

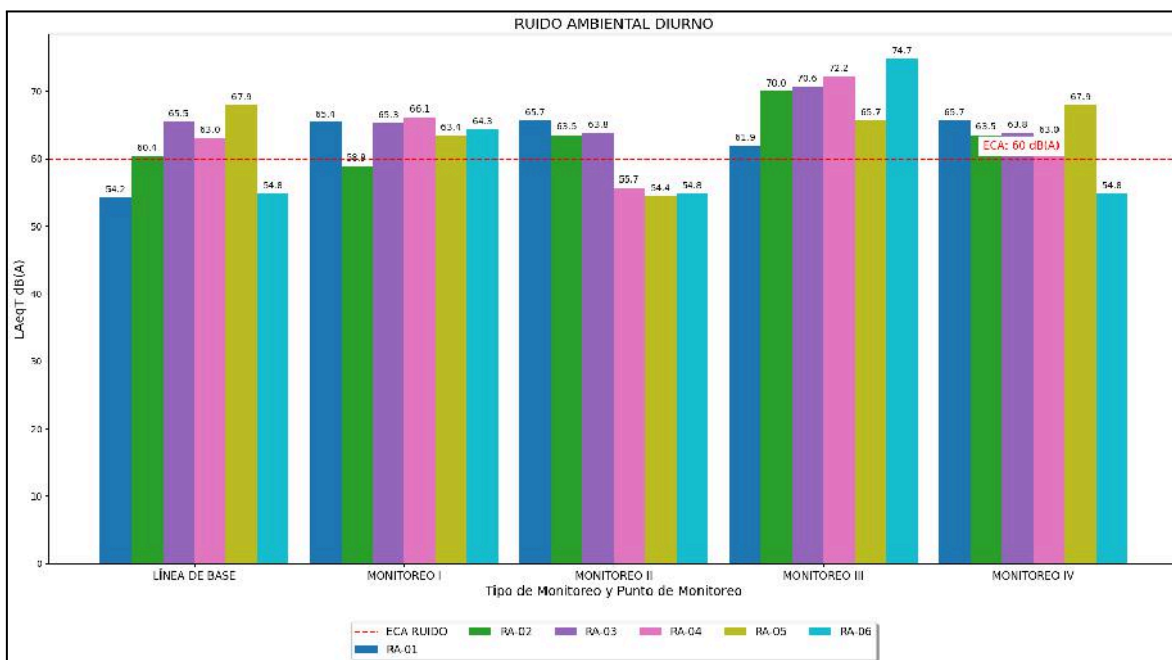


Figura 71: Resultados del ruido ambiental diurno.

Conforme a la tabla 39 (ver anexo 4) y figura 72, podemos apreciar lo siguiente:

En el monitoreo de línea de base, existen valores que están por encima del valor establecido en el ECA ruido DS. 085-2003-PCM (60 dB(A)); estos corresponden a los puntos de monitoreo RA-02 (60.04 dB(A)), RA-03 (65.5 dB(A)), RA-04 (63.0 dB(A)) y RA-05 (67.5 dB(A)), el cual tiene el valor máximo reportado y, por otro lado, el valor mínimo reportado corresponde al punto RA-01 (54.2 dB(A)).

Primer monitoreo presenta un solo punto que se encuentra por debajo del límite establecido por el ECA, el cual corresponde al punto RA-02 (58.9 dB(A)); los demás puntos sobrepasan el límite establecido por el ECA para ruido, teniendo un valor máximo en el punto RA-04 (66.1 dB(A)).

Segundo monitoreo: 3 de los puntos de monitoreo sobrepasan los límites establecidos en el ECA para ruido, siendo el punto RA-01 (65.7 dB) el que tiene un mayor valor,

seguido por los puntos RA-02 (63.5 dB) y RA-03 (63.8 dB). El menor valor se presenta en el punto RA-05 (54.4 dB).

Tercer monitoreo: durante el tercer monitoreo se aprecia que todos los puntos de monitoreo sobrepasan el valor establecido en el ECA para ruido, siendo el punto RA-06 (74.7 dB) el que presenta el máximo valor, seguido por RA-04 (72.2 dB), RA-02 (70.6 dB), RA-02 (70.0 dB), RA-05 (65.7 dB) y RA-01 (61.9 dB).

Cuarto monitoreo: En el cuarto monitoreo, 5 de los 6 puntos de monitoreo sobrepasan el valor establecido en el ECA para ruido. El mayor valor se encuentra en el punto RA-05 (67.9 dB), seguido por el punto RA-01 (65.7 dB), RA-03 (63.8 dB), RA-02 (63.5 dB), RA-04 (63.0 dB) y, finalmente, el mínimo valor se encuentra en el punto RA-06 (54.8 dB).

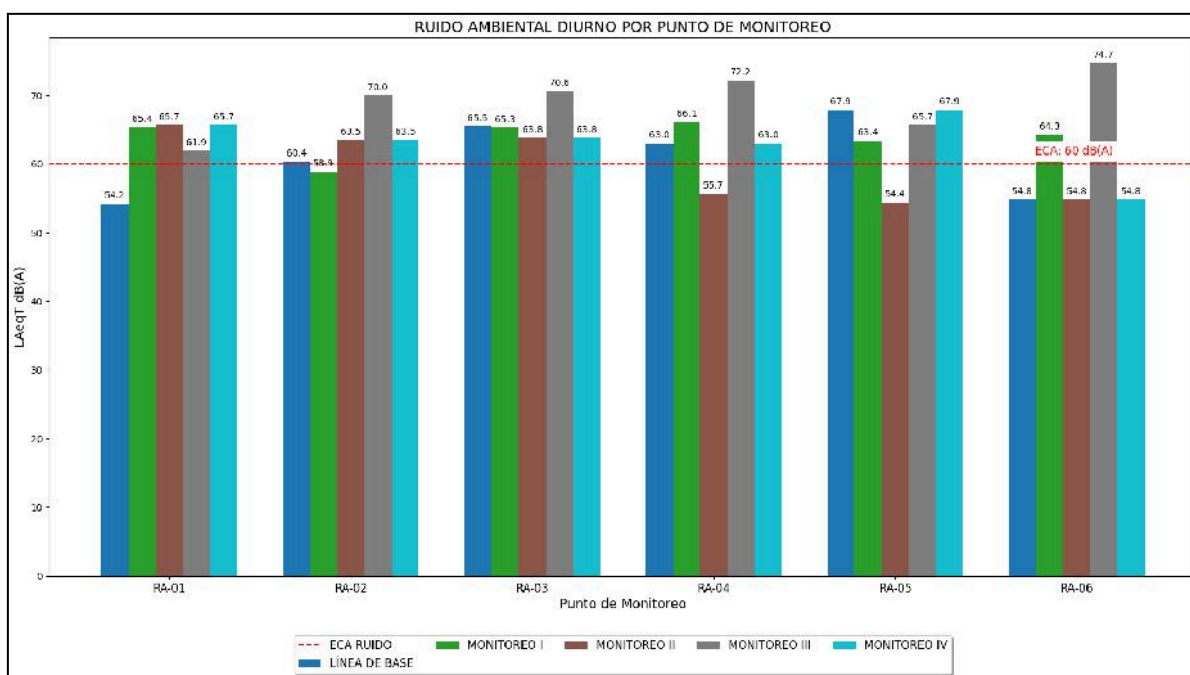


Figura 72: Evolución del ruido ambiental diurno en cada punto de monitoreo.

