

**CONSORCIO TRANSMANTARO S.A.**



## **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SEMIDETALLADO (EIA-sd) PARA EL PROYECTO “ENLACE 500 KV SAN JOSÉ – YARABAMBA, AMPLIACIONES Y S.E. ASOCIADAS”**

### **CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE LA LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

#### **4.1: MEDIO FÍSICO**

**ENERO  
2025**

**ELABORADO POR:**



**FCISA**

**Dirección: Av. Tacna 685 Piso 18, Of. 182**

**RUC: 20543616967**

**Telf.: (511) 428-6301**

**Web: [www.fcisa.com](http://www.fcisa.com)**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

4. ESTUDIO DE LA LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .	10
4.1. MEDIO FÍSICO.....	10
4.1.1. Geología.....	11
4.1.2. Geomorfología.....	21
4.1.3. Sismicidad .....	33
4.1.4. Suelos .....	37
4.1.5. Hidrología .....	209
4.1.6. Calidad del agua.....	211
4.1.7. Hidrogeología .....	287
4.1.8. Atmósfera .....	291
4.1.9. Geotecnia .....	374
4.1.10. Paisaje.....	390
4.1.11. Anexos .....	415

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 4.1-1.</b> Cartas nacionales en el área de influencia.....	12
<b>Tabla 4.1-2.</b> Estratigrafía del área de influencia .....	12
<b>Tabla 4.1-3.</b> Estratigrafía de los componentes del proyecto .....	16
<b>Tabla 4.1-4.</b> Rango de pendientes en el área de influencia .....	24
<b>Tabla 4.1-5.</b> Unidades geomorfológicas en el área de influencia.....	24
<b>Tabla 4.1-6</b> Registros de Sismos sensibles con magnitud menor a 4.9 grados en la escala de Richter, 2002-2022 .....	34
<b>Tabla 4.1-7</b> Registros de Sismos sensibles con magnitud mayor o igual a 5 grados en la escala de Richter, 2002-2022 .....	34
<b>Tabla 4.1-8</b> Sismos de máximo grado de intensidad registrados en la Escala de Mercalli Modificado, 2017-2022.....	35
<b>Tabla 4.1-9</b> Factor de Zona “Z” .....	35
<b>Tabla 4.1-10</b> Especificaciones técnicas de evaluación para el levantamiento de reconocimiento .....	38
<b>Tabla 4.1-11</b> Especificaciones técnicas de evaluación para el levantamiento semidetallado ...	39
<b>Tabla 4.1-12</b> Pendiente o grado de inclinación .....	41
<b>Tabla 4.1-13</b> Concentraciones de sales .....	42
<b>Tabla 4.1-14</b> Clasificación natural de los suelos dentro del área de influencia directa .....	44
<b>Tabla 4.1-15.</b> Unidades cartográficas y unidades de suelos .....	44
<b>Tabla 4.1-16.</b> Características fisicoquímicas de las unidades de suelo .....	48
<b>Tabla 4.1-17</b> Pendiente o grado de inclinación .....	78
<b>Tabla 4.1-18</b> Concentraciones de sales .....	79
<b>Tabla 4.1-19</b> Clasificación natural de los suelos .....	80
<b>Tabla 4.1-20</b> Unidades cartográficas y unidades de suelos .....	80
<b>Tabla 4.1-21</b> Características fisicoquímicas de las unidades de suelo .....	84
<b>Tabla 4.1-22</b> Unidades de capacidad de uso mayor .....	109
<b>Tabla 4.1-23</b> Unidades de capacidad de uso mayor .....	118
<b>Tabla 4.1-24.</b> Unidades Fisiográficas del área de Influencia Directa.....	126
<b>Tabla 4.1-25.</b> Unidades Fisiográficas del área de Influencia Indirecta .....	141
<b>Tabla 4.1-26</b> Unidades de uso actual de tierras en el área de influencia.....	158
<b>Tabla 4.1-27.</b> Ubicación de puntos de muestreo para calidad de suelo .....	162
<b>Tabla 4.1-28.</b> Justificación de selección de parámetros.....	165
<b>Tabla 4.1-29.</b> Norma referencial de análisis para calidad de suelo.....	168
<b>Tabla 4.1-30.</b> Materiales empleados para calidad de suelo .....	168
<b>Tabla 4.1-31.</b> Estándares para calidad de suelo .....	169
<b>Tabla 4.1-32.</b> Resultados de las muestras de calidad de suelo (marzo 2024) .....	170
<b>Tabla 4.1-33.</b> Resultados de las muestras de calidad de suelo (julio 2024) .....	180
<b>Tabla 4.1-34.</b> Resultados de las muestras de calidad de suelo (octubre 2024) .....	191
<b>Tabla 4.1-35.</b> Fotografías de la zona del Proyecto donde se emplazará la LT .....	203
<b>Tabla 4.1-36.</b> Fotografías tomadas en campo de la zona del proyecto 2024 .....	205
<b>Tabla 4.1-37.</b> Características de la cuenca identificada .....	209
<b>Tabla 4.1-38.</b> Puntos de muestreo para calidad de agua.....	212
<b>Tabla 4.1-39.</b> Características técnicas de los equipos empleados para agua: .....	214
<b>Tabla 4.1-40.</b> Justificación de selección de parámetros.....	215
<b>Tabla 4.1-41.</b> Norma referencial de análisis para calidad de agua .....	219
<b>Tabla 4.1-42.</b> Estándares para calidad de agua – Categoría 1 .....	221
<b>Tabla 4.1-43.</b> Resultados de la toma de muestra para agua– Categoría 1-A2 de la temporada húmeda.....	224
<b>Tabla 4.1-44.</b> Resultados de la toma de muestra para agua– Categoría 1-A2 de la temporada seca .....	254
<b>Tabla 4.1-45</b> Unidades hidrogeológicas identificada en el área de influencia .....	288
<b>Tabla 4.1-46</b> Clasificación climática en el área de influencia .....	293
<b>Tabla 4.1-47</b> Ubicación de las estaciones meteorológicas .....	294

<b>Tabla 4.1-48</b>	Distancia de las estaciones meteorológicas al área de influencia .....	296
<b>Tabla 4.1-49</b>	Representatividad de las estaciones meteorológicas .....	298
<b>Tabla 4.1-50</b>	Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación Huasacache .....	299
<b>Tabla 4.1-51</b>	Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación La Joya .....	300
<b>Tabla 4.1-52</b>	Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación La Pampilla .....	300
<b>Tabla 4.1-53</b>	Temperatura media mensual (°C) – Estación La Joya .....	301
<b>Tabla 4.1-54</b>	Temperatura media mensual (°C) – Estación La Pampilla .....	301
<b>Tabla 4.1-55</b>	Temperatura mínima media mensual (°C) – Estación Huasacache .....	303
<b>Tabla 4.1-56</b>	Temperatura mínima media mensual (°C) – Estación La Joya .....	303
<b>Tabla 4.1-57</b>	Temperatura mínima media mensual (°C) – Estación La Pampilla .....	303
<b>Tabla 4.1-58</b>	Precipitación total mensual (mm) – Estación Huasacache .....	304
<b>Tabla 4.1-59</b>	Precipitación total mensual (mm) – Estación La Joya .....	305
<b>Tabla 4.1-60</b>	Precipitación total mensual (mm) – Estación La Pampilla .....	305
<b>Tabla 4.1-61</b>	Humedad relativa mensual (%) – Estación La Joya .....	306
<b>Tabla 4.1-62</b>	Humedad relativa media mensual (%) – Estación La Pampilla .....	306
<b>Tabla 4.1-63</b>	Escala de Beaufort .....	307
<b>Tabla 4.1-64</b>	Velocidad del viento (m/s) – Estación Huasacache .....	308
<b>Tabla 4.1-65</b>	Dirección del viento – Estación Huasacache .....	309
<b>Tabla 4.1-66</b>	Ubicación de los puntos de muestreo para calidad del aire .....	311
<b>Tabla 4.1-67</b>	Representatividad de ubicación de los puntos de muestreo para calidad del aire .....	312
<b>Tabla 4.1-68</b>	Justificación de selección de parámetros .....	317
<b>Tabla 4.1-69</b>	Método de análisis para calidad de aire .....	319
<b>Tabla 4.1-70</b>	Características técnicas de los equipos .....	320
<b>Tabla 4.1-71</b>	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire .....	321
<b>Tabla 4.1-72</b>	Resultados para calidad del aire en el punto de muestreo CA-01 de la temporada húmeda .....	322
<b>Tabla 4.1-73</b>	Resultados para Calidad de aire en el punto de muestreo CA-02 de la temporada húmeda .....	322
<b>Tabla 4.1-74</b>	Resultados para Calidad de aire en el punto de muestreo CA-03 de la temporada húmeda .....	322
<b>Tabla 4.1-75</b>	Resultados para calidad del aire en el punto de muestreo CA-01 de la temporada seca .....	330
<b>Tabla 4.1-76</b>	Resultados para Calidad de aire en el punto de muestreo CA-02 de la temporada seca .....	330
<b>Tabla 4.1-77</b>	Resultados para Calidad de aire en el punto de muestreo CA-03 de la temporada seca .....	330
<b>Tabla 4.1-78</b>	Puntos de medición para ruido ambiental .....	339
<b>Tabla 4.1-79</b>	Características técnicas del equipo empleado: .....	341
<b>Tabla 4.1-80</b>	Norma referencial de análisis para ruido ambiental .....	342
<b>Tabla 4.1-81</b>	Estándares para ruido ambiental .....	343
<b>Tabla 4.1-82</b>	Mediciones de ruido ambiental – Horario diurno .....	343
<b>Tabla 4.1-83</b>	Mediciones de ruido ambiental – Horario nocturno .....	343
<b>Tabla 4.1-84</b>	Mediciones de ruido ambiental – Horario diurno .....	346
<b>Tabla 4.1-85</b>	Mediciones de ruido ambiental – Horario nocturno .....	346
<b>Tabla 4.1-86</b>	Ubicación de puntos de medición para niveles de vibraciones .....	349
<b>Tabla 4.1-87</b>	Norma referencial de análisis para Niveles de Vibraciones .....	351
<b>Tabla 4.1-88</b>	Equipo empleado para Nivel de Vibraciones: .....	351
<b>Tabla 4.1-89</b>	Valores Admitidos por la Norma Alemana DIN 4150 para daños de edificios ...	351
<b>Tabla 4.1-90</b>	Resultados de las mediciones de Niveles de Vibraciones .....	353
<b>Tabla 4.1-91</b>	Resultados de las mediciones de Niveles de Vibraciones .....	356
<b>Tabla 4.1-92</b>	Puntos de medición para radiaciones no ionizantes .....	359
<b>Tabla 4.1-93</b>	Características técnicas del equipo empleado: .....	362
<b>Tabla 4.1-94</b>	Norma referencial de análisis para radiaciones no ionizantes .....	363

<b>Tabla 4.1-95.</b> Estándares para radiaciones no ionizantes .....	363
<b>Tabla 4.1-96.</b> Resultado de los niveles de campo magnético (Hora Punta) .....	364
<b>Tabla 4.1-97.</b> Resultado de los niveles de campo magnético (Hora Fuera de Punta).....	366
<b>Tabla 4.1-98.</b> Resultado de los niveles de campo magnético (Hora Punta) .....	368
<b>Tabla 4.1-99.</b> Resultado de los niveles de campo magnético (Hora Fuera de Punta).....	371
<b>Tabla 4.1-100.</b> Ubicación de calicatas .....	374
<b>Tabla 4.1-101.</b> Ubicación de calicatas .....	375
<b>Tabla 4.1-102.</b> Ubicación y profundidad alcanzada en sondeos de percusión con ejecución del ensayo de Penetración Estándar (SPT).....	376
<b>Tabla 4.1-103.</b> Localización Ensayos MASW .....	382
<b>Tabla 4.1-104.</b> Puntos de observación .....	391
<b>Tabla 4.1-105.</b> Descripción de las unidades paisajística.....	396
<b>Tabla 4.1-106.</b> Análisis de cuencas visuales por puntos de observación .....	400
<b>Tabla 4.1-107</b> Criterios de evaluación de calidad visual del paisaje (BLM) .....	406
<b>Tabla 4.1-108</b> Clasificación de resultado del análisis de calidad visual .....	407
<b>Tabla 4.1-109</b> Resultados de calidad visual del paisaje CV-1 a CV-10 .....	407
<b>Tabla 4.1-110</b> Capacidad de absorción visual (CAV).....	410
<b>Tabla 4.1-111</b> Clasificación de resultados del análisis de fragilidad visual .....	411
<b>Tabla 4.1-112</b> Evaluación de capacidad de absorción visual (CAV) y fragilidad visual del paisaje (FVP) CV-1 a CV-10 .....	411
<b>Tabla 4.1-113</b> Matriz de clasificación visual .....	413
<b>Tabla 4.1-114.</b> Resultados de clasificación visual CV-1 a CV-10 .....	414

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 4.1-1.</b> Mapa Neotectónico región Arequipa.....	20
<b>Figura 4.1-2.</b> Rasgos estructurales en el área de influencia .....	21
<b>Figura 4.1-3.</b> Susceptibilidad a Movimientos en masa por lluvias fuertes .....	31
<b>Figura 4.1-4.</b> Susceptibilidad a Inundaciones por lluvias asociadas a eventos El Niño .....	32
<b>Figura 4.1-5.</b> Principales placas tectónicas de la tierra.....	33
<b>Figura 4.1-6.</b> Zonificación sísmica del área de influencia .....	36
<b>Figura 4.1-7.</b> S.E San José .....	159
<b>Figura 4.1-8.</b> S.E Yarabamba.....	159
<b>Figura 4.1-9.</b> Terreno con vegetación cultivada .....	160
<b>Figura 4.1-10.</b> Terrenos sin uso y/o improductivos .....	161
<b>Figura 4.1-11.</b> Ubicación espacial de los puntos de muestreo para calidad de suelo de la temporada húmeda. ....	163
<b>Figura 4.1-12.</b> Ubicación espacial de los puntos de muestreo para calidad de suelo de la temporada seca.....	163
<b>Figura 4.1-13.</b> Ubicación espacial del punto de muestreo para calidad de suelo (zona de tiro) .....	164
<b>Figura 4.1-14.</b> Concentración del parámetro $F_1$ ( $C_6-C_{10}$ ) .....	171
<b>Figura 4.1-15.</b> Concentración del parámetro $F_2$ ( $C_{10}-C_{28}$ ).....	172
<b>Figura 4.1-16.</b> Concentración del parámetro $F_3$ ( $C_{28}-C_{40}$ ).....	172
<b>Figura 4.1-17.</b> Concentración del parámetro PCBs .....	173
<b>Figura 4.1-18.</b> Concentración del parámetro Tetracloroetileno.....	173
<b>Figura 4.1-19.</b> Concentración del parámetro Tricloroetileno .....	174
<b>Figura 4.1-20.</b> Concentración del parámetro Arsénico.....	174
<b>Figura 4.1-21.</b> Concentración del parámetro Bario .....	175
<b>Figura 4.1-22.</b> Concentración del parámetro Cadmio .....	175
<b>Figura 4.1-23.</b> Concentración del parámetro Cromo.....	176
<b>Figura 4.1-24.</b> Concentración del parámetro Mercurio. ....	176
<b>Figura 4.1-25.</b> Concentración del parámetro Plomo. ....	177
<b>Figura 4.1-26.</b> Concentración del parámetro $F_1$ ( $C_6-C_{10}$ ) .....	182
<b>Figura 4.1-27.</b> Concentración del parámetro $F_2$ ( $C_{10}-C_{28}$ ).....	182
<b>Figura 4.1-28.</b> Concentración del parámetro $F_3$ ( $C_{28}-C_{40}$ ).....	183
<b>Figura 4.1-29.</b> Concentración del parámetro PCBs .....	183
<b>Figura 4.1-30.</b> Concentración del parámetro Tetracloroetileno.....	184
<b>Figura 4.1-31.</b> Concentración del parámetro Tricloroetileno .....	184
<b>Figura 4.1-32.</b> Concentración del parámetro Arsénico.....	185
<b>Figura 4.1-33.</b> Concentración del parámetro Bario .....	185
<b>Figura 4.1-34.</b> Concentración del parámetro Cadmio .....	186
<b>Figura 4.1-35.</b> Concentración del parámetro Cromo.....	186
<b>Figura 4.1-36.</b> Concentración del parámetro Mercurio. ....	187
<b>Figura 4.1-37.</b> Concentración del parámetro Plomo. ....	187
<b>Figura 4.1-38.</b> Concentración del parámetro $F_1$ ( $C_6-C_{10}$ ) .....	192
<b>Figura 4.1-39.</b> Concentración del parámetro $F_2$ ( $C_{10}-C_{28}$ ).....	193
<b>Figura 4.1-40.</b> Concentración del parámetro $F_3$ ( $C_{28}-C_{40}$ ).....	193
<b>Figura 4.1-41.</b> Concentración del parámetro PCB .....	194
<b>Figura 4.1-42.</b> Concentración del parámetro Tetracloroetileno.....	194
<b>Figura 4.1-43.</b> Concentración del parámetro Tricloroetileno .....	195
<b>Figura 4.1-44.</b> Concentración del parámetro Arsénico.....	196
<b>Figura 4.1-45.</b> Concentración del parámetro Bario .....	196
<b>Figura 4.1-46.</b> Concentración del parámetro Cadmio .....	197
<b>Figura 4.1-47.</b> Concentración del parámetro Cromo.....	197
<b>Figura 4.1-48.</b> Concentración del parámetro Mercurio.....	198
<b>Figura 4.1-49.</b> Concentración del parámetro Plomo .....	198
<b>Figura 4.1-50.</b> Ubicación georreferencial del punto de muestreo para agua .....	213

<b>Figura 4.1-51.</b>	Concentraciones del parámetro Aceites y Grasas .....	226
<b>Figura 4.1-52.</b>	Concentraciones del parámetro Amoníaco .....	226
<b>Figura 4.1-53.</b>	Concentraciones del parámetro Cianuro Libre .....	227
<b>Figura 4.1-54.</b>	Concentraciones del parámetro Color .....	227
<b>Figura 4.1-55.</b>	Concentraciones del parámetro Conductividad .....	228
<b>Figura 4.1-56.</b>	Concentraciones del parámetro DBO .....	228
<b>Figura 4.1-57.</b>	Concentraciones del parámetro Fosforo Total .....	229
<b>Figura 4.1-58.</b>	Concentraciones del parámetro Oxígeno Disuelto .....	229
<b>Figura 4.1-59.</b>	Concentraciones del parámetro Potencial de Hidrógeno .....	230
<b>Figura 4.1-60.</b>	Concentraciones del parámetro DQO .....	230
<b>Figura 4.1-61.</b>	Concentraciones del parámetro Aluminio .....	231
<b>Figura 4.1-62.</b>	Concentraciones del parámetro Antimonio .....	231
<b>Figura 4.1-63.</b>	Concentraciones del parámetro Arsénico .....	232
<b>Figura 4.1-64.</b>	Concentraciones del parámetro Bario .....	232
<b>Figura 4.1-65.</b>	Concentraciones del parámetro Berilio .....	233
<b>Figura 4.1-66.</b>	Concentraciones del parámetro Boro .....	233
<b>Figura 4.1-67.</b>	Concentraciones del parámetro Cadmio .....	234
<b>Figura 4.1-68.</b>	Concentraciones del parámetro Cobre .....	234
<b>Figura 4.1-69.</b>	Concentraciones del parámetro Cromo .....	235
<b>Figura 4.1-70.</b>	Concentraciones del parámetro Hierro .....	235
<b>Figura 4.1-71.</b>	Concentraciones del parámetro Manganeseo .....	236
<b>Figura 4.1-72.</b>	Concentraciones del parámetro Mercurio .....	236
<b>Figura 4.1-73.</b>	Concentraciones del parámetro Plomo .....	237
<b>Figura 4.1-74.</b>	Concentraciones del parámetro Selenio .....	237
<b>Figura 4.1-75.</b>	Concentraciones del parámetro Uranio .....	238
<b>Figura 4.1-76.</b>	Concentraciones del parámetro Zinc .....	238
<b>Figura 4.1-77.</b>	Concentraciones del parámetro Cloruro .....	239
<b>Figura 4.1-78.</b>	Concentraciones del parámetro Nitratos .....	239
<b>Figura 4.1-79.</b>	Concentraciones del parámetro Sulfato .....	240
<b>Figura 4.1-80.</b>	Concentraciones del parámetro Hexaclorobutadieno .....	240
<b>Figura 4.1-81.</b>	Concentraciones del parámetro Benzo(a)pireno .....	241
<b>Figura 4.1-82.</b>	Concentraciones del parámetro Hidrocarburos Totales de Petróleo .....	241
<b>Figura 4.1-83.</b>	Concentraciones del parámetro PCBs .....	242
<b>Figura 4.1-84.</b>	Concentraciones del parámetro Coliformes Termotolerantes .....	242
<b>Figura 4.1-85.</b>	Concentraciones del parámetro Aceites y Grasas .....	256
<b>Figura 4.1-86.</b>	Concentraciones del parámetro Amoníaco .....	257
<b>Figura 4.1-87.</b>	Concentraciones del parámetro Cianuro Libre .....	257
<b>Figura 4.1-88.</b>	Concentraciones del parámetro Color .....	258
<b>Figura 4.1-89.</b>	Concentraciones del parámetro Conductividad .....	258
<b>Figura 4.1-90.</b>	Concentraciones del parámetro DBO .....	259
<b>Figura 4.1-91.</b>	Concentraciones del parámetro Fosforo Total .....	259
<b>Figura 4.1-92.</b>	Concentraciones del parámetro Oxígeno Disuelto .....	260
<b>Figura 4.1-93.</b>	Concentraciones del parámetro Potencial de Hidrógeno .....	260
<b>Figura 4.1-94.</b>	Concentraciones del parámetro DQO .....	261
<b>Figura 4.1-95.</b>	Concentraciones del parámetro Aluminio .....	261
<b>Figura 4.1-96.</b>	Concentraciones del parámetro Antimonio .....	262
<b>Figura 4.1-97.</b>	Concentraciones del parámetro Arsénico .....	262
<b>Figura 4.1-98.</b>	Concentraciones del parámetro Bario .....	263
<b>Figura 4.1-99.</b>	Concentraciones del parámetro Berilio .....	263
<b>Figura 4.1-100.</b>	Concentraciones del parámetro Boro .....	264
<b>Figura 4.1-101.</b>	Concentraciones del parámetro Cadmio .....	264
<b>Figura 4.1-102.</b>	Concentraciones del parámetro Cobre .....	265
<b>Figura 4.1-103.</b>	Concentraciones del parámetro Cromo .....	265
<b>Figura 4.1-104.</b>	Concentraciones del parámetro Hierro .....	266

<b>Figura 4.1-105.</b>	Concentraciones del parámetro Manganeseo .....	266
<b>Figura 4.1-106.</b>	Concentraciones del parámetro Mercurio .....	267
<b>Figura 4.1-107.</b>	Concentraciones del parámetro Plomo .....	267
<b>Figura 4.1-108.</b>	Concentraciones del parámetro Selenio .....	268
<b>Figura 4.1-109.</b>	Concentraciones del parámetro Uranio .....	268
<b>Figura 4.1-110.</b>	Concentraciones del parámetro Zinc .....	269
<b>Figura 4.1-111.</b>	Concentraciones del parámetro Cloruro .....	269
<b>Figura 4.1-112.</b>	Concentraciones del parámetro Nitratos .....	270
<b>Figura 4.1-113.</b>	Concentraciones del parámetro Sulfato .....	270
<b>Figura 4.1-114.</b>	Concentraciones del parámetro Hexaclorobutadieno .....	271
<b>Figura 4.1-115.</b>	Concentraciones del parámetro Benzo(a)pireno .....	271
<b>Figura 4.1-116.</b>	Concentraciones del parámetro Hidrocarburos Totales de Petróleo .....	272
<b>Figura 4.1-117.</b>	Concentraciones del parámetro PCB's .....	272
<b>Figura 4.1-118.</b>	Concentraciones del parámetro Coliformes Termotolerantes .....	273
<b>Figura 4.1-119.</b>	Ubicación georreferencial de zona agrícola cercana al punto de muestreo ...	280
<b>Figura 4.1-120.</b>	Ubicación de las estaciones meteorológicas .....	296
<b>Figura 4.1-121.</b>	Rango de altitud del área de influencia .....	298
<b>Figura 4.1-122.</b>	Distribución de la temperatura máxima media mensual (2016-2023) .....	301
<b>Figura 4.1-123.</b>	Distribución de la temperatura media mensual (2016-2023) .....	302
<b>Figura 4.1-124.</b>	Distribución de la temperatura mínima media mensual (2016-2023) .....	304
<b>Figura 4.1-125.</b>	Distribución de la precipitación total mensual (2016-2023) .....	306
<b>Figura 4.1-126.</b>	Distribución de la humedad relativa media mensual (2016-2023) .....	307
<b>Figura 4.1-127.</b>	Rosa de viento – Estación Huasacache .....	309
<b>Figura 4.1-128.</b>	Ubicación espacial de puntos de muestreo para calidad de aire – Temporada húmeda .....	315
<b>Figura 4.1-129.</b>	Ubicación espacial de puntos de muestreo para calidad de aire – Temporada seca .....	315
<b>Figura 4.1-130.</b>	Partículas Menores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) de la temporada húmeda .....	323
<b>Figura 4.1-131.</b>	Partículas Menores a 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> ) de la temporada húmeda .....	324
<b>Figura 4.1-132.</b>	Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) de la temporada húmeda .....	325
<b>Figura 4.1-133.</b>	Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) de la temporada húmeda .....	326
<b>Figura 4.1-134.</b>	Monóxido de carbono (CO) de la temporada húmeda .....	327
<b>Figura 4.1-135.</b>	Ozono (O <sub>3</sub> ) de la temporada húmeda .....	328
<b>Figura 4.1-136.</b>	Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S) de la temporada húmeda .....	329
<b>Figura 4.1-137.</b>	Partículas Menores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) de la temporada seca .....	331
<b>Figura 4.1-138.</b>	Partículas Menores a 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> ) de la temporada seca .....	332
<b>Figura 4.1-139.</b>	Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) de la temporada seca .....	333
<b>Figura 4.1-140.</b>	Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) de la temporada seca .....	334
<b>Figura 4.1-141.</b>	Monóxido de carbono (CO) de la temporada seca .....	335
<b>Figura 4.1-142.</b>	Ozono (O <sub>3</sub> ) de la temporada seca .....	336
<b>Figura 4.1-143.</b>	Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S) de la temporada seca .....	337
<b>Figura 4.1-144.</b>	Ubicación espacial de los puntos de medición para ruido ambiental – temporada húmeda .....	339
<b>Figura 4.1-145.</b>	Ubicación espacial de los puntos de medición para ruido ambiental – temporada seca .....	340
<b>Figura 4.1-146.</b>	Niveles de presión sonora – Horario Diurno .....	344
<b>Figura 4.1-147.</b>	Niveles de presión sonora – Horario Nocturno .....	345
<b>Figura 4.1-148.</b>	Niveles de presión sonora – Horario Diurno .....	347
<b>Figura 4.1-149.</b>	Niveles de presión sonora – Horario Nocturno .....	347
<b>Figura 4.1-150.</b>	Ubicación georreferencial de los puntos de medición para vibraciones de la temporada húmeda .....	349
<b>Figura 4.1-151.</b>	Ubicación georreferencial de los puntos de medición para vibraciones de la temporada seca .....	350
<b>Figura 4.1-152.</b>	Velocidad de partícula pico en eje vertical .....	354

<b>Figura 4.1-153.</b> Velocidad de partícula pico en eje longitudinal.....	354
<b>Figura 4.1-154.</b> Velocidad de partícula pico en eje transversal .....	355
<b>Figura 4.1-155.</b> Velocidad de partícula pico en eje vertical .....	357
<b>Figura 4.1-156.</b> Velocidad de partícula pico en eje longitudinal.....	357
<b>Figura 4.1-157.</b> Velocidad de partícula pico en eje transversal .....	358
<b>Figura 4.1-158.</b> Ubicación espacial de los puntos de medición para radiaciones no ionizantes – temporada húmeda .....	360
<b>Figura 4.1-159.</b> Ubicación espacial de los puntos de medición para radiaciones no ionizantes – temporada seca .....	361
<b>Figura 4.1-160.</b> Variable Densidad de flujo magnético B ( $\mu\text{T}$ ) – (Hora Punta). ....	364
<b>Figura 4.1-161.</b> Variable Intensidad de campo eléctrico E (V/m) - (Hora Punta).....	365
<b>Figura 4.1-162.</b> Variable Intensidad de campo magnético H (A/m) - (Hora Punta). ....	365
<b>Figura 4.1-163.</b> Variable Densidad de flujo magnético B ( $\mu\text{T}$ ) – (Hora Fuera de Punta). ....	366
<b>Figura 4.1-164.</b> Variable Intensidad de campo eléctrico E (V/m) - (Hora Fuera de Punta). ....	367
<b>Figura 4.1-165.</b> Variable Intensidad de campo magnético H (A/m) - (Hora Fuera de Punta)..	367
<b>Figura 4.1-166.</b> Variable Densidad de flujo magnético B ( $\mu\text{T}$ ) – (Hora Punta). ....	369
<b>Figura 4.1-167.</b> Variable Intensidad de campo eléctrico E (V/m) - (Hora Punta).....	370
<b>Figura 4.1-168.</b> Variable Intensidad de campo magnético H (A/m) - (Hora Punta). ....	370
<b>Figura 4.1-169.</b> Variable Densidad de flujo magnético B ( $\mu\text{T}$ ) – (Hora Fuera de Punta).....	371
<b>Figura 4.1-170.</b> Variable Intensidad de campo eléctrico E (V/m) - (Hora Fuera de Punta). ....	372
<b>Figura 4.1-171.</b> Variable Intensidad de campo magnético H (A/m) - (Hora Fuera de Punta)..	372

## 4. ESTUDIO DE LA LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El presente capítulo presenta la metodología empleada y los resultados obtenidos en la caracterización de los componentes del medio físico, biológico, socioeconómico y cultural, dentro del área de estudio<sup>1</sup> delimitada para el Proyecto "Enlace 500 KV San José – Yarabamba, Ampliaciones y SE Asociadas". En la elaboración del estudio se ha seguido los lineamientos establecidos en la "Guía para la Elaboración de Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA" aprobada mediante Resolución Ministerial N°455-2018-MINAM.

### 4.1. MEDIO FÍSICO

En la presente sección se describe y evalúan (diagnóstico) los componentes ambientales que conforman la base física de los ecosistemas del espacio donde se encuentra ubicado el proyecto, así como de su área de influencia.

Este diagnóstico tiene por finalidad conocer el estado actual de estos componentes, a fin de poder predecir posibles impactos (negativos y/o positivos) que podrían generarse durante todas las etapas del proyecto, y que, de ser el caso, que puedan verse afectados de manera negativa, se puedan proponer medidas preventivas y/o correctivas, a fin de mitigar estos impactos.

La caracterización de la Línea Base Física ha sido realizada a partir de dos fuentes de información, que son las siguientes:

- **Primaria:** Correspondiente al levantamiento de información en campo, para lo cual se realizó trabajos específicos en el área de influencia, como los son los monitoreos ambientales orientados a conocer el estado de la calidad del aire, calidad del agua, ruido ambiental, radiaciones ionizantes, vibraciones y calidad de suelo; asimismo, se realizaron los trabajos de levantamiento de suelos (caracterización edafológica), así como el reconocimiento del uso del suelo y de la calidad del paisaje.
- **Secundaria:** Correspondiente a fuentes oficiales del estado, tales como; El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, la Autoridad Nacional del Agua – ANA, El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED, El Instituto Geográfico Nacional – IGN, El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, entre otros.

<sup>1</sup> Para fines de este Estudio Ambiental se ha considerado que el área de estudio equivale al área de influencia (directa e indirecta)

#### **4.1.1. Geología**

El presente capítulo describe los principales aspectos geológicos del área de influencia del proyecto "Enlace 500 KV San José-Yarabamba, ampliaciones y S.E asociadas". La caracterización geológica comprende la identificación y descripción litológica de las unidades geológicas que se presentan en el área de influencia, acompañada de una columna estratigráfica, que detalla la secuencia cronológica de estas unidades.

Además, se describe la geología histórica, que nos indicará la evolución de los procesos geológicos del área de influencia. También, se describen los rasgos estructurales, que incluye la presencia de fallas y pliegues en el entorno del área del proyecto.

A continuación, se presenta la metodología utilizada para el desarrollo de la caracterización geológica:

##### **Metodología**

Para la caracterización geológica del área de influencia, se aplicó la siguiente metodología:

##### **a. Etapa de recopilación de información**

Evaluación de la información existente: Se considera la información disponible de las cartas geológicas nacionales (33-s) y (34-s) del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) del Ministerio de Energía y Minas del Perú; el Boletín Geológico N° 19 de la serie A, Geología de los Cuadrángulos de Mollendo 34-r, y La Joya 34-s (Wilfredo García, 1968); el Boletín Geológico del cuadrángulo de Arequipa 33-s (Guido Salas & Antenor Chávez, 2000); y el Boletín Geológico N° 81 de la serie C, Geodinámica en la región Arequipa. Además, se recopiló información del Mapa Geológico elaborado a escala 1:100 000 por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)-GEOCATMIN.

Evaluación insitu: Durante la salida de campo se realizó un reconocimiento general del trazo de la línea de transmisión, documentando la información mediante registros fotográficos.

##### **b. Etapa de procesamiento de información**

Con la información recopilada en gabinete y obtenida en la salida de campo, se procedió al procesamiento de datos para la elaboración del apartado de geomorfología, citando las fuentes de información utilizadas.

#### 4.1.1.1. Estratigrafía

En la siguiente tabla se presenta las cartas geológicas nacionales identificadas en el área de influencia:

**Tabla 4.1-1.** Cartas nacionales en el área de influencia

Carta Geológica		
Nombre		WGS 84 (UTM)
33-s	Arequipa	Zona 19 S
34-s	La Joya	

**Fuente:** Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)-GEOCATMIN.

**Elaborado por:** FCISA, 2024

A continuación, se describe la columna estratigráfica de las unidades geológicas identificadas en el área de influencia en base a la información del Mapa Geológico elaborado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET):

**Tabla 4.1-2.** Estratigrafía del área de influencia

Era	Sistema	Serie	Unidad geológica	Símbolo
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Depósito eólico	Q-eo
		Pleistoceno	Depósito aluvial	Qp-al
	Neógeno	Plioceno	Formación Añashuayco	Np-añ
			Formación Millo	Np-mi
			Grupo Barroso – brecha andesítica	NQ-b-bxand
	Paleógeno	Oligoceno	Tambo - granito	KsP-ta-gr
Mesozoico	Cretácico	Superior	Batolito de la Costa - Super Unidad Linga - diorita	Ks-bc/l-di
			Batolito de la Costa - Super Unidad Linga – monzogranito	Ks-bc/l-mgr
			Batolito de la Costa - Super Unidad Linga – gabro, monzogabro	Ks-bc/l-gb, mgb
			Batolito de la Costa - Super Unidad Linga – monzodiorita	Ks-bc/l-mdi
			Batolito de la Costa - Super Unidad Tiabaya – granodiorita	Ks-bc/t-gd
			Granito, pórfido xenolítico	KsP-gr, pxe
		Inferior	Batolito de la Costa - Super Unidad Ilo - diorita	Ks-bc/i-di
	Jurásico	Superior	Gabro	Ki-gb

Era	Sistema	Serie	Unidad geológica	Símbolo
		Medio	Formación Puente	Jm-p
			Formación Socosani	Jm-so

Fuente: Mapa Geológico - Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)

Elaborado por: FCISA, 2024

De acuerdo a lo señalado en la tabla, la estratigrafía en el área de influencia abarca desde el Jurásico Medio hasta el Cuaternario Holoceno, siendo predominantes las unidades del Cretácico Superior. A continuación, se describen las unidades geológicas identificadas:

➤ **Depósito eólico (Q-eo)**

Se trata de acumulaciones de arena depositadas por el viento sobre extensas planicies como mantos de arena de unos pocos metros de espesor o como dunas aisladas de tipo longitudinal, parabólico o trepador. Los mejores ejemplos se tienen en las pampas de La Joya, Tesoro, Salinillas, Infiernillo y San José. Se ubican en los desiertos y playas, distribuyéndose a lo largo de gran parte de la faja costera de la región Arequipa. Este tipo de formación abarca un área de 396.11 ha, lo que representa el 5.09 % del área total del estudio.

➤ **Depósito aluvial (Qp-al)**

Se encuentran formando el valle del río Lluta y Sihuas con sus afluentes, así como las terrazas del río, además está relleno las depresiones comprendidas entre los diferentes afloramientos rocosos. Se constituye por gravas, arenas, limos y algo de arcillas, que forman una mezcla en la cual se presentan incluidos fragmentos angulosos heterométricos. Abarcan un área de 1405.42 ha, equivalente al 18.06 % del total del área de estudio.

➤ **Formación Añashuayco (Np-añ)**

Constituido por tufos dacíticos y riolíticos con granos de cuarzo, feldespatos, lamelas de biotita, fragmentos de pómez y lavas de tamaño variable, son de textura porfírica, de tonalidades rosadas claras en superficie fresca y marrón rojizas en superficie intemperizada. Es consistente, porfírico y se extiende en una amplia faja subhorizontal. Cubre un área de 172.91 ha, equivalente al 2.22 % del área de estudio.

➤ **Formación Millo (Np-mi)**

La litología consiste, por lo general, de conglomerados moderadamente consolidados, compuestos, en proporción variable, con clastos gruesos, parcialmente redondeados,

de rocas intrusivas, cuarcitas y rocas volcánicas, en una matriz areno-tufácea de grano grueso. Las areniscas son grisáceas, de grano medio a fino, ocasionalmente conglomerádicas, y están estratificadas en bancos de hasta 80 cm de grosor. Abarcan un área de 357.51 ha, lo que representa el 4.59 % del área total del estudio.

➤ **Grupo Barroso – brecha andesítica (NQ-b-bxand)**

Se encuentra asociado con zonas de actividad volcánica y se caracteriza principalmente por la presencia de brechas andesíticas. Estas brechas están formadas por fragmentos angularmente rugosos de rocas volcánicas, compuestas por derrames y piroclastos de naturaleza andesítica. Abarcan un área de 164.39 ha, lo que representa el 2.11 % del área total del estudio.

➤ **Tambo – granito (KsP-ta-gr)**

Este granito que aflora principalmente a ambos flancos de la Superunidad Linga, está representado por cuerpos graníticos de gran extensión, que pueden superar los 10 km de largo, y que se disponen en una dirección suroeste-noreste (SE-NO). Abarcan un área de 344.76 ha, lo que representa el 4.43 % del área total del estudio.

➤ **Batolito de la Costa - Super Unidad Linga (diorita (Ks-bc/l-di); monzogranito (Ks-bc/l-mgr); gabro, monzogabro (Ks-bc/l-gb, mgb); monzodiorita (Ks-bc/l-mdi))**

Esta Superunidad forma un gran cuerpo intrusivo que cubre el sector NE del cuadrángulo de La Joya. Los afloramientos están confinados en una posición casi central, se emplazan siguiendo una dirección andina. Asimismo, se caracteriza por ser la superunidad más variable de la región Arequipa.

Su rango litológico mayormente varía de la monzonita al monzogranito los feldespatos rojos a grises oscuros caracterizan esta unidad, al microscopio, son de grano grueso a medio, las plagioclasas se encuentran en forma euhedrales.

La Superunidad Linga del Batolito de la Costa está compuesta por varias litologías que abarcan diferentes áreas dentro del estudio. La diorita ocupa un área de 15.06 ha, representando el 0.19% del total del área de estudio. El gabro y monzogabro cubren 249.63 ha, lo que equivale al 3.21%. La monzodiorita se extiende por 932.96 ha, lo que representa el 11.99%, mientras que el monzogranito abarca 368.50 ha, es decir, el 4.74% del área total del estudio.

➤ **Batolito de la Costa - Super Unidad Tiabaya – granodiorita (Ks-bc/t-gd)**

Constituido por granodiorita, generalmente de grano grueso, compuesta por plagioclasa, ortosa, cuarzo, biotita y una cantidad variable de hornblenda. Su color es gris claro, ligeramente rosado. Esta unidad abarca un área de 1856.03 ha, lo que representa el 24.08 % del área total del estudio.

➤ **Granito, pórfido xenolítico (KsP-gr, pxe)**

Consiste en un monzogranito porfírico de color blanco grisáceo, caracterizado por abundantes xenolitos pequeños y angulares de roca volcánica de grano fino. Presenta fenocristales de plagioclasa blanca euhedral de hasta 2 cm y cristales grandes y redondos de cuarzo, en una matriz microgranular alotriomórfica compuesta por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, con piroxenos subidiomórficos, algunos de ellos maclados. Esta unidad abarca un área de 14.03 ha, lo que representa el 0.18 % del área total del estudio.

➤ **Batolito de la Costa - Super Unidad Ilo – diorita (Ks-bc/i-di)**

Esta Superunidad tiene una forma alargada con una orientación E-W configurando una estructura ligeramente anular incompleta desarrollada, la otra estructura está ubicada en los alrededores del cerro Huasamayo. Principalmente esta unidad geológica está conformada por dioritas. La composición mineralógica esta dada por cuarzo anhedral, las plagioclasas están en cristales euhedrales zonadas con inclusiones de cuarzo y apatito, el feldespato potásico está representado por ortosa y microclino, la biotita es escasa mayormente cloritizada también se encuentra como agregados radiales alrededor de la ortosa, los anfíboles están epidotizados. Esta superunidad abarca un área de 124.09 ha, lo que representa el 1.59 % del área total del estudio.

➤ **Gabro (Ki-gb)**

La roca intrusiva clasificada como gabro se encuentra expuesta en pequeños afloramientos en los cerros Mal Paso y Perdido. Está compuesta por bloques redondeados de color marrón oscuro y presenta generalmente una textura rugosa y granular. Esta unidad abarca un área de 1100.17 ha, lo que representa el 14.14 % del área total del estudio.

➤ **Formación Puente (Jm-p)**

La unidad litológica está compuesta por areniscas de grano medio a fino, intercaladas con niveles de pelitas negras a grises, a veces laminadas, y capas de caliza con abundantes fósiles. Las areniscas presentan coloraciones que varían entre gris, verde

y parda. Esta unidad abarca un área de 178.73 ha, lo que representa el 2.30 % del área total del estudio.

### ➤ Formación Socosani (Jm-so)

La parte superior está formada por lutitas, areniscas cuarcíticas con ligera estratificación cruzada y cuarcitas, que contienen pirita diseminada y están atravesadas por sills gruesos de pórfido tonalítico. La parte inferior se compone de areniscas calcáreas con gasterópodos y concreciones, sobre calizas marrón grisáceas de grano fino, dispuestas en capas de 30 cm, que contienen ammonites, así como bancos gruesos de microcoquinas con coloración rojiza a verdosa. Esta unidad abarca un área de 82.64 ha, lo que representa el 1.60 % del área total del estudio. En la siguiente tabla, se detallan las unidades geológicas sobre las que se ubican los componentes del proyecto:

**Tabla 4.1-3.** Estratigrafía de los componentes del proyecto

Componente	Unidad geológica	Símbolo
S.E Yarabamba	Depósito eólico	Q-eo
S.E San José	Grupo Barroso – brecha andesítica	NQ-b-bxand
Línea de Transmisión	Formación Añashuayco	Np-añ
	Formación Millo	Np-mi
	Tambo - granito	KsP-ta-gr
	Batolito de la Costa - Super Unidad Linga - diorita	Ks-bc/l-di
	Batolito de la Costa - Super Unidad Linga – monzogranito	Ks-bc/l-mgr
	Batolito de la Costa - Super Unidad Tiabaya – granodiorita	Ks-bc/t-gd
	Batolito de la Costa - Super Unidad Linga – gabro, monzogabro	Ks-bc/l-gb, mgb
	Batolito de la Costa - Super Unidad Linga – monzodiorita	Ks-bc/l-mdi
	Granito, pórfido xenolítico	KsP-gr, pxe
	Batolito de la Costa - Super Unidad Ilo - diorita	Ks-bc/i-di
	Gabro	Ki-gb
	Formación Puente	Jm-p
	Formación Socosani	Jm-so
	Depósito eólico	Q-eo
	Depósito aluvial	Qp-al
	Grupo Barroso – brecha andesítica	NQ-b-bxand

**Fuente:** Mapa Geológico - Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)

**Elaborado por:** FCISA, 2024

En el **Anexo N° 4.1.1** se presenta el Mapa Geológico.

#### **4.1.1.2. Geología histórica**

La evolución geohistórica de la región Arequipa es el resultado de una serie de eventos geotectónicos que se inician con la presencia de los metamórficos, conformados por gneis, granitos potásicos, esquistos y paragneis del Complejo Basal de la Costa, que constituyen las rocas más antiguas de la región, los cuales representan los niveles más profundos de un metamorfismo regional Precambriano.

La ausencia de unidades geológicas correspondiente al Paleozoico y Triásico, sugiere que la región durante ese lapso se encontraba emergida o caso contrario, dichos sedimentos fueron erosionados después de la orogénesis mesopermiana, que levantó gran parte de la región andina.

Durante el Jurásico Inferior (Liásico) se inicia la deposición del geosinclinal andino, debido a la transgresión del mar que cubrió grandes áreas de la región; acumulándose en un ambiente de aguas someras, gran cantidad de materiales volcánicos que alternaron con sedimentos del Sinemuriano, correspondientes al volcánico Chocolate. Luego, la región habría sufrido un débil levantamiento, por la discordancia paralela entre el volcánico Chocolate y la formación Socosani, esta última depositada en un ambiente epinerítico, nuevamente con la invasión del mar durante el Jurásico Medio (Bajociano), con predominancia de sedimentos calcáreos.

El área nuevamente habría estado emergida o tal vez fue erosionada durante el Jurásico Medio (Bajociano Superior y el Batoniano), debido a la ausencia de sedimentos correspondientes a estas edades y por la discordancia erosional producida por la fase nevadiana, entre la formación Socosani y el grupo Yura.

Posteriormente, afines del Jurásico Medio, posiblemente durante el Caloviano prevalecieron condiciones oscilantes de marinas a epicontinentales, depositándose las unidades sedimentarias correspondientes al grupo Yura. En la hoja de Aplao, las unidades geológicas más antiguas, dentro del Mesozoico, corresponden al grupo Yura, cuya deposición se inició en el Caloviano y continuó hasta el Neocomiano Inferior en un ambiente marino de poca profundidad que culminó con una emersión.

Nuevamente se produjo una subsidencia en la región, durante el Cretáceo Inferior y Superior, produciéndose la deposición de los sedimentos de la formación Murco (Neocomiano Superior - Aptiano) y las calizas de la formación Arcurquina (Albiano - Turoniano). Las lutitas rojizas y areniscas de la Formación Murco, sugieren un ambiente aeróbico, con condiciones oxidantes y agitado en un medio marino transgresivo somero,

alcanzando su mayor profundidad y extensión con la deposición de los sedimentos calcáreos de la formación Arcurquina.

La última regresión en la región ocurrió durante el Turoniano Inferior, o quizás aún en el Coniaciano, produciéndose la sedimentación de la Formación Ashua. A fines del Cretáceo tuvo lugar una intensa deformación general de las rocas prebatolíticas, originándose pliegues y fallas que corresponden al movimiento orogénico peruano de Steinmann. Posiblemente, durante las últimas fases de este movimiento orogénico, correspondiente a los finales del Cretáceo Superior y los comienzos del Terciario Inferior, se produce una intensa actividad magmática, irrumpiendo en profundidad por etapas escalonadas, los diferentes cuerpos plutónicos que dieron origen a las rocas intrusivas del lugar, conocidas en las hojas de Aplao y Arequipa, como el Batolito de La Caldera.

Luego de este movimiento orogénico sobrevino una intensa erosión que dio lugar a una amplia cuenca de acumulación de sedimentos continentales, representados por la Formación Huanca del Paleógeno.

A fines del Paleógeno (Oligoceno) se produjo un nuevo proceso compresivo, conocido como fase Incaica que afectó con pliegues amplios a la Formación Huanca y modificó las estructuras, de orientación andina, a otras de dirección E-O o NE-SO. También en el Terciario (Paleógeno - Neógeno) hacia el sur de la región se produjo una nueva inmersión algo somera, cuyos depósitos resultantes son las unidades clásticas de las formaciones Moquegua y Millo.

Simultáneamente se origina durante el Neógeno (Plioceno) una nueva fase volcánica – magmática de naturaleza, principalmente, andesítica con formación de aparatos y coladas volcánicas conocidos como grupo Barroso.

Luego sobrevino un levantamiento regional y la faja cordillerana alcanzó altitudes suficientes para la formación de casquetes glaciares, desarrollándose algunos depósitos morrénicos y fluvio-glaciares, con acumulación de depósitos aluviales en los valles cuando sobrevino la consecuente desglaciación. El drenaje fue acentuado por la intensa remoción fluvial, alcanzándose, los cursos actuales que presentan los principales ríos del lugar.

#### **4.1.1.3. Rasgos estructurales en la región Arequipa**

De acuerdo con el Mapa Neotectónico del Perú (Marchare et al., 2008) y el Boletín Geológico N° 81 de la serie C, Geodinámica en la región Arequipa, la región de Arequipa se encuentra influenciada principalmente por las siguientes fallas: Falla Trigel, Falla Solarpampa, Falla Pampacolca, y Falla Chacla Viejo.

**Trigal:** Las fallas Huambo Cabanaconde se encuentran ubicadas entre los poblados de Huambo y Cabanaconde-región Arequipa, en las mesetas volcánicas de la Cordillera Occidental, a unos 100 km al noroeste de Arequipa. En esta zona, se tiene dos fallas importantes y paralelas conocidas como la falla Trigal y la falla Solarpampa por las quebradas del mismo nombre

La falla el Trigal presenta un escarpe de falla con una longitud aproximada de 10 km (Huamán,1985). Afecta al vulcanismo cuaternario más reciente (Holoceno) y parece haberse movido durante su emplazamiento. El escarpe de falla afecta la topografía actual. Esto, más la perturbación del drenaje con formación de charcas de colapso por falla (sagpond), específicamente en los alrededores de la intersección de la falla Trigal con el cerro Tocosasi y los saltos holocenos de aproximadamente de 5 m en la quebrada Trigal, sugiere que estas fallas son activas.

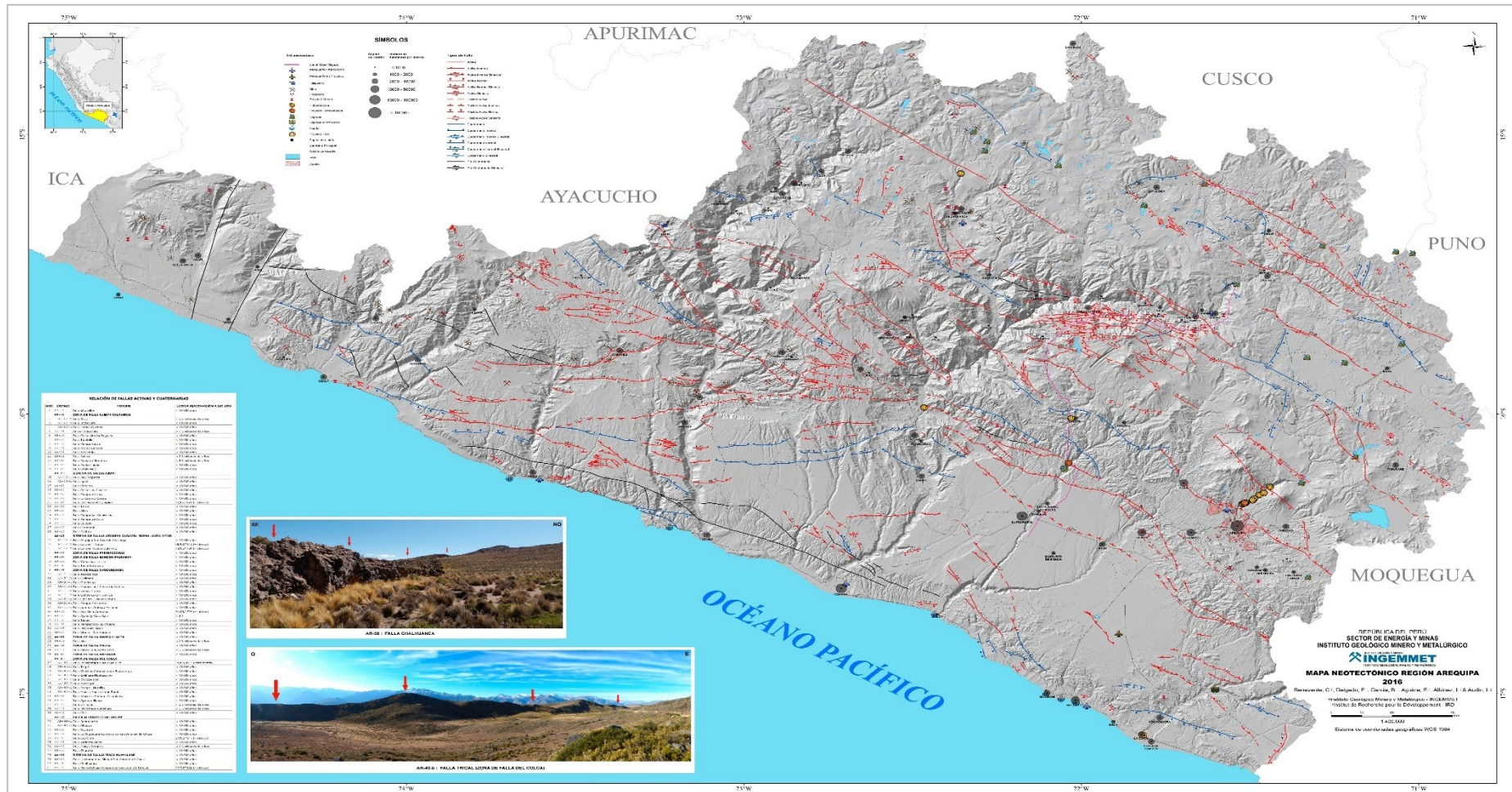
**Solarpampa:** La falla Solarpampa presenta un escarpe de falla con una longitud de 12 km (Huamán, 1985). Este afecta el vulcanismo cuaternario (Holoceno) así como también depósitos aluviales recientes. Los escarpes tienen una altura entre 5-10 m, lo que originó una perturbación en el drenaje, con consecuente formación de sagpond a lo largo de la traza de la falla.

**Pampacolca:** Está ubicada en la Cordillera Occidental, al sur del volcán Coropuna en la región de Arequipa, y presenta una extensión de 20 km aproximadamente. Tiene un rumbo promedio N140°E con un buzamiento fuerte hacia el Suroeste. Su componente aparente es normal con el bloque cordillerano levantado, y su escarpe de falla se muestra erosionado y afecta depósitos aluviales posiblemente del Pleistoceno superior.

**Chala Viejo:** La falla Chala Viejo se ubica en la región Arequipa, al noreste de la bahía de Chala, a una altura promedio de 370 m s. n. m. y se extiende sobre más de 10 km. La falla Chala Viejo afecta niveles sedimentarios del Mioceno y abanicos aluviales cuaternarios. Su traza en superficie se manifiesta por un escarpe que evidencia un desplazamiento vertical formando facetas triangulares. A lo largo de su traza, se observa afloramientos de agua y vegetación.

Es importante realizar estudios detallados de las deformaciones Pliocuaternarias, fallas y pliegues considerados como estructuras sismogénicas, así como los procesos geológicos inducidos por la sismicidad. De esta manera, se pone en evidencia fallas activas y Cuaternarias con potencial sismogénico que están relacionadas con la evolución neotectónica de la región Arequipa (Benavente *et al.*, 2017).

Figura 4.1-1. Mapa Neotectónico región Arequipa



Fuente: Mapa Neotectónico región Arequipa, 2016

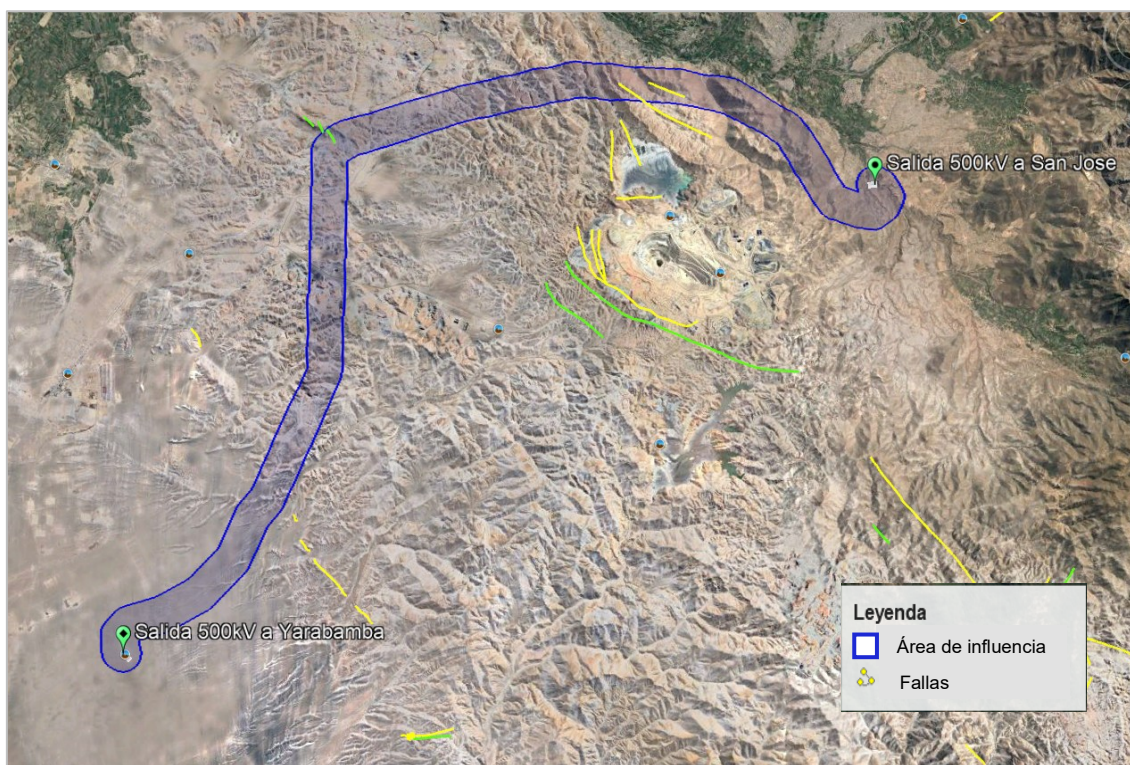
#### 4.1.1.4. Rasgos estructurales en el área de influencia

En el área de influencia se han identificado pocos rasgos estructurales como:

- Pliegues: Una (01) estructura anticlinal, y una (01) estructura sinclinal.
- Fallas: Dos (02) lineamientos.

Sin embargo, es importante precisar que los componentes del proyecto con conexión a tierra, como la S.E. San José y S.E. Yarabamba, están ubicados en terrenos con ausencia de rasgos estructurales (fallas y pliegues) que podrían afectar su infraestructura, tal como se observa en la Figura 4.1.1 -2. La estructura más cercana es el “Eje de sinclinal” ubicado a 90 m de la LT, además que un lineamiento atraviesa esta misma.

**Figura 4.1-2.** Rasgos estructurales en el área de influencia



Elaborado por: FCISA, 2024

#### 4.1.2. Geomorfología

El presente capítulo presenta un análisis detallado de los aspectos geomorfológicos del área de influencia del proyecto “Enlace 500 KV San José-Yarabamba, ampliaciones y S.E asociadas”. La caracterización geomorfológica incluye la identificación y descripción litológica de las geoformas presentes en el área de influencia, así como la identificación de procesos morfodinámicos existentes en el entorno del área del proyecto. Además, se evalúa la susceptibilidad del área del proyecto a eventos como inundaciones fluviales

y movimientos de masa, proporcionando así una mejor comprensión integral de los riesgos naturales que podrían afectar la ejecución y operación del proyecto.

A continuación, se presenta la metodología utilizada para el desarrollo de la caracterización geomorfológica:

### **Metodología**

Para la caracterización geomorfológica del área de influencia, se aplicó la siguiente metodología:

#### **a) Etapa de recopilación de información**

Evaluación de la información existente: Se consideró la información disponible del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) del Ministerio de Energía y Minas del Perú, específicamente el Boletín Geológico N° 81 de la serie C, Geodinámica en la región Arequipa (Griselda Luque & Walter Pari & Karen Dueñas, 2021). Además, se recopiló información del Mapa Geomorfológico elaborado a escala 1:100 000 por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)-GEOCATMIN. También, se consideró la información del geoservidor del CENEPRED para evaluar la susceptibilidad del área del proyecto a eventos como inundaciones fluviales y movimientos de masa.

Evaluación insitu: Durante la salida de campo se realizó un reconocimiento general del trazo de la línea de transmisión, documentando la información mediante registros fotográficos.

#### **b) Etapa de procesamiento de información**

Con la información recopilada en gabinete y obtenida en la salida de campo, se procedió al procesamiento de datos para la elaboración del apartado de geomorfología, citando las fuentes de información utilizadas.

#### **4.1.2.1. Morfogénesis**

La región Arequipa está ubicada al suroeste del Perú, su territorio abarca zonas de la costa y de la sierra con alturas que varían desde los 2 m.s.n.m (centro poblado Chule, Islay) hasta más de 6377 m.s.n.m. (nevado Coropuna Casulla).

Morfológicamente, la región Arequipa está influenciada principalmente por la presencia de la Cordillera occidental de los Andes que recorre paralela al litoral y determina desniveles de hasta 6000 metros en una distancia menor de cien kilómetros de ancho. La región Arequipa presenta zona de costa y sierra; por esta razón, su suelo es particularmente diverso y exhibe pronunciados accidentes geográficos. Su litoral es estrecho (salvo en la frontera con el departamento de Ica) y poco accidentado. A lo largo

de su costa, es común observar terrazas que han sido formadas por movimientos de las placas tectónicas de Nasca y la Sudamericana. Un rasgo típico de la región, es su cadena de volcanes formada por el Misti, el Sabancaya, el Chachani, el Coropuna y el Ampato, los cuales son visibles desde los niveles más altos de la meseta andina.

**Zona Costa:** Es una planicie árida, desértica, interrumpida por los espolones que llegan al mar. Entre Atico y Chala y entre Lomas y Ocoña, prácticamente no existe la costa pues está cortada por cerros, quebradas secas y huaycos. Los cerros que se encuentran en la costa tienen una antigüedad mayor que la cordillera de los Andes. Entre ellos destacan, Calaveras con 1250 m.s.n.m. e Islay de 1110 m.s.n.m. además del morro de Chala. La planicie forma parte de la costa, son ligeramente onduladas, compuestas de salitre, cantos rodados, cascajo, piedra y arena. En el pasado la costa sufrió los procesos de levantamiento y hundimiento. Las más destacadas pampas son: Catarina, Huagri, Pedregos, San José, Majes, La Joya, San José, La Yesera, El Corte, Arrieros y que se encuentran ubicadas entre los 1000 y 2000 m.s.n.m. Una característica de la Costa es la presencia de medanos o dunas, que se mueven hasta 15 metros al año, se observan principalmente entre Mollendo y Vitor y entre Siguan y Vitor. Hay también dunas en la playa norte de la Región. Los valles de la Costa son transversales a la línea de la playa, alargados y encajonados como los de Yauca, Acari, Ocoña, Camaná y Tambo.

**Zona Sierra:** Esta zona es resultado de los procesos de plegamientos y levantamientos ocurridos en el Mesozoico, así como de la denudación originada por agentes naturales como los glaciares, vientos, lluvias y ríos. Características de esta zona son las terrazas, cañones, pampas, quebradas, punas. Básicamente la sierra de la Región Arequipa está formada por la cordillera occidental. Esta cadena de montañas marca la división de aguas entre la vertiente del Pacífico y la del Atlántico. En esta también se ubica el llamado Cinturón Volcánico, formada por conos volcánicos, estrato volcanes. Según los estudios de Heidelberg, el origen de esta cadena estaría en el Cuaternario. Este alineamiento, por otra parte, constituye la única cadena volcánica de los Andes Peruanos. Los volcanes de esta cadena se asientan sobre una fractura o fisura que tiene una orientación Noroeste - Sureste, según señala Laharie.

#### 4.1.2.2. Geomorfología según pendiente

Para la identificación de la geomorfología, es básico el grado de inclinación de las formas del relieve y la clasificación de la pendiente. Las clases de pendientes que se identificaron en el área de influencia del proyecto se detallan en la Tabla 4.1-4, donde se aprecia que el 17.79% de los terrenos en el área de influencia son terrenos planos,

el 43.50% son terrenos con pendiente de ligera a moderadamente inclinada, el 31.26% son terrenos fuertemente inclinados a moderadamente empinados y el 7.45% son terrenos fuertemente empinados a escarpados.

**Tabla 4.1-4.** Rango de pendientes en el área de influencia

Rango de pendiente (%)	Descripción	Superficie	
		Área (ha)	Porcentaje (%)
2-4%	Plana a ligeramente inclinada	1381.03	17.79
4-8%	Moderadamente inclinada	3376.87	43.50
8-15%	Fuertemente inclinada	2426.69	31.26
15-25%	Moderadamente empinada	578.34	7.45

Elaborado por: FCISA, 2024

En el **Anexo N° 4.1.1** se presenta el **Mapa de pendientes** se muestra la representación gráfica de las pendientes identificadas.

#### 4.1.2.3. Unidades geomorfológicas

En el área de influencia del proyecto se identificaron las siguientes unidades geomorfológicas, en la siguiente tabla se detallan las mismas:

**Tabla 4.1-5.** Unidades geomorfológicas en el área de influencia

Región	Gran Paisaje	Unidad geomorfológica	Símbolo
Arequipa	Planicie	Altiplanicie sedimentaria	AP-s
		Mantos de arena	M-a
	Colinas y lomadas	Colina y lomada en roca intrusiva	RCL-ri
		Colina y lomada en roca sedimentaria	RCL-rs
		Colina y lomada en roca volcánica	RCL-rv
	Montañas y colinas	Montañas y colinas en roca intrusiva	RMC-ri
		Montañas y colinas en roca sedimentaria	RMC-rs
	Volcánica	Superficie de flujo piroclástico	Sfp
	Piedemontes	Vertiente glacio-fluvial	V-gfl
		Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	P-at

Fuente: Mapa Geológico - Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)

Elaborado por: FCISA, 2024

A continuación, se describen las unidades geomorfológicas identificadas:

### **Planicies**

Están asociadas a depósitos aluviales, aluviales antiguos y fluvioglaciares, limitados en muchos casos por altiplanicies, bofedales, depósitos antropógenos, faja litoral, mantos de arena, terrazas y valles. Se encuentran sujetas a modificaciones físicas constantes o recurrentes, desarrolladas normalmente en cuencas, llanos andinos, Faja Costera. En el área de influencia se identificaron las siguientes geoformas:

#### **➤ Altiplanicie sedimentaria (AP-s)**

Es una geoforma caracterizada por presentar un relieve predominantemente llano, donde los procesos de agradación superan a los de degradación (erosión). Se pueden encontrar elevaciones respecto a los terrenos circundantes, resultado de la erosión diferencial o de efectos tectónicos. Además, puede presentar una ligera inclinación y estar conformada por secuencias de rocas sedimentarias. Esta unidad abarca un área de 1127.00 ha, lo que representa el 14.48 % del área total del estudio.

#### **➤ Mantos de arena (M-a)**

Esta geoforma está conformada por la acumulación de arenas eólicas en forma de mantos que cubren terrenos planos o ligeramente ondulados de la planicie costera. En estos mantos de arena, se observan alineamientos de dunas orientadas según la dirección del viento. También se encuentran acumulaciones de arena en laderas de montañas, colinas o lomadas, que actúan como trampas favoreciendo la acumulación. Generalmente localizadas cerca del litoral, estas formaciones persisten durante varios años y son características de ambientes desérticos. Geodinámicamente, se asocian al avance de arenas que pueden llegar a cubrir viviendas, terrenos agrícolas, carreteras, canales de riego y otras infraestructuras construidas sobre terrenos afectados por este fenómeno. Esta unidad abarca un área de 396.00 ha, lo que representa el 5.09 % del área total del estudio.

### **Piedemontes**

Están constituida por depósitos convexos de residual acarreado y depositado en vertientes o laderas bajas y medias. Engloba orígenes variados, asociados a la gravedad, aguas superficiales, etc. y a la pendiente, como una condición determinante para su movilidad y acumulación de los materiales sueltos. En el área de influencia del proyecto se identificaron las siguientes geoformas:

➤ **Vertiente glacio-fluvial (V-gfl)**

Es una unidad geomorfológica formada por la acumulación de materiales de origen glaciar, transportados y redepositados por escorrentías generadas por el deshielo del glaciar o por precipitaciones pluviales. Estas escorrentías concentran el agua, formando cursos que transportan materiales sueltos. Los depósitos resultantes se encuentran al pie de laderas, acantilados o en altiplanicies, donde forman conos de diversos tamaños o mantos de material no consolidado que cubren el substrato rocoso. Estos materiales son fácilmente erosionables y removibles por lluvias, lo que puede dar lugar a avalanchas, flujos de detritos y cárcavas. Esta unidad abarca un área de 275.00 ha, lo que representa el 3.53 % del área total del estudio.

➤ **Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)**

Se trata de planicies entre inclinadas a ligeramente inclinadas, ubicadas al pie de sistemas montañosos o estribaciones, resultantes de la acumulación de sedimentos transportados por corrientes de agua estacionales. Estos flujos son de carácter excepcional y, en la mayoría de los casos, se activan durante el fenómeno de El Niño, dejando surcos o canales a lo largo de su trayecto. Muchos de estos depósitos están asociados con quebradas secas individuales. Esta unidad es susceptible a la remoción por flujo de detritos y a la erosión fluvial en las márgenes de las quebradas. Esta unidad abarca un área de 4.00 ha, lo que representa el 0.05 % del área total del estudio.

### **Volcánica**

Agrupan a los paisajes generados por la actividad volcánica y por sus productos, los cuales han sufrido en diverso grado los efectos de la denudación, pero que todavía conservan rasgos definidos de sus formas iniciales. En el área de influencia del proyecto se identificó la siguiente geoforma:

➤ **Superficie de flujo piroclástico (Sfp)**

Esta geoforma resulta de la deposición de flujos incandescentes de piroclastos (nubes ardientes, flujos de bloques, pómez y cenizas) descargados de las calderas masivas de estratovolcanes durante erupciones de tipo vulcaniano y pliniano. Debido a que los flujos de piroclastos se desplazan casi como un líquido, se extienden sobre grandes distancias, formando capas de varios metros de espesor. Se mueven por gradientes muy bajos e incluso fluyen cuesta arriba a corta distancia, llenando hoyos y depresiones, y fluyendo alrededor de obstáculos. Cuando se detienen y estabilizan, presentan una superficie plana y regular, a pesar de las irregularidades del terreno preexistente. Esta

unidad abarca un área de 165.00 ha, lo que representa el 2.12 % del área total del estudio.

### **Colinas y lomadas**

Está representada por colinas y lomadas de relieve complejo y en diferentes grados de disección. La conforman alineamientos de tipo serranías, de carácter denudativo y volcánico. La pueden constituir superficies colinosas, alomadas, onduladas o lomeríos en general, de amplia extensión y resultantes de la degradación prolongada e intensiva de anteriores piedemontes y altiplanicies, o resultantes del casi aplanamiento por la denudación extrema de una antigua cordillera. Estas geoformas presentan menor altura que una montaña (menos de 300 metros desde el nivel de base local). Las colinas presentan una inclinación promedio en su ladera superior a 16 % y divergen en todas direcciones a partir de la cima relativamente estrecha, cuya base es aproximadamente circular. Las lomadas presentan similar altura que las colinas, pero con cimas más amplias, redondeadas y alargadas, con gradientes entre 8 % y 16 %. En el área de influencia del proyecto se identificaron las siguientes geoformas:

#### **➤ Colina y lomada en roca intrusiva (RCL-ri)**

Esta geoforma está constituida por elevaciones de terreno con cimas subredondeadas y pendientes suaves a moderadas (5°-15°). En sus vertientes, se observan bloques sueltos y depósitos de degradación de la roca, originados por los intrusivos del Plutón Siete Toldos, diorita con hornblenda de la Super Unidad Yarabamba, granitos del Batolito Atico-Camaná, tonalitas, granodioritas grises con hornblenda y biotita de la Super Unidad Tiabaya, y monzonitas de la Super Unidad Linga, entre otras unidades intrusivas. Esta unidad es susceptible a la erosión de laderas, derrumbes y caída de rocas, fenómenos que se intensifican debido al factor antrópico, especialmente por cortes de talud inadecuados. Esta unidad abarca un área de 1831.00 ha, lo que representa el 23.53 % del área total del estudio.

#### **➤ Colina y lomada en roca sedimentaria (RCL-rs)**

Las geoformas de esta unidad están caracterizadas por relieves suaves a moderados, con pendientes que varían entre 5°-15° y 15°-25°, y desniveles de hasta 300 m. Las colinas y lomadas presentan cumbres subredondeadas, resultado de la erosión en los valles de los ríos Tambo, Quilca, Camaná, entre otros. Estas formaciones están asociadas a rocas sedimentarias, como conglomerados, areniscas, lutitas, limoarcillitas, calizas y diatomitas. Geodinámicamente, son propensas a derrumbes, erosión en cárcavas y huaicos. Esta unidad abarca un área de 451.00 ha, lo que representa el 5.80 % del área total del estudio.

➤ **Colina y lomada en roca volcánica (RCL-rv)**

Las geoformas de este tipo corresponden a afloramientos de rocas volcánicas del Jurásico modeladas por procesos denudativos. Se encuentran conformando grupos de colinas (tobas, piroclásticos, lavas andesíticas) distribuidos en pequeñas áreas a lo largo del territorio arequipeño; con laderas menores a 25° de pendiente. Presentando formas subredondeadas producto de la erosión, y se observan surcos o cárcavas en sistema dendrítica. Están asociados geodinámicamente a caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, huaicos y erosión de laderas. Esta unidad abarca un área de 175.00 ha, lo que representa el 2.25 % del área total del estudio.

**Montañas y colinas**

Está conformada entre relieves de montañas y colinas, sus altitudes varían entorno a los 300 metros. Litológicamente, constituyen roca volcánica, intrusiva, sedimentaria, metamórfica y volcánico sedimentaria. Generalmente, son áreas recurrentemente concentradas de extensiones regulares. Normalmente, presentan erosión en cárcavas en sus laderas.

➤ **Montañas y colinas en roca intrusiva (RMC-ri)**

Se trata de un relieve con superficie abrupta con pendientes que varían entre fuertes y abruptas (15° - 25° y > 45°). Esta unidad se halla a lo largo de la Cordillera de la Costa y la Franja de Conos Volcánicos. Asimismo, están modeladas en rocas intrusivas tales como monzonitas de la Super Unidad Linga; Diorita del Batolito Atico-Camaná; intrusivos Granodiorita; Tonalita, Granodiorita de la Super Unidad Tiabaya; Tonalita de la Super Unidad Incahuasi; granodiorita y granito de la Super Unidad Punta Coles, entre otros intrusivos. Esta unidad abarca un área de 3168.93 ha, lo que representa el 40.96 % del área total del estudio.

➤ **Montañas y colinas en roca sedimentaria (RMC-rs)**

Esta geoforma presenta pendientes que varían entre fuertes y muy fuertes (15° a 25° y 25° a 45°). Los relieves están modelados en rocas sedimentarias de areniscas arcósicas, conglomerados e intercalaciones de limoarcillitas del Grupo Mitu, calizas grises con intercalaciones de areniscas y rojizas y limoarcillitas gris verdosas del Grupo Tarma, intercalación de conglomerados, areniscas tobáceas y tobas. Se han observado pequeñas zonas en el oeste y noroeste de la ciudad de Arequipa. Esta unidad abarca un área de 170.00 ha, lo que representa el 2.18 % del área total del estudio.

En el **Anexo N° 4.1.1** se presenta el Mapa Geomorfológico.

#### 4.1.2.4. Procesos morfodinámicos

En este ítem se va a hacer referencia a los aspectos más importantes de los procesos morfodinámicos que se han identificado en el área de influencia del proyecto en base a la información del Boletín Geológico N° 81 de la serie C, Geodinámica en la región Arequipa (Griselda Luque & Walter Pari & Karen Dueñas, 2021). En el Perú, debido a su ubicación geográfica y específicamente en la región Arequipa, se tiene principalmente peligros geológicos por movimientos en masa y sismos.

Los procesos morfodinámicos se refieren a los procesos naturales que actúan sobre la superficie terrestre para dar forma y modificar el paisaje a lo largo del tiempo. Estos procesos son fundamentales para entender la evolución y dinámica del relieve terrestre. En el área de influencia se han identificado procesos morfodinámicos asociados principalmente con movimientos en masa e hidrogeológicos, las cuales se detallan a continuación:

##### **Movimientos en masa**

Los movimientos en masa constituyen los procesos geológicos que involucran desplazamiento o remoción de masas rocosas (fracturadas y/o meteorizadas), depósitos no consolidados, o ambos por efecto de la gravedad. Su ocurrencia en la región está estrechamente ligada a intensas lluvias, sismos y modificaciones antrópicas (factores detonantes), así como factores condicionantes o intrínsecos tales como la litología, pendiente, morfología, cobertura vegetal, etc.

- **Caídas de rocas:** Ocurre en laderas de montañas y colinas de pendiente moderada a fuerte, frentes rocosos escarpados, montañas estructurales asociadas a litologías de diferente naturaleza (sedimentarias, ígneas y metamórficas), sujetas a fuerte fracturamiento. En el área de influencia se ha identificado únicamente este tipo de proceso morfodinámico.
- **Flujo de detritos:** Comúnmente conocidos como "huaicos", son muy comunes en nuestro país debido a la configuración del relieve en el territorio, constituido por altas montañas, vertientes pronunciadas, estribaciones occidentales sumamente áridas con rocas y suelos deleznable o susceptibles de remoción con aguas de lluvia. Los flujos de detritos son corrientes de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 %), que transcurren principalmente confinadas a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada y que se caracterizan por ser muy rápidas o extremadamente rápidas. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por

inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Se ha identificado este tipo de proceso a 870 m de la LT.

- **Flujo de lodo:** Es un flujo canalizado, muy rápido a extremadamente rápido, de detritos saturados plásticos, cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente (índice de plasticidad mayor al 5 %). El carácter de este tipo de movimiento es similar al del flujo de detritos, pero la fracción arcillosa modifica la reología del material. También se distingue de los deslizamientos por flujo de arcilla, en que el flujo de lodo incorpora agua superficial durante el movimiento, mientras que el deslizamiento por flujo de arcilla ocurre por licuación in situ, sin un incremento significativo del contenido de agua. Se ha identificado este tipo de proceso a 2 km de la LT.

### **Geohidrológicos**

Dentro de este tipo de peligros, se han considerado la inundación fluvial, lagunar y erosión fluvial o de riveras. Los procesos se originan en función de la pendiente y morfología del cauce fluvial, terrazas bajas y llanuras de inundación. Son generalmente inundaciones de tipo fluvial y erosión o socavamiento en las riberas o márgenes aluviales (terrazas), o procesos combinados.

- **Erosión fluvial:** Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos, que socava los valles, profundizándolos, ensanchándolos y alargándolos. Ocurre cuando períodos con abundantes o prolongadas precipitaciones pluviales, en las vertientes o quebradas, aumentan el caudal de los ríos principales o secundarios que drenan la cuenca. El aumento de volúmenes de agua y sólidos en los ríos, y quebradas secas (provocada por flujos de detritos o huaicos) erosiona su lecho y márgenes, y modifica lo que depositó o acumuló en el período precedente. Como proceso geohidrológico, normalmente acompaña a las inundaciones, y muchas veces es la que antecede a esta. Los factores más importantes para la ocurrencia de erosión fluvial son la cobertura vegetal, la geomorfología y el clima. Se ha identificado este tipo de proceso a 1.36 km de la LT.
- **Inundación fluvial:** La inundación fluvial se define como el terreno aledaño al cauce de un río, que es cubierto por las aguas después de una creciente. Las causas principales de las inundaciones son las precipitaciones intensas, las terrazas bajas, la dinámica fluvial y en algunos casos la deforestación. Las zonas inundables son aquellas que durante eventos normales a extraordinarios (lluvias promedio con avenidas estacionales, y lluvias intensas con avenidas poco

frecuentes) son anegadas o inundadas. Estas zonas, principalmente adyacentes a los ríos y cursos de aguas, son conocidas como “llanura de inundación”. Se ha identificado este tipo de proceso a 1.9 km de la LT.

En el Anexo N° 4.1.1 se presenta el **Mapa Geomorfología** se muestra la representación gráfica de los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia.