Tabla 40: Resultados del análisis estadístico de Wilcoxon del ruido ambiental diurno comparado con el ECA.

Punto de monitoreo	Mínimo	Máximo	Promedio	Valor W	p-valor	Significancia
RA-01	54,2	65,7	62,58	5	0,625	No significativo
RA-02	58,9	70,0	63,26	2	0,1875	No significativo
RA-03	63,8	70,6	65,80	0	0,0625	No significativo
RA-04	55,7	72,2	64,00	3	0,3125	No significativo
RA-05	54,4	67,9	63,86	2	0,1875	No significativo
RA-06	54,8	74,7	60,68	7	1.000	No significativo

Nota: Elaborado con Python 3.12 JupyterLite.

De acuerdo a la figura 72 y tabla 40 podemos decir lo siguiente:

RA-01 tiene un promedio de 62.58 dB, un máximo de 65.7 dB y un mínimo de 54.2 dB. Con un p-valor de 0.625, por lo que no se considera una diferencia estadística significativa con respecto al valor del ECA para ruido.

RA-02 tiene un promedio de 63.26 dB, un máximo de 70.0 dB y un mínimo de 58.9 dB. Con un p-valor de 0.1875, por lo que no se considera una diferencia estadística significativa con respecto al valor del ECA para ruido.

RA-03 tiene un promedio de 65.80 dB, un máximo de 70.6 dB y un mínimo de 63.8 dB. Con un p-valor de 0.0625, por lo que no se considera una diferencia estadística significativa con respecto al valor del ECA para ruido diurno (60 dB).

RA-04 tiene un promedio de 64,0 dB, un máximo de 72,2 dB y un mínimo de 55,7 dB. Con un p-valor de 0.3125, por lo que se considera una diferencia estadística no significativa con respecto al valor del ECA para ruido.

RA-05 tiene un promedio de 63,86 dB, un máximo de 67,9 dB y un mínimo de 54,4 dB. Con un p-valor de 0.1875, por lo que se considera una diferencia estadística no significativa con respecto al valor del ECA para ruido.

RA-06 tiene un promedio de 60,68 dB, un máximo de 74,7 dB y un mínimo de 54,8 dB. Con un p-valor de 1,000, por lo que se considera una diferencia estadística no significativa con respecto al valor del ECA para ruido.

4.5.3.2. Ruido ambiental nocturno

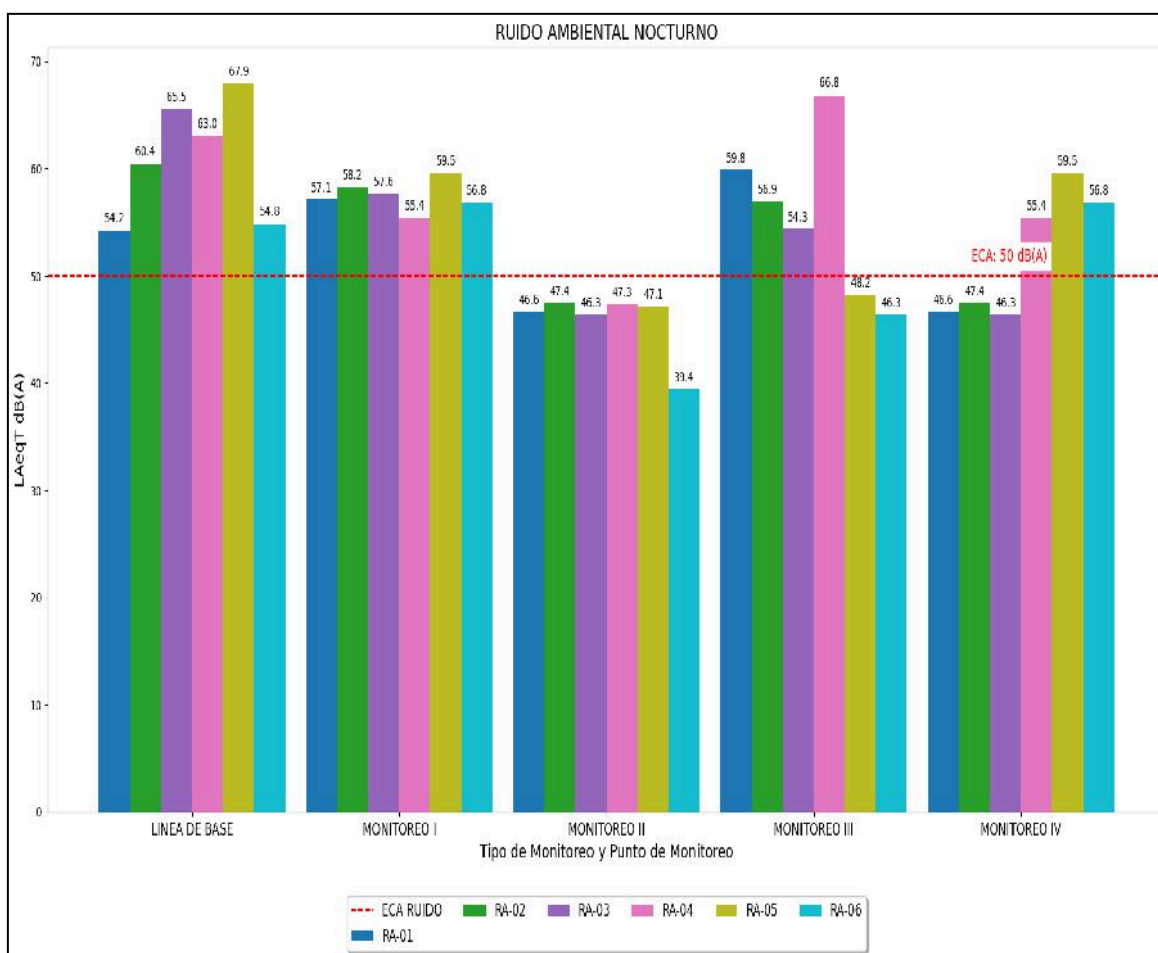


Figura 73: Resultados del ruido ambiental nocturno.

De acuerdo a la tabla 41 (ver anexo 4) y figura 73, podemos afirmar lo siguiente:

Monitoreo línea de base: se puede observar que todos los puntos de monitoreo sobrepasan el valor establecido por el ECA para ruido nocturno residencial (50 dB), siendo el valor máximo en el punto RA-05 (67.9 dB) y el menor valor se encuentra en el punto RA-01 (54.2 dB). Estos valores nos indican una preexistencia de valores altos de ruido en las zonas monitoreadas.

Monitoreo I: De igual manera, se aprecia que en todos los puntos de monitoreo se sobrepasa el nivel establecido por el ECA para ruido, teniendo un valor máximo en el punto RA-05 (59.5 dB) y un valor mínimo en el punto RA-04 (55.4 dB).

En el monitoreo II, se puede apreciar una reducción significativa en los niveles de ruido en todos los puntos monitoreados, encontrándose por debajo del valor establecido en el ECA. para ruido, teniendo el máximo valor en el punto RA-02 (47.4 dB) y el mínimo valor en el punto RA-06 (39.4 dB).

Monitoreo III: Durante este monitoreo se vuelven a presentar incrementos por encima del valor establecido en el ECA para ruido en 4 puntos de monitoreo RA-01, RA-02, RA-03 y RA-04, teniendo el mayor valor en el punto RA-04 (66.8 dB) y el mínimo en el punto RA-06 (46.3 dB).

Monitoreo IV: En este monitoreo, 3 puntos de monitoreo se encuentran por encima del valor establecido en el ECA para ruido en los puntos RA-04, RA-05 y RA-06, teniendo el mayor valor el punto RA-05 (59.5 dB) y el menor valor se presenta en el punto RA-03 (46.3 dB).

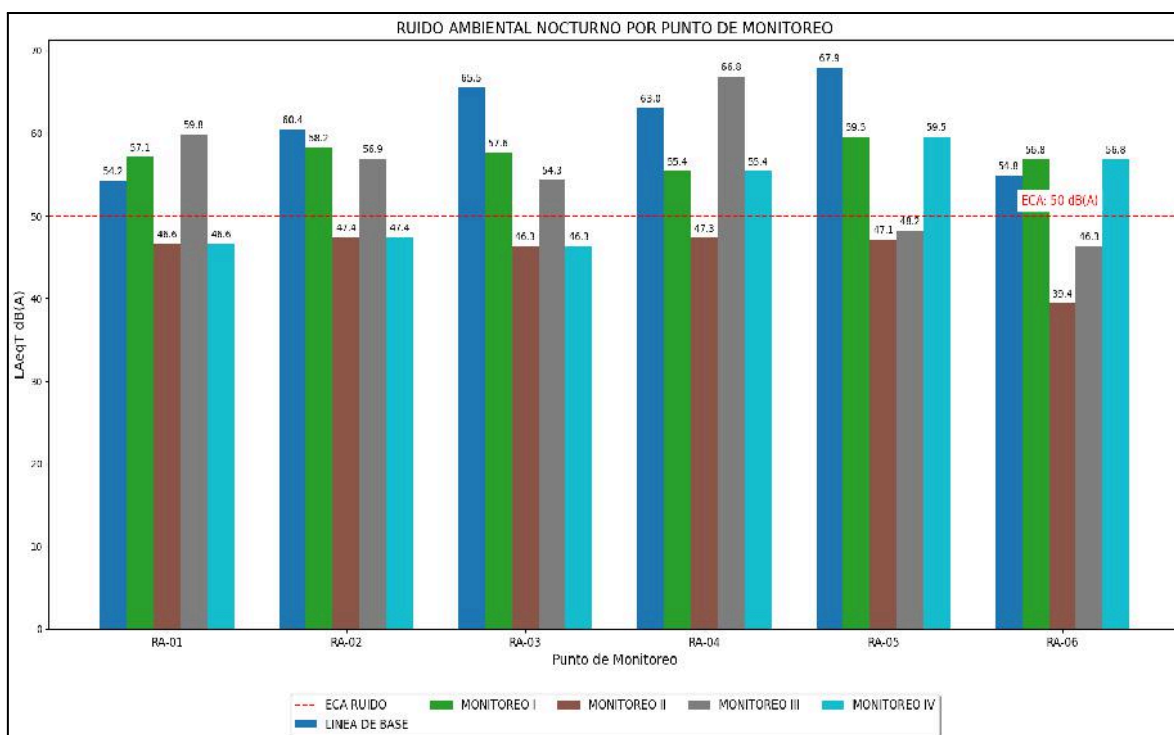


Figura 74: Evolución del ruido ambiental diurno en cada punto de monitoreo.

Tabla 42: Resultados del análisis estadístico de Wilcoxon del ruido ambiental nocturno comparado con el ECA.

Punto de monitoreo	Mínimo	Máximo	Promedio	Valor W	p-valor	Significancia
RA-01	46,6	59,8	52,86	3	0,3125	No significativo
RA-02	47,4	60,4	54,06	3	0,3125	No significativo
RA-03	46,3	65,5	54	3	0,3125	No significativo
RA-04	47,3	66,8	57,58	1	0,125	No significativo
RA-05	47,1	67,9	56,44	3	0,3125	No significativo

RA-06	39,4	56,8	50,82	6	0,8125	No significativo
-------	------	------	-------	---	--------	---------------------

Nota: Elaborado con Python 3.12 JupyterLite.

De acuerdo a la figura 74 y tabla 42 podemos decir lo siguiente:

RA-01 tiene un promedio de 52,86 dB, un máximo de 59,8 dB y un mínimo de 46,6 dB.

Con un p-valor de 0,3125, por lo que no se considera una diferencia estadística significativa con respecto al valor del ECA para ruido.

RA-02 tiene un promedio de 54,06 dB, un máximo de 60,4 dB y un mínimo de 47,4 dB.

Con un p-valor de 0,3125, por lo que no se considera una diferencia estadística significativa con respecto al valor del ECA para ruido.

RA-03 tiene un promedio de 54,00 dB, un máximo de 65,5 dB y un mínimo de 46,3 dB.

Con un p-valor de 0,3125, por lo que no se considera una diferencia estadística significativa con respecto al valor del ECA para ruido diurno (60 dB).

RA-04 tiene un promedio de 57,58 dB, un máximo de 66,8 dB y un mínimo de 47,3 dB.

Con un p-valor de 0,125, por lo que se considera una diferencia estadística no significativa con respecto al valor del ECA para ruido.

RA-05 tiene un promedio de 56,44 dB, un máximo de 67,9 dB y un mínimo de 47,1 dB.

Con un p-valor de 0,3125, por lo que se considera una diferencia estadística no significativa con respecto al valor del ECA para ruido.

RA-06 tiene un promedio de 50,82 dB, un máximo de 56,8 dB y un mínimo de 39,4 dB.

Con un p-valor de 0,8125, por lo que se considera una diferencia estadística no significativa con respecto al valor del ECA para ruido.