#### 4.1.2.5. Susceptibilidad a movimientos en masa/ inundaciones fluviales

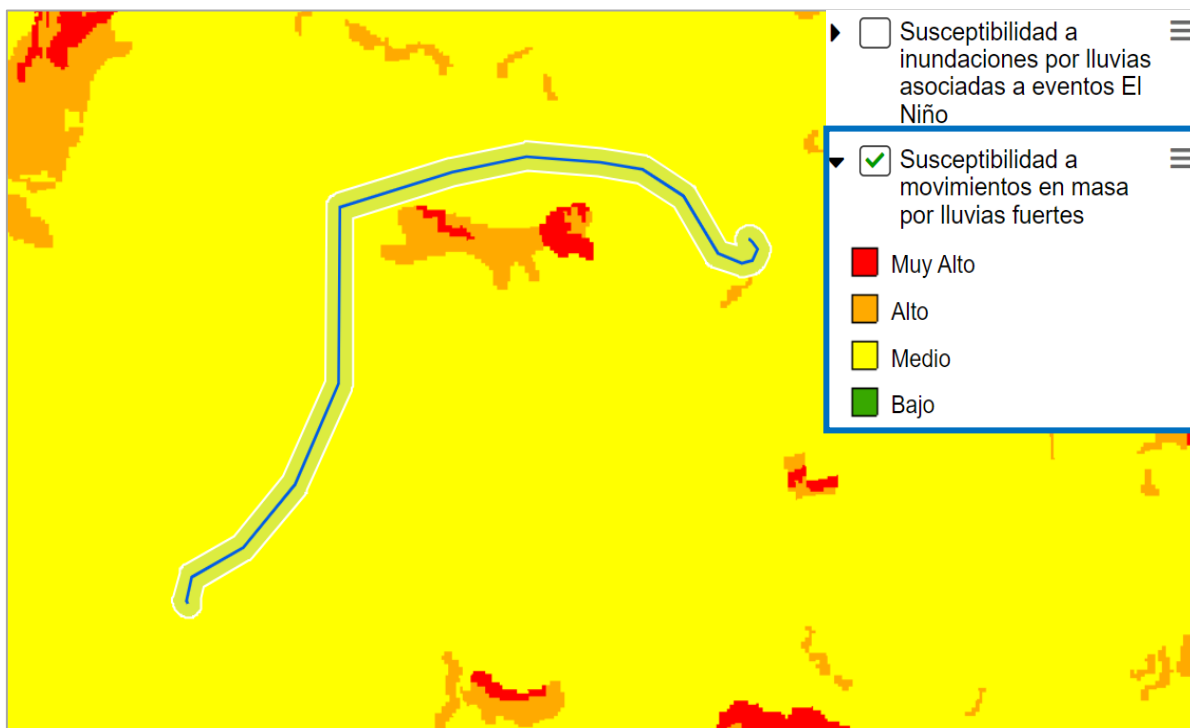
##### A. Susceptibilidad a movimientos en masa

Según el geoservidor de CENEPRED, Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres - SIGRID, nos muestra que el área de influencia, se encuentra en una zona con susceptibilidad “Medio” ante la ocurrencia de movimientos en masa por lluvias fuertes.

El mapa de susceptibilidad por movimientos en masa en temporadas de lluvias muestra cuatro niveles de susceptibilidad, los cuales se expresan de la siguiente manera: El nivel Muy Alto en color rojo, el nivel Alto en color anaranjado, el nivel Medio en color amarillo y el nivel Bajo en color verde.

En la siguiente figura se muestra el escenario de riesgo ante temporada de lluvias asociadas a eventos El Niño:

**Figura 4.1-3.** Susceptibilidad a Movimientos en masa por lluvias fuertes



**Fuente:** Plataforma del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo como parte del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (SIGRID - CENEPRED). Consultado 22/06/2024

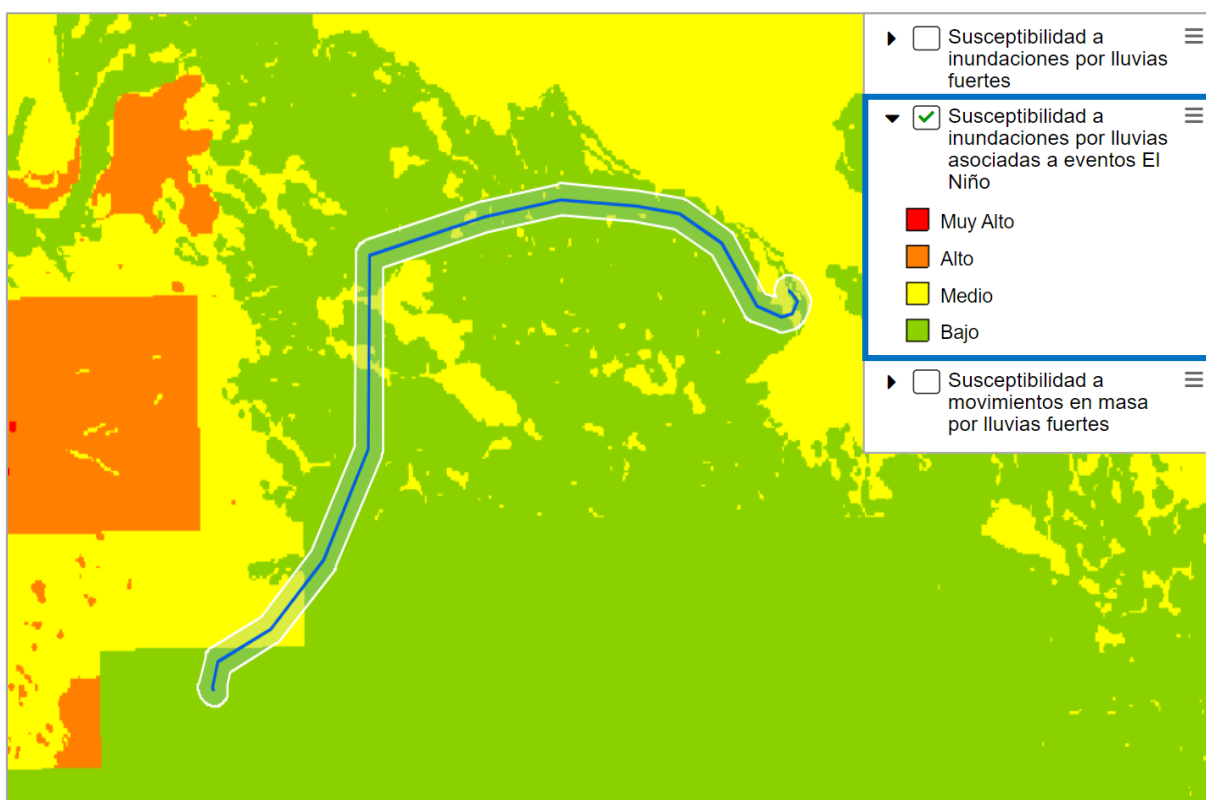
## B. Susceptibilidad a inundaciones fluviales

Según el geoservidor del CENEPRED<sup>2</sup>, Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres – SIGRID, nos muestra que el área de influencia, se encuentra en una zona con escenarios de riesgo de **susceptibilidad “Bajo y Medio”** a Inundaciones por lluvias asociadas a eventos El Niño.

El CENEPRED, basado en la metodología utilizada por el INGEMMET, elaboró el Mapa de Susceptibilidad a Inundaciones del Perú, basado en dos factores condicionantes: la geomorfología y la pendiente del terreno. Dicho mapa muestra cuatro niveles de susceptibilidad, los cuales se expresan de la siguiente manera: El nivel Muy Alto en color rojo, el nivel Alto en color anaranjado, el nivel Medio en color amarillo y el nivel Bajo en color verde.

En la siguiente figura se muestra el escenario de riesgo ante temporada de lluvias asociadas a eventos El Niño:

**Figura 4.1-4.** Susceptibilidad a Inundaciones por lluvias asociadas a eventos El Niño



**Fuente:** Plataforma del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo como parte del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (SIGRID - CENEPRED). Consultado 22/06/2024

<sup>2</sup> <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/>

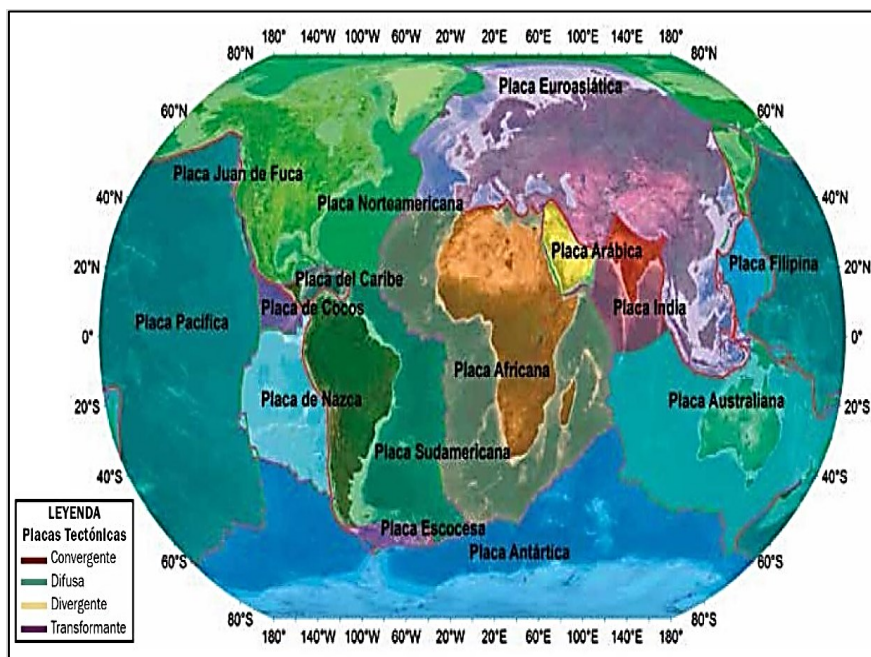
#### 4.1.3. Sismicidad

El proceso de geodinámica interna presente en el área del proyecto es la sismicidad, se basa principalmente cuando se produce un sismo, se reconocen por que generan y liberan energía que después se extiende en forma de ondas por el interior de la tierra; cuando llegan estas ondas a la superficie, son registradas por las estaciones sísmicas y percibidas por la población y por las estructuras. Del Instituto Geofísico del Perú (IGP) y del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) se extrajo la información sobre los sismos generados en el área del proyecto, radicó en detallar los sismos producidos en el área del proyecto sobre la intensidad (escala Modificada de Mercalli) y la magnitud local (escala de Richter).

#### Placas tectónicas y sismicidad

Las placas tectónicas no son rígidas ni estáticas, sino que se mueven entre sí, flotando sobre el manto que es de material sólido altamente deformable, debido a las fuerzas internas de la Tierra. Al moverse, las placas chocan entre ellas produciendo grandes fracturas llamadas fallas, una falla puede definirse como el movimiento relativo entre bloques de la corteza terrestre, existen 03 tipos: falla normal, falla inversa y falla horizontal o de desgarro. La siguiente figura muestra las principales placas tectónicas de la tierra:

**Figura 4.1-5.** Principales placas tectónicas de la tierra



**Fuente:** This Dynamic Planet, U.S. Geological Survey (USGS).

Del Instituto Geofísico del Perú (IGP) y del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) se extrajo la información sobre los sismos generados en el área del proyecto, que

radicó en detallar los sismos producidos en el área de intervención del proyecto, sobre la intensidad (escala Modificada de Mercalli) y la magnitud local (escala de Richter).

### Escala de Ritcher y de Mercalli

La escala de Mercalli es el grado de daño inducido por un sismo en un punto preciso, se toma en cuenta el nivel de sensación que distinguen las personas a través de los sentidos, efectos en estructuras y morfología. Esta escala de intensidad tiene 12 valores manifestados en números romanos, que van desde niveles que no son apreciables hasta los que producen gran destrucción en ciudades y variaciones importantes en la morfología del terreno. La escala de magnitud constituye el total de la energía liberada en el foco sísmico y pertenece a la escala de Richter; es una escala logarítmica, los niveles señalados no tienen comportamiento lineal. De acuerdo al Mapa sísmico del Perú del periodo 2002-2022, elaborado por el Instituto Geofísico del Perú, indica que en el Perú los sismos tienen su origen en tres fuentes sismogénicas (1) superficie de contacto entre las placas de Nazca y sudamericana, (2) la deformación de la corteza continental y (3) la deformación de la corteza oceánica con focos a profundidades superiores a 61 km. El Mapa sísmico sugiere que la peligrosidad sísmica en el Perú es alta, se observa mayor actividad sísmica en las regiones centro y sur, y moderada en la norte.

Los datos que se presentan en las siguientes tablas, son sismos sensibles en la escala de Richter del año 2002 al 2022 en la región de Arequipa, por el Servicio Sismológico (INEI, 2022).

**Tabla 4.1-6** Registros de Sismos sensibles con magnitud menor a 4.9 grados en la escala de Richter, 2002-2022

Región	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Arequipa	46	22	20	27	26	26	24	29	58	76	79	126	90	98	100	77	45	123	177	238	121

**Fuente:** Anuario de Estadísticas Ambientales 2023. Instituto Geofísico del Perú (IGP) e Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

**Elaborado por:** FCISA, 2024

**Tabla 4.1-7** Registros de Sismos sensibles con magnitud mayor o igual a 5 grados en la escala de Richter, 2002-2022

Región	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Arequipa	4	2	2	3	5	3	4	-	1	1	4	7	4	5	4	3	3	2	2	5	3

**Fuente:** Anuario de Estadísticas Ambientales 2023. Instituto Geofísico del Perú (IGP) e Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

**Elaborado por:** FCISA, 2024

Los datos que se presenta en la siguiente tabla, son sismos sensibles en la escala de Mercalli del año 2017 al 2022 registrados en la región de Arequipa por el Servicio Sismológico del Instituto Geofísico del Perú (IGP).

**Tabla 4.1-8** Sismos de máximo grado de intensidad registrados en la Escala de Mercalli Modificado, 2017-2022

Región	2017		2018		2019	
	Localidad	MM	Localidad	MM	Localidad	MM
Arequipa	Caraveli	IV-V	Lomas	VI	Viraco	III-IV
	2020		2021		2022	
	Localidad	MM	Localidad	MM	Localidad	MM
	Vitor	V-IV	Mollendo	IV	Maca	VI

**Fuente:** Anuario de Estadísticas Ambientales 2023. Instituto Geofísico del Perú (IGP) e Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

**Elaborado por:** FCISA, 2024

De acuerdo al mapa del Reglamento Nacional de Construcciones de Normas de diseño sismo resistentes y del mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas, el territorio peruano se ha dividido en 4 zonas de actividad sísmica (Zona I, Zona II, Zona III y Zona IV), las cuales presentan diversas características de acuerdo con la mayor o menor actividad sísmica. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la tabla siguiente:

**Tabla 4.1-9** Factor de Zona “Z”

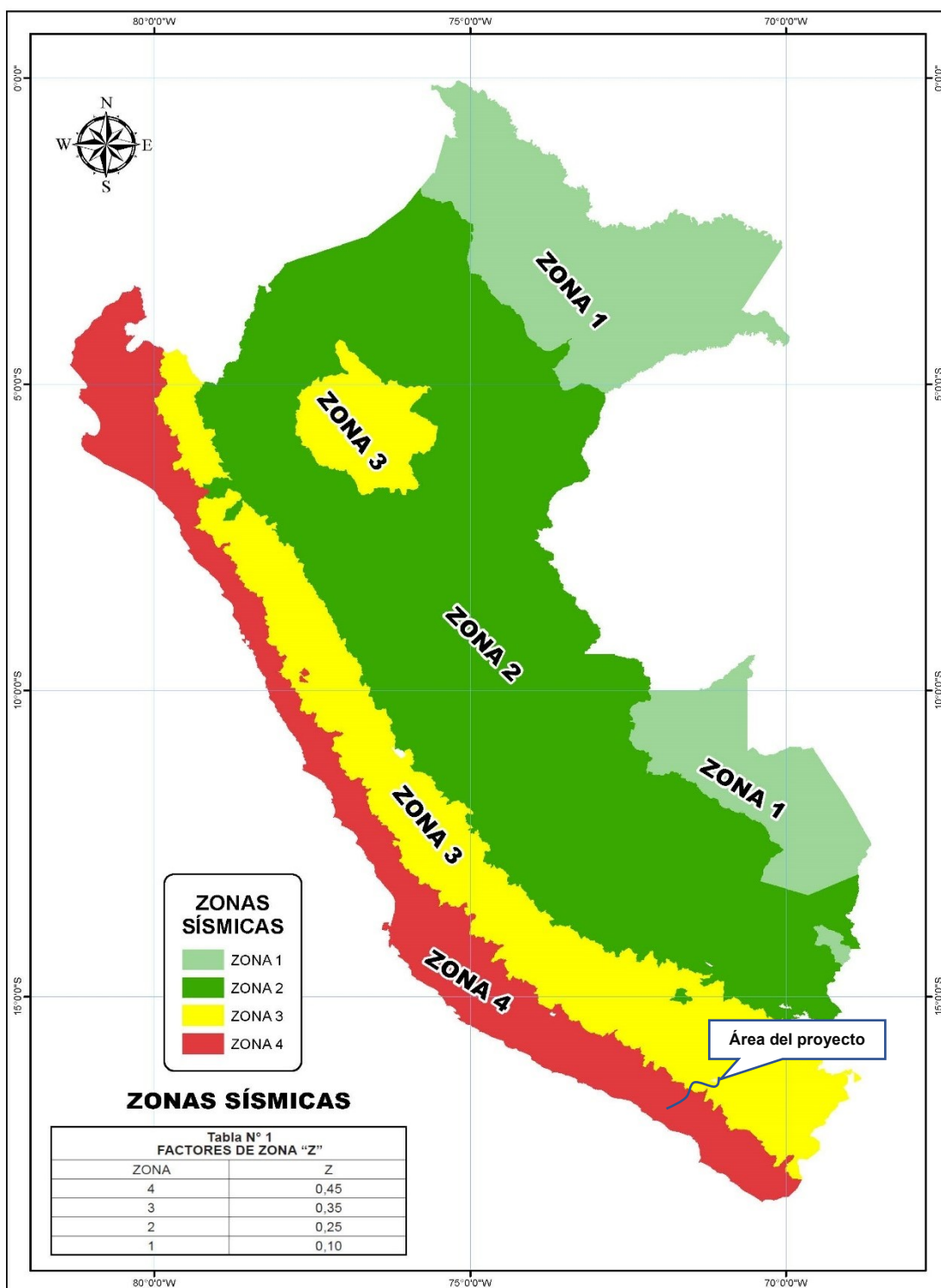
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

**Fuente:** Norma E 0.30 (2014).

**Elaborado por:** FCISA, 2024

El área de influencia del proyecto según la Zonificación Sísmica propuesta para la Norma Técnica de Edificación E.030: Diseño Sismo resistente (Sencico, 2014), se ubica en la **Zona 4** (Sismicidad Muy Alta) y **Zona 3** (Sismicidad Alta) con un valor de aceleración de 0,45 y 0,35 respectivamente.

Figura 4.1-6. Zonificación sísmica del área de influencia



#### 4.1.4. Suelos

El estudio de levantamiento de suelos dentro del Área de Influencia Directa-AID del proyecto “Enlace 500 kv San José-Yarabamba, Ampliaciones y SE Asociadas”, se realizó a nivel “Semi Detallado” con unidad taxonómica de suelos a nivel de Familia de Suelos, con escala de trabajo 1:15 000 y escala de publicación 1:20 000, complementado con la interpretación practica como es en este caso la clasificación de las tierras según su capacidad de uso mayor a nivel de subclase.

Mientras que, el estudio de levantamiento de suelos dentro del Área de Influencia Indirecta-AII del proyecto “Enlace 500 kv San José-Yarabamba, Ampliaciones y SE Asociadas”, se realizó a nivel “Reconocimiento” con unidad taxonómica de suelos a nivel de Subgrupo de Suelos, con escala de trabajo 1:50 000 y escala de publicación 1:60 000, complementado con la interpretación practica como es en este caso la clasificación de las tierras según su capacidad de uso mayor a nivel de subclase.

La evaluación de suelos se realizó considerando los lineamientos establecidos en el Manual de Levantamiento de Suelos del departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Soil Survey Manual, 2017) y en el Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos (Decreto Supremo N°013-2010-AG).

La clasificación taxonómica de los suelos realizado de acuerdo con las definiciones y nomenclaturas establecidas en el Manual de Taxonomía de suelos (Soil Taxonomy, 2022), considerando como unidad de clasificación, el nivel de Familia de Suelos.

La interpretación práctica o aplicativa, referida a la Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor se realizó de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Reglamento establecido según el Decreto Supremo N°005-2022-MIDAGRI.

##### 4.1.4.1. Caracterización de suelos

Los suelos del área de estudio se describen y clasifican en base a su morfología, la cual está expresada tanto por sus características físico-químicas como por su origen, donde cada horizonte del suelo está influenciado por las condiciones ecológicas del medio. Otras áreas, cuyos terrenos no pueden ser considerados como suelos porque no tienen o han perdido completamente sus características edáficas, son identificadas y descritas bajo la denominación de “áreas misceláneas”.

Tanto las unidades de suelos como las áreas misceláneas son delimitadas e identificadas en el mapa de suelos mediante las unidades cartográficas, las cuales, dependiendo de la regularidad de los patrones, del tamaño y contraste de sus

componentes individuales pueden estar constituidas por una o más unidades taxonómicas y/o áreas misceláneas.

La metodología desarrollada para la caracterización de suelos se ajusta a las normas y criterios establecidos en el Soil Survey Manual del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2017) y los lineamientos establecidos en el Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos del Perú (Decreto Supremo N°013-2010-AG); la clasificación taxonómica de los suelos contempla los lineamientos establecidos en el sistema taxonómico de suelos (Soil Taxonomy, 2022) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – USDA de Norteamérica a nivel semidetallado, y la interpretación práctica referida a la determinación del potencial de uso de las tierras, se realizó de acuerdo con el Reglamento de Clasificación de Tierras del Perú (D.S. N°005-2022-MIDAGRI).

Considerando la amplitud del área de influencia del proyecto, se realizó el levantamiento a nivel de reconocimiento o cuarto orden; adicionalmente se realizó el levantamiento a nivel semidetallado sobre el área de influencia directa.

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones técnicas para el cálculo del número total de observaciones (calicatas) a nivel del área de estudio (levantamiento de reconocimiento). Considerando el Art. 20 del D.S. N°013-2010-AG, solo se debe trabajar con calicatas y no con chequeos

**Tabla 4.1-10** Especificaciones técnicas de evaluación para el levantamiento de reconocimiento

Cuarto orden: Reconocimiento							
Superficie (ha)	Área muestra	Intensidad de muestreo	Intensidad de chequeos	Nivel de estudio	N° de calicatas	N° de chequeos	N° total de observaciones
6992.02	20%	2 cal/ 500 ha	--	Reconocimiento	6	---	6
Observaciones realizadas					19	---	19

Elaborado por: FCISA, 2024

Así mismo, en consideración al Art. 14 del reglamento de levantamiento de suelos, se realizó el levantamiento detallado considerando las especificaciones técnicas del Art. 19 del D.S. N°013-2010-AG. Para la determinación del número total de observaciones (calicatas y chequeos) se consideró aquellas zonas en donde se producirían los impactos significativos (AID).

En la tabla siguiente se muestra que el número de observaciones (calicatas y chequeos) supera el número total de observaciones

**Tabla 4.1-11** Especificaciones técnicas de evaluación para el levantamiento semidetallado

Tercer orden: Semidetallado							
Superficie (ha)	Área muestra	Intensidad de muestreo	Intensidad de chequeos	Nivel de estudio	N° de calicatas	N° de chequeos	N° total de observaciones
700.91	30%	2 cal/ 100 ha	6 ch/ 100 ha	Semidetallado	4	13	17
Observaciones realizadas					28	---	28

Elaborado por: FCISA, 2024

Asimismo, la única diferencia entre una calicata y un chequeo es que la calicata incluye análisis de laboratorio, mientras que el chequeo no. Si una calicata no cuenta con análisis de laboratorio o no alcanza la categoría de perfil modal, cumple la misma función que un chequeo. Por eso se considera que siempre que haya más calicatas de lo requerido, y se supere el número total de observaciones (calicatas + chequeos) se puede justificar tener menos chequeos ya que las calicatas excedentes pueden cubrir a los chequeos faltantes.

En el anexo 4.1.5. se presenta documentación vinculada a la caracterización de suelos.

#### 4.1.4.1.1. Área de Influencia Directa (A nivel de semidetalle)

##### A. Generalidades

En esta sección se presenta la caracterización y clasificación de suelos a nivel semidetallado del Área de Influencia Directa (AID) del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (EIA-sd) del Proyecto "Enlace 500 kv San José-Yarabamba, Ampliaciones y SE Asociadas"; ubicado en la provincia y departamento de Arequipa.

La evaluación de los suelos se realizó considerando los lineamientos establecidos en el Manual de Levantamiento de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Soil Survey Manual, 2017) y en el Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos del Perú (Decreto Supremo N°013-2010-AG). La clasificación taxonómica de los suelos se ha realizado de acuerdo con las definiciones y nomenclaturas establecidas en el Manual de Taxonomía de suelos (Soil Taxonomy, 2022), considerando como unidad de clasificación, el nivel de Familia de Suelos.

La información contenida en el presente informe se elaboró sobre la base de la interpretación analógica de la imagen satelital a través del "Análisis Fisiográfico", la incorporación de la información geológica, ecológica (zonas de vida) y topográfica, además los resultados del análisis de caracterización de suelos y la información edafológica levantada de campo, y finalmente obtener las unidades de suelos definitivas

y el mapa de suelos. El trabajo de campo se llevó a cabo en los meses de julio y septiembre del año 2024.

## **B. Descripción de las unidades cartográficas y taxonómicas**

Con la finalidad de facilitar la interpretación del presente capítulo y su respectivo mapa, se presentan las definiciones de las unidades taxonómicas y unidades cartográficas:

### **Unidad taxonómica**

Es el nivel de abstracción o generalización definido dentro de un Sistema Taxonómico de suelos. La unidad taxonómica está referida a una de las categorías del sistema taxonómico de suelos (Soil Taxonomy), definiéndose a la categoría como un conjunto de suelos que están agrupados bajo el mismo nivel de abstracción; dicho sistema establece seis categorías claramente definidas, los que en orden decreciente y de acuerdo con el incremento en sus diferencias son las siguientes: Orden, Suborden, Gran Grupo, Sub-Grupo, Familia y Serie. La unidad taxonómica de clasificación es la Familia de Suelos

### **Subgrupo de Suelos**

Considera ciertas características del suelo, relacionadas a la presencia o ausencia de los horizontes de diagnósticos, a la génesis del suelo y a los regímenes de humedad y temperatura del suelo, y el nivel de saturación de bases. Los horizontes de diagnósticos están referidos a aquella capa que se forma en o cerca de la superficie del suelo (epipedón), la cual muestra evidencia de alteración o presencia de materia orgánica o ambas características; así como, los horizontes subsuperficiales de diagnóstico desarrollados debajo de los epipedones.

### **Familia**

Es una unidad taxonómica que ocupa el 5° nivel categórico dentro de la "Taxonomía de Suelos" y constituye una subdivisión del Sub Grupo dentro del Gran Grupo respectivo y representa una categoría casi homogénea de la taxonomía de suelos, donde esta categoría sirve para propósitos netamente pragmáticos, el nombre técnico de la Familia es descriptivo a diferencia de la Serie que es abstracto, los términos descriptivos usados en los nombres de las familias de suelos, se dan de acuerdo a ciertas características, tales como: Tamaño de partículas, mineralogía, actividad de intercambio catiónico, reacción y calcáreas, temperatura del suelo, etc.

## **Unidades cartográficas**

La unidad cartográfica es el área delimitada y representada por un símbolo en el mapa de suelos. Está definida y nominada en base a su o sus componentes dominantes, los que pueden ser unidades taxonómicas, áreas misceláneas o ambas. Puede contener inclusiones de otros suelos o áreas misceláneas con las cuales tiene estrecha vinculación geográfica.

### **Consociación**

Es una unidad cartográfica que tiene un componente en forma dominante, el cual puede ser edáfico o área miscelánea y cubre más del 85 % de la superficie, pudiendo además contener inclusiones. Esta unidad es nominada por el nombre de la unidad edáfica o área miscelánea, anteponiendo la palabra "Consociación".

En las consociaciones predomina una unidad de suelo, mientras que las inclusiones, de otras unidades de suelos o de área miscelánea no deben representar más del 15% del total de la unidad cartográfica.

En el presente estudio, se ha utilizado las consociaciones y asociaciones de suelos y unidades no edáficas.

## **C. Fase de suelos**

### **Fase por pendiente**

La fase es un grupo funcional creado para servir propósitos específicos en los estudios de suelos y puede ser definida dentro de cualquier categoría taxonómica.

De acuerdo con las características topográficas del área, se ha considerado conveniente establecer las Fase por Pendiente, definida como un grupo funcional creada para propósitos específicos en los estudios de suelos. Estas pueden establecerse de acuerdo con la profundidad efectiva, condiciones de drenaje, clases de pendiente, entre otras. Ésta establece bases prácticas que influyen en el potencial de uso del suelo y su correspondiente manejo.

**Tabla 4.1-12** Pendiente o grado de inclinación

<b>Símbolo</b>	<b>Rango de Pendiente (%)</b>	<b>Término Descriptivo</b>
A	0-2	Plana o casi a nivel
B	2-4	Ligeramente inclinada
C	4-8	Moderadamente inclinada
D	8-15	Fuertemente inclinada

Símbolo	Rango de Pendiente (%)	Término Descriptivo
E	15-25	Moderadamente empinada
F	25-50	Fuertemente empinada
G	50-75	Muy fuertemente empinada
H	+75	Extremadamente empinada

Fuente: Reglamento de Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (D.S. 005-2022-MIDAGRI)

Además, una característica química que condiciona la potencialidad de uso de los suelos y determina su manejo es el nivel de salinidad o concentración de sales al que está relacionado el porcentaje de sodio intercambiable – PSI; en este último, el valor no debe exceder el 15% de la capacidad de intercambio catiónico, caso contrario, habrá efectos negativos de orden físico y químico en los suelos.

**Tabla 4.1-13** Concentraciones de sales

Clase	Rango de salinidad (dS/m)	Término descriptivo
1	0-2	No salino
2	2-4	Muy ligeramente salino
3	4-8	Ligeramente salino
4	8-16	Moderadamente salino
5	>16	Fuertemente salino

Fuente: Reglamento de Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (D.S. 005-2022-MIDAGRI)

#### D. Suelos según su origen

Agrupar a los suelos originados a partir de materiales transportados, en este caso están referidos a depósitos aluviales del cuaternario holocénico.

#### Suelos de origen aluvial

Son suelos que derivan de depósitos aluviales del cuaternario holocénico y pleistocénico. Los más recientes como son los del holoceno, están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas en matriz arenosa poco consolidadas; los suelos incluidos tienden a ser profundos de textura gruesa y moderadamente gruesa ocasionalmente, con presencia de gravas subredondeadas y redondeadas, de drenaje natural algo excesivo a excesivo y fertilidad natural baja. En tanto, los más antiguos representados por depósitos del pleistoceno están constituidos por cantos, gravas, arenas, limos y arcillas en matriz limo arenosa medianamente consolidadas; los suelos incluidos tienden a ser superficiales a moderadamente profundos de textura moderadamente gruesa y gruesa, con presencia de gravas subangulares y

subredondeadas, en ocasiones con presencia de carbonatos y yeso, drenaje natural bueno y fertilidad natural baja.

### **Suelos residuales**

La mayor extensión del área de estudio corresponde a suelos de origen residual o formación in situ, que implica formación de suelos por meteorización y edafogénesis que suceden en el mismo lugar. Se caracterizan por ser superficiales, muy superficiales y moderadamente profundos, de textura gruesa a moderadamente gruesa, con gravas angulares, condiciones de drenaje bueno a algo excesivo y fertilidad natural baja. Por su litología, destacan los de origen intrusivo dominado por granitos, gabros, granodioritas, monzogranitos, monzodioritas y dioritas; siendo menos recurrente los de naturaleza sedimentaria dominada por calizas, areniscas y limoarcillitas y finalmente, los de origen volcánico dominado por lavas tobáceas o tobas.

### **E. Clasificación y descripción de las unidades cartográficas y de suelos**

Se han identificado 25 unidades de suelos a nivel de "Familia de Suelos" (Soil Taxonomy, 2022); en este contexto, destaca la ocurrencia de suelos Entisols, siendo menos recurrentes los Aridisols y Andisols.

Los Entisols, caracterizados por su escaso o nulo desarrollo edafogénico, con epipedón ócrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico, están representados por los Grandes Grupos Torrifluvents y Torriorthents, conformados por 03 y 16 unidades de suelos, respectivamente. En tanto, los Aridisols, con incipiente desarrollo edafogénico, está representado por los Grandes Grupos Petrogypsids y Haplocalcids que incluyen a 02 y 01 unidades de suelos, respectivamente; mientras que, los Andisols caracterizados por su origen volcánico, dentro del Gran Grupo Haplotorrands incluye a 03 unidades de suelos. Además, se han identificado 03 áreas misceláneas, en este caso conformadas por Misceláneo Cauce, Misceláneo Talud y Misceláneo Roca.

Desde el punto de vista cartográfico, las 25 unidades de suelos y las 03 unidades no edáficas (Áreas Misceláneas), constituyen 25 consociaciones de Familia de Suelos, 02 consociaciones de unidades no edáficas (Misceláneo Cauce, Misceláneo Talud) y 11 asociaciones de unidades de suelos con Misceláneo Roca; su distribución espacial esta plasmada en el Mapa de Suelos (Anexo N°4.1.1).

**Tabla 4.1-14** Clasificación natural de los suelos dentro del área de influencia directa

Orden	Suborden	Gran grupo	Subgrupo	Familia	Unidad de suelo	Símbolo
Entisols	Fluents	Torrifluents	Typic Torrifluents	Typic Torrifluents Esquelética Arenosa	Redondo	Re
					Tranqueta	Tq
				Typic Torrifluents Arenosa	Yarabamba	Ya
	Orthents	Torriorthents	Typic Torriorthents	Typic Torriorthents Esquelética Arenosa	Botija	Bo
					Calderas	Cd
				Typic Torriorthents Arenosa	Cerrillo	Ce
				Typic Torriorthents Francosa Gruesa	Maropampa	Ma
			Lithic Torriorthents	Lithic Torriorthents Arenosa	Colorado	Co
					Curimaqui	Cq
					Huamayo	Hy
					Trampilla	Tr
					Enlozado	En
				Lithic Torriorthents Esquelética Arenosa	Altamoros	At
					Lomaspalo	Lp
					Tarcaro	Ta
					Cavalto	Cv
				Lithic Torriorthents Esquelética Francosa	Palmeta	Pt
				Lithic Torriorthents Francosa Gruesa	Pacollón	Pc
					Malpaso	Ms
Aridisols	Gypsis	Petrogypsis	Typic Petrogypsis	Typic Petrogypsis Francosa Gruesa	Querendosa	Qu
				Typic Petrogypsis Arenosa	Huagry	Hg
	Calcids	Haplocalcids	Lithic Haplocalcids	Lithic Haplocalcids Esquelética Arenosa	Cenizo	Cz
Andisols	Torrands	Haplotorrands	Typic Haplotorrands	Typic Haplotorrands Esquelética Arenosa	Glorieta	Go
				Typic Haplotorrands Francosa Gruesa	Velillas	Ve
			Lithic Haplotorrands	Lithic Haplotorrands Francosa Gruesa	Pajpa	Pa

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-15.** Unidades cartográficas y unidades de suelos

Unidades cartográficas		Símbolo	Fase por pendiente	Proporción	Superficie	
				(%)	(ha)	(%)
Altamoros	At	At/F	F	100	13.07	1.70
Botija	Bo	Bo/D	D	100	1.29	0.17
		Bo/E	E	100	7.34	0.95
		Bo/F	F	100	7.07	0.92
Calderas	Cd	Cd/F	F	100	4.81	0.62
Cerrillo	Ce	Ce/B	B	100	23.75	3.08

Unidades cartográficas		Símbolo	Fase por pendiente	Proporción	Superficie	
				(%)	(ha)	(%)
		Ce/C	C	100	2.29	0.30
Colorado	Co	Co/D	D	100	4.23	0.55
		Co/E	E	100	7.30	0.95
		Co/F	F	100	20.12	2.61
Curimaqui	Cq	Cq/E	E	100	13.54	1.76
		Cq/F	F	100	1.07	0.14
Cavalto	Cv	Cv/D	D	100	7.01	0.91
		Cv/E	E	100	3.89	0.50
		Cv/F	F	100	19.45	2.52
Cenizo	Cz	Cz/E	E	100	5.26	0.68
		Cz/F	F	100	25.90	3.36
Enlozado	En	En/E	E	100	1.56	0.20
		En/F	F	100	2.10	0.27
		En/G	G	100	11.61	1.51
Glorieta	Go	Go/E	E	100	2.22	0.29
		Go/F	F	100	5.30	0.69
		Go/G	G	100	2.16	0.28
Huagry	Hg	Hg/B	B	100	41.33	5.36
		Hg/C	C	100	19.48	2.53
Huasamayo	Hy	Hy/E	E	100	14.85	1.92
		Hy/F	F	100	8.19	1.06
Lomaspalo	Lp	Lp/E	E	100	4.31	0.56
		Lp/F	F	100	3.36	0.44
Maropampa	Ma	Ma/E	E	100	10.83	1.40
		Ma/F	F	100	7.25	0.94
Malpaso	Ms	Ms/D	D	100	2.31	0.30
		Ms/E	E	100	6.73	0.87
		Ms/F	F	100	0.52	0.07
Pajpa	Pa	Pa/D	D	100	1.60	0.21
		Pa/E	E	100	4.60	0.60
Pacollón	Pc	Pc/F	F	100	18.83	2.44

Unidades cartográficas		Símbolo	Fase por pendiente	Proporción	Superficie	
				(%)	(ha)	(%)
		Pc/G	G	100	25.18	3.27
Palmeta	Pt	Pt/E	E	100	9.73	1.26
		Pt/F	F	100	24.67	3.20
		Pt/G	G	100	39.28	5.09
Querendosa	Qu	Qu/C	C	100	0.57	0.07
		Qu/D	D	100	1.07	0.14
Redondo	Re	Re/C	C	100	10.96	1.42
Tarcaro	Ta	Ta/D	D	100	13.83	1.79
		Ta/E	E	100	21.01	2.73
		Ta/F	F	100	14.57	1.89
Tranqueta	Tq	Tq/B	B	100	8.20	1.06
Trampilla	Tr	Tr/D	D	100	0.46	0.06
		Tr/E	E	100	3.88	0.50
		Tr/F	F	100	1.42	0.18
Velillas	Ve	Ve/B	B	100	3.38	0.43
		Ve/C	C	100	5.30	0.69
Yarabamba	Ya	Ya/A	A	100	0.37	0.05
		Ya/B	B	100	0.23	0.03
Misceláneo Cauce	MisC	MisC/B	B	100	9.33	1.20
Misceláneo Talud	MisTd	MisTd/G	G	100	1.60	0.21
Altamoros-Misceláneo Roca	At-MisR	At-MisR/F	F	50-50	12.37	1.61
		At-MisR/G	G	50-50	34.25	4.44
Botija-Misceláneo Roca	Bo-MisR	Bo-MisR/G	G	50-50	3.12	0.40
Calderas-Misceláneo Roca	Cd-MisR	Cd-MisR/F	F	50-50	0.38	0.05
	Cd-MisR	Cd-MisR/G	G	50-50	6.21	0.81
Colorado-Misceláneo Roca	Co-MisR	Co-MisR/F	F	50-50	9.94	1.29
		Co-MisR/G	G	50-50	21.06	2.73
Curimaqui-Misceláneo Roca	Cq-MisR	Cq-MisR/E	E	50-50	2.06	0.27
		Cq-MisR/F	F	50-50	27.20	3.53
		Cq-MisR/G	G	50-50	4.79	0.62
Cenizo-Misceláneo Roca	Cz-MisR	Cz-MisR/G	G	50-50	0.99	0.13

Unidades cartográficas		Símbolo	Fase por pendiente	Proporción	Superficie	
				(%)	(ha)	(%)
Huasamayo-Misceláneo Roca	Hy-MisR	Hy-MisR/F	F	50-50	12.67	1.66
		Hy-MisR/G	G	50-50	9.60	1.24
Lomaspalo-Misceláneo Roca	Lp-MisR	Lp-MisR/F	F	50-50	7.07	0.92
		Lp-MisR/G	G	50-50	8.69	1.13
Mollero-Miscelaneo Roca	Mr-MisR	Mr-MisR/F	F	50-50	2.26	0.29
Pajpa-Misceláneo Roca	Pa-MisR	Pa-MisR/E	E	50-50	6.40	0.83
Palmeta-Misceláneo Roca	Pt-MisR	Pt-MisR/F	F	50-50	36.80	4.77
		Pt-MisR/G	G	50-50	28.18	3.66
Trampilla-Misceláneo Roca	Tr-MisR	Tr-MisR/F	F	50-50	2.51	0.33
		Tr-MisR/G	G	50-50	2.79	0.36
Superficie Total					700.91	100

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-16.** Características fisicoquímicas de las unidades de suelo

Unidad de suelo	Clase textural	Reacción del suelo	Carbonatos (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g)	Materia orgánica (%)	Fosforo Disponible (ppm P)	Potasio Disponible (ppm K)	Salinidad (dS/m) Suelo/agua (1:1)	Fertilidad química
Ascolpe	Gruesa (Arena)	Moderadamente alcalina (pH 8.31 a 8.12)	Bajo (0.0)	Muy baja (1.20 a 0.80)	Baja (0.03)	Bajo (0.0)	Alto (337 a 397)	No salino a moderadamente salino (0.62 a 8.55)	Baja
Altamoros	Gruesa (Arena franca)	Neutra (pH 6.74 a 6.62)	Bajo (0.0)	Muy baja (2.0 a 3.60)	Baja (0.03)	Bajo (3.6 a 0.0)	Medio a alto (237 a 530)	No salino (0.15 a 0.29)	Baja
Botija	Gruesa (Arena franca/arena)	Neutra a ligeramente alcalina (pH 6.96 a 7.47)	Bajo (0.0)	Muy baja (3.60 a 1.80)	Baja (0.03)	Bajo (0.4 a 0.0)	Alto a bajo (360 a 85)	No salino a ligeramente salino (0.59 a 4.93)	Baja
Calderas	Gruesa (Arena/arena franca)	Neutra a moderadamente alcalina (pH 6.75 a 7.96)	Bajo a muy alto (0.0 a 27.27)	Baja (5.40 a 6.60)	Baja (0.07 a 0.03)	Bajo (6.96 a 0.0)	Medio a alto (211 a 520)	No salino a ligeramente salino (0.30 a 5.11)	Baja
Colorado	Gruesa (Arena franca)	Ligeramente ácida a ligeramente alcalina (pH 6.49 a 7.47)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (2.0 a 13.40)	Baja (0.03)	Bajo (3.8 a 0.0)	Medio a alto (228 a 1960)	No salino (0.14 a 1.67)	Baja
Cenizo	Gruesa (Arena franca/arena)	Ligera a moderadamente alcalina (pH 7.60 a 8.24)	Bajo a muy alto (0.0 a 20.57)	Baja a muy baja (11.60 a 4.20)	Baja (0.03 a 0.13)	Medio a bajo (7.22 a 0.21)	Alto (800 a 2760)	No salino a ligeramente salino (0.23 a 4.11)	Baja
Enlozado	Gruesa (Arena franca)	Moderadamente alcalina a ligeramente ácida (pH 8.24 a 6.29)	Alto a bajo (7.15 a 0.0)	Muy baja (4.20 a 3.0)	Baja (0.40 a 0.13)	Bajo (1.47 a 5.70)	Alto (750 a 450)	No salino (0.29 a 0.13)	Baja

Unidad de suelo	Clase textural	Reacción del suelo	Carbonatos (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g)	Materia orgánica (%)	Fosforo Disponible (ppm P)	Potasio Disponible (ppm K)	Salinidad (dS/m) Suelo/agua (1:1)	Fertilidad química
Glorieta	Gruesa/moderadamente gruesa (Arena/arena franca/franco arenosa)	Ligeramente ácida a moderadamente alcalina (pH 6.19 a 7.96)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (0.20 a 11.0)	Baja (0.03)	Bajo (0.8 a 0.0)	Bajo a alto (36 a 1810)	No salino (0.31 a 1.57)	Baja
Huacamayo	Gruesa (Arena franca/arena)	Neutra a moderadamente alcalina (pH 6.71 a 8.05)	Bajo (0.0)	Baja (8.60 a 6.80)	Baja (0.33 a 0.20)	Bajo (2.99 a 0.04)	Alto (910 a 253)	No salino (1.36 a 1.81)	Baja
Lingo	Gruesa (Arena)	Neutra (pH 7.25 a 6.80)	Bajo (0.0)	Muy baja (0.80 a 1.20)	Baja (0.33)	Bajo (1.47 a 0.12)	Bajo (97 a 69)	No salino (1.30 a 0.41)	Baja
Lomaspalo	Gruesa (Arena)	Ligeramente ácida (pH 6.28)	Bajo (0.0)	Muy baja (1.60)	Baja (0.07)	Medio (7.8)	Bajo (98)	No salino (0.16)	Baja
Maropampa	Moderadamente gruesa/media/gruesa (Franco arenosa/franca/arena franca)	Neutra (pH 6.63 a 7.20)	Bajo (0.0)	Muy baja a media (0.60 a 17.80)	Baja (0.03 a 0.20)	Bajo (0.37 a 0.12)	Medio a alto (108 a 298)	No salino (0.04 a 0.33)	Baja
Pajpa	Gruesa/moderadamente gruesa (Arena franca/franco arenosa)	Fuertemente ácida a neutra (pH 5.26 a 6.67)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (2.0 a 6.0)	Baja (0.60 a 0.33)	Medio a bajo (8.23 a 0.29)	Medio a alto (110 a 370)	No salino (0.15 a 0.13)	Baja
Pacollon	Moderadamente gruesa (Franco arenosa)	Moderadamente ácida a neutra (pH 5.86 a 7.20)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (4.40 a 6.80)	Baja (0.40 a 0.03)	Medio a bajo (11.61 a 0.21)	Alto (338 a 273)	No salino (0.08 a 0.16)	Baja

Unidad de suelo	Clase textural	Reacción del suelo	Carbonatos (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g)	Materia orgánica (%)	Fosforo Disponible (ppm P)	Potasio Disponible (ppm K)	Salinidad (dS/m) Suelo/agua (1:1)	Fertilidad química
Palmeta	Moderadamente gruesa/gruesa (Franco arenosa/arena)	Ligeramente ácida a ligeramente alcalina (pH 6.16 a 7.66)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (0.20 a 8.0)	Baja (0.03 a 0.67)	Bajo (0.03 a 1.81)	Bajo a medio (37 a 100)	No salino (0.07 a 1.21)	Baja
Querendosa	Moderadamente gruesa/gruesa (Franco arenosa/arena)	Ligeramente ácida a neutra (pH 6.23 a 6.83)	Bajo (0.0)	Baja (7.40 a 15.0)	Baja (0.03)	Bajo (0.6 a 0.0)	Alto (390 a 460)	No salino (0.15 a 0.44)	Baja
Redondo	Gruesa (Arena franca/arena)	Neutra a fuertemente alcalina (pH 6.84 a 8.53)	Bajo (0.18 a 0.98)	Muy baja (4.40 a 1.40)	Baja (0.03 a 0.07)	Medio a bajo (7.72 a 0.0)	Alto (610 a 530)	No salino a ligeramente salino (1.11 a 3.17)	Baja
Tranqueta	Gruesa (Arena)	Moderada a ligeramente alcalina (pH 8.38 a 7.86)	Bajo (0.0 a 0.18)	Muy baja (0.60 a 1.20)	Baja (0.03 a 0.13)	Bajo (0.0)	Bajo a medio (58 a 105)	No salino (0.09 a 1.19)	Baja
Trampilla	Gruesa (Arena)	Neutra (pH 7.05)	Bajo (0.0)	Muy baja (0.60)	Baja (0.03)	Bajo (0.60)	Medio (224)	No salino (0.14)	Baja
Velillas	Gruesa/moderadamente gruesa (Arena franca/arena/franco arenosa)	Fuertemente ácida a neutra (pH 5.14 a 6.57)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (0.20 a 11.60)	Baja (0.20 a 0.03)	Alto a bajo (14.6 a 0.0)	Bajo a medio (41 a 237)	No salino (0.02 a 0.21)	Baja
Yarabamba	Moderadamente gruesa/gruesa (Franco arenosa/arena franca)	Neutra a moderadamente alcalina (pH 6.97 a 8.43)	Bajo (0.0 a 0.45)	Media a baja (20.20 a 5.00)	Baja (0.67 a 0.07)	Medio a bajo (13.2 a 1.05)	Alto (490 a 269)	No salino a muy ligeramente salino (0.12 a 3.33)	Baja

Elaborado por: FCISA, 2024

## **F. Descripción de las unidades de suelo**

### **a. Consociación de unidades edáficas**

#### **a.1) Consociación Altamoros (At)**

Ocupa una superficie de 13.07 ha, el 1.70 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Altamoros, en la fase por pendiente empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales intrusivos como gabro del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona media del área de estudio, próximo al cerro Trampilla.

#### **● Suelo Altamoros (Lithic Torriorthents Esquelética Arenosa)**

Suelos muy superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/Cr/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), raíces finas comunes, gravas angulares (30 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte Cr de color pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y 3/2) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (50 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 25 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra (pH: 6.74 a 6.62), no salino (C.E: 0.15 a 0.29 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (2.0 a 3.60 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 4.3 a 5.1 % y alto porcentaje de saturación de bases (97 a 98 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (3.6 a 0.0 ppm) y contenido medio a alto en potasio disponible (237 a 530 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-17 e incluye a los chequeos CH-07 y CH-08.

#### **a.2) Consociación Botija (Bo)**

Ocupa una superficie de 15.65 ha, el 2.04 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Botija, en las fases por pendiente fuertemente inclinada (8-15 %), moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Suelos desarrollados a partir de materiales intrusivos como gabro del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto

perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en las zonas media y noreste del área de estudio, entre los cerros Trampilla y Gloria.

- **Suelo Botija (Typic Torriorthents Esquelética Arenosa)**

Suelos moderadamente profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/C3/Cr/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. Los horizontes C1 y C2 son de color pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 y 2.5Y 3/2) ambos en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (10 a 20 %) y de consistencia dura en seco; sobre una secuencia de horizonte (C3-Cr) de color gris oscuro (2.5Y 4/1) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 a 50 %) y de consistencia muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 80 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra a ligeramente alcalina (pH: 6.96 a 7.47), no salino a ligeramente salino (C.E: 0.59 a 4.93 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (3.60 a 1.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.2 a 0.5 % a nivel superficial y 25.8 % en la profundidad, y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (0.4 a 0.0 ppm) y contenido alto a bajo en potasio disponible (360 a 85 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-14.

### **a.3) Consociación Calderas (Cd)**

Ocupa una superficie de 4.81 ha, el 0.62 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Calderas, en la fase por pendiente empinada (25-50 %). Suelos desarrollados a partir de calizas y areniscas del Cretácico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona noreste del área de estudio, próximo al cerro Gloria.

- **Suelo Calderas (Typic Torriorthents Esquelética Arenosa)**

Suelos moderadamente profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/Cr/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo pálido (10YR 6/3) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizontes C2 es de color pardo pálido (10YR 6/3) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia dura en seco; sobre un horizonte Cr de color gris claro (2.5Y 7/2) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (60 %) y de consistencia muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 60 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra a moderadamente alcalina (pH: 6.75 a 7.96), no salino a ligeramente salino (C.E: 0.30 a 5.11 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 a 0.27 %) a nivel superficial y muy alto (27.27 %) en la profundidad, capacidad de intercambio catiónico baja (5.40 a 6.60 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.2 a 8.3 % y alto porcentaje de saturación de bases (98 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.07 a 0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (6.96 a 0.0 ppm) y contenido medio a alto en potasio disponible (211 a 520 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-11 e incluye al chequeo (CH-05).

#### **a.4) Consociación Cerrillo (Ce)**

Ocupa una superficie de 26.04 ha, el 3.38 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Cerrillo, en las fases por pendiente ligeramente inclinada (2-4 %) y moderadamente inclinada (4-8 %). Suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales del pleistoceno, en penillanuras aluviales de superficie ondulado suave y drenaje natural excesivo; dentro de la zona de vida desierto desecado- Subtropical (dd-S), en un régimen de humedad árido-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona sur del área de estudio, próximo a las lomas San José.

- **Suelo Cerrillo (Typic Torriorthents Arenosa)**

Suelos profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/2C1/2C2, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva) y de consistencia dura en seco; sobre un horizonte C2 es de color pardo (10YR 5/3) en seco,

de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva) y de consistencia muy dura en seco; sobre un horizonte 2C1 de color pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subangulares (40 %) y de consistencia dura en seco; sobre un horizonte 2C2 de color gris oscuro (10YR 4/1) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subangulares (20 %) y de consistencia dura en seco.

Las características químicas expresan reacción neutra a moderadamente alcalina (pH: 7.20 a 7.84), no salino a muy ligeramente salino (C.E: 0.75 a 3.97 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.09 a 0.54 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (3.80 a 0.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.2 a 10.9 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (3.4 a 1.7 ppm) y contenido medio en potasio disponible (128 a 201 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-03.

#### **a.5) Consociación Colorado (Co)**

Ocupa una superficie de 31.65 ha, el 4.11 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Colorado, en las fases por pendiente fuertemente inclinada (8-15 %), moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales intrusivos como monzodioritas del Cretácico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona oeste del área de estudio, entre los cerros Gloria y Las Lomas.

##### **• Suelo Colorado (Lithic Torriorthents Arenosa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo amarillento (10YR 5/4) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), raíces muy finas escasas, gravas angulares (20 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte C2 de color pardo amarillento (10YR 5/6) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 42 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina (pH: 6.49 a 7.47), no salino (C.E: 0.14 a 1.67 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (2.0 a 13.40 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 3.0 a 5.8 % y alto porcentaje de saturación de bases (95 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (3.8 a 0.0 ppm) y contenido medio a alto en potasio disponible (228 a 1960 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a las calicatas SUE-09 y SUE-07 e incluye al chequeo CH-04.

#### **a.6) Consociación Curimaqui (Cq)**

Ocupa una superficie de 14.61 ha, el 1.9 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Curimaqui, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales intrusivos como monzodioritas del Cretácico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona media del área de estudio, entre los cerros San José y Redondo.

##### **• Suelo Curimaqui (Lithic Torriorthents Arenosa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color pardo amarillento claro (10YR 6/4) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 %) y de consistencia ligeramente dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 25 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra (pH: 7.16), no salino (C.E: 0.29 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.05 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (0.5 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 4.0 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03%), contenido medio en fósforo disponible (7.62 ppm) y contenido bajo en potasio disponible (26 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-45 e incluye al chequeo CH-13.

### **a.7) Consociación Cavalto (Cv)**

Ocupa una superficie de 30.35 ha, el 3.93 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Cavalto, en las fases por pendiente fuertemente inclinada (8-15 %), moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales intrusivos como gabros del Cretácico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona media del área de estudio, próximo al cerro Las Lomas.

- **Suelo Cavalto (Lithic Torriorthents Esquelética Arenosa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (50 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 18 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligeramente alcalina (pH: 7.60), no salino (C.E: 0.23 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (4.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI 2.9 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (1.6 ppm) y contenido alto en potasio disponible (910 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-05.

### **a.8) Consociación Cenizo (Cz)**

Ocupa una superficie de 31.16 ha, el 4.04 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Cenizo, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales intrusivos como gabros del Cretácico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona media del área de estudio, próximo al cerro Gloria.

- **Suelo Cenizo (Lithic Haplocalcids Esquelética Arenosa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/Cr/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo muy pálido (10YR 8/2) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), raíces finas muy escasas, gravas angulares (30 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte C2 de color pardo amarillento claro (10YR 6/4) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia dura en seco; sobre un horizonte Cr de color gris parduzco claro (10YR 6/2) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (50 %) y de consistencia muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 45 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligera a moderadamente alcalina (pH: 7.67 a 8.24), no salino a ligeramente salino (C.E: 0.62 a 4.11 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido medio a muy alto en carbonatos (4.47 a 20.57 %), capacidad de intercambio catiónico baja a muy baja (11.60 a 4.20 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.2 a 6.2 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 a 0.13%), contenido medio a bajo en fósforo disponible (7.22 a 0.21 ppm) y contenido alto en potasio disponible (800 a 2760 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-10.

#### **a.9) Consociación Enlozado (En)**

Ocupa una superficie de 15.27 ha, el 1.98 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Enlozado, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales intrusivos como dioritas del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad árido-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona media del área de estudio, próximo a la quebrada Tinajones.

- **Suelo Enlozado (Lithic Torriorthents Arenosa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo (10YR

4/3) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), raíces finas muy escasas, gravas angulares (30 %) y de consistencia dura en seco; sobre un horizonte C2 de color pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico entre los 30 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción moderadamente alcalina a ligeramente ácida (pH: 8.24 a 6.29), no salino (C.E: 0.29 a 0.13 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido alto a bajo en carbonatos (7.15 a 0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (4.20 a 3.0 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 1.4 % y alto porcentaje de saturación de bases (93 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.40 a 0.13%), contenido bajo en fósforo disponible (1.47 a 5.70 ppm) y contenido alto en potasio disponible (750 a 450 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a las calicatas SUE-20.

#### **a.10) Consociación Glorieta (Go)**

Ocupa una superficie de 9.68 ha, el 1.26 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Glorieta, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %). Suelos desarrollados a partir materiales volcánicos como tobas o lavas tobáceas del Pleistoceno, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona noreste del área de estudio, próximo al cerro Gloria.

##### **• Suelo Glorieta (Typic Haplotorrands Esquelética Arenosa)**

Suelos moderadamente profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/Cr/R o C1/C2/C3/Cr/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo grisáceo (10YR 5/2) y gris parduzco claro ambos en seco, de textura gruesa (arena y arena franca), sin estructura (masiva y grano simple), gravas angulares (20 a 40 %) y de consistencia ligeramente dura y suave en seco; sobre un horizontes C2 o C2/C3 de color pardo pálido (10YR 6/3) y pardo oliva claro (2.5Y 5/3) ambos en seco, de textura gruesa y moderadamente gruesa (arena franca y franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (20 a 40 %) y de consistencia dura en seco; sobre un horizonte Cr de color pardo muy pálido (10YR 7/3) y pardo oliva (2.5Y

4/3) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (60 %) y de consistencia muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico entre los 60 y 90 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligeramente ácida a moderadamente alcalina (pH: 6.19 a 7.96) sobre neutra (pH 6.57), no salino (C.E: 0.31 a 1.57 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (0.20 a 11.0 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.4 a 10.7 % y alto porcentaje de saturación de bases (92 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (0.8 a 0.0 ppm) y contenido bajo a alto en potasio disponible (36 a 1810 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a las calicatas SUE-12 y SUE-08.

#### **a.11) Consociación Huagry (Hg)**

Ocupa una superficie de 60.81 ha, el 7.89 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Huagry, en las fases por pendiente ligeramente inclinada (2-4 %) y moderadamente inclinada (4-8 %). Suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales del pleistoceno, sobre penillanuras de superficie ondulada y drenaje natural excesivo; en la zona de vida desierto desecado- Subtropical (dd-S), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona sur del área de estudio, entre las lomas San José y la pampa del Tesoro.

##### **• Suelo Huagry (Typic Petrogypsis Arenosa)**

Suelos moderadamente profundos con incipiente desarrollo edafogénico con un perfil C1/Cym/Cym2/, con horizonte petrogypico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subangulares (10 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte Cym2 de color pardo pálido (10YR 6/3) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subangulares (20 %) y de consistencia muy dura en seco; sobre un horizonte Cym3 de color gris claro (2.5Y 7/1) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas subangulares (40 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un estrato cementado a los 60 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra a moderadamente alcalina (pH: 6.82 a 7.93), no salino a ligeramente salino (C.E: 1.47 a 7.54 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (2.0 a 3.20 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 5.0 a 9.9 % y alto porcentaje de saturación de bases (98 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 a 0.07 %), contenido bajo en fósforo disponible (1.1 a 0.0 ppm) y contenido alto en potasio disponible (490 a 1430 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-01 e incluye a los chequeos CH-01 y CH-02.

#### **a.12) Consociación Huasamayo (Hy)**

Ocupa una superficie de 23.04 ha, el 2.98 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Huasamayo, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales intrusivos como monzogranitos del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad árido-tórico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona noroeste del área de estudio, próximo al cerro Gloria.

##### **• Suelo Huasamayo (Lithic Torriorthents Arenosa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo amarillento (10YR 5/4) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), raíces finas muy escasas, gravas angulares (20 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte C2 de color pardo pálido (10YR 6/3) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico entre los 40 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra a moderadamente alcalina (pH: 6.71 a 8.05), no salino (C.E: 1.36 a 1.81 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico baja (8.60 a 6.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.1 % y alto porcentaje de saturación de bases (97 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.33 a 0.20%), contenido bajo en fósforo disponible (2.99 a 0.04 ppm) y contenido alto en potasio disponible (910 a 253 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-15 e incluye al chequeo CH-06.

#### **a.13) Consociación Lomaspalo (Lp)**

Ocupa una superficie de 7.67 ha, el 1.00 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Lomaspalo, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales intrusivos como granitos del Cretácico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural excesivo; dentro de la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona suroeste del área de estudio, próximo al cerro Las Lomas.

##### **• Suelo Lomaspalo (Lithic Torriorthents Esquelética Arenosa)**

Suelos muy superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color gris (10YR 5/1) y pardo amarillento oscuro (10YR 4/6) ambos en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia ligeramente dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 20 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción moderadamente ácida (pH: 6.28), no salino (C.E: 0.16 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (1.60 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 2.2 % y alto porcentaje de saturación de bases (95 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.07 %), contenido medio en fósforo disponible (7.8 ppm) y contenido bajo en potasio disponible (98 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-04.

#### **a.14) Consociación Maropampa (Ma)**

Ocupa una superficie de 18.08 ha, el 2.34 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Maropampa, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Suelos desarrollados a partir de rocas granodioritas del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural bueno;

dentro de la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona este del área de estudio, entre el cerro San Ignacio y la Pampa Del Pajonal.

- **Suelo Maropampa (Typic Torriorthents Francosa Gruesa)**

Suelos moderadamente profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/2C1/2C2/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. Los horizontes C1 y C2 son de color pardo muy pálido (10YR 8/2) y blanco (10YR 8/1) ambos en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (10 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre una secuencia de horizonte (2C1/2C2) de color amarillo parduzco (10YR 6/6) y pardo amarillento (10YR 5/6) ambos en seco, de textura media (franca) y gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia dura a muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 85 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra (pH: 6.63 a 7.20) sobre neutra (pH: 7.25), no salino (C.E: 0.04 a 0.33 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a media (0.60 a 17.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 8.5 a 4.0 % y alto porcentaje de saturación de bases (96 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 a 0.20%), contenido bajo en fósforo disponible (0.37 a 0.12 ppm) y contenido medio a alto en potasio disponible (108 a 298 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-23 e incluye al chequeo CH-11.

#### **a.15) Consociación Malpaso (Ms)**

Ocupa una superficie de 9.56 ha, el 1.24 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Malpaso, en las fases por pendiente fuertemente inclinada (8-15 %), moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales sedimentarios dominados por areniscas y limoarcillitas del Jurásico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural bueno; dentro de las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto desecado-Subtropical (dd-S), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona sur del área de estudio, próximo al cerro Pedregal.

- **Suelo Malpaso (Lithic Torriorthents Francosa Gruesa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/Cr/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color pardo claro (7.5YR 6/4) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 %) y de consistencia dura en seco; sobre un horizonte Cr de color pardo claro (7.5YR 6/4) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 35 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción moderadamente ácida a neutra (pH: 5.79 a 7.15), no salino (C.E: 0.38 a 0.25 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 a 0.76 %), capacidad de intercambio catiónico baja (10.11 a 11.12 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.7 a 2.4 % y porcentaje de saturación de bases (44 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.29 a 0.30 %), contenido alto a medio en fósforo disponible (14.18 a 10.8 ppm) y contenido alto en potasio disponible (370 a 1299 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-47.

#### **a.16) Consociación Pajpa (Pa)**

Ocupa una superficie de 6.2 ha, el 0.81 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Pajpa, en las fases por pendiente fuertemente inclinada (8-15 %) y moderadamente empinada (15-25 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales volcánicos como tobas o lavas tobáceas del Pleistoceno, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural bueno; en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en el extremo este del área de estudio, en la pampa Del Pajonal.

- **Suelo Pajpa (Lithic Haplotorrands Francosa Gruesa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/C3R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color gris parduzco claro (10YR 6/2) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), raíces finas escasas a muy escasas, gravas angulares (20 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre una secuencia de horizontes C2/C3 de color pardo amarillento (10YR 5/4 y 10YR 5/8) ambos en seco, de textura

moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 42 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción fuertemente ácida a neutra (pH: 5.26 a 6.67), no salino (C.E: 0.15 a 0.13 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (2.0 a 6.0 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.3 a 1.0 % y porcentaje de saturación de bases (73 a 98 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.33 a 0.60%), contenido medio a bajo en fósforo disponible (8.23 a 0.29 ppm) y contenido medio a alto en potasio disponible (110 a 370 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-27.

#### **a.17) Consociación Pacollón (Pc)**

Ocupa una superficie de 44.01 ha, el 5.71 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Pacollón, en las fases por pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %). Son suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como granodioritas del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve quebrado y drenaje natural bueno; en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona este del área de estudio, entre el cerro San Ignacio y la pampa Del Pajonal.

##### **• Suelo Pacollón (Lithic Torriorthents Francosa Gruesa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/C3/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (10 %), raíces finas muy escasas y de consistencia dura en seco; sobre una secuencia de horizonte C2/C3 de color pardo amarillento (10YR 5/4 y 10YR 5/6) ambos en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (10 a 30 %) y de consistencia dura a muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico 45 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción moderadamente ácida a neutra (pH: 5.86 a 7.20), no salino (C.E: 0.08 a 0.16 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido

bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (4.40 a 6.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.2 a 3.2 % y alto porcentaje de saturación de bases (86 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.40 a 0.03 %), contenido medio a bajo en fósforo disponible (11.61 a 0.21 ppm) y contenido alto en potasio disponible (338 a 273 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-24.

#### **a.18) Consociación Palmeta (Pt)**

Ocupa una superficie de 73.68 ha, el 9.55 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Palmeta, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %). Suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como granodioritas del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural bueno; en la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en las zonas media y este del área de estudio, entre los cerros San Ignacio y Trampilla.

- **Suelo Palmeta (Lithic Torriorthents Esquelética Francosa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/2Cr/2R o C/2C/2R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. Los horizontes C1/C2 y C son de color pardo muy pálido (10YR 8/3), blanco (10YR 8/1) y gris claro (2.5Y 7/1) todos en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa) y gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (10 a 20 %), raíces finas escasas y comunes, de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte 2Cr de color pardo grisáceo (10YR 5/2) y pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) ambos en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa) y gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (50 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 40 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina (pH: 6.16 a 7.66), no salino (C.E: 0.07 a 1.21 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (0.20 a 0.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 5.0 a 1.4 % y alto porcentaje de saturación de bases (91 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.30 a 0.67 %), contenido bajo en fósforo disponible (0.03 a 1.81 ppm) y contenido bajo a medio en potasio disponible (37 a 100 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a las calicatas SUE-22 y SUE-21 e incluye a los chequeos CH-09 y CH-10.

#### **a.19) Consociación Querendosa (Qu)**

Ocupa una superficie de 1.64 ha, el 0.21 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Querendosa, en las fases por pendiente moderadamente inclinada (4-8 %) y fuertemente inclinada (8-15 %). Suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales del pleistoceno, sobre penillanuras de superficie ondulada y drenaje natural bueno; en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en el extremo este del área de estudio, en la pampa Del Pajonal.

- **Suelo Querendosa (Typic Petrogypsis Francosa Gruesa)**

Suelos superficiales con incipiente desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/Cm, con horizonte petrogypso como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo oscuro (7.5YR 3/4) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas subangulares (10 %), raíces finas escasas y muy escasas, de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte C2 de color pardo oscuro (7.5YR 3/4) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subangulares (30 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un estrato cementado a los 33 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligeramente ácida a neutra (pH: 6.23 a 6.83), no salino (C.E: 0.15 a 0.44 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico baja (7.40 a 15.0 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.7 a 6.1 % y alto porcentaje de saturación de bases (92 a 98 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (0.06 a 0.0 ppm) y contenido alto en potasio disponible (390 a 460 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-26.

### **a.20) Consociación Redondo (Re)**

Ocupa una superficie de 10.96 ha, el 1.42 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Redondo, en la fase por pendiente moderadamente inclinada (4-8 %). Son suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales del cuaternario holocénico, sobre llanuras de relieve ondulado suave y drenaje natural excesivo; en la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se distribuye en forma puntual en el extremo suroeste del área de estudio, próximo al cerro Las Lomas.

- **Suelo Redondo (Typic Torrifluvents Esquelética Arenosa)**

Suelos profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/C3/C4/C5, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color gris parduzco claro (10YR 6/2) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas subredondeadas (40 %) y de consistencia dura en seco; sobre una secuencia de horizontes C2/C3 de color pardo pálido (10YR 6/3) y gris parduzco claro (10YR 6/2) ambos en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subredondeadas (30 a 40 %) y de consistencia ligeramente dura a dura en seco; sobre la secuencia de horizontes (C4/C5) de color pardo pálido (10YR 6/3) y gris claro (2.5Y 7/2) ambos en seco, de textura gruesa (arena y arena franca), sin estructura (masiva) y de consistencia ligeramente dura a dura en seco.

Las características químicas expresan reacción neutra a fuertemente alcalina (pH: 6.84 a 8.53) sobre moderadamente alcalina (pH: 8.38 a 8.34), no salino a ligeramente salino (C.E: 1.11 a 3.17 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.18 a 0.98 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (4.40 a 1.40 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.4 a 12.6 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 a 0.07%), contenido medio a bajo en fósforo disponible (7.72 a 0.0 ppm) y contenido alto en potasio disponible (610 a 530 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-06 e incluye al chequeo CH-03.

### **a.21) Consociación Tarcaro (Ta)**

Ocupa una superficie de 49.41 ha, el 6.41 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Tarcaro, en las fases por pendiente fuertemente inclinada (8-15 %), moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Suelos desarrollados a

partir de rocas sedimentarias dominadas por conglomerados, areniscas y limolitas del Neógeno, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; en la zona de vida desierto desecado- Subtropical (dd-S), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona sur del área de estudio, entre las lomas San José y la pampa del Tesoro.

- **Suelo Tarcaro (Lithic Torriorthents Esquelética Arenosa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/Cr/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color pardo muy pálido (10YR 7/3) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (35 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte Cr de color gris claro (10YR 7/2) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 45 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina (pH: (5.35 a 7.77), muy ligeramente salino (C.E: 2.63 a 2.59 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico baja (5.8 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.7 a 1.2 % y alto porcentaje de saturación de bases (75 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (4.43 a 0.0 ppm) y contenido alto en potasio disponible (830 a 1070 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-02 e incluye al chequeo CH-12.

#### **a.22) Consociación Tranqueta (Tq)**

Ocupa una superficie de 8.2 ha, el 1.06 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Tranqueta, en la fase por pendiente ligeramente inclinada (2-4 %). Son suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales del cuaternario holocénico, sobre llanuras de relieve ondulado suave y drenaje natural excesivo; en la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se distribuye en forma dispersa en la zona media del área de estudio, entre el cerro San Martín y la quebrada Tinajones.

- **Suelo Tranqueta (Typic Torrifluvents Esquelética Arenosa)**

Suelos profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/C3/2C1/2C2, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo muy pálido (10YR 7/3) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva) y de consistencia dura en seco; sobre una secuencia de horizontes C2/C3 de color pardo muy pálido (10YR 7/4 y 10YR 7/3) ambos en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subredondeadas (10 a 20 %) y de consistencia dura en seco; sobre la secuencia de horizontes (2C1/2C2) de color gris (2.5Y 6/1 y 2.5Y 5/1) ambos en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (grano simple) y de consistencia suave en seco.

Las características químicas expresan reacción moderada a ligeramente alcalina (pH: 8.38 a 7.86) sobre moderadamente alcalina (pH: 7.91 a 8.11), no salino (C.E: 1.19 a 0.09 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 a 0.18 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (0.60 a 1.20 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI 6.5 a 0.7 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 a 0.13%), contenido bajo en fósforo disponible (0.0 ppm) y contenido bajo a medio en potasio disponible (58 a 105 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-16.

#### **a.23) Consociación Trampilla (Tr)**

Ocupa una superficie de 5.76 ha, el 0.74 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Trampilla, en las fases por pendiente fuertemente inclinada (8-15 %), moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como gabro del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en las zonas media del área de estudio, entre el cerro Trampilla y la quebrada Tinajones.

- **Suelo Trampilla (Lithic Torriorthents Arenosa)**

Suelos muy superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color pardo

grisáceo (10YR 5/2/) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 15 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra (pH: 7.05), no salino (C.E: 0.14 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (0.60 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI 36.5 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (0.60 ppm) y contenido medio en potasio disponible (224 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-19.

#### **a.24) Consociación Velillas (Ve)**

Ocupa una superficie de 8.68 ha, el 1.12 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Velillas, en las fases por pendiente ligeramente inclinada (2-4 %) y moderadamente inclinada (4-8 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales volcánicos como tobas o lavas tobáceas del Pleistoceno, en llanuras de superficie ondulado a ondulado suave y drenaje natural bueno; en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en el extremo este del área de estudio, en la pampa Del Pajonal.

##### **• Suelo Velillas (Lithic Haplotorrands Francosa Gruesa)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/2C1/2C2/2R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo muy pálido (10YR 7/4) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (10 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte C2 de color gris claro (10YR 7/2) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (5 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre una secuencia de horizontes 2C1/2C2 de color pardo amarillento oscuro (10YR 4/4 y 10YR 4/6) ambos en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia dura a muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 60 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción fuertemente ácida a neutra (pH: 5.14 a 6.57) sobre neutra (pH: 6.74), no salino (C.E: 0.02 a 0.21 dS/m) en relación suelo/agua

1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (0.20 a 11.60 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 4.3 a 1.1 % y porcentaje de saturación de bases a nivel superficial (57 %) por acetato de amonio y 91 a 97% en la profundidad.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.20 a 0.03%), contenido alto a bajo en fósforo disponible (14.6 a 0.0 ppm) y contenido bajo a medio en potasio disponible (41 a 237 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-25.

#### **a.25) Consociación Yarabamba (Ya)**

Ocupa una superficie de 0.6 ha, el 0.08 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Yarabamba, en la fase por pendiente plana o casi a nivel (0-2 %). Son suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales del cuaternario holocénico, sobre llanuras de relieve plano y drenaje natural algo excesivo; en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se distribuye en forma puntal en el extremo este del área de estudio, en la pampa Del Pajonal.

##### **● Suelo Yarabamba (Typic Torrifluvents Arenosa)**

Suelos profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil Ap/C1/C2/C3/C4, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. La capa Ap es de color pardo pálido (10YR 6/3) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), granular fina y moderada, gravas subredondeadas (5 %), raíces finas y medias comunes y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre una secuencia de horizontes C1/C2 de color pardo amarillento claro (10YR 6/2) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas subredondeadas (5 a 10 %) y de consistencia dura en seco; sobre la secuencia de horizontes (C3/C4) de color pardo pálido (10YR 6/3) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas subredondeadas (10 a 20 %) y de consistencia dura en seco.

Las características químicas expresan reacción neutra a moderadamente alcalina (pH: 6.97 a 8.43) sobre moderadamente alcalina (pH: 8.01 a 8.29), no salino a muy ligeramente salino (C.E: 0.12 a 3.33 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 a 0.45 %), capacidad de intercambio catiónico media a baja (20.20 a 5.00 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI 0.1 a 0.8 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.67 a 0.07%), contenido medio a bajo en fósforo disponible (13.2 a 1.05 ppm) y contenido alto en potasio disponible (490 a 269 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-28.

#### **b. Consociación de unidades no edáficas.**

##### **b.1) Misceláneo Cauce (MisC).**

Cubre 9.15 ha de extensión el 1.19% del área de estudio. Se distribuyen en forma dispersa a lo largo del trazo de la Línea de Transmisión, está conformada por los fondos de quebradas por lo general S/N que discurren por el área de estudio en sentido dominante este-oeste o sureste-noroeste. Son depósitos fluviales o recientes del cuaternario Holocénico, constituidas por gravas, guijarros y cantos rodados de diferente granulometría en una matriz limo arenosa.

Se caracterizan por su superficie plano-ondulada y pedregosa, con pendiente dominante ligeramente inclinada (2-4 %).

##### **b.2) Misceláneo Talud (MisTd).**

Cubre 1.6 ha de extensión el 0.21 % del área de estudio. Su distribución es puntual en el extremo este la Línea de Transmisión, en la pampa Del Pajonal.

Son geoformas de pendiente dominante muy empinada (50-75 %) que irrumpen abruptamente las llanuras de superficies plano-onduladas tanto de origen aluvial del Holoceno y del Pleistoceno como las más antiguas de origen volcánico.

#### **c. Asociación de unidades edáficas y no edáficas.**

##### **c.1) Altamoros-Misceláneo Roca (At-MisR)**

Cubre 46.62 ha de extensión el 6.05 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Altamoros y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas gabros del Cretácico sobre laderas de montaña en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye entre las zonas media y noroeste del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Trampilla y Gloria.

Las características del suelo Altamoros se han descrito anteriormente, y la unidad no edáfica se describe a continuación:

### **Misceláneo Roca (At-MisR)**

La unidad no edáfica está constituida por los afloramientos rocosos expuestos superficialmente en las laderas montañosas y colinosas, asignadas como Misceláneo Roca.

Litológicamente, está conformada principalmente por materiales líticos de origen intrusivo como granitos, gabros, granodioritas, monzogranitos, monzodioritas y dioritas de las Super Unidades Linga, Ilo y Tiabaya e Intrusivo gabro; siendo menos recurrente los de naturaleza sedimentaria como calizas, limoarcillitas, conglomerados, limolitas y areniscas de las formaciones Socosani, Millo y Puente; y los de origen volcánico como tobas o lavas tobáceas de las Formaciones Añashuayco y Pichu Pichu.

#### **c.2) Botija-Misceláneo Roca (Bo-MisR)**

Cubre 3.12 ha de extensión el 0.4 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Botija y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas gabros del Cretácico sobre laderas de montañas en la fase de pendiente muy empinada (50-75 %).

Se distribuye en la zona noroeste del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Gloria.

Las características del suelo Botija y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **c.3) Calderas-Misceláneo Roca (Cd-MisR)**

Cubre 6.59 ha de extensión el 0.86 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Calderas y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de naturaleza sedimentaria dominada por calizas y arenisca del Jurásico sobre laderas de colinas en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye en la zona noroeste del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Gloria.

Las características del suelo Calderas y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **c.4) Colorado-Misceláneo Roca (Co-MisR)**

Cubre 31 ha de extensión el 4.02 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Colorado y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%,

respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas monzodioritas del Cretácico sobre laderas de colinas en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye entre las zonas oeste del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Gloria y Las Lomas.

Las características del suelo Colorado y de la unidad no edáfica, se han descrito anteriormente.

#### **c.5) Curimaqui-Misceláneo Roca (Cq-MisR)**

Cubre 34.05 ha de extensión el 4.42 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Curimaqui y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas monzodioritas del Cretácico sobre laderas de colinas en las fases de pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye entre las zonas oeste del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Pedregal y San José.

Las características del suelo Curimaqui y de la unidad no edáfica, se han descrito anteriormente.

#### **c.6) Cenizo-Misceláneo Roca (Cz-MisR)**

Cubre 0.99 ha de extensión el 0.13 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Cenizo y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas gabros del Cretácico sobre laderas de colinas en la fase de pendiente muy empinada (50-75 %).

Se distribuye entre la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Las Lomas.

Las características del suelo Cenizo y de la unidad no edáfica, se han descrito anteriormente.

#### **c.7) Huasamayo-Misceláneo Roca (Hy-MisR)**

Cubre 22.27 ha de extensión el 2.9 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Huasamayo y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas

monzogranitos del Cretácico sobre laderas de montañas en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye en la zona noroeste del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Gloria.

Las características del suelo Huasamayo y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **c.8) Lomaspalo-Misceláneo Roca (Lp-MisR)**

Cubre 15.76 ha de extensión el 2.05 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Lomaspalo y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas granitos del Cretácico sobre laderas de colinas en la fase de pendiente empinada (25-50 %).

Se distribuye en forma puntual en el extremo suroeste del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Las Lomas.

Las características del suelo Lomaspalo y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **c.9) Pajpa-Misceláneo Roca (Pa-MisR)**

Cubre 6.4 ha de extensión el 0.83 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Pajpa y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen volcánico de tobas o lavas tobáceas del Pleistoceno sobre laderas de colinas en la fase de pendiente moderadamente empinada (15-25 %).

Se distribuye en forma puntual en el extremo este del trazo de la Línea de Transmisión, próximo a la pampa Del Pajonal.

Las características del suelo Pajpa y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **c.10) Palmeta-Misceláneo Roca (Pt-MisR)**

Cubre 64.98 ha de extensión el 8.43 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Palmeta y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas granodioritas del Cretácico sobre laderas de montañas en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye entre las zonas media y este del trazo de la Línea de Transmisión, entre el cerro San Ignacio y la quebrada Tinajones.

Las características del suelo Palmeta y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **c.11) Trampilla-Misceláneo Roca (Tr-MisR)**

Cubre 5.3 ha de extensión el 0.69 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Trampilla y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas gabros del Cretácico sobre laderas de montañas en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, en el cerro Trampilla.