4.5.4. CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

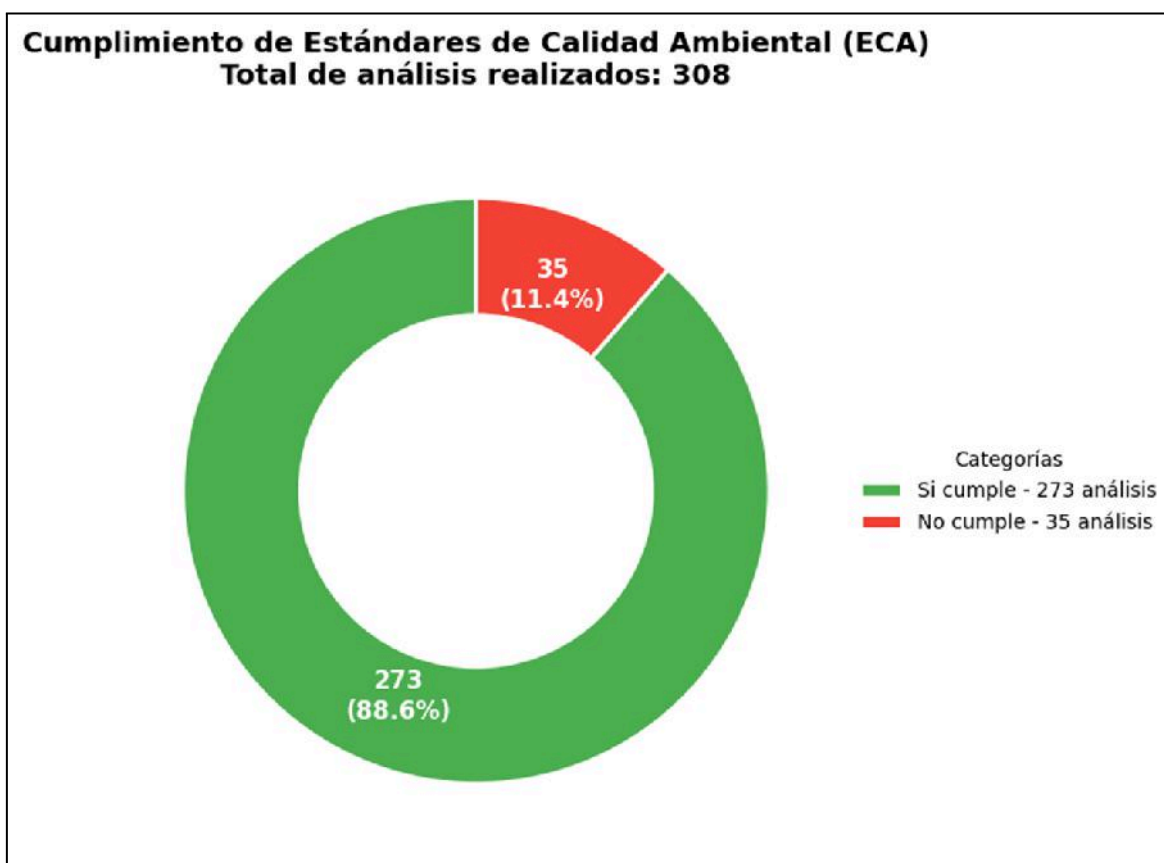


Figura 75: Cumplimiento de estándares de calidad ambiental.

En la tabla 43 (anexo 6) y figura 75 podemos apreciar que del total de análisis realizados (378) solo se consideraron 308 por ser los análisis realizados durante la ejecución del proyecto, de los cuales 273 análisis que representan el 88,6% cumplen con los estándares de calidad ambiental correspondientes y 35 análisis que representan un 11,4% no cumplen con los estándares de calidad ambiental correspondiente.

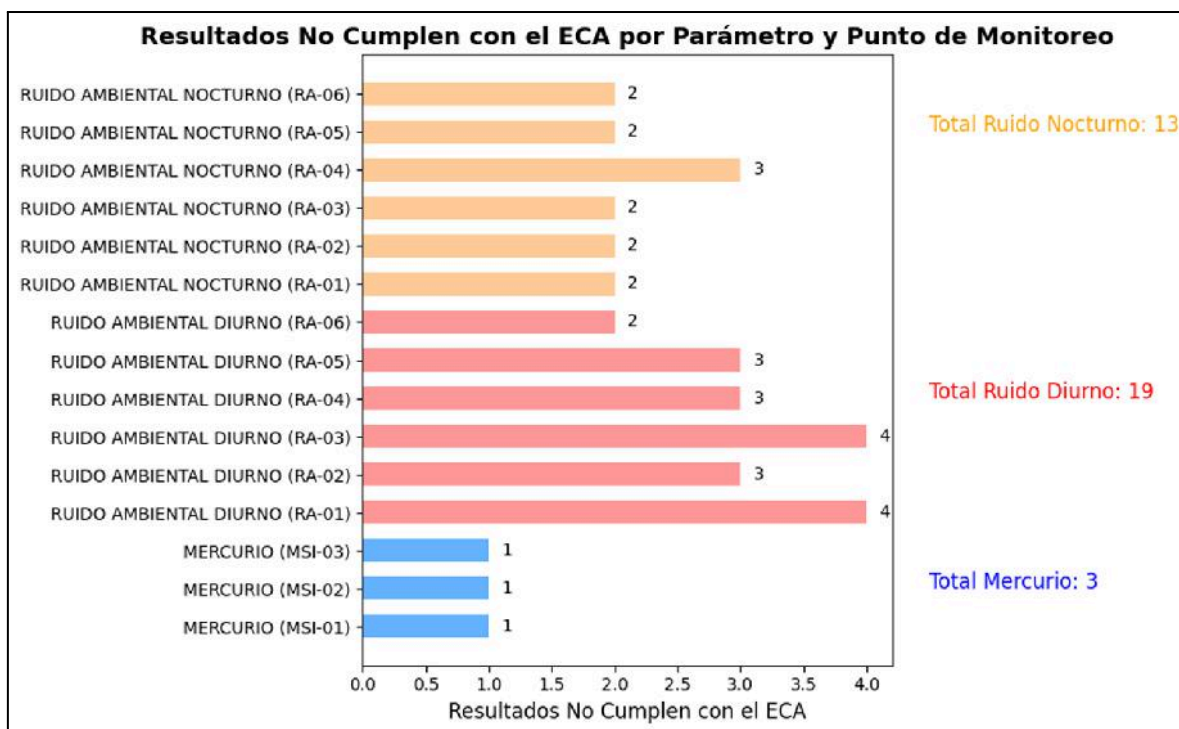


Figura 76: Parámetros que no cumplen los estándares de calidad ambiental.

Según la figura 76 de los 35 análisis que no cumplen con los ECAs, están distribuidos en 3 parámetros: ruido ambiental diurno, ruido ambiental nocturno y mercurio en calidad de suelo, de los cuales el parámetro que más incumplimientos tiene es el de ruido ambiental diurno, con un total de 19 análisis, teniendo los puntos de monitoreo RA-01 y RA-03 los que cuentan con la mayor cantidad de incumplimientos (4 cada uno). En segundo lugar se encuentra el ruido ambiental nocturno, con un total de 13 incumplimientos, siendo el punto de monitoreo RA-04 el que presenta la mayor frecuencia de estos. Finalmente, se tiene el mercurio con 3 incumplimientos repartidos en los 3 puntos de monitoreo MSI-01, MSI-02 y MSI-03 correspondientes al tercer monitoreo.

4.6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL COMPONENTE 1 DEL PROYECTO

Componente físico-aire.