Las características del suelo Trampilla y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **4.1.4.1.2. Área de Influencia Indirecta (A nivel de reconocimiento)**

##### **A. Generalidades**

En esta sección se presenta la caracterización y clasificación de suelos a nivel de reconocimiento del Área de Influencia Indirecta (AII) del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (EIA-sd) del Proyecto "Enlace 500 kv San José-Yarábamba, Ampliaciones y SE Asociadas"; ubicado en la provincia y departamento de Arequipa.

La evaluación de los suelos se realizó considerando los lineamientos establecidos en el Manual de Levantamiento de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Soil Survey Manual, 2017) y en el Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos del Perú (Decreto Supremo N°013-2010-AG). La clasificación taxonómica de los suelos se ha realizado de acuerdo con las definiciones y nomenclaturas establecidas en el Manual de Taxonomía de suelos (Soil Taxonomy, 2022), considerando como unidad de clasificación, el nivel de Familia de Suelos.

La información se elaboró sobre la base de la interpretación analógica de la imagen satelital a través del "Análisis Fisiográfico", integrando la información geológica, ecológica (zonas de vida) y topográfica, además los resultados del análisis de caracterización de suelos y la información edafológica levantada de campo, para obtener las unidades de suelos definitivas y el mapa de suelos. El trabajo de campo se llevó a cabo en los meses de julio y septiembre del año 2024.

## **B. Descripción de las unidades cartográficas y taxonómicas**

Con la finalidad de facilitar la interpretación del presente capítulo y su respectivo mapa, se presentan las definiciones de las unidades taxonómicas y unidades cartográficas:

### **Unidad taxonómica**

Es el nivel de abstracción o generalización definido dentro de un Sistema Taxonómico de suelos. La unidad taxonómica está referida a una de las categorías del sistema taxonómico de suelos (Soil Taxonomy), definiéndose a la categoría como un conjunto de suelos que están agrupados bajo el mismo nivel de abstracción; dicho sistema establece seis categorías claramente definidas, los que en orden decreciente y de acuerdo con el incremento en sus diferencias son las siguientes: Orden, Suborden, Gran Grupo, Sub-Grupo, Familia y Serie. La unidad taxonómica de clasificación es Subgrupo de Suelos.

### **Subgrupo de Suelos**

Considera ciertas características del suelo, relacionadas a la presencia o ausencia de los horizontes de diagnósticos, a la génesis del suelo y a los regímenes de humedad y temperatura del suelo, y el nivel de saturación de bases. Los horizontes de diagnósticos están referidos a aquella capa que se forma en o cerca de la superficie del suelo (epipedón), la cual muestra evidencia de alteración o presencia de materia orgánica o ambas características; así como, los horizontes subsuperficiales de diagnóstico desarrollados debajo de los epipedones.

### **Familia**

Es una unidad taxonómica que ocupa el 5° nivel categórico dentro de la "Taxonomía de Suelos" y constituye una subdivisión del Sub Grupo dentro del Gran Grupo respectivo y representa una categoría casi homogénea de la taxonomía de suelos, donde esta categoría sirve para propósitos netamente pragmáticos, el nombre técnico de la Familia es descriptivo a diferencia de la Serie que es abstracto, los términos descriptivos usados en los nombres de las familias de suelos, se dan de acuerdo a ciertas características, tales como: Tamaño de partículas, mineralogía, actividad de intercambio catiónico, reacción y calcáreas, temperatura del suelo, etc.

### **Unidades cartográficas**

La unidad cartográfica es el área delimitada y representada por un símbolo en el mapa de suelos. Está definida y nominada en base a su o sus componentes dominantes, los que pueden ser unidades taxonómicas, áreas misceláneas o ambas. Puede contener

inclusiones de otros suelos o áreas misceláneas con las cuales tiene estrecha vinculación geográfica.

### Consociación

Es una unidad cartográfica que tiene un componente en forma dominante, el cual puede ser edáfico o área miscelánea y cubre más del 85 % de la superficie, pudiendo además contener inclusiones. Esta unidad es nominada por el nombre de la unidad edáfica o área miscelánea, anteponiendo la palabra "Consociación".

En las consociaciones predomina una unidad de suelo, mientras que las inclusiones, de otras unidades de suelos o de área miscelánea no deben representar más del 15% del total de la unidad cartográfica.

En el presente estudio, se ha utilizado las consociaciones y asociaciones de suelos y unidades no edáficas.

## C. Fase de suelos

### Fase por pendiente

La fase es un grupo funcional creado para servir propósitos específicos en los estudios de suelos y puede ser definida dentro de cualquier categoría taxonómica.

De acuerdo con las características topográficas del área, se ha considerado conveniente establecer las Fase por Pendiente, definida como un grupo funcional creada para propósitos específicos en los estudios de suelos. Estas pueden establecerse de acuerdo con la profundidad efectiva, condiciones de drenaje, clases de pendiente, entre otras. Ésta establece bases prácticas que influyen en el potencial de uso del suelo y su correspondiente manejo.

**Tabla 4.1-17** Pendiente o grado de inclinación

Símbolo	Rango de Pendiente (%)	Término Descriptivo
A	0-4	Plana a ligeramente inclinada
B	4-8	Moderadamente inclinada
C	8-15	Fuertemente inclinada
D	15-25	Moderadamente empinada
E	25-50	Fuertemente empinada
F	50-75	Muy fuertemente empinada
G	+75	Extremadamente empinada

Fuente: Reglamento de Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (D.S. 005-2022-MIDAGRI)

Además, una característica química que condiciona la potencialidad de uso de los suelos y determina su manejo es el nivel de salinidad o concentración de sales al que está relacionado el porcentaje de sodio intercambiable – PSI; en este último, el valor no debe exceder el 15% de la capacidad de intercambio catiónico, caso contrario, habrá efectos negativos de orden físico y químico en los suelos.

**Tabla 4.1-18** Concentraciones de sales

Clase	Rango de salinidad (dS/m)	Término descriptivo
1	0-2	No salino
2	2-4	Muy ligeramente salino
3	4-8	Ligeramente salino
4	8-16	Moderadamente salino
5	>16	Fuertemente salino

Fuente: Reglamento de Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (D.S. 005-2022-MIDAGRI)

#### **D. Clasificación y descripción de las unidades cartográficas y de suelos**

La clasificación de los suelos a nivel de "Reconocimiento" incluye 17 unidades de suelos a nivel de "Subgrupo de Suelos" (Soil Taxonomy, 2022) determinados a partir de las 19 calicatas realizadas en el Área de Influencia Indirecta-AII, complementada con 06 unidades de suelos (Calderas, Enlozado, Lomaspalo, Pajpa, Trampilla y Yarabamba) provenientes del estudio de suelos a nivel semidetallado elaborado para el Área de Influencia Directa-AID, a cuyos nombres se adjunta 02 asteriscos (\*\*) para facilitar su identificación; en conjunto hacen un total de 23 unidades de suelos.

Los Entisols, caracterizados por su escaso o nulo desarrollo edafogénico, con epipedón ócrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico, están representados 18 unidades de suelos distribuidos en 03 Grandes Grupos: Torrifluvents, Torripsamments y Torriorthents, conformados por 01, 02 y 15 unidades de suelos, respectivamente; mientras que, los Andisols caracterizados por su origen volcánico, dentro del Gran Grupo Haplotorrands incluye a 03 unidades de suelos; finalmente, los Aridisols está representado por los Granes Grupos Petrogypsids y Haplosalids que incluyen a 01 unidad de suelo en cada caso. Además, se han identificado 03 áreas misceláneas, en este caso conformadas por Misceláneo Cauce, Misceláneo Talud y Misceláneo Roca.

Desde el punto de vista cartográfico, las 23 unidades de suelos y las 03 unidades no edáficas (Áreas Misceláneas), constituyen 23 consociaciones de Subgrupos de Suelos, 02 consociaciones de unidades no edáficas (Misceláneo Cauce, Misceláneo Talud) y 11 asociaciones de unidades de suelos con Misceláneo Roca; y su distribución espacial esta plasmada en el Mapa de Suelos (Anexo N°4.1.1).

**Tabla 4.1-19** Clasificación natural de los suelos

Orden	Suborden	Gran grupo	Subgrupo	Unidad de suelo	Símbolo
Entisols	Fluvents	Torrifluvents	Typic Torrifluvents	Yarabamba**	Ya**
	Psamments	Torripsamments	Typic Torripsamments	Ascolpe	As
				Lingo	Li
	Orthents	Torriorthents	Typic Torriorthents	San José	SJ
				Honda	Ho
				Banqueta	Bq
				Infiernillo	In
				Mollero	Mr
				Salinillas	Ss
				Calderas**	Cd**
			Lithic Torriorthents	Negrosal	Ng
				Estanquillo	Eq
				Chilimayo	Cy
				Apacheta	Ap
				Subile	Su
				Trampilla**	Tr**
				Enlozado**	En**
				Lomaspalo**	Lp**
Aridisols	Gypsisds	Petrogypsisds	Typic Petrogypsisds	Pampanal	Pp
	Salids	Haplosalids	Petrogyosic Haplosalids	Catarino	Ct
Andisols	Torrands	Haplotorrands	Lithic Haplotorrands	Socabaya	Sb
				Jaguay	Jg
				Pajpa**	Pa**

\*\*Unidades de suelos del estudio semidetallado elaborado para el Área de Influencia Directa-AID

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-20** Unidades cartográficas y unidades de suelos

Unidades cartográficas		Símbolo	Fase por pendiente	Proporción	Superficie	
				(%)	(ha)	(%)
Apacheta	Ap	Ap/D	D	100	92.24	2.37
		Ap/E	E	100	27.85	1.45
Ascolpe	As	As/A	A	100	4.17	0.05
Banqueta	Bq	Bq/E	E	100	5.67	0.07
		Bq/F	F	100	20.92	0.27

Unidades cartográficas		Símbolo	Fase por pendiente	Proporción	Superficie	
				(%)	(ha)	(%)
Calderas**	Cd**	Cd/E	E	100	11.80	0.15
		Cd/F	F	100	7.16	0.09
Catarino	Ct	Ct/A	A	100	758.91	9.78
		Ct/B	B	100	256.80	3.31
Chilimayo	Cy	Cy/D	D	100	33.20	0.43
		Cy/E	E	100	135.69	2.99
		Cy/F	F	100	125.73	2.85
Enlozado**	En**	En/E	E	100	29.32	0.38
		En/F	F	100	86.57	1.12
Estanquillo	Eq	Eq/E	E	100	145.67	1.88
		Eq/F	F	100	423.00	7.10
Honda	Ho	Ho/D	D	100	95.53	1.23
		Ho/E	E	100	226.56	2.92
		Ho/F	F	100	38.93	0.50
Infiernillo	In	In/C	C	100	6.27	0.08
		In/D	D	100	70.94	0.91
		In/E	E	100	19.91	0.26
Jaguay	Jg	Jg/D	D	100	25.60	0.33
		Jg/E	E	100	38.71	0.50
Lingo	Li	Li/A	A	100	32.68	0.42
		Li/B	B	100	86.29	1.11
Lomaspalo**	Lp**	Lp/D	D	100	33.75	0.43
		Lp/E	E	100	58.12	0.75
Mollero	Mr	Mr/D	D	100	1.59	0.02
		Mr/E	E	100	134.07	2.97
		Mr/F	F	100	170.53	2.20
Negrosal	Ng	Ng/D	D	100	94.89	1.22
		Ng/E	E	100	157.61	2.03
		Ng/F	F	100	366.13	4.72
Pajpa**	Pa**	Pa/D	D	100	0.84	0.01
Pampanal	Pp	Pp/A	A	100	16.11	0.21
		Pp/B	B	100	20.94	0.27

Unidades cartográficas		Símbolo	Fase por pendiente	Proporción	Superficie	
				(%)	(ha)	(%)
		Pp/C	C	100	20.36	0.26
Socabaya	Sb	Sb/B	B	100	91.20	1.17
		Sb/C	C	100	47.85	1.74
San José	SJ	SJ/D	D	100	138.29	1.78
		SJ/E	E	100	124.98	1.61
		SJ/F	F	100	39.81	0.51
Salinillas	Ss	Ss/C	C	100	158.26	2.04
		Ss/D	D	100	177.32	2.28
		Ss/E	E	100	108.15	1.39
Subile	Su	Su/D	D	100	96.89	1.25
Trampilla**	Tr**	Tr/D	D	100	6.97	0.09
		Tr/E	E	100	11.16	0.14
		Tr/F	F	100	41.31	0.53
Yarabamba**	Ya**	Ya/A	A	100	11.27	0.15
		Ya/B	B	100	0.35	0.00
Misceláneo Cauce	MisC	MisC/A	A	100	73.63	2.10
Misceláneo Talud	MisTd	MisTd/F	F	100	22.36	0.29
Apacheta-Misceláneo Roca	Ap-MisR	Ap-MisR/E	E	50-50	138.48	1.78
		Ap-MisR/F	F	50-50	38.17	0.49
Calderas-Misceláneo Roca**	Cd-MisR**	Cd-MisR/E	E	50-50	21.13	0.27
		Cd-MisR/F	F	50-50	31.16	0.40
Chilimayo-Misceláneo Roca	Cy-MisR	Cy-MisR/E	E	50-50	96.18	1.24
		Cy-MisR/F	F	50-50	350.81	4.52
Estanquillo-Misceláneo Roca	Eq-MisR	Eq-MisR/G	G	50-50	24.52	0.32
Honda-Misceláneo Roca	Ho-MisR	Ho-MisR/D	D	50-50	14.09	0.18
		Ho-MisR/E	E	50-50	25.54	0.33
		Ho-MisR/F	F	50-50	11.20	0.14
Infiernillo-Misceláneo Roca	In-MisR	In-MisR/E	E	50-50	94.29	1.21
Jaguay-Misceláneo Roca	Jg-MisR	Jg-MisR/F	F	50-50	38.02	0.49
Lomaspalo-Misceláneo Roca**	Lp-MisR**	Lp-MisR/E	E	50-50	216.46	2.79
		Lp-MisR/F	F	50-50	30.61	0.39
Mollero-Misceláneo Roca	Mr-MisR	Mr-MisR/E	E	50-50	41.67	0.54

Unidades cartográficas		Símbolo	Fase por pendiente	Proporción	Superficie	
				(%)	(ha)	(%)
		Mr-MisR/F	F	50-50	104.97	1.35
Pajpa-Misceláneo Roca**	Pa-MisR**	Pa-MisR/D	D	50-50	73.76	0.95
		Pa-MisR/E	E	50-50	16.40	0.21
San José-Misceláneo Roca	SJ-MisR	SJ-MisR/E	E	50-50	70.84	0.91
		SJ-MisR/F	F	50-50	38.37	0.49
Subile-Misceláneo Roca	Su-MisR	Su-MisR/E	E	50-50	380.86	4.91
		Su-MisR/F	F	50-50	22.13	0.29
Trampilla-Misceláneo Roca**	Tr-MisR**	Tr-MisR/F	F	50-50	83.12	1.07
<b>Superficie Total</b>					<b>6992.02</b>	<b>100.00</b>

\*\*Unidades de suelos del estudio semidetallado elaborado para el Área de Influencia Directa-AID

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-21** Características fisicoquímicas de las unidades de suelo

Unidad de suelo	Clase textural	Reacción del suelo	Carbonatos (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g)	Materia orgánica (%)	Fosforo Disponible (ppm P)	Potasio Disponible (ppm K)	Salinidad (dS/m) Suelo/agua (1:1)	Fertilidad química
Apacheta	Gruesa (Arena franca)	Neutra (pH 6.74)	Bajo (0.0)	Muy baja (3.0)	Baja (0.03)	Bajo (1.1)	Alto (257)	No salino (0.19)	Baja
Ascolpe**	Gruesa (Arena)	Moderadamente alcalina (pH 8.31 a 8.12)	Bajo (0.0)	Muy baja (1.20 a 0.80)	Baja (0.03)	Bajo (0.0)	Alto (337 a 397)	No salino a moderadamente salino (0.62 a 8.55)	Baja
Banqueta	Gruesa (Arena)	Ligeramente ácidas a neutra (pH 6.16 a 7.15)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (1.80 a 9.60)	Baja (0.03)	Medio a bajo (8.91 a 0.88)	Alto (284 a 1330)	No salino a ligeramente salino (0.36 a 3.00)	Baja
Calderas**	Gruesa (Arena/arena franca)	Neutra a moderadamente alcalina (pH 6.75 a 7.96)	Bajo a muy alto (0.0 a 27.27)	Baja (5.40 a 6.60)	Baja (0.07 a 0.03)	Bajo (6.96 a 0.0)	Medio a alto (211 a 520)	No salino a ligeramente salino (0.30 a 5.11)	Baja
Chilimayo	Gruesa/moderadamente gruesa (Arena/arena franca/franco arenosa)	Fuertemente ácida a ligeramente alcalina (pH 5.26 a 7.42)	Bajo (0.0)	Muy baja a media (0.60 a 15.80)	Baja (0.13 a 0.03)	Bajo (5.53 a 1.3)	Bajo a alto (95 a 1000)	No salino (0.12 a 1.08)	Baja
Enlozado**	Gruesa (Arena franca)	Moderadamente alcalina a ligeramente ácida (pH 8.24 a 6.29)	Alto a bajo (7.15 a 0.0)	Muy baja (4.20 a 3.0)	Baja (0.40 a 0.13)	Bajo (1.47 a 5.70)	Alto (750 a 450)	No salino (0.29 a 0.13)	Baja
Estanquillo	Gruesa (Arena/arena franca)	Moderadamente ácida a ligeramente alcalina	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (0.20 a 8.0)	Baja (0.13 a 0.03)	Bajo (2.1 a 0.3)	Bajo a medio (68 a 147)	No salino (0.06 a 0.44)	Baja

Unidad de suelo	Clase textural	Reacción del suelo	Carbonatos (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g)	Materia orgánica (%)	Fosforo Disponible (ppm P)	Potasio Disponible (ppm K)	Salinidad (dS/m) Suelo/agua (1:1)	Fertilidad química
		(pH 5.73 a 7.52)							
Honda	Gruesa (Arena)	Ligeramente ácida a neutra (pH 6.29 a 6.97)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (4.00 a 7.20)	Baja (0.27 a 0.20)	Bajo (2.91 a 0.04)	Alto (284 a 600)	No salino (0.11 a 0.16)	Baja
Jaguay	Gruesa (Arena franca)	Ligeramente ácida (pH 6.11)	Bajo (0.0)	Muy baja (2.40)	Baja (0.03)	Bajo (3.0)	Medio (163)	No salino (0.76)	Baja
Lingo**	Gruesa (Arena)	Neutra (pH 7.25 a 6.80)	Bajo (0.0)	Muy baja (0.80 a 1.20)	Baja (0.33)	Bajo (1.47 a 0.12)	Bajo (97 a 69)	No salino (1.30 a 0.41)	Baja
Lomaspalo**	Gruesa (Arena)	Ligeramente ácida (pH 6.28)	Bajo (0.0)	Muy baja (1.60)	Baja (0.07)	Medio (7.8)	Bajo (98)	No salino (0.16)	Baja
Mollero	Moderadamente gruesa (Franco arenosa)	Neutra (pH 7.25)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (1.20 a 6.0)	Baja (0.03)	Bajo (0.37)	Bajo (79)	No salino (0.07 a 0.14)	Baja
Negrosal	Gruesa-moderadamente gruesa (Arena franca/franco arenosa)	Muy fuerte a ligeramente ácida (pH 4.83 a 6.11)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (0.60 a 5.00)	Baja (0.03)	Medio a bajo (8.0 a 0.5)	Medio (125 a 151)	No salino (0.09 a 0.14)	Baja
Pajpa**	Gruesa/moderadamente gruesa (Arena franca/franco arenosa)	Fuertemente ácida a neutra (pH 5.26 a 6.67)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (2.0 a 6.0)	Baja (0.60 a 0.33)	Medio a bajo (8.23 a 0.29)	Medio a alto (110 a 370)	No salino (0.15 a 0.13)	Baja
Pampanal	Gruesa/moderadamente gruesa	Moderadamente alcalina (pH 8.16 a 8.34)	Bajo (0.0)	Muy baja (2.40 a 3.80)	Baja (0.33 a 0.20)	Bajo (3.25 a 1.05)	Alto (287 a 335)	No salino a muy ligeramente salino (0.26 a 2.40)	Baja

Unidad de suelo	Clase textural	Reacción del suelo	Carbonatos (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g)	Materia orgánica (%)	Fosforo Disponible (ppm P)	Potasio Disponible (ppm K)	Salinidad (dS/m) Suelo/agua (1:1)	Fertilidad química
	(Arena franca/franco arenosa)								
Redondo**	Gruesa (Arena franca/ arena)	Neutra a fuertemente alcalina (pH 6.84 a 8.53)	Bajo (0.18 a 0.98)	Muy baja (4.40 a 1.40)	Baja (0.03 a 0.07)	Medio a bajo (7.72 a 0.0)	Alto (610 a 530)	No salino a ligeramente salino (1.11 a 3.17)	Baja
Socabaya	Moderadamente gruesa (Franco arenosa)	Moderadamente alcalina a neutra (pH 7.86 a 7.15)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (3.40 a 9.20)	Baja (0.93 a 0.86)	Alto a medio (17.94 a 13.13)	Alto (560 a 1300)	No salino (0.24 a 0.40)	Baja
San José	Gruesa (Arena/arena franca)	Neutra a ligeramente ácida (pH 7.11 a 6.29)	Bajo (0.0)	Muy baja a baja (1.60 a 10.0)	Baja (0.03 a 0.07)	Bajo (2.40 a 0.12)	Medio a alto (207 a 1300)	No salino (0.28 a 0.88)	Baja
Tranqueta**	Gruesa (Arena)	Moderada a ligeramente alcalina (pH 8.38 a 7.86)	Bajo (0.0 a 0.18)	Muy baja (0.60 a 1.20)	Baja (0.03 a 0.13)	Bajo (0.0)	Bajo a medio (58 a 105)	No salino (0.09 a 1.19)	Baja
Trampilla**	Gruesa (Arena)	Neutra (pH 7.05)	Bajo (0.0)	Muy baja (0.60)	Baja (0.03)	Bajo (0.60)	Medio (224)	No salino (0.14)	Baja
Yarabamba**	Moderadamente gruesa/gruesa (Franco arenosa/arena franca)	Neutra a moderadamente alcalina (pH 6.97 a 8.43)	Bajo (0.0 a 0.45)	Media a baja (20.20 a 5.00)	Baja (0.67 a 0.07)	Medio a bajo (13.2 a 1.05)	Alto (490 a 269)	No salino a muy ligeramente salino (0.12 a 3.33)	Baja

\*\*Unidades de suelos del estudio semidetallado elaborado para el Área de Influencia Directa-AID

Elaborado por: FCISA, 202

## **E. Descripción de las unidades de suelo**

### **a. Consociación de unidades edáficas**

#### **a.1) Consociación Apacheta (Ap)**

Ocupa una superficie de 120.09 ha, el 3.82% del área de estudio. Está conformada por el suelo Apacheta, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) muy empinada (50-75 %). Son suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como los monzogranitos del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Gloria y San Martín.

- **Suelo Apacheta (Lithic Torriorthents)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color pardo (10YR 3/4) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), raíces finas escasas, gravas angulares (40 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 40 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra (pH: 6.74), no salino (C.E: 0.19 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (3.0 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 1.7 % y alto porcentaje de saturación de bases (98 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (1.1 ppm) y contenido alto en potasio disponible (257 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-37.

#### **a.2) Consociación Ascolpe (As)**

Ocupa una superficie de 4.17 ha, el 0.05 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Ascolpe, en la fase por pendiente plana a ligeramente inclinada (0-4 %). Son suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales del cuaternario holocénico, sobre llanuras de relieve plano a ondulado suave y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura méxico.

Se distribuye en forma puntual en la zona media del tras de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Trampilla.

- **Suelo Ascolpe (Typic Torripsamments)**

Suelos profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/2Cz1-2Cz2, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subredondeadas (10 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte C2 de color pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subredondeadas (15 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre una secuencia de horizontes (2Cz1:2Cz2), de color gris parduzco claro (10YR 6/2) y pardo amarillento (10YR 5/4) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva) y de consistencia dura a ligeramente dura en seco.

Las características químicas expresan reacción moderadamente alcalina (pH: 8.31 a 8.12) sobre moderadamente alcalina (pH: 8.36), no salino a moderadamente salino (C.E: 0.62 a 8.55 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (1.20 a 0.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.7 a 4.3 % a nivel superficial y de 20.0 a 62.4 % en la profundidad, y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (0.0 ppm) y contenido alto en potasio disponible (337 a 397 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-18.

### **a.3) Consociación Banqueta (Bq)**

Ocupa una superficie de 26.59 ha, el 0.34 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Banqueta, en las fases por pendiente empinada (25-50 %) y empinada (50-75 %). Suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como monzogranitos del Cretácico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural excesivo; dentro de las zonas de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, próximo a los cerros Gloria y Ramal.

- **Suelo Banqueta (Typic Torriorthents)**

Suelos moderadamente profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/C3/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. Los horizontes C1 y C2 son de color pardo muy pálido (10YR 6/3) y pardo amarillento claro (10YR 6/4) ambos en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 a 40 %) y de consistencia ligeramente dura a dura en seco; sobre un horizonte (C3) de color pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 65 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligeramente ácida a neutra (pH: 6.16 a 7.15), sobre ligeramente alcalina (pH: 7.44), no salino a ligeramente salino (C.E: 0.36 a 3.0 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (1.80 a 9.60 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.5 a 5.2 % y alto porcentaje de saturación de bases (93 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido medio a bajo en fósforo disponible (8.91 a 0.88 ppm) y contenido alto en potasio disponible (284 a 1330 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-39.

#### **a.4) Consociación Catarino (Ct)**

Ocupa una superficie de 1015.71 ha, el 13.09 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Catarino, en las fases por pendiente plana a ligeramente inclinada (0-4 %) y moderadamente inclinada (4-8 %). Son suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales del pleistoceno, en penillanuras aluviales de relieve ondulado suave y drenaje natural bueno; dentro de la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto desecado-Subtropical (dd-S), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en el extremo sur del trazo de la Línea de Transmisión, próximo a la pampa Del Tesoro.

- **Suelo Catarino (Petrogyptic Haplosalids)**

Suelos superficiales con incipiente desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/Czm3/Cz4/Czm5, con horizontes sálico y petrogypico como horizontes de diagnóstico. Los horizontes C1 y C2 son de color pardo (10YR 4/3) y pardo grisáceo (10YR 5/2) ambos en seco, de textura gruesa (arena franca y arena), sin estructura

(masiva), gravas subangulares (5 a 10 %) y de consistencia muy dura a dura en seco; sobre un horizonte Czm3 cementado de color pardo amarillento (10YR 5/4) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas subangulares (10 %) y de consistencia extremadamente dura en seco; sobre un horizontes Cz4 de color pardo (10YR 5/3) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subangulares (10 %) y de consistencia dura en seco; sobre un horizonte Czm5 cementado de color pardo muy pálido (10YR 7/4) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas subangulares (20 %) y de consistencia extremadamente dura en seco.

as características químicas expresan reacción moderada a ligeramente alcalina (pH: 7.95 a 7.52) sobre moderada a ligeramente alcalina (pH: 7.94 a 7.47), muy ligera a fuertemente salino (C.E: 2.49 a 64.87 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (1.40 a 8.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 17.9 a 4.4 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fosforo disponible (0.5 a 0.0ppm) y contenido alto en potasio disponible (500 a 2730 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-44.

#### **a.5) Consociación Chilimayo (Cy)**

Ocupa una superficie de 294.62 ha, el 6.27 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Chilimayo, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %). Son suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como gabros del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural bueno a excesivo; dentro de la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica entre la zona media y noreste del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Gloria y San Ignacio.

- **Suelo Chilimayo (Lithic Torriorthents)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo amarillento (10YR 5/4) y pardo muy pálido (10YR 8/2) en seco, de textura gruesa (arena franca y arena), sin estructura (masiva), raíces finas escasas a pocas, gravas angulares

(10 a 20 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte C2 de color pardo grisáceo (10YR 5/2) y pardo grisáceo oscuro (10YR 3/2) ambos en seco, de textura gruesa (arena franca y arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (50 %) y de consistencia dura a muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 25 y 35 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción fuertemente ácida a ligeramente alcalina (pH: 5.28 a 7.42), no salino (C.E: 0.12 a 1.08 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a media (0.60 a 15.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.4 a 10.3 % y alto porcentaje de saturación de bases (73 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.13 a 0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (5.53 a 1.3 ppm) y contenido bajo a alto en potasio disponible (95 a 1000 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a las calicatas SUE-34 y SUE-36.

#### **a.6) Consociación Estanquillo (Eq)**

Ocupa una superficie de 568.67 ha, el 8.98 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Estanquillo, en las fases por pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %). Son suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como granodioritas del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona noreste del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Trampilla y San Ignacio.

- **Suelo Estanquillo (Lithic Torriorthents)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/2C2/2R y C1/C2/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo muy pálido (10YR 8/2) y pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) ambos en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), raíces finas escasas a comunes y medias escasas, gravas angulares (10 a 20 %) y de consistencia ligeramente dura a dura en seco; sobre un horizonte C2 y 2C2 de color pardo grisáceo (10YR 5/2) y pardo amarillento (10YR 5/4) en seco, de textura gruesa (arena franca y arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 50 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción moderadamente ácida a ligeramente alcalina (pH: 5.73 a 7.52), no salino (C.E: 0.06 a 0.44 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (0.20 a 8.0 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 5.0 a 0.3 % y alto porcentaje de saturación de bases (71 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 a 0.13%), contenido bajo en fósforo disponible (2.1 a 0.3 ppm) y contenido bajo a medio en potasio disponible (68 a 147 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a las calicatas SUE-32 y SUE-33.

#### **a.7) Consociación Honda (Ho)**

Ocupa una superficie de 361.02 ha, el 4.65 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Honda, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %). Son suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como gabros del Cretácico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural excesivo; dentro de las zonas de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Gloria y Redondo.

- **Suelo Honda (Typic Torriorthents)**

Suelos moderadamente profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/Cr/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. Los horizontes C1 y C2 son de color pardo (10YR 4/3 y 10YR 5/3) ambos en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), raíces finas escasas, gravas angulares (30 a 40 %) y de consistencia ligeramente dura a dura en seco; sobre un horizonte Cr de color pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (50 %) y de consistencia muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 60 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligeramente ácida a neutra (pH: 6.29 a 6.97), no salino (C.E: 0.11 a 0.16 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (4.00 a 7.20 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.2 a 5.6 % y alto porcentaje de saturación de bases (92 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.27 a 0.20%), contenido bajo en fósforo disponible (2.91 a 0.04 ppm) y contenido alto en potasio disponible (284 a 600 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-38.

#### **a.8) Consociación Infiernillo (In)**

Ocupa una superficie de 97.12 ha, el 1.25 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Infiernillo, en las fases por pendiente fuertemente inclinada (8-15 %), moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de rocas sedimentarias como areniscas y limoarcillitas del Jurásico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; dentro de las zonas de vida desierto desecado-Subtropical (dd-S) y desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica entre las zonas media y sur del trazo de la Línea de Transmisión, entre el cerro Pedregal y la loma San José.

- **Suelo Infiernillo (Typic Torriorthents)**

Suelos moderadamente profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/Cz2/Crz/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo oscuro (7.5YR 3/4) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (50 %) y de consistencia dura en seco; sobre el horizonte Cz2 de color pardo muy pálido (10YR 7/3) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (20 %) y de consistencia dura en seco; sobre un horizonte Crz de color gris claro (10YR 7/2) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 %) y de consistencia extremadamente dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 80 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligera a moderadamente alcalina (pH: 7.70 a 8.13), no salino a fuertemente salino (C.E: 0.15 a 21.27 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo a medio en carbonatos (0.0 a 2.95 %), capacidad de intercambio catiónico baja a media (5.20 a 19.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.2 a 0.0 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03%), contenido bajo en fósforo disponible (0.80 a 0.0 ppm) y contenido alto en potasio disponible (620 a 2360

ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-42.

#### **a.9) Consociación Jaguay (Jg)**

Ocupa una superficie de 64.31 ha, el 0.83 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Jaguay, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales volcánicos como tobas o lavas tobáceas del Pleistoceno, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; en las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Ramal y San Martín.

- **Suelo Jaguay (Lithic Haplotorrands)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color pardo amarillento (10YR 5/4) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 25 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción ligeramente ácida (pH: 6.11), no salino (C.E: 0.76 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (2.40 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.7 % y porcentaje de saturación de bases (92 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (3.0 ppm) y contenido medio en potasio disponible (163 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-40.

#### **a.10) Consociación Lingo (Li)**

Ocupa una superficie de 118.97 ha, el 1.53 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Lingo, en las fases por pendiente plana a ligeramente inclinada (0-4 %) y moderadamente inclinada (4-8 %). Son suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales del cuaternario holocénico, sobre llanuras de relieve ondulado suave y drenaje natural excesivo; dentro de la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical

(dp-MBS) y desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros San José y Trampilla.

- **Suelo Lingo (Typic Torripsamments)**

Suelos profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/C3/C4/C5, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo pálido (10YR 4/3) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subredondeadas (20 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre una secuencia de horizontes C2/C3 de color pardo muy pálido (10YR 7/3) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas subredondeadas (5 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre la secuencia de horizontes (C4/C5) de color pardo grisáceo (10YR 5/2) y pardo amarillento claro (10YR 6/4) ambos en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva) y de consistencia ligeramente dura en seco.

Las características químicas expresan reacción neutra (pH: 7.25 a 6.80) sobre neutra (pH: 6.83 a 6.93), no salino (C.E: 1.30 a 0.41 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja (0.80 a 1.20 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 2.2 a 0.9 % y alto porcentaje de saturación de bases (98 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido bajo en fósforo disponible (1.47 a 0.12 ppm) y contenido bajo en potasio disponible (97 a 69 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-13.

#### **a.11) Consociación Mollero (Mr)**

Ocupa una superficie de 306.19 ha, el 5.19 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Mollero, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %). Suelos desarrollados a partir de rocas granodioritas del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural bueno; dentro de la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona noreste del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Trampilla y San Ignacio.

- **Suelo Mollero (Typic Torriorthents)**

Suelos moderadamente profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/2C2/2R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo muy pálido (10YR 8/2) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (10 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte (2C) de color amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 75 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra (pH: 7.25) sobre moderadamente alcalina (pH: 7.91), no salino (C.E: 0.07 a 0.14 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (1.20 a 6.0 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 1.4 a 1.3 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 0%), contenido bajo en fósforo disponible (0.37 ppm) y contenido bajo en potasio disponible (79 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-35.

#### **a.12) Consociación Negrosal (Ng)**

Ocupa una superficie de 618.63 ha, el 7.97 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Negrosal, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %). Son suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como granodioritas del Cretácico, sobre laderas de montañas de relieve ondulado y drenaje natural bueno; dentro de la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona noreste del trazo de la Línea de Transmisión, entre el cerro San Ignacio y la pampa Del Pajonal.

- **Suelo Negrosal (Lithic Torriorthents)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/Cr/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color pardo muy pálido (10YR 8/3) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), raíces muy finas pocas, gravas angulares (10 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte Cr de color pardo (10YR 4/3) en seco, de textura

moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (50 %) y de consistencia dura en seco Limitado por un contacto lítico entre los 35 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción muy fuerte a ligeramente ácida (pH: 4.83 a 6.11), no salino (C.E: 0.09 a 0.14 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (0.60 a 5.0 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 1.4 a 1.7 % y porcentaje de saturación de bases (60 a 90 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 %), contenido medio a bajo en fósforo disponible (8.0 a 0.5 ppm) y contenido medio en potasio disponible (125 a 151 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-31.

#### **a.13) Consociación Pampanal (Pp)**

Ocupa una superficie de 57.41 ha, el 0.74 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Pampanal, en las fases por pendiente plana a ligeramente inclinada (0-4 %), moderadamente inclinada (4-8 %) y fuertemente inclinada (8-15 %). Suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales del pleistoceno, sobre penillanuras aluviales de superficie ondulada y drenaje natural bueno; en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura méxico.

Se ubica en el extremo noreste del trazo de la Línea de Transmisión, próximo a la pampa Del Pajonal.

- **Suelo Pampanal (Typic Petrogypsis)**

Suelos moderadamente profundos con incipiente desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/C3/Cm, con horizonte petrogypico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo (7.5YR 4/3) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas subangulares (5 %), de consistencia ligeramente dura en seco; sobre una secuencia de horizonte C2/C3 de color pardo amarillento oscuro (10YR 4/4 y 10YR 4/6) ambos en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas subangulares (10 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un estrato cementado a los 88 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción moderadamente alcalina (pH: 8.16 a 8.34) sobre moderadamente alcalina (pH: 8.00), no salino a muy ligeramente salino (C.E: 0.26 a 2.40 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0

%), capacidad de intercambio catiónico muy baja (2.40 a 3.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.4 a 21.0 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.33 a 0.20 %), contenido bajo en fósforo disponible (3.25 a 1.05 ppm) y contenido alto en potasio disponible (287 a 335 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-30.

#### **a.14) Consociación Socabaya (Sb)**

Ocupa una superficie de 139.05 ha, el 2.91 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Socabaya, en las fases por pendiente moderadamente inclinada (4-8 %) y fuertemente inclinada (8-15 %). Son suelos desarrollados a partir de materiales volcánicos como tobas o lavas tobáceas del pleistoceno, en llanuras volcánicas de superficie ondulado a ondulado suave y drenaje natural bueno; en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura méxico.

Se ubica en el extremo noreste del trazo de la Línea de Transmisión, próximo a la pampa Del Pajonal.

- **Suelo Socabaya (Lithic Haplotorrands)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 es de color pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), raíces finas comunes, gravas subangulares (10 %) y de consistencia dura en seco; sobre un horizonte C2 de color pardo oscuro (7.5YR 3/4) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), raíces finas escasas, sin estructura (masiva), gravas subangulares (20 %) y de consistencia muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 40 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción moderadamente alcalina a neutra (pH: 7.86 a 7.15), no salino (C.E: 0.24 a 0.40 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (3.40 a 9.20 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.5 a 1.4 % y porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.93 a 0.86%), contenido alto a medio en fósforo disponible (17.94 a 13.13 ppm) y contenido alto en

potasio disponible (560 a 1300 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-29.

#### **a.15) Consociación San José (SJ)**

Ocupa una superficie de 303.08 ha, el 3.9 % del área de estudio. Está conformada por el suelo San José, en las fases por pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %). Son suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como monzodioritas del Cretácico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural algo excesivo; en la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Ramal y San José.

- **Suelo San José (Lithic Torriorthents)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C/Cr/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C es de color pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte Cr de color pardo amarillento (10YR 5/6) en seco, de textura gruesa (arena franca), sin estructura (masiva), gravas angulares (50 %) y de consistencia muy dura en seco. Limitado por un contacto lítico 45 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra a ligeramente ácida (pH: 7.11 a 6.29), no salino (C.E: 0.28 a 0.88 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (1.60 a 10.0 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 1.6 a 12.4 % y alto porcentaje de saturación de bases (91 a 100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 a 0.07%), contenido bajo en fósforo disponible (2.40 a 0.12 ppm) y contenido medio a alto en potasio disponible (207 a 1300 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-41.

#### **a.16) Consociación Salinillas (Ss)**

Ocupa una superficie de 443.73 ha, el 5.71 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Salinillas, en las fases por pendiente fuertemente inclinada (8-15 %), moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %). Son suelos desarrollados a partir de rocas sedimentarias como conglomerados, areniscas y limolitas del Neógeno,

sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural bueno; dentro de las zonas de vida desierto desecado-Subtropical (dd-S) y desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica en la zona sur del trazo de la Línea de Transmisión, entre las lomas San José y la pampa del Tesoro.

- **Suelo Salinillas (Typic Torriorthents)**

Suelos moderadamente profundos con escaso desarrollo edafogénico con un perfil Cz1/Cz2/Cz3/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte Cz1 es de color pardo amarillento claro (10YR 6/4) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (30 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre el horizonte Cz2 de color amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco, de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), sin estructura (masiva), gravas angulares (40 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte Cz3 de color pardo muy pálido (10YR 7/3) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (10 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico a los 57 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra a moderadamente alcalina (pH: 7.20 a 7.96), fuertemente salino (C.E: 29.05 a 18.38 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo en carbonatos (0.0 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (3.80 a 7.20 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 22.0 a 4.2 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.33 a 0.07%), contenido bajo en fósforo disponible (0.21 a 0.29 ppm) y contenido alto en potasio disponible (1210 a 2130 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-43.

#### **a.17) Consociación Subile (Su)**

Ocupa una superficie de 96.89 ha, el 1.25 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Subile, en la fase por pendiente moderadamente empinada (15-25 %). Son suelos desarrollados a partir de rocas intrusivas como monzodioritas del Cretácico, sobre laderas de colinas de relieve ondulado y drenaje natural excesivo; en la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto desecado-Subtropical (dd-S), en un régimen de humedad arídico-tórrico y un régimen de temperatura térmico.

Se ubica entre las zonas media y sur del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Pedregal.

- **Suelo Subile (Lithic Torriorthents)**

Suelos superficiales con escaso desarrollo edafogénico con un perfil C1/C2/R, con horizonte ócrico como horizonte de diagnóstico. El horizonte C1 de color pardo pálido (10YR 6/3) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (10 %) y de consistencia ligeramente dura en seco; sobre un horizonte C2 de color gris parduzco claro (10YR 6/2) en seco, de textura gruesa (arena), sin estructura (masiva), gravas angulares (20 %) y de consistencia dura en seco. Limitado por un contacto lítico 50 cm de profundidad.

Las características químicas expresan reacción neutra a moderadamente alcalina (pH: 7.05 a 8.13), no salino (C.E: 0.31 a 1.35 dS/m) en relación suelo/agua 1:1, contenido bajo a medio en carbonatos (0.05 a 1.37 %), capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja (0.30 a 6.80 meq/100 g), porcentaje de sodio intercambiable-PSI de 0.62 a 6.80 % y alto porcentaje de saturación de bases (100 %) por acetato de amonio.

En la capa superficial, el contenido en materia orgánica es bajo (0.03 a 0.23%), contenido bajo a medio en fósforo disponible (5.74 a 8.26 ppm) y contenido bajo a alto en potasio disponible (14 a 374 ppm). Estas características determinan fertilidad natural baja. El suelo descrito corresponde a la calicata SUE-46.

**b. Consociación de unidades no edáficas.**

**b.1) Misceláneo Cauce (MisC).**

Cubre 73.63 ha de extensión el 2.1 % del área de estudio. Se distribuyen en forma dispersa a lo largo del trazo de la Línea de Transmisión, está conformada por los fondos de quebradas por lo general S/N que discurren en sentido dominante este-oeste o sureste-noroeste. Son depósitos fluviales o recientes del cuaternario holocénico, constituidas por gravas, guijarros y cantos rodados de diferente granulometría en una matriz limo arenosa.

Se caracterizan por su superficie plano-ondulada y pedregosa, con pendiente dominante plana a ligeramente inclinada (0-4 %).

**b.2) Misceláneo Talud (MisTd).**

Cubre 22.36 ha de extensión el 0.29 % del área de estudio. Su distribución es puntual en el extremo este de la Línea de Transmisión, en la pampa Del Pajonal.

Por lo general son geoformas de pendiente dominante muy empinada (50-75 %) que irrumpen abruptamente las llanuras aluviales del holoceno y del pleistoceno de superficies plano-onduladas, así como las llanuras más antiguas de origen volcánico.

### **c. Asociación de unidades edáficas y no edáficas.**

En este ítem se describe las 13 asociaciones de unidades de suelos con la unidad no edáfica Misceláneo Roca. De las cuales 04 asociaciones (Calderas-Misceláneo Roca\*\*, Lomaspalo-Misceláneo Roca\*\*, Pajpa-Misceláneo Roca\*\* y Trampilla-Misceláneo Roca\*\*) provenientes del estudio de suelos a nivel semidetallado elaborado para el Área de Influencia Directa-AID, cuya descripción se presenta en el respectivo informe.

#### **c.1) Apacheta-Misceláneo Roca (Ap-MisR)**

Cubre 176.65 ha de extensión el 2.27 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Apacheta y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de rocas de origen intrusivo como monzogranitos del Cretácico sobre laderas de montaña en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Gloria y San Martín.

Las características del suelo Apacheta se han descrito anteriormente, y la unidad no edáfica se describe a continuación:

#### **Misceláneo Roca (MisR)**

La unidad no edáfica está constituida por los afloramientos rocosos expuestos superficialmente en las laderas montañosas y colinosas, asignadas como Misceláneo Roca.

Litológicamente, está conformada principalmente por materiales líticos de origen intrusivo como granitos, gabros, granodioritas, monzogranitos, monzodioritas y dioritas de las Super Unidades Linga, Ilo y Tiabaya e Intrusivo Gabro; siendo menos recurrente los de naturaleza sedimentaria como conglomerados, limoarcillitas, limolitas, calizas y areniscas de las Formaciones Socosani, Millo y Puente; además los de origen volcánico como tobas o lavas tobáceas de las Formaciones Añashuayco y Pichu Pichu.

#### **c.2) Chilimayo-Misceláneo Roca (Cy-MisR)**

Cubre 446.99 ha de extensión el 5.76 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Chilimayo y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas

gabros del Cretácico sobre laderas de montañas en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Trampilla y Gloria.

Las características del suelo Chilimayo y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

### **c.3) Estanquillo-Misceláneo Roca (Eq-MisR)**

Cubre 24.52 ha de extensión el 0.32 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Estanquillo y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales intrusivos como granodioritas del Cretácico sobre laderas de montañas en la fase de pendiente muy empinada (50-75 %).

Se distribuye en la zona noreste del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro San Ignacio.

Las características del suelo Estanquillo y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

### **c.4) Honda-Misceláneo Roca (Ho-MisR)**

Cubre 50.83 ha de extensión el 0.65 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Honda y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen sedimentario dominado por areniscas y limoarcillitas del Jurásico sobre laderas de colinas en la fase de pendiente empinada (25-50 %).

Se distribuye entre las zonas media y sur del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros San Martín y Ramal.

Las características del suelo Honda y de la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

### **c.5) Infiernillo-Misceláneo Roca (In-MisR)**

Cubre 94.29 ha de extensión el 1.21 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Infiernillo y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como los gabros rocas del Cretácico sobre laderas de colinas en las fases de pendiente moderadamente empinada (15-25 %), empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Pedregal y Redondo.

Las características del suelo Infiernillo y de la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **c.6) Jaguay-Misceláneo Roca (Jg-MisR)**

Cubre 38.02 ha de extensión el 0.49% del área de estudio. Está conformada por el suelo Jaguay y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales volcánicos dominado por tobas o lavas tobáceas del pleistoceno sobre laderas de colinas en la fase de pendiente muy empinada (50-75 %).

Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro San Martín.

Las características del suelo Jaguay y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **c.7) Mollero-Misceláneo Roca (Mr-MisR)**

Cubre 146.64 ha de extensión el 1.89 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Mollero y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo como las rocas granodioritas del Cretácico sobre laderas de montañas en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye entre las zonas media y noreste del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Trampilla y San Ignacio.

Las características del suelo Mollero y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **c.8) San José-Misceláneo Roca SJ-MisR)**

Cubre 109.21 ha de extensión el 1.4 % del área de estudio. Está conformada por el suelo San José y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo dominado por monzodioritas del Cretácico sobre laderas de colinas en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye en forma puntual en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros San Martín y Chascoso.

Las características del suelo San José y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **c.9) Subile-Misceláneo Roca (Su-MisR)**

Cubre 402.99 ha de extensión el 5.2 % del área de estudio. Está conformada por el suelo Subile y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 50 y 50%, respectivamente. El suelo deriva de materiales de origen intrusivo dominado por monzodioritas del Cretácico sobre laderas de colinas en las fases de pendiente empinada (25-50 %) y muy empinada (50-75 %).

Se distribuye en forma puntual entre las zonas media y sur del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Pedregal.

Las características del suelo Subile y la unidad no edáfica se han descrito anteriormente.

#### **4.1.4.2. Capacidad de Uso Mayor de la tierra**

##### **4.1.4.2.1. Área de Influencia Directa (A nivel de semidetalle)**

###### **A. Generalidades**

En esta sección se presenta la caracterización de la capacidad de uso mayor de la tierra a nivel detallado del Área de Influencia Directa (AID) del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (EIA-sd) del Proyecto "Enlace 500 kv San José-Yarabamba, Ampliaciones y SE Asociadas"; ubicado en la provincia y departamento de Arequipa.

La capacidad de uso mayor de las tierras se define como el máximo potencial de uso de los suelos, sobre la base de la información edafológica previa y su comportamiento dentro de un ambiente ecológico definido, y constituye la parte práctica y aplicativa de la clasificación natural de los mismos. Este sistema de clasificación se basa en el Reglamento de Clasificación de Tierras según su capacidad de uso mayor, cuyos lineamientos y consideraciones están establecido en el D.S. N°005-2022-MIDAGRI.

La representación de las diferentes unidades de capacidad de uso, establecidas a nivel de subclase, está representada mediante un símbolo alfa numérico, en la que la primera letra mayúscula (A, P, C, F o X) indica el grupo de capacidad de uso mayor de las tierras (cultivo en limpio, cultivo permanente, apta para pastoreo, de aptitud forestal o tierras de protección), seguido por un número arábigo (1, 2 ó 3) que indica la clase o calidad agrológica, e indica el nivel (alta, media o baja, respectivamente), finalmente, seguido también por tres o cuatro o más letras minúsculas (s, e, c, w, l), que indican las limitaciones o deficiencias de uso, que definen a las subclases de capacidad de uso mayor (suelo, erosión, clima, drenaje y sales).

En el Anexo N°4.1.5 se presenta Documentación de caracterización de suelos, donde se describe a mayor detalle la capacidad de uso mayor de la tierra en el área de estudio del proyecto.

### **B. Sistema de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor**

El sistema de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor que se presenta está conformado por tres niveles categóricos: 1) Grupo, 2) Clase y 3) Subclases de capacidad de uso mayor, según lo señalado por el Reglamento de Clasificación de Tierras del Perú.

#### **Grupo**

Esta categoría representa el nivel más alto de abstracción o generalización, agrupando suelos de acuerdo con su vocación máxima de uso. Reúne suelos que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud para la producción agropecuaria, forestal o de protección, tales como:

- Tierras aptas para cultivo en limpio (Símbolo A)
- Tierras aptas para cultivo permanente (Símbolo C)
- Tierras aptas para cultivo de pastos (Símbolo P)
- Tierras de aptitud forestal (Símbolo F)
- Tierras de protección (Símbolo X)

#### **Clase**

Constituye el segundo nivel categórico del sistema de clasificación de tierras, establecida en base a la "calidad agrológica" de la unidad de suelo y que refleja la potencialidad y grado de amplitud de las limitaciones para uso agrícola, uso pecuario o producción forestal.

Se han establecido tres (3) niveles o calidades agrológicas: Alta (1), Media (2), y Baja (3), dentro de los Grupos de capacidad de uso mayor con aptitud para Cultivo en Limpio (A), Permanente (C), Pastos (P) y de Aptitud Forestal (F); las Tierras de Protección (X) no poseen Clases, pero se les asigna sus limitaciones correspondientes.

Donde la Clase de calidad agrológica Alta (1) expresa las tierras de mayor potencialidad y menor intensidad en cuanto a las prácticas de manejo requeridas; la calidad agrológica Media (2) conforma las tierras con algunas limitaciones exigiendo moderadas prácticas de manejo y conservación de suelos y la Clase de calidad agrológica Baja representa las tierras de menor potencialidad para cada uso mayor, exigiendo mayores e intensas

prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de producciones económicamente continuadas.

### **Subclase**

Constituye el tercer nivel categórico del sistema de clasificación de tierras, establecida en función a los factores limitantes y riesgos que restringen el uso de los suelos. Las Subclases de capacidad de uso agrupan a los suelos de acuerdo con la "clase de limitación" o deficiencias o problemas de uso por largo tiempo. En este sentido, agrupa aquellos suelos que presentan factores similares en cuanto a limitaciones o riegos.

Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia más relevante como causal de la limitación de uso de las tierras. En resumen, la clase, representa el factor que define la ubicación de un determinado suelo dentro de una Clase y Grupo de capacidad de uso mayor. Las Tierras de Protección (X) no poseen Subclases de capacidad de uso, por lo que no se le asigna calidad agrologica.

Dentro de las Subclases se han establecido 6 tipos de limitaciones que caracterizan a las Subclases; asimismo, el sistema reconoce tres condiciones especiales que caracterizan a las Subclase de capacidad de uso mayor.

- |   |               |
|---|---------------|
| - Limitación por suelo                              | [Símbolo "s"] |
| - Limitación por sales                              | [Símbolo "l"] |
| - Limitación por topografía – riesgo de erosión     | [Símbolo "e"] |
| - Limitación por drenaje                            | [Símbolo "w"] |
| - Limitación por riesgo de inundación o anegamiento | [Símbolo "i"] |
| - Limitación por clima                              | [Símbolo "c"] |

Asimismo, existen condiciones o situaciones especiales, que también son considerados como limitaciones, tales como:

- |                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| - Uso temporal                      | [Símbolo "t"] |
| - Presencia de terracéo o andenería | [Símbolo "a"] |
| - Riego permanente o suplementario  | [Símbolo "r"] |

Según lo referido en los párrafos que anteceden, el sistema de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor es un ordenamiento sistemático, práctico e interpretativo, de gran base ecológica (zonas de vida), que agrupa a los diferentes

suelos con características fisicoquímicas, biológicas y morfológicas similares con la finalidad de mostrar sus potencialidades de uso, problemas o limitaciones que las restringen y que permiten plantear las necesidades de prácticas y lineamientos de manejo y uso adecuado para su utilización en forma sostenible a través del tiempo. Esta clasificación proporciona un sistema comprensible, claro, de gran valor y utilidad en los planes de desarrollo agrícola en concordancia con las normas de conservación de los suelos.

### **C. Unidades de capacidad de uso mayor en el área de estudio**

En el área de estudio se ha identificado según el D.S. N°005-2022-MIDAGRI, los siguientes grupos de capacidad de uso mayor: tierras aptas para cultivos en limpio (A) tierras aptas para cultivos permanentes (C), tierras aptas para pastos (P), tierras de aptitud forestal (F) y tierras de protección (X).

Se ha identificado las siguientes subclases y unidades de tierras de protección: de tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrologica baja con limitación por suelos y requerimiento de agua de riego permanente (A3s(r)); el grupo de tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrologica baja con limitación por suelos y requerimiento de agua de riego permanente (C3s(r)); el grupo de tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja con limitación por suelos y de uso temporal (P3s(t)); el grupo de tierras de aptitud forestal de calidad agrologica media con limitación por suelos (F2s), y finalmente, el grupo de tierras de protección, diferenciadas en las siguientes unidades: aquellas relacionadas a los afloramientos rocosos (X), las que presentan limitación por suelos (Xs) y con limitaciones por suelos y erosión (Xse).

Las subclases de capacidad de uso mayor y las unidades de tierras de protección, cartográficamente están distribuidas conformando 04 subclase y 02 unidades de tierras de protección, todas en forma no agrupadas; mientras que, en forma agrupada se presenta 01 unidad conformada por tierras aptas para pastos y tierras de protección y 02 unidades de tierras de protección.

**Tabla 4.1-22** Unidades de capacidad de uso mayor

Grupo	Superficie		Clase	Superficie		Subclase	Proporción	Superficie	
	ha	%		ha	%		(%)	ha	%
Forma No Agrupada									
A	0.6	0.08	A3	0.6	0.1	A3s(r)	100	0.60	0.08
C	53.84	7.03	C3	53.84	7	C3s(r)	100	57.22	7.28
P	3.23	0.42	P3	3.28	0.4	P3s(t)	100	3.23	0.42
F	1.29	0.17	F2	1.29	0.17	F2s	100	1.29	0.17
X	467.6	61.08	Xs				100	389.27	50.64
			Xse				100	80.29	10.49
Forma Agrupada									
X-X	239	31	Xs-X				50-50	119.42	15.49
			Xse-X				50-50	119.58	15.5122
Superficie Total								770.91	100

Elaborado por: FCISA, 2024

## D. Descripción de las unidades de capacidad de uso mayor

### a. Tierras aptas para cultivo en limpio (A)

Cubre una extensión de 0.6 ha, el 0.08 % del área de estudio. Son tierras cuyas condiciones edáficas permiten la remoción periódica y continuada del suelo con capacidad de sostener a través del tiempo la producción óptima de cultivos.

Dentro de este grupo, se ha determinado la Clase A3.

#### • Clase: A3.

De extensión similar a lo indicado en el grupo precedente. Agrupa tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja, por presentar severas limitaciones que restriguen su uso, requiriendo por lo tanto de intensas labores de manejo y conservación de suelos para evitar su degradación.

Dentro de esta clase se ha determinado la siguiente subclase: A3s(r)

#### • Subclase: A3s(r)

Cubre una extensión de 0.6 ha, el 0.08 % del área de estudio. Tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja con limitación por suelos y requerimiento de agua de riego permanente. Está conformada por el suelo Yarabamba en las fases por pendiente plana o casi a nivel (0-2 %) y ligeramente inclinada (2-4 %). Son suelos profundos, de textura gruesa a moderadamente gruesa, con drenaje natural algo excesivo, de permeabilidad rápida, reacción neutra a moderadamente alcalina, no salino a muy ligeramente salino y fertilidad natural baja.

- Limitaciones de uso

Limitaciones de uso están referidas, principalmente al factor edáfico expresado a través de la fertilidad natural baja y al desbalance nutricional generado por el contenido de nitrógeno (materia orgánica) respecto a los de fósforo disponible y de potasio disponible que tienden a ser medio a alto. Los otros aspectos por considerar son la clase textural gruesa y el requerimiento permanente de agua de riego para la producción de cultivos, los que constituyendo limitantes importantes.

- Lineamientos de manejo y uso

Requiere de programas y prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, tales como la incorporación de fuentes de materia orgánica de origen animal o vegetal disponibles en la zona como rastrojos, abonos verdes o estiércoles, que permitan mejorar el estado de estructuración e incrementar la capacidad retentiva de agua y de nutrientes en el suelo.

Aplicar fertilizantes nitrogenados y en menor medida fosforados y potásicos, en forma balanceada de acuerdo con los requerimientos nutricionales de los cultivos a instalar y las condiciones físicas de los suelos. Aplicar adecuadamente el agua de riego para optimizar su uso y de los nutrientes para las plantas, y a su vez evitar procesos de salinización a través del tiempo.

Es posible instalar diversos cultivos adaptados a las condiciones edafoclimáticas del área.

#### **b. Tierras aptas para cultivo permanente (C)**

Cubre una extensión de 57.22 ha, el 7.28% del área de estudio. Agrupa tierras que permiten el cultivo de especies perennes, herbáceas, arbustivas o arbóreas incluyendo a los frutales, implementado técnicas económicamente rentables y que permitan la conservación o mejoramiento del potencial productivo del suelo.

Dentro de este Grupo de capacidad de uso mayor se ha determinado la clase C3.

##### **Clase: C3**

Agrupa tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica baja por presentar limitaciones severas que restringen el rango de cultivos a instalar; por lo que se requiere de prácticas intensas de conservación y manejo del suelo para obtener rendimientos económicamente rentables.

Dentro de esta clase se ha determinado la subclase: C3s(r).

#### • Subclase: C3s(r)

Cubre una extensión de 57.22 ha, el 7.28% del área de estudio. Agrupa tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica baja con limitaciones por suelos y requerimiento de agua riego. Está conformada por el suelo Tranqueta en pendiente ligeramente inclinada (2-4%), el suelo Redondo en pendiente moderadamente inclinada (4-8%) y los suelos Cerrillo y Velillas en pendiente ligeramente inclinada (2-4%) y moderadamente inclinada (4-8%). Son suelos profundos a moderadamente profundos, de textura gruesa a moderadamente gruesa, con drenaje natural bueno a excesivo, de permeabilidad moderadamente rápida a rápida, reacción variable de fuertemente ácida a fuertemente alcalina, no salino a ligeramente salino y fertilidad natural baja.

- Limitaciones de uso

Las limitaciones de uso están referidas, principalmente al factor edáfico referido a la fertilidad natural baja y desbalance nutricional debido al bajo contenido de nitrógeno (materia orgánica), fósforo disponible o de potasio disponible, aunque en estos 2 últimos también presentan niveles medios a altos. Además, la clase textural gruesa dominante y el requerimiento de agua de riego para la producción de cultivos constituyen limitantes adicionales de gran importancia.

- Lineamientos de manejo y uso

El aprovechamiento de estas tierras requiere de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos con eficiente aplicación de agua de riego con la finalidad de mejorar la cantidad de agua disponible y de nutrientes disponibles para las plantas. Aplicar fertilizantes nitrogenados, fosforados y potásicos incluyendo micronutrientes de acuerdo con las necesidades nutricionales de los cultivos. Aplicar fuentes de materia orgánica de origen animal o vegetal disponibles en la zona como estiércoles o rastrojos para mejorar la estructuración y la capacidad retentiva del suelo.

Es posible instalar las especies adaptadas a las condiciones edafoclimáticas reinantes en la zona.

#### c. Tierras aptas para pastos (P)

Cubre una extensión de 3.23 ha, el 0.42% del área de estudio. Son tierras con severas limitaciones edáficas, climáticas y topográficas que su uso para cultivos en limpio o permanentes, pero permiten la instalación de pastos adaptados a las condiciones ecológicas de la zona.

Se ha determinado la clase P3.

### **Clase: P3**

Son tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja que requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, para permitir una actividad pecuaria sostenible y rentable.

Dentro de esta clase se ha determinado la subclase: P3s (t).

- **Subclase: P3s(t)**

Cubre una extensión de 3.23 ha, el 0.42% del área de estudio. Son tierras aptas para pastos de uso temporal, de calidad agrológica baja y con limitación por suelos. Está conformada por el suelo Pajpa en pendiente fuertemente inclinada (8-15%) y el suelo Querendosa en pendiente moderadamente inclinada (4-8%) y fuertemente inclinada (8-15%). Son suelos superficiales, de textura moderadamente gruesa y gruesa, permeabilidad moderadamente rápida y rápida, drenaje bueno a excesivo, reacción fuertemente ácida a neutra, no salino y fertilidad natural baja.

- Limitaciones de Uso.

Las limitaciones de uso están relacionadas al factor edáfico, debido a la fertilidad natural baja del suelo y al desbalance nutricional generado por el contenido de nitrógeno (materia orgánica) o de fosforo disponible, respecto a los niveles de potasio disponible que tienden a ser de medio a alto. La limitante adicional es el uso temporal de los pastos debido a la aridez que caracteriza a la zona de estudio y que restringe la proliferación de especies vegetales.

- Lineamientos de manejo y Uso.

La utilización de estas tierras está referida a la producción de pastos temporales. Requiere de prácticas intensas de conservación y manejo de suelos. Evitar el deterioro del recurso edáfico, haciendo un uso racional de los pastos destinado al pastoreo.

Se recomienda, la conservación de especies locales o nativas propias de la zona de estudio.

### **d. Tierras de aptitud forestal (F)**

Cubre una extensión de 1.29 ha, el 0.17 % del área de estudio. Son tierras con severas limitaciones edáficas y topográficas para las actividades agrícolas o pecuarias de cualquier tipo, pero con aptitud para el crecimiento de especies forestales adaptadas a las condiciones áridas y cálidas.

Dentro de este grupo de capacidad de uso mayor se determinó la siguiente clase: F2.

## **Clase: F2**

Son tierras de aptitud forestal de calidad agrológica media con fines de explotación o conservación de cuencas. El uso de las tierras requiere de la implementación de prácticas moderadas de conservación del suelo.

Dentro de esta clase se identificó la siguiente subclase de capacidad de uso mayor: F2s.

- **Subclase: F2s**

Ocupa una extensión de 1.29 ha, el 0.17 % del área de estudio. Agrupa tierras de aptitud forestal de calidad agrológica media y con limitación por suelos. Está conformada por el suelo Botija en pendiente fuertemente inclinada (8-15%). Son suelos moderadamente profundos, la textura gruesa, reacción es neutra a ligeramente alcalina, no salino a ligeramente salino y fertilidad natural baja.

- Limitaciones de uso

La limitación más importante de estos suelos está relacionada a la baja fertilidad natural del suelo y al desbalance nutricional generada por los bajos contenidos de nitrógeno (materia orgánica), fósforo disponible o de potasio disponible. Además, las características áridas y cálidas constituyen la limitante adicional importante.

- Lineamientos de uso y manejo

Establecer programas de forestación y/o reforestación con especies forestales nativas u originales, en las que es posible incluir especies forestales adaptadas a las condiciones ecológicas predominantes de la zona, implementando técnicas agroforestales apropiadas complementadas con cultivos de cobertura.

Se recomienda, la conservación de especies locales o nativas propias de la zona de estudio.

## **e. Tierras de Protección (X)**

Cubre una extensión de 469.56 ha, el 61.05 % del área de estudio. Son tierras que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos, pastoreo o para aptitud forestal; quedando relegadas para otros propósitos, como por ejemplo áreas de recreación, zonas de protección de vidas silvestre, lugares de belleza escénica, etc.

Estas tierras no tienen calidad agrológica, pero si se indica las limitaciones que impiden su uso.

Se ha diferenciado las siguientes unidades de tierras de protección: Xs, Xse y X.

- **Unidad Xs**

Cubre una extensión de 389.27 ha, el 50.64 % del área de estudio. Son tierras de protección con limitación por suelos, está conformada por la unidad no edáfica Misceláneo Cauce en pendiente ligeramente inclinada (2-4%), además por los suelos Cavalto, Cenizo, Colorado, Tarcaro y Trampilla en pendiente fuertemente inclinada (8-15%), moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (15-25 %), el suelo Malpaso pendiente fuertemente inclinada (8-15%) y moderadamente empinada (15-25 %), los suelos Botija, Glorieta, Huasamayo, Enlozado, Maropampa, Curimaqui, Lomaspalo y Palmeta en pendiente moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %), los suelos Pacollón, Calderas y Altamoros, todos en pendiente empinada (25-50 %), y el suelo Pajpa en pendiente moderadamente empinada (15-25 %). Son suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura gruesa, moderadamente gruesa y media, reacción fuertemente ácida a moderadamente alcalina, no salino a ligeramente salino y fertilidad natural baja.

La unidad Xs, también se presentan en forma agrupada a tierras de protección (X) determinadas por los afloramientos rocosos, está conformada por las asociaciones Pajpa-Misceláneo Roca (Pa-MisR) en pendiente moderadamente empinada (15-25%), las asociaciones Trampilla-Misceláneo Roca (Tr-MisR), Palmeta-Misceláneo Roca (Pt-MisR), Lomaspalo-Misceláneo Roca (Lp-MisR), Huasamayo-Misceláneo Roca (Hy-MisR), Colorado-Misceláneo Roca (Co-MisR), Calderas-Misceláneo Roca (Cd-MisR), Malpaso-Misceláneo Roca (Ms-MisR), y Altamoros-Misceláneo Roca (At-MisR) en pendiente empinada (25-50%) y la asociación Curimaqui-Misceláneo Roca (Cq-MisR) en pendiente moderadamente empinada (15-25%) y empinada (25-50%); ocupando una extensión de 82.59 ha, el 3.35 % del área de estudio.

Estas tierras debido a sus fuertes restricciones de uso quedan relegadas para otros propósitos como áreas de recreación, zonas de protección de vidas silvestre, lugares de belleza escénica, etc.

- **Unidad Xse**

Cubre una extensión de 80.29 ha, el 10.49 % del área de estudio. Son tierras de protección con limitaciones por suelos y erosión, está conformada por los suelos Palmeta, Pacollón, Glorieta, Malpaso y Enlozado en pendiente muy empinada (50-75 %), incluyendo la unidad no edáfica Misceláneo Talud en la misma pendiente. Son suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura variable gruesa a moderadamente gruesa y media ocasionalmente, reacción fuertemente ácida a fuertemente alcalina, no salino a ligeramente salino y fertilidad natural baja.

La unidad Xse, también se presentan en forma agrupada a tierras de protección (X) determinadas por los afloramientos rocosos, está conformada por las asociaciones Trampilla-Misceláneo Roca (Tr-MisR), Cenizo-Misceláneo Roca (Cz-MisR), Curimaqui-Misceláneo Roca (Cq-MisR), Palmeta-Misceláneo Roca (Pt-MisR), Huasamayo-Misceláneo Roca (Hy-MisR), Colorado-Misceláneo Roca (Co-MisR), Altamoros-Misceláneo Roca (At-MisR), Calderas-Misceláneo Roca (Cd-MisR), Lomaspalo-Misceláneo Roca (Lp-MisR) y Botija-Misceláneo Roca (Bo-MisR), todos en pendiente muy empinada (50-75 %); ocupando una extensión de 82.59 ha, el 3.35 % del área de estudio.

Estas tierras debido a sus fuertes restricciones de uso, estas son relegadas para otros propósitos como áreas de recreación, zonas de protección de vidas silvestre, lugares de belleza escénica, etc.

- **Unidad X**

Son tierras de protección relacionadas a los afloramientos rocosos. Se presentan en forma agrupada a tierras de protección con limitación por suelos (Xs-X) y a tierras de protección con limitaciones por suelos y erosión (Xse-X). Estas formas agrupadas han sido descritas en los párrafos precedentes.

#### **4.1.4.2.2. Área de Influencia Indirecta (A nivel de reconocimiento)**

##### **A. Generalidades**

En esta sección se presenta la caracterización de la capacidad de uso mayor de la tierra a nivel de reconocimiento del Área de Influencia Indirecta (AII) del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (EIA-sd) del Proyecto "Enlace 500 kv San José-Yarabamba, Ampliaciones y SE Asociadas"; ubicado en la provincia y departamento de Arequipa.

La capacidad de uso mayor de las tierras se define como el máximo potencial de uso de los suelos, sobre la base de la información edafológica previa y su comportamiento dentro de un ambiente ecológico definido, y constituye la parte práctica y aplicativa de la clasificación natural de los mismos. Este sistema de clasificación se basa en el Reglamento de Clasificación de Tierras según su capacidad de uso mayor, cuyos lineamientos y consideraciones están establecido en el D.S. N°005-2022-MIDAGRI.

La representación de las diferentes unidades de capacidad de uso, establecidas a nivel de subclase, está representada mediante un símbolo alfa numérico, en la que la primera letra mayúscula (A, P, C, F o X) indica el grupo de capacidad de uso mayor de las tierras (cultivo en limpio, cultivo permanente, apta para pastoreo, de aptitud forestal o tierras de protección), seguido por un número arábigo (1, 2 ó 3) que indica la clase o calidad

agrológica, e indica el nivel (alta, media o baja, respectivamente), finalmente, seguido también por tres o cuatro o más letras minúsculas (s, e, c, w, l), que indican las limitaciones o deficiencias de uso, que definen a las subclases de capacidad de uso mayor (suelo, erosión, clima, drenaje y sales).

En el Anexo N°4.1.5 se presenta la Documentación de caracterización de suelos, donde se describe a mayor detalle la capacidad de uso mayor de la tierra en el área de estudio del proyecto.

### **B. Sistema de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor**

El sistema de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor que se presenta está conformado por tres niveles categóricos: 1) Grupo, 2) Clase y 3) Subclases de capacidad de uso mayor, según lo señalado por el Reglamento de Clasificación de Tierras del Perú.

#### **Grupo**

Esta categoría representa el nivel más alto de abstracción o generalización, agrupando suelos de acuerdo con su vocación máxima de uso. Reúne suelos que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud para la producción agropecuaria, forestal o de protección, tales como:

- Tierras aptas para cultivo en limpio (Símbolo A)
- Tierras aptas para cultivo permanente (Símbolo C)
- Tierras aptas para cultivo de pastos (Símbolo P)
- Tierras de aptitud forestal (Símbolo F)
- Tierras de protección (Símbolo X)

#### **Clase**

Constituye el segundo nivel categórico del sistema de clasificación de tierras, establecida en base a la "calidad agrológica" de la unidad de suelo y que refleja la potencialidad y grado de amplitud de las limitaciones para uso agrícola, uso pecuario o producción forestal.

Se han establecido tres (3) niveles o calidades agrológicas: Alta (1), Media (2), y Baja (3), dentro de los Grupos de capacidad de uso mayor con aptitud para Cultivo en Limpio (A), Permanente (C), Pastos (P) y de Aptitud Forestal (F); las Tierras de Protección (X) no poseen Clases, pero se les asigna sus limitaciones correspondientes.

Donde la Clase de calidad agrológica Alta (1) expresa las tierras de mayor potencialidad y menor intensidad en cuanto a las prácticas de manejo requeridas; la calidad agrológica

Media (2) conforma las tierras con algunas limitaciones exigiendo moderadas prácticas de manejo y conservación de suelos y la Clase de calidad agrológica Baja representa las tierras de menor potencialidad para cada uso mayor, exigiendo mayores e intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de producciones económicamente continuadas.

### **Subclase**

Constituye el tercer nivel categórico del sistema de clasificación de tierras, establecida en función a los factores limitantes y riesgos que restringen el uso de los suelos. Las Subclases de capacidad de uso agrupan a los suelos de acuerdo con la "clase de limitación" o deficiencias o problemas de uso por largo tiempo. En este sentido, agrupa aquellos suelos que presentan factores similares en cuanto a limitaciones o riegos.

Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia más relevante como causal de la limitación de uso de las tierras. En resumen, la clase, representa el factor que define la ubicación de un determinado suelo dentro de una Clase y Grupo de capacidad de uso mayor. Las Tierras de Protección (X) no poseen Subclases de capacidad de uso, por lo que no se le asigna calidad agrologica.

Dentro de las Subclases se han establecido 6 tipos de limitaciones que caracterizan a las Subclases; asimismo, el sistema reconoce tres condiciones especiales que caracterizan a las Subclase de capacidad de uso mayor.

- |   |               |
|---|---------------|
| - Limitación por suelo                              | [Símbolo "s"] |
| - Limitación por sales                              | [Símbolo "l"] |
| - Limitación por topografía – riesgo de erosión     | [Símbolo "e"] |
| - Limitación por drenaje                            | [Símbolo "w"] |
| - Limitación por riesgo de inundación o anegamiento | [Símbolo "i"] |
| - Limitación por clima                              | [Símbolo "c"] |

Asimismo, existen condiciones o situaciones especiales, que también son considerados como limitaciones, tales como:

- |                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| - Uso temporal                      | [Símbolo "t"] |
| - Presencia de terracéo o andenería | [Símbolo "a"] |
| - Riego permanente o suplementario  | [Símbolo "r"] |

Según lo referido en los párrafos que anteceden, el sistema de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor es un ordenamiento sistemático, práctico e interpretativo, de gran base ecológica (zonas de vida), que agrupa a los diferentes suelos con características fisicoquímicas, biológicas y morfológicas similares con la finalidad de mostrar sus potencialidades de uso, problemas o limitaciones que las restringen y que permiten plantear las necesidades de prácticas y lineamientos de manejo y uso adecuado para su utilización en forma sostenible a través del tiempo. Esta clasificación proporciona un sistema comprensible, claro, de gran valor y utilidad en los planes de desarrollo agrícola en concordancia con las normas de conservación de los suelos.

### C. Unidades de capacidad de uso mayor en el área de estudio

En el área de estudio se ha identificado según el D.S. N°005-2022-MIDAGRI, los siguientes grupos de capacidad de uso mayor: tierras aptas para cultivos en limpio (A) tierras aptas para cultivos permanentes (C), tierras aptas para pastos (P), tierras de aptitud forestal (F) y tierras de protección (X).

Se ha identificado las siguientes subclases y unidades de tierras de protección: de tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrologica baja con limitación por suelos y requerimiento de agua de riego permanente (A3s(r)); el grupo de tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrologica baja con limitación por suelos y requerimiento de agua de riego permanente (C3s(r)); el grupo de tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja con limitación por suelos y de uso temporal /P3s(t)); el grupo de tierras de aptitud forestal de calidad agrologica media con limitación por suelos (F2s), y finalmente, el grupo de tierras de protección, diferenciadas en las siguientes unidades: aquellas relacionadas a los afloramientos rocosos (X), las que presentan limitación por suelos (Xs) y con limitaciones por suelos y erosión (Xse).

Las subclases de capacidad de uso mayor y las unidades de tierras de protección, cartográficamente están distribuidas conformando 04 subclase y 02 unidades de tierras de protección, todas en forma no agrupadas; mientras que, en forma agrupada se presenta 01 unidad conformada por tierras aptas para pastos y tierras de protección y 02 unidades de tierras de protección.

**Tabla 4.1-23** Unidades de capacidad de uso mayor

Grupo	Superficie		Clase	Superficie		Subclase	Proporción (%)	Superficie	
	ha	%		ha	%			ha	%
Forma No Agrupada									
A	11.61	0.17	A3	11.61	0.17	A3s(r)	100	11.61	0.17
C	180.54	2.58	C3	180.54	2.58	C3s(r)	100	176.37	2.52
						C3sl(r)	100	4.17	0.06

Grupo	Superficie		Clase	Superficie		Subclase	Proporción (%)	Superficie	
	ha	%		ha	%			ha	%
P	140.08	2.00	P3	140.08	2.00	P3s(t)	100	139.92	3.32
F	98.48	1.41	F2	98.48	1.41	F2s	100	96.89	2.71
X	3047.27	43.55	Xs				100	1701.19	25.65
			Xse				100	1342.53	20.51
			Xsl				100	1556.57	22.25
Forma Agrupada									
X-X	1889.02	26.996304	Xs-X				50-50	1115.94	15.95
			Xse-X				50-50	773.08	11.05
P-X	73.76	0.95	P3s(t)-X				50-50	73.76	1.05
Superficie Total								6992.02	100.00

Elaborado por: FCISA, 2024

## D. Descripción de las unidades de capacidad de uso mayor

### a. Tierras aptas para cultivo en limpio (A)

Cubre una extensión de 11.61 ha, el 0.15% del área de estudio. Son tierras cuyas condiciones edáficas permiten la remoción periódica y continuada del suelo con capacidad de sostener a través del tiempo la producción óptima de cultivos.

Dentro de este grupo, se ha determinado la Clase A3.

#### ➤ Clase: A3.

De extensión similar a lo indicado en el grupo precedente. Agrupa tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja, por presentar severas limitaciones que restriguen su uso, requiriendo por lo tanto de intensas labores de manejo y conservación de suelos para evitar su degradación.

Dentro de esta clase se ha determinado la siguiente subclase: A3s(r)

#### • Subclase: A3s(r)

Cubre una extensión de 11.61 ha, el 0.15% del área de estudio. Tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja con limitación por suelos y requerimiento de agua de riego permanente. Está conformada por el suelo Yarabamba en pendiente plana a ligeramente (0-4%). Son suelos profundos, de textura gruesa a moderadamente gruesa, con drenaje natural algo excesivo, de permeabilidad rápida, reacción neutra a moderadamente alcalina, no salino a muy ligeramente salino y fertilidad natural baja.

#### - Limitaciones de uso

Limitaciones de uso están referidas, principalmente al factor edáfico expresado a través de la fertilidad natural baja y al desbalance nutricional generado por el contenido de nitrógeno (materia orgánica) respecto a los de fósforo disponible y de potasio disponible

que tienden a ser medio a alto. Los otros aspectos por considerar son la clase textural gruesa y el requerimiento permanente de agua de riego para la producción de cultivos, los que constituyendo limitantes importantes.

- Lineamientos de manejo y uso

Requiere de programas y prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, tales como la incorporación de fuentes de materia orgánica de origen animal o vegetal disponibles en la zona como rastrojos, abonos verdes o estiércoles, que permitan mejorar el estado de estructuración e incrementar la capacidad retentiva de agua y de nutrientes en el suelo.

Aplicar fertilizantes nitrogenados y en menor medida fosforados y potásicos, en forma balanceada de acuerdo con los requerimientos nutricionales de los cultivos a instalar y las condiciones físicas de los suelos. Aplicar adecuadamente el agua de riego para optimizar su uso y de los nutrientes para las plantas, y a su vez evitar procesos de salinización a través del tiempo.

Es posible instalar diversos cultivos adaptados a las condiciones edafoclimáticas del área.

#### **b. Tierras aptas para cultivo permanente (C)**

Cubre una extensión de 180.54 ha, el 2.58% del área de estudio. Agrupa tierras que permiten el cultivo de especies perennes, herbáceas, arbustivas o arbóreas incluyendo a los frutales, implementado técnicas económicamente rentables y que permitan la conservación o mejoramiento del potencial productivo del suelo.

Dentro de este Grupo de capacidad de uso mayor se ha determinado la clase C3.

- **Clase: C3**

Agrupa tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica baja por presentar limitaciones severas que restringen el rango de cultivos a instalar; por lo que se requiere de prácticas intensas de conservación y manejo del suelo para obtener rendimientos económicamente rentables.

Dentro de esta clase se ha determinado las subclases: C3s(r) y C3sl(r).

- **Subclase: C3s(r)**

Cubre una extensión de 176.37 ha, el 2.27% del área de estudio. Agrupa tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica baja con limitación por suelos y requerimiento de agua riego. Está conformada por el suelo Lingo en pendiente plana a ligeramente inclinada (0-4%) y moderadamente inclinada (4-8%) y el suelo Pampanal

en pendiente plana a ligeramente inclinada (0-4%), moderadamente inclinada (4-8%) y fuertemente inclinada (8-15%), Son suelos profundos a moderadamente profundos, de textura gruesa a moderadamente gruesa, con drenaje natural bueno a excesivo, de permeabilidad moderadamente rápida a rápida, reacción neutra a fuertemente alcalina, no salino a ligeramente salino y fertilidad natural baja.

- Limitaciones de uso

Las limitaciones de uso están referidas, principalmente al factor edáfico referido a la fertilidad natural baja y desbalance nutricional debido al bajo contenido de nitrógeno (materia orgánica), fósforo disponible o potasio disponible, aunque este último también tiende a ser alto. Además, en algunos como el caso del suelo Lingo la clase textural gruesa dominante y en general el requerimiento de agua de riego para la producción de cultivos constituyen limitantes adicionales.

- Lineamientos de manejo y uso

El aprovechamiento de estas tierras requiere de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos con eficiente aplicación de agua de riego con la finalidad de mejorar la cantidad de agua disponible y de nutrientes disponibles para las plantas. Aplicar fertilizantes nitrogenados, fosforados y potásicos incluyendo micronutrientes de acuerdo con las necesidades nutricionales de los cultivos. Aplicar fuentes de materia orgánica de origen animal o vegetal disponibles en la zona como estiércoles o rastrojos para mejorar la estructuración y la capacidad retentiva del suelo.

Es posible instalar las especies adaptadas a las condiciones edafoclimáticas reinantes en la zona.

- **Subclase: C3sl(r)**

Cubre una extensión de 4.17 ha, el 0.05 % del área de estudio. Agrupa tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica baja con limitaciones por suelos y sales, y requerimiento de agua riego. Está conformada por el suelo Ascolpe en pendiente plana a ligeramente inclinada (0-4%), Son suelos profundos, de textura gruesa, con drenaje natural excesivo, de permeabilidad rápida, reacción moderadamente alcalina, no salino a moderadamente salino y fertilidad natural baja.

- Limitaciones de uso

Las limitaciones de uso están referidas, principalmente al factor edáfico referido a la fertilidad natural baja y desbalance nutricional debido al bajo contenido de nitrógeno (materia orgánica), fósforo disponible respecto a los niveles de potasio disponible que tiende a ser alto. Además, la clase textural gruesa dominante, la concentración de sales

y el requerimiento de agua de riego para la producción de cultivos constituyen limitantes adicionales.

- Lineamientos de manejo y uso

El aprovechamiento de estas tierras requiere de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos con eficiente aplicación de agua de riego con la finalidad de mejorar la cantidad de agua disponible y de nutrientes disponibles para las plantas, pero también para controlar procesos de salinización en el tiempo. Aplicar fertilizantes nitrogenados, fosforados y potásicos incluyendo micronutrientes de acuerdo con las necesidades nutricionales de los cultivos. Aplicar fuentes de materia orgánica de origen animal o vegetal disponibles en la zona como estiércoles o rastrojos para mejorar la estructuración y la capacidad retentiva del suelo.

Es posible instalar las especies adaptadas a las condiciones edafoclimáticas reinantes en la zona y tolerantes a la concentración de sales.

### **c. Tierras aptas para pastos (P)**

Cubre una extensión de 139.92 ha, el 3.32% del área de estudio. Son tierras con severas limitaciones edáficas, climáticas y topográficas que su uso para cultivos en limpio o permanentes, pero permiten la instalación de pastos adaptados a las condiciones ecológicas de la zona.

Se ha determinado la clase P3.

#### **➤ Clase: P3**

Son tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja que requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, para permitir una actividad pecuaria sostenible y rentable.

Dentro de esta clase se ha determinado la subclase: P3s (t).

#### **• Subclase: P3s(t)**

Cubre una extensión de 139.92 ha, el 3.32% del área de estudio. Son tierras aptas para pastos de uso temporal, de calidad agrológica baja y con limitación por suelos. Está conformada por el suelo Pajpa en pendiente moderadamente empinada (15-25%) y al suelo Socabaya en pendiente moderadamente inclinada (4-8%) y fuertemente inclinada (8-15%). Son suelos superficiales, de textura moderadamente gruesa y gruesa, permeabilidad moderadamente rápida, drenaje bueno, reacción muy fuertemente ácida a moderadamente alcalina, no salino y fertilidad natural baja.

La subclase P3s(t), también se presenta en forma agrupada a tierras de protección (X), conformada por la asociación del suelo Pajpa-Misceláneo Roca (Pa-MisR) en pendiente moderadamente empinada (15-25 %); ocupando una extensión de 82.59 ha, el 3.35 % del área de estudio.

- Limitaciones de Uso.

Las limitaciones de uso están relacionadas al factor edáfico, debido a la fertilidad natural baja del suelo y al desbalance nutricional generado por el contenido de nitrógeno (materia orgánica) respecto a los niveles de fósforo disponible y de potasio disponible que tienden a ser de medio a alto. La limitante adicional es el uso temporal de los pastos debido a la aridez de la zona que restringe la proliferación de especies vegetales.

- Lineamientos de manejo y Uso.

La utilización de estas tierras está referida a la producción de pastos temporales. Requiere de prácticas intensas de conservación y manejo de suelos. Evitar el deterioro del recurso edáfico, haciendo un uso racional de los pastos destinados al pastoreo.

Se recomienda, la conservación de especies locales o nativas propias de la zona de estudio.

#### **d. Tierras de aptitud forestal (F)**

Cubre una extensión de 96.89 ha, el 2.71 % del área de estudio. Son tierras con severas limitaciones edáficas y topográficas para las actividades agrícolas o pecuarias de cualquier tipo, pero con aptitud para el crecimiento de especies forestales adaptadas a las condiciones áridas y cálidas.

Dentro de este grupo de capacidad de uso mayor se determinó la siguiente clase: F2.

##### **➤ Clase: F2**

Son tierras de aptitud forestal de calidad agrológica media con fines de explotación o conservación de cuencas. El uso de las tierras requiere de la implementación de prácticas moderadas de conservación del suelo.

Dentro de esta clase se identificó la siguiente subclase de capacidad de uso mayor: F2s.

##### **• Subclase: F2s**

Ocupa una extensión de 96.89 ha, el 2.71 % del área de estudio. Agrupa tierras de aptitud forestal de calidad agrológica media y con limitación por suelos. Está conformada por los suelos Mollero, Botija y Subile en pendiente moderadamente empinada (15-25%). Son suelos moderadamente profundos a superficiales, la textura moderadamente

gruesa a gruesa, reacción es neutra a moderadamente alcalina, no salino a ligeramente salino y fertilidad natural baja.

- Limitaciones de uso

La limitación más importante de estos suelos está relacionada a la baja fertilidad natural del suelo y al desbalance nutricional generada por los bajos contenidos de nitrógeno (materia orgánica), fósforo disponible o de potasio disponible, aunque este último también tiende a ser medio a alto. Además, las características áridas de la zona constituyen la limitante adicional importante.

- Lineamientos de uso y manejo

Establecer programas de forestación y/o reforestación con especies forestales nativas u originales, en las que es posible incluir especies forestales adaptadas a las condiciones ecológicas predominantes de la zona, implementando técnicas agroforestales apropiadas complementadas con cultivos de cobertura.

Se recomienda, la conservación de especies locales o nativas propias de la zona de estudio.

#### **e. Tierras de Protección (X)**

Cubre una extensión de 3043.71 ha, el 46.16 % del área de estudio. Son tierras que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos, pastoreo o para aptitud forestal; quedando relegadas para otros propósitos, como por ejemplo áreas de recreación, zonas de protección de vidas silvestre, lugares de belleza escénica, etc.

Estas tierras no tienen calidad agrológica, pero si se indica las limitaciones que impiden su uso.

Se ha diferenciado las siguientes unidades de tierras de protección: Xs, Xse y X.

##### **● Unidad Xs**

Cubre una extensión de 1701.19 ha, el 25.65 % del área de estudio. Son tierras de protección con limitación por suelos, está conformada por la unidad no edáfica Misceláneo Cauce en pendiente plana a ligeramente inclinada (0-4%), además de los suelos Apacheta, Chilimayo, Honda, Jaguay, Lomaspalo, Negrosal, San José y Trampilla en pendiente moderadamente empinada (15-25 %) y empinada (25-50 %) y los suelos Banqueta, Calderas, Enlozado, Estanquillo y Mollero en pendiente empinada (25-50 %). Son suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura gruesa, moderadamente gruesa y media, reacción fuertemente ácida a moderadamente alcalina, no salino a ligeramente salino y fertilidad natural baja.

La unidad Xs, también se presentan en forma agrupada a tierras de protección (X) determinadas por los afloramientos rocosos, está conformada por la asociación del suelo Honda-Misceláneo Roca (Ho-MisR) en pendiente moderadamente empinada (15-25%) y empinada (25-50 %), y las asociaciones Mollero-Misceláneo Roca (Mr-MisR), Pajpa-Misceláneo Roca (Pa-MisR), San José-Misceláneo Roca (SJ-MisR), Lomaspalo-Misceláneo Roca (Lp-MisR), Chilimayo-Misceláneo Roca (Cy-MisR), Calderas-Misceláneo Roca (Cd-MisR) y Apacheta-Misceláneo Roca (Ap-MisR);; ocupando una extensión de 82.59 ha, el 3.35 % del área de estudio.

Estas tierras debido a sus fuertes restricciones de uso quedan relegadas para otros propósitos como áreas de recreación, zonas de protección de vidas silvestre, lugares de belleza escénica, etc.

- **Unidad Xse**

Cubre una extensión de 1342.53 ha, el 20.51 % del área de estudio. Son tierras de protección con limitaciones por suelos y erosión, está conformada por los suelos, San José, Trampilla, Mollero, Negrosal, Honda, Enlozado, Estanquillo, Chilimayo, Banqueta, Calderas, Apacheta, así como la unidad Misceláneo Talud, todos en pendiente muy empinada (50-75 %), Son suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura variable de gruesa a moderadamente gruesa y media ocasionalmente, reacción fuertemente ácida a fuertemente alcalina, no salino a ligeramente salino y fertilidad natural baja.

La unidad Xse, también se presentan en forma agrupada a tierras de protección (X) determinadas por los afloramientos rocosos, está conformada por las asociaciones del suelo San José-Misceláneo Roca (SJ-MisR), Trampilla-Misceláneo Roca (Tr-MisR), Mollero-Misceláneo Roca (Mr-MisR), Lomaspalo-Misceláneo Roca (Lp-MisR), Honda-Misceláneo Roca (Ho-MisR), Jaguay-Misceláneo Roca (Jg-MisR), Calderas-Misceláneo Roca (Cd-MisR), Estanquillo-Misceláneo Roca (Eq-MisR), Chilimayo-Misceláneo Roca (Cy-MisR) y Apacheta-Misceláneo Roca (Ap-MisR), todos en pendiente muy empinada (50-75 %); ocupando una extensión de 82.59 ha, el 3.35 % del área de estudio.

Estas tierras debido a sus fuertes restricciones de uso, estas son relegadas para otros propósitos como áreas de recreación, zonas de protección de vidas silvestre, lugares de belleza escénica, etc.

- **Unidad Xsl**

Cubre una extensión de 1556.57 ha, el 20.05 % del área de estudio. Son tierras de protección con limitaciones por suelos y sales.

## • Unidad X

Cubre una extensión de 1962.78 ha, el 25.28 % del área de estudio. Son tierras de protección relacionadas a los afloramientos rocosos. Se presentan en forma agrupada a tierras aptas para pastos de uso temporal de calidad agrológica baja y con limitación por suelos (P3s(t)-X), a tierras de protección con limitación por suelos (Xs-X) y a tierras de protección con limitaciones por suelos y erosión (Xse-X). Estas formas agrupadas han sido descritas en los párrafos precedentes.

### 4.1.4.3. Fisiografía

#### 4.1.4.3.1. Área de Influencia Directa (A nivel de semidetalle)

##### A. Generalidades

La configuración fisiográfica que caracteriza al área de estudio es dominada por un paisaje montañoso y colinoso de relieve ondulado a quebrado con afloramientos rocosos y pendiente fuertemente inclinada a extremadamente empinada, además de llanuras aluviales del holoceno y pleistoceno, de relieve ondulado suave a ondulado con ciertas disecciones, y pendiente plana o casi a nivel a moderadamente empinada; por lo general cubiertas por vegetación herbácea y arbustiva dispersa.

Las geoformas identificadas a través del "Análisis Fisiográfico" se basa en la determinación de rasgos identificables del paisaje mediante la interpretación analógica de la imagen de satélite sobre la base de la cartografía base para obtener el mapa fisiográfico preliminar; las que fueron corroboradas o corregidas con la información recopilada durante el trabajo de campo llevado a cabo en el mes julio del año 2024; permitiendo finalmente determinar las unidades fisiográficas definitivas a nivel de elemento de paisaje.

**Tabla 4.1-24.** Unidades Fisiográficas del área de Influencia Directa

Paisaje	Subpaisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Clase de Pendiente	Superficie	
					ha	%
Penillanura aluvial del Pleistoceno	Superficie ondulada	Ligeramente inclinada (2-4%)	LpalPSpo/B	B	65.08	8.44
		Moderadamente inclinada (4-8%)	LpalPSo/C	C	22.33	2.9
		Fuertemente inclinada (8-15%)	LpalPSo/D	D	1.07	0.14

Paisaje	Subpaisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Clase de Pendiente	Superficie	
					ha	%
Colina intrusiva de granitos del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada (15-25%)	CiKgrL/E	E	4.31	0.56
		Fuertemente empinada (25-50%)	CiKgrL/F	F	10.43	1.35
		Muy fuertemente empinada (50-75%)	CiKgrL/G	G	8.69	1.13
Colina intrusiva de monzodioritas del Cretácico	Ladera	Fuertemente inclinada (8-15%)	CiKmzdL/D	D	4.23	0.55
		Moderadamente empinada (15-25%)	CiKmzdL/E	E	22.9	2.97
		Fuertemente empinada (25-50%)	CiKmzdL/F	F	58.32	7.57
		Muy fuertemente empinada (50-75%)	CiKmzdL/G	G	25.85	3.35
Colina intrusiva de gabros del Cretácico	Ladera	Fuertemente inclinada (8-15%)	CiKgbL/D	D	7.01	0.91
		Moderadamente empinada (15-25%)	CiKgbL/E	E	9.15	1.19
		Fuertemente empinada (25-50%)	CiKgbL/F	F	45.34	5.88
		Muy fuertemente empinada (50-75%)	CiKgbL/G	G	0.99	0.13
Colina volcánica de tobas del Pleistoceno	Ladera	Fuertemente inclinada (8-15%)	CvPtL/D	D	1.6	0.21
		Moderadamente empinada (15-25%)	CvPtL/E	E	13.21	1.71
		Fuertemente empinada (25-50%)	CvPtL/F	F	5.3	0.69

Paisaje	Subpaisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Clase de Pendiente	Superficie	
					ha	%
		Muy fuertemente empinada (50-75%)	CvPtL/G	G	2.16	0.28
Colina sedimentaria de calizas y areniscas del Jurásico	Ladera	Fuertemente empinada (25-50%)	CsJkaL/F	F	5.18	0.67
		Muy fuertemente empinada (50-75%)	CsJkaL/G	G	6.21	0.81
Colina sedimentaria de areniscas y limoarcillitas del Jurásico	Ladera	Fuertemente inclinada (8-15%)	CsJaliL/D	D	2.31	0.3
		Moderadamente empinada (15-25%)	CsJaliL/E	E	6.73	0.87
		Fuertemente empinada (25-50%)	CsJaliL/F	F	2.78	0.36
Colina sedimentaria de conglomerados, areniscas y limolitas del Neógeno	Ladera	Fuertemente inclinada (8-15%)	CsNcalL/D	D	13.83	1.79
		Moderadamente empinada (15-25%)	CsNcalL/E	E	21.01	2.73
		Fuertemente empinada (25-50%)	CsNcalL/F	F	14.57	1.89
Montaña intrusiva de dioritas del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada (15-25%)	MiKdiL/E	E	1.56	0.2
		Fuertemente empinada (25-50%)	MiKdiL/F	F	2.1	0.27
		Muy fuertemente empinada (50-75%)	MiKdiL/G	G	11.61	1.51
Montaña intrusiva de gabros del Cretácico	Ladera	Fuertemente inclinada (8-15%)	MiKgbL/D	D	1.76	0.23
		Moderadamente empinada (15-25%)	MiKgbL/E	E	11.22	1.46

Paisaje	Subpaisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Clase de Pendiente	Superficie	
					ha	%
		Fuertemente empinada (25-50%)	MiKgbL/F	F	36.44	4.73
		Muy fuertemente empinada (50-75%)	MiKgbL/G	G	40.16	5.21
Montaña intrusiva de granodioritas del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada (15-25%)	MiKgdL/E	E	20.56	2.67
		Fuertemente empinada (25-50%)	MiKgdL/F	F	87.59	11.36
		Muy fuertemente empinada (50-75%)	MiKgdL/G	G	92.64	12.02
Montaña intrusiva de monzogranitos del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada (15-25%)	MiKmzgrL/E	E	14.85	1.93
		Fuertemente empinada (25-50%)	MiKmzgrL/F	F	20.87	2.71
		Muy fuertemente empinada (50-75%)	MiKmzgrL/G	G	9.6	1.24
Llanura fluvial del Holoceno	Cauce de quebrada	Ligeramente inclinada (2-4%)	LfIHCq/B	B	9.33	1.21
Llanura aluvial del Holoceno	Superficie plano-ondulada	Ligeramente inclinada (2-4%)	LalHSpo/B	B	8.43	1.09
		Moderadamente inclinada (4-8%)	LalHSo/C	C	10.96	1.42
	Terraza baja	Plana o casi a nivel (0-2%)	LalHTb/A	A	0.37	0.05
Llanura volcánica de tobas del Pleistoceno	Superficie ondulada	Ligeramente inclinada (2-4%)	LvPtSo/B	B	3.38	0.44
		Moderadamente inclinada (4-8%)	LvPtSo/C	C	5.3	0.69

Paisaje	Subpaisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Clase de Pendiente	Superficie	
					ha	%
	Talud	Muy fuertemente empinada (50-75%)	LvPtbd/G	G	1.6	0.21
<b>Total</b>					<b>770.91</b>	<b>100.00</b>

Elaboración: FCISA

## B. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES FISIOGRÁFICAS

Las unidades fisiográficas identificadas en el área de estudio se han diferenciado a nivel de paisaje, subpaisaje y elemento de paisaje.

### ➤ Llanuras

Desde el punto de vista fisiográfico, el área de estudio se emplaza sobre llanuras desérticas costeras de origen fluvial y aluvial sucedidos en el cuaternario holocénico incluyendo además los depósitos aluviales más antiguos del pleistoceno, así como aquellos de origen volcánico. En conjunto configuran geoformas de superficie plano-ondulada a ondulado.

- **Paisaje: Llanura fluvial del holoceno**

*Cubre una extensión de 9.33 ha, el 1.21 % del área de estudio. Este paisaje está conformado por depósitos fluviales del cuaternario holocénico reciente, constituido litológicamente por gravas heterométricas de superficie redondeada a subredondeada, arenas y limos no consolidados. Su distribución está asociada al emplazamiento de las quebradas secas que cruzan en área de estudio.*

*Se ubican en forma dispersa en las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Dentro de este paisaje se ha diferenciado al siguiente subpaisaje.*

#### **a. Subpaisaje: Cauce de quebrada**

*Corresponde a los fondos de las diversas quebradas secas generalmente s/n que discurren por lo general en sentido sureste a noroeste. Está conformada por gravas heterométricas en matriz arenosa o limo-arenosa, pedregosos y gravosos, configurando superficies más o menos planas con pendiente dominante ligeramente inclinada (2-4 %).*

*Dentro de este subpaisaje se ha determinado el siguiente elemento de paisaje:*

- *Cauce de quebrada con pendiente ligeramente inclinada (2 a 4%), (LflHCq/B).*

- **Paisaje: Llanura aluvial del holoceno**

*Abarca una extensión de 19.76 ha, el 2.56 % del área de estudio. Agrupa geoformas conformadas por depósitos de gravas de superficie subredondeada a redondeada y algo de subangulosas, con arena, limos y arcillas en matriz limo arenosa o arenosa.*

*Se distribuye en forma dispersa en el área de estudio, asociada a la presencia de las quebradas. En la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Dentro de este paisaje se ha diferenciado los siguientes subpaisajes:*

**a. Subpaisaje: Superficie plano-ondulada.**

*Configura una superficie predominantemente ondulada suave con pendiente ligera a moderadamente inclinada (2 a 8%). Por lo general, cubierta por vegetación herbácea o arbustiva dispersa o esporádica.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Llanura aluvial con pendiente ligeramente inclinada (2 a 4%). (LalHSpO/B).*
- *Llanura aluvial con pendiente moderadamente inclinada (4 a 8 %). (LalHSpO/C).*

**b. Subpaisaje: Terrazas bajas.**

*Configura geoformas adyacentes y a poca altitud del curso de agua sobre márgenes de esta, que discurre en el extremo este del área de estudio, más o menos planas con vegetación herbácea o arbustiva dispersa, destinadas a la producción de cultivos agropecuarios.*

*Se ubica en el extremo este del trazo de la Línea de Transmisión; en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Se ha determinado el siguiente elemento de paisaje:*

- *Llanura aluvial de terrazas bajas con pendiente plana o casi a nivel (0 a 2%). (LalHTb/A).*

- **Paisaje: Penillanura aluvial del Pleistoceno**

*Cubre una extensión de 88.48 ha, el 11.48 % del área de estudio. constituyen los depósitos aluviales más antiguos del Cuaternario Pleistocénico. Constituidos por guijarros, bloques y cantos rodados de gran tamaño acompañados de gravas y depósitos de arenas, limos y algo de arcillas medianamente consolidados por acumulaciones de sales, carbonatos o yeso, en una matriz arenosa o limo-arenosa.*

*Se ubica en el extremo este del trazo de la Línea de Transmisión; en la zona de vida: matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

- a. Subpaisaje: Superficie ondulada.***

*Estas llanuras muestran superficies plano-onduladas con ligera disección y pendiente de moderada a fuertemente inclinada (4 a 15 %). En ocasiones con cierto recubrimiento de cenizas volcánicas de coloración blanquecina y espesor variable.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Superficie ondulada con pendiente ligeramente inclinada (2 a 4%) (LpalPSpo/B)*
- *Superficie ondulada con pendiente moderadamente inclinada (4 a 8%), (LpalPSpo/C).*
- *Superficie ondulada con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15%), (LpalPSpo/D).*

- **Paisaje: Llanura volcánica de tobas del Pleistoceno**

*Cubre una extensión de 10.28 ha, el 1.34 % del área de estudio. Corresponde a llanuras conformadas por tobas acompañado por cenizas volcánicas débil a medianamente consolidados, derivan de los depósitos del Pichu Pichu y la Unidad Añashuayco ambos del Cuaternario Pleistocénico.*

*De ocurrencia puntual en el extremo este de la Línea de Transmisión en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Se ha diferenciado los siguientes subpaisajes.*

#### **a. Subpaisaje: Superficie ondulada**

*Agrupar formas de tierra de relieve ondulado y ondulado suave, con cierto afloramiento rocoso y ligeramente disectado. Pendiente ligera a fuertemente inclinada (2 a 15%) y taludes muy empinados.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Superficie ondulada con pendiente ligeramente inclinada (2 a 4%), (LvPltbSo/B).*
- *Superficie ondulada con pendiente moderadamente inclinada (4 a 8%), (LvPltbSo/C).*

#### **b. Subpaisaje: Talud**

*Son geoformas que irrumpen abruptamente con fuerte declive la superficie ondulada que exponen las llanuras de origen volcánico. Siendo la pendiente dominante muy empinada (50 a 75%).*

*Dentro de este subpaisaje se ha determinado el siguiente elemento de paisaje:*

- *Talud con pendiente muy empinada (mayor a 75 %), (LVltbTd/G).*

#### **➤ Colinas**

Cubre una extensión de 44.60 ha, el 2.14% del área de estudio. Son geoformas cuyas cimas no exceden los 300 m de altura respecto al nivel de base local, se caracterizan por su relieve ondulado o quebrado con afloramientos rocosos y pendiente dominante de fuertemente inclinada a muy empinada.

Litológicamente están constituidas por materiales de origen intrusivo dominado por granitos, monzogranitos, dioritas, gabros y monzodioritas de las Super Unidades Linga Ica, Arequipa y Tiabaya, además del Intrusivo Tambo y Batolito de la Costa; también de origen sedimentario como areniscas, limoarcillitas, conglomerados, limolitas y calizas en conjunto de las Formaciones Socosani, Millo y Puente; y finalmente de origen volcánico conformadas por tobas de la Formación Añashuayco y depósitos Pichu Pichu.

Se distribuye con recurrencia entre la zona media y sur del trazo de la Línea de Transmisión y con poca recurrencia al noreste. En las zonas de vida: matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), desierto desecado-Subtropical (dd-S). desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS).

- **Paisaje: Colina intrusiva de granitos del Cretácico**

*Cubre una extensión de 23.43 ha, el 3.04 % del área de estudio. Esta geoforma está conformada por granitos del grupo Tambo ocurrido en el Cretácico. Expone un relieve ondulado y disectado, con afloramientos rocosos que tienden a ser más frecuentes a mayor pendiente.*

*Se distribuyen entre las zonas media y sur del trazo de la Línea de Transmisión, próximo a las lomas San José y el cerro Chascoso; tanto en la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto desecado-Subtropical (dd-S).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

- a. Subpaisaje: Ladera**

*Exponen un relieve ondulado y disectado siendo la pendiente bastante variable, desde fuertemente inclinada hasta muy empinada, acompañados de afloramientos rocosos dispersos y frecuentes.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (CiKgrL/E).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (CiKgrL/F).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (CiKgrL/G).*

- **Paisaje: Colina intrusiva de monzodioritas del Cretácico**

*Cubre una extensión de 111.3 ha, el 14.44 % del área de estudio. Agrupa geoformas conformada por rocas monzodioritas de la Super Unidad Linga y Batolito de la Costa. Presenta un relieve ondulado y quebrado con ligera a moderada disección.*

*Se distribuye próximo a los cerros San José y Gloria, en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión; tanto en la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) como en el desierto desecado-Subtropical (dd-S) y desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

#### **a. Subpaisaje: Ladera**

Estas colinas exponen laderas con pendiente variable, siendo dominante desde fuertemente inclinada a muy empinada, con frecuencia acompañados de afloramientos rocosos cuanto mayor es la pendiente.

Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:

- *Laderas con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15 %) (CiKmzdL/D).*
- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25 %) (CiKmzdL/E).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50 %) (CiKmzdL/F).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75 %) (CiKmzdL/G).*

#### **• Paisaje: Colina intrusiva de gabros del Cretácico**

*Cubre una extensión de 62.49 ha, el 8.11 % del área de estudio. Son geoformas de origen intrusivo conformada litológicamente por rocas gabros de la Super Unidad Linga del Cretácico, de relieve ondulado y disectado con afloramientos rocosos dispersos.*

*Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión; en las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

#### **a. Subpaisaje: Ladera**

*Estas formas de tierra exponen relieve generalmente ondulado también presentan variantes a quebrado, siendo mayor la recurrencia de afloramientos rocosos y disección a mayor pendiente; este varía de fuertemente inclinada a muy empinada.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15%) (CiKgbL/D).*
- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (CiKgbL/E).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (CiKgbL/F).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (CiKgbL/G).*

- **Paisaje: Colina sedimentaria de areniscas y limoarcillitas del Jurásico**

*Cubre una extensión de 11.82 ha, el 1.53 % del área de estudio. Agrupa geoformas conformada por rocas sedimentarias dominadas por areniscas y limolitas de la Formación Puente. Presenta un relieve ondulado y quebrado con ligera disección.*

*Se distribuye próximo a los cerros San José y Redondo, entre las zonas media u sur del trazo de la Línea de Transmisión; se presenta en las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y el desierto desecado-Subtropical (dd-S).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

- a. Subpaisaje: Ladera**

*Estas colinas exponen laderas con pendiente variable, desde moderadamente inclinada a empinada, con afloramientos rocosos poco pendientes.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15 %) (CsJaliL/D).*
- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25 %) (CsJaliL/E).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50 %) (CsJaliL/F).*

- **Paisaje: Colina sedimentaria calizas y areniscas del Jurásico**

*Cubre una extensión de 11.39 ha, el 1.48 % del área de estudio. Agrupa geoformas conformadas por rocas sedimentarias dominadas por calizas y areniscas de la Formación Socosani. Presenta un relieve ondulado con ligera a moderada disección.*

*Se distribuye próximo a los cerros Ramal y Gloria, en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión; se presenta en la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

- a. Subpaisaje: Ladera**

*Estas colinas exponen laderas con pendiente variable, desde moderadamente inclinada a empinada, con afloramientos rocosos poco pendientes.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50 %) (CsJkaL/F).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (CsJkaL/G).*

- **Paisaje: Colina sedimentaria conglomerados, areniscas y limolitas del Neógeno**

*Cubre una extensión de 49.41 ha, el 6.41 % del área de estudio. Agrupa geoformas conformadas por rocas sedimentarias tipo conglomerados, areniscas y limolitas de la Formación Millo, configurando un relieve ondulado con afloramientos rocosos poco recurrentes y dispersos.*

*Se distribuye en zona sur del trazo de la Línea de Transmisión, entre las lomas San José y las pampas del Tesoro; se presenta en las zonas de vida desierto desecado-Subtropical y con menor ocurrencia en desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado los siguientes subpaisajes.*

- a. Subpaisaje: Ladera***

*Estas colinas exponen laderas con pendiente variable, desde moderadamente inclinada a empinada, con afloramientos rocosos poco recurrentes y dispersos.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15 %) (CsNcal/D).*
- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25 %) (CsNcal/E).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50 %) (CsNcal/F).*

- **Paisaje: Colina volcánica de tobas del Pleistoceno**

*Cubre una extensión de 22.27 ha, el 2.89 % del área de estudio. A diferencias de las formaciones colinosas anteriormente descritas estas son de origen extrusivo con relieve ondulado, algo quebrado y acompañado de afloramientos rocosos poco frecuentes. Están conformadas por tobas o lavas tobáceas de la Unidad Añashuayco del Pleistoceno y depósitos Pichu Pichu.*

*Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Ramal, en el extremo noreste próximo a la pampa Del Pajonal; en la zona*

*de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS) y matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

**a. Subpaisaje: Ladera**

*Son formas de tierra de relieve ondulado y disectado, con pendiente fuertemente inclinada a muy empinada, con afloramientos rocosos poco recurrentes.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15%) (CvPtL/D).*
- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (CvPtL/E).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (CvPtL/F).*
- *Laderas con pendiente empinada (50 a 75%) (CvPtL/G).*

➤ **Montañas**

Cubre una extensión de 37.10 ha, el 2.2% del área de estudio. Las montañosas presentan rasgos morfológicos y topográficos similares al paisaje de colinas, están constituidas por masas rocosas de gran magnitud y envergadura cuyas cimas alcanzan altitudes que exceden los 300 m de altura respecto del nivel de base local.

La litología dominante es de naturaleza intrusiva representado por granodioritas, gabros, dioritas y monzogranitos de las Super Unidades Linga Ica, Ilo y Tiabaya, además del Intrusivo Gabro.

• **Paisaje: Montaña intrusiva de dioritas del Cretácico**

*Cubre una extensión de 15.27 ha, el 1.98 % del área de estudio. Geoforma conformada por rocas dioritas de la Super Unidad Ilo. Presenta un relieve ondulado y quebrado, ligera a moderadamente disectadas con afloramientos rocosos y pendiente moderadamente empinada a muy empinada.*

*Se distribuye en la zona media de la Línea de Transmisión próximo al cerro Trampilla; en la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

#### **a. Subpaisaje: Ladera**

*La configuración montañosa expone laderas con pendiente dominante de moderadamente empinada a muy empinada (15 a 75%). Es posible encontrar recubrimiento de cenizas volcánicas de espesor variable.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (MiKdiL/E).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (MiKdiL/F).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (MiKdiL/G).*

#### **• Paisaje: Montaña intrusiva de gabros del Cretácico**

*Cubre una extensión de 89.58 ha, el 11.63 % del área de estudio. De naturaleza intrusiva está conformada por rocas gabros del Intrusivo Gabro del Cretácico, de relieve ondulado y quebrado con afloramientos rocosos que configuran superficies más agrestes.*

*Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión entre los cerros Trampilla y San Martín; en las zonas de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS) y desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

#### **a. Subpaisaje: Ladera**

*Estas montañas presentan vertientes con pendiente variable de fuertemente inclinada a muy empinada, siendo más recurrente los afloramientos rocosos a mayor pendiente.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15%) (MiKgbL/D).*
- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (MiKgbL/E).*
- *Laderas con pendiente fuertemente empinada (25 a 50%) (MiKgbL/F).*
- *Laderas con pendiente empinada (50 a 75%) (MiKgbL/G).*

- **Paisaje: Montaña intrusiva de granodioritas del Cretácico**

*Cubre una extensión de 200.79 ha, el 26.05 % del área de estudio. Es de origen intrusivo conformada por rocas granodioritas de la Super Unidad Tiabaya del Cretácico, caracterizado por su relieve ondulado y quebrado con afloramientos rocosos.*

*Esta geoforma es recurrente entre la zona media y el extremo este del trazo de la Línea de Transmisión; en las zonas de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS) y desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

- a. Subpaisaje: Ladera**

*Estas formas de tierra exponen pendiente moderadamente empinada a muy empinada, acompañado de formas más agrestes debido a los afloramientos rocosos.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (MiKgdL/E).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (MiKgdL/F).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (MiKgdL/G).*

- **Paisaje: Montaña intrusiva de monzogranitos del Cretácico**

*Cubre una extensión de 42.16 ha, el 5.46 % del área de estudio. Geoforma conformada por rocas monzodioritas de la Super Unidad Linga. Presenta un relieve ondulado y quebrado con ligera a moderada disección y pendiente moderadamente empinada a muy empinada.*

*Se ubica en las zonas media y oeste de la Línea de Transmisión entre los cerros San Martín y Gloria; en la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

#### **a. Subpaisaje: Ladera**

*Las laderas en estas montañas exponen pendiente variable de moderadamente empinada a muy empinada (15 a 75%). En ocasiones se puede encontrar recubrimiento de cenizas volcánicas de espesor variable.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (MiK mzgrL/E).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (MiK mzgrL/F).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (MiK mzgrL/G).*

#### **4.1.4.3.2. Área de Influencia Indirecta (A nivel de reconocimiento)**

La configuración montañosa y colinosa que caracteriza al área de estudio es de relieve ondulado y quebrado con afloramientos rocosos y pendiente fuertemente inclinada a extremadamente empinada, entre cuyas vertientes se observa las llanuras aluviales del cuaternario holoceno y pleistoceno, así como las llanuras volcánicas también del pleistoceno, en conjunto presentan relieve ondulado suave a ondulado con ciertas disecciones y pendiente plana a moderadamente empinada; por lo general cubiertas por vegetación herbácea y arbustiva dispersa.

Las geoformas identificadas a través del "Análisis Fisiográfico" se basa en la determinación de rasgos identificables del paisaje mediante la interpretación analógica de la imagen de satélite sobre la base de la cartografía base para obtener el mapa fisiográfico preliminar; las que fueron corroboradas o corregidas con la información recopilada durante el trabajo de campo llevado a cabo en el mes julio del año 2024; permitiendo finalmente determinar las unidades fisiográficas definitivas a nivel de elemento de paisaje y el mapa correspondiente.

**Tabla 4.1-25.** Unidades Fisiográficas del área de Influencia Indirecta

Paisaje	Subpaisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Clase de Pendiente	Superficie	
					ha	%
Penillanura aluvial del Pleistoceno	Superficie plano-ondulada	Plana a ligeramente inclinada	LpalPSpo/A	A	775.01	9.98
		(0-4%)				
	Superficie ondulada	Moderadamente inclinada	LpalPSo/B	B	277.74	3.58
		(4-8%)				

Paisaje	Subpaisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Clase de Pendiente	Superficie	
					ha	%
		Fuertemente inclinada (8-15%)	LpalPSo/C	C	20.3594	0.26226
Colina intrusiva de granitos del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada (15-25%)	CiKgrL/D	D	33.75	0.43
		Empinada (25-50%)	CiKgrL/E	E	274.59	3.54
		Muy empinada (50-75%)	CiKgrL/F	F	30.61	0.39
Colina intrusiva de monzogranitos del Cretácico	Ladera	Empinada (25-50%)	CiKmzgrL/E	E	5.67	0.07
		Muy empinada (50-75%)	CiKmzgrL/F	F	20.92	0.27
Colina intrusiva de monzodioritas del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada (15-25%)	CiKmzdL/D	D	225.78	2.91
		Empinada (25-50%)	CiKmzdL/E	E	567.93	7.32
		Muy empinada (50-75%)	CiKmzdL/F	F	100.31	1.29
Colina intrusiva de gabros del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada (15-25%)	CiKgbL/D	D	109.61	1.41
		Empinada (25-50%)	CiKgbL/E	E	252.1	3.25
		Muy empinada (50-75%)	CiKgbL/F	F	50.13	0.65
Colina intrusiva de dioritas del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada (15-25%)	CiKdiL/D	D	9.4	0.12
		Empinada (25-50%)	CiKdiL/E	E	8.75	0.11
Colina sedimentaria de calizas y	Ladera	Empinada (25-50%)	CsJkaL/E	E	32.93	0.42

Paisaje	Subpaisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Clase de Pendiente	Superficie	
					ha	%
areniscas del Jurásico		Muy empinada	CsJkaL/F	F	38.31	0.49
		(50-75%)				
Colina sedimentaria de areniscas y limoarcillitas del Jurásico	Ladera	Fuertemente inclinada	CsJaliL/C	C	6.27	0.08
		(8-15%)				
		Moderadamente empinada	CsJaliL/D	D	70.94	0.91
		(15-25%)				
		Empinada	CsJaliL/E	E	114.21	1.47
		(25-50%)				
Colina sedimentaria de conglomerados, areniscas y limolitas del Neógeno	Ladera	Fuertemente inclinada	CsNcalL/C	C	95.5	1.23
		(8-15%)				
		Moderadamente empinada	CsNcalL/D	D	177.32	2.28
		(15-25%)				
		Empinada	CsNcalL/E	E	108.15	1.39
		(25-50%)				
	Lomada	Fuertemente inclinada	CsNcalLo/C	C	62.77	0.81
		(8-15%)				
Colina volcánica de tobas del Pleistoceno	Ladera	Moderadamente empinada	CvPtL/D	D	100.19	1.29
		(15-25%)				
		Empinada	CvPtL/E	E	55.11	0.71
		(25-50%)				
		Muy empinada	CvPtL/F	F	38.02	0.49
		(50-75%)				
Montaña intrusiva de dioritas del Cretácico	Ladera	Empinada	MiKdiL/E	E	29.32	0.38
		(25-50%)				
		Muy empinada	MiKdiL/F	F	86.57	1.12
		(50-75%)				
Montaña intrusiva de granodioritas del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada	MiKgdl/D	D	94.89	2.10
		(15-25%)				
		Empinada	MiKgdl/E	E	478.90	7.59

Paisaje	Subpaisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Clase de Pendiente	Superficie	
					ha	%
		(25-50%)				
		Muy empinada	MiKgdl/F	F	1064.63	15.97
		(50-75%)				
		Extremadamente empinada	MiKgdl/G	G	24.52	0.32
		(+75%)				
Montaña intrusiva de gabros del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada	MiKgbl/D	D	40.18	0.52
		(15-25%)				
		Empinada	MiKgbl/E	E	243.02	4.22
		(25-50%)				
		Muy empinada	MiKgbl/F	F	601.06	7.74
		(50-75%)				
Montaña intrusiva de monzogranitos del Cretácico	Ladera	Moderadamente empinada	MiKzmzgrL/D	D	92.24	2.06
		(15-25%)				
		Empinada	MiKzmzgrL/E	E	166.33	3.12
		(25-50%)				
		Muy empinada	MiKzmzgrL/F	F	38.17	1.28
		(50-75%)				
Llanura fluvial del Holoceno	Cauce de quebrada	Plana a ligeramente inclinada	LflHCq/A	A	73.63	1.79
		(0-4%)				
Llanura volcánica de tobas del Pleistoceno	Superficie ondulada	Moderadamente inclinada	LvPtbsO/B	B	91.2	1.17
		(4-8%)				
		Fuertemente inclinada	LvPtbsO/C	C	44.35	1.38
		(8-15%)				
		Moderadamente empinada	LvPtbsO/D	D	3.53	0.05
		(15-25%)				
	Talud	Muy empinada	LvPtbsTd/F	F	22.36	0.29
		(50-75%)				

Paisaje	Subpaisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Clase de Pendiente	Superficie	
					ha	%
Llanura aluvial del Holoceno	Superficie plano-ondulada	Plana a ligeramente inclinada	LaIHSp/A	A	37.19	0.48
		(0-4%)				
		Moderadamente inclinada	LaIHSo/B	B	86.29	1.11
		(4-8%)				
	Terraza baja	Plana a ligeramente inclinada	LaIHTb/A	A	11.27	0.15
		(0-4%)				
Superficie Total					6992.02	100.00

Elaboración: FCISA

## A. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES FISIográfICAS

### ➤ Llanuras

Desde el punto de vista fisiográfico, el área de estudio se emplaza sobre llanuras desérticas costeras de origen fluvial y aluvial sucedidos en el cuaternario holocénico y pleistocénico, incluyendo aquellas de origen volcánico. En conjunto configuran geoformas de superficie plana a ondulada.

#### • Paisaje: Llanura Fluvial Del Holocénico

*Cubre una extensión de 73.63 ha, el 1.79 % del área de estudio. Este paisaje está conformado por depósitos fluviales del cuaternario holocénico reciente, constituido litológicamente por gravas, arenas y limos, no consolidados o escasamente consolidados. Su distribución está asociada al emplazamiento de las quebradas secas que cruzan el trazo de la Línea de Transmisión.*

*Se ubican en forma dispersa en las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Dentro de este paisaje se ha diferenciado al siguiente subpaisaje.*

#### **a. Subpaisaje: Cauce de quebrada.**

*Corresponde a los fondos de las diversas quebradas secas generalmente s/n que discurren por lo general en sentido sureste a noroeste. Está conformada por gravas heterométricas en matriz arenosa o limo-arenosa, pedregosos y*

*gravosos, configurando superficies más o menos planas con pendiente dominante plana a ligeramente inclinada (0-4 %).*

*Dentro de este subpaisaje se ha determinado el siguiente elemento de paisaje:*

*Cauce de quebrada con pendiente plana a ligeramente inclinada (0 a 4%), (LflHCq/A).*

- **Paisaje: Llanura Aluvial Del Holocénico**

*Abarca una extensión de 134.75 ha, el 1.74 % del área de estudio. Agrupa geoformas conformadas por depósitos de gravas de superficie subredondeada a redondeada, con arena, limos y arcillas en matriz limo arenosa o arenosa.*

*Se distribuye en forma dispersa asociada a la presencia de las quebradas generalmente S/N a lo largo del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros trampilla y San José en la zona media y próximo a la pampa Del Pajonal hacia el noreste; en las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Dentro de este paisaje se ha diferenciado los siguientes subpaisajes:*

**a. Subpaisaje: Superficie plano-ondulada.**

*Cubre una extensión de 68,85 ha, el 4,06 % del área de estudio. Configura una superficie plana a ondulada con pendiente plana a moderadamente inclinada (0 a 8%). A nivel superficial están recubiertas por vegetación herbácea o arbustiva dispersa o esporádica.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Llanura aluvial con pendiente plana a ligeramente inclinada (0 a 4%). (LalHSpo/A).*
- *Llanura aluvial con pendiente moderadamente inclinada (4 a 8 %). (LalHSpo/B).*

**b. Subpaisaje: Terrazas bajas.**

*Cubre una extensión de 196,17 ha, el 2,16 % del área de estudio. Configura geoformas adyacentes y a poca altitud del curso de agua sobre márgenes de esta, que discurre en el extremo este del área de estudio, más o menos planas*

*con vegetación herbácea o arbustiva dispersa, destinadas a la producción de cultivos agropecuarios.*

*Se ubica en el extremo noreste del trazo de la Línea de Transmisión, próximo a la pampa Del Pajonal; en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Se ha determinado el siguiente elemento de paisaje:*

- *Llanura aluvial de terrazas bajas con pendiente plana a ligeramente inclinada (0 a 4%). (LalHTb/A).*

- **Paisaje: Penillanura Aluvial Del Pleistoceno**

*Cubre una extensión de 1073.11 ha, el 13.82 % del área de estudio. Respecto a las unidades anteriormente descritas, constituyen los depósitos aluviales más antiguos y corresponden al cuaternario pleistocénico. Están constituidos por guijarros, bloques y cantos rodados de gran tamaño acompañados de gravas y depósitos de arenas, limos y algo de arcillas medianamente consolidados por acumulaciones de carbonatos o yeso, en una matriz arenosa o limo-arenosa.*

*Se ubica en los extremos noreste y sur del trazo de la Línea de Transmisión; en las zonas de vida: matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), desierto desecado-Subtropical (dd-S) y desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS).*

*Se ha diferenciado los siguientes subpaisajes.*

**a. Subpaisaje: Superficie plano-ondulada.**

*Estas llanuras agrupan superficies de menor pendiente dentro de las llanuras pleistocénicas por lo general ondulado suave con ligera disección siendo la pendiente dominante de plana a ligeramente inclinada (0 a 4 %). En ocasiones con cierto recubrimiento de cenizas volcánicas de coloración blanquecina y espesor variable.*

*Se ha determinado el siguiente elemento de paisaje:*

- *Superficie plano-ondulada con pendiente plana a ligeramente inclinada (0 a 4%), (LpalPSpo/A)*

**b. Subpaisaje: Superficie ondulada.**

*Estas llanuras muestran superficies onduladas a ondulado suave con ligera disección y pendiente de moderada a fuertemente inclinada (4 a 15 %). En ocasiones con cierto recubrimiento de cenizas volcánicas de coloración blanquecina y espesor variable.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Superficie ondulada con pendiente moderadamente inclinada (4 a 8%), (LpalPSo/B).*
- *Superficie ondulada con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15%), (LpalPSo/C).*

• **Paisaje: Llanura Volcánica De Tobas Del Pleistoceno**

*Cubre una extensión de 161.44 ha, el 2.89 % del área de estudio. Corresponde a llanuras conformadas por tobas y cenizas volcánicas débil a medianamente consolidados, derivan de los depósitos del Pichu Pichu y la Unidad Añashuayco ambos del cuaternario pleistocénico.*

*Se ubica en forma puntual en el extremo este de la Línea de Transmisión en la zona de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Se ha diferenciado los siguientes subpaisajes.*

**a. Subpaisaje: Superficie ondulada**

*Agrupar formas de tierra de relieve ondulado con variantes a ondulado suave, en ocasiones con afloramientos rocosos y ligeramente disectado. La pendiente dominante varía de moderada a fuertemente inclinada (4 a 15%) y taludes muy empinados.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Superficie ondulada con pendiente moderadamente inclinada (4 a 8%), (LvPtbsSo/B).*
- *Superficie ondulada con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15%), (LvPtbsSo/C).*
- *Superficie ondulada con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%), (LvPtbsSo/D).*

### **b. Subpaisaje: Talud**

*Son geoformas que irrumpen abruptamente con fuerte declive la superficie generalmente ondulada que caracteriza a las llanuras de origen volcánico, siendo este de pendiente muy empinada.*

*Dentro de este subpaisaje se ha determinado el siguiente elemento de paisaje:*

- *Talud con pendiente muy empinada (50 a 75%), (LVPTbTd/F).*

### **➤ Colinas**

Son geoformas cuyas cimas no exceden los 300 m de altura respecto al nivel de base local, se caracterizan por su relieve ondulado o quebrado con afloramientos rocosos y pendiente dominante de fuertemente inclinada a muy empinada. Litológicamente están constituidas por materiales de origen intrusivo dominado por granitos, monzogranitos, dioritas, gabros y monzodioritas de las Super Unidades Linga Ica, Arequipa y Tiabaya, además del Intrusivo Tambo y Batolito de la Costa; también de origen sedimentario como areniscas, limoarcillitas, conglomerados, limolitas y calizas en conjunto de las Formaciones Socosani, Millo y Puente; y finalmente de origen volcánico conformadas por tobas de la Formación Añashuayco y depósitos Pichu Pichu.

Se distribuye con recurrencia entre la zona media y sur del trazo de la Línea de Transmisión y con poca recurrencia al noreste. En las zonas de vida: matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS), desierto desecado-Subtropical (dd-S). desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS).

- **Paisaje: Colina Intrusiva De Dioritas Del Cretácico**

*Cubre una extensión de 18.15 ha, el 0.23 % del área de estudio. Está conformada por rocas dioritas de la Super Unidad Linga Arequipa, configurando relieve un relieve ondulado y ligeramente disectado.*

*De escasa ocurrencia, se ubica en la zona noroeste de la Línea de Transmisión; dentro de la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

**a. Subpaisaje: Ladera**

*Estas colinas exponen laderas con pendiente dominante de moderadamente empinada a empinada (15 a 50%), en ocasiones con cierto recubrimiento de cenizas volcánicas de espesor variable.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (CiKdiL/D).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (CiKdiL/E).*

• **Paisaje: Colina Intrusiva De Granitos Del Cretácico**

*Cubre una extensión de 338.95 ha, el 4.36 % del área de estudio. Esta geoforma está conformada por granitos del grupo Tambo del Cretácico. Expone un relieve ondulado y disectado, con afloramientos rocosos que tienden a ser más frecuentes cuando la pendiente es mayor. Se distribuyen entre las zonas media y sur del trazo de la Línea de Transmisión, entre las lomas San José y el cerro Redondo; en las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto desecado-Subtropical (dd-S). Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

**a. Subpaisaje: Ladera**

*Las laderas en estas colinas presentan pendiente dominante de moderadamente empinada a muy empinada por lo general acompañado por afloramientos rocosos dispersos y frecuentes.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (CiKgrL/D).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (CiKgrL/E).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (CiKgrL/F).*

• **Paisaje: Colina Intrusiva De Monzodioritas Del Cretácico**

*Cubre una extensión de 894.02 ha, el 11.52 % del área de estudio. Son geoformas conformadas por rocas monzodioritas correspondientes a la Super Unidad Linga; de relieve ondulado y quebrado con ligera a moderada disección.*

*Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre el cerro Ramal y la pampa San José; en las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto desecado-Subtropical.*

*Se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

**a. Subpaisaje: Ladera**

*Son colinas con laderas de pendiente dominante moderadamente empinada a muy empinada (15 a 75%) y en ocasiones recubiertas por cenizas volcánicas de espesor variable.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (CiKmzdL/D).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (CiKmzdL/E).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (CiKmzdL/F).*

• **Paisaje: Colina Intrusiva De Gabros Del Cretácico**

*Cubre una extensión de 411.84 ha, el 5.31 % del área de estudio. Geoforma también de origen intrusivo está conformada por gabros rocas dominantes en la Super Unidad Linga e Intrusivo Grabo, ambos del Cretácico; configuran colinas de relieve ondulado y quebrado con afloramientos rocosos.*

*Se ubica en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, entre los cerros Gloria y San José; dentro de las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

**a. Subpaisaje: Ladera**

*Estas formas de tierra presentan pendiente variable de moderadamente empinada a empinada, con afloramientos rocosos más frecuente en aquellas más empinadas.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (CiKgbL/D).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (CiKgbL/E).*

- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (CiKgbL/F).*

- **Paisaje: Colina Intrusiva De Monzogranitos Del Cretácico**

*Cubre una extensión de 26.59 ha, el 0.34 % del área de estudio. Conformada predominantemente por rocas monzogranitos de la Super Unidad Linga Ica del Cretácico. Presenta un relieve ondulado con ligera a moderada disección y pendiente empinada a muy empinada.*

*De ocurrencia puntual, se ubica en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Gloria; dentro de las zonas de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS).*

*Se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

- a. Subpaisaje: Ladera**

*Las laderas en ciertos afloramientos rocosos son de pendiente de empinada a muy empinada (25 a 75%), y en ocasiones muestran cierto recubrimiento de cenizas volcánicas de espesor variable. Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (CiKzmzgrL/E).*
    - *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (CiKzmzgrL/F).*

- **Paisaje: Colina Sedimentaria De Areniscas Y Limoarcillitas Del Jurásico**

*Cubre una extensión de 191.42 ha, el 2.46 % del área de estudio. Agrupa geoformas conformada por rocas sedimentarias dominadas por areniscas y limolitas de la Formación Puente. Presenta un relieve ondulado y quebrado con ligera disección.*

*Se distribuye próximo a la loma San José y el cerro Redondo, entre las zonas media y sur del trazo de la Línea de Transmisión; se presenta en las zonas de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) y desierto desecado-Subtropical (dd-S).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

- a. Subpaisaje: Ladera**

*Estas colinas exponen laderas con pendiente variable, desde moderadamente inclinada a empinada, con afloramientos rocosos poco pendientes.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15 %) (CsJaliL/C).*
- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25 %) (CsJaliL/D).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50 %) (CsJaliL/E).*

- **Paisaje: Colina Sedimentaria De Calizas Y Areniscas Del Jurásico**

*Cubre una extensión de 71.24 ha, el 0.91 % del área de estudio. Estas colinas de origen sedimentario están conformadas litológicamente por calizas y areniscas de la Formación Socosani del Jurásico. Configura un relieve ondulado y moderada disección con afloramientos rocosos frecuentes y dispersos. Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Gloria; en la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS).*

*Se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

**a. Subpaisaje: Ladera.**

*La pendiente dominante en estas laderas es de empinada a muy empinada (25 a 75%), en ocasiones con afloramientos rocosos dispersos que configuran superficies más agrestes.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%), (CsJkaL/E).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%), (CsJkaL/F).*

- **Paisaje: Colina Sedimentaria Conglomerados, Areniscas Y Limolitas Del Neógeno**

*Cubre una extensión de 443.74 ha, el 5.71 % del área de estudio. Agrupa geoformas conformadas por rocas sedimentarias tipo conglomerados, areniscas y limolitas de la Formación Millo, configurando un relieve ondulado con afloramientos rocosos poco recurrentes y dispersos.*

*Se distribuye en zona sur del trazo de la Línea de Transmisión, entre las lomas San José y las pampas del Tesoro; se presenta en las zonas de vida desierto desecado-Subtropical y desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado los siguientes subpaisajes.*

**a. Subpaisaje: Ladera**

*Estas colinas exponen laderas con pendiente variable, desde fuertemente inclinada a empinada, con afloramientos rocosos poco recurrentes y dispersos.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15 %) (CsNcal/C).*
- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25 %) (CsNcal/D).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50 %) (CsNcal/E).*

**b. Subpaisaje: Lomada**

*A diferencia de las colinas, las lomadas exponen superficies onduladas y pendiente fuertemente inclinada, con afloramientos rocosos ocasionales y de reducida extensión.*

*Se ha determinado el siguiente elemento de paisaje:*

- *Lomadas con pendiente fuertemente inclinada (8 a 15 %) (CsNcalo/C).*

• **Paisaje: Colina Volcánica De Tobas Del Pleistoceno**

*Cubre una extensión de 193.32 ha, el 2.49 % del área de estudio. A diferencias de las formaciones colinosas anteriormente descritas, estas colinas son de origen extrusivo de relieve ondulado y con afloramientos rocosos. La litología dominante es del tipo tobas o lavas tobáceas de la Unidad Añashuayco y del Depósito Pichu Pichu, ambos del Pleistoceno.*

*Se distribuye en la zona media y el extremo noreste del trazo de la Línea de Transmisión, próximo al cerro Gloria y la pampa Del Pajonal, respectivamente; en la zona de vida desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) y matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

**a. Subpaisaje: Ladera**

*Son formas de tierra con pendiente variable de moderadamente empinada a muy empinada, con afloramientos rocosos principalmente en las de mayor pendiente.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (CvPtL/D).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (CvPtL/E).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (CvPtL/F).*

## ➤ **Montañas**

Cubre una extensión de 37.10 ha, el 2.2% del área de estudio. Las montañosas presentan rasgos morfológicos y topográficos similares al paisaje de colinas, están constituidas por masas rocosas de gran magnitud y envergadura cuyas cimas alcanzan altitudes que exceden los 300 m de altura respecto del nivel de base local.

La litología dominante es de naturaleza intrusiva representada por granodioritas, gabros, dioritas y monzogranitos, en conjunto correspondientes a las Super Unidades Linga Ica, Ilo y Tiabaya, además del Intrusivo Gabro.

- **Paisaje: Montaña Intrusiva De Dioritas Del Cretácico**

*Cubre una extensión de 115.89 ha, el 1.5 % del área de estudio. Geoforma conformada por rocas dioritas de la Super Unidad Ilo. Presenta un relieve ondulado a algo quebrado, ligera a moderadamente disectadas y pendiente empinada a muy empinada.*

*Se distribuye en la zona media de la Línea de Transmisión próximo al cerro Trampilla; en la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

### **a. Subpaisaje: Ladera**

*La configuración montañosa expone laderas con pendiente dominante de empinada a muy empinada (25 a 75%), en ocasiones con afloramientos rocosos y recubrimiento de cenizas volcánicas de espesor variable.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (MiKdiL/E).*

- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (MiKdiL/F).*

- **Paisaje: Montaña Intrusiva De Gabros Del Cretácico**

*Cubre una extensión de 884.26 ha, el 12.48 % del área de estudio. De naturaleza intrusiva está conformada por rocas gabros del Intrusivo Gabro del Cretácico, de relieve ondulado y quebrado con afloramientos rocosos que configuran superficies más agrestes.*

*Se distribuye en la zona media del trazo de la Línea de Transmisión entre los cerros Trampilla y San Martín; en las zonas de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS) y desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

- a. Subpaisaje: Ladera***

*Estas montañas presentan vertientes con pendiente variable de moderadamente empinada a muy empinada, mostrando más afloramientos rocosos a mayor pendiente.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (MiKgbL/D).*
    - *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (MiKgbL/E).*
    - *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (MiKgbL/F).*

- **Paisaje: Montaña Intrusiva De Granodioritas Del Cretácico**

*Cubre una extensión de 1662.94 ha, el 25.98 % del área de estudio. Es de origen intrusivo conformada por rocas granodioritas de la Super Unidad Tiabaya del Cretácico, caracterizado por su relieve ondulado y quebrado con afloramientos rocosos.*

*Esta geoforma es recurrente entre la zona media y el extremo este o noreste del trazo de la Línea de Transmisión, entre el cerro Trampilla y la pampa Del Pajonal; en las zonas de vida matorral desértico-Montano Bajo Subtropical (md-MBS) y desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Dentro de este paisaje, se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

#### **a. Subpaisaje: Ladera**

*Las vertientes montañosas exponen pendiente variable, de moderadamente empinada a extremadamente empinada, acompañado de formas más agrestes debido a los afloramientos rocosos.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (MiKgdL/D).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (MiKgdL/E).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (MiKgdL/F).*
- *Laderas con pendiente extremadamente empinada (+75%) (MiKgdL/G).*

#### **• Paisaje: Montaña Intrusiva De Monzogranitos Del Cretácico**

*Cubre una extensión de 296.74 ha, el 6.46 % del área de estudio. Geoforma conformada por rocas monzogranitos de la Super Unidad Linga Ica del Cretácico. Presenta un relieve ondulado y quebrado con ligera a moderada disección y pendiente moderadamente empinada a muy empinada.*

*Se ubica en la zona media de la Línea de Transmisión entre los cerros San Martín y Gloria; en la zona de vida desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS).*

*Se ha diferenciado el siguiente subpaisaje.*

#### **a. Subpaisaje: Ladera**

*Las laderas muestran pendiente variable de moderadamente empinada a muy empinada (15 a 75%) a veces con recubrimiento de cenizas volcánicas de espesor variable y cierto afloramiento rocoso.*

*Se ha determinado los siguientes elementos de paisaje:*

- *Laderas con pendiente moderadamente empinada (15 a 25%) (MiKzmzgrL/D).*
- *Laderas con pendiente empinada (25 a 50%) (MiKzmzgrL/E).*
- *Laderas con pendiente muy empinada (50 a 75%) (MiKzmzgrL/F).*

#### **4.1.4.4. Uso Actual de la Tierra**

En este capítulo se abordará sobre uso actual de la tierra que se viene dando en el área de estudio. La caracterización de los usos del suelo se centra principalmente en

identificar las distintas formas de aprovechamiento del territorio que realizan las localidades, partiendo del reconocimiento de las categorías de uso.

### **Metodología**

Para la categorización de las unidades de uso actual, se siguieron los lineamientos establecidos por el Sistema de Clasificación de Uso de la Tierra propuesto por la Unión Geográfica Internacional (UGI). Se adoptó este sistema debido a su carácter internacional, puesto que los resultados de los estudios que emplean este sistema son compatibles con otros importantes proyectos sobre el uso de la tierra, ya terminados o en ejecución, y a que sus categorías básicas pueden ampliarse, en tal forma, que describan completamente la variedad de usos encontrada en la zona.

La identificación del uso de la tierra se realizó en base a la interpretación visual de las imágenes satelitales de alta resolución y fotografías recientes registradas en la salida de campo en el mes de julio del 2024.

Finalmente, se ha elaborado un Mapa de uso actual (Ver Anexo 4.1.1.) de la tierra a escala 1:25 000, en la cual se representan las unidades de uso actual que caracterizan el área de estudio, acompañado de una tabla con la categorización de las mismas.

#### **4.1.4.4.1. Unidades de uso actual**

En la siguiente tabla, se muestran las unidades de uso actual de la tierra identificadas en el área de influencia:

**Tabla 4.1-26** Unidades de uso actual de tierras en el área de influencia

Nivel I – Categorías	Nivel II - Descripción	Área (ha)	Porcentaje (%)
Centros poblados	Terrenos urbanos y/o instalaciones privadas	153.17	1.97
Tierras de cultivos	Terrenos con vegetación cultivada	14.77	0.19
Tierras improductivas	Terrenos sin uso y/o improductivos	7594.99	97.84

Fuente: Unión Geográfica Internacional (UGI)

Elaborado por: FCISA, 2024

De las nueve categorías de la citada clasificación se identificaron en el área de influencia tres categorías: Centros poblados, Tierras de cultivos, y Tierras improductivas.

### **Terrenos urbanos y/o instalaciones privadas**

Esta unidad abarca una superficie de 153.17 ha, lo que representa el 1.97 % del área de influencia.

Comprende los cascos rurales, que están ocupados por viviendas, instalaciones comerciales, industriales entre otros espacios vinculados a las actividades humanas. Dentro de esta unidad se emplazan las S.E San José y Yarabamba.

**Figura 4.1-7. S.E San José**



Fuente: Salida de campo, 2024

**Figura 4.1-8. S.E Yarabamba**



Fuente: Salida de campo, 2024

### **Terrenos con vegetación cultivada**

Esta unidad abarca una superficie de 14.77 ha, lo que representa el 0.19 % del área de influencia. Comprende áreas donde predomina la cobertura de arbustos y plantas herbáceas.

**Figura 4.1-9.** Terreno con vegetación cultivada



Fuente: Salida de campo, 2024

### **Terrenos sin uso y/o improductivos**

Esta unidad es la más predominante en el área de influencia abarcando una superficie de 7594.99 ha, lo que representa el 97.84% del área de influencia. Comprende tierras desnudas, así como coberturas arenosas y afloramientos rocosos. Por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación arbustal ralo y bajo.

**Figura 4.1-10. Terrenos sin uso y/o improductivos**



Fuente: Salida de campo, 2024

#### **4.1.4.5. Calidad del Suelo**

El suelo es un componente biótico de los ecosistemas y, por lo tanto, en él se desarrollan procesos fundamentales para el sostenimiento de la vida en el planeta, para la conservación de la diversidad biológica y para el bienestar de la humanidad. Su

alteración influye directa y significativamente sobre la capacidad del suelo de proveer sus principales funciones.

En la presente sección se describen los resultados de la evaluación de las muestras tomadas en el área de influencia del Proyecto. El criterio considerado para la selección de las estaciones de muestreo tiene concordancia con el D.S. N°011-2017-MINAM, que aprueba los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, con la finalidad de proteger la salud de las personas.

Los objetivos de la medición de la calidad de suelo son:

- Establecer las condiciones actuales de la calidad de suelo en el área de Influencia del Proyecto.
- Identificar los parámetros ambientales que deberán ser controlados durante las actividades del Proyecto.

#### 4.1.4.5.1. Estaciones de monitoreo

Las mediciones de calidad de suelo, se realizaron en cuatro (04) puntos de muestreo, ubicados dentro del área de influencia del Proyecto. Las coordenadas y descripciones de los puntos de muestreo se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 4.1-27.** Ubicación de puntos de muestreo para calidad de suelo

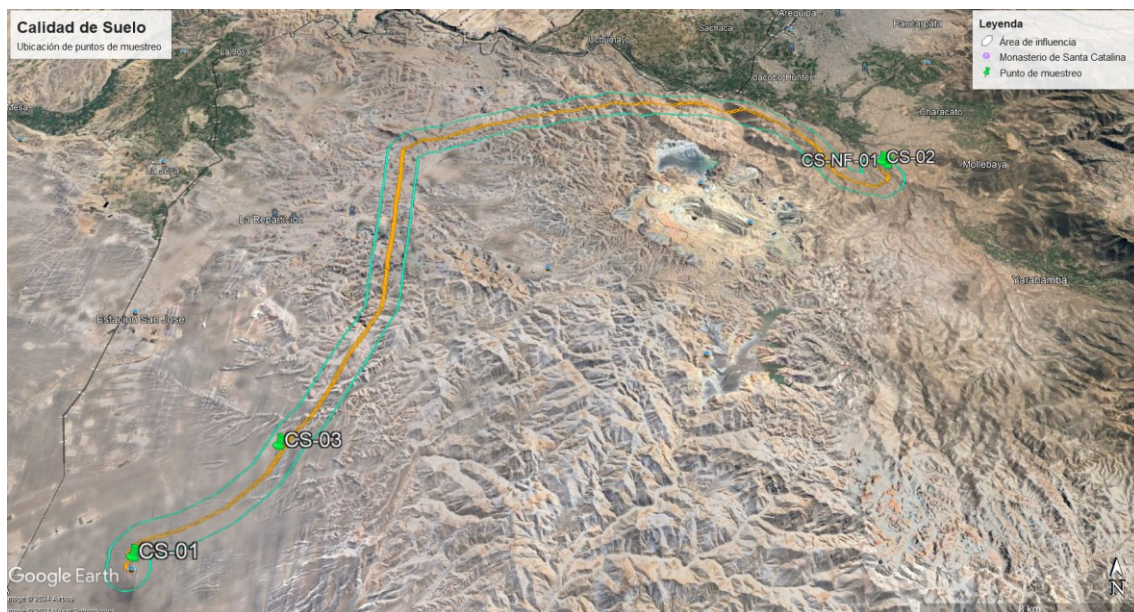
Código	Temporada	Descripción	Coordenadas UTM WGS84, Zona 19 K		Altitud (m.s.n.m)
			Este	Norte	
CS-01	Húmeda	Ubicado aprox. a 70 m al Nor-Oeste de la Subestación San José.	200278	8154322	1450
	Seca	Ubicado aprox. a 40 m al Nor-Oeste de la Subestación San Jose.	200241	8154244	
CS-02	Húmeda	Ubicado al Este de la Subestación Yarabamba, aprox. a 60 m.	231316	8173450	2335
	Seca	Ubicado aprox. a 35 m al Este de la Subestación Yarabamba.	231283	8173512	
CS-03	Ambas	Ubicado aprox. a 200 m al Este de la Torre N° 16.	205061	8158845	1622
CS-NF-01	Húmeda	Ubicado aprox. a 340 m al Sur-Este de la Subestación Yarabamba.	231527	8173229	2360
	Seca	Ubicado aprox. a 850 m Este de la Subestación Yarabamba.	232060	8173875	
CS-01		Ubicado a 27 m de distancia aproximadamente de la Línea de Transmisión, dentro del área de influencia (En la zona de tiro)	206384	8160905	1786

Fuente: FCISA, (2024).

En el **Anexo N° 4.1.2 Fichas de Identificación**, se presentan las fichas con la información registrada durante el muestreo para calidad de suelo.

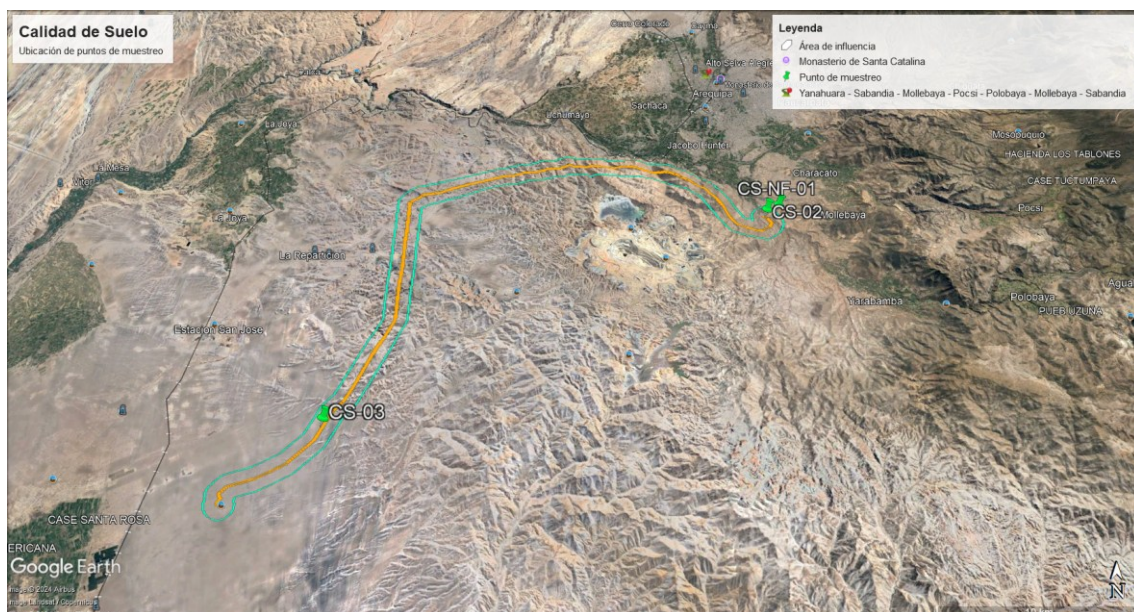
A continuación, se presenta la ubicación espacial de los puntos de muestreo de la calidad de suelo.

**Figura 4.1-11.** Ubicación espacial de los puntos de muestreo para calidad de suelo de la temporada húmeda.



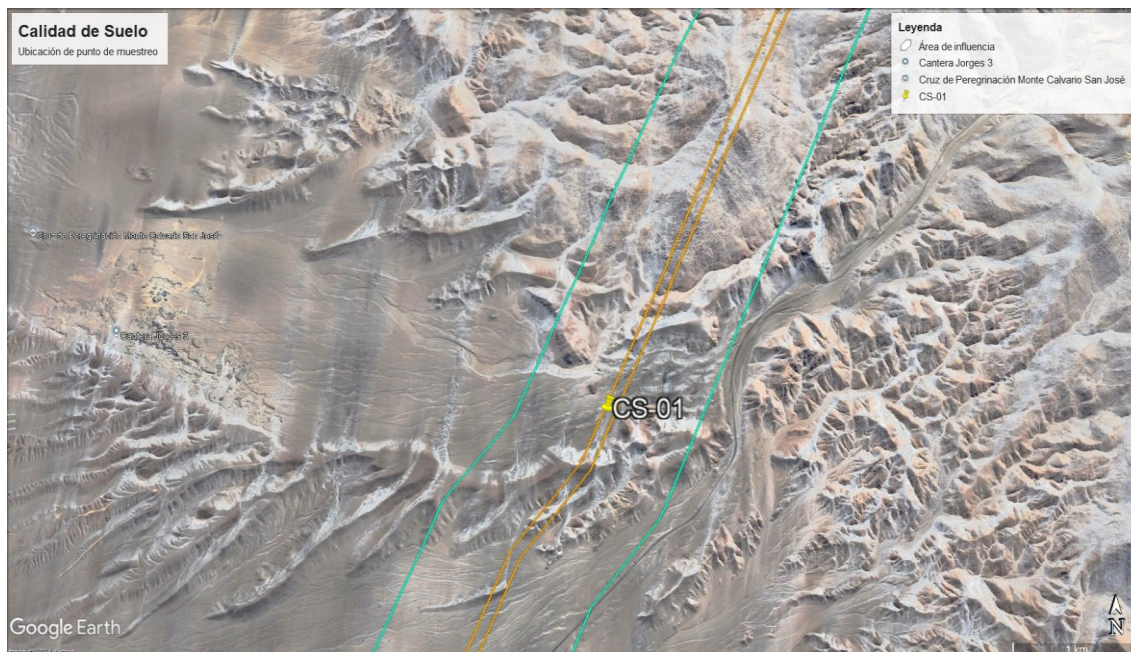
**Fuente:** Google Earth Pro, (2024).

**Figura 4.1-12.** Ubicación espacial de los puntos de muestreo para calidad de suelo de la temporada seca



**Fuente:** Google Earth Pro, (2024).

**Figura 4.1-13.** Ubicación espacial del punto de muestreo para calidad de suelo (zona de tiro)



**Fuente:** Google Earth Pro, (2024).

#### 4.1.4.5.2. Metodología

El muestreo de calidad de suelo se llevó a cabo sobre la base de los lineamientos técnicos establecidos en la “Guía para el Muestreo de Suelos”, aprobado por el Ministerio del Ambiente mediante R.M. N°085-2014-MINAM.

#### Detalles del muestreo

##### Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de muestreo:

- Se describió las características del entorno del punto de muestreo.
- Luego se anotaron las coordenadas de ubicación del punto de muestreo, en el sistema WGS 84.
- Finalmente se tomó fotografías del entorno y del punto de muestreo.

##### Acondicionamiento:

- Para las mediciones de concentraciones en mediciones de calidad de suelo se ha considerado las condiciones de variabilidad temporal.
- El lugar establecido de toma de mediciones es de acceso seguro.

### Medición de parámetros en campo y registro de información:

- Se hizo uso de un GPS, para ubicar el punto exacto de medición antes del inicio del trabajo en campo.
- Antes de iniciar el muestreo, el personal responsable de manipular los materiales de toma de muestra portó guantes descartables para evitar contaminar o alterar las muestras.
- Las concentraciones medidas han sido tomadas considerando el área potencial de interés del proyecto.
- La información recabada, ubicación y descripción del punto de muestreo se ingresan en su respectiva cadena de custodia.

### **Selección de Parámetros**

De acuerdo a la Guía para el Muestreo de Suelos (R.M. N°085-2014-MINAM), la selección de los parámetros para calidad de suelo está sujeta por el interés toxicológico que generen las actividades y procesos que se desarrollaran en el área de influencia, teniendo los siguientes:

**Tabla 4.1-28.** Justificación de selección de parámetros

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
<b>Aplicables al Proyecto</b>		
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C <sub>5</sub> a C <sub>10</sub> )	Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre cinco y diez átomos de carbono. (Guía para muestreo de suelos, 2014). Utilizada generalmente en la producción de gasolina, presente en solventes, almacenamiento y uso de productos derivados del petróleo.	Con la finalidad de conocer el estado actual del suelo en el área de intervención, se realiza la selección del parámetro para su análisis, debido a que los hidrocarburos pueden ser perjudiciales para la salud y el ambiente, a consecuencia de la mezcla de hidrocarburos variados que contiene el parámetro, las cuales podrían estar relacionadas a las actividades de construcción y abandono del proyecto, por los traslados de maquinaria, equipos, personal y posibles derrames.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (C <sub>10</sub> a C <sub>28</sub> )	Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre diez y veintiocho átomos de carbono. (Guía para muestreo de suelos, 2014). Utilizado en la producción de combustibles como diésel, aceites lubricantes, almacenamiento y uso de productos derivados del petróleo.	
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (C <sub>28</sub> a C <sub>40</sub> )	Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre veintiocho y cuarenta átomos de carbono. (Guía para muestreo de suelos, 2014). Asociada a una serie de actividades industriales como: exploración, extracción, refinación y procesamiento de petróleo, almacenamiento y uso de productos derivados del petróleo.	
Arsénico total	Coexisten en la naturaleza con los compuestos de fosfato. Están presentes en los pesticidas, extracción y fundición de oro,	Los aerogeneradores, plataformas de montaje, centro de transformación,

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
	plomo, cobre y níquel, producción de hierro. (Colin Baird y Michael Cann, 2014)	canalización de energía eléctrica, Subestación eléctrica, línea de transmisión contienen metales; en consecuencia, se realiza la selección de los metales pesados con la finalidad de conocer las concentraciones actuales del área donde se emplazará el proyecto, pudiendo ser afectados por actividades como: soldadura, implementación de estructuras, transformadores, mantenimiento, entre otros, a consecuencia del Proyecto.
Bario total	Generalmente usado en la industria de gas y petróleo para fabricar lodos de perforación; fabricación de cerámicas, veneno para insectos y ratas, sustancias que se añaden a aceites y combustibles, tratamiento de calderas, entre otras. (ATSDR)	
Cadmio total	La mayor parte del cadmio se produce de la fundición del zinc, plomo y cobre; así mismo, la quema del carbón introduce cadmio en el ambiente; el principal uso es como electrodo en las pilas nicad recargables. (Colin Baird y Michael Cann, 2014)	
Mercurio total	Parte del mercurio forma el compuesto moderadamente soluble y se encuentra firmemente unido a los sedimentos. (Colin Baird y Michael Cann, 2014)	
Plomo total	Formado por varios isótopos estables, producido originalmente de una serie de desintegraciones radioactivas. Depende del tipo de roca y del mineral de plomo o suelo del que derive el elemento. Se encuentra en la munición (Colin Baird y Michael Cann, 2014)	
Bifenilos policlorados - PCB's (Compuestos Organoclorados)	Compuestos químicos industriales. Tienen efectos adversos para la salud y el medio ambiente. Son baratos de producir y son aislantes eléctricos excelentes. Históricamente utilizados en equipos eléctricos y electrónicos, transformadores, condensadores. (Colin Baird y Michael Cann, 2014)	En la actualidad su uso es regulado en diversos países; por lo general los componentes principales del Proyecto (transformadores, condensadores, estructura de montajes) en la generación de energía eólica no contienen PCB, así como para las líneas de transmisión; sin embargo, es necesario su selección para determinar el estado actual del área del proyecto.
Tetracloroetileno	Sustancia química manufacturada usada en lavado de telas y al seco y como desgrasador de metales. (ATSDR, CAS #127-18-4)	Con la finalidad de conocer las condiciones actuales del suelo se selecciona los parámetros para su análisis y prevenir impactos relacionados a las instalaciones (edificios, sala de operación y control), aún cuando su probabilidad de que ocurra es baja.
Tricloroetileno	Se usa como solvente para eliminar la grasa de piezas metálicas y como sustancia química que se usa para fabricar otras sustancias químicas como el refrigerante HFC-134a (comúnmente usado en edificios debido a su eficiencia y seguridad) (ATSDR, CAS #79-01-6).	
No Aplicables al Proyecto		
Benzo(a) pireno	El Benzo(a)pireno perteneciente al grupo de HAPs se originan principalmente como consecuencia de las actividades agropecuarias (sobre todo por combustión de compuestos orgánicos, como ocurre durante la quema de rastrojos). La segunda contribución en importancia se corresponde	Debido a que el Proyecto a desarrollar, no tiene o no contempla como actividades la quema de materia orgánica e inorgánica, se desestima su selección.

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
	con los procesos industriales con combustión, tanto de combustibles fósiles como no fósiles (acerías, altos hornos, valorización de residuos),	
Cianuro libre	El cianuro es un compuesto químico potencialmente tóxico, ya que puede liberar ácido cianhídrico en cambio de pH del medio. El cianuro libre se refiere a la presencia de iones de cianuro y cianuros metálicos lábiles en el medio ambiente, que pueden ser determinados. (Norma ISO-14403). La generación de efluentes en las industrias, insumo de procesos de galvanoplastia, metalurgias y limpieza de metales, extracción de metales. (Tecnal)	Las actividades que se desarrollarán en el área de emplazamiento del proyecto no se ven reflejados o asociados a dichos parámetros, por lo tanto, se desestima su selección.
Cromo VI	El cromo hexavalente se utiliza en el acabado y cromado de metales, como anticorrosivos, para fabricar pigmentos, en la producción de acero inoxidable, el curtido de cueros y los conservantes de la madera. Pero también en la industria textil para teñir prendas, en tintas de impresión, fuegos artificiales, tratamiento de aguas y en la síntesis de sustancias químicas. (Ezequias Nogueira y Nasyibe Oliveros, 2019)	Las actividades a desarrollar no se ven reflejadas en el parámetro cromo VI.
Benceno	El benceno es un líquido incoloro, volátil, de olor dulce y altamente inflamable que se obtiene mediante procesos de destilación del petróleo. Se utiliza en la industria química para obtener compuestos intermedios para la fabricación de diversos productos, como plásticos, resinas, fibras sintéticas, pesticidas, medicamentos y colorantes, principalmente. ATSDR (2016).	Los hidrocarburos pertenecientes a estos parámetros no tienen relación con las actividades y componentes a desarrollar en el área del Proyecto.
Tolueno	Formado por moléculas de benceno con un átomo de hidrógeno. Utilizado en la producción de solventes, en algunas ocasiones sustituto del benceno. (Colin Baird y Michael Cann, 2014)	
Etilbenceno	Se encuentra comúnmente en la gasolina sin plomo y comúnmente se detectan en el aire en interiores. (Colin Baird y Michael Cann, 2014)	
Xileno	Son los isómeros que contienen dos grupos metilos. Utilizado en la producción de productos químicos y solventes. (Colin Baird y Michael Cann, 2014).	
Naftaleno	Esta sustancia se puede incorporar al medio ambiente a través de uso industrial, uso de la madera, uso doméstico, el tabaco o a través de combustibles fósiles. Sin duda la fuente de contaminación de naftaleno más abundante se produce por la quema de maderas y combustibles fósiles. Los vertidos de esta sustancia al suelo se deben fundamentalmente por derramamientos durante el almacenamiento o el transporte de	

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
	los combustibles fósiles. (Colin Baird y Michael Cann, 2014).	