Se tiene como principal impacto el incremento de niveles de ruido con un nivel de importancia de 13, siendo considerado crítico, causado principalmente por el uso de maquinaria y equipos (vibroapisonadores, cortadoras de concreto, compactadoras y

rodillos) que emiten elevados niveles de ruido (entre 80-110 dB) que concuerdan plenamente con los resultados de Huaquisto & Chambilla (2021), que evaluaron los niveles de presión sonora de los equipos utilizados en construcciones de vías urbanas donde identificaron a la etapa de corte de concreto como la más ruidosa del proceso constructivo, encontrando que el equipo que más ruido emite es la cortadora de concreto, llegando a 96,2 dB. Adicionalmente los resultados del monitoreo de ruido ambiental en algunos casos sobrepasan los valores establecidos en el DS 085-2003-PCM Estándar Nacional de calidad Ambiental de Ruido llegando algunos casos a 66,8 dB para el ruido nocturno y 74,7 dB para el ruido nocturno (anexo 6, Figura 107), son resultados que concuerdan con el trabajo de Salazar (2021) que tuvo como objetivo determinar la influencia del monitoreo de aspectos ambientales de una obra de ejecución de un drenaje pluvial en Carmen Alto en la calidad ambiental, donde sus resultados en el monitoreo de ruido sobrepasan los valores establecidos en el ECA para ruido, llegando en algunos casos a 61,7 dB en el ruido nocturno y 86 db en el ruido diurno. De manera similar, Huallanca (2021), que tuvo la finalidad de determinar cómo la implementación de monitoreos ambientales ha influido en la calidad del aire y el nivel de ruido ambiental en la ejecución del proyecto de inversión, obtuvo los siguientes resultados: en algunos casos se sobrepasó el valor del ECA para ruido diurno con un valor de 67,1 dB y para ruido nocturno con 66,9 dB. Es preciso señalar que los niveles de ruido elevados no podrían deberse, necesariamente, a las actividades operativas y de producción de la obra, pues existe el antecedente registrado en el monitoreo de línea de base donde varios de los puntos de monitoreo de ruido también sobrepasan los valores establecidos en el ECA. Ver tabla 39 y tabla 41 (anexo 4).

Componente físico-suelo

Se tiene como principal impacto el cambio en la calidad del suelo, ocasionado principalmente por la generación de desmonte o movimiento de tierras con una magnitud de 12, considerado como un impacto que necesita atención, causado principalmente por las excavaciones profundas, en algunos casos hasta 9 m y en total unos 7518.34 m de

longitud. Así mismo, es el componente con mayor cantidad de impactos que necesitan atención; en total son 62 impactos lo que concuerda con el trabajo de Machaca (2023), cuyo objetivo era evaluar los impactos generados en los componentes ambientales como en el físico, biológico y socioeconómico en la obra de construcción del servicio de agua potable y saneamiento rural en la comunidad de Paxa, donde también encontró que el componente físico suelo fue el más afectado; los impactos que afectaron el suelo tenían una magnitud moderada, siendo congruente con la investigación de Montero et al. (2020) que buscaba determinar los principales impactos ambientales de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del subsistema Pindo Chico en la ciudad del Puyo, Ecuador.

donde sobresale los impactos en el componente suelo, que será gravemente afectado como consecuencia de la remoción de la cobertura vegetal, apertura de zanjas, creación de vías de acceso, así como la excavación y cambio de la estructura del suelo con material pétreo y concreto, que es uno de los más severos de esta actividad. También el aporte de Ávila (2021), que buscaba evaluar el impacto ambiental generado por la ejecución del servicio de agua potable y saneamiento en el caserío Agua Blanca, Huamachuco, sobre los factores ambientales, presenta resultados similares. La actividad más impactante es el movimiento de tierras que generó un total de 8 comportamientos negativos, específicamente en el medio físico (suelo), ya que presentó un nivel de importancia moderada (-35).

En el tercer monitoreo se presenta un resultado puntual de contaminación por mercurio

CONCLUSIONES

PRIMERA: La evaluación mediante la matriz de Leopold Turbinada pudo confirmar que la construcción del componente 1 del proyecto generó impactos ambientales críticos, los cuales fueron ocasionados por actividades generadoras de ruido como corte de pavimento (13) y relleno y compactación (13) a causa de la utilización de equipos y maquinarias que emiten niveles altos de ruido durante su funcionamiento. Otro impacto relevante está relacionado con el movimiento de tierras o generación de desmonte, como la excavación de zanjas, ocasionando impactos que cambian la calidad del suelo (12), que se considera un impacto que necesita atención, estando muy al límite de convertirse en un impacto crítico.

SEGUNDA: La matriz de Leopold Turbinada permitió identificar impactos negativos clave, teniendo como resultado 4 impactos críticos, 158 impactos que necesitan atención y 133 impactos triviales. Los componentes ambientales más afectados son el suelo con 62 impactos que necesitan atención y el aire con 4 impactos críticos y 47 impactos que necesitan atención.

TERCERA: Se evaluaron y compararon los resultados de los parámetros analizados producto del monitoreo ambiental realizado durante la construcción del Componente 1 del proyecto con los estándares de calidad ambiental (ECA). En donde se evidencia que el ruido ambiental diurno y nocturno no cumple con los valores establecidos en el DS 085-2003-PCM Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Ruido, arrojando valores de 74.7 dB (60 dB según ECA) para el ruido diurno y 66.8 dB para el ruido nocturno (50 dB según ECA).

RECOMENDACIONES

PRIMERA: A las empresas ejecutoras de las obras que, dentro de los controles y medidas de mitigación, implementen barreras acústicas temporales en puntos clave para mitigar la emisión de ruido provocado por los equipos y maquinarias utilizados en obra. Así mismo, elaborar, implementar y velar por el cumplimiento de un plan de mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias para evitar operaciones en condiciones subestándar y así evitar emisión de ruido por encima de los niveles normales de operación de los equipos y maquinarias. Por último, realizar inspecciones periódicas por parte de los especialistas SSOMA a los equipos y maquinarias con la finalidad de identificar posibles equipos y maquinarias que estén funcionando sin los sistemas de insonorización (silenciadores) adecuados.

SEGUNDA: Debido a que se continuaran las obras para completar los componentes 2 y 3 del proyecto se recomienda que durante la etapa de elaboración del nuevo expediente técnico del proyecto se hagan estudios en base a la realidad pues en el expediente técnico actual existen muchas falencias debido a que se realizó el trabajo en gabinete lo que conlleva a muchas discordancias con la realidad, ese fue uno de los motivos por los cuales el proyecto se encuentra paralizado a la espera de un nuevo expediente técnico eso implica también realizar una evaluación de impacto ambiental no solo con lo que dicta la norma según R.M. 372-2017-VIVIENDA sino que debe apoyarse en nuevos instrumentos como el presentado en este trabajo para así poder actualizar de manera constante la evaluación de impactos asociados con obras de construcción en general

TERCERA: A la municipalidad distrital de Llave, se le recomienda realizar un estudio minucioso para la identificación de las posibles fuentes de ruido que hacen que el nivel

sonoro se mantenga por encima de los valores señalados en el DS 085-2003-PCM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido y con esto tomar las medidas necesarias para mitigar este impacto.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Castrillón, D. A. (2013). *El componente suelo dentro de los estudios de impacto ambiental para la construcción de carreteras*.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/12002>
- Artiola, J. F., Walworth, J. L., Musil, S. A., & Crimmins, M. A. (2019). Chapter 14—Soil and Land Pollution. En M. L. Brusseau, I. L. Pepper, & C. P. Gerba (Eds.), *Environmental and Pollution Science (Third Edition)* (Third Edition, pp. 219-235). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814719-1.00014-8>
- Avila Cuevas, A. C. (2021). Evaluación del impacto ambiental de la construcción del servicio de agua potable y saneamiento en el caserío Agua Blanca, Huamachuco – 2021. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80890>
- Cahuachia Calisaya, W. (2022). *Evaluación de la declaración de impacto ambiental en la obra de agua potable y desagüe del distrito de Juli – 2020*.
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./361>
- Chalco Chipayo, H. H., & Jesús Jesús, N. O. (2019). Evaluación del sistema hidráulico de la red de alcantarillado de la urbanización Ama Kella -San Martín de Porres—Lima-Perú. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49156>
- Comisión Nacional del Agua, & Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s. f.). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado* (Vol. 4).
- Cuya Matos, O. A. (2009, octubre 5). *La definición de impacto ambiental en el reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental | Blog de Oscar Alejandro Cuya Matos*.
<http://blog.pucp.edu.pe/blog/alessandra/2009/10/05/la-definicion-de-impacto-ambiental-en-el-reglamento-de-la-ley-del-sistema-nacional-de-evaluacion-de-impacto-ambiental/>