Fuente: FCISA, (2024).

A continuación, se presenta las normas de referencia para el análisis de los parámetros evaluados para calidad de suelo:

**Tabla 4.1-29.** Norma referencial de análisis para calidad de suelo

Parámetros	Norma de referencia	Título
Bifenilos Policlorados (como congéneres, PCB totales)	EPA Method 8082 A Rev. 01.2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography
Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)	EPA METHOD 8260 D Rev.4 2018	Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC/MS)
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C <sub>5</sub> C <sub>10</sub> )	EPA METHOD 8015 C Rev. 3 2007 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance); 2021.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C <sub>10</sub> -C <sub>28</sub> )	EPA METHOD 8015 C Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C <sub>28</sub> -C <sub>40</sub> )	EPA METHOD 8015 C Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Metales Totales por ICP MS	EPA METHOD 6020 B, Rev.2, 2014 / EPA METHOD 3050 B Rev. 2, 1996. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: B, Ca, Ce, Fe, K, Li, Mg, Mo, Na, P, Si, Sn, Sr, Ti, Bi, U, Th). 2020	METALES TOTALES: Ag, Al, As, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Ti, V, Zn, Hg, B, Ca, Ce, Fe, K, Li, Mg, Mo, Na, P, Si, Sn, Sr, Ti, Bi, U, Th. Inductively coupled plasma-mass spectrometry / Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils.

Fuente: ALAB, (2024).

## Materiales de muestreo

Los materiales empleados para la toma de muestras de la calidad de suelo son de fácil manejo, limpieza y traslado, resistente al desgaste.

A continuación, se presentan los materiales empleados y sus características:

**Tabla 4.1-30.** Materiales empleados para calidad de suelo

Materiales	Descripción	Cantidad
Bolsa Ziploc	Material de almacenamiento de muestras	Glb.
Cooler's	Material donde se almacena y transporta las muestras	3
Frasco ámbar	Material de almacenamiento de vidrio con capacidad de filtrar la luz ultravioleta.	Glb.
Pico	Herramienta para recolectar muestras	2
Pala	Herramienta de uso amplio para el manejo de extracción de muestras.	2

Materiales	Descripción	Cantidad
T de muestreo	Herramienta de acero inoxidable, de estructura tubular para extracción de muestras	1

Fuente: ALAB, (2024).

#### 4.1.4.5.3. Parámetros y Estándares de Calidad Ambiental

Como referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental; la normativa asociada al tema de calidad de suelo se rige por el D.S. N° 011-2017-MINAM, donde se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, tomándose de aplicación el Uso de Suelo Comercial, suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados, así como la aptitud para el crecimiento de cultivos y desarrollo de la ganadería; esto en relación a que el área del Proyecto a desarrollar se encuentra clasificado como Tierras de Protección y de calidad agrológica baja, en relación al Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, establecido por el D.S. N° 005-2022-MIDAGRI; y clasificado como Zona apta para pasto, agrológica baja y apta para cultivos limpios, de acuerdo a la Zonificación Económica y Ecológica de Piura aprobada a través de Ordenanza Regional N°261-2013-GRP-CR y opinión favorable del MINAM con Oficio N°05-2013-MINAM/VMDERN-DGOT. Por ende, se considera la aplicación del Uso de Suelo Comercial, debido a la rigurosidad en su aplicación al comparar con estos valores.

En la siguiente tabla se presentan los estándares de comparación para calidad de suelo:

**Tabla 4.1-31.** Estándares para calidad de suelo

Parámetro	Unidad	Uso de suelo
		Comercial / Industrial / Extractivo
Hidrocarburos Aromáticos Volátiles		
Benceno	mg/Kg	0,03
Tolueno	mg/Kg	0,37
Etilbenceno	mg/Kg	0,082
Xilenos	mg/Kg	11
Hidrocarburos Poliaromáticos		
Naftaleno	mg/Kg	22
Benzo(a)pireno	mg/Kg	0,7
Hidrocarburos de Petróleo		
Fracción de hidrocarburos F <sub>1</sub> (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> )	mg/Kg	500
Fracción de hidrocarburos F <sub>2</sub> (>C <sub>10</sub> -C <sub>28</sub> )	mg/Kg	5000
Fracción de hidrocarburos F <sub>3</sub> (>C <sub>28</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/Kg	6000
Compuestos Organoclorados		
Bifenilos policlorados - PCB	mg/Kg	33
Tetracloroetileno	mg/Kg	0,5
Tricloroetileno	mg/Kg	0,01
Inorgánicos		

Parámetro	Unidad	Uso de suelo
		Comercial / Industrial / Extractivo
Arsénico	mg/Kg	140
Bario total	mg/Kg	2000
Cadmio	mg/Kg	22
Cromo total	mg/Kg	1000
Cromo VI	mg/Kg	1,4
Mercurio	mg/Kg	24
Plomo	mg/Kg	800
Cianuro Libre	mg/Kg	8

**Fuente:** D.S. N° 011-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

#### 4.1.4.5.4. Resultados e Interpretación

##### Marzo 2024

La toma de muestras de calidad de suelo se realizó el 26 de marzo 2024. En las siguientes tablas se muestran las concentraciones obtenidas de los parámetros evaluados.

**Tabla 4.1-32.** Resultados de las muestras de calidad de suelo (marzo 2024)

Parámetro	Unidad	CS-01	CS-02	CS-03	CS-NF-01	ECA
<b>HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO</b>						
Fracción de hidrocarburos F <sub>1</sub> (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> )	mg/Kg	<2,000	<2,000	<2,000	-	500
Fracción de hidrocarburos F <sub>2</sub> (>C <sub>10</sub> -C <sub>28</sub> )	mg/Kg	<10,000	<10,000	<10,000	-	5000
Fracción de hidrocarburos F <sub>3</sub> (>C <sub>28</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/Kg	<10,000	<10,000	<10,000	-	6000
<b>COMPUESTOS ORGANOCOLORADOS</b>						
Bifenilos policlorados - PCB	mg/Kg	<0,00347	<0,00347	<0,00347	-	33
<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)</b>						
Tetracloroetileno	mg/Kg	<0,0098	<0,0098	<0,0098	-	0,5
Tricloroetileno	mg/Kg	<0,0097	<0,0097	<0,0097	-	0,01
<b>INORGÁNICOS</b>						
Arsénico	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	140
Bario total	mg/Kg	48,39	101,31	97,78	112,12	2000
Cadmio	mg/Kg	<0,020	<0,020	<0,020	0,209	22
Cromo total	mg/Kg	0,61	1,30	0,74	5,02	1000
Mercurio	mg/Kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	24
Plomo	mg/Kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	800

**Fuente:** ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-7944.

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

El símbolo "<" significa menor al Límite de Cuantificación del Método (L.C.M.).

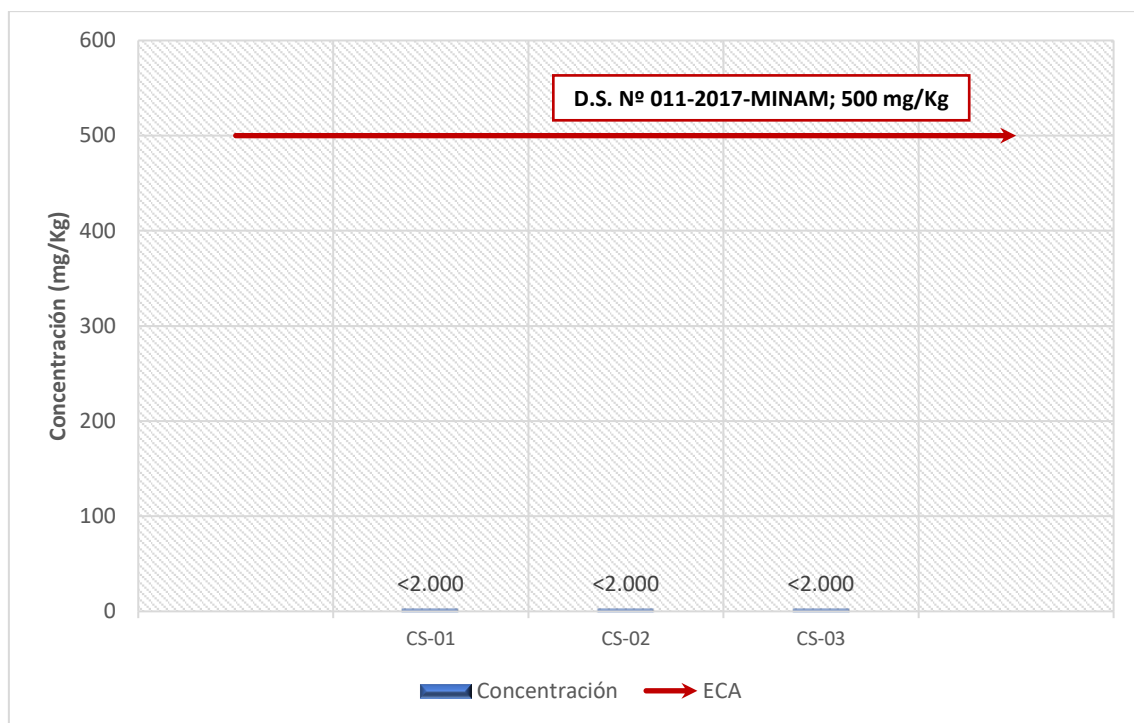
En el **Anexo N° 4.1.2** se presentan los Informes de ensayo conteniendo los resultados de las muestras de Suelo emitidos por el laboratorio acreditado.

### Hidrocarburos de petróleo:

Compuestos formados por hidrocarburos que en su mayoría sólidos oleosos o líquidos sumamente viscosos. No sólo impacta en la capa superficial del suelo, sino también corren el riesgo de ser movilizados hasta aguas subterráneas o pueden llegar a ser trasladados por escorrentía.

En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de las muestras en comparación con el ECA-Suelo:

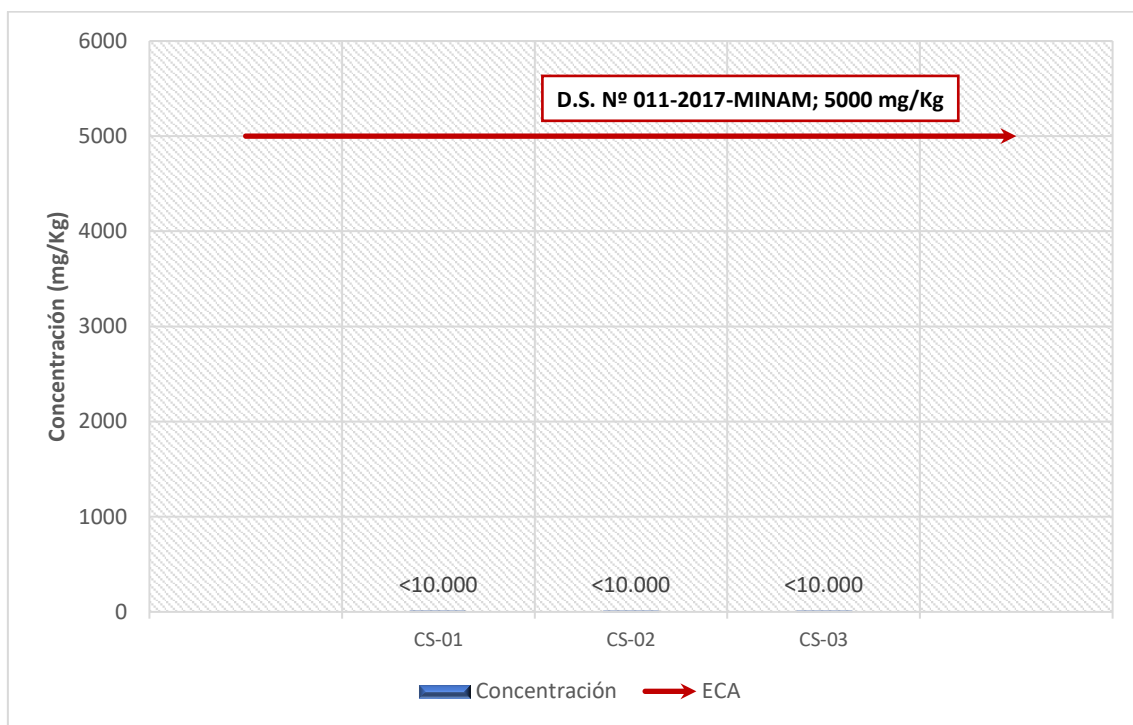
**Figura 4.1-14.** Concentración del parámetro F<sub>1</sub> (C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>)



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-15.** Concentración del parámetro F<sub>2</sub> (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>)

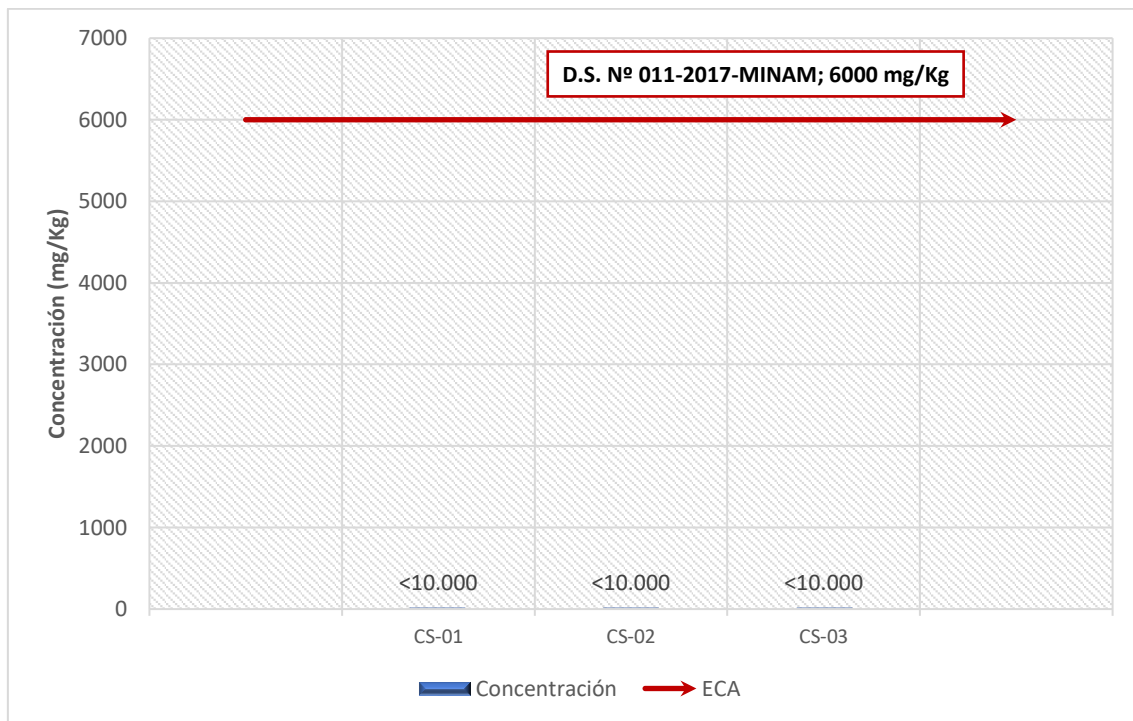


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-16.** Concentración del parámetro F<sub>3</sub> (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>)

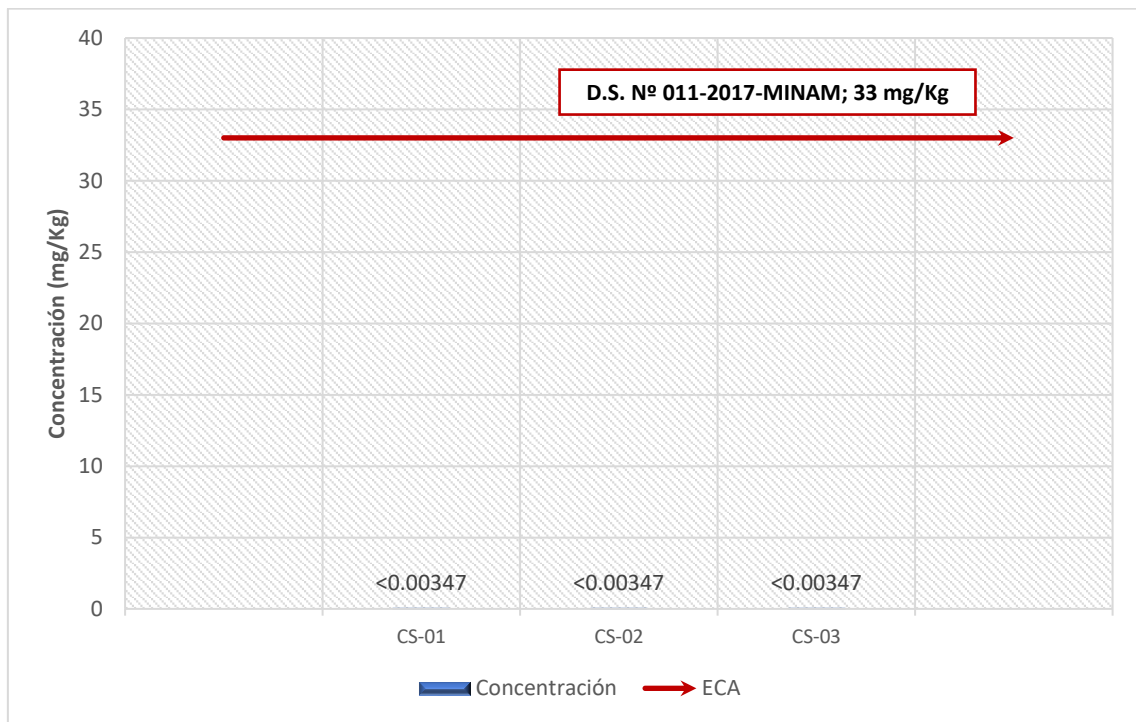


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-17.** Concentración del parámetro PCBs

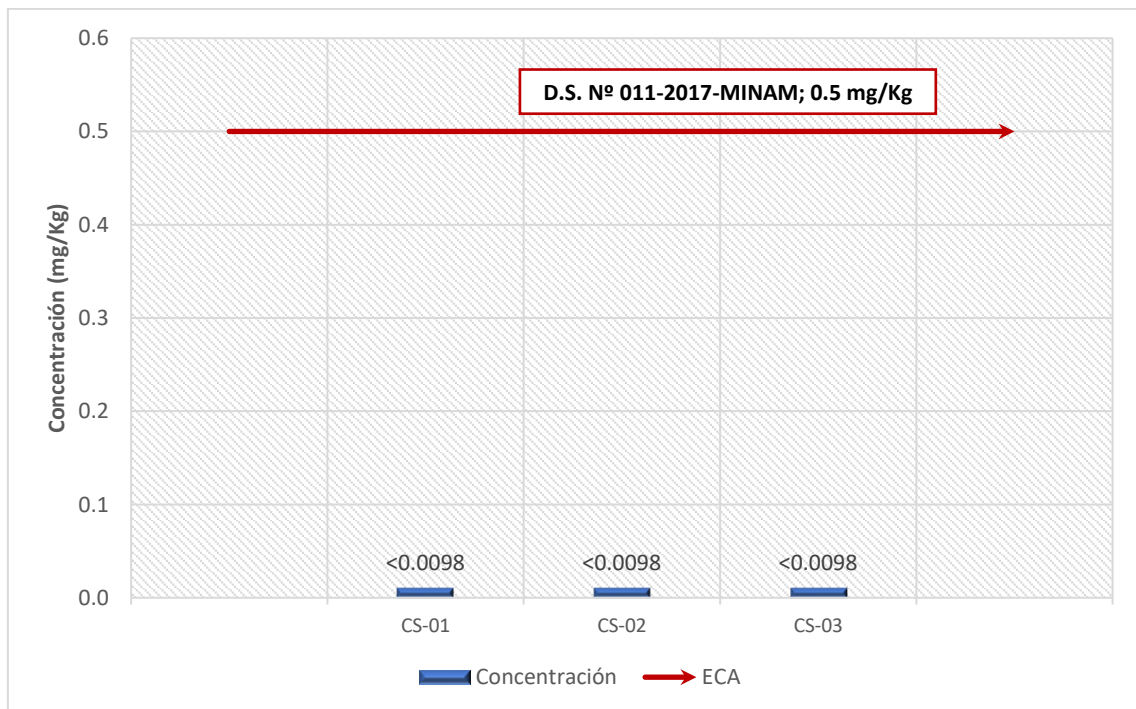


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-18.** Concentración del parámetro Tetracloroetileno

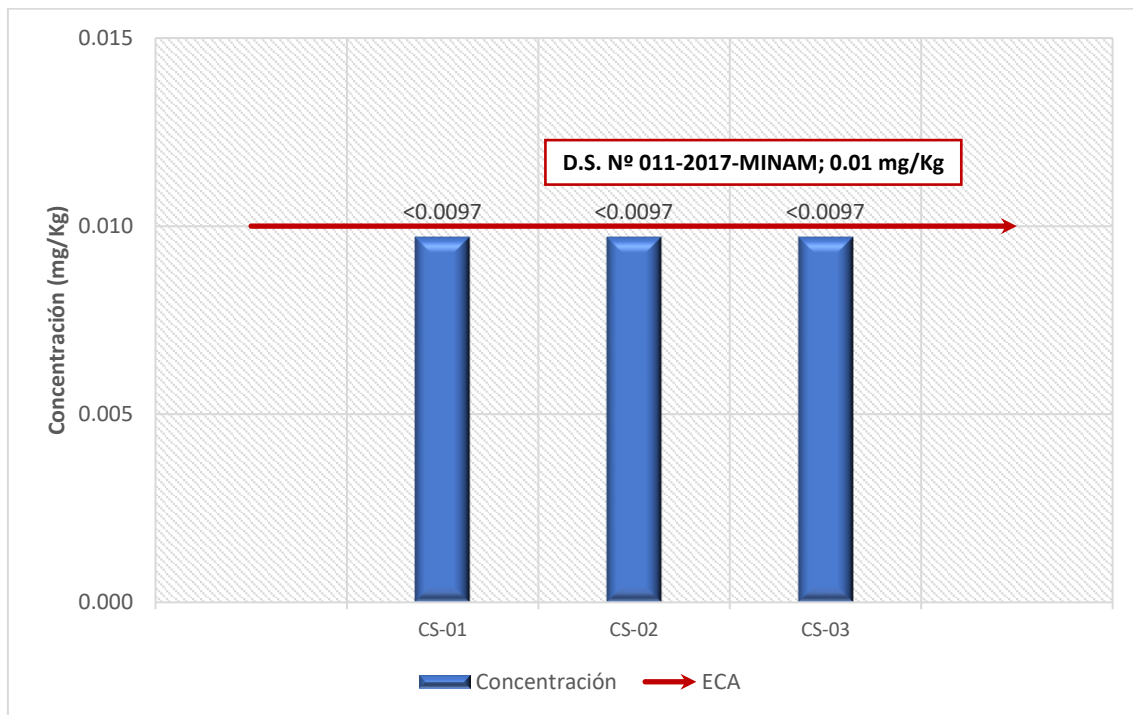


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

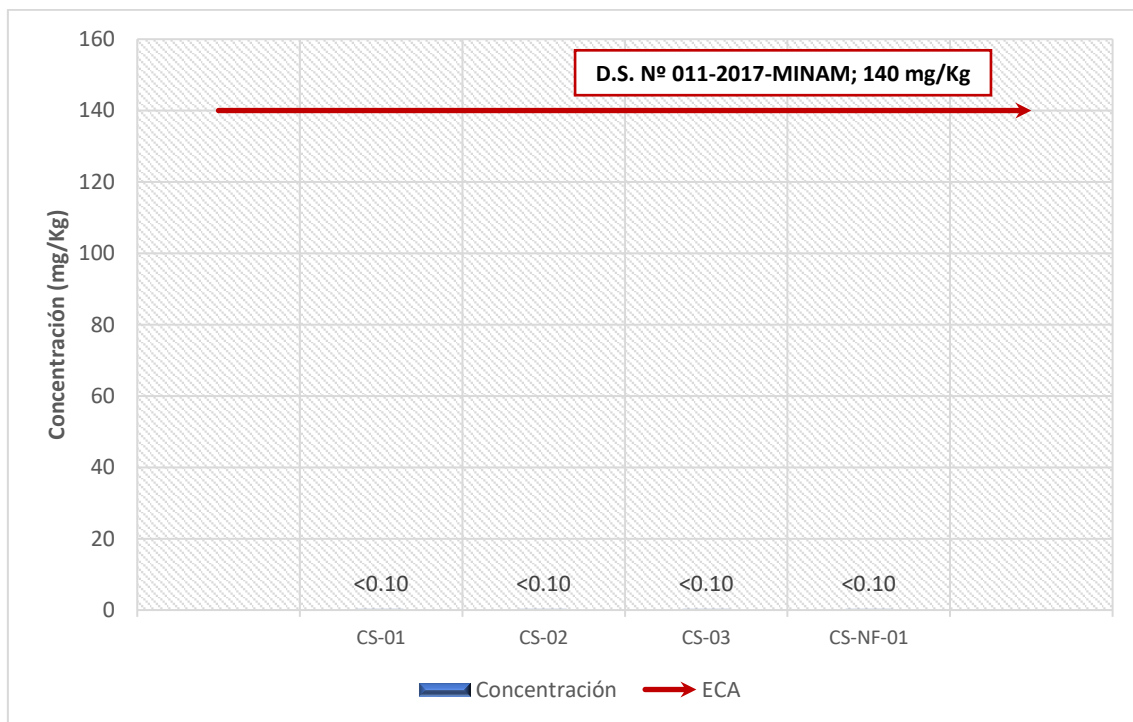
**Figura 4.1-19.** Concentración del parámetro Tricloroetileno



*Elaborado por:* FCISA, (2024)

*ECA:* D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

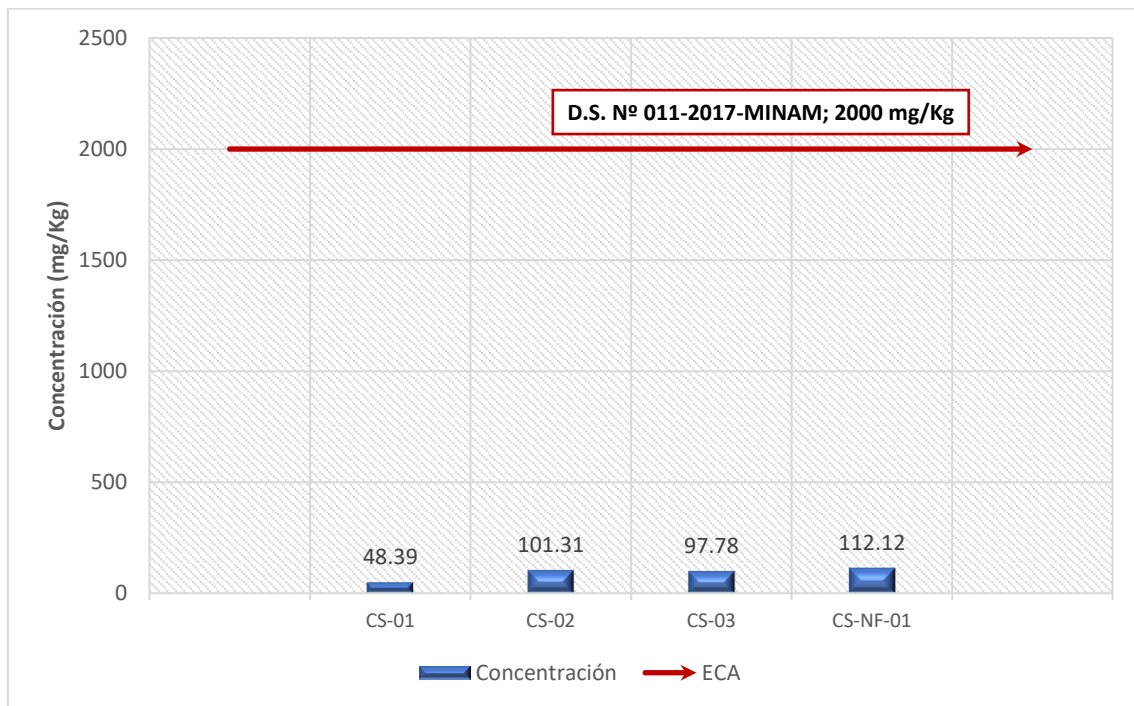
**Figura 4.1-20.** Concentración del parámetro Arsénico



*Elaborado por:* FCISA, (2024)

*ECA:* D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-21.** Concentración del parámetro Bario

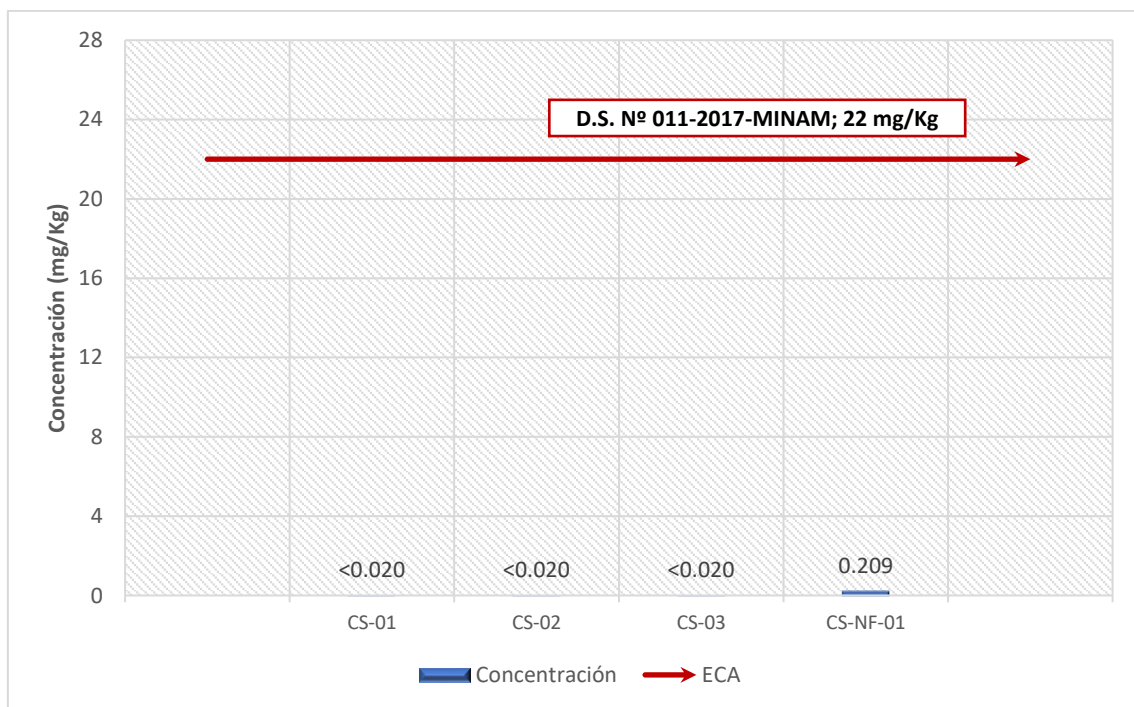


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-22.** Concentración del parámetro Cadmio

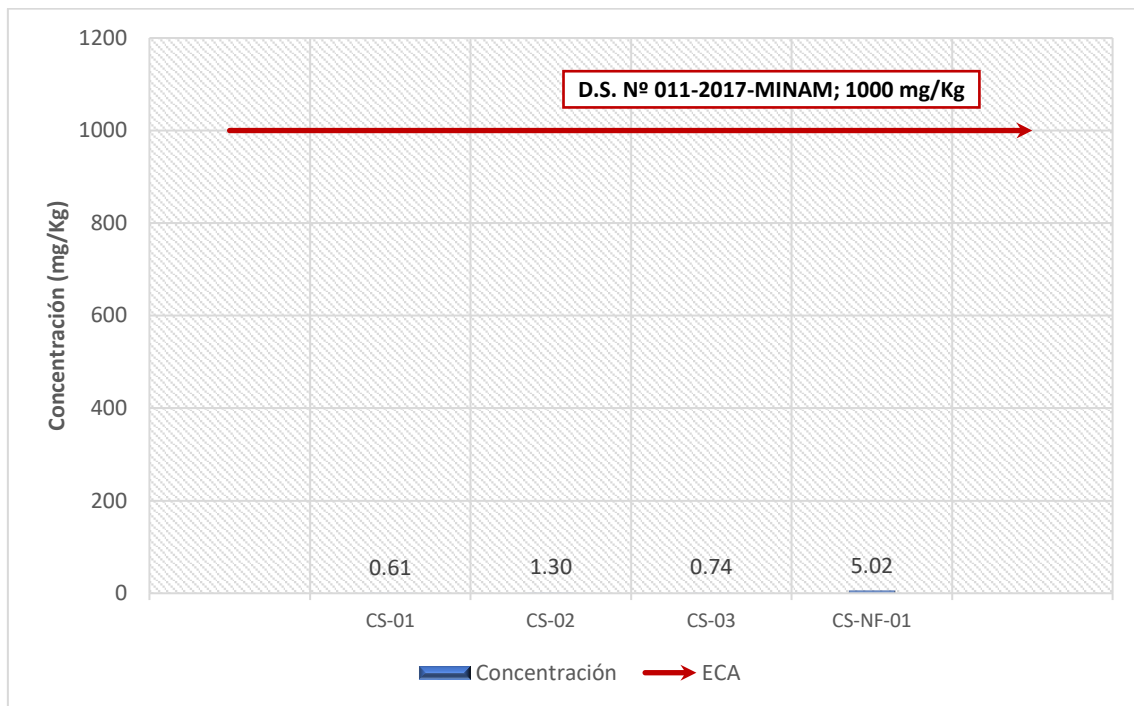


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-23.** Concentración del parámetro Cromo.

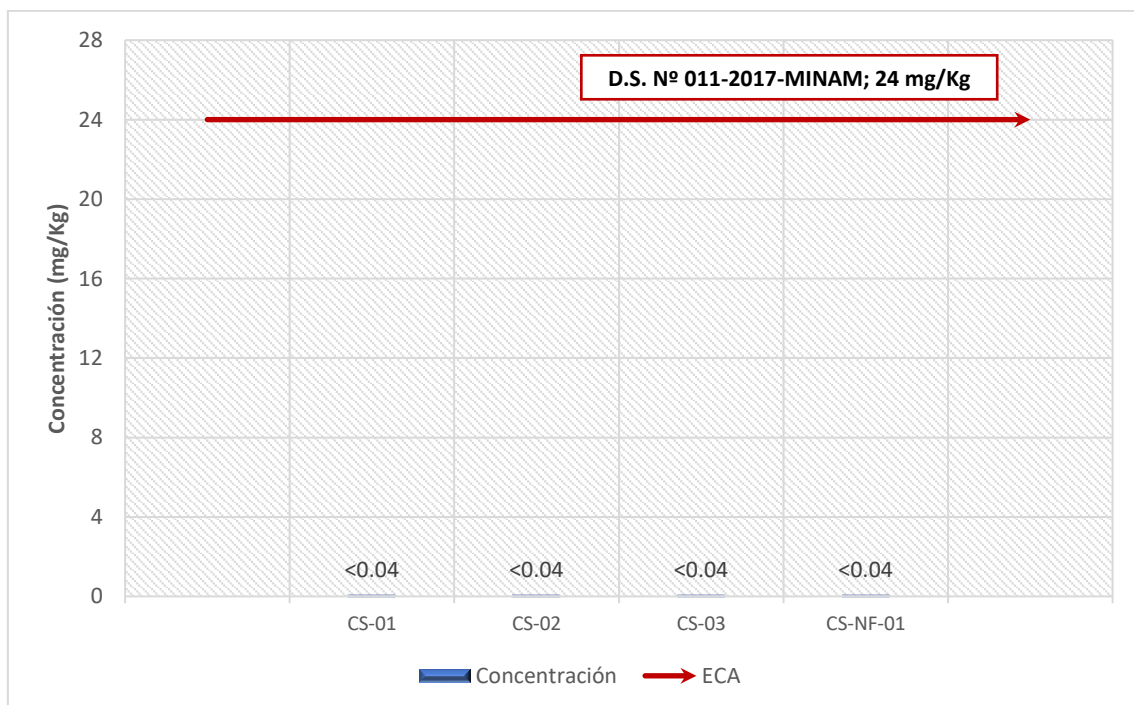


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-24.** Concentración del parámetro Mercurio.

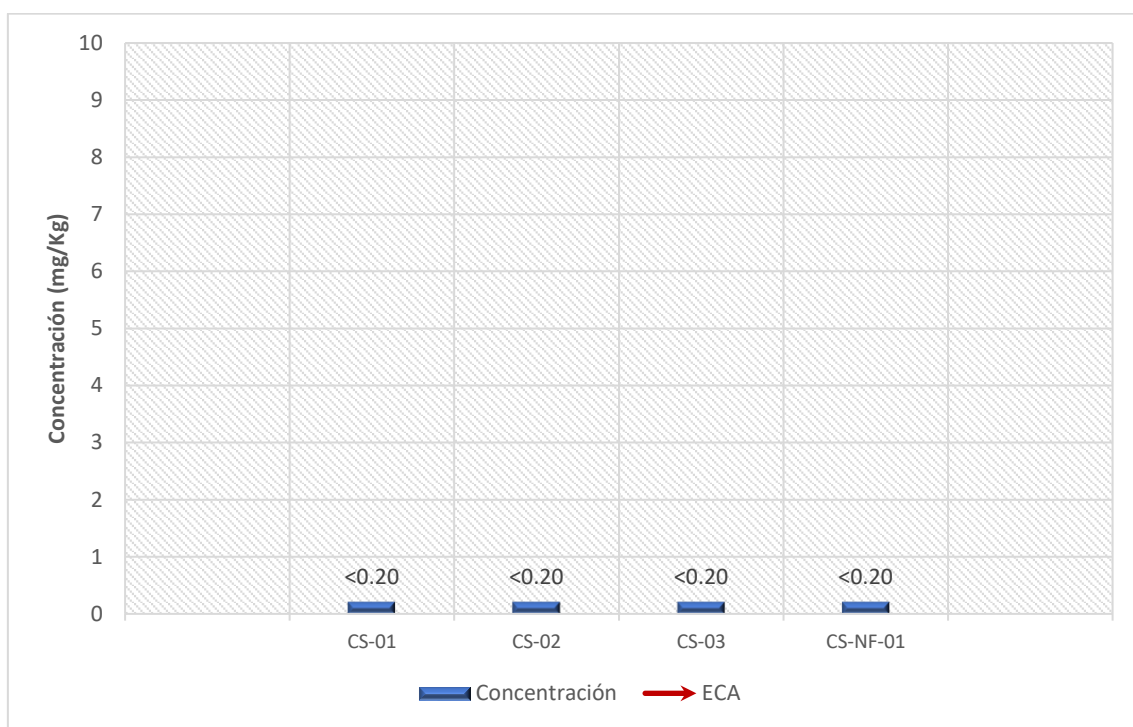


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

Figura 4.1-25. Concentración del parámetro Plomo.



Elaborado por: FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

### Interpretación

A continuación, se realiza la interpretación de las concentraciones reportadas para los parámetros analizados comparados con los valores establecido en los Estándares de Calidad Ambiental de Suelo para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo:

- **Fracción de hidrocarburos  $F_1$  ( $C_6$ - $C_{10}$ ):** La fracción de hidrocarburos  $F_1$  en el suelo generalmente se refiere a la clasificación de hidrocarburos según su peso molecular y volatilidad. La fracción  $F_1$  típicamente incluye hidrocarburos más ligeros y volátiles, como los alcanos de cadena corta. Estos hidrocarburos son más propensos a evaporarse y moverse a través del suelo y, en algunos casos, pueden ser más tóxicos para los organismos vivos. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Fracción de hidrocarburos  $F_2$  ( $>C_{10}$ - $C_{28}$ ):** La fracción de hidrocarburos  $F_2$ , también conocida como fracción media, se refiere a una mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen más de diez y hasta veintiocho átomos de carbono.

Esta fracción se utiliza para evaluar la contaminación del suelo con hidrocarburos y la eficiencia de su remoción. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).

- **Fracción de hidrocarburos  $F_3$  ( $>C_{28}-C_{40}$ ):** La presencia de la fracción de hidrocarburos  $F_3$  en el suelo puede indicar contaminación, y su evaluación es importante para determinar el grado de afectación y para el desarrollo de estrategias de remediación. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **PCB's:** Los Bifenilos Policlorados (PCB's, por sus siglas en inglés). Su presencia de PCB's en el suelo generalmente se debe a la liberación de estos compuestos como resultado de actividades humanas pasadas, como la fabricación y el uso de productos que contenían PCB's, o la eliminación incorrecta de desechos que contenían estos compuestos. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Tetracloroetileno:** Su presencia en el suelo puede ocurrir como resultado de vertidos accidentales, fugas en sistemas de almacenamiento o eliminación inadecuada de residuos industriales. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Tricloroetileno:** La presencia de tricloroetileno en el suelo puede ser resultado de vertidos accidentales, fugas en sistemas de almacenamiento, eliminación inadecuada de residuos industriales o liberación durante procesos de producción. Las concentraciones reportadas en todos los puntos de muestreo se

evidencian que cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM, al obtener resultados menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio.

- **Arsénico:** Es importante señalar que, en general, las líneas de transmisión eléctrica no deberían ser una fuente directa de arsénico. Sin embargo, hay situaciones en las que la presencia de arsénico cerca de estas instalaciones puede estar relacionada con otras actividades o factores ambientales. De las concentraciones reportadas, en todos los puntos de muestreo **CS-01, CS-02, CS-03, CS-04, CS-05, CS-NF-01 y CS-NF-02** registran concentraciones menores al límite de cuantificación del método de análisis, interpretándose que existe una ausencia o concentraciones irrelevantes de este metal en el suelo del área de interés; por lo tanto, cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.
- **Bario total:** Puede estar presente en el suelo debido al uso de ciertos fertilizantes o prácticas agrícolas. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo **CS-01, CS-02, CS-03 y CS-NF-01** cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.
- **Cadmio:** El cadmio puede entrar al suelo a través de la aplicación de fertilizantes fosfatados que contienen cadmio o mediante el uso de lodos de depuradora como enmiendas del suelo. Es importante señalar que la presencia de cadmio en el suelo es una preocupación significativa debido a su toxicidad para los seres humanos y los organismos vivos. El cadmio puede acumularse en los tejidos de plantas y animales, y su ingestión a través de alimentos cultivados en suelos contaminados puede representar riesgos para la salud. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM):
- **Cromo:** El cromo puede estar presente de forma natural en la corteza terrestre, así como puede liberarse de erupciones volcánicas o proceder de la disolución

de minerales que contengan este metal. Además, puede proceder de procesos industriales como la minería e industria, disposición inadecuada de residuos peligrosos, a través del uso de fertilizantes inorgánicos y pesticidas en la agricultura. La contaminación por cromo puede afectar la calidad del suelo y su capacidad para sustentar la vida vegetal, además de representar un riesgo para la salud humana a través de la cadena alimentaria. De las muestras obtenidas se evidencia que en todos los puntos de muestreo **CS-01, CS-02, CS-03 y CS-NF-01** cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM

- **Mercurio:** La presencia de mercurio en el suelo puede tener diversas fuentes, tanto naturales como antropogénicas. Algunos pesticidas y productos químicos utilizados en la agricultura pueden contener mercurio, contribuyendo a la presencia de este metal en el suelo. De las concentraciones obtenidas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo se registran valores menores al límite de cuantificación del método utilizado para el análisis del laboratorio; por lo tanto, se infiere que cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.
- **Plomo:** La exposición al plomo puede afectar el desarrollo cognitivo y tener otros efectos adversos para la salud. La eliminación inadecuada de desechos, especialmente aquellos que contienen productos electrónicos y baterías, puede ser una fuente de contaminación de plomo en el suelo. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).

### **Julio 2024**

La toma de muestras de calidad de suelo se realizó el 26 y 27 de julio 2024. En las siguientes tablas se muestran las concentraciones obtenidas de los parámetros evaluados.

**Tabla 4.1-33.** Resultados de las muestras de calidad de suelo (julio 2024)

Parámetro	Unidad	CS-01	CS-02	CS-03	CS-NF-01	ECA
<b>HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO</b>						
Fracción de hidrocarburos F <sub>1</sub> (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> )	mg/Kg	<2,000	<2,000	<2,000	-	<b>500</b>
Fracción de hidrocarburos F <sub>2</sub> (>C <sub>10</sub> -C <sub>28</sub> )	mg/Kg	<10,000	<10,000	<10,000	-	<b>5000</b>
Fracción de hidrocarburos F <sub>3</sub> (>C <sub>28</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/Kg	<10,000	<10,000	<10,000	-	<b>6000</b>
<b>COMPUESTOS ORGANOCLORADOS</b>						
PCB	mg/Kg	<0,00347	<0,00347	<0,00347	-	<b>33</b>
<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV's)</b>						
Tetracloroetileno	mg/Kg	<0,0098	<0,0098	<0,0098	-	<b>0,5</b>
Tricloroetileno	mg/Kg	<0,0097	<0,0097	<0,0097	-	<b>0,01</b>
<b>INORGÁNICOS</b>						
Arsénico	mg/Kg	1,99	1,09	2,31	3,55	<b>140</b>
Bario total	mg/Kg	47,00	173,71	72,36	137,10	<b>2000</b>
Cadmio	mg/Kg	0,815	3,462	0,537	1,565	<b>22</b>
Cromo total	mg/Kg	2,07	1,84	1,74	7,74	<b>1000</b>
Mercurio	mg/Kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<b>24</b>
Plomo	mg/Kg	3,82	2,82	3,28	11,42	<b>800</b>

**Fuente:** ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-21334.

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

El símbolo "<" significa menor al Límite de Cuantificación del Método (L.C.M.).

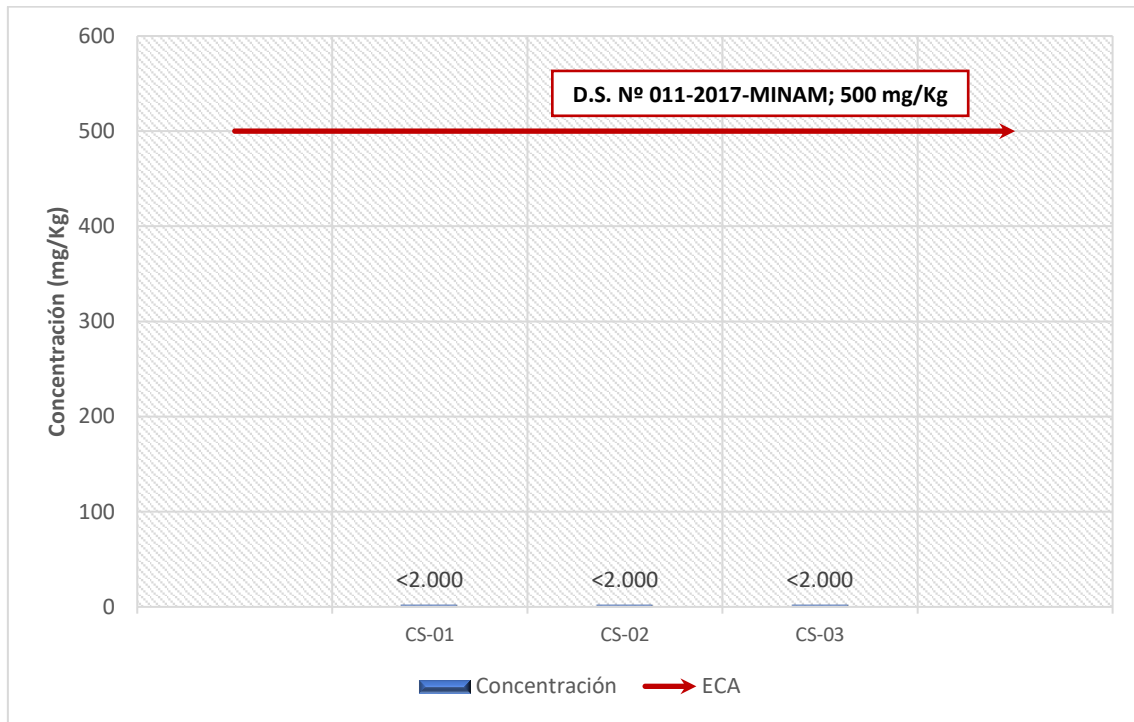
En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los Informes de ensayo conteniendo los resultados de las muestras de Suelo emitidos por el laboratorio acreditado.

### Hidrocarburos de petróleo:

Compuestos formados por hidrocarburos que en su mayoría sólidos oleosos o líquidos sumamente viscosos. No sólo impacta en la capa superficial del suelo, sino también corren el riesgo de ser movilizados hasta aguas subterráneas o pueden llegar a ser trasladados por escorrentía.

En las siguientes figuras, se observa el comportamiento de las muestras en comparación con el ECA-Suelo:

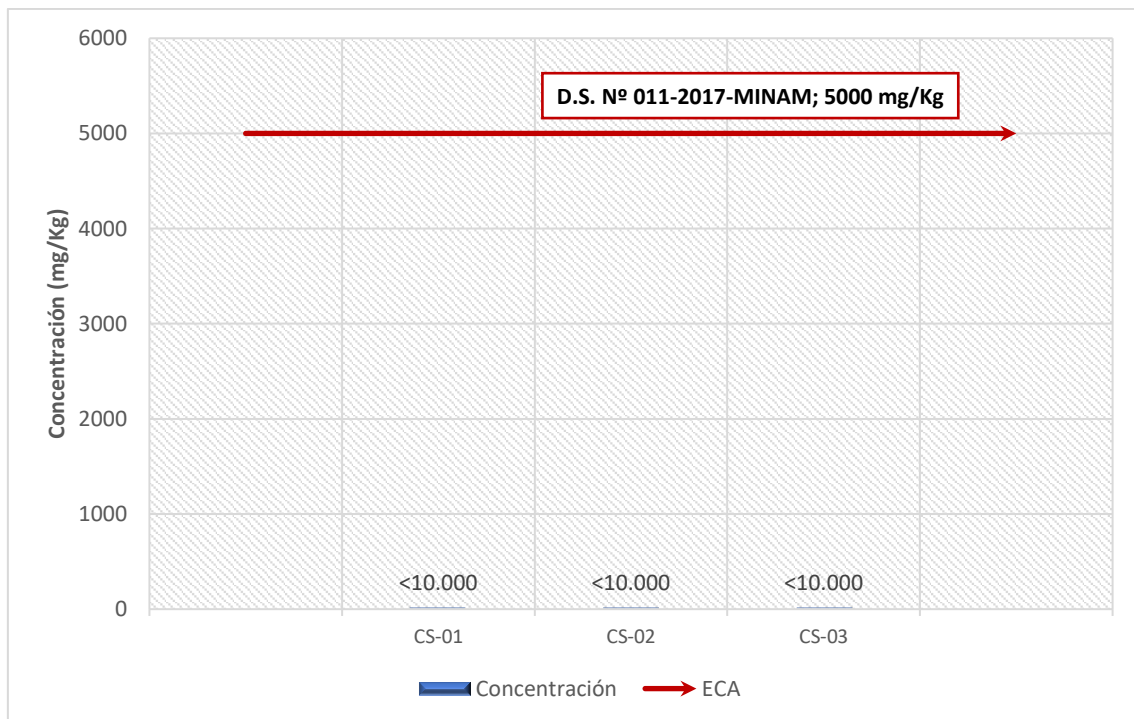
**Figura 4.1-26.** Concentración del parámetro F<sub>1</sub> (C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>)



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

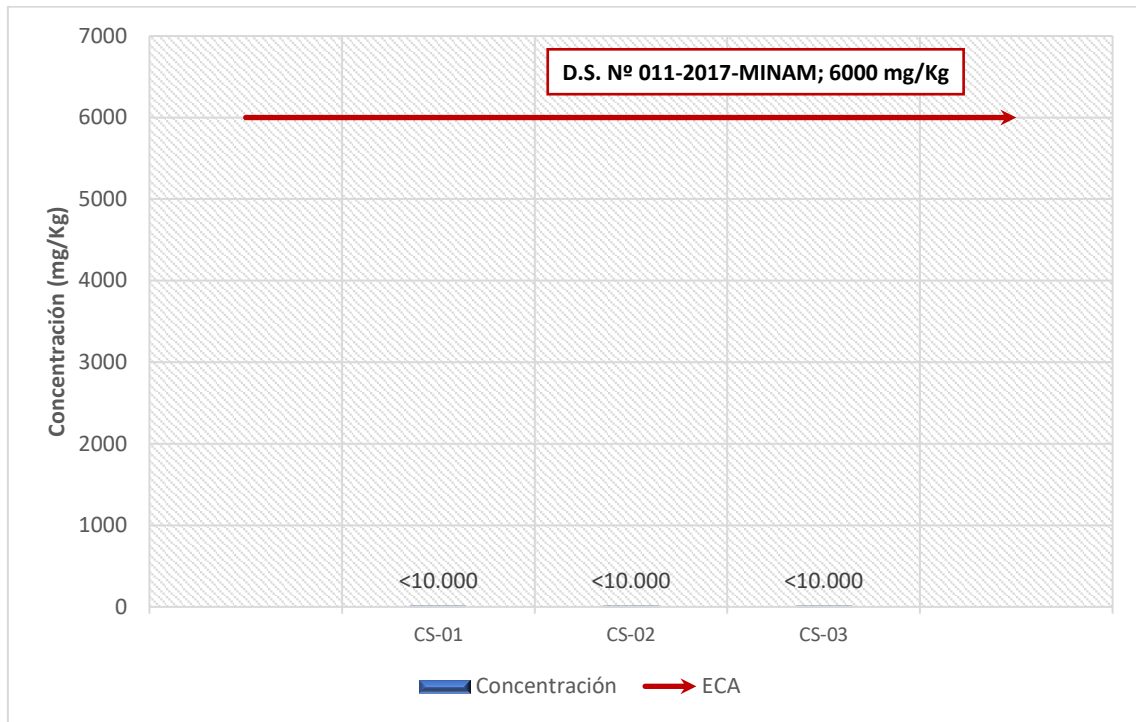
**Figura 4.1-27.** Concentración del parámetro F<sub>2</sub> (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>)



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-28.** Concentración del parámetro F<sub>3</sub> (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>)

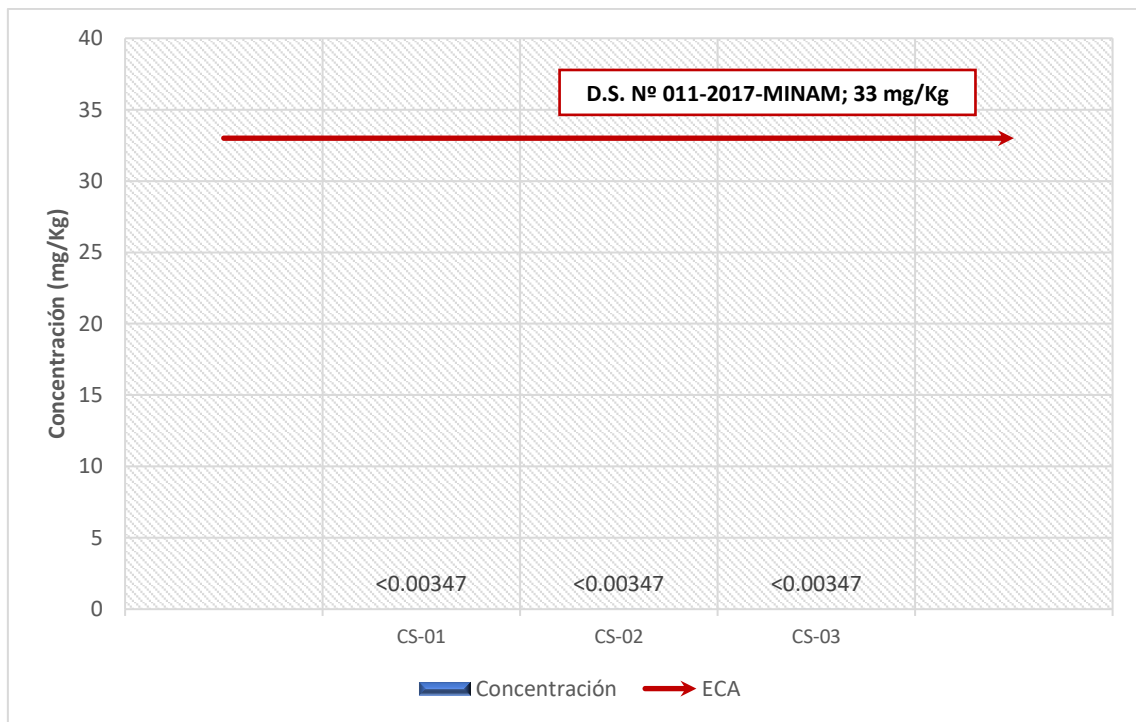


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-29.** Concentración del parámetro PCBs

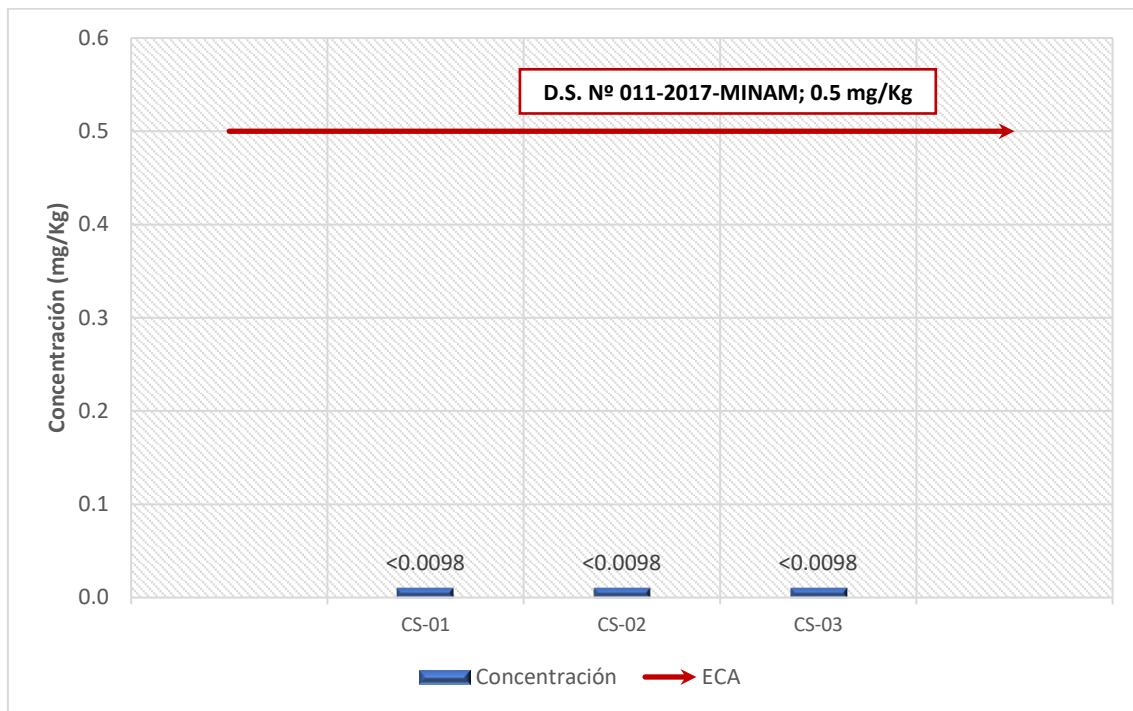


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

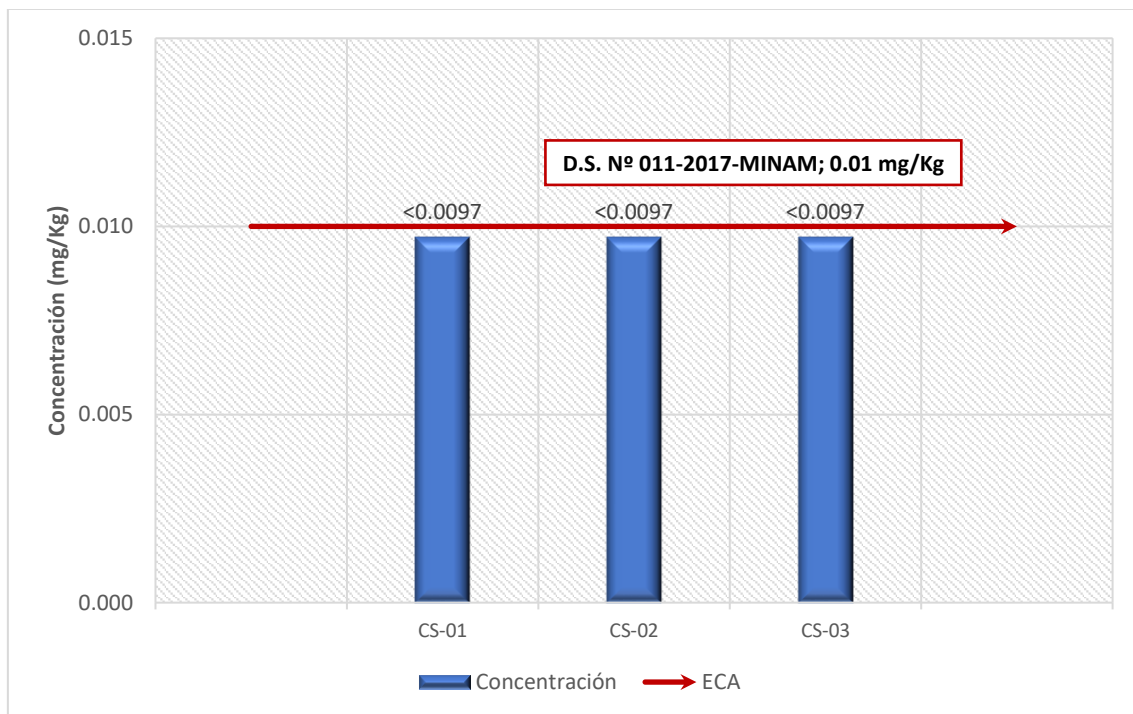
**Figura 4.1-30.** Concentración del parámetro Tetracloroetileno



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

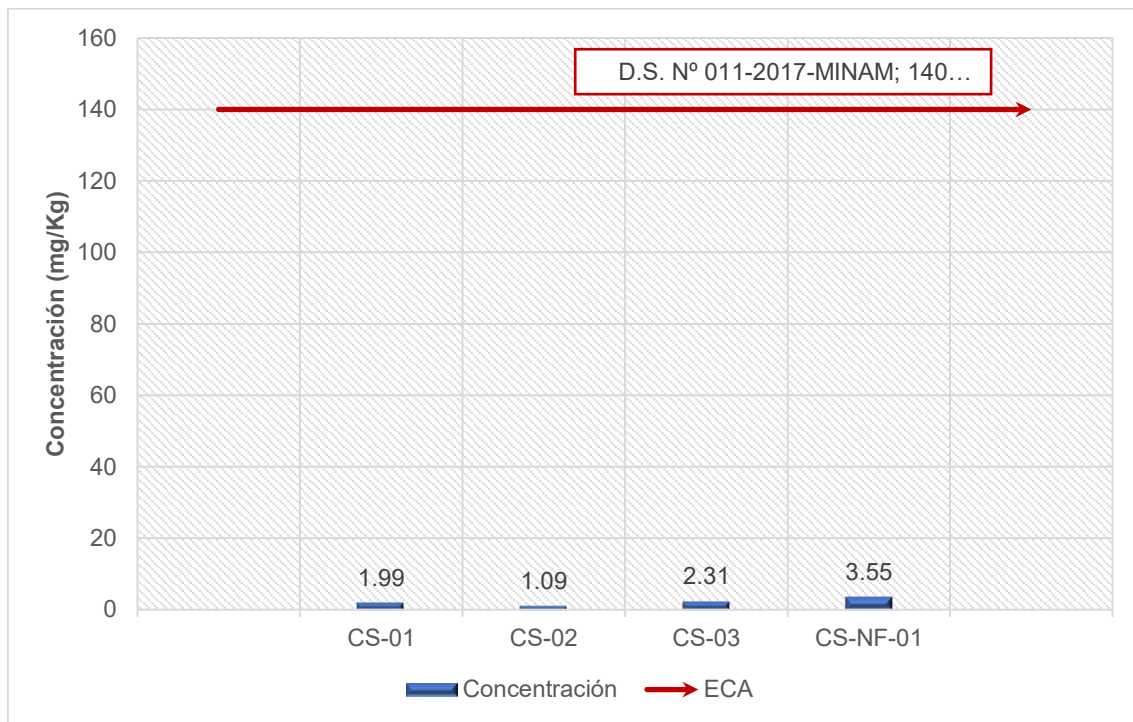
**Figura 4.1-31.** Concentración del parámetro Tricloroetileno



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-32.** Concentración del parámetro Arsénico

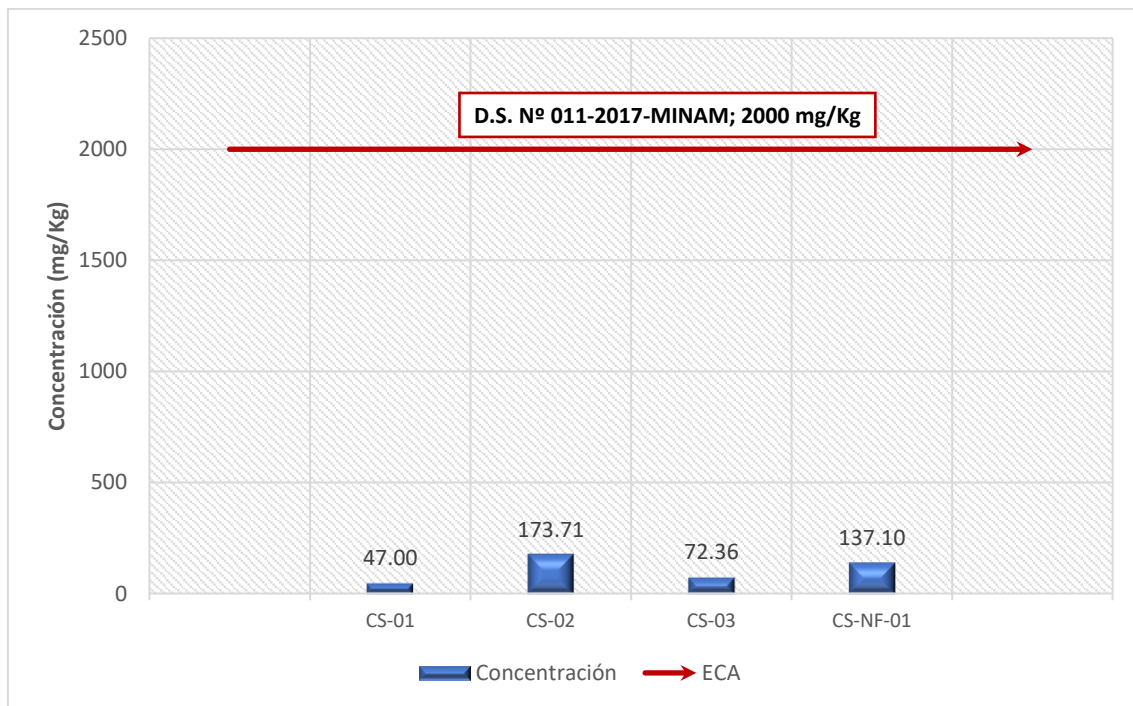


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-33.** Concentración del parámetro Bario

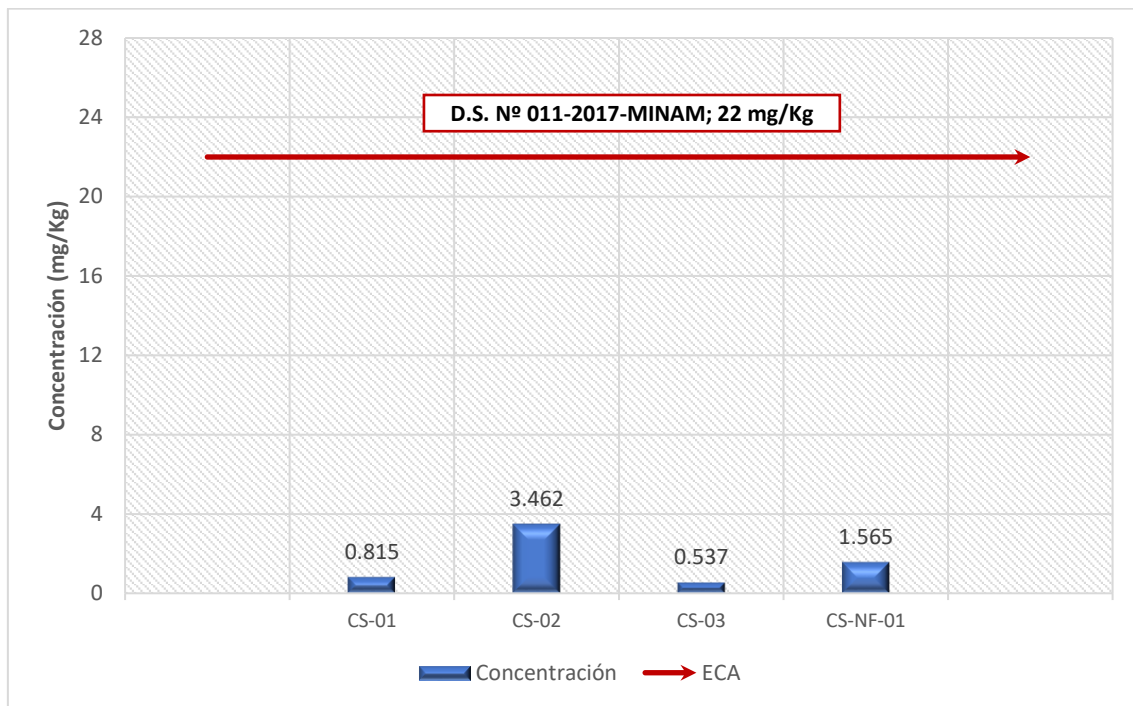


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-34.** Concentración del parámetro Cadmio

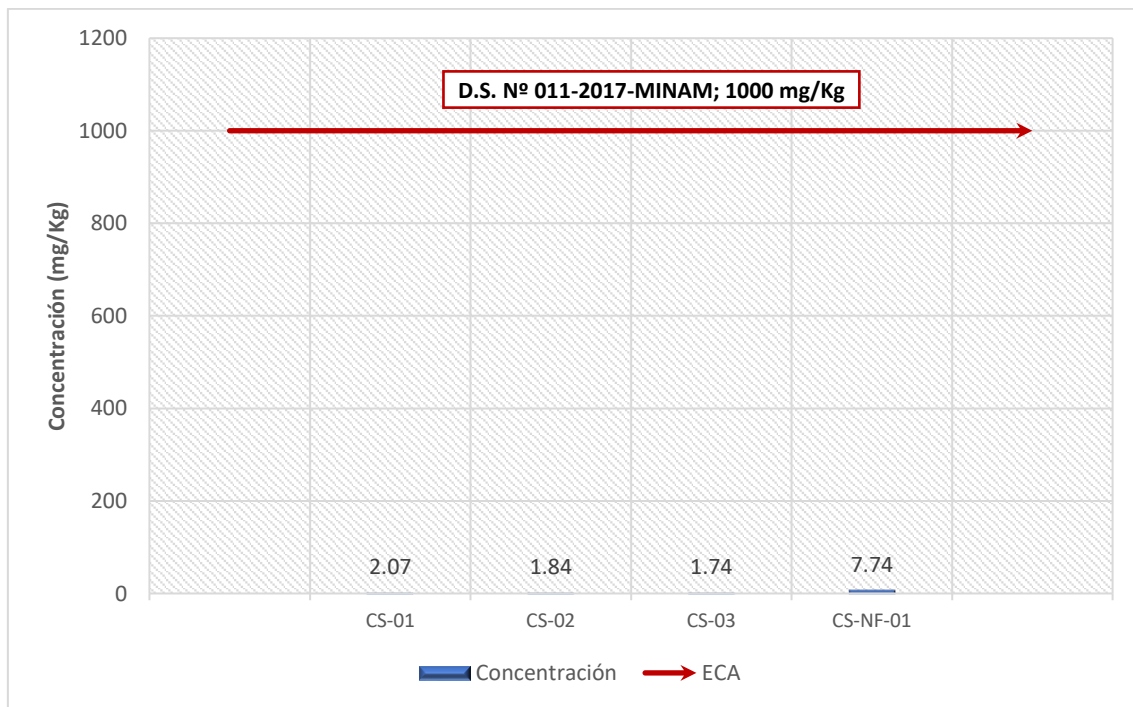


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-35.** Concentración del parámetro Cromo.

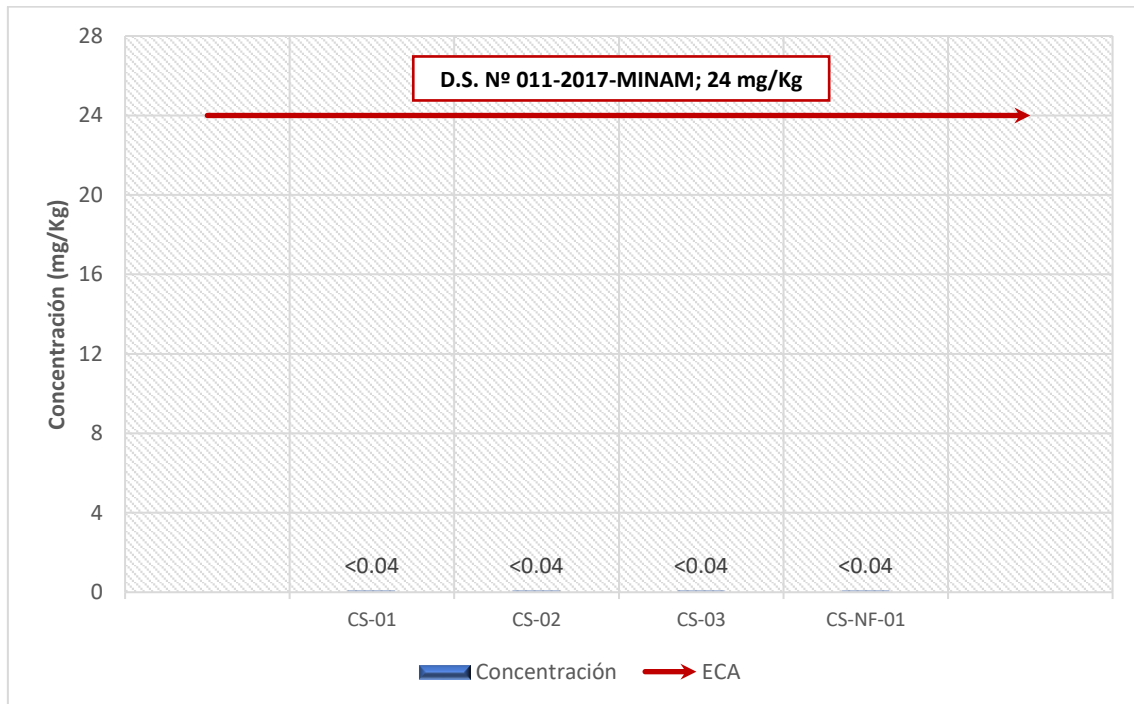


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-36.** Concentración del parámetro Mercurio.

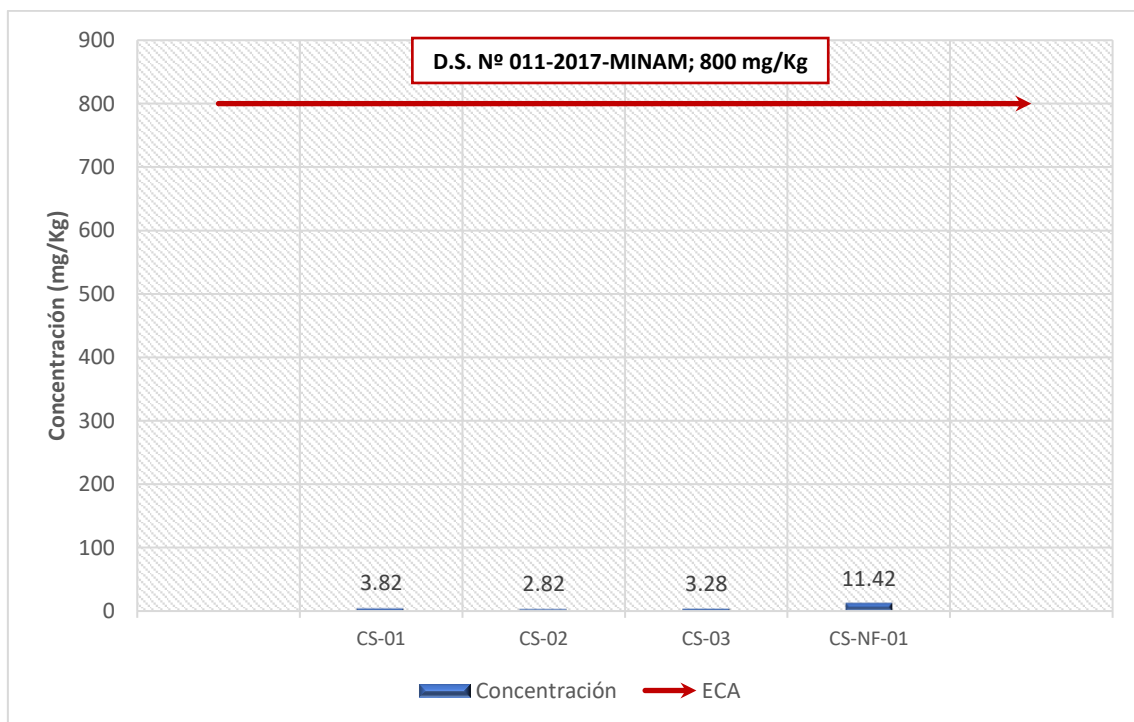


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-37.** Concentración del parámetro Plomo.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

## Interpretación

A continuación, se realiza la interpretación de las concentraciones reportadas para los parámetros analizados comparados con los valores establecido en los Estándares de Calidad Ambiental de Suelo para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo:

- **Fracción de hidrocarburos  $F_1$  ( $C_6$ - $C_{10}$ ):** La fracción de hidrocarburos  $F_1$  en el suelo generalmente se refiere a la clasificación de hidrocarburos según su peso molecular y volatilidad. La fracción  $F_1$  típicamente incluye hidrocarburos más ligeros y volátiles, como los alcanos de cadena corta. Estos hidrocarburos son más propensos a evaporarse y moverse a través del suelo y, en algunos casos, pueden ser más tóxicos para los organismos vivos. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Fracción de hidrocarburos  $F_2$  ( $>C_{10}$ - $C_{28}$ ):** La fracción de hidrocarburos  $F_2$ , también conocida como fracción media, se refiere a una mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen más de diez y hasta veintiocho átomos de carbono. Esta fracción se utiliza para evaluar la contaminación del suelo con hidrocarburos y la eficiencia de su remoción. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Fracción de hidrocarburos  $F_3$  ( $>C_{28}$ - $C_{40}$ ):** La presencia de la fracción de hidrocarburos  $F_3$  en el suelo puede indicar contaminación, y su evaluación es importante para determinar el grado de afectación y para el desarrollo de estrategias de remediación. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **PCB's:** Los Bifenilos Policlorados (PCB's, por sus siglas en inglés). Su presencia de PCB's en el suelo generalmente se debe a la liberación de estos compuestos

como resultado de actividades humanas pasadas, como la fabricación y el uso de productos que contenían PCB's, o la eliminación incorrecta de desechos que contenían estos compuestos. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).

- **Tetracloroetileno:** Su presencia en el suelo puede ocurrir como resultado de vertidos accidentales, fugas en sistemas de almacenamiento o eliminación inadecuada de residuos industriales. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Tricloroetileno:** La presencia de tricloroetileno en el suelo puede ser resultado de vertidos accidentales, fugas en sistemas de almacenamiento, eliminación inadecuada de residuos industriales o liberación durante procesos de producción. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Arsénico:** Es importante señalar que, en general, las líneas de transmisión eléctrica no deberían ser una fuente directa de arsénico. Sin embargo, hay situaciones en las que la presencia de arsénico cerca de estas instalaciones puede estar relacionada con otras actividades o factores ambientales. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo **CS-01, CS-02, CS-03 y CS-NF-01** cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.
- **Bario total:** Puede estar presente en el suelo debido al uso de ciertos fertilizantes o prácticas agrícolas. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo **CS-01, CS-02, CS-03 y CS-NF-01** cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental

para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.

- **Cadmio:** El cadmio puede entrar al suelo a través de la aplicación de fertilizantes fosfatados que contienen cadmio o mediante el uso de lodos de depuradora como enmiendas del suelo. Es importante señalar que la presencia de cadmio en el suelo es una preocupación significativa debido a su toxicidad para los seres humanos y los organismos vivos. El cadmio puede acumularse en los tejidos de plantas y animales, y su ingestión a través de alimentos cultivados en suelos contaminados puede representar riesgos para la salud. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo **CS-01, CS-02, CS-03 y CS-NF-01** cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.
- **Cromo:** El cromo puede estar presente de forma natural en la corteza terrestre, así como puede liberarse de erupciones volcánicas o proceder de la disolución de minerales que contengan este metal. Además, puede proceder de procesos industriales como la minería e industria, disposición inadecuada de residuos peligrosos, a través del uso de fertilizantes inorgánicos y pesticidas en la agricultura. La contaminación por cromo puede afectar la calidad del suelo y su capacidad para sustentar la vida vegetal, además de representar un riesgo para la salud humana a través de la cadena alimentaria. De las muestras obtenidas se evidencia que en todos los puntos de muestreo **CS-01, CS-02, CS-03 y CS-NF-01** cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.
- **Mercurio:** La presencia de mercurio en el suelo puede tener diversas fuentes, tanto naturales como antropogénicas. Algunos pesticidas y productos químicos utilizados en la agricultura pueden contener mercurio, contribuyendo a la presencia de este metal en el suelo. De las concentraciones obtenidas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo se registran valores menores al límite de cuantificación del método utilizado para el análisis del laboratorio; por lo tanto, se infiere que cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.

- **Plomo:** La exposición al plomo puede afectar el desarrollo cognitivo y tener otros efectos adversos para la salud. La eliminación inadecuada de desechos, especialmente aquellos que contienen productos electrónicos y baterías, puede ser una fuente de contaminación de plomo en el suelo. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).

### **Octubre 2024**

La toma de muestra para calidad de suelo (zona de tiro) se realizó el 08 de octubre. En la siguiente tabla se muestran las concentraciones obtenidas de los parámetros evaluados:

**Tabla 4.1-34.** Resultados de las muestras de calidad de suelo (octubre 2024)

Parámetro	Unidad	CS-01	ECA
<b>HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO</b>			
Fracción de hidrocarburos F <sub>1</sub> (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> )	mg/Kg	<2,010	<b>500</b>
Fracción de hidrocarburos F <sub>2</sub> (>C <sub>10</sub> -C <sub>28</sub> )	mg/Kg	<10,000	<b>5000</b>
Fracción de hidrocarburos F <sub>3</sub> (>C <sub>28</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/Kg	<10,000	<b>6000</b>
<b>COMPUESTOS ORGANOCLORADOS</b>			
Bifenilos policlorados - PCB	mg/Kg	<0,00347	<b>33</b>
<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)</b>			
Tetracloroetileno	mg/Kg	<0,0098	<b>0,5</b>
Tricloroetileno	mg/Kg	<0,0097	<b>0,01</b>
<b>INORGÁNICOS</b>			
Arsénico	mg/Kg	0,22	<b>140</b>
Bario total	mg/Kg	5,22	<b>2000</b>
Cadmio	mg/Kg	<0,020	<b>22</b>
Cromo total	mg/Kg	0,07	<b>1000</b>
Mercurio	mg/Kg	<0,04	<b>24</b>
Plomo	mg/Kg	0,24	<b>800</b>

**Fuente:** ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-29986.

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

El símbolo "<" significa menor al Límite de Cuantificación del Método (L.C.M.).

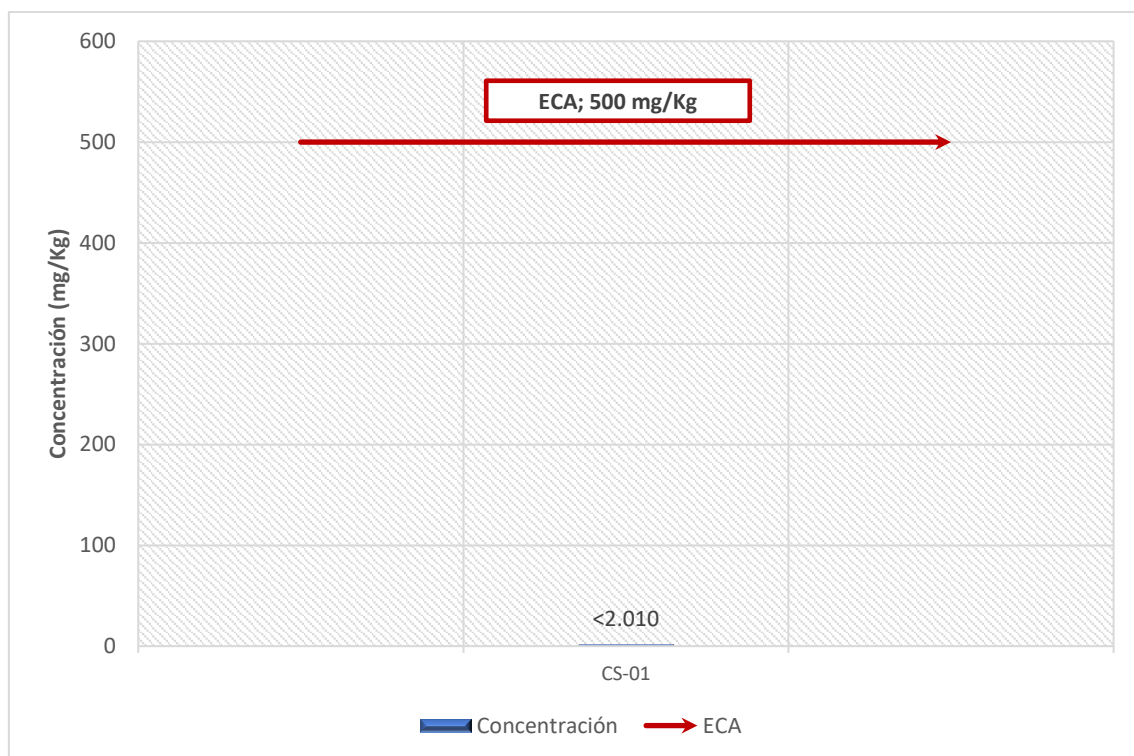
En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los Informes de ensayo conteniendo los resultados de las muestras de Suelo emitidos por el laboratorio acreditado.

### Hidrocarburos de petróleo:

Compuestos formados por hidrocarburos que en su mayoría sólidos oleosos o líquidos sumamente viscosos. No sólo impacta en la capa superficial del suelo, sino también corren el riesgo de ser movilizados hasta aguas subterráneas o pueden llegar a ser trasladados por escorrentía.

En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de las muestras en comparación con el ECA-Suelo:

**Figura 4.1-38.** Concentración del parámetro F<sub>1</sub> (C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>)

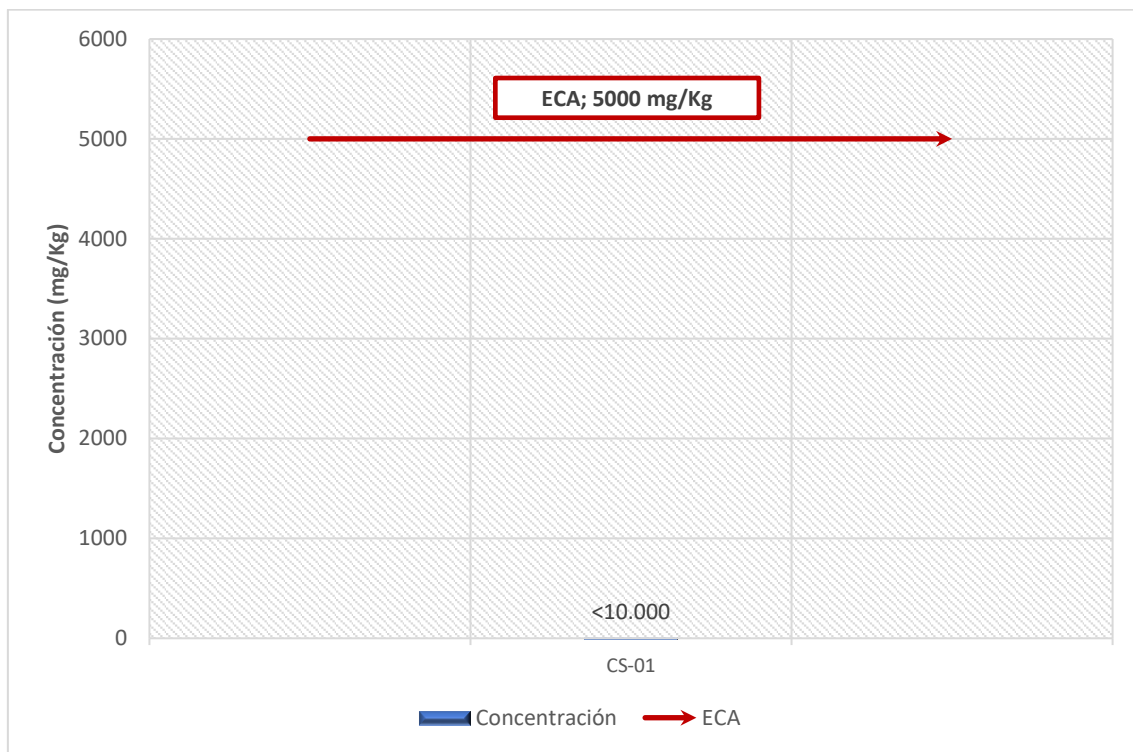


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

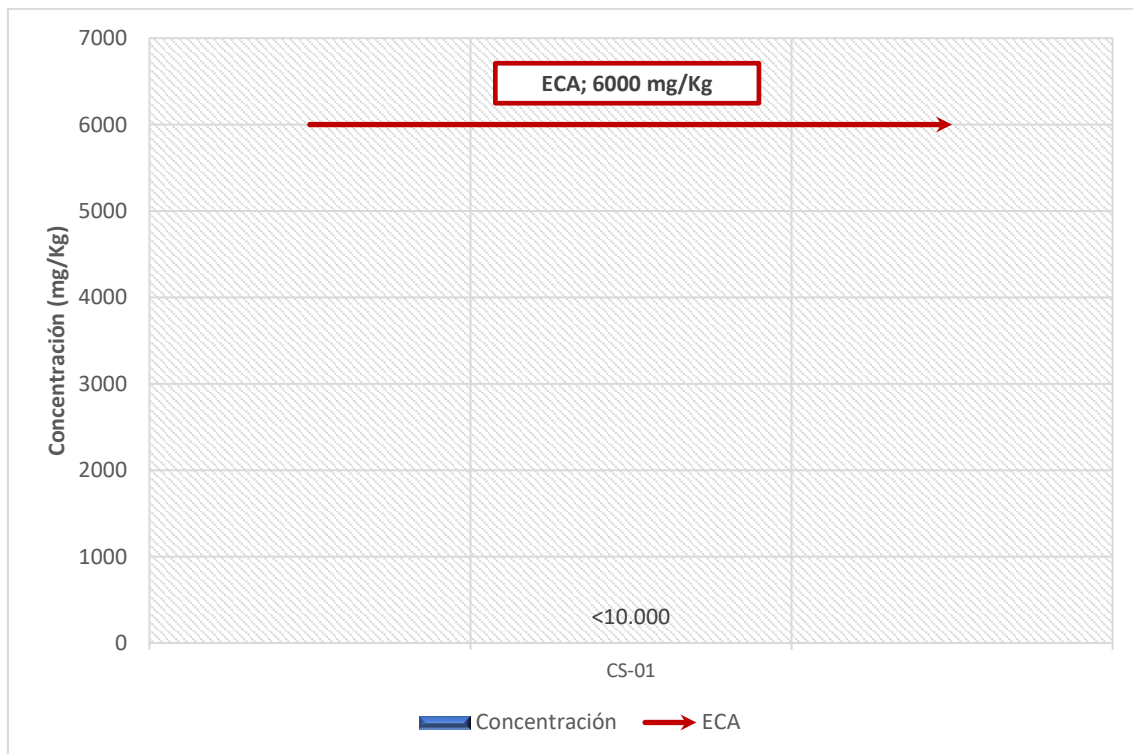
**Figura 4.1-39.** Concentración del parámetro F<sub>2</sub> (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>)



*Elaborado por:* FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

**Figura 4.1-40.** Concentración del parámetro F<sub>3</sub> (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>)

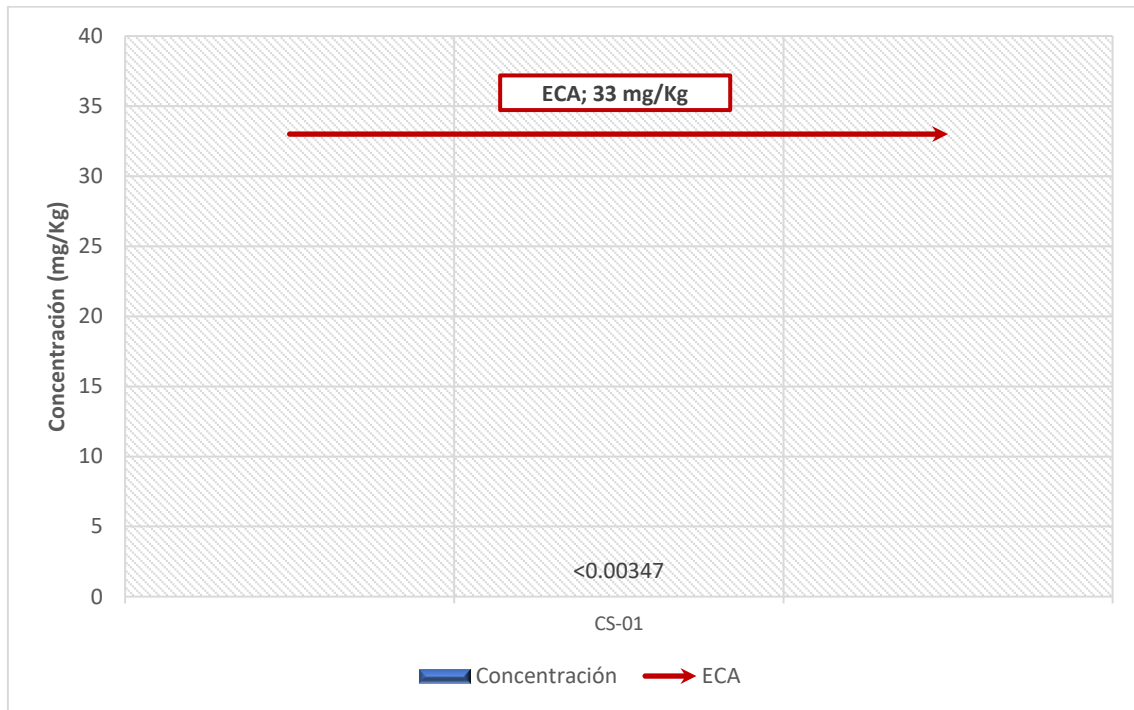


*Elaborado por:* FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

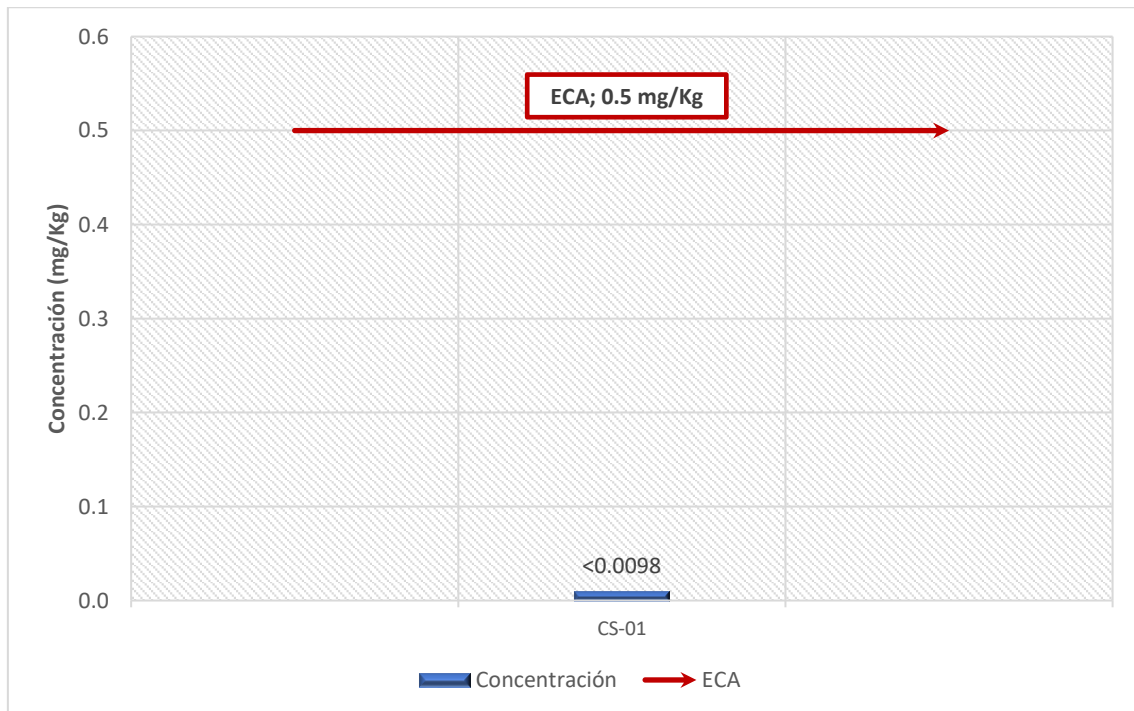
**Figura 4.1-41.** Concentración del parámetro PCB



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

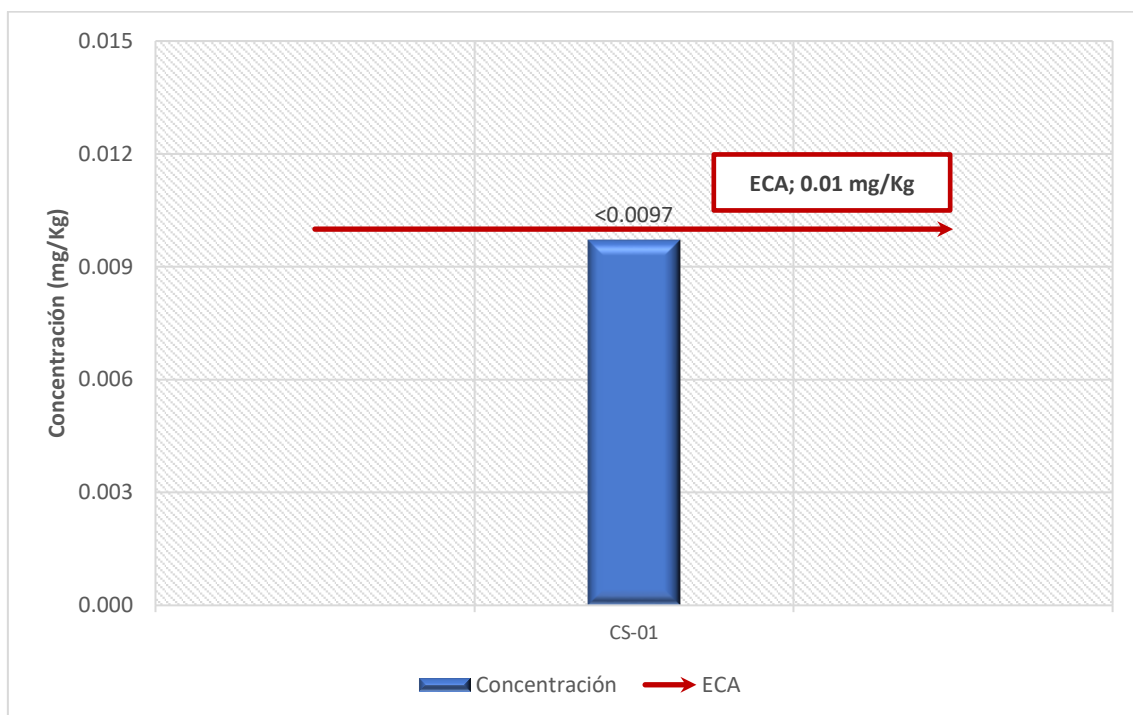
**Figura 4.1-42.** Concentración del parámetro Tetracloroetileno



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-43.** Concentración del parámetro Tricloroetileno



*Elaborado por:* FCISA, (2024)

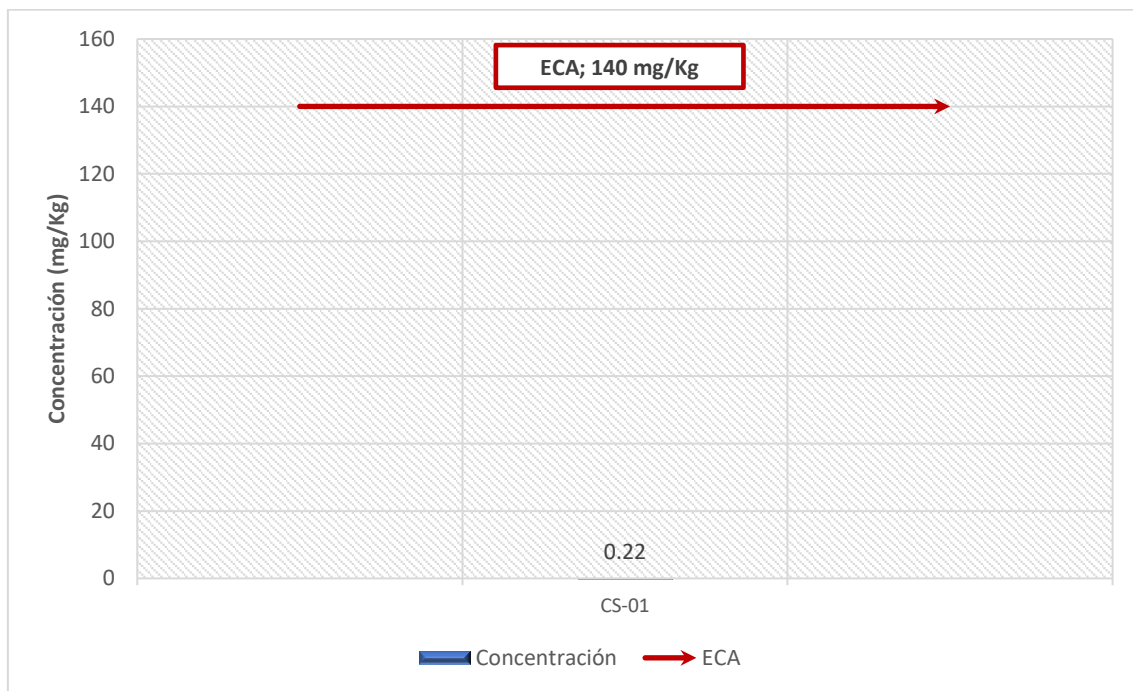
*ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.*

### Inorgánicos:

Presencia de concentración de metales totales; estos metales se encuentran de forma natural en el suelo, pero sus concentraciones pueden aumentar debido a actividades industriales, agrícolas, urbanas, entre otras causando contaminación.

En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de las muestras en comparación con el ECA-Suelo:

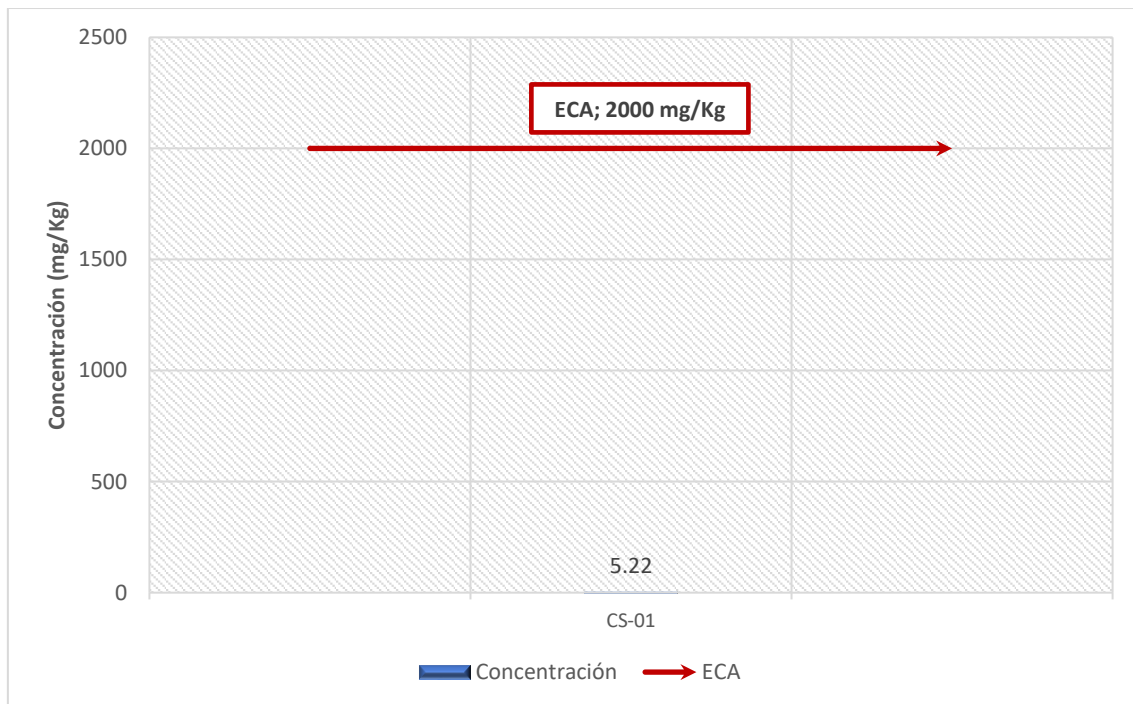
**Figura 4.1-44.** Concentración del parámetro Arsénico



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

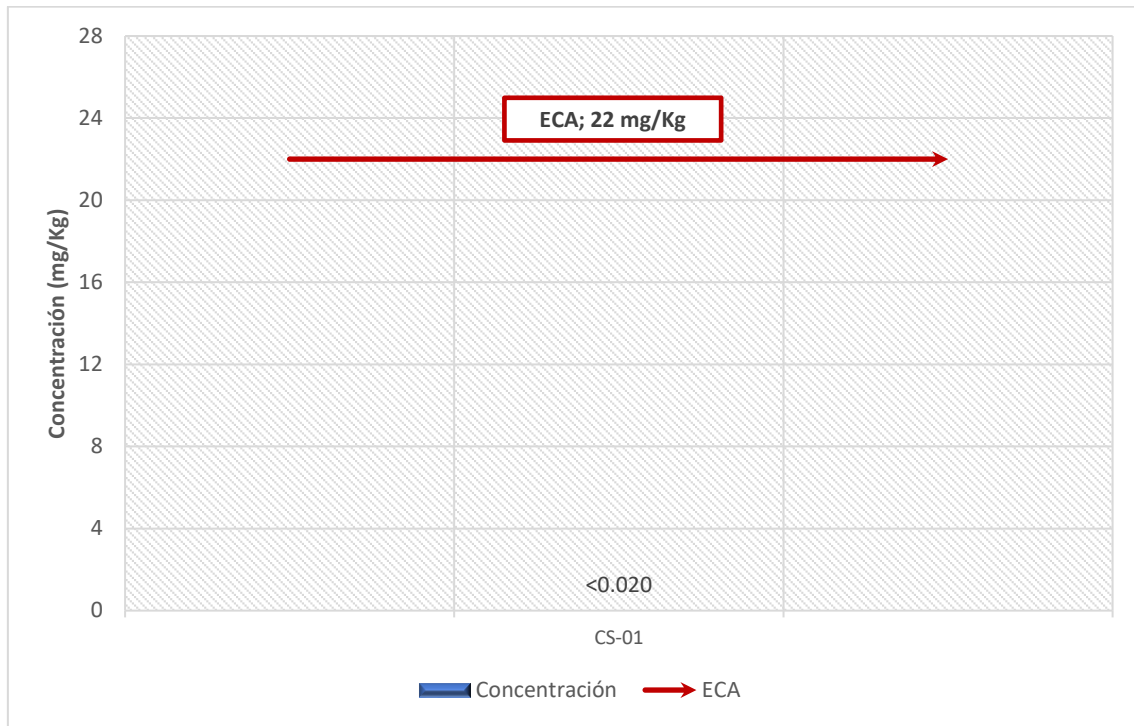
**Figura 4.1-45.** Concentración del parámetro Bario



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-46.** Concentración del parámetro Cadmio

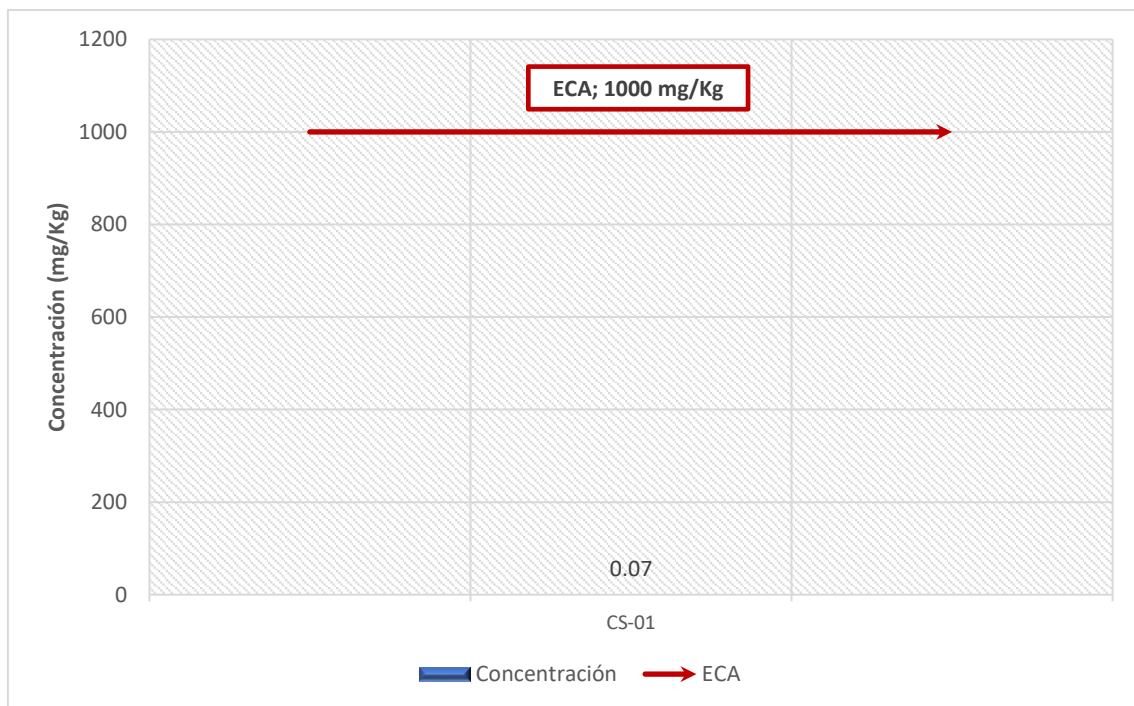


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-47.** Concentración del parámetro Cromo

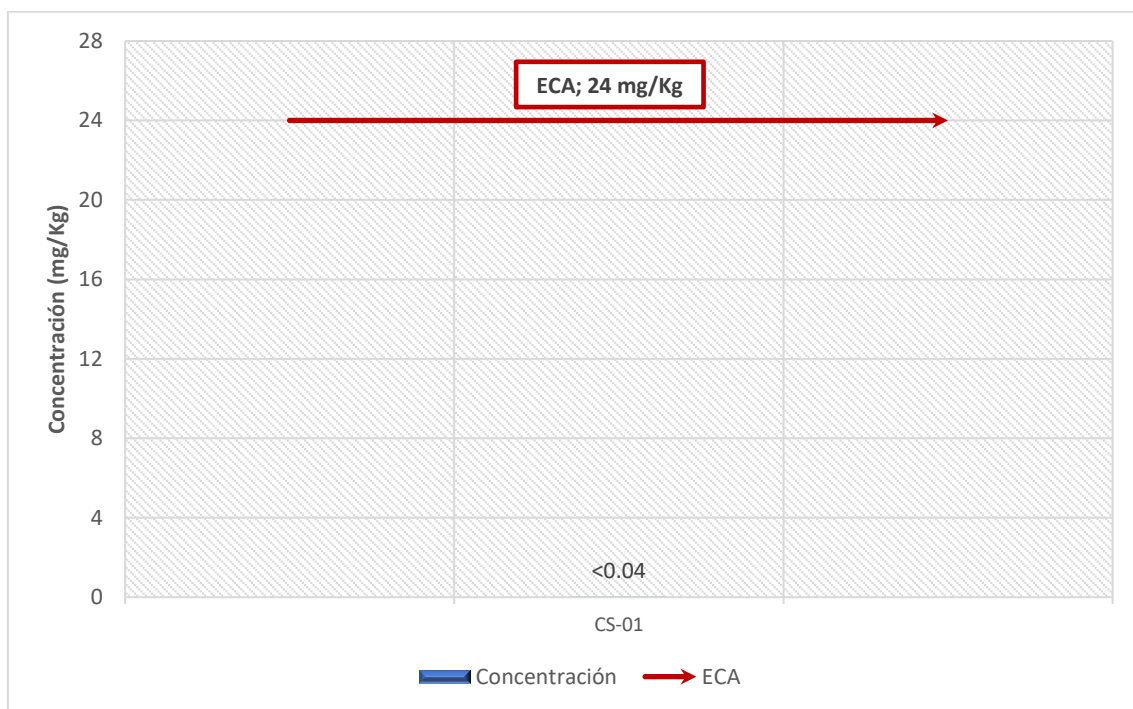


**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

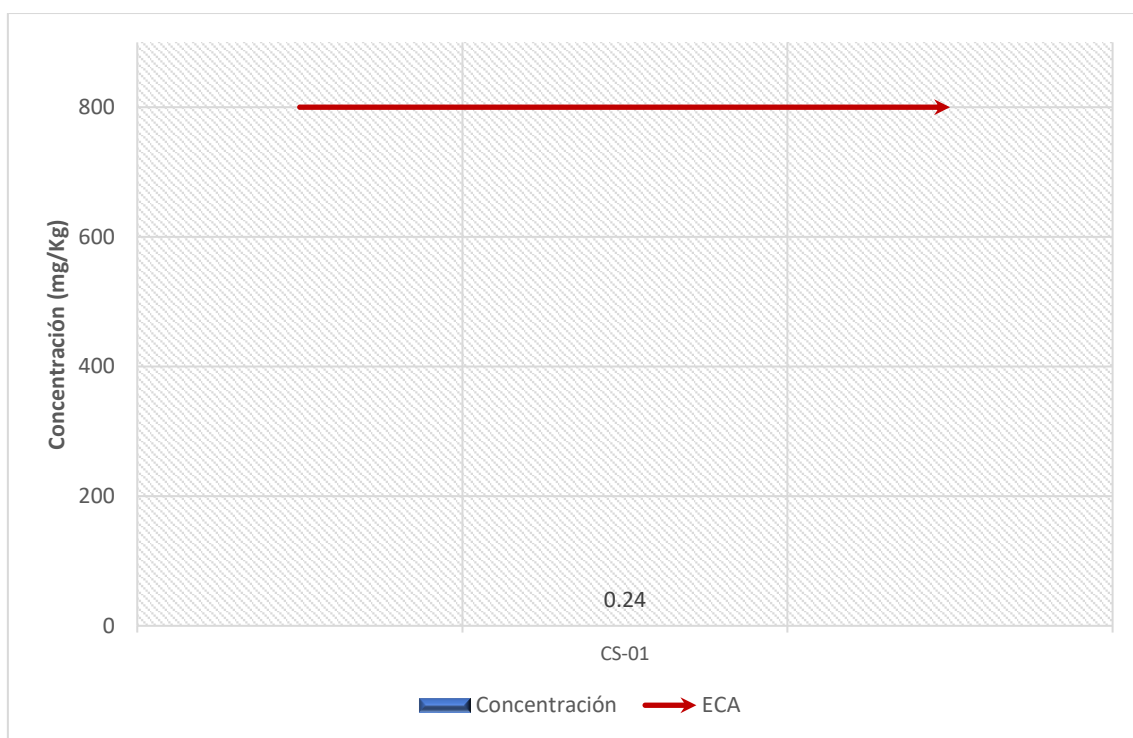
**Figura 4.1-48.** Concentración del parámetro Mercurio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

**Figura 4.1-49.** Concentración del parámetro Plomo



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

ECA: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.  
Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo.

## Interpretación

A continuación, se realiza la interpretación de las concentraciones reportadas para los parámetros analizados comparados con los valores establecido en los Estándares de Calidad Ambiental de Suelo para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo:

- **Fracción de hidrocarburos  $F_1$  ( $C_6$ - $C_{10}$ ):** La fracción de hidrocarburos  $F_1$  en el suelo generalmente se refiere a la clasificación de hidrocarburos según su peso molecular y volatilidad; incluye hidrocarburos más ligeros y volátiles, como los alcanos de cadena corta. Estos hidrocarburos son más propensos a evaporarse y moverse a través del suelo y, en algunos casos, pueden ser más tóxicos para los organismos vivos. De las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo CS-01 registra una concentración menor al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Fracción de hidrocarburos  $F_2$  ( $>C_{10}$ - $C_{28}$ ):** La fracción de hidrocarburos  $F_2$ , también conocida como fracción media, se refiere a una mezcla de hidrocarburos. Esta fracción se utiliza para evaluar la contaminación del suelo con hidrocarburos y la eficiencia de su remoción. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en el punto de muestreo analizado registra concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Fracción de hidrocarburos  $F_3$  ( $>C_{28}$ - $C_{40}$ ):** La presencia de la fracción de hidrocarburos  $F_3$  en el suelo puede indicar contaminación, y su evaluación es importante para determinar el grado de afectación y para el desarrollo de estrategias de remediación. De las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo reporta una concentración que se identifica como menor al límite de cuantificación utilizado para el análisis del laboratorio, el cual se encuentra por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **PCB's:** Los Bifenilos Policlorados en el suelo generalmente se debe a la liberación de estos compuestos como resultado de actividades humanas pasadas, como la fabricación y el uso de productos o la eliminación incorrecta

de desechos que contenían estos compuestos. De las concentraciones registradas, se evidencia que en el punto de muestreo CS-01 reporta una concentración menor al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).

- **Tetracloroetileno:** Su presencia en el suelo puede ocurrir como resultado de vertidos accidentales, fugas en sistemas de almacenamiento o eliminación inadecuada de residuos industriales. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en todos los puntos de muestreo registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Tricloroetileno:** La presencia de tricloroetileno en el suelo puede ser resultado de vertidos accidentales, fugas en sistemas de almacenamiento, eliminación inadecuada de residuos industriales o liberación durante procesos de producción. Las concentraciones reportadas en todos los puntos de muestreo se evidencian que cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM, al obtener resultados menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio.
- **Arsénico:** Es importante señalar que, en general, las líneas de transmisión eléctrica no deberían ser una fuente directa de arsénico. Sin embargo, hay situaciones en las que la presencia de arsénico cerca de estas instalaciones puede estar relacionada con otras actividades o factores ambientales. De las concentraciones reportadas, en todos los puntos de muestreo **CS-01**, registra concentraciones menores al límite de cuantificación del método de análisis, interpretándose que existe una ausencia o concentraciones irrelevantes de este metal en el suelo del área de interés; por lo tanto, cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.
- **Bario total:** Puede estar presente en el suelo debido al uso de ciertos fertilizantes o prácticas agrícolas. Para las concentraciones reportadas, se

evidencia que el punto de muestreo CS-01 cumple con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.

- **Cadmio:** El cadmio puede acumularse en los tejidos de plantas y animales, y su ingestión a través de alimentos cultivados en suelos contaminados puede representar riesgos para la salud. De las concentraciones reportadas, se evidencia que en el punto de muestreo CS-01 registran concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Cromo:** El cromo puede estar presente de forma natural en la corteza terrestre, así como puede liberarse de erupciones volcánicas o proceder de la disolución de minerales que contengan este metal. Además, puede proceder de procesos industriales como la minería e industria, disposición inadecuada de residuos peligrosos, a través del uso de fertilizantes inorgánicos y pesticidas en la agricultura. La contaminación por cromo puede afectar la calidad del suelo y su capacidad para sustentar la vida vegetal, además de representar un riesgo para la salud humana a través de la cadena alimentaria. De las muestras obtenidas se evidencia que todos los puntos de muestreo cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.
- **Mercurio:** La presencia de mercurio en el suelo puede tener diversas fuentes, tanto naturales como antropogénicas. Algunos pesticidas y productos químicos utilizados en la agricultura pueden contener mercurio, contribuyendo a la presencia de este metal en el suelo. De las concentraciones obtenidas, se evidencia que en el punto de muestreo analizado se registra una concentración menor al límite de cuantificación del método utilizado para el análisis del laboratorio; por lo tanto, se infiere que cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.
- **Plomo:** La eliminación inadecuada de desechos, especialmente aquellos que contienen productos electrónicos y baterías, puede ser una fuente de contaminación de plomo en el suelo. De las concentraciones reportadas, se

evidencia que en el punto de muestreo CS-01 se registra concentraciones menores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio, encontrándose por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM).

#### **4.1.4.5.5. Conclusiones**

De los resultados obtenidos, tanto de la temporada seca y húmeda, se puede observar que los parámetros inorgánicos, PCBs, Tetracloroetileno, Tricloroetileno e Hidrocarburos de petróleo (F1, F2 y F3) (arsénico, bario, cadmio, cromo, mercurio y plomo) cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecidos mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.

Cabe preciar que, durante la salida a campo para la toma de muestras, realizado el 26 de marzo de 2024 (temporada húmeda), el 26 y 27 de julio de 2024 (temporada seca) y 08 de octubre, no se evidenciaron trabajos de construcción o actividades relacionadas a la construcción del Proyecto.

#### **4.1.4.6. Sitios contaminados**

Según el D.S. N° 012-2017-MINAM que aprueba los criterios para la gestión de sitios contaminados, se tiene 03 fases de evaluación en sitios potencialmente contaminados y sitios contaminados:

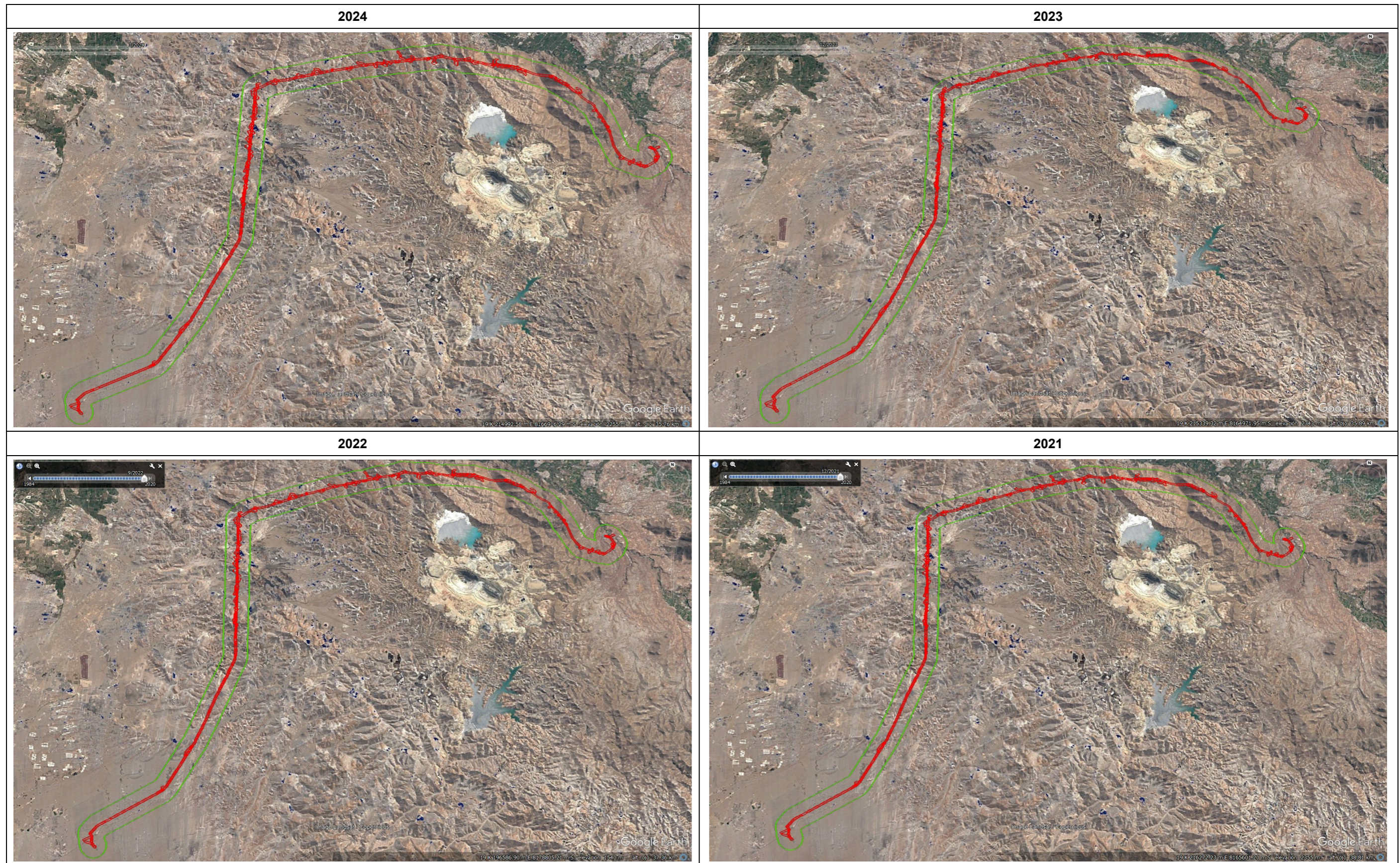
- Fase de identificación
- Fase de caracterización
- Fase de elaboración del plan dirigido a la remediación

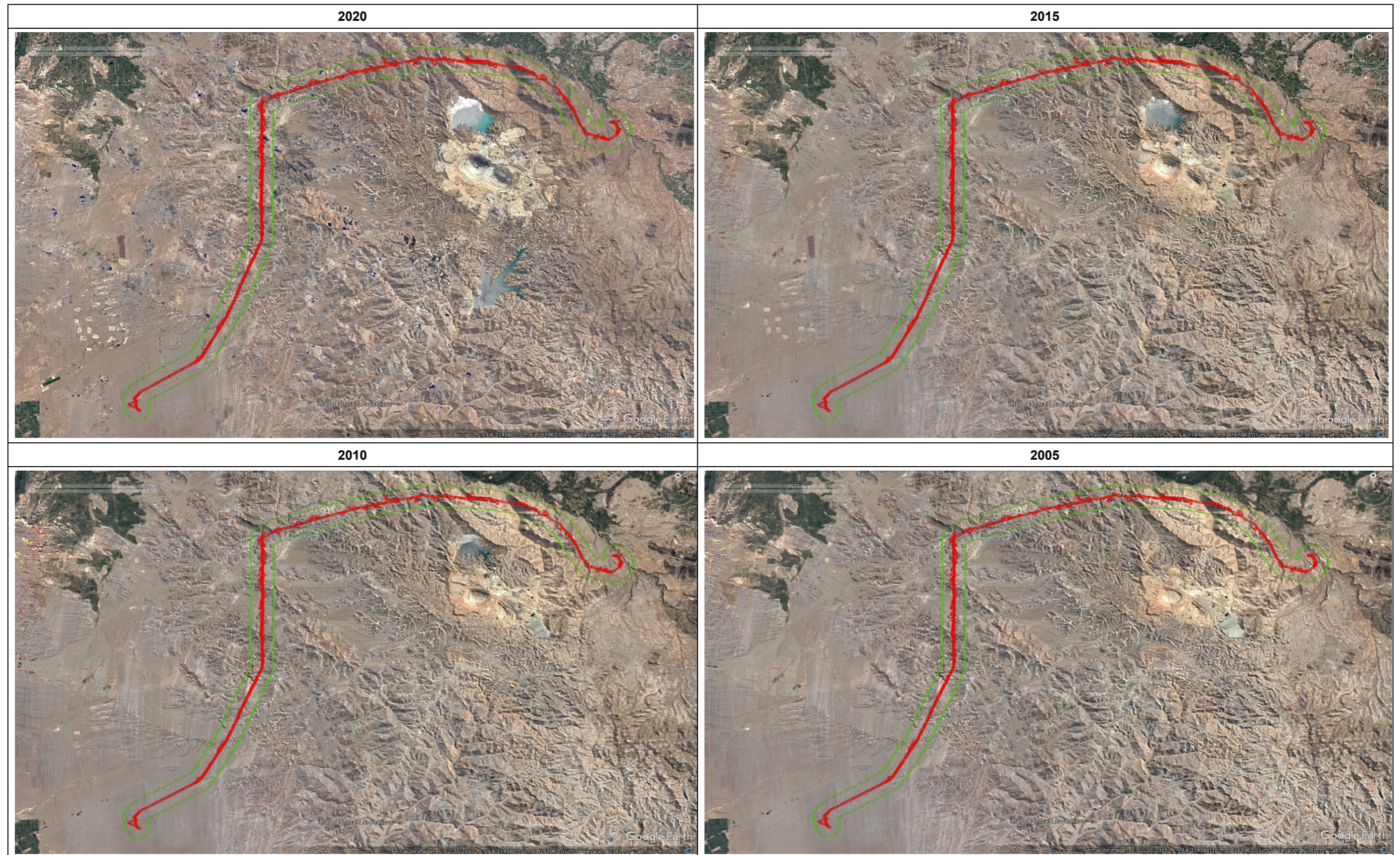
La Fase de identificación tiene por finalidad verificar o descartar la presencia de sitios contaminados, y comprende las siguientes etapas:

- Evaluación preliminar
- Muestreo de identificación

Acorde al D.S. N° 012-2017-MINAM, se realizó la evaluación histórica mediante imágenes satelitales provenientes del software Google Earth, asimismo, se presenta fotografías del área del proyecto donde se evidencia que no existe afectación a la calidad del componente suelo, este dato está respaldado con lo descrito en el ítem 4.1.4.5. Calidad del suelo.

Tabla 4.1-35. Fotografías de la zona del Proyecto donde se emplazará la LT





Fuente: Google Earth, 2025

Tabla 4.1-36. Fotografías tomadas en campo de la zona del proyecto 2024









*Fuente: trabajo de campo, FCISA 2024*

En el ítem 4.1.4.5 "Calidad de Suelo" se presenta la ubicación de puntos de monitoreo de calidad de suelo realizado in situ, metodología aplicada y resultados donde se concluye que las concentraciones de los parámetros evaluados (orgánicos e inorgánicos) se encuentran por debajo del Estándares de Calidad Ambiental para Uso de Suelo Comercial / Industrial / Extractivo establecido en conformidad al D.S. N°011-2017-MINAM.

Finalmente, por lo descrito, el análisis de sitios contaminados, considerando solo la evaluación preliminar, no se presentan indicios o evidencias de contaminación, por lo que no sería necesario continuar con las siguientes fases de evaluación de sitios contaminados, asimismo, este descarte de indicios o evidencias de contaminación, se respalda en el trabajo de campo realizado a lo largo del área de influencia directa (ver tabla anterior) y se refuerza con los resultados de estaciones de muestreo de calidad de suelo, en conformidad con lo indicado en el ítem 4.1.4.5 "Calidad de Suelo" donde los resultados están por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para Suelo.

#### 4.1.5. Hidrología

##### 4.1.5.1. Unidad hidrográfica

Para la identificación de las cuencas hidrográficas se ha utilizado la información del mapa de cuencas hidrográficas del Perú del año 2008 y los mapas de priorización de cuencas de la región hidrográfica del Pacífico y del Amazonas del año 2016, elaborado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

El área de influencia se emplaza sobre la cuenca Quilca-Vitor-Chili, que presenta las siguientes características:

**Tabla 4.1-37.** Características de la cuenca identificada

Región hidrográfica	Cuenca				Proyecto
	Nombre	Código	Área	Nivel	
Pacífico	Cuenca Quilca-Vitor-Chili	132	13847 Km <sup>2</sup>	3	Enlace 500 KV San José-Yarabamba, Ampliaciones y S.E. Asociadas

Elaborado por: FCISA, 2024

##### Cuenca Quilca-Vitor-Chili

la cuenca Quilca-Vitor-Chili, se encuentra ubicada en la parte occidental de la Cordillera de Los Andes, y pertenece a la vertiente del Océano Pacífico. Departamentalmente se encuentra en Arequipa, al suroeste del territorio peruano, entre la latitud Sur 15°37'50" y 16°47'10" y longitud Oeste 70°49'15" y 72°26'35". Está conformado por las unidades hidrográficas Alto Quilca-Vitor-Chili, Bajo Quilca-Vitor Chili, Blanco, Medio-Alto Quilca-Vitor-Chili, Medio-Bajo Quilca-Víctor-Chili, Medio Quilca-Vitor-Chili, Salinas, Sigwas, Sumbay, Unidad hidrográfica 1319 y Yura.

Los afluentes más importantes de la cuenca son, por su margen derecha, los ríos Sigwas, Yura y por su margen izquierda los ríos Tingo Grande y Blanco. La cuenca del río Quilca-Vitor-Chili se subdivide en tres grandes subcuencas:

- Subcuenca del río Quilca Sigwas en el sector oeste (2,466.79 km<sup>2</sup>)
- Subcuenca del río Vítor Yura en el sector del centro (4,466.78 km<sup>2</sup>)
- Subcuenca del río Chili en el sector noreste (6758.56 km<sup>2</sup>)

##### • Zona Media de la cuenca

##### **Medio Quilca-Vitor-Chili**

El proyecto se emplazará sobre la unidad perteneciente a la unidad hidrográfica Medio Quilca-Vitor-Chili la cual se ubica específicamente dentro de la Cuenca del río Quilca. El río principal de la Cuenca Quilca Chili, desde la confluencia del río Blanco con el río

Sumbay es denominado río Chili, cabe precisar que tendrá este nombre hasta la confluencia con el río Yura, este río se ubica sobre los 150 msnm en la localidad de Huañamarca, su cauce es irregular, encañonado y de pendiente suave (1.48%), para luego tornarse amplio y profundo hasta su desembocadura en el océano pacífico cerca del poblado de Quilca, cuya longitud es de 23.5 km con presencia de caudales máximos instantáneos de hasta 400 m<sup>3</sup>/s. Asimismo, el río Chili recibe aportes hídricos con alto contenido de sales provenientes del río Vítor y lo mismo ocurre con las aguas del río Sigwas.

En el **Anexo N° 4.1.1** se presenta el Mapa Hidrográfico, que muestra la representación gráfica de la red hidrográfica.

#### **4.1.5.2. Usos de agua**

En la cuenca Quilca-Vítor-Chili, el agua se utiliza para diversas actividades que sustentan tanto el desarrollo económico como las necesidades sociales de la región. Los principales usos del agua en esta cuenca son:

**Uso agrícola:** La agricultura es el principal uso de agua en esta cuenca, debido a la gran cantidad de cultivos que se desarrollan en el valle del río Chili y en las áreas de Vítor y Quilca. Este uso es intensivo, y se emplea tanto para cultivos de exportación como para productos de consumo local.

**Uso doméstico:** El agua se utiliza para abastecer a poblaciones urbanas y rurales, especialmente en la ciudad de Arequipa y las comunidades cercanas. Esto incluye agua potable, saneamiento y usos domésticos básicos.

**Uso industrial:** La actividad industrial en la cuenca, principalmente en Arequipa, demanda agua para procesos de fabricación, enfriamiento, y otros usos específicos en sectores como el de alimentos, bebidas y productos químicos.

**Uso energético:** La cuenca es importante para la generación de energía hidroeléctrica, especialmente en el río Chili, donde se encuentran varias centrales hidroeléctricas que proveen energía a la región.

**Uso minero:** La minería, una de las actividades económicas más relevantes en la región, consume agua para sus procesos de extracción y tratamiento de minerales. Este uso suele requerir permisos específicos debido a su impacto en la disponibilidad de recursos hídricos.

#### **4.1.6. Calidad del agua**

Aguas que discurren por la superficie de la tierra, proceden de precipitaciones. La calidad de agua está determinada por las características químicas, físicas y biológicas, las cuales, depende fundamentalmente de su uso, los mismos que pueden verse impactados por acciones naturales o acciones humanas.

Los objetivos de la evaluación de la calidad de agua son los siguientes:

- Establecer las condiciones actuales de la calidad de agua en el Área de Influencia del Proyecto.
- Identificar los parámetros ambientales que deberán ser controlados durante las actividades del Proyecto.

#### **Detalles del muestreo**

##### Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de muestreo:

- Se describió las características del entorno del punto de muestreo.
- Se anotaron las coordenadas de ubicación del punto de muestreo, en el sistema WGS 84.
- Finalmente se tomó fotografías del entorno y del punto de muestreo.

##### Acondicionamiento:

- Para las mediciones de concentraciones en la calidad de agua se ha considerado las condiciones de variabilidad temporal.
- El lugar establecido de toma de muestra de agua es de acceso seguro.
- La toma de muestras de agua inicia en la parte alta de la cuenca.

##### Medición de parámetros en campo y registro de información:

- Se hizo uso de un GPS, para ubicar el punto exacto de muestreo antes del inicio del trabajo en campo.
- Antes de iniciar el muestreo el personal responsable de manipular equipos y materiales de toma de muestra (recipientes y frascos) se colocó guantes descartables, mascarillas, gafas protectoras y botas de jebe, para evitar cualquier tipo de contaminación o alteración de las muestras.
- Las concentraciones medidas han sido registradas durante el periodo de medición de los parámetros establecidos.

- La información recabada, ubicación y descripción de los puntos de muestreo se ingresan en su respectiva cadena de custodia.
- La toma de muestra se realizó en el punto de corriente homogénea.
- Los parámetros medidos en campo son: pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura.
- Los equipos de muestreo son limpiados con agua destilada/desionizada antes y después de cada toma de muestra para evitar la alteración de las características de los diversos componentes.

#### 4.1.6.1. Estaciones de monitoreo

Se evaluó un (01) punto de muestreo para calidad de agua, el cual fue ubicado en una extensión del río Yarabamba dentro de la Cuenca Quilca-Vitor-Chili (R.J. N° 056-2018-ANA) respondiendo a la Categoría 1 A2 del ECA-Agua y seleccionado considerando los criterios establecidos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA). El código y coordenadas de los puntos de muestreo se detallan en la siguiente tabla:

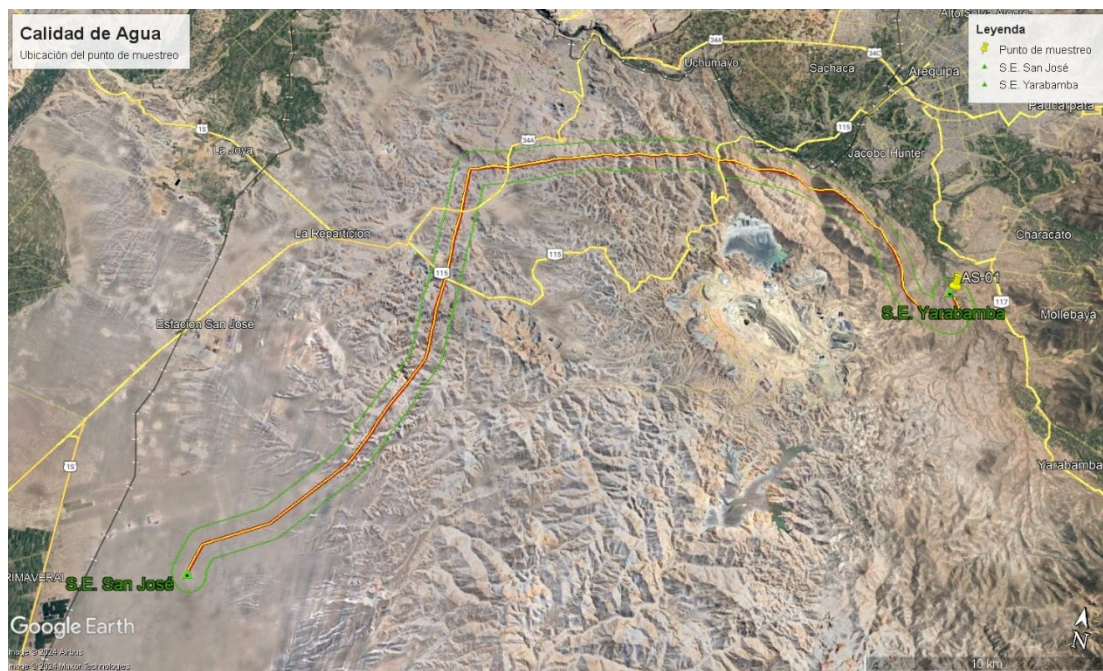
**Tabla 4.1-38.** Puntos de muestreo para calidad de agua

Código	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 19 K		Altitud (m.s.n.m.)
		Este	Norte	
AS-01	Cercano a la S.E. Yarabamba	231338	8173513	2335

Fuente: FCISA, (2024).

A continuación, se presenta la ubicación espacial de los puntos de muestreo de la calidad de agua.

**Figura 4.1-50.** Ubicación georreferencial del punto de muestreo para agua



**Elaborado:** FCISA

En el **Anexo N° 4.1.2** se presentan las fichas con la información registrada durante el muestreo para calidad de agua.

#### **4.1.6.2. Metodología**

El muestreo de calidad del agua se llevó a cabo tomando como referencia los procedimientos y criterios técnicos estandarizados para desarrollar el muestreo de la calidad de los recursos hídricos establecidos por el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales; aprobado mediante Resolución Jefatural N°010-2016-ANA.

#### **Detalles del muestreo**

##### Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de muestreo:

- Se describió las características del entorno del punto de muestreo.
- Se anotaron las coordenadas de ubicación del punto de muestreo, en el sistema WGS 84.
- Finalmente se tomó fotografías del entorno y del punto de muestreo.

##### Acondicionamiento:

- Para las mediciones de concentraciones en la calidad de agua se ha considerado las condiciones de variabilidad temporal.

- El lugar establecido de toma de muestra de agua es de acceso seguro.
- La toma de muestras de agua inicia en la parte alta de la cuenca.

#### Medición de parámetros en campo y registro de información:

- Se hizo uso de un GPS, para ubicar el punto exacto de muestreo antes del inicio del trabajo en campo.
- Antes de iniciar el muestreo el personal responsable de manipular equipos y materiales de toma de muestra (recipientes y frascos) se colocó guantes descartables, mascarillas, gafas protectoras y botas de jebe, para evitar cualquier tipo de contaminación o alteración de las muestras.
- Las concentraciones medidas han sido registradas durante el periodo de medición de los parámetros establecidos.
- La información recabada, ubicación y descripción de los puntos de muestreo se ingresan en su respectiva cadena de custodia.
- La toma de muestra se realizó en el punto de corriente homogénea.
- Los parámetros medidos en campo son: pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura.
- Los equipos de muestreo son limpiados con agua destilada/desionizada antes y después de cada toma de muestra para evitar la alteración de las características de los diversos componentes.

#### **Equipos empleados**

Los equipos empleados para la toma de muestras de la calidad de agua se encuentran debidamente calibrados y certificados.

A continuación, se presentan las características de los equipos empleados:

**Tabla 4.1-39.** Características técnicas de los equipos empleados para agua:

Equipo	Marca	Modelo	Serie	Fecha de calibración
Multiparámetro (Ph, OD, Temperatura y Conductividad)	HACH	HQ40D	130700090807	2023-02-24

*Fuente:* ALAB, (2024).

En el **Anexo N° 4.1.2** se presentan los documentos emitidos por el laboratorio. Estos certificados aseguran que el equipo o instrumento calibrado ofrece mediciones confiables y precisas del equipo empleado para la toma de muestras de la calidad de agua.

#### 4.1.6.3. Parámetros y Estándares de Calidad Ambiental

La selección de los parámetros para calidad de agua está sujeta por el interés toxicológico que generen las actividades y procesos que se desarrollarán en el área de influencia, teniendo los siguientes:

**Tabla 4.1-40.** Justificación de selección de parámetros

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
<b>Aplicables al Proyecto</b>		
Aceites y Grasas	La presencia de aceites y grasas en el agua puede ser causada por diversas actividades e industrias debido a la fricción de los componentes metálicos rozan entre sí, por ende, se requiere lubricantes para su óptimo funcionamiento.	Los aceites dieléctricos se emplean como fluidos aislantes y refrigerantes en transformadores eléctricos. Estos aceites tienen la función de aislar térmica y eléctricamente los componentes metálicos del transformador, así como de evacuar el calor generado, contribuyendo a la estabilidad y eficiencia del equipo. El uso adecuado de estos aceites es crucial para prevenir fugas y derrames que puedan contaminar el suelo y las aguas.
Cianuro Libre	Las fuentes principales de cianuro en el agua son las descargas de algunos procesos de minado de minerales, industrias de sustancias químicas orgánicas, plantas o manufactura de hierro o acero y facilidades públicas para el tratamiento de aguas residuales. Otras fuentes de cianuro son el tubo de escape de vehículos, liberaciones desde algunas industrias químicas, la incineración de basura municipal y el uso de plaguicidas que contienen cianuro. (ATSDR)	Medir el parámetro Cianuro Libre/WAD es parte del monitoreo ambiental en Líneas de Transmisión o subestaciones eléctricas asociadas al proyecto. Ayuda a identificar posibles fuentes de contaminación como actividades cercanas al proyecto que puedan influenciar en los resultados y a evaluar el impacto ambiental de las operaciones de la central eléctrica en cuerpos de agua circundantes.
Cianuro WAD	El cianuro WAD se refiere a la forma de cianuro que está fácilmente disponible para reaccionar en soluciones acuosas. El Cianuro se produce industrialmente de dos maneras, como subproducto de la fabricación de fibras acrílicas y de ciertos plásticos o mediante la combinación de gas natural y amoníaco a altas temperaturas y presiones. (Mudder, 1999).	
Color	La presencia de color indica la existencia de sustancias extrañas que pueden deberse en parte a materia en suspensión o a la presencia de sustancias disueltas. Este indicador es muy útil en áreas donde hay descargas de efluentes de industrias textiles o de tinturas, que son vertidas directamente a los cuerpos de agua sin tratamiento previo. (Alicia Fernández Cirelli y Alejandra V. Volpedo, 2020)	La evaluación del color es parte del monitoreo ambiental en Líneas de Transmisión o subestaciones eléctricas asociadas al proyecto. Ayuda a identificar posibles fuentes de contaminación y a evaluar el impacto ambiental de las operaciones de la central eléctrica en cuerpos de agua circundantes.

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
Conductividad	La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. la conductividad puede ser un indicador de filtración en agua subterránea o de fugas de aguas residuales. (Folleto Informativo 3.1.3.0).	En el caso de que la central eléctrica realice tratamientos de agua, la conductividad es un parámetro clave para evaluar la eficiencia de estos procesos.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	La DBO es uno de los indicadores más importantes en la medición de la contaminación en aguas; se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación de la materia orgánica biodegradable, presente en la muestra de agua, como resultado de la acción de oxidación aerobia. (Ramalho, 2003).	La medición regular de la DBO forma parte del monitoreo ambiental en Líneas de Transmisión o subestaciones eléctricas asociadas al proyecto. Ayuda a evaluar el impacto ambiental de las operaciones y a identificar posibles fuentes de contaminación.
Fenol	Los fenoles son muy solubles en agua y se presentan como resultados de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas, para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables a muy bajas concentraciones. (IDEAM, Programa de Físicoquímica Ambiental. Fenoles en agua por Destilación y determinación espectrofotométrica. Bogotá, 2006).	La presencia de fenoles en líneas de transmisión podría estar relacionada con ciertos compuestos químicos que podrían ser utilizados en actividades de mantenimiento, tratamiento de madera o en procesos industriales cercanos a las instalaciones de las líneas de transmisión eléctrica.
Oxígeno Disuelto	Es uno de los indicadores más utilizados en sistemas lóticos ya que participa en un gran número de procesos que tienen lugar en el medio acuático. Es utilizado por los microorganismos en los procesos de oxidación de la materia orgánica e inorgánica y en los de respiración. . (Alicia Fernández Cirelli y Alejandra V. Volpedo, 2020)	La presencia de oxígeno disuelto (OD) en áreas cercanas a líneas de transmisión eléctrica es un parámetro importante que puede tener implicaciones en la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos.
pH	El pH del agua nos indica su nivel de acidez o alcalinidad. Se trata por tanto de un indicador esencial, que nos permite determinar la idoneidad o no del agua. El pH se puede ver afectado por la sedimentación atmosférica (o lluvia ácida) provenientes de industrias y transporte, los vertidos de aguas residuales, los drenajes de las minas y el tipo de rocas que forman el lecho de la masa de agua estudiada (Contaminación de aguas continentales).	Las actividades asociadas con líneas de transmisión, como el mantenimiento, construcción o instalación de infraestructuras, pueden influir en la calidad del agua. Descargas de sustancias químicas, materiales de construcción o cambios en la vegetación pueden alterar el pH del agua.
Alcalinidad por Bicarbonatos	La alcalinidad es un parámetro importante en el monitoreo de la calidad del agua, ya que puede tener implicaciones en la corrosión de tuberías, la formación de incrustaciones, y la capacidad del agua	Es importante realizar un monitoreo continuo de la calidad del agua y llevar a cabo análisis químicos específicos para evaluar la alcalinidad y la presencia de bicarbonatos. Esto ayuda a garantizar que las actividades asociadas con la construcción, operación y mantenimiento no tengan impactos negativos en la calidad del agua y en el entorno circundante.

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
Demanda Química de Oxígeno	La presencia de DQO (Demanda Química de Oxígeno) en el agua puede ser causada por la oxidación de la materia orgánica por medios químicos. La DQO es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica y oxidable presente en un agua. Las fuentes de DQO en el agua incluyen la presencia de materia orgánica, la cual puede provenir de diversas actividades e industrias, como procesos industriales, plantas de procesamiento de alimentos y contaminación doméstica.	La DQO es un parámetro comúnmente incluido en el monitoreo ambiental. Permite evaluar el impacto ambiental de las operaciones de la central eléctrica en los cuerpos de agua circundantes.
Detergentes	Los detergentes después de ser utilizados en la limpieza doméstica e industrial son arrojados a las alcantarillas de las aguas residuales y se convierten en fuente de contaminación del agua.	Los detergentes pueden contener componentes corrosivos que podrían afectar negativamente a los equipos y las tuberías en las instalaciones. Evaluar la presencia de detergentes contribuye a prevenir problemas de corrosión.
Temperatura	Las variaciones de temperatura del agua se producen debido a los cambios de la temperatura ambiente  originadas en el ciclo natural de las estaciones o bien en la diferencia térmica entre la noche y el día. El impacto antropogénico más importante es por ejemplo en el vertido de agua caliente utilizada como refrigerante en centrales térmicas y eléctricas. (Alicia Fernández Cirelli y Alejandra V. Volpedo, 2020)	El uso de agua u otros medios para refrigerar equipos. Monitorear la temperatura del agua en los sistemas de refrigeración es vital para garantizar que los equipos operen dentro de los rangos seguros.
Aldicarb	Es un plaguicida que solo el personal certificado puede usar, e independientemente de este acto, todos los productos que tengan aldicarb en su composición han de etiquetarse como "venenos". Es aplicado en forma de gránulos solubles por debajo de la superficie del suelo, los organismos absorben estos materiales que son solubles en agua, y el plaguicida se mueve por el interior de todo el vegetal, matando a los diversos insectos que consumen esta flora. (Carbamate, 2016).	Aldicarb tiene graves efectos negativos sobre el suelo, aguas y los organismos circundantes a las zonas donde se aplica el producto. Sus propias características químicas hacen que sea sencilla su capacidad de infiltrarse en el agua superficial. No es capaz de degradarse en aguas a pH neutros y ácidos, por lo tanto, es fácil que acabe a través de la infiltración y de la escorrentía en las reservas de agua potable que consumen los seres vivos.
Metales Totales ICP-MS	Son elementos químicos que en la naturaleza pueden encontrarse combinados con otros elementos, como con oxígeno, y formar óxidos. Los metales utilizados en las actividades antrópicas incrementan los potenciales riesgos sobre la salud y el ambiente mediante dos vías principales: i) alterando el transporte ambiental, es decir, por medio de emisiones antropogénicas al aire, al agua, al suelo y al alimento; ii) alterando la especiación química o bioquímica del elemento. (Beijer y Jernelov, 1986).	La presencia de metales detectados por ICP-OES podría indicar la contaminación del entorno, ya sea por actividades industriales cercanas, procesos de fabricación, manejo de productos químicos o incluso actividades relacionadas con la construcción y el mantenimiento de las Líneas de transmisión o subestaciones eléctricas existentes que están cerca o asociadas al proyecto.

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
		Dentro de los metales más relevantes y los cuales son comparables con el ECA-AGUA se tiene al Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Níquel, Plomo, Selenio, Zinc.
ANIONES	La presencia y concentración de ciertos aniones en el agua potable, como cloruros, sulfatos y nitratos, pueden ser indicadores de contaminación y potenciales riesgos para la salud pública ya que son compuestos químicos que pueden afectar la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos. En la agricultura, la composición de aniones en el agua de riego es crucial para determinar su calidad y evitar problemas como la salinización de los suelos, aguas con alto contenido de aniones como cloruros y sulfatos pueden afectar la permeabilidad del suelo e interferir con el drenaje. (APHA). (2005)	El análisis de aniones en el agua es fundamental para asegurar la calidad del agua, proteger la salud pública, prevenir problemas en sistemas de distribución y riego, y cumplir con regulaciones ambientales. Es importante realizar un seguimiento a detección eficaz de aniones permite tomar medidas informadas para el tratamiento del agua y la gestión sostenible de este recurso vital.
Pesticidas Organoclorados	Los pesticidas organoclorados pueden ingresar al entorno a través de diversas fuentes, incluyendo aplicaciones agrícolas, residuos industriales, procesos de fabricación y descargas de aguas residuales.	La presencia de pesticidas organoclorados en áreas cercanas a líneas de transmisión eléctrica puede ser motivo de preocupación debido a los posibles impactos en la salud humana y el medio ambiente.
Pesticidas Organofosforados	Los pesticidas organofosforados son compuestos químicos que han sido ampliamente utilizados en la agricultura para el control de plagas.	La contaminación del agua puede ocurrir debido a la aplicación directa de pesticidas, la escorrentía de áreas tratadas y la infiltración en cuerpos de agua cercanos.
Bifenilos Policlorados (como congéneres, PCB's Totales)	Los PCB's son líquidos aceitosos o sólidos, incoloros a amarillo claro. Se han usado ampliamente como refrigerantes y lubricantes en transformadores, condensadores y otros equipos eléctricos ya que no se incendian fácilmente y son buenos aislantes. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2000.)	La presencia de Bifenilos Policlorados (PCB) en Líneas de Transmisión o subestaciones eléctricas puede estar relacionada con la presencia histórica de equipos eléctricos que contenían PCB. Los PCB fueron ampliamente utilizados en el pasado como fluidos dieléctricos en transformadores y condensadores debido a sus propiedades aislantes
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, ya que los coliformes fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. Otro de los aspectos negativos del uso de los coliformes totales como indicador es el hecho de que algunos coliformes son capaces de multiplicarse en el agua. (Madigan y col., 1997).	La evaluación de coliformes fecales en Líneas de Transmisión o subestaciones eléctricas en el entorno circundante es una práctica común y necesaria por varias razones relacionadas con la salud pública, la protección ambiental y la operación segura de las instalaciones.
<i>Escherichia coli</i> (NMP)	<i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> ) son bacterias gram-negativo y son un tipo de bacterias coliformes fecales que se encuentran comúnmente en los intestinos de los animales y los seres	La evaluación de <i>E. coli</i> en aguas cercanas a la construcción o mantenimiento de las Líneas de Transmisión o subestaciones

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
	humanos. (Ingerson y Reid, 2011). La presencia de <i>E. coli</i> puede ser indicativo de la contaminación con otras bacterias, virus o protozoos que pueden causar enfermedades. (Gerba, 2009).	eléctricas asociadas al proyecto es una medida esencial para garantizar la calidad del agua, proteger la salud pública y cumplir con las regulaciones ambientales. Contribuye a la sostenibilidad de las operaciones de la central y a la preservación del entorno acuático.
Huevos de Helmintos	Los huevos de helmintos se encuentran en el ambiente y son de gran importancia en salud pública, debido a su mínima dosis infectiva y a su alta resistencia a diversas condiciones ambientales, como la temperatura, el pH y la humedad, así como a la desinfección con cloro. Se los utiliza, asimismo, como indicadores de la presencia de parásitos por contaminación fecal en aguas residuales tratadas, y en lodos y biosólidos generados por sistemas de tratamiento. (OMS, 2006)	La presencia de huevos de helmintos en el agua cercana a las líneas de transmisión puede indicar problemas de calidad del agua. Las líneas de transmisión que atraviesan áreas con fuentes de agua deben estar atentas a la calidad del agua para evitar impactos negativos en la salud pública y el medio ambiente.

Fuente: FCISA, (2024).

A continuación, se presenta las normas de referencia para el análisis de los parámetros evaluados para calidad de agua:

**Tabla 4.1-41.** Norma referencial de análisis para calidad de agua

Parámetros	Norma de referencia	Título
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Alcalinidad por Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 24th Ed. 2023.	Alkalinity. Titration Method.
Aniones	EPA 300.0 Rev. 2.1, 1993, VALIDATED (Applied out of reach), 2019.	Determination of inorganic anions by ion chromatography
Bifenilos Policlorados (como congeneres, PCBs Totales)	EPA Method 8082 A Rev. 01. 2007.	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography.
Cianuro WAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> I, F, 24th Ed. 2023.	Weak Acid Dissociable Cyanide. Cyanide-Selective Electrode Method
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and <i>E. Coli</i> .
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24th Ed. 2023.	Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method
Conductividad (c)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B. 24th Ed. 2023.	Conductivity. Laboratory Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2023	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method

Parámetros	Norma de referencia	Título
Detergentes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2023.	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.
Escherichia coli (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E. Coli.
Fenol	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5530 B, C, 24th Ed. 2023.	Phenols. Cleanup Procedure. Chloroform Extraction Method
Huevos de Helmintos	MVAL-LAB-24, VALIDATED, 2018.	Quantification and Identification of Helminth Eggs in Water.
Metales Totales ICP-MS	Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
Oxígeno Disuelto (c)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 24th Ed. 2023.	Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method
pH (c)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. 2023.	pH Value. Electrometric Method
Temperatura (c)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 24th Ed. 2023.	Temperature. Laboratory and Field Methods
Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550-NH3 D, 24th Ed. 2023.	Nitrogen (Ammonia). Ammonia – Selective Electrode Method.
Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr-B, 24th Ed. 2023.	Chromium. Colorimetric Method
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-B, C, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2-D, 24th Ed. 2023.	Sulfide, Methylene Blue Method.
Cianuro Libre	ASTM D7237-18/SMEWW-APHA-AWWA—WEF Part 4500-CN F, 24 th Ed (Validado – Modificado) 2023.	Cyanide – Ion Slective Electrode Method / Standard Test Method for Free Cyanide and Aquatic Free Cyanide with Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Difusion Separation and Amperometric Detection.
Fosforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P-B(item 5) y E, 24th Ed. 2023.	Phosphorus Ascorbic Acid Method
Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N Nitrogen C, 24th Ed. 2023.	C. Persulfate Method
Salinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2520 B, 24th Ed. 2023.	Salinity. Electrical Conductivity Method.
Compuestos Organicos Volatiles (COVs)-Agua. Rev.1	EPA Method 8260D, Rev.04, 2018	Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)
Hidrocarburos Totales de <petróleo (C5-C40)	EPA Method 8015, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)	EPA Method 8270E, Rev.06. 2018.	Semi-volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS).
Clorofila A	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10150 A2, B ítem 2a, 24th Ed. 2023.	Chlorophyll A. Spectrophotometric Determination of Chlorophyll A.

Fuente: ALAB, (2024).

La normativa asociada al tema de calidad de agua se rige por el D.S. N° 004-2017-MINAM, donde se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

En la siguiente tabla se presentan los estándares de comparación para calidad de agua; Categoría 1 A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, esta categoría ha sido seleccionada siguiendo los criterios establecidos en la Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales aprobado mediante la **R.J. 056-2018-ANA**.

**Tabla 4.1-42.** Estándares para calidad de agua – Categoría 1

Parámetros	Unidad de medida	Estándar de Calidad Ambiental
		Categoría 1: Poblacional y Recreacional
		A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	1,7
Cianuro Total	mg/L	**
Cianuro Libre	mg/L	0,2
Cloruros	mg/L	250
Color (b)	Pt/Co	100 (a)
Conductividad	(μS/cm)	1600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5
Dureza	mg/L	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20
Fenoles	mg/L	**
Fluoruros	mg/L	**
Fósforo total	mg/L	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico	-	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (d)	mg/L	3
Amoníaco Total (-N)	mg/L	1,5
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	5,5 a 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000
Sulfatos	mg/L	500
Temperatura	°C	Δ 3
Turbiedad	UNT	100
<b>INORGÁNICOS</b>		
Aluminio	mg/L	5
Antimonio	mg/L	0,02
Arsénico	mg/L	0,01
Bario	mg/L	1
Berilio	mg/L	0,04
Boro	mg/L	2,4

Parámetros	Unidad de medida	Estándar de Calidad Ambiental
		Categoría 1: Poblacional y Recreacional
		A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
Cadmio	mg/L	0,005
Cobre	mg/L	2
Cromo Total	mg/L	0,05
Hierro	mg/L	1
Manganeso	mg/L	0,4
Mercurio	mg/L	0,002
Molibdeno	mg/L	**
Níquel	mg/L	**
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,04
Uranio	mg/L	0,02
Zinc	mg/L	5
<b>ORGÁNICOS</b>		
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>8</sub> – C <sub>40</sub> )	mg/L	0,2
Trihalometanos	(e)	1,0
Bromoformo	mg/L	**
Cloroformo	mg/L	**
Dibromoclorometano	mg/L	**
Bromodichlorometano	mg/L	**
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>		
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2
1,1-Dicloroetano	mg/L	**
1,2- Dicloroetano	mg/L	0,03
1,2- Diclorobenceno	mg/L	**
Hexanoclorobutadieno	mg/L	0,0006
Tetracloroetano	mg/L	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004
Tricloroetano	mg/L	0,07
<b>BTEX</b>		
Benceno	mg/L	0,01
Etilbenceno	mg/L	0,3
Tolueno	mg/L	0,7
Xilenos	mg/L	0,5
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>		
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009
<b>Organofosforados</b>		
Malatión	mg/L	0,0001
<b>Organoclorados</b>		
Aldrín + Dieldrín	mg/L	0,00003
Clordano	mg/L	0,0002
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001

Parámetros	Unidad de medida	Estándar de Calidad Ambiental
		Categoría 1: Poblacional y Recreacional
		A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
Endrín	mg/L	0,0006
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003
Lindano	mg/L	0,002
<u>Carbamato</u>		
Aldicarb	mg/L	0,01
II. CIANOTOXINAS		
Microcistina-LR	mg/L	0,001
III. BIFENILOS POLICORADOS		
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS		
Coliformes Totales	NMP/100 ml	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	2000
Formas Parasitarias	Nº Organismo/L	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos) (f)	Nº Organismo/L	<5x10 <sup>6</sup>

**Fuente:** Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM.

(a): 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N, multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub>).