- Dominguez, Y. J. Z., Salazar, Á. G. P., & Villacreses, L. F. L. (2021). IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS.: IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO. *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v5.n2.2021.346>
- Draghici, C., & Manciulea, I. (s. f.). *ESQUEMA DE MONITOREO AMBIENTAL Y ACTIVIDADES RELACIONADAS*. Recuperado 7 de mayo de 2024, de http://moodle.toxoer.com/pluginfile.php/5137/mod_page/content/1/T6.3.%20U.1%20ESP.pdf
- Dzhumabaev, M. (2023). Environmental monitoring of environmental objects: The essence of the concept. *АгроЭкоИнфо*. <https://doi.org/10.51419/202133304>
- Empresa Municipal de Saneamiento Basico Puno. (2012). *Plan Maestro Optimizado*. <https://www.emsapuno.com.pe/downloads/pmo/PMO%20EMSAPUNO.pdf>
- Encinas Malagón, M. D. (2011). *Medio ambiente y contaminación. Principios basicos*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/medio-ambiente-contaminacion-principios-basicos>
- Encinas Malagón, M. D., & Gómez de Balugera López de Alda, Z. (2011). *Evaluación de impacto ambiental. Aspectos Teóricos* (1ra ed.). ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA DE VITORIA-GASTEIZ.
- Espinoza, G. (2007). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Figueiredo, R. T., Santos, V. M. L. dos, & Ramos, J. L. C. (2020). *Turbining the Leopold Matrix*. 7(7). <https://ijaers.com/detail/turbining-the-leopold-matrix/>
- Garmendia Salvador, A., Salvador Alcaide, A., Crespo Sánchez, C., & Garmendia Salvador, L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. PEARSON EDUCACION.
- Guerra Herrera, G. C., & Logroño Naranjo, S. I. (2019). Evaluación del impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas

- residuales en Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(3.2.1), Article 3.2.1. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.783>
- Herrera Campuzano, Y. P., & Pacheco Bustos, C. A. (2024). Estudio de impactos ambientales sobre alternativas de sistemas de saneamiento para la solución de vertimientos en la zona costera del distrito de Riohacha, en La Guajira, Colombia. *Revista Ingenio*, 21(1), Article 1. <https://doi.org/10.22463/2011642X.4275>
- Huallanca Pariona, L. L. (2021). Implementación del monitoreo de aspectos ambientales para la calidad ambiental de la carretera afirmada en el distrito de Chilcas, Región Ayacucho. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63618>
- Huaquisto Cáceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2021). *ESTUDIO DEL RUIDO GENERADO POR LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA* | *Revista Investigación & Desarrollo*. 21(1), 87-97. <https://doi.org/10.23881/idupbo.021.1-7i>
- Idrogo Guevara, M. O., & Alvarez Burgos, D. M. (2019). Comparación de dos metodologías de estudio de impacto ambiental en el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y desagüe del caserío Luceropata, Distrito de Longar—Rodríguez de Mendoza—Amazonas. *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - UNTRM*. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1776>
- LU, M. (2022). *La Evaluación de Impacto Ambiental y la Evaluación Ambiental Estratégica en la Región Amazónica: Análisis de su aplicación en industrias extractivas y proyectos de infraestructura*. Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR). <https://dar.org.pe/wp-content/uploads/2022/09/La-Evaluacion-de-Impacto-Ambient-al-1-1.pdf>
- Machaca Pacheco, C. N. (2023). Impactos ambientales generados en la construcción del servicio de agua potable y saneamiento rural, comunidad de Paxa del Distrito de Tiquillaca—2023. *Universidad Privada San Carlos*.

<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/679>

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2012). *Aprueban Reglamento de Protección Ambiental para proyectos vinculados a las actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento—Decreto Supremo N° 015-2021-VIVIENDA.*

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2019). *Activos estratégicos de los servicios de saneamiento, movilidad urbana y espacios públicos urbanos.*
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/433288/Activos_Estrat%C3%A9gicos_-_MVCS.pdf

Ministerio del ambiente. (2011). *Ley y reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.*

<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/Ley-y-reglamento-del-SEIA1.pdf>

Ministerio del ambiente. (2012). *GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL PERUANA.*

<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/504.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2020). *Preguntas frecuentes.*

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/376851/Preguntas-frecuentes.pdf?v=1603161859>

Montero Vega, F. S., Molina Cedeño, C. S., Pillco Herrera, B. M., Sarduy Pereira, L. B., & Diéguez Santana, K. (2020). Evaluación del impacto ambiental de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales. Caso río Pindo Chico, Puyo, Pastaza, Ecuador. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 3(1), Article 1.
<https://doi.org/10.22206/cac.2020.v3i1.pp23-39>

Muñoz Gaviria, G. A. (2019). El estudio de impacto ambiental como elemento de construcción de realidad. El caso de la central hidroeléctrica Porce III. *Territorios*, 41, 223-243. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.6535>

Ocola Salazar, J. J., & Laqui Vilca, W. F. (2017). Fuentes contaminantes en la cuenca del

- lago Titicaca: Un aporte al conocimiento de las causas que amenazan la calidad del agua del maravilloso lago Titicaca. *Autoridad Nacional del Agua*.
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/636>
- Operadora Ecologica del Titicaca. (2020a). *Memoria descriptiva del proyecto Componente 1 del "SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CUENCA DEL LAGO TITICACA" LOCALIDAD ILAVE*.
- Operadora Ecologica del Titicaca. (2020b). *Programa de Adecuación y Manejo Ambiental del Proyecto*.
- Porta Rutte, Y. J. (2021). Evaluación del Alcantarillado Sanitario del Anexo Ancalahuata para Determinar su Comportamiento en Estado Crítico. *Repositorio Institucional - UPLA*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2598>
- Ramos, E. R. A., & Huayhua, A. J. P. (2022). Turismo, camino hacia la sostenibilidad: Una aproximación al Lago Titicaca Peruano. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 7(3), 46-62.
<https://www.redalyc.org/journal/6731/673172244004/html/>
- Salazar Orihuela, J. A. (2021). Implementación del monitoreo de aspectos ambientales para la calidad ambiental en ejecución drenaje pluvial en el distrito de Carmen Alto. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112177>
- Tito Escalante, A. T. (2018). *Evaluación de impacto ambiental del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, distrito Chucuito, Puno—2017*.
<https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/7245>
- Ugarte López, W., & Robles Castillo, H. M. (2023). EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN BAÑOS DEL INCA – CAJAMARCA. *REBIOL*, 43(1), Article 1.
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbbiol/article/view/5517>
- Vera Torrejón, J. A. (2015). *La mitigación ambiental en las actividades productivas o extractivas: Concepto, obligatoriedad y aplicación práctica* | *Revista de Derecho*

Administrativo.