(d): En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N (NO<sub>2</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO<sub>2</sub>-N).

(e): Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$\Delta 3$ : significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

#### 4.1.6.4. Resultados e Interpretación

##### Marzo 2024

La toma de muestras de calidad de agua se realizó el 25 de marzo de 2024. En la siguiente tabla se muestran las concentraciones obtenidas de los parámetros evaluados.

**Tabla 4.1-43.** Resultados de la toma de muestra para agua– Categoría 1-A2 de la temporada húmeda

Parámetros	Unidades	Punto de muestreo	Estándar de Calidad Ambiental
		AS-01	Categoría 1: Poblacional y Recreacional
			A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
FISICO-QUÍMICOS			
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	<0,50	1,7
Amoniaco	mg/L	<0,012	1,5
Clorofila	mg/L	<0,005	**
Cianuro Libre	mg/L	<0,0010	0,2
Cianuro WAD	mg/L	<0,0030	**
Color (b)	Escala Pt/Co	5,1	100 (a)
Conductividad	µS/cm	1 216,00	1600
Cromo Hexavalente	mg/L	<0,010	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	<2,0	5
Fenoles	mg/L	<0,0010	**
Fosforo Total	mg/L	0,130	0,15
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	6,42	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	8,60	5,5 a 9,0
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg CaCO3/L	179,87	**
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	<5,0	20
Detergentes	mg/L	<0,020	**
Temperatura	°C	26,8	Δ 3
Nitrógeno Total	mg/L	1,152	**
Salinidad	mg/L	6,00	**
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	56,6	**
Sulfuro	mg/L	<0,002	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	1,288	5
Antimonio	mg/L	<0,0020	0,02
Arsénico	mg/L	<0,0010	0,01
Bario	mg/L	0,15660	1
Berilio	mg/L	<0,0003	0,04
Boro	mg/L	<b>2,7104</b>	2,4
Cadmio	mg/L	<0,0002	0,005
Cobre	mg/L	0,0286	2
Cromo	mg/L	<0,0003	0,05
Hierro	mg/L	0,775	1
Manganeso	mg/L	0,07030	0,4
Mercurio	mg/L	<0,000100	0,002
Molibdeno	mg/L	<0,0010	**
Níquel	mg/L	<0,0004	**
Plomo	mg/L	<0,0010	0,05
Selenio	mg/L	<0,002	0,04

Parámetros	Unidades	Punto de muestreo	Estándar de Calidad Ambiental
		AS-01	Categoría 1: Poblacional y Recreacional A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
Uranio	mg/L	<0,0003	0,02
Zinc	mg/L	0,0171	5
<b>ANIONES</b>			
Nitrito + Nitrato	mg/L	5,00	**
Cloruro	mg/L	127,85	250
Fluoruro	mg/L	0,25	**
Nitratos	mg/L	5,00	50
Sulfato	mg/L	234,41	500
<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)</b>			
Hexaclorobutadieno	mg/L	<0,0002	0,0006
<b>HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLOS (PAHs)</b>			
Antraceno	mg/L	<0,0000780	**
Benzo(a)pireno	mg/L	<0,0000690	0,0007
Fluoranteno	mg/L	<0,0000800	**
<b>HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO (C5-C40)</b>			
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C5-C40)	mg/L	<0,5000	0,2
<b>BIFENILOS POLICLORADOS</b>			
PCBs	mg/L	<0,0000115	0,0005
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	790,0	2000
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100 ml	790,0	**
Huevos de Helmintos	Huevos/L	<1,0	**

**Fuente:** ALAB, (2024). Informes de ensayo N° IE-24-9002.

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM.

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

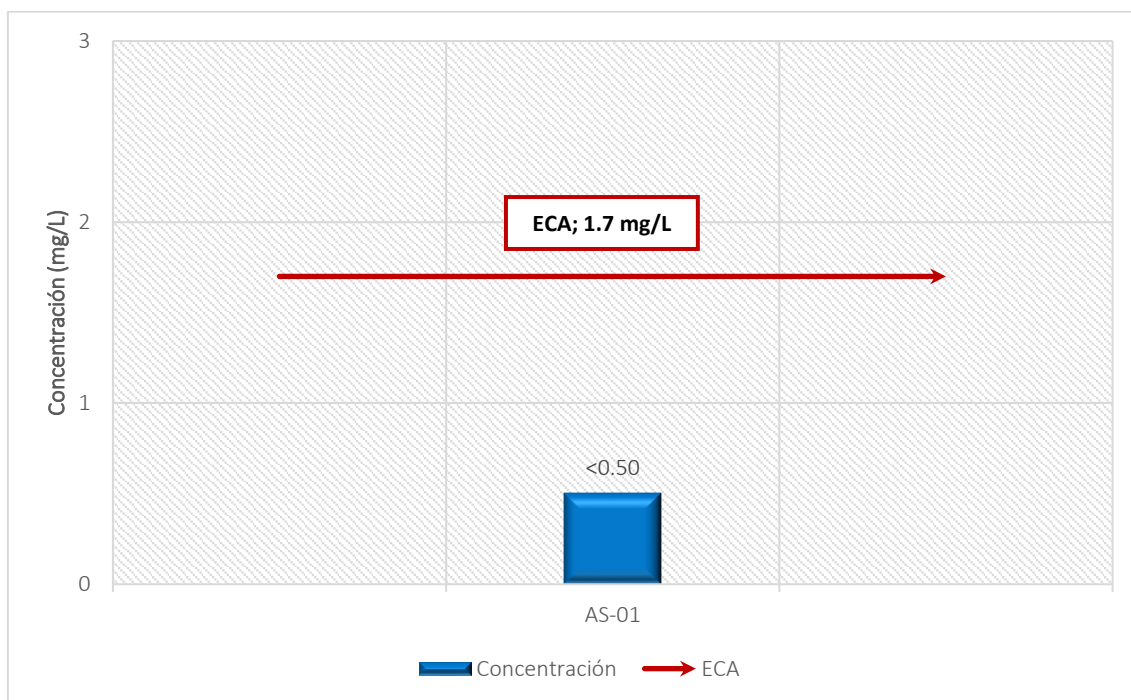
Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

El símbolo "<", significa menor al Límite de Cuantificación del Método (L.C.M.).

En los siguientes gráficos, se muestra el comportamiento de los resultados en comparación con el lineamiento de calidad ambiental:

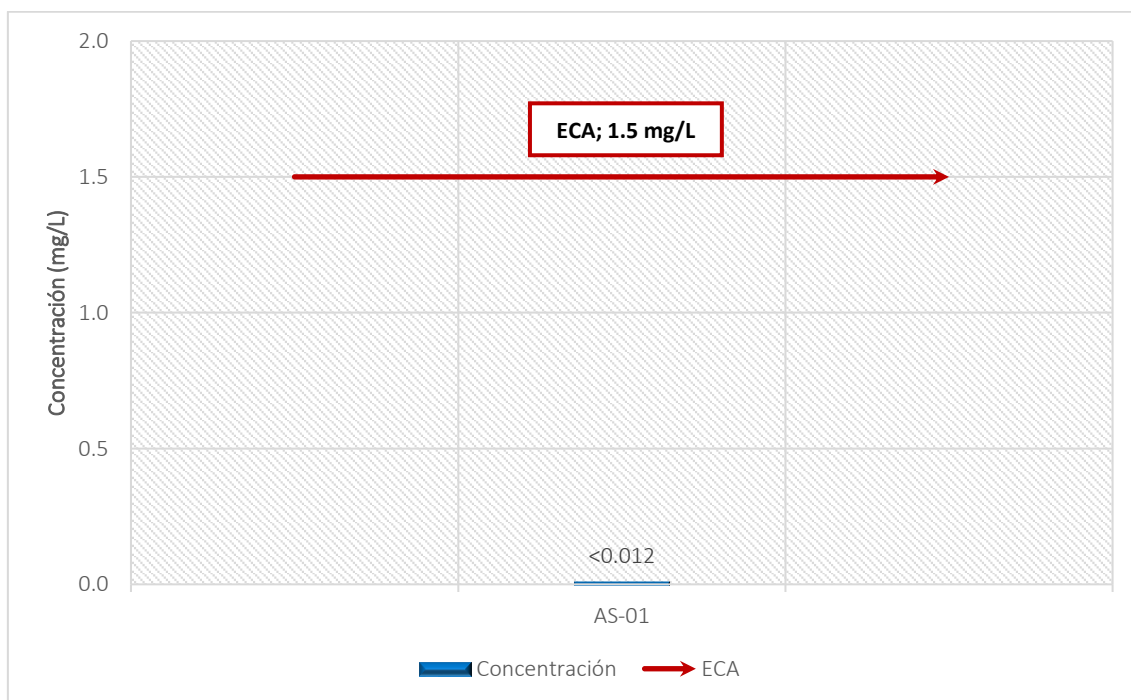
**Figura 4.1-51.** Concentraciones del parámetro Aceites y Grasas



Elaborado por: FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

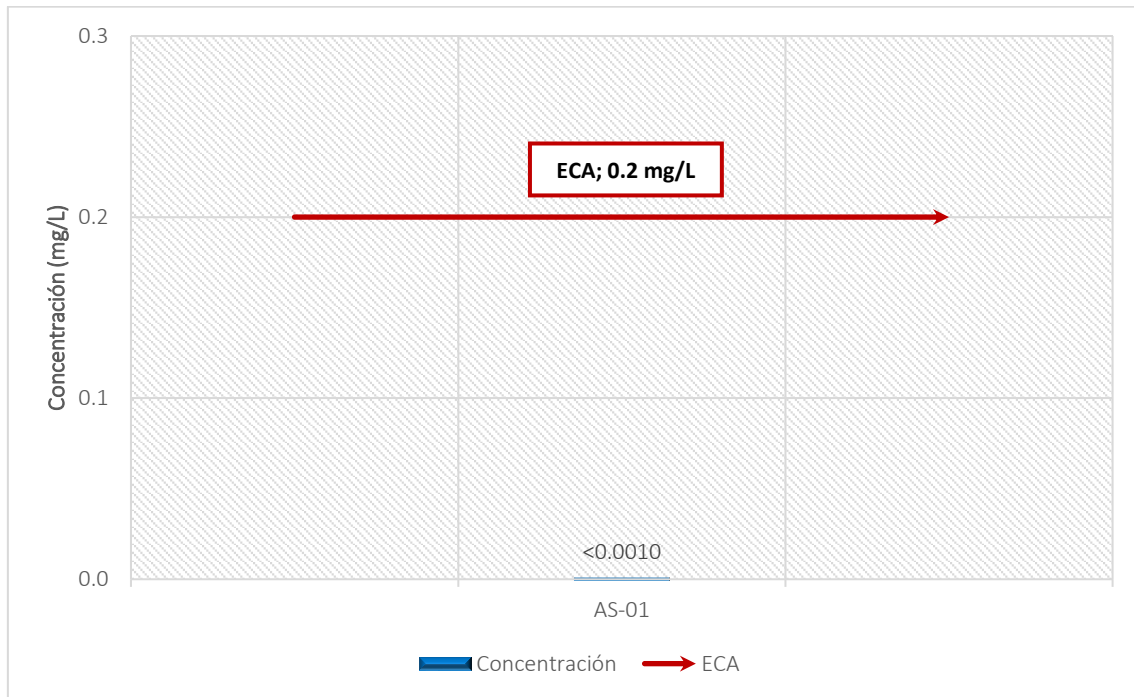
**Figura 4.1-52.** Concentraciones del parámetro Amoníaco.



Elaborado por: FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

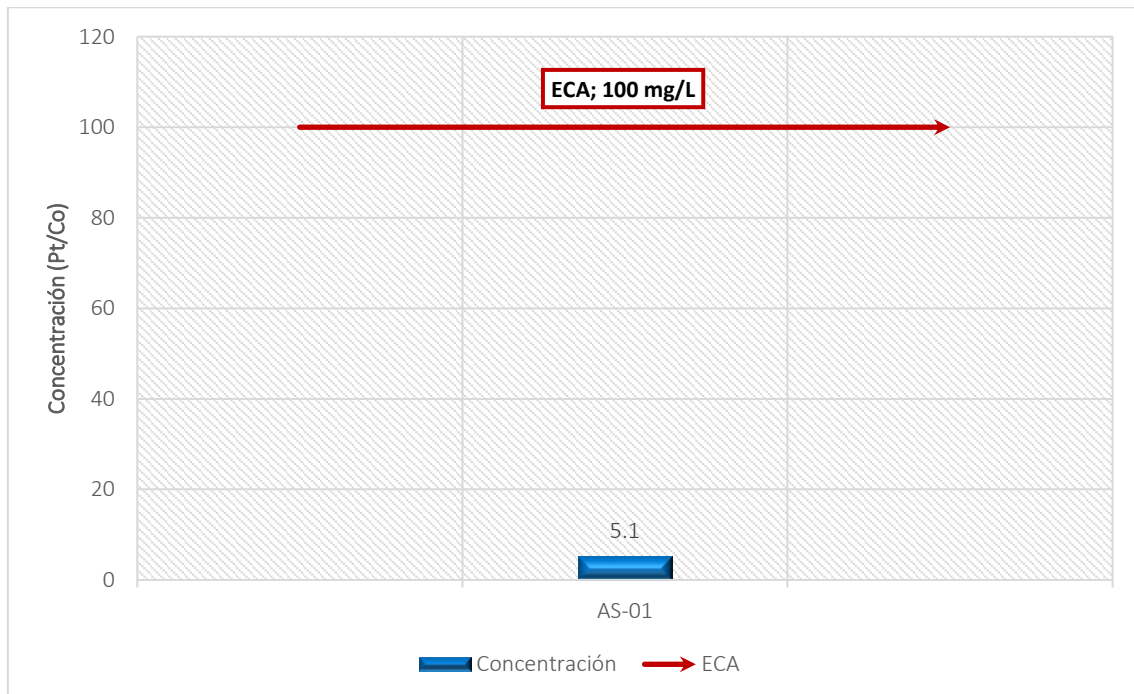
**Figura 4.1-53.** Concentraciones del parámetro Cianuro Libre.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

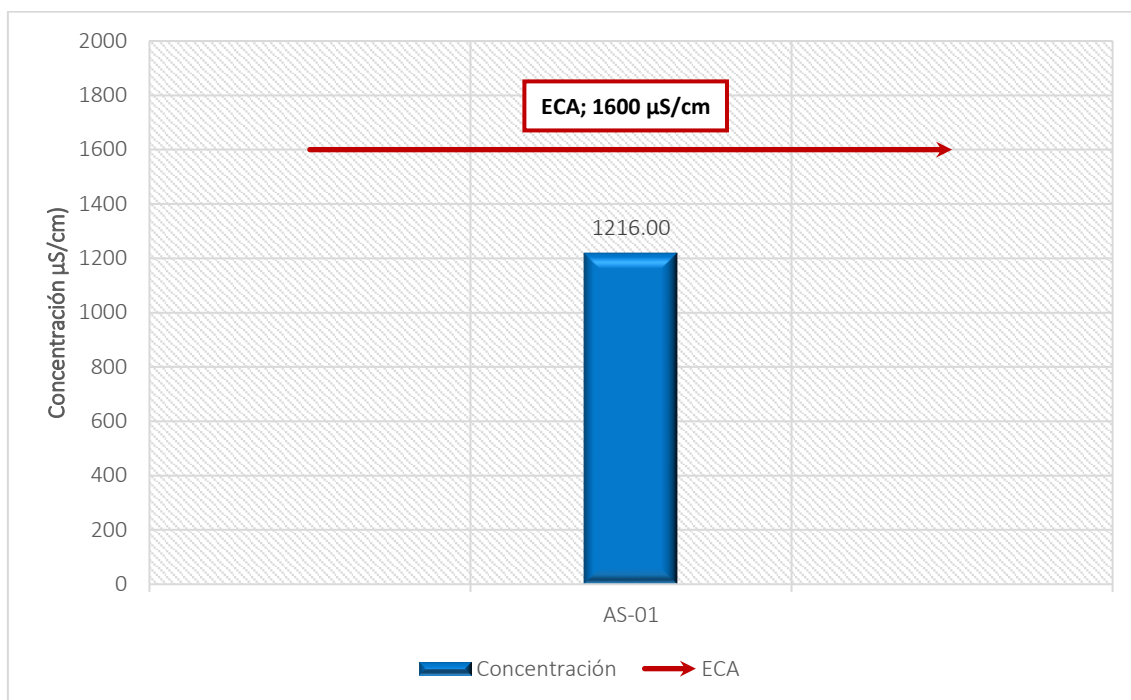
**Figura 4.1-54.** Concentraciones del parámetro Color.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

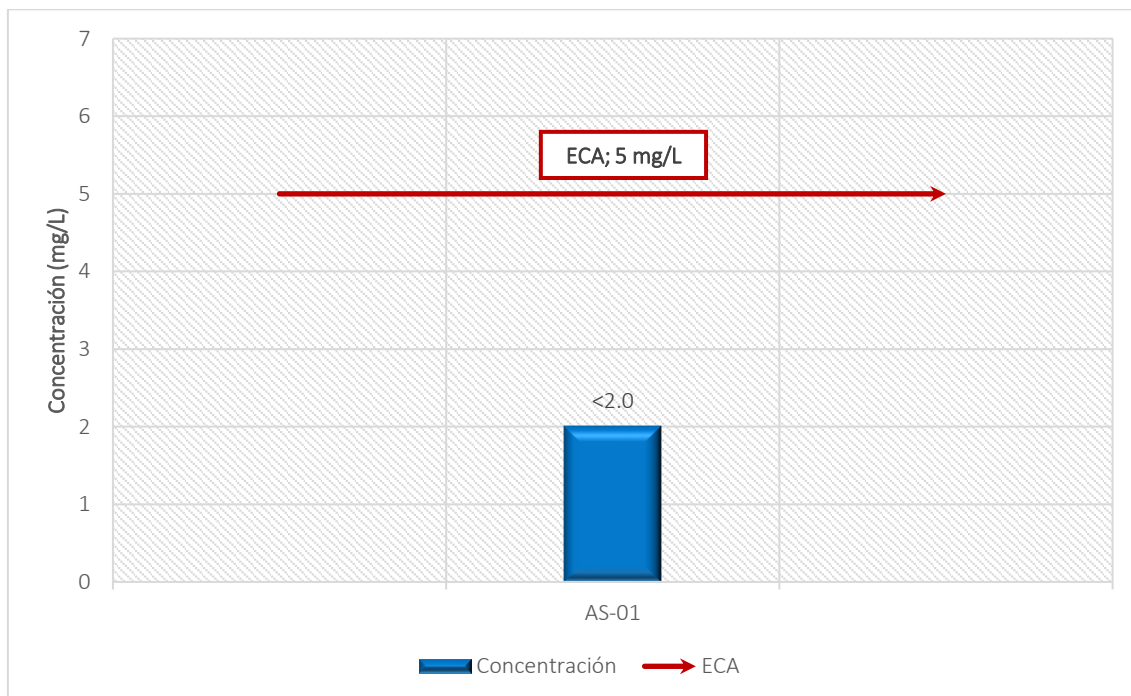
**Figura 4.1-55.** Concentraciones del parámetro Conductividad.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

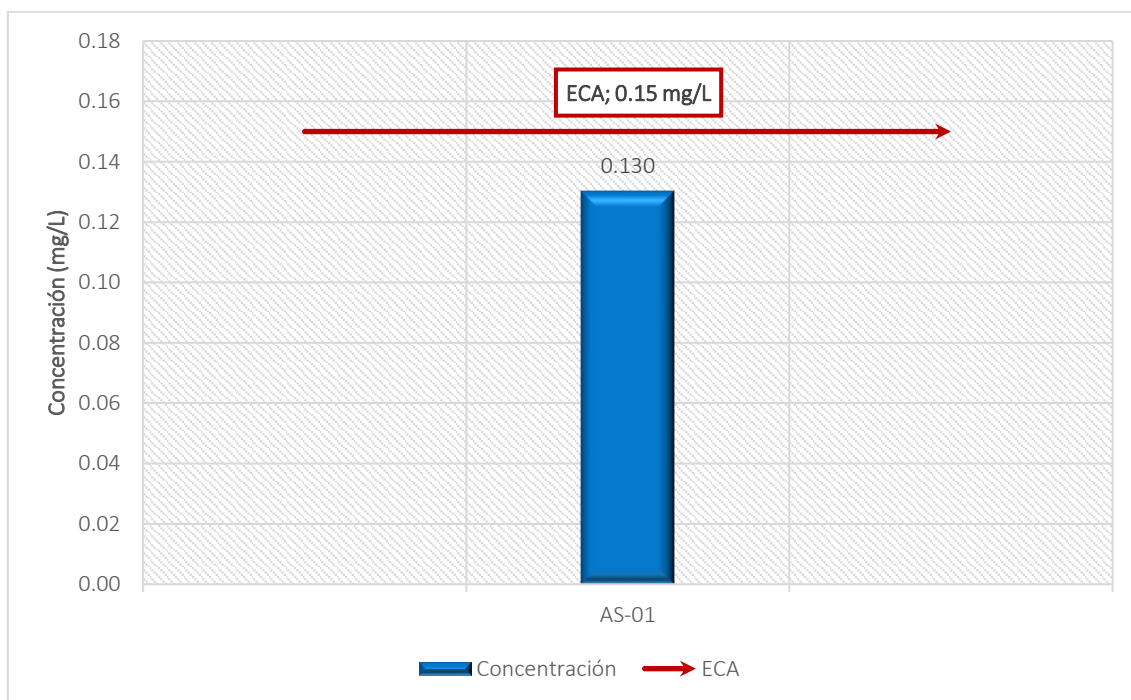
**Figura 4.1-56.** Concentraciones del parámetro DBO.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

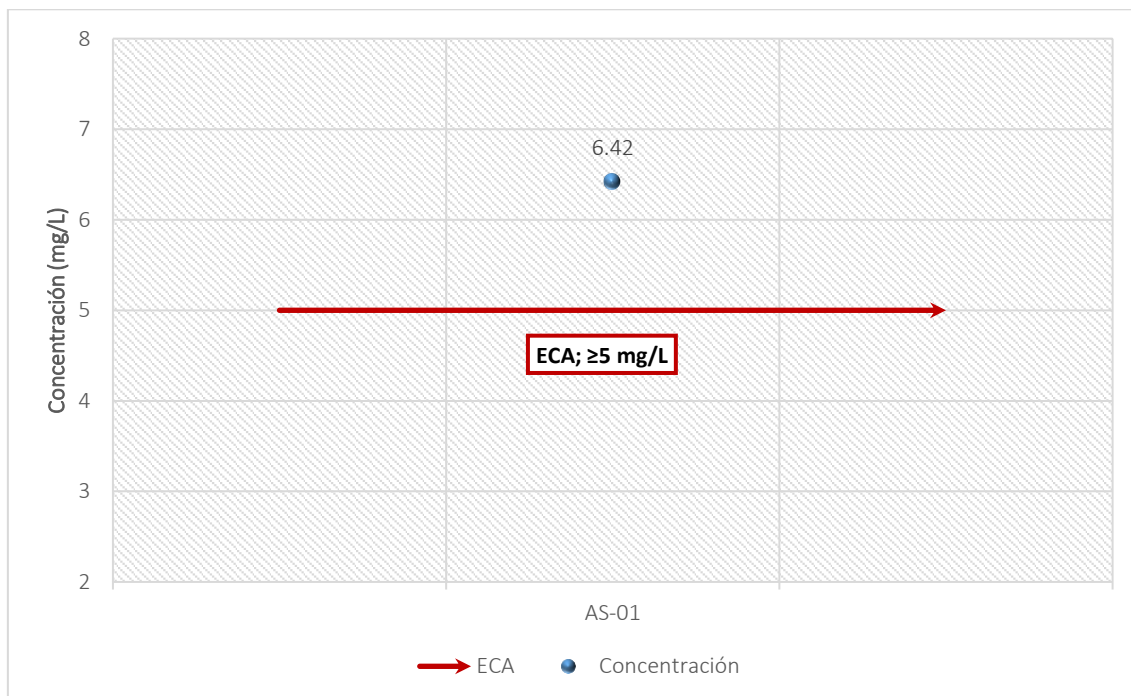
**Figura 4.1-57.** Concentraciones del parámetro Fosforo Total.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

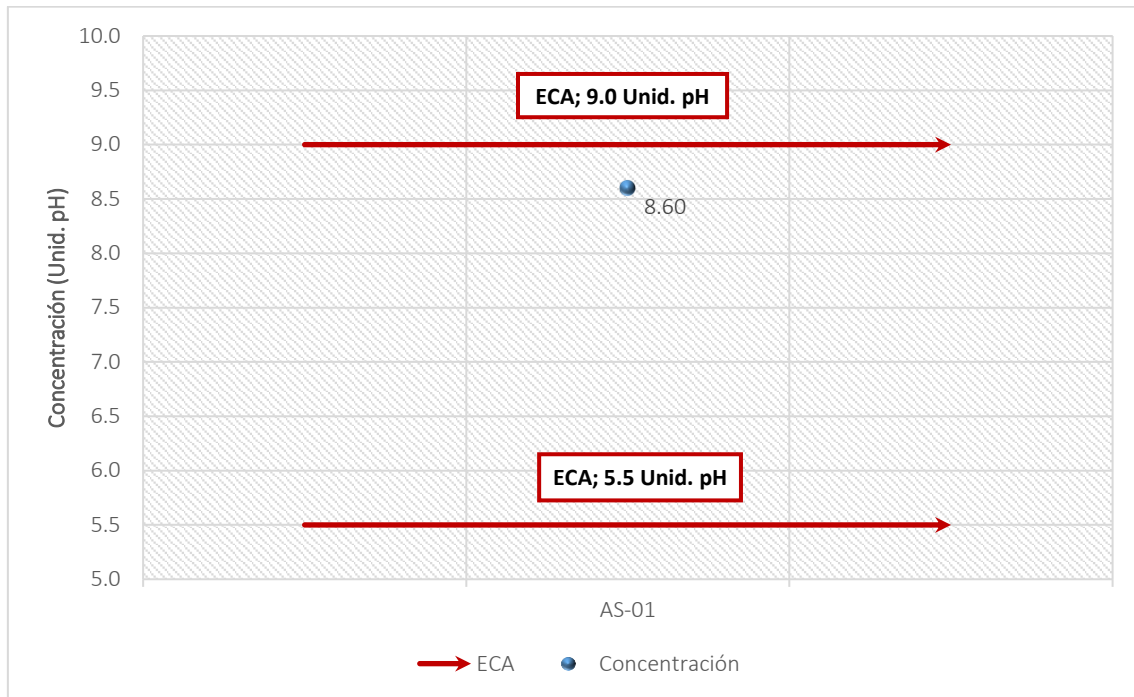
**Figura 4.1-58.** Concentraciones del parámetro Oxígeno Disuelto.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

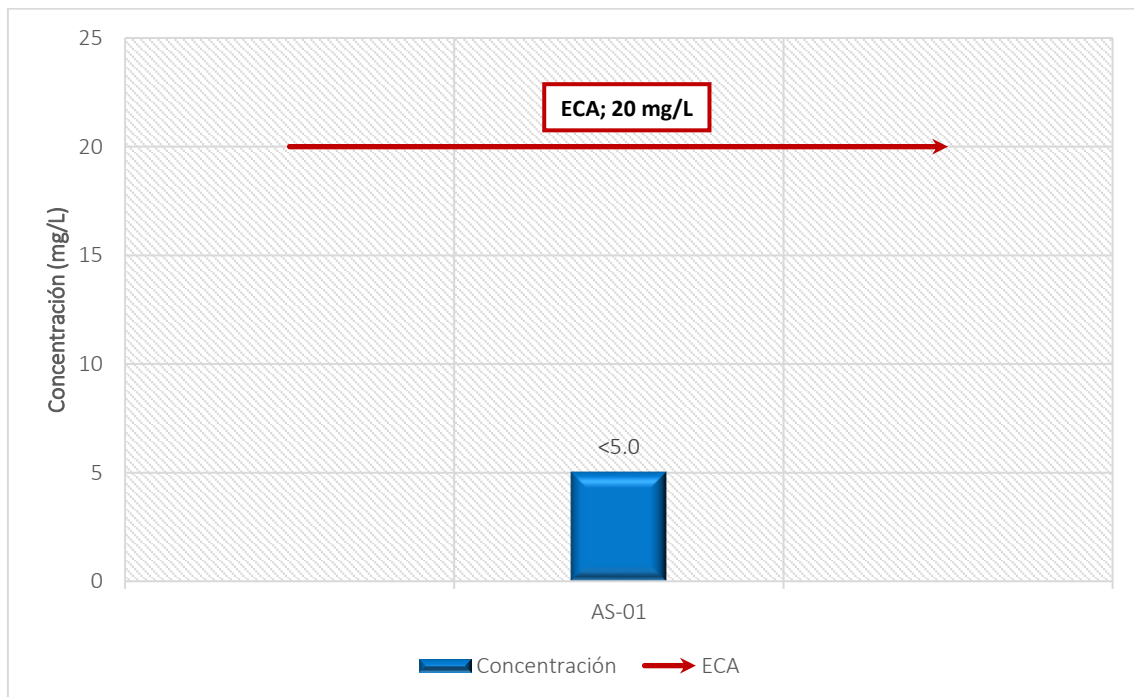
**Figura 4.1-59.** Concentraciones del parámetro Potencial de Hidrógeno.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

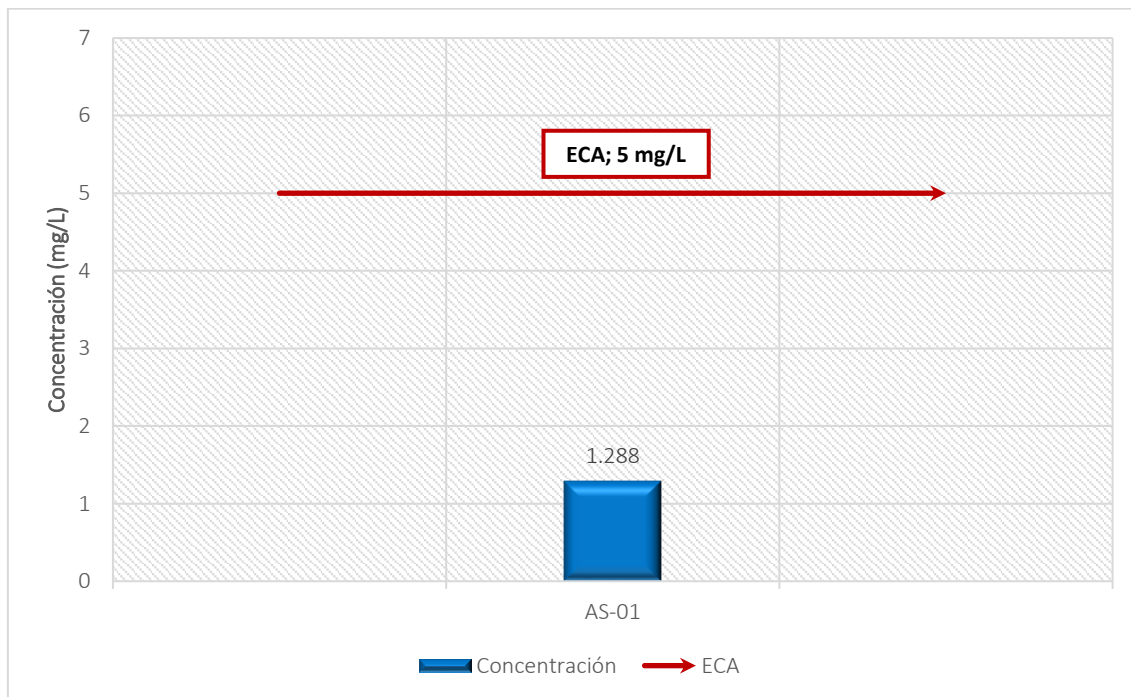
**Figura 4.1-60.** Concentraciones del parámetro DQO.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

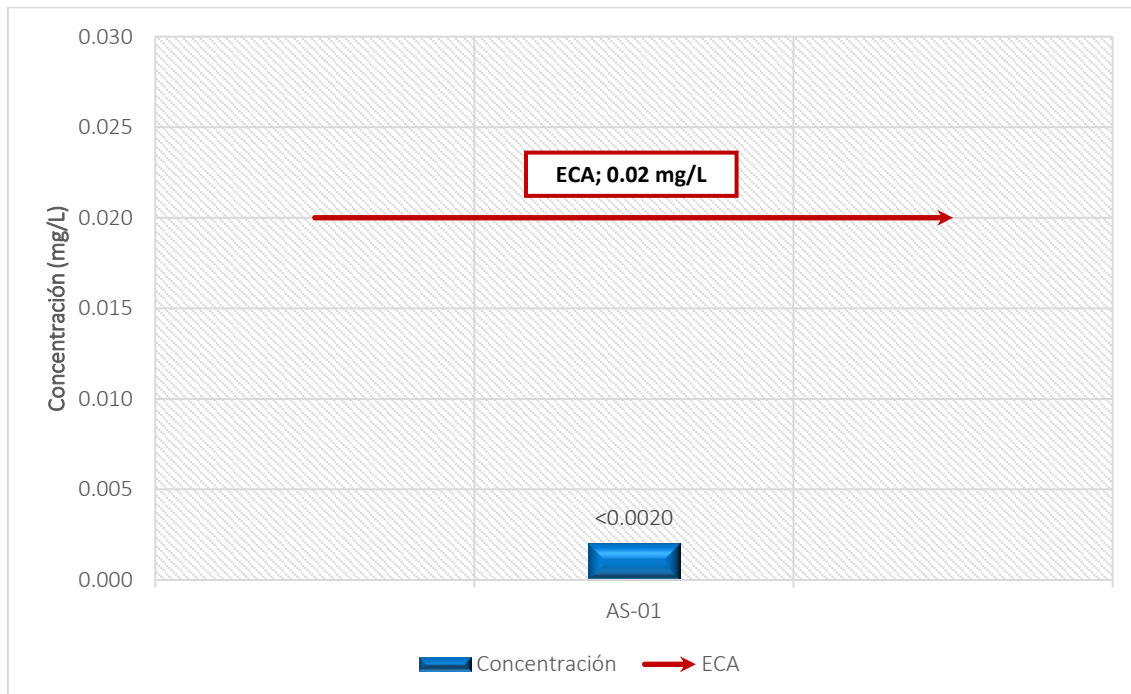
**Figura 4.1-61.** Concentraciones del parámetro Aluminio.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

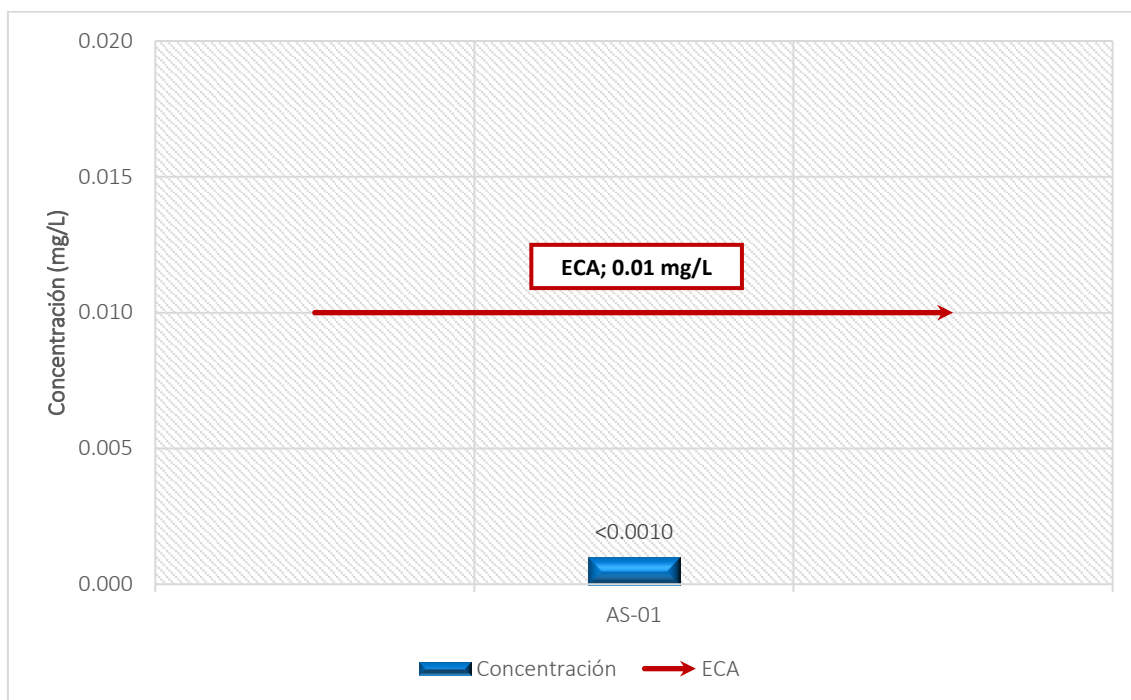
**Figura 4.1-62.** Concentraciones del parámetro Antimonio.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

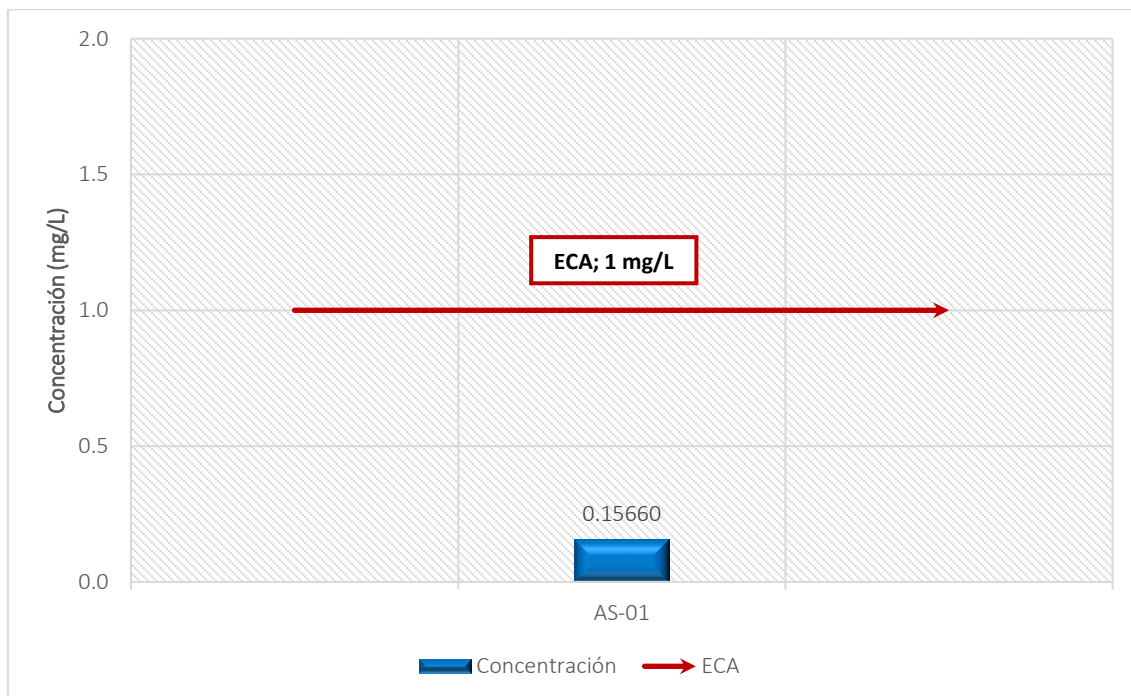
**Figura 4.1-63.** Concentraciones del parámetro Arsénico.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

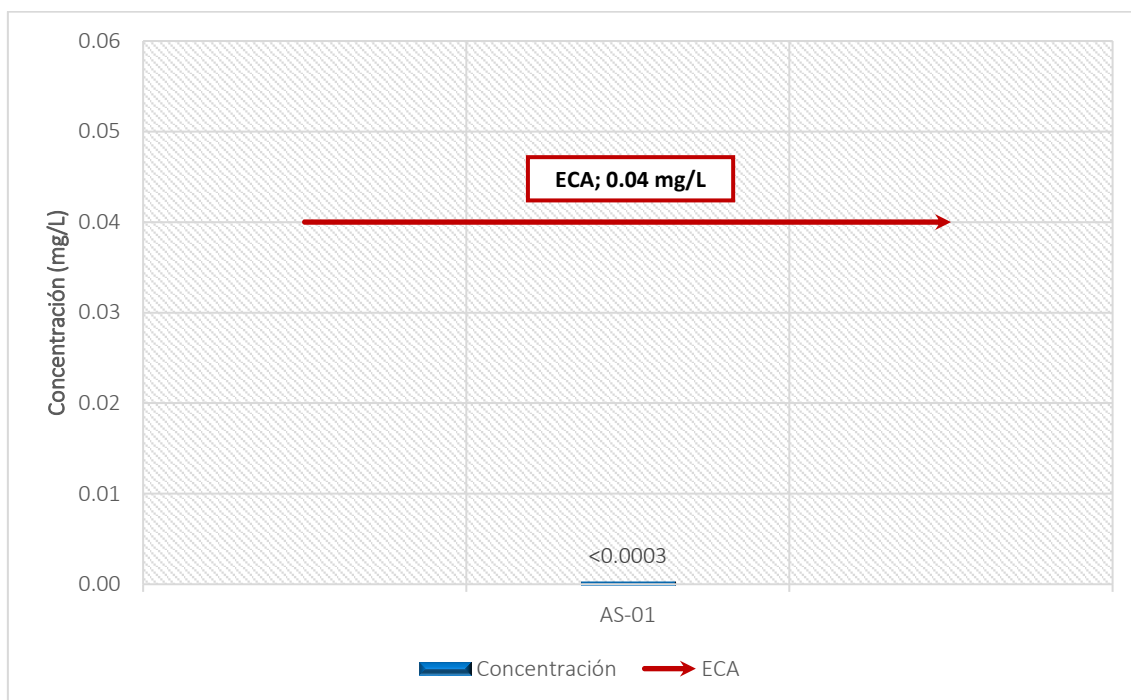
**Figura 4.1-64.** Concentraciones del parámetro Bario.



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

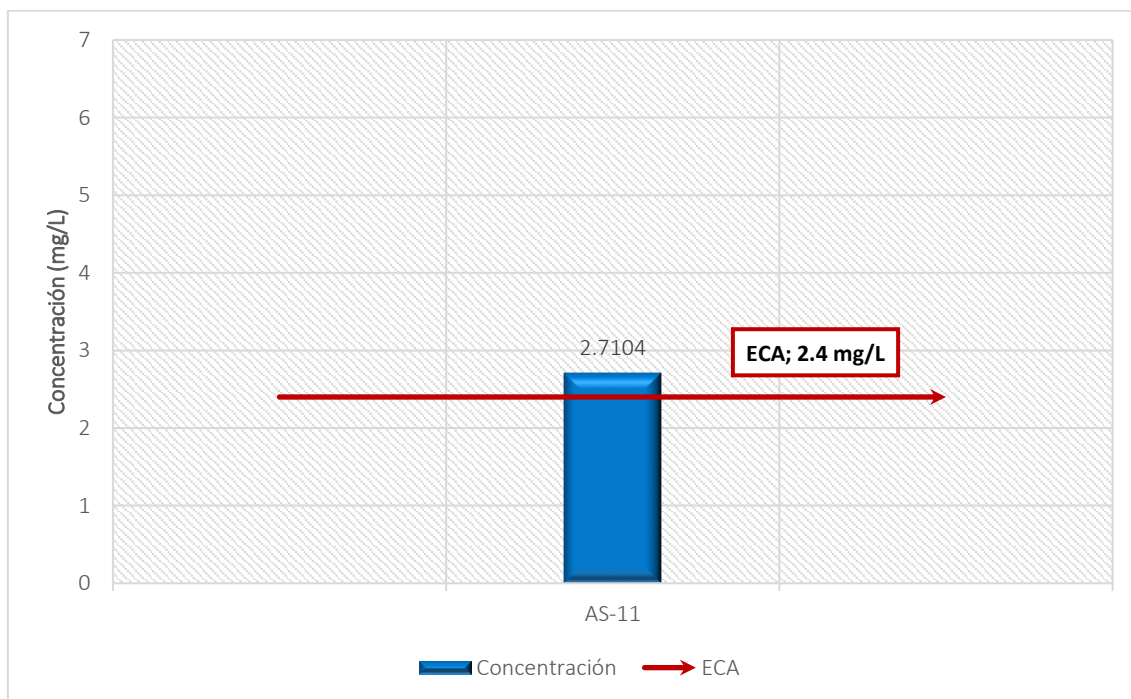
**Figura 4.1-65.** Concentraciones del parámetro Berilio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

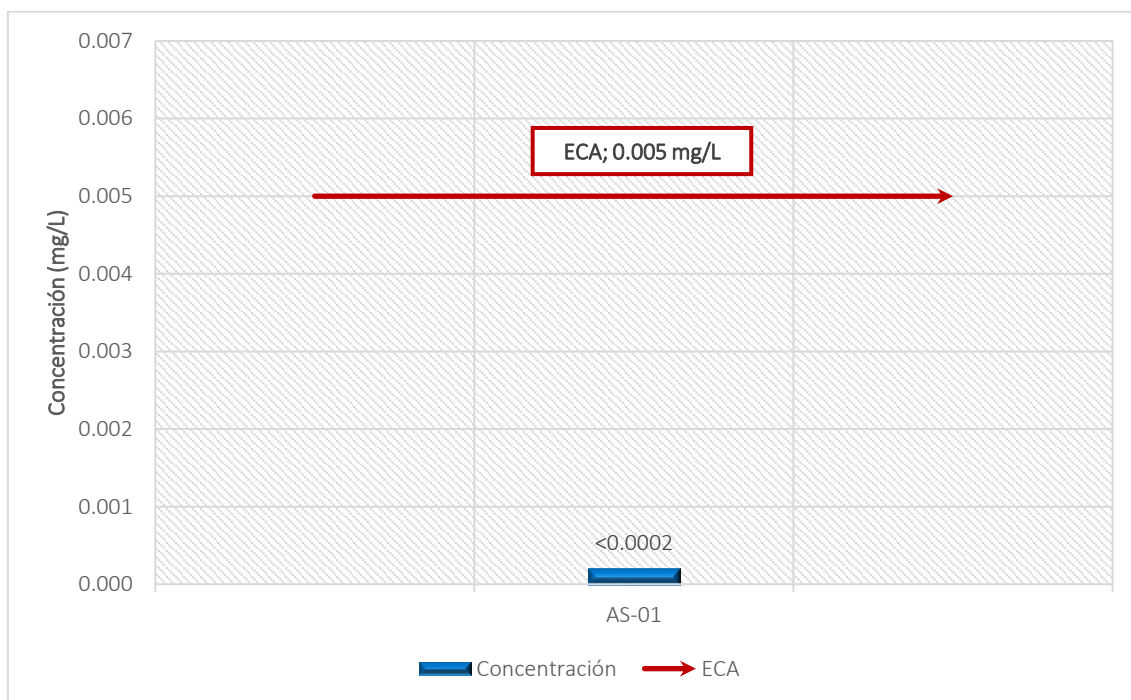
**Figura 4.1-66.** Concentraciones del parámetro Boro



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

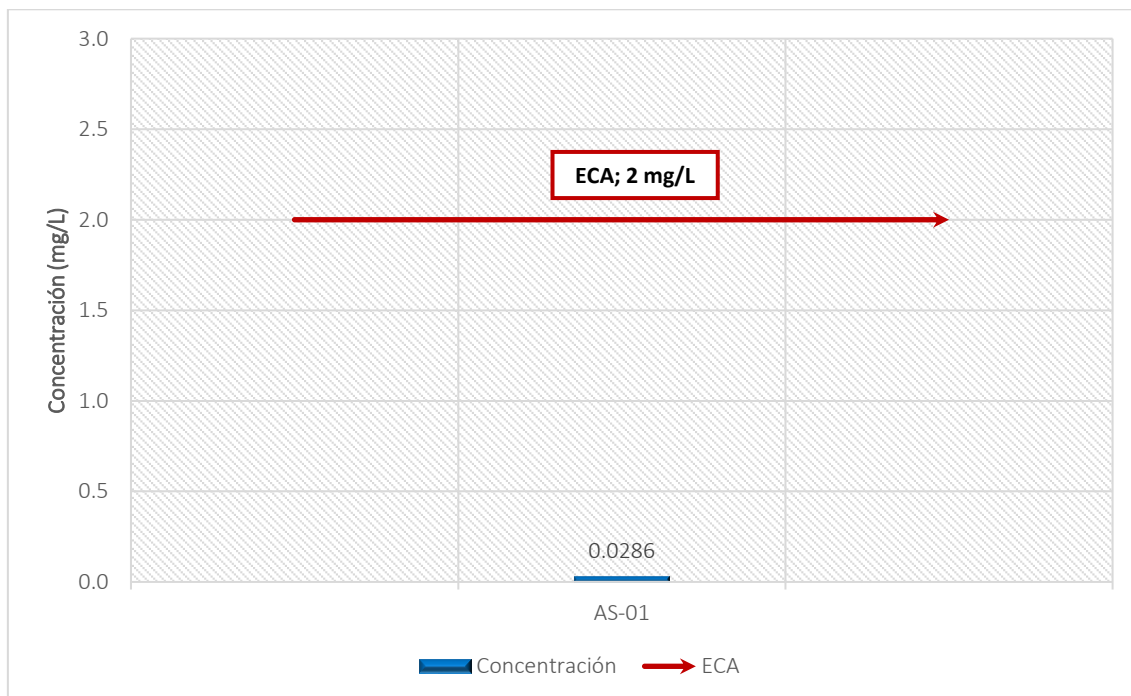
**Figura 4.1-67.** Concentraciones del parámetro Cadmio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

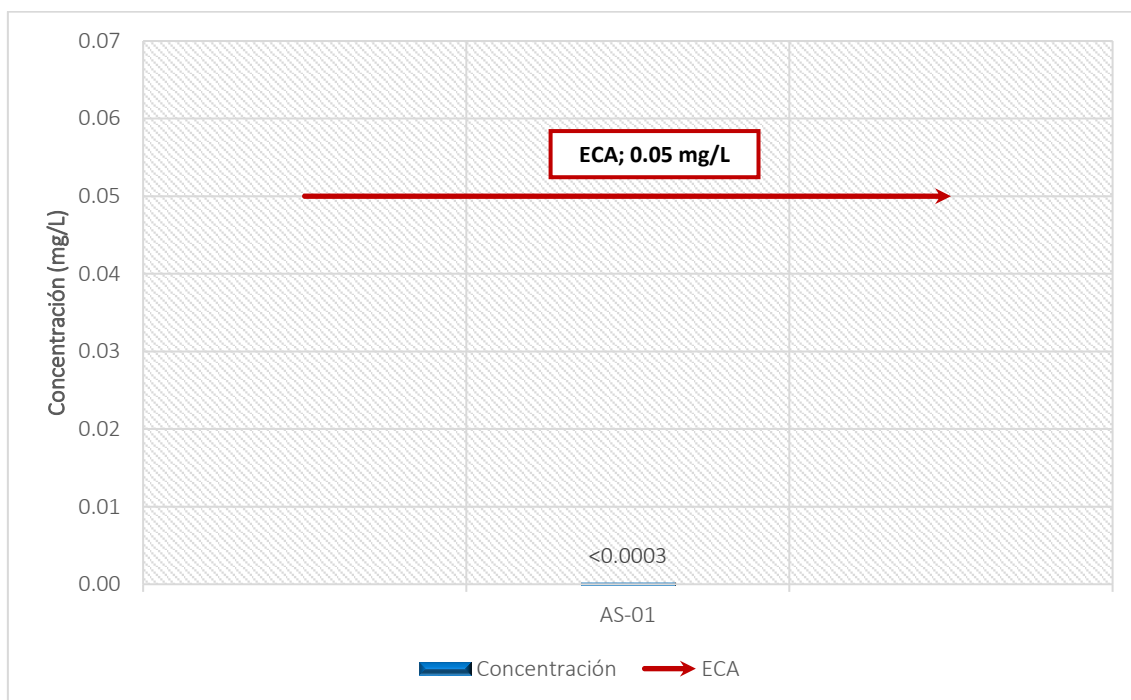
**Figura 4.1-68.** Concentraciones del parámetro Cobre



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

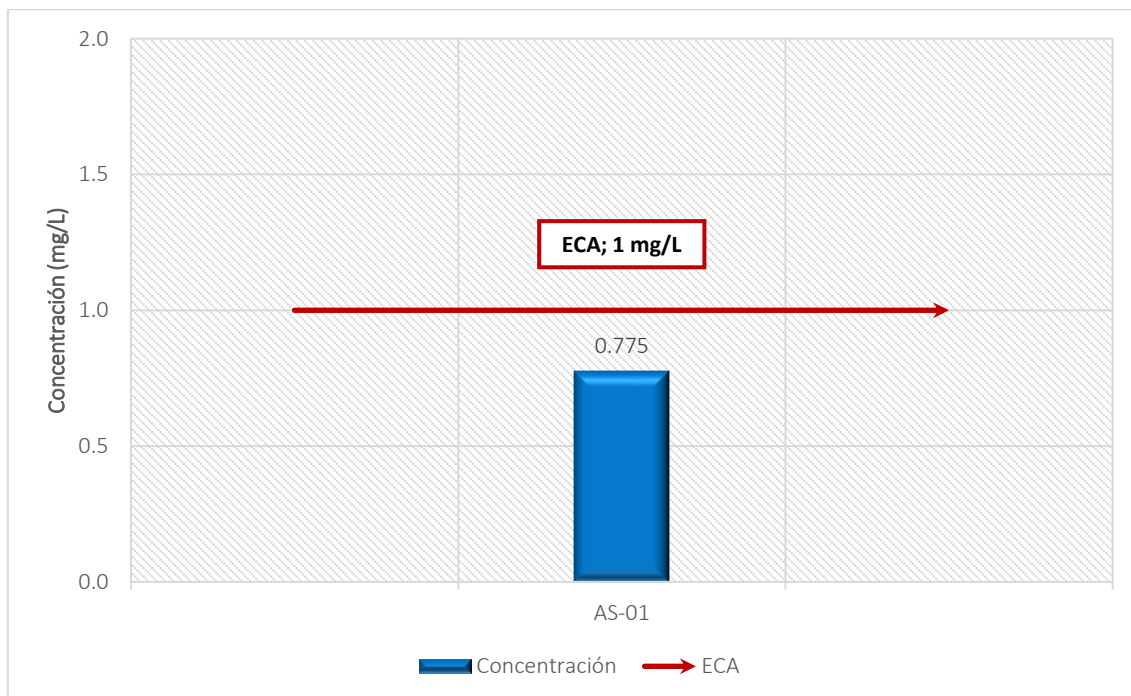
**Figura 4.1-69.** Concentraciones del parámetro Cromo



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

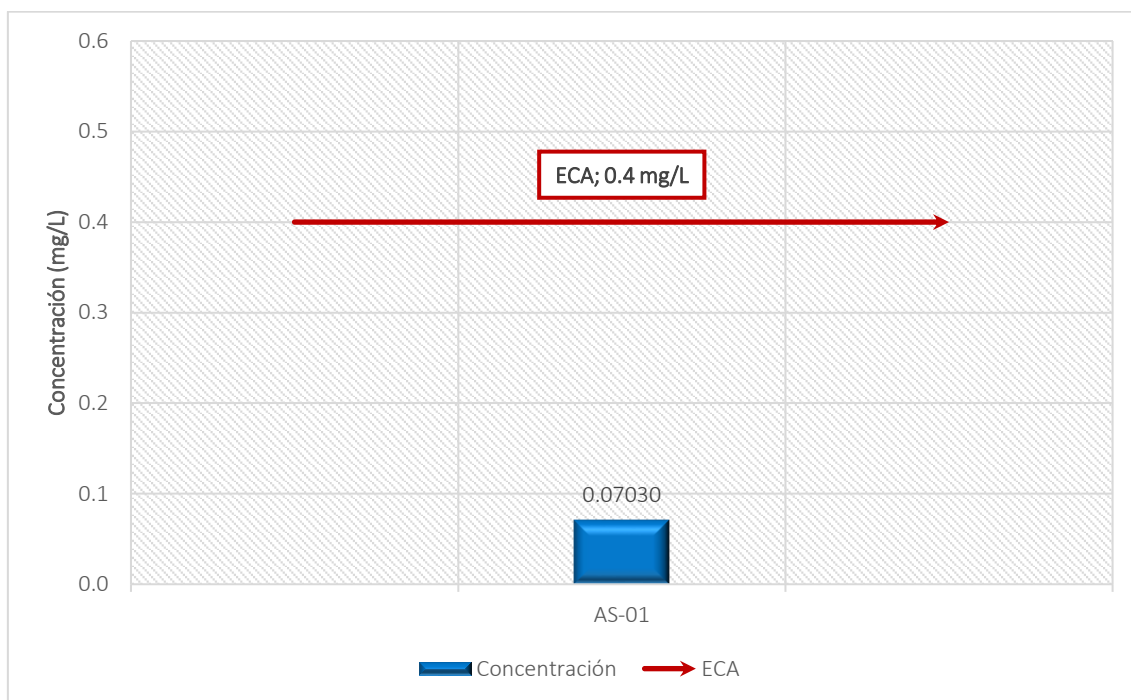
**Figura 4.1-70.** Concentraciones del parámetro Hierro



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

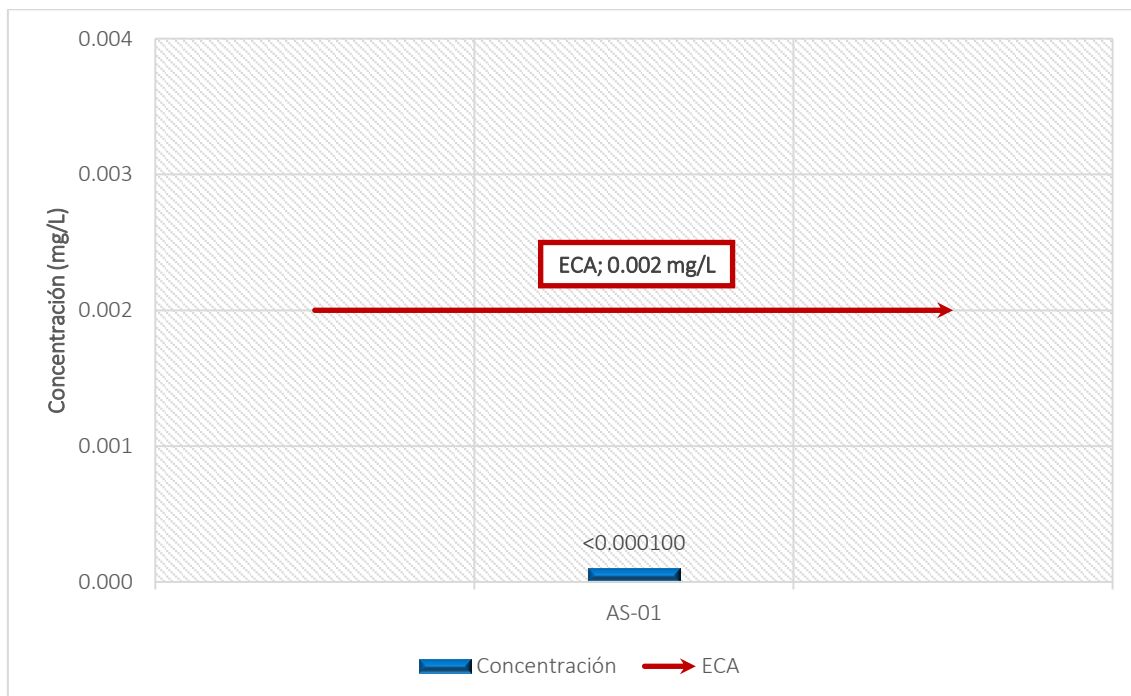
**Figura 4.1-71.** Concentraciones del parámetro Manganeseo



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

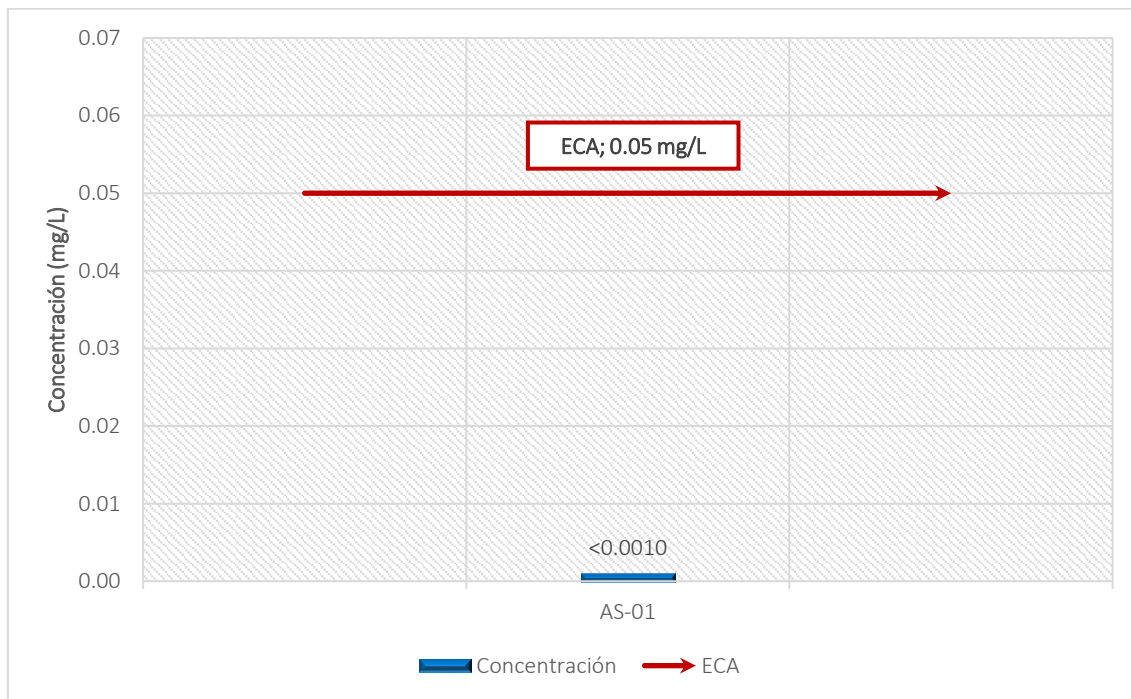
**Figura 4.1-72.** Concentraciones del parámetro Mercurio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

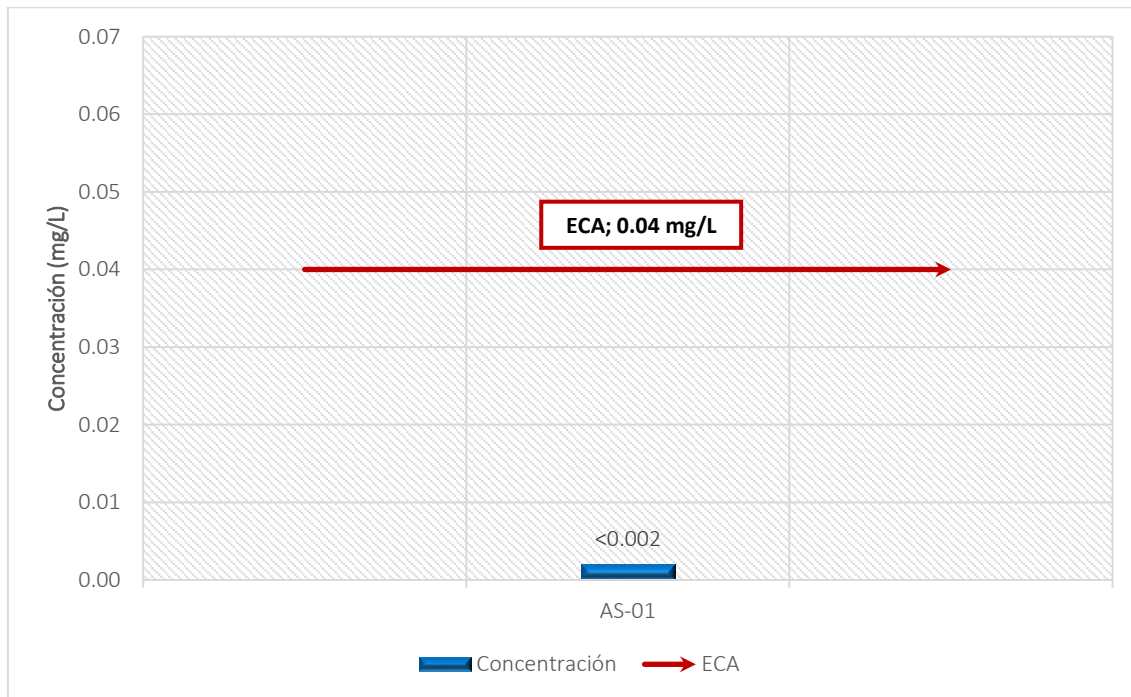
**Figura 4.1-73.** Concentraciones del parámetro Plomo



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

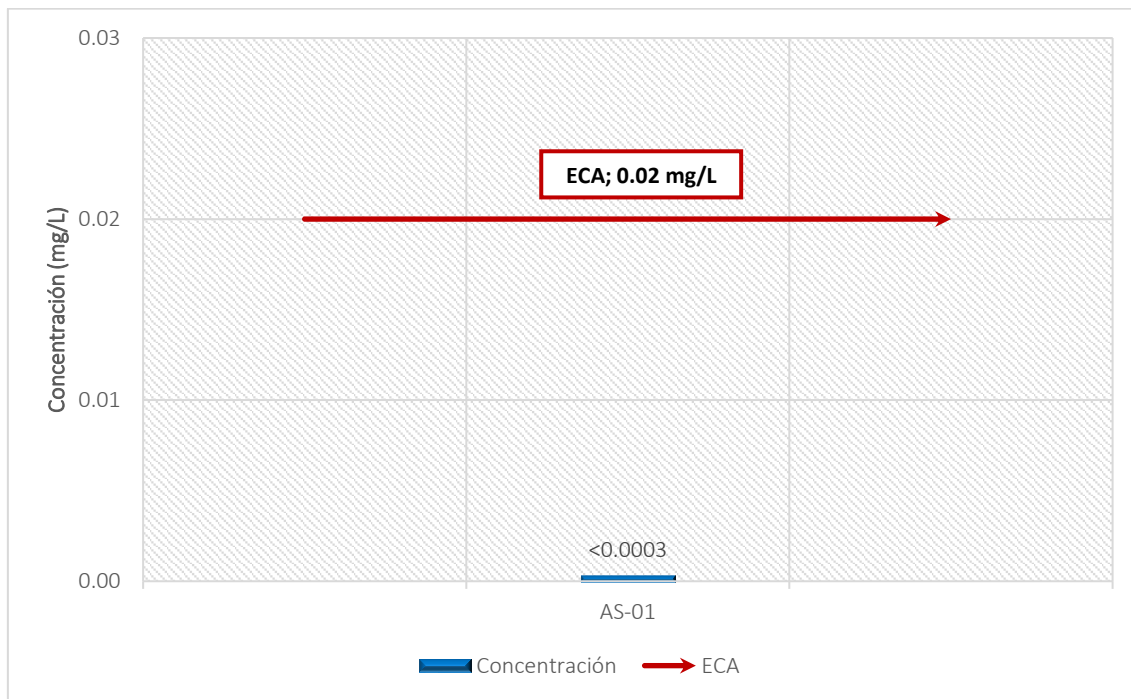
**Figura 4.1-74.** Concentraciones del parámetro Selenio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

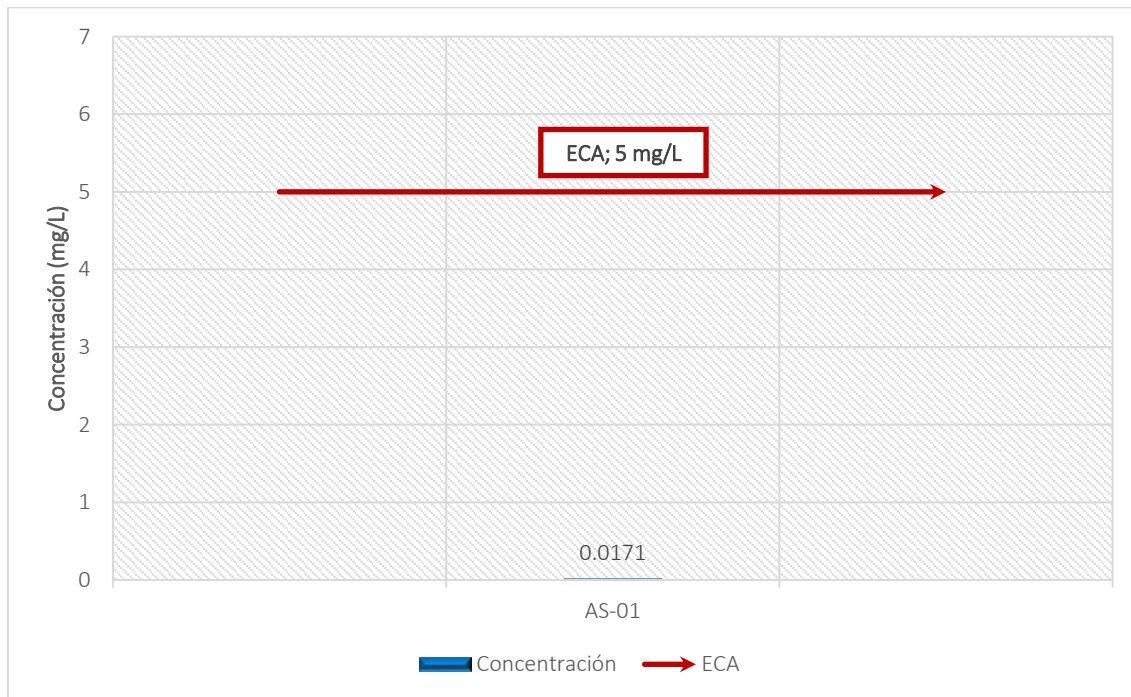
**Figura 4.1-75.** Concentraciones del parámetro Uranio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

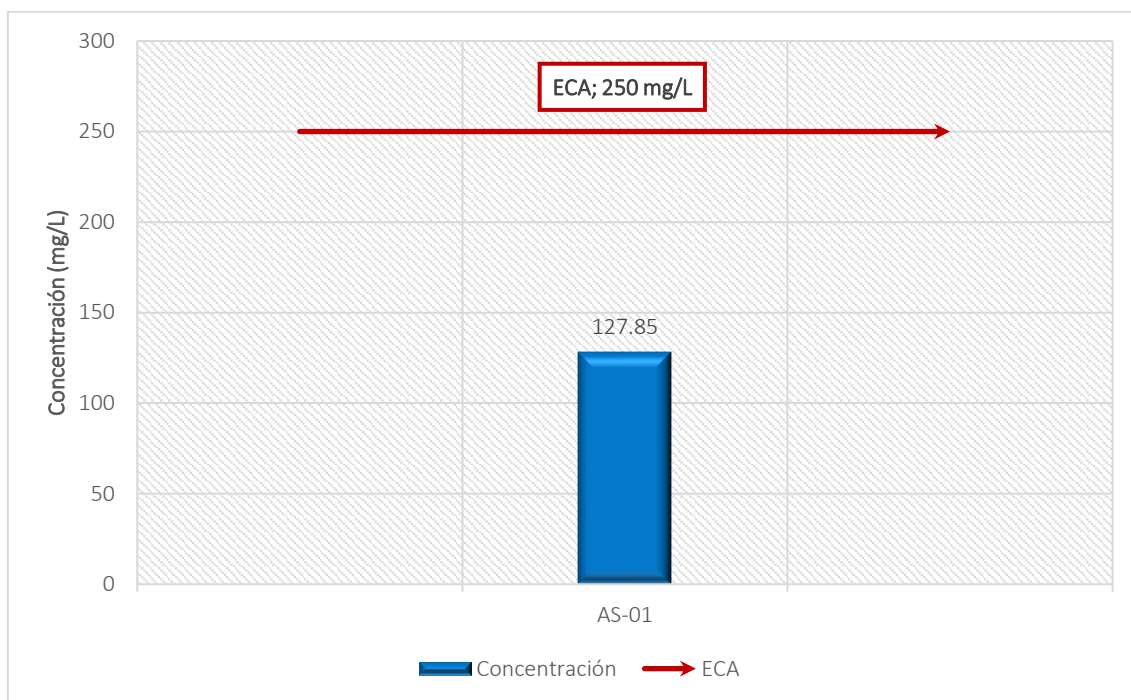
**Figura 4.1-76.** Concentraciones del parámetro Zinc



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

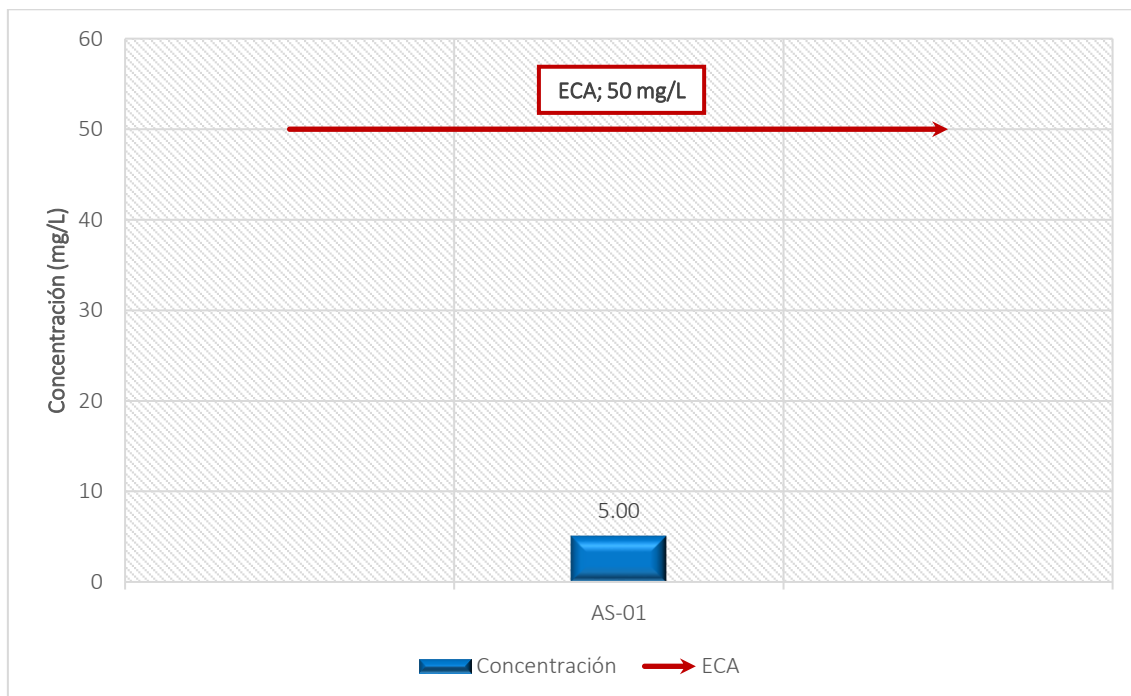
**Figura 4.1-77.** Concentraciones del parámetro Cloruro



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

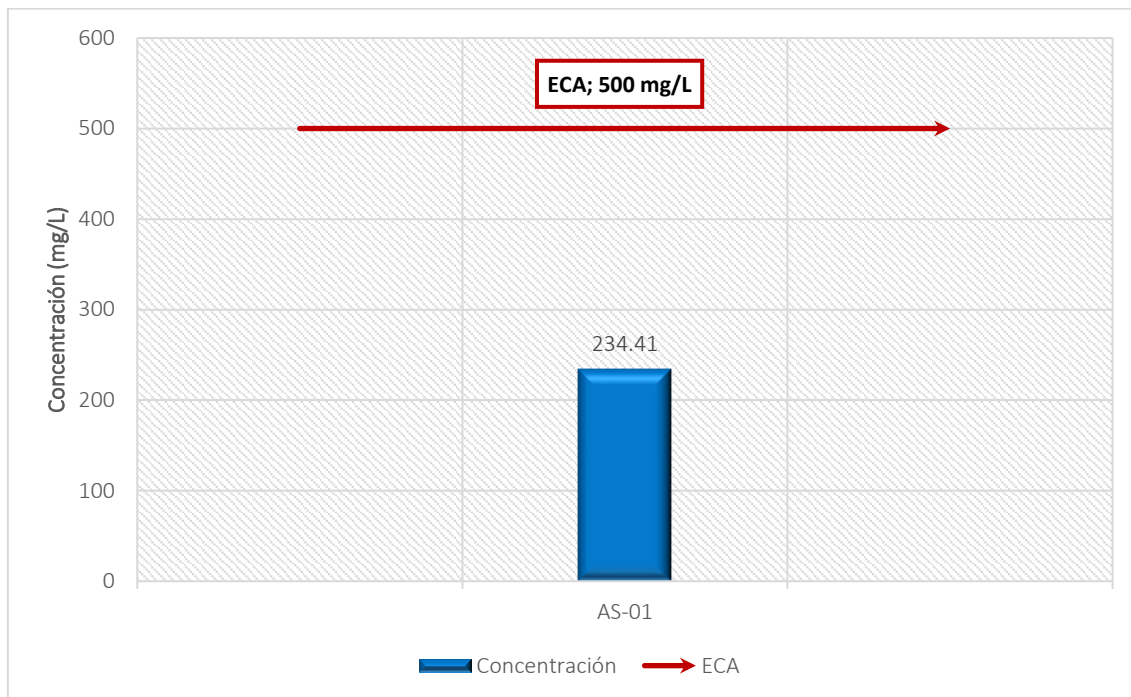
**Figura 4.1-78.** Concentraciones del parámetro Nitratos



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

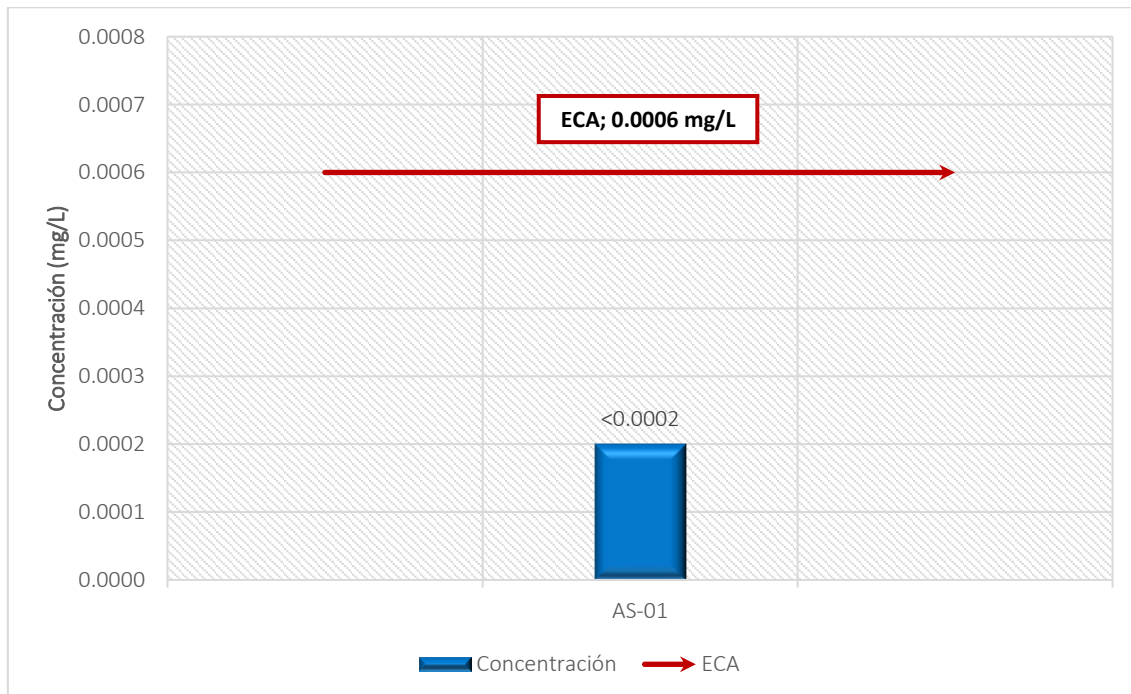
**Figura 4.1-79.** Concentraciones del parámetro Sulfato