<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/15174>

WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2006). *WHO GUIDELINES FOR THE SAFE USE OF WASTEWATER, EXCRETA AND GREYWATER. VOLUME II WASTEWATER USE IN AGRICULTURE: Vol. II.*

<https://www.who.int/publications/i/item/9241546832>

Zambrano Dominguez, Y. J., Pasaco Salazar, Á. G., & Lucio Villacreses, L. F. (2021).

IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS.:

IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria.*

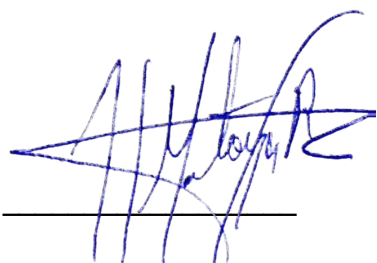
ISSN 2602-8166, 5(2), 165-182.

<https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v5.n2.2021.346>

ANEXOS

Anexo 02: Compromiso ético para trabajos de investigación

- El presente proyecto de investigación titulado **IMPACTOS AMBIENTALES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL COMPONENTE 1 DEL PROYECTO “SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CUENCA DEL LAGO TITICACA” LOCALIDAD DE ILAVE, APLICANDO LA MATRIZ DE LEOPOLD TURBINADA, 2024**, ha sido elaborado y desarrollado por **FRANCISCO SAMUEL MONTOYA RIOS**, planificado por el Centro de Investigación Científica para que sea realizado en estricto apego a la metodología de la investigación y a las normas éticas para investigación.
- En vista de lo anterior, yo, bachiller de la carrera profesional de **INGENIERÍA AMBIENTAL**, con código número 094105, me comprometo a realizar las siguientes acciones:
- He desarrollado esta investigación siguiendo las instrucciones brindadas por el CI, desde la elaboración del marco referencial y recolección de la información, hasta el análisis de datos y elaboración del informe final. En tal sentido, la información contenida en el presente documento es producto de mi trabajo personal, apegándose a la legislación sobre propiedad intelectual, sin haber incurrido en falsificación de la información o cualquier tipo de fraude, por lo cual me someto a las normas disciplinarias establecidas por el CI-UPSC.
- Al respecto, en circunstancias especiales y formas de vidas particulares, con consideración a la perspectiva.
- A realizar el proceso de investigación con integridad científica.
- A obtener la información consentida de los participantes en la investigación.
- A garantizar el bienestar de animales, en cualquier tipo de investigación (No marque, si su proyecto no lo amerita).



FIRMA DEL AUTOR



HUELLA

Anexo 03: Manejo y resultados de la matriz de leopold

RESULTADOS MATRIZ DE LEOPOLD TURBINADA

Anexo 04: Tablas y figuras

Tabla 12: Matriz de identificación de impactos del Componente 1 del Proyecto “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca”, localidad de Ilave, etapa construcción.

N°	Etapa	Tarea	Actividad impactante	FACTORES AMBIENTALES											
				MEDIO FÍSICO			MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO ANTRÓPICO			MEDIO ANTRÓPICO		
				AIRE	SUELO	AGUA	FLORA	FAUNA	SOCIAL	ECONOMICO	SALUD Y SEGURIDAD				
			Incremento en los niveles de ruido						Interrupción del tránsito vehicular y peatonal						
			Cambio en la calidad del aire												
			Cambio en la calidad del suelo												
			Relieve												
			Cambio en la calidad de agua												
			Perdida de cobertura vegetal												
			Cambio en las condiciones de vida												
			Incremento accidentes de tránsito												
			Generación de empleo comercial												
			Aumento de la actividad básicos												
			Interrupción de los servicios básicos												
			Generación de accidentes de tránsito												
			Incremento enfermedades												
2	Construcción	Trazo y replanteo	Desbroce de vegetación		X										
			Generación de Residuos No Aprovechables		X										
			Instalación de señales y desvío												
			de tránsito de residuos peligrosos												
			Generación de material particulado												
			Generación de Residuos Aprovechables												
			Generación de residuos												
			Generación de residuos peligrosos												
			Generación de material particulado												
			Generación de Residuos Aprovechables												
			Generación de residuos												
			Generación de ruido												
			Generación de residuos no aprovechables												

Consumo de recursos naturales	0	0	7	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Generación de gases	0	9	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Generación de ruido	9	9	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Mano de obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0
Contratación de mano de obra local	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0

Nota: Esta tabla muestra los resultados de la evaluación de impactos ambientales mediante la matriz de Leopold Turbinada en la etapa de construcción. Elaboración propia

Tabla 39: Resultados del monitoreo de ruido ambiental diurno

Nota TIPO DE MONITOREO	PUNTO DE MONITOREO	FECHA	L _{min} dB(A)	L _{max} dB(A)	LAeqT dB(A)
LÍNEA DE BASE	RA-01	27/02/2020	45,7	57,6	54,2
	RA-02		56,4	62,9	60,4
	RA-03		54,1	70,5	65,5
	RA-04		57,1	66,8	63,0
	RA-05		62,5	72,6	67,9
	RA-06		51,6	61,6	54,8
MONITOREO I	RA-01	08/07/2021	57,3	76,3	65,4
	RA-02		52,6	66,3	58,9
	RA-03		60,3	69,3	65,3
	RA-04		59,8	76,3	66,1
	RA-05		58,6	68,4	63,4
	RA-06		57,6	69,8	64,3
MONITOREO II	RA-01	29/09/2021	45,7	81,5	65,7
	RA-02		52,7	75,9	63,5
	RA-03		48,7	83,0	63,8
	RA-04		52,0	76,4	55,7
	RA-05		47,5	65,3	54,4
	RA-06		36,9	74,5	54,8
MONITOREO III	RA-01	14/01/2022	58,3	63,9	61,9
	RA-02		62,3	81,3	70,0
	RA-03		60,2	81,9	70,6
	RA-04		63,4	89,2	72,2
	RA-05		60,7	72,3	65,7
	RA-06		58,6	87,4	74,7
MONITOREO IV	RA-01	12/04/2022	45,7	81,5	65,7
	RA-02		52,7	75,9	63,5
	RA-03		48,7	83,0	63,8
	RA-04		57,1	66,8	63,0
	RA-05		62,5	72,6	67,9
	RA-06		51,6	61,6	54,8
ECA RUIDO			60		

Nota: ECA Ruido según Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido en zona residencial.

Elaborado a partir del PAMA, monitoreo de línea de base (OPETI, 2020), informes de ensayo 21477, 217183, 220311 y 225792 (anexo 06).

Tabla 41: Resultados del monitoreo de ruido ambiental nocturno.

TIPO DE MONITOREO	PUNTO DE MONITOREO	FECHA	L _{min} dB(A)	L _{max} dB(A)	LAeqT dB(A)
	O				
LÍNEA DE BASE	RA-01	27/02/2020	45,7	57,6	54,2
	RA-02		56,4	62,9	60,4
	RA-03		54,1	70,5	65,5
	RA-04		57,1	66,8	63,0
	RA-05		62,5	72,6	67,9
	RA-06		51,6	61,6	54,8
MONITOREO I	RA-01	08/07/2021	45,3	68,1	57,1
	RA-02		46,8	73,1	58,2
	RA-03		41,2	71,2	57,6
	RA-04		45,7	70,8	55,4
	RA-05		42,9	67,6	59,5
	RA-06		45,6	66,8	56,8
MONITOREO II	RA-01	29/09/2021	42,3	58,6	46,6
	RA-02		39,2	59,7	47,4
	RA-03		39,3	60,7	46,3
	RA-04		41,8	57,5	47,3
	RA-05		42,5	57,0	47,1
	RA-06		28,4	56,1	39,4
MONITOREO III	RA-01	14/01/2022	52,0	68,5	59,8
	RA-02		50,8	68,0	56,9
	RA-03		43,0	68,3	54,3
	RA-04		61,6	74,3	66,8
	RA-05		33,8	63,2	48,2
	RA-06		40,8	62,2	46,3
MONITOREO IV	RA-01	12/04/2022	42,3	58,6	46,6
	RA-02		39,2	59,7	47,4

RA-03	39,3	60,7	46,3
RA-04	45,7	70,8	55,4
RA-05	42,9	67,6	59,5
RA-06	45,6	66,8	56,8

ECA RUIDO 50

Nota: ECA Ruido según Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

Tabla 43: Resumen del cumplimiento de estándares de calidad ambiental por parámetro y punto de monitoreo.

N° de parámetro	Parámetro evaluado	Punto de monitoreo	Sí cumple ECA.	No cumple ECA.
1	PM2.5		4	0
2	PM10		4	0
3	SO ₂	CA-01-I	4	0
4	NO ₂		4	0
5	CO		4	0
6	Cianuro libre	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
7	Arsénico	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
8	Bario	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
9	Cadmio	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
10	Cromo	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
11	Plomo	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
12	Mercurio	MSI-01	3	1
		MSI-02	3	1
		MSI-03	3	1
13	F1	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
14	F2	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
15	F3	MSI-01	4	0

		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
16	Benceno	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
17	Etilbenceno	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
18	m, p, xileno	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
19	o xileno	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
20	Xilenos totales	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
21	Naftaleno	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
22	Tetracloroetileno	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
23	Tolueno	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
24	Tricloroetileno	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
25	Bifenilos policlorados PBCs	MSI-01	4	0
		MSI-02	4	0
		MSI-03	4	0
		RA-01	0	4
		RA-02	1	3
26	Ruido ambiental diurno	RA-03	0	4
		RA-04	1	3
		RA-05	1	3
		RA-06	2	2
		RA-01	2	2
		RA-02	2	2
27	Ruido ambiental nocturno	RA-03	2	2
		RA-04	1	3
		RA-05	2	2
		RA-06	2	2
	Total		273	35

Nota: Elaborado a partir de los informes de ensayo, informes de ensayo 21477, 214859, 214850, 217087, 217183, 217176, 220311, 220313, 220315, 225765, 225799, 225792.

Anexo 05: Informes de monitoreo ambiental

[Informes de monitoreo ambiental PTAR Titicaca - llave](#)

Anexo 06: Panel registro fotográfico

IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES IMPACTANTES



Figura 77: Trabajos de relleno y compactación de suelos (frente AD03) haciendo uso de vibroapisonadores tipo canguro, los cuales emiten altos niveles de ruido durante su operación.



Figura 78: Actividades de relleno y compactación de suelos (frente AD03) haciendo uso de rodillo compactador tipo tándem de 2,6 t cuya operación implica emisiones elevadas de ruido.



Figura 79: Accesorios de excavación para las retroexcavadoras CAT 420F. El picotón utilizado en labores de excavación de terreno rocoso y demolición de buzones retirados de funcionamiento emite niveles altos de ruido durante su uso.



Figura 80: Actividades de excavación, fuentes de emisión de ruido.



Figura 81: Operaciones de corte de asfalto rígido, una de las actividades que más ruido produce.



Figura 82: Traslado de desmote, material excedente o material de relleno, ocasionando emisión de material particulado.



Figura 83: Traslado de material por las principales calles, generando material particulado.



Figura 84: Debido al constante tránsito de los vehículos del proyecto, se genera barro, el cual, al secarse, se emite como material particulado por el tránsito de vehículos.

Componente físico: suelo



Figura 85: Excavación de zanjas



Figura 86: Magnitud de las excavaciones, lo que ocasiona grandes cantidades de material para almacenar en lugares cercanos o buscar su disposición final, ocasionando pérdida de la calidad del suelo y cambios en el relieve.



Figura 87: Disposición final del material no apto para relleno, ocasionando cambios en la calidad del suelo.



Figura 88: Almacenamiento temporal del material de relleno, ocasionando cambios en la calidad del suelo y en el relieve.



Figura 89: Disposición final del material excedente, ocasionando pérdida de la calidad del suelo y cambios en el relieve.



Figura 90: Generación de residuos peligrosos que pueden impactar en la calidad del suelo.



Figura 91: Residuos de la construcción que pueden impactar en la calidad del suelo.



Figura 92: Residuos generales producidos en obra afectan al componente suelo.



Figura 93: Generación de residuos de la construcción peligrosos asfalto flexible



Figura 94: Generación de residuos aprovechables que sin un manejo adecuado podrían impactar al componente suelo y agua.



Figura 95: Posible fuente de contaminación del suelo y agua por derivados de hidrocarburos.



Figura 96: Inspección de kit antiderrames para contingencias en caso de derrames de hidrocarburos.



Figura 97: Ruptura de tubería matriz de agua potable, la cual posteriormente es evacuada mediante bombeo, ocasionando interrupción en el servicio de agua potable.



Figura 98: Excavación en terreno saturado, el cual tiene que ser evacuado mediante bombeo hacia canaletas pluviales cercanas, las cuales derivan directamente al cauce del río llave, lo que ocasiona un cambio en la calidad de agua del mismo.



Figura 99: Colmatación de excavación debido a la ruptura de tubería matriz de desagüe; el agua residual se bombea hacia los buzones en funcionamiento.



Figura 100: Propiedad de vecino afectada por la excavación y tránsito de vehículos, ocasionando malestar social.



Figura 101: Revision de EPPs auditiva a personal que opera equipos y herramientas que emiten niveles altos de ruido

EVIDENCIAS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS



Figura 102: Estación de monitoreo de calidad de aire



Figura 103: Equipo de bajo volumen para muestreo de partículas PM_{2,5}.



Figura 104: Equipo de alto volumen para muestreo de partículas PM10.



Figura 105: Equipo para muestreo de gases SO₂, NO₂, y CO.



Figura 106: Estación de monitoreo de ruido RA-01



Figura 107: Sonómetro midiendo ruido en el punto RA-06, registrando niveles de ruido por encima del valor establecido en el ECA.



Figura 108: Toma de muestra de suelo MSI-01



Figura 109: Estado de la red de desagüe de la ciudad de llave antes de la ejecución de las obras.



Figura 110: Colapso de buzones antiguos por antigüedad, falta de capacidad y falta de mantenimiento.



Figura 111: Esguerrimiento de aguas servidas a canaletas pluviales que desembocan en el río llave sin tratamiento alguno.