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

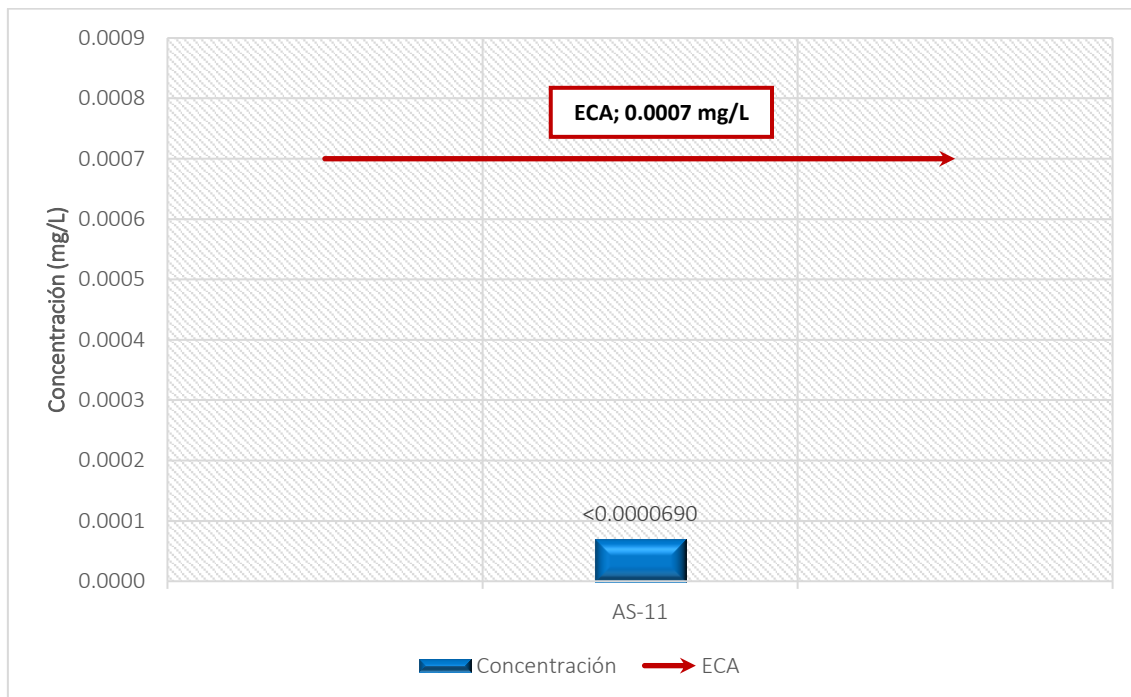
**Figura 4.1-80.** Concentraciones del parámetro Hexaclorobutadieno



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

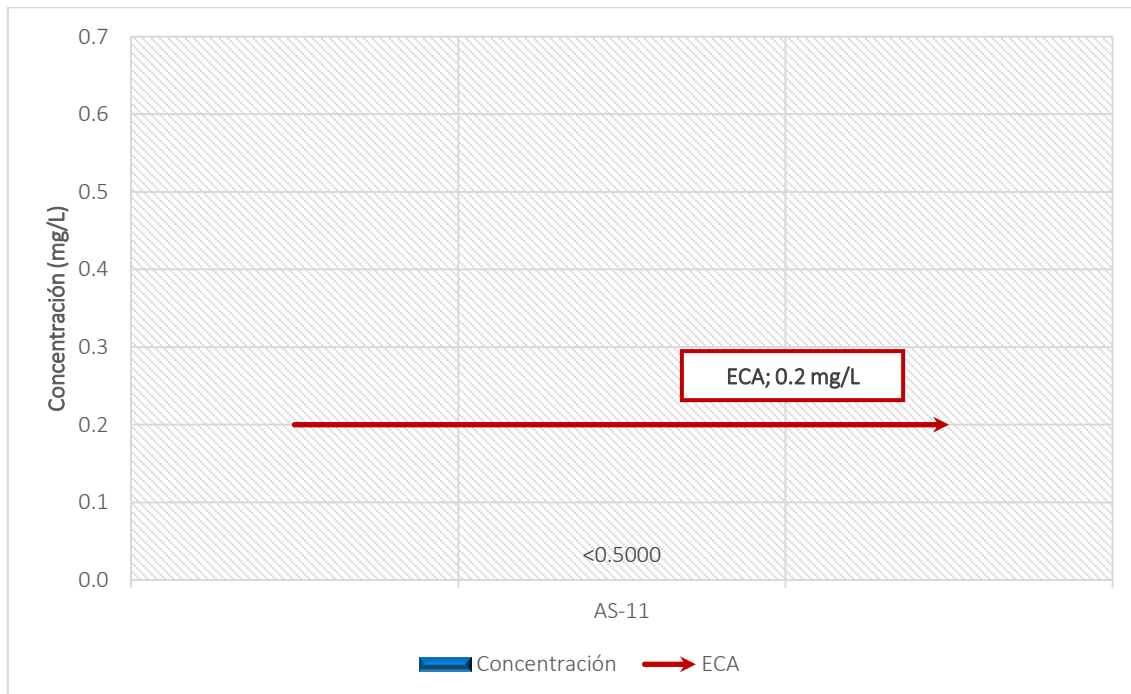
**Figura 4.1-81.** Concentraciones del parámetro Benzo(a)pireno



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

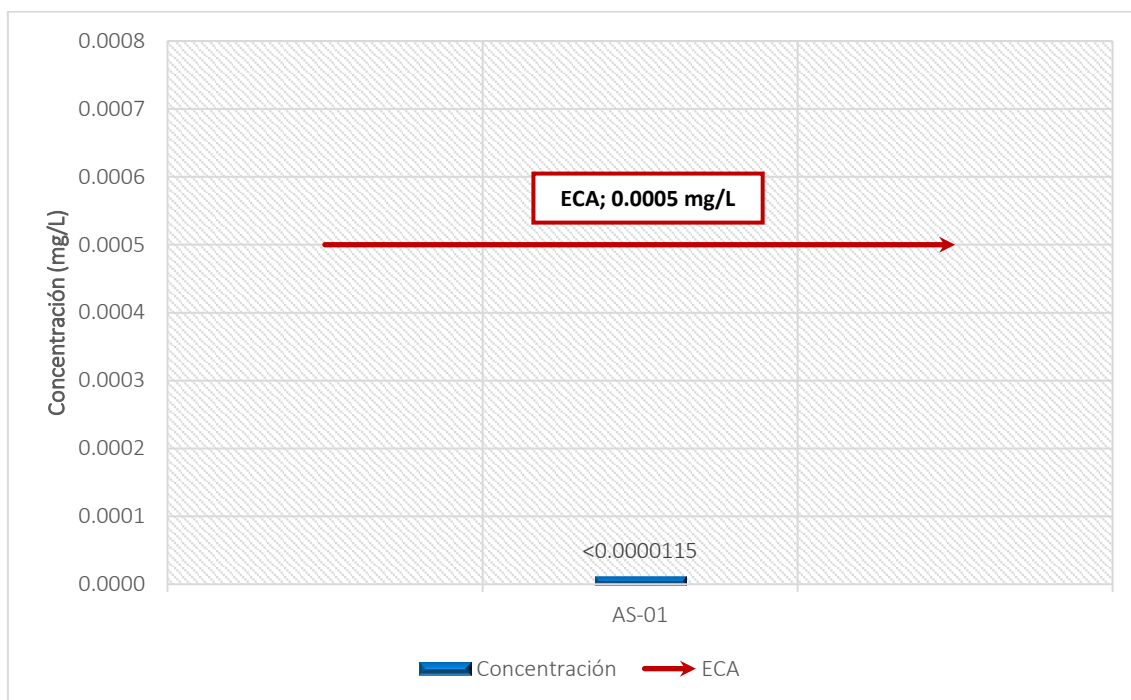
**Figura 4.1-82.** Concentraciones del parámetro Hidrocarburos Totales de Petróleo



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

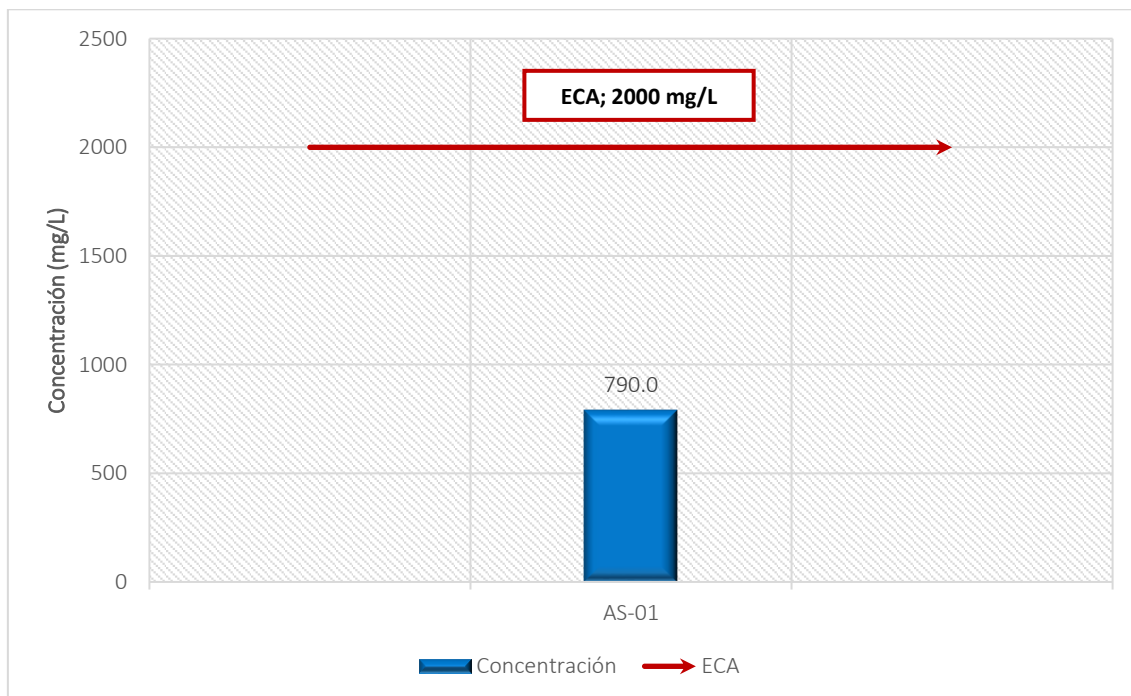
**Figura 4.1-83.** Concentraciones del parámetro PCBs



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

**Figura 4.1-84.** Concentraciones del parámetro Coliformes Termotolerantes



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

## Interpretación

A continuación, se realiza la interpretación de las concentraciones reportadas de los parámetros físico químicos evaluados:

- **Aceites y Grasas:** Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica que, al no poder mezclarse con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. La contaminación por aceites y grasas puede afectar la calidad del agua y la salud de los hábitats acuáticos cercanos a la línea de transmisión. Esto podría tener consecuencias negativas para la biodiversidad y la estabilidad del ecosistema. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Aceites y Grasas. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Cianuro Wad:** El cianuro WAD (cianuro fácilmente liberado) en agua es una preocupación seria debido a su toxicidad para la vida acuática y los riesgos potenciales para la salud humana. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el parámetro Cianuro WAD. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro Cianuro Wad no cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Color:** El color en el agua puede provenir de materia orgánica natural, como ácidos húmicos y fúlvicos, que se generan por la descomposición de materiales vegetales. Estos compuestos orgánicos no suelen ser perjudiciales por sí mismos, pero pueden afectar la estética del agua. El punto de muestreo cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Conductividad:** La conductividad eléctrica en el agua es una medida de la capacidad del agua para transportar una corriente eléctrica. Esta propiedad está relacionada con la concentración de iones disueltos en el agua y puede proporcionar información valiosa sobre la calidad del agua y los procesos que

afectan su composición. La conductividad del agua puede aumentar debido a la presencia de sales disueltas, minerales, nutrientes y otros iones. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- ***Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):*** La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en agua es una medida de la cantidad de oxígeno requerida por microorganismos para descomponer materia orgánica biodegradable presente en el agua. La DBO es un indicador importante de la calidad del agua, ya que altos niveles de DBO pueden indicar la presencia de contaminantes orgánicos y la posible degradación del ecosistema acuático. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el DBO. La concentración reportada para el punto de muestreo evaluado cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- ***Fenoles:*** La presencia de fenoles en el agua puede ser un indicador de contaminación industrial o de otras fuentes que liberan compuestos fenólicos en el agua. Los fenoles son compuestos químicos que pueden tener impactos negativos en la calidad del agua y en los ecosistemas acuáticos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar los Fenoles. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro Fenoles no cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- ***Oxígeno Disuelto:*** El oxígeno disuelto es esencial para la respiración de organismos acuáticos. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua puede variar según factores como la temperatura, la presión atmosférica y la presencia de materia orgánica. La concentración reportada cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Potencial de hidrógeno:** Un pH menor a 7 se considera ácido y puede originarse por diversas razones, como la descomposición de materia orgánica, descarga de aguas domésticas o industriales que liberan sustancias ácidas, como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico que, al entrar en contacto con el agua, disminuyen su pH. La concentración reportada cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Bicarbonatos:** Los bicarbonatos son iones que están presentes en el agua y forman parte de la composición química natural de muchos cuerpos de agua. Estos iones están relacionados con el equilibrio del pH del agua y pueden provenir de diversas fuentes, tanto naturales como antropogénicas. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro Bicarbonatos no cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** La Demanda Química de Oxígeno (DQO) en el agua es una medida que indica la cantidad de oxígeno necesario para oxidar químicamente la materia orgánica y los compuestos inorgánicos presentes en el agua. La DQO es un indicador de la carga total de contaminantes orgánicos e inorgánicos que pueden agotar el oxígeno disuelto en el agua. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el DQO. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Detergentes (SAAM):** La presencia de detergentes en el agua puede indicar contaminación por productos químicos domésticos o industriales. Los detergentes suelen contener compuestos surfactantes que pueden tener impactos negativos en la calidad del agua y en los organismos acuáticos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar los Detergentes. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro Detergentes no cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden

ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

De igual manera se realiza las interpretaciones de las concentraciones reportadas para los parámetros Inorgánicos evaluados:

- **Aluminio:** El aluminio es uno de los elementos más comunes en la corteza terrestre, por lo que puede disolverse en el agua a través de la erosión natural de minerales que contienen aluminio, como la arcilla y la roca. En áreas donde hay suelos ricos en aluminio, es más probable encontrar este elemento en los cuerpos de agua. Las actividades agrícolas, la minería y otras actividades humanas pueden contribuir a la contaminación del agua con aluminio a través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Antimonio:** La presencia de antimonio en el agua puede ser motivo de preocupación debido a sus potenciales efectos tóxicos para la salud humana y el medio ambiente. El antimonio y sus compuestos tienen varias aplicaciones en la industria y en tecnología debido a sus propiedades únicas. El antimonio puede ser un contaminante en fuentes de agua debido a actividades industriales, como la minería y la metalurgia a través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La presencia del símbolo "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Antimonio. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Arsénico:** La presencia de arsénico en el agua puede variar y puede estar influenciada por diversas fuentes naturales y antropogénicas. Además de las fuentes naturales, las actividades humanas, como la minería, la industria y el uso de pesticidas, también pueden liberar arsénico al agua. Los desechos industriales y la escorrentía de áreas agrícolas son posibles fuentes antropogénicas. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Arsénico. través de la escorrentía superficial y

la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Bario:** El bario no suele ser considerado altamente tóxico para los humanos en concentraciones normales en el agua. Sin embargo, en concentraciones elevadas, el bario puede tener efectos adversos para la salud. Es importante evaluar y controlar las concentraciones para garantizar que estén dentro de los límites seguros establecidos por las regulaciones. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Berilio:** El berilio es un elemento químico que raramente se encuentra en forma libre en la naturaleza debido a su alta reactividad. Sin embargo, puede estar presente en el agua en muy pequeñas cantidades, principalmente debido a procesos geológicos naturales o actividades industriales. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Berilio. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Boro:** Es naturalmente abundante en la corteza terrestre y se disuelve fácilmente en el agua. El boro puede ingresar al agua de varias maneras, incluyendo la erosión de suelos y rocas que contienen compuestos de boro, como el borato y el borosilicato, así como a través de actividades humanas, como la agricultura, la minería y la fabricación de productos químicos y productos de consumo través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Cadmio:** El cadmio es un metal tóxico para los seres humanos, y la exposición a largo plazo a concentraciones elevadas puede tener efectos perjudiciales para la salud. Concentraciones elevadas de cadmio en el agua pueden tener efectos adversos en la vida acuática. Los organismos acuáticos, como los peces, pueden acumular cadmio en sus tejidos, lo que puede afectar a la cadena alimentaria y tener consecuencias para los ecosistemas acuáticos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Cadmio. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Cobre:** A concentraciones elevadas, el cobre puede ser tóxico para los seres humanos. Sin embargo, en general, el cobre es esencial en pequeñas cantidades para la salud humana. Concentraciones elevadas de cobre en el agua pueden tener efectos adversos en la vida acuática. Los organismos acuáticos, especialmente los peces, son sensibles al cobre, y la exposición prolongada puede afectar su salud y reproducción. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Cromo:** Las actividades humanas, como la minería, la industria metalúrgica, y otras actividades industriales, pueden contribuir significativamente a la liberación de cromo en el medio ambiente. Las descargas industriales, los vertidos de aguas residuales y el uso de productos químicos que contienen cromo son fuentes antropogénicas comunes. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Cromo. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Hierro:** El Hierro es común en el medio ambiente y puede estar presente tanto en aguas superficiales como subterráneas. La presencia de hierro en el agua

puede deberse a procesos naturales, como la disolución de minerales en el suelo y las rocas, así como a actividades humanas, como la corrosión de tuberías de hierro en sistemas de suministro de agua o la escorrentía de áreas agrícolas donde se utilizan fertilizantes que contienen hierro. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Manganeso:** El manganeso es un metal que puede encontrarse naturalmente en el medio ambiente, incluyendo el agua. Su presencia en el agua puede ser tanto de origen natural como resultado de actividades humanas, como la minería o la industria. Aunque el manganeso es un elemento necesario para la salud humana en cantidades muy pequeñas, concentraciones elevadas en el agua potable pueden representar un riesgo para la salud. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Mercurio:** El mercurio es una sustancia tóxica que puede tener graves efectos para la salud humana, especialmente a través de la ingestión de alimentos contaminados por mercurio. Los peces en ríos contaminados son una fuente común de exposición. Los efectos incluyen daños neurológicos y problemas en el desarrollo fetal. La presencia de mercurio en el agua es una preocupación importante debido a los riesgos para la salud humana y los efectos negativos en los ecosistemas acuáticos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Mercurio. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Plomo:** El plomo es un metal tóxico que puede tener efectos adversos para la salud humana, especialmente en niños y mujeres embarazadas. La exposición al plomo puede causar daño neurológico, afectar el desarrollo cognitivo y tener otros efectos perjudiciales. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del

método utilizado para analizar el Plomo. través de la esorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Selenio:** El selenio es un elemento químico que, en cantidades adecuadas, es esencial para la salud de los seres vivos, pero en concentraciones elevadas, puede tener efectos tóxicos tanto para la salud humana como para los ecosistemas acuáticos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Selenio. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Uranio:** El uranio es un elemento químico que puede encontrarse naturalmente en la corteza terrestre y, por lo tanto, puede estar presente en diversas formas en el medio ambiente, incluyendo el agua. El uranio se encuentra en rocas, suelos, sedimentos y aguas subterráneas como resultado de procesos geológicos naturales. Estos depósitos naturales pueden liberar uranio al agua a través de la erosión y la lixiviación; además de las fuentes naturales, las actividades humanas también pueden contribuir a la presencia de uranio en el agua. Por ejemplo, la minería y el procesamiento de minerales de uranio pueden generar desechos que contaminan las aguas superficiales y subterráneas cercanas. Además, algunas prácticas agrícolas, como el uso de fertilizantes fosfatados, pueden aumentar los niveles de uranio en el suelo y, en consecuencia, en el agua. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar Uranio. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Zinc:** El zinc es un metal esencial para muchos organismos, pero a concentraciones elevadas puede tener efectos adversos en los organismos acuáticos. Puede afectar a los invertebrados y a los peces, especialmente en

aguas de baja dureza. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

A continuación, se realiza las interpretaciones de las concentraciones reportadas para los parámetros Aniones, Pesticidas Organoclorados, Pesticidas Organofosforados y PCB's:

- **Aniones:** En el agua, los aniones son iones con carga negativa que están disueltos en la solución acuosa. Los aniones más comunes en el agua incluyen el cloruro, bicarbonato, sulfato y el nitrato, entre otros. Estos aniones pueden provenir de diversas fuentes, como la disolución de sales minerales, la descomposición de compuestos orgánicos, la contaminación por actividades humanas, entre otros procesos naturales y antropogénicos. La presencia de aniones en el agua puede influir en sus propiedades químicas y en su calidad. Por ejemplo, los aniones como el cloruro, el sulfato y el nitrato pueden afectar el sabor del agua potable en concentraciones elevadas. Además, ciertos aniones pueden tener implicaciones para la salud humana y el medio ambiente. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Hexaclorobutadieno:** El Hexaclorobutadieno (HCBd) es un compuesto orgánico clorado que puede encontrarse en el agua como resultado de descargas industriales, liberaciones de desechos y procesos de fabricación de productos químicos. Este compuesto ha sido utilizado en el pasado en la producción de caucho clorado y otros productos químicos, pero su uso ha sido restringido debido a sus efectos adversos para la salud y el medio ambiente. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar Hexaclorobutadieno. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs):** Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs por sus siglas en inglés) son un grupo de compuestos orgánicos que se forman durante la combustión incompleta de materiales orgánicos, como el carbón, el petróleo, la madera y los productos derivados del petróleo. Estos compuestos pueden ser arrastrados debido a la lluvia y la escorrentía hacia cuerpos de agua cercanos, como ríos, lagos y estanques, las aguas residuales urbanas pueden contener PAHs provenientes de actividades domésticas, como la combustión de combustibles fósiles en vehículos, la quema de madera y carbón en estufas y chimeneas, y el uso de productos de tabaco. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de detección del método utilizado para analizar hidrocarburos aromáticos policíclicos. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Hidrocarburos Totales de Petróleo:** La presencia de hidrocarburos totales de petróleo (HTPA) en el agua cerca de líneas de transmisión puede deberse a varias razones, como fugas en las tuberías de petróleo, vertidos accidentales durante el transporte o incluso actividades ilegales como la descarga de desechos. Estas sustancias pueden contaminar el agua y representar un riesgo para el medio ambiente y la salud humana. La detección y el monitoreo de los HTPA cerca de las líneas de transmisión son importantes para identificar cualquier problema de contaminación y tomar medidas correctivas para mitigar los impactos negativos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de detección del método utilizado para analizar hidrocarburos totales de petróleo. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **PCBs:** Los PCBs se han usado ampliamente como refrigerantes y lubricantes en transformadores, condensadores y otros equipos eléctricos ya que no se incendian fácilmente y son buenos aislantes. Pueden acumularse en los

sedimentos del lecho del río, lo que puede tener consecuencias a largo plazo para la calidad del sedimento y la vida acuática. Las descargas industriales pasadas o presentes, especialmente aquellas relacionadas con la fabricación o el uso de equipos eléctricos, son una fuente común de contaminación de PCBs en los cuerpos de agua. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de detección del método utilizado para analizar PCBs. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Finalmente se presenta las interpretaciones de las concentraciones reportadas para los parámetros Microbiológicos:

- **Coliformes Termotolerantes:** Los coliformes termotolerantes son bacterias indicadoras que se utilizan para evaluar la contaminación fecal en el agua. Si hay descargas de aguas residuales domésticas en combinación con las aguas residuales industriales, la presencia de coliformes termotolerantes puede deberse a la contaminación fecal de origen humano; asimismo un factor podría ser la presencia de lluvias en los días previos al muestreo con lo cual el escurrimiento de áreas agrícolas puede transportar estiércol, fertilizantes y otros desechos animales hacia los puntos de muestreo, contribuyendo a la presencia de coliformes fecales. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Escherichia coli:** Es una bacteria que se encuentra en los intestinos de animales de sangre caliente, incluidos los humanos, y su presencia en el agua puede indicar la existencia de contaminantes fecales. Las descargas de aguas residuales domésticas, ya sea directamente o a través de sistemas sépticos defectuosos, pueden introducir *E. coli* en las aguas residuales industriales. Cabe mencionar que las lluvias pueden influenciar a que la escorrentía de agua de áreas agrícolas puede transportar *E. coli* presente en estiércol animal o contaminantes fecales hacia los puntos de muestreo; de igual manera el uso excesivo de fertilizantes también puede contribuir a la proliferación de *E. coli*. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro *E. coli*. no

cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Huevos de Helmintos:** El helminto es un parásito que puede infectar tanto a humanos como a animales. Los daños que ocasionan estos organismos son considerables; un solo huevo es capaz de producir enfermedades intestinales e incluso cardíacas. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar Huevos de Helmintos. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro Huevos de Helmintos. no cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

### Julio 2024

La toma de muestras de calidad de agua se realizó el 25 de julio de 2024. En las siguientes tablas se muestran las concentraciones obtenidas de los parámetros evaluados.

**Tabla 4.1-44.** Resultados de la toma de muestra para agua– Categoría 1-A2 de la temporada seca

Parámetros	Unidades	Punto de muestreo	Estándar de Calidad Ambiental
		AS-01	Categoría 1: Poblacional y Recreacional
			A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
FISICO-QUÍMICOS			
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	<0,50	1,7
Amoniaco	mg/L	0,025	1,5
Clorofila	mg/L	<0,005	**
Cianuro Libre	mg/L	<0,0010	0,2
Cianuro WAD	mg/L	<0,0030	**
Color (b)	Escala Pt/Co	8,3	100 (a)
Conductividad	μS/cm	2360,00	1600
Cromo Hexavalente	mg/L	<0,010	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	<2,0	5
Fenoles	mg/L	<0,0010	**
Fosforo Total	mg/L	0,057	0,15
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	8,98	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	8,26	5,5 a 9,0
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg CaCO3/L	239,67	**

Parámetros	Unidades	Punto de muestreo	Estándar de Calidad Ambiental
		AS-01	Categoría 1: Poblacional y Recreacional A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	<5,0	20
Detergentes	mg/L	<0,020	**
Temperatura	°C	11,5	Δ 3
Nitrógeno Total	mg/L	1,003	**
Salinidad	mg/L	1,30	**
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<5,0	**
Sulfuro	mg/L	<0,002	**
<b>INORGÁNICOS</b>			
Aluminio	mg/L	0,025	5
Antimonio	mg/L	<0,0020	0,02
Arsénico	mg/L	<b>0,0357</b>	<b>0,01</b>
Bario	mg/L	0,08600	1
Berilio	mg/L	<0,0003	0,04
Boro	mg/L	<b>5,7058</b>	<b>2,4</b>
Cadmio	mg/L	<0,0002	0,005
Cobre	mg/L	0,0029	2
Cromo	mg/L	<0,0003	0,05
Hierro	mg/L	<0,0020	1
Manganeso	mg/L	0,03500	0,4
Mercurio	mg/L	<0,000100	0,002
Molibdeno	mg/L	<0,0010	**
Níquel	mg/L	<0,0004	**
Plomo	mg/L	<0,0010	0,05
Selenio	mg/L	<0,002	0,04
Uranio	mg/L	<0,0003	0,02
Zinc	mg/L	0,0630	5
<b>ANIONES</b>			
Nitrito + Nitrato	mg/L	4,32	**
Cloruro	mg/L	<b>315,97</b>	<b>250</b>
Fluoruro	mg/L	<0,20	**
Nitratos	mg/L	4,32	50
Sulfato	mg/L	<b>591,30</b>	<b>500</b>
<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)</b>			
Hexaclorobutadieno	mg/L	<0,0002	0,0006
<b>HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLOS (PAHs)</b>			
Antraceno	mg/L	<0,0000780	**
Benzo(a)pireno	mg/L	<0,0000690	0,0007
Fluoranteno	mg/L	<0,0000800	**
<b>HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO (C5-C40)</b>			
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C5-C40)	mg/L	<0,5000	0,2
<b>BIFENILOS POLICLORADOS</b>			

Parámetros	Unidades	Punto de muestreo	Estándar de Calidad Ambiental
		AS-01	Categoría 1: Poblacional y Recreacional A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
PCB's	mg/L	<0,00001150	0,0005
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	17,0	2000
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100 ml	11,0	**
Huevos de Helmintos	Huevos/L	<1,0	**

Fuente: ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-21405

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL – DA.

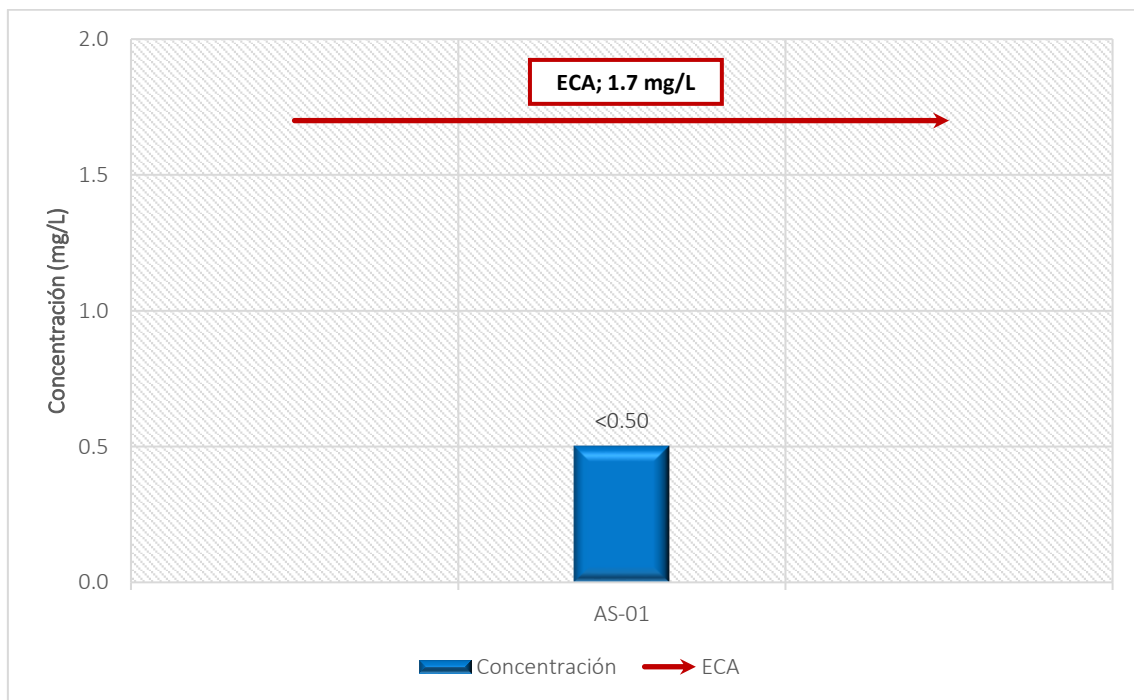
(\*\*) El ensayo indicado no ha sido acreditado.

(\*\*\*) El parámetro no aplica para esta categoría.

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS.

En los siguientes gráficos, se muestra el comportamiento de los resultados en comparación con el lineamiento de calidad ambiental:

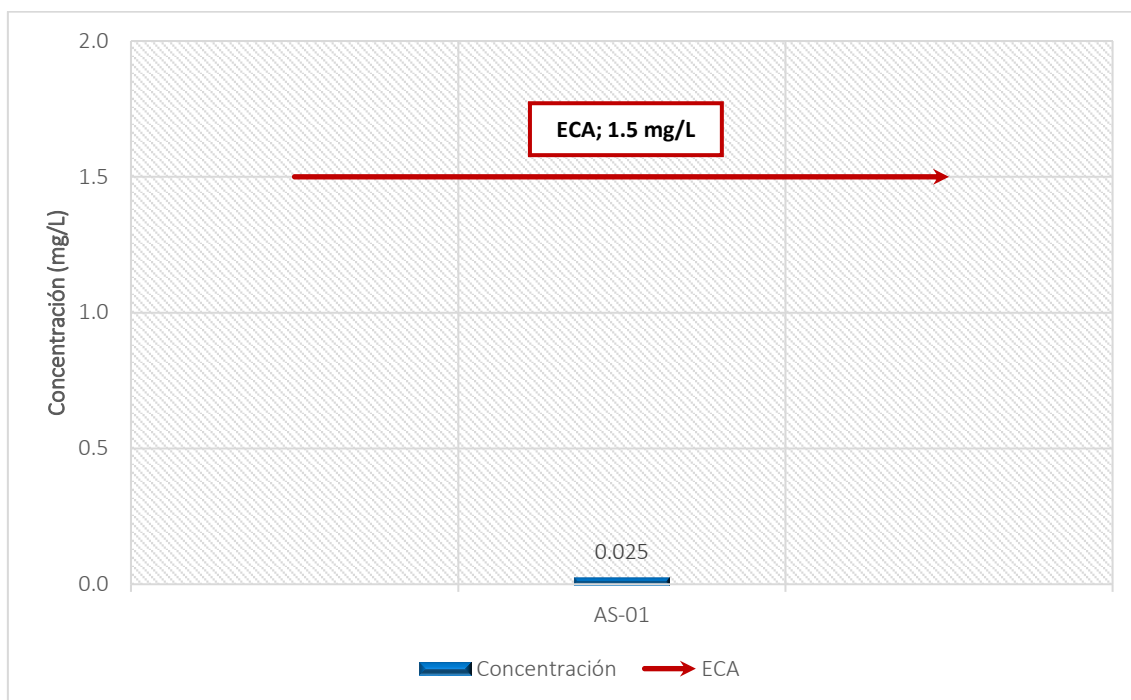
**Figura 4.1-85.** Concentraciones del parámetro Aceites y Grasas



Elaborado por: FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

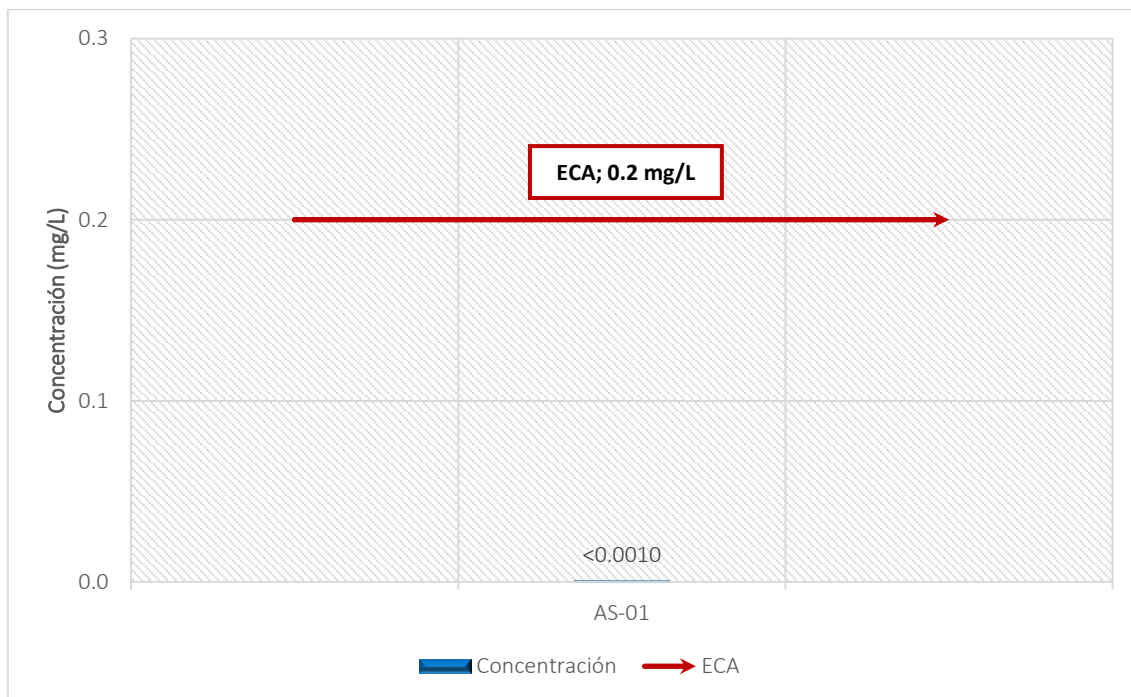
**Figura 4.1-86.** Concentraciones del parámetro Amoniaco



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

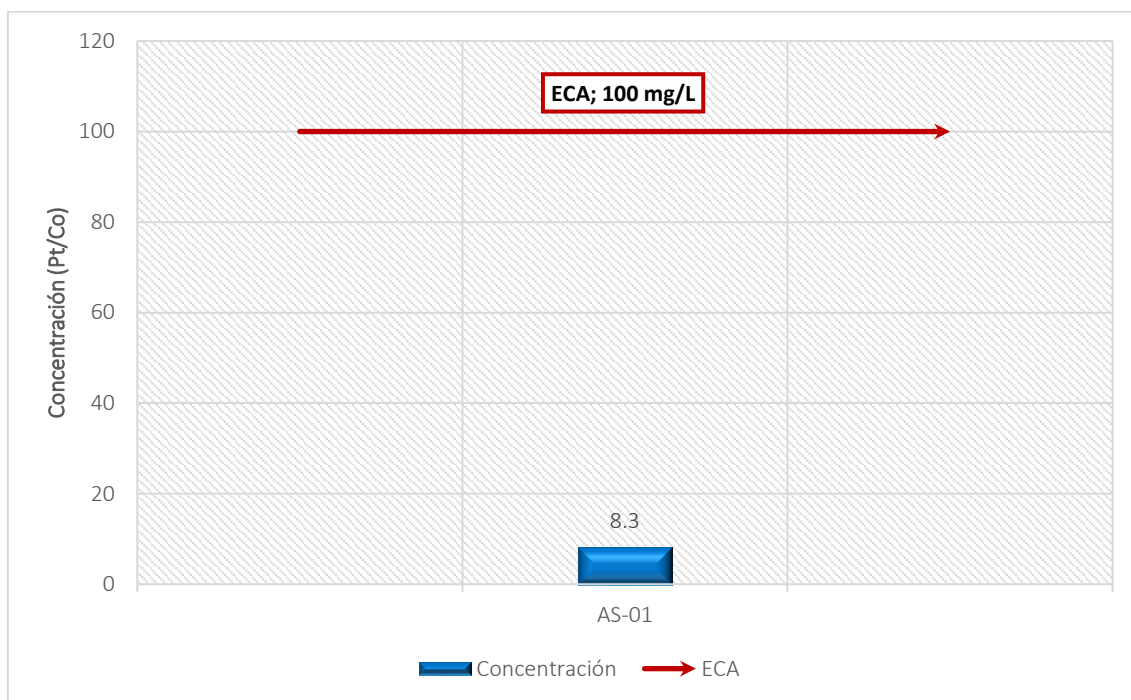
**Figura 4.1-87.** Concentraciones del parámetro Cianuro Libre



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

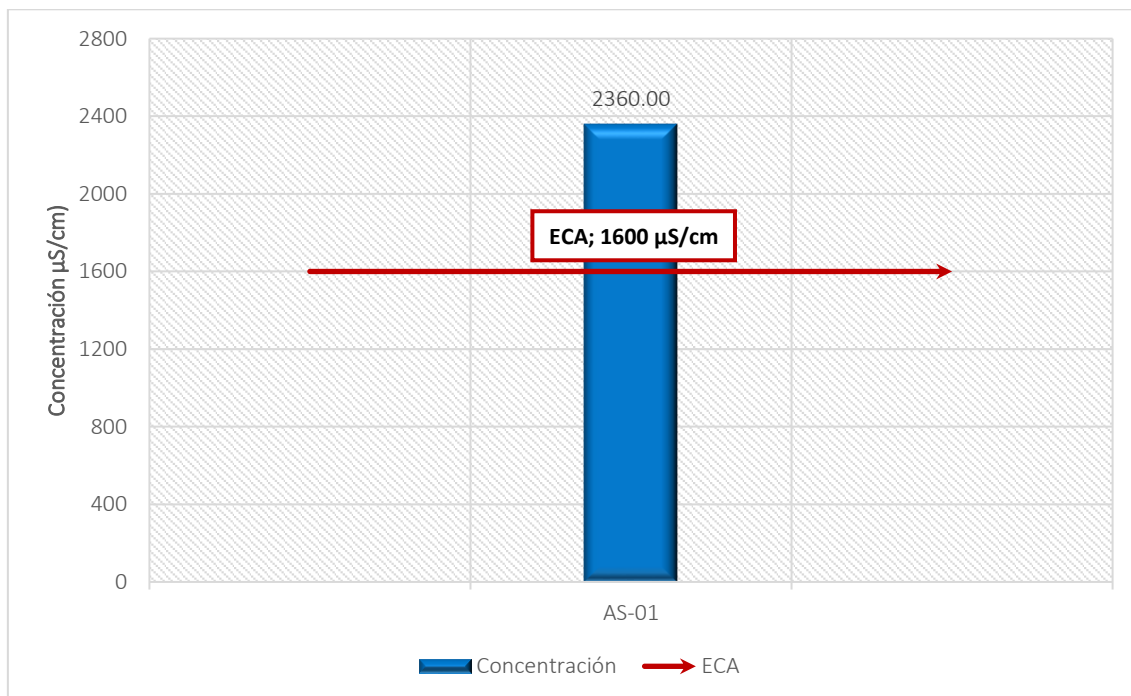
**Figura 4.1-88.** Concentraciones del parámetro Color



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

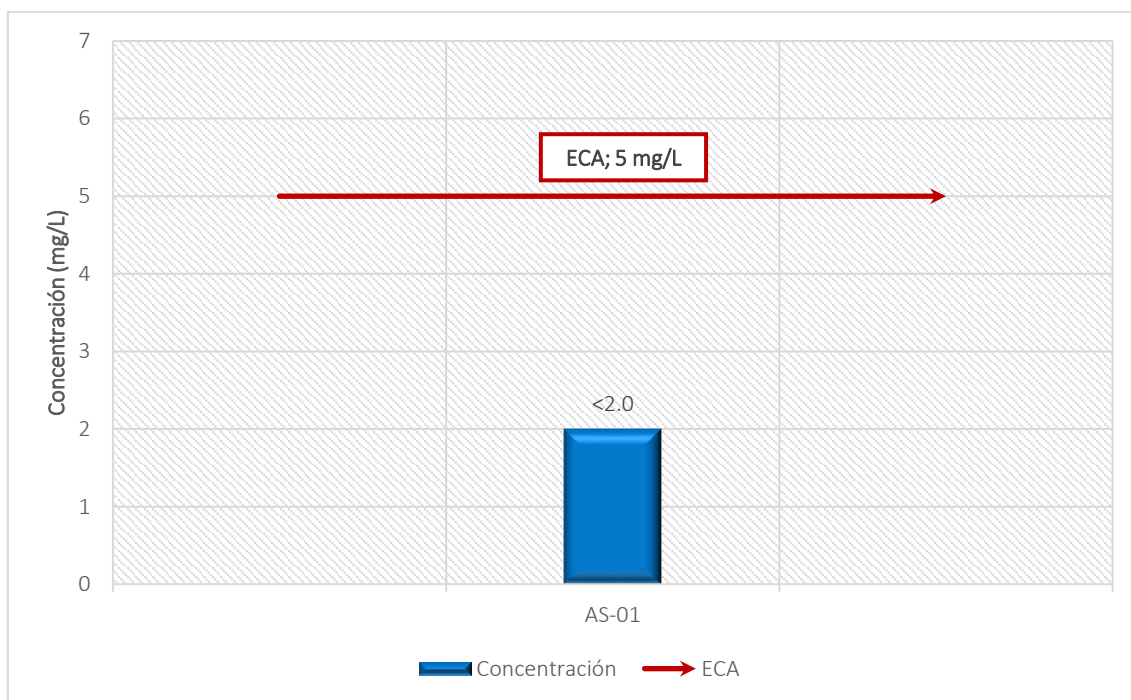
**Figura 4.1-89.** Concentraciones del parámetro Conductividad



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

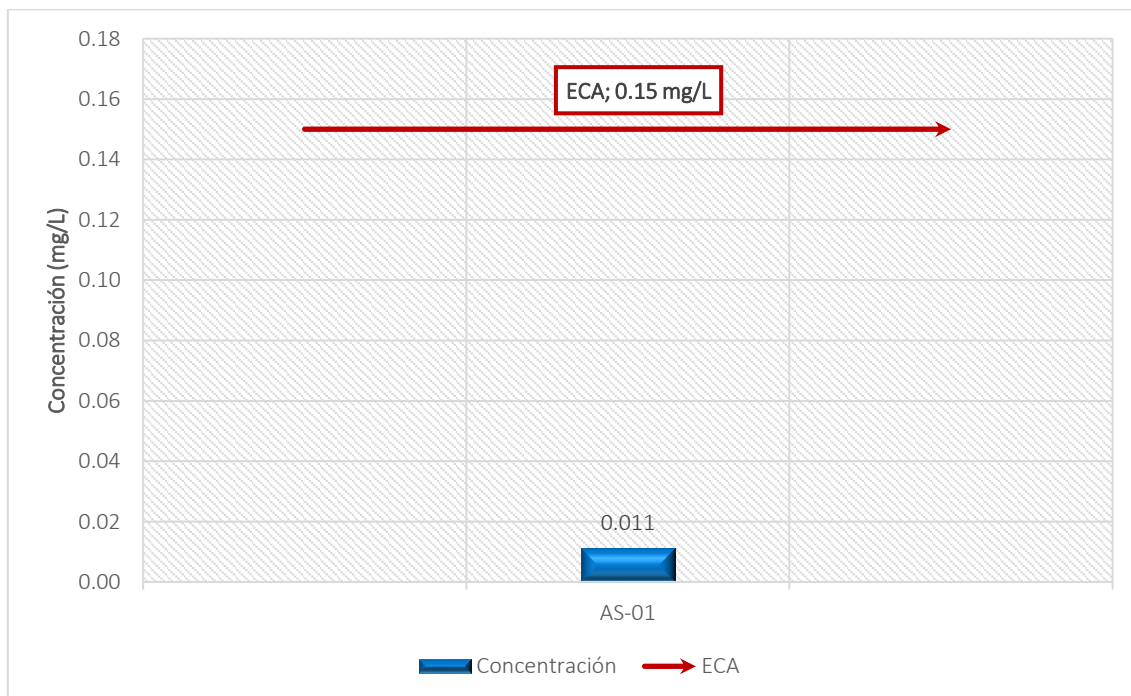
**Figura 4.1-90.** Concentraciones del parámetro DBO



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

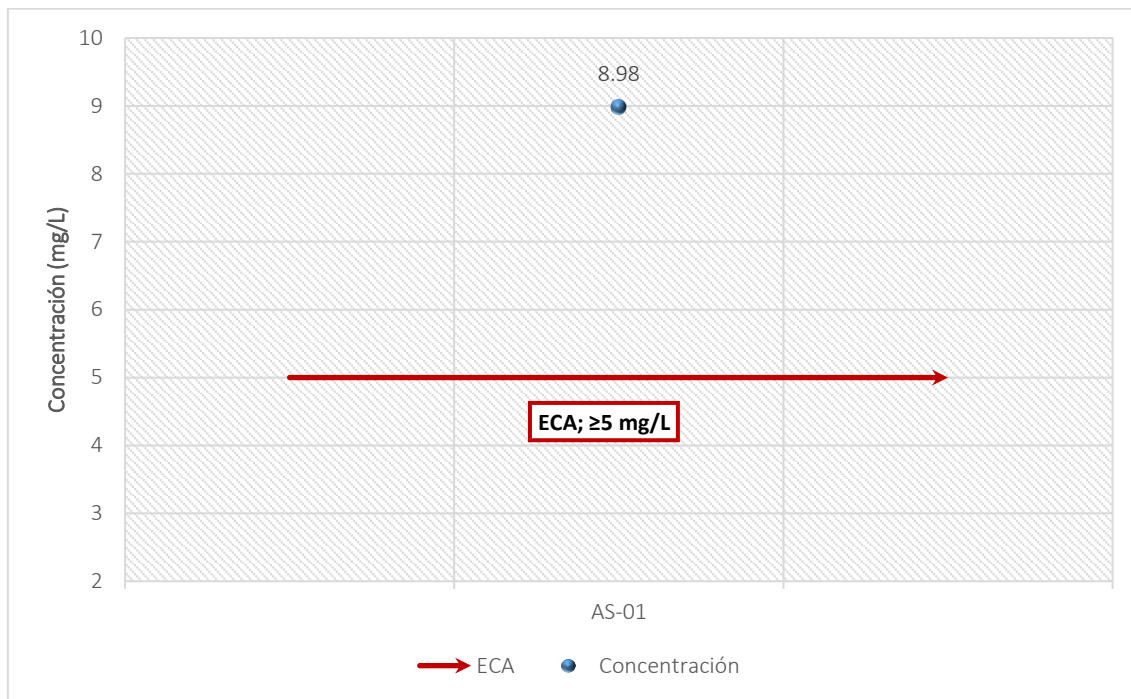
**Figura 4.1-91.** Concentraciones del parámetro Fosforo Total



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

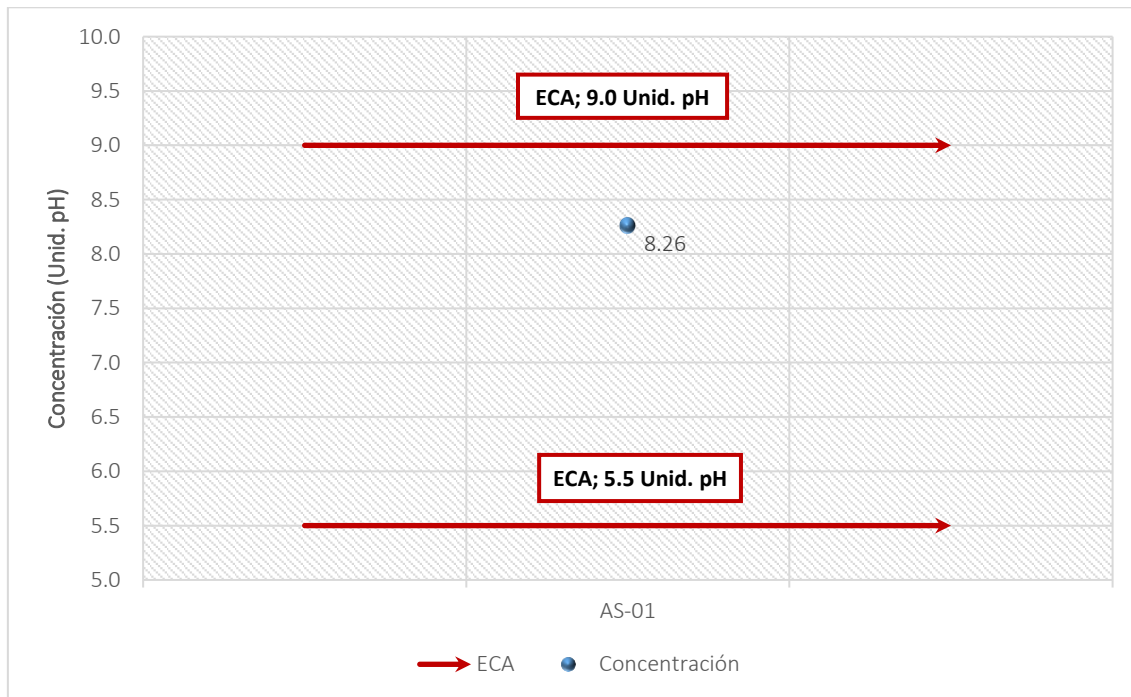
**Figura 4.1-92.** Concentraciones del parámetro Oxígeno Disuelto



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

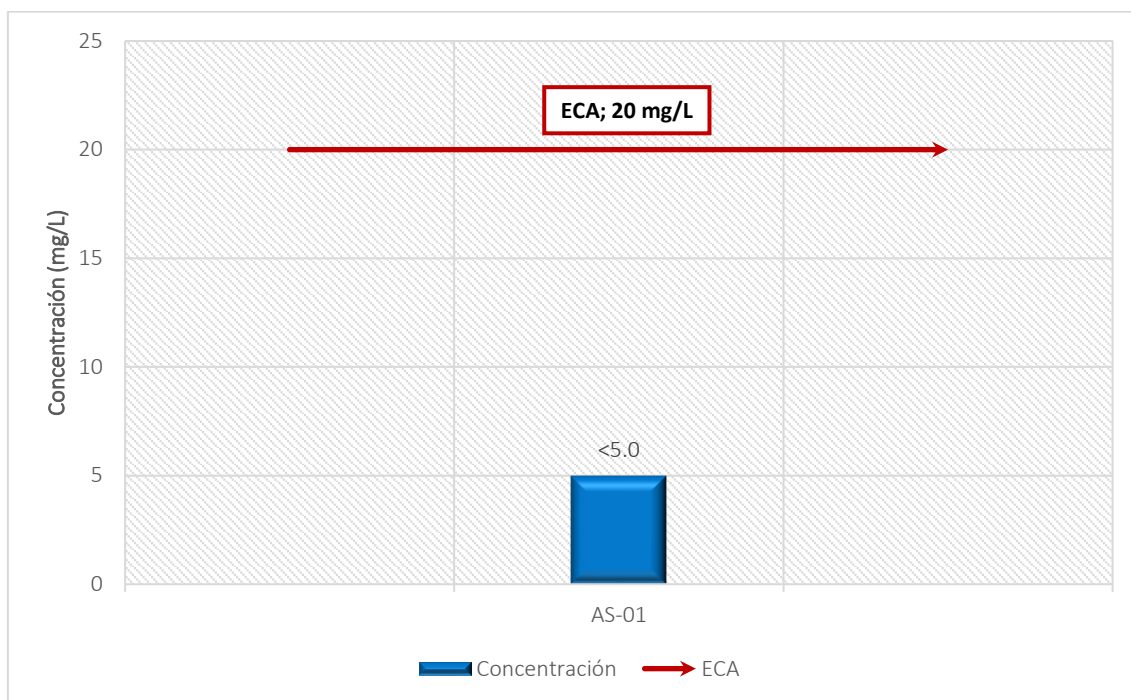
**Figura 4.1-93.** Concentraciones del parámetro Potencial de Hidrógeno



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

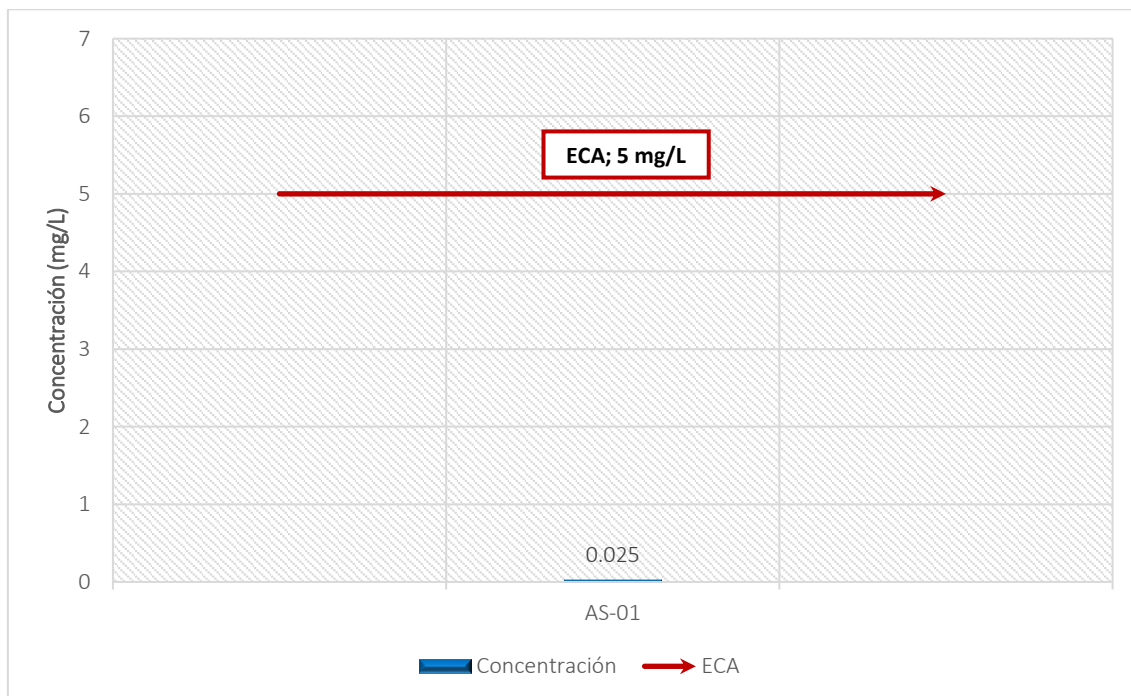
**Figura 4.1-94.** Concentraciones del parámetro DQO



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

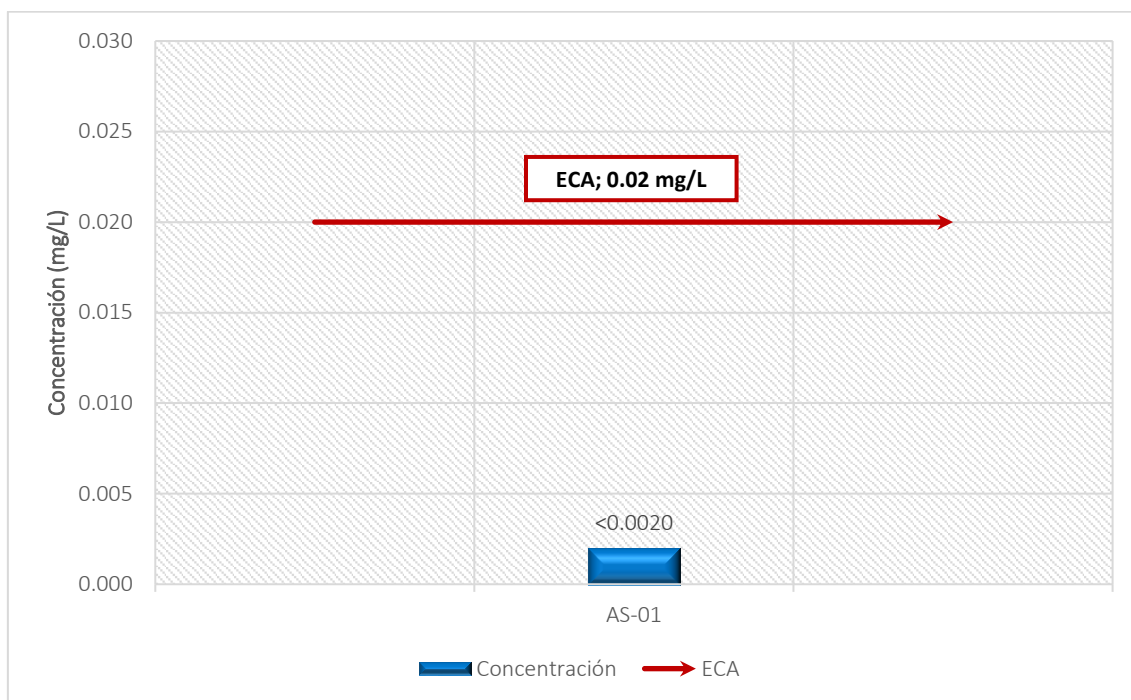
**Figura 4.1-95.** Concentraciones del parámetro Aluminio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

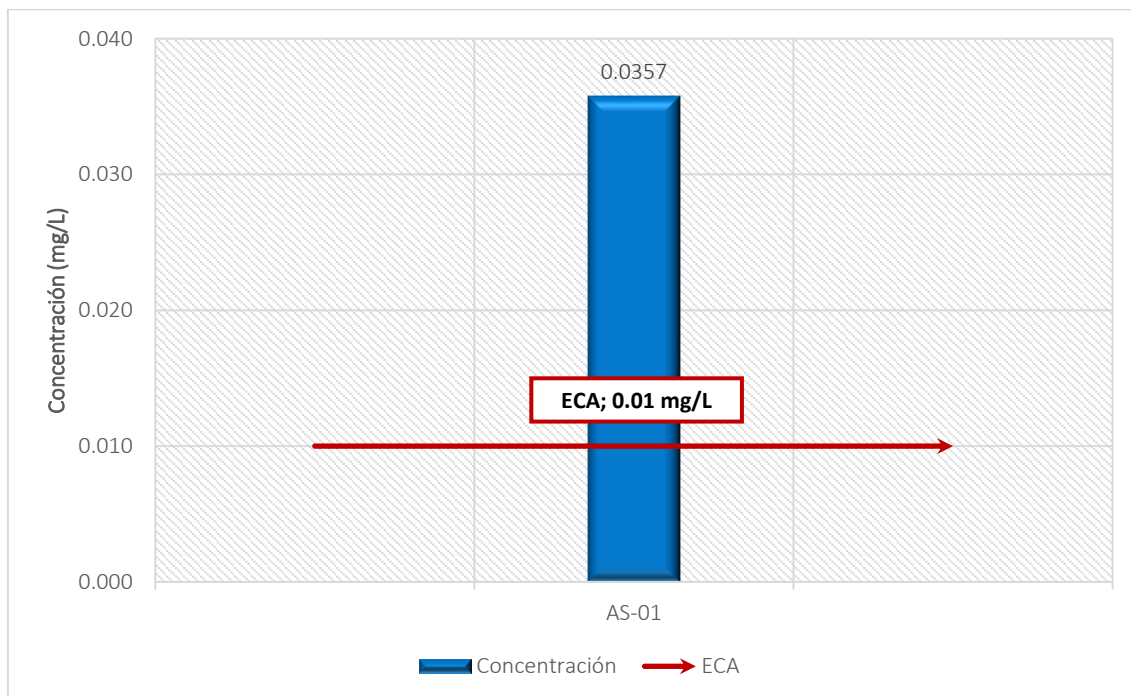
**Figura 4.1-96.** Concentraciones del parámetro Antimonio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

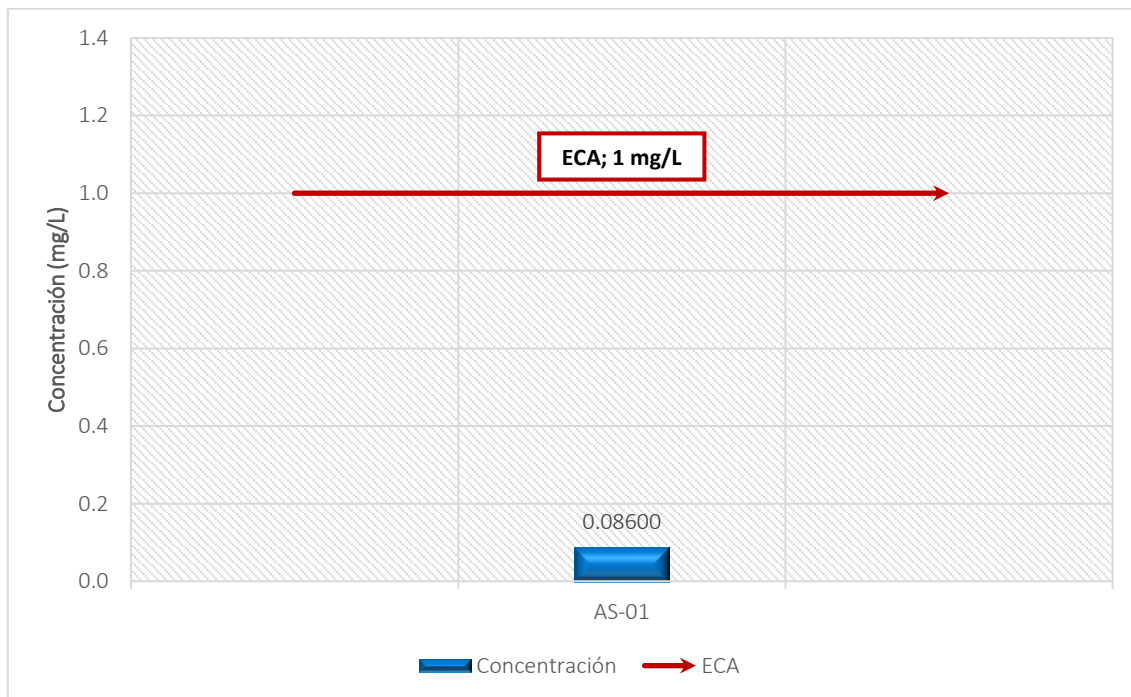
**Figura 4.1-97.** Concentraciones del parámetro Arsénico



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

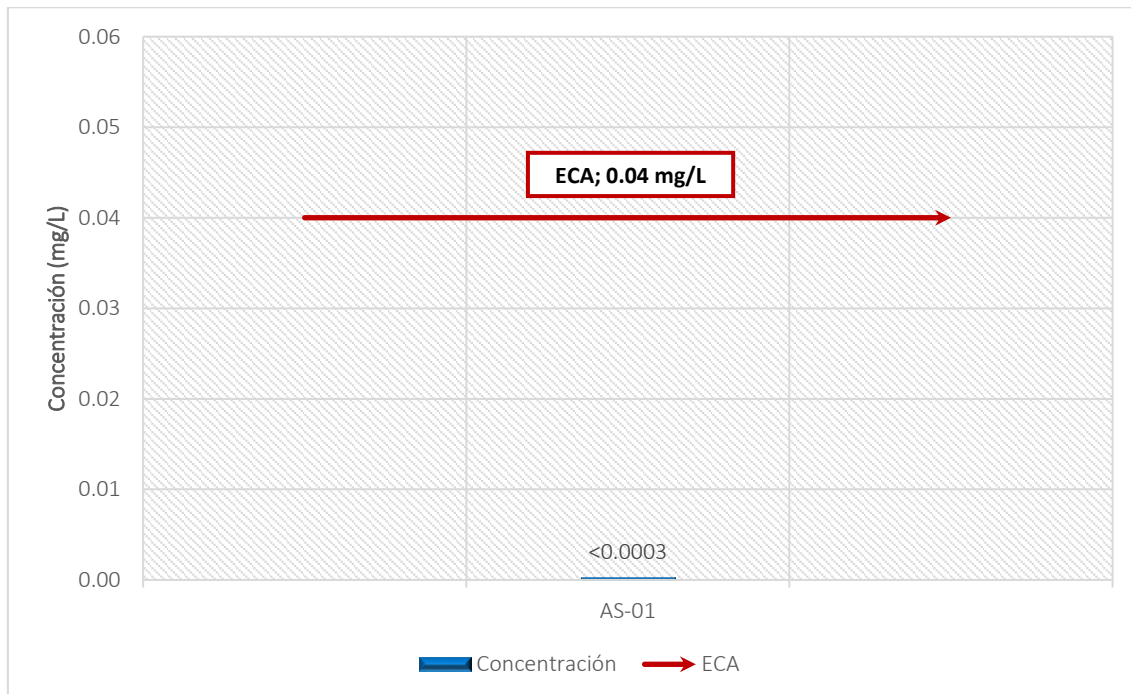
**Figura 4.1-98.** Concentraciones del parámetro Bario



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

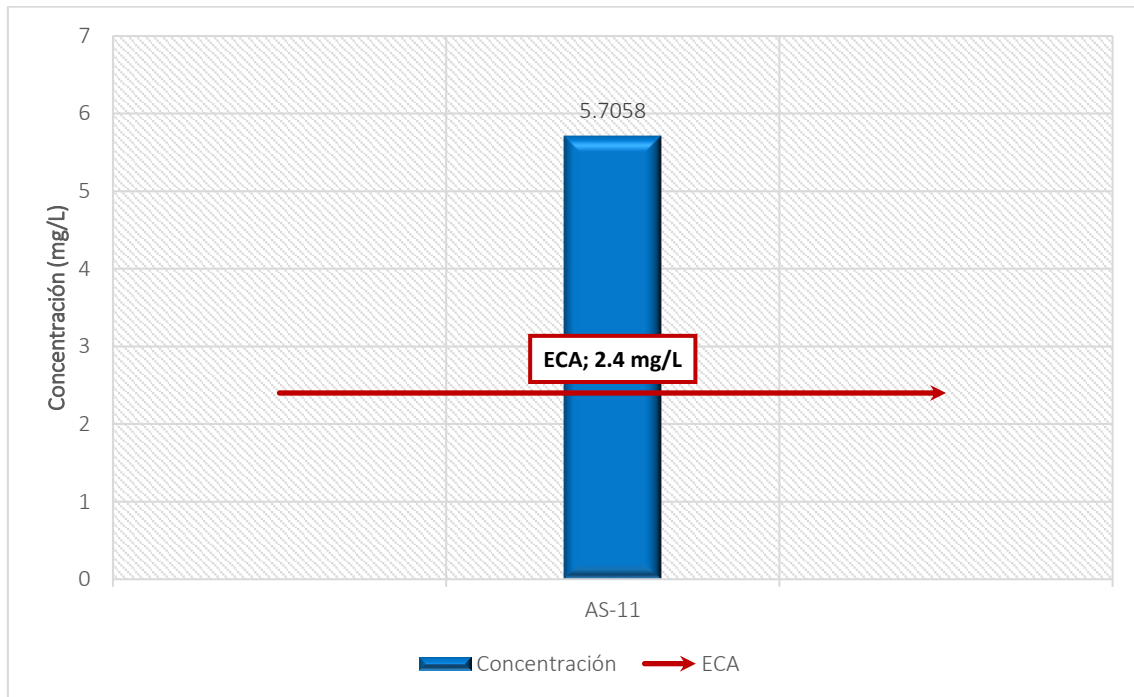
**Figura 4.1-99.** Concentraciones del parámetro Berilio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

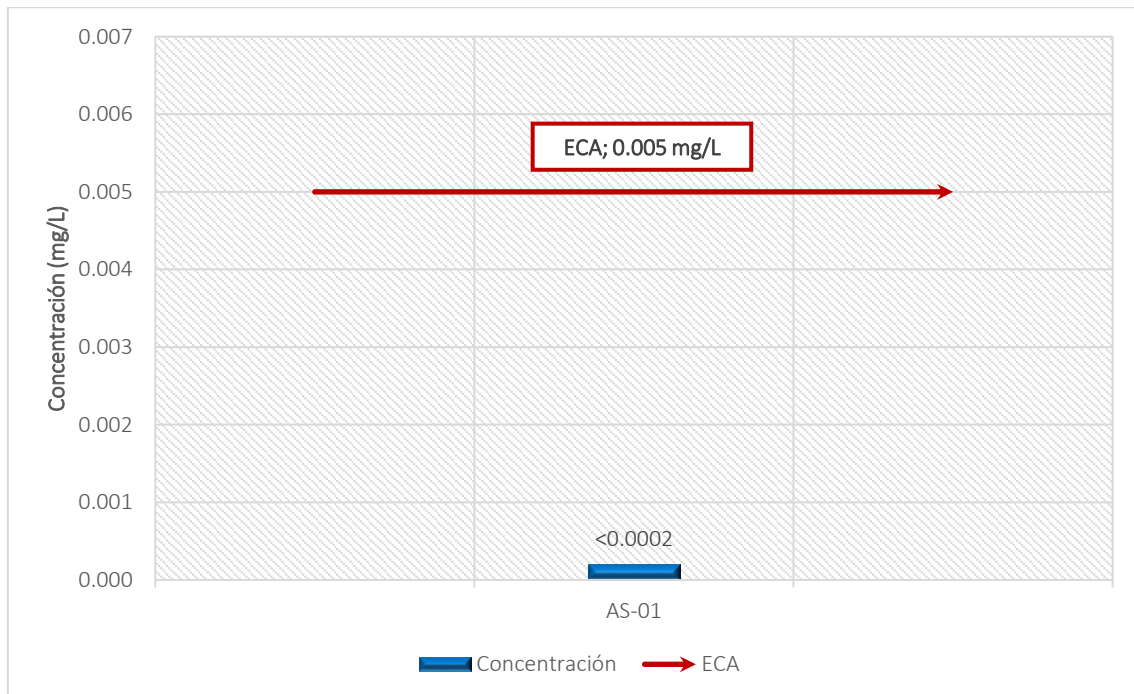
**Figura 4.1-100.** Concentraciones del parámetro Boro



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

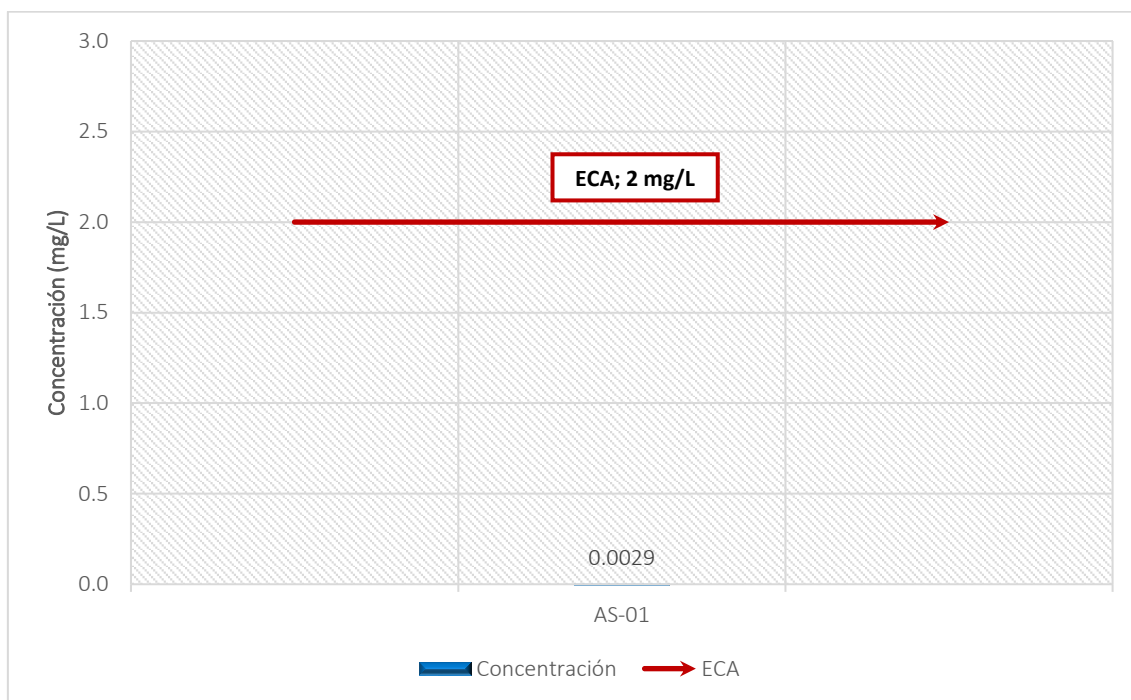
**Figura 4.1-101.** Concentraciones del parámetro Cadmio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

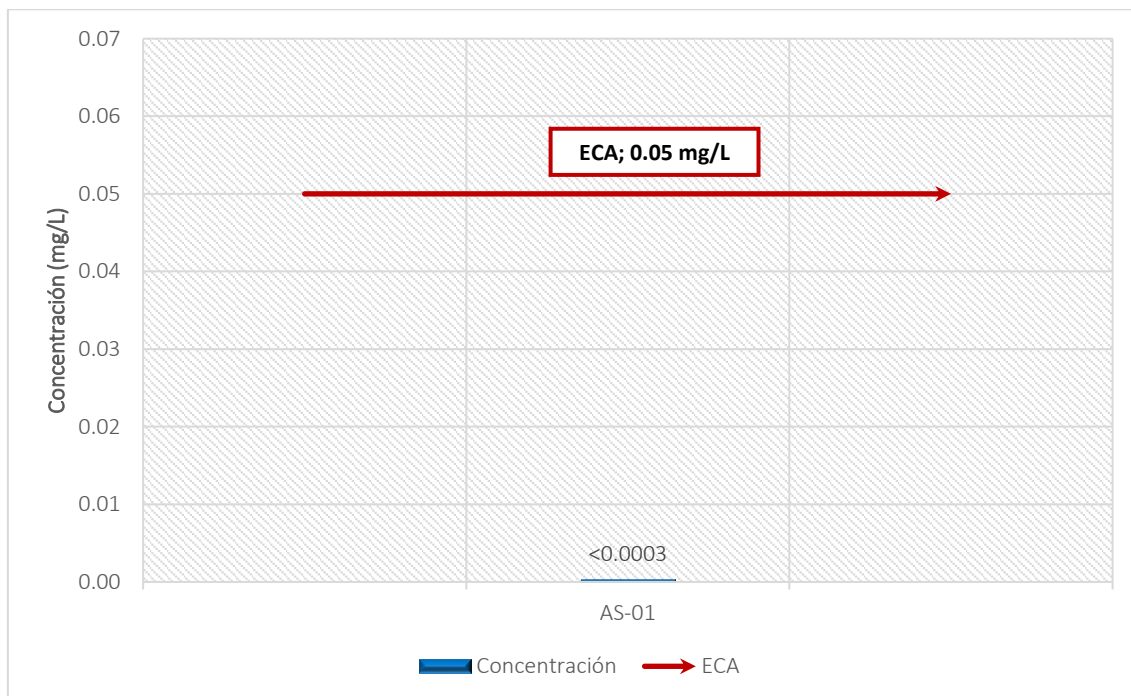
**Figura 4.1-102.** Concentraciones del parámetro Cobre



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

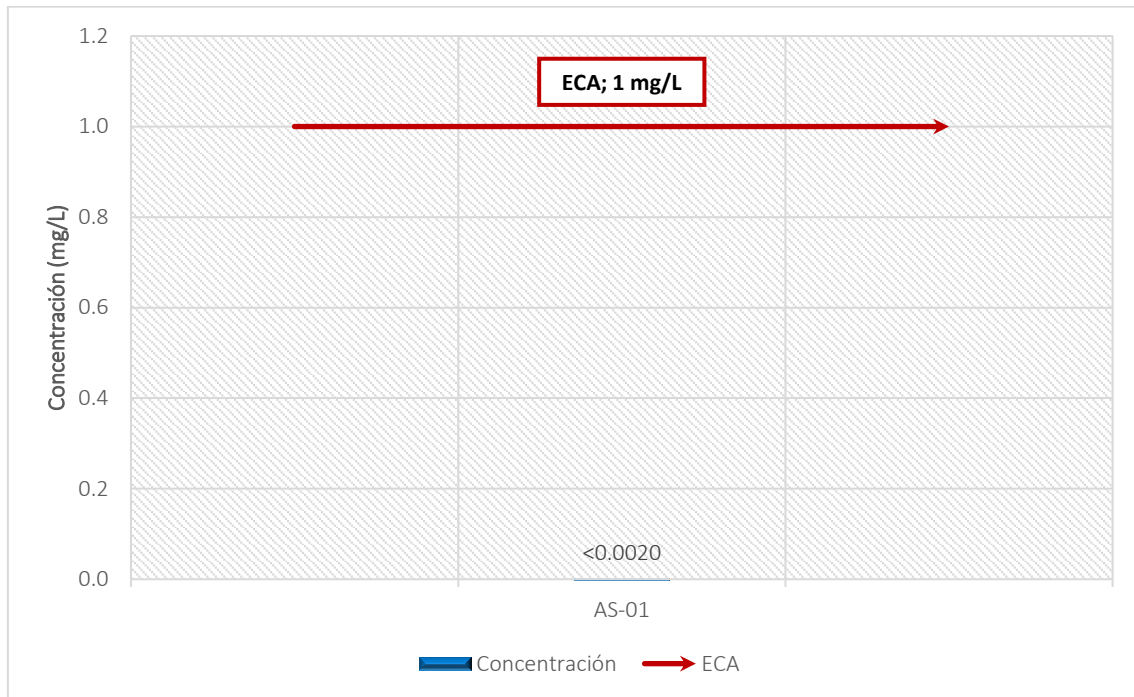
**Figura 4.1-103.** Concentraciones del parámetro Cromo



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

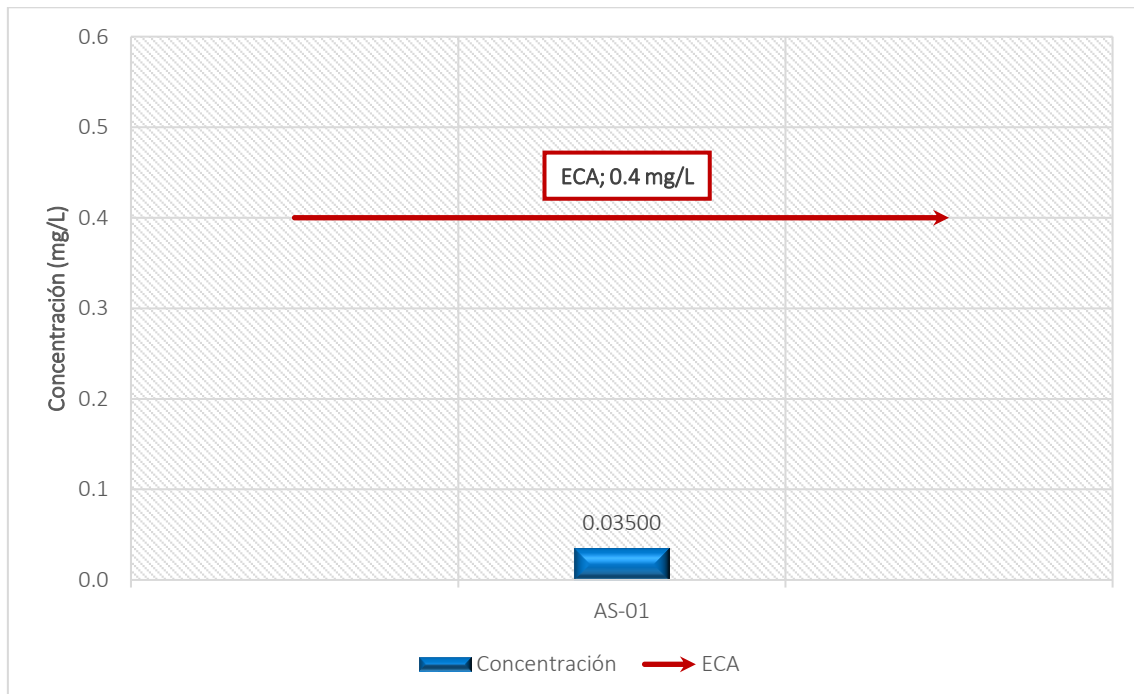
**Figura 4.1-104.** Concentraciones del parámetro Hierro



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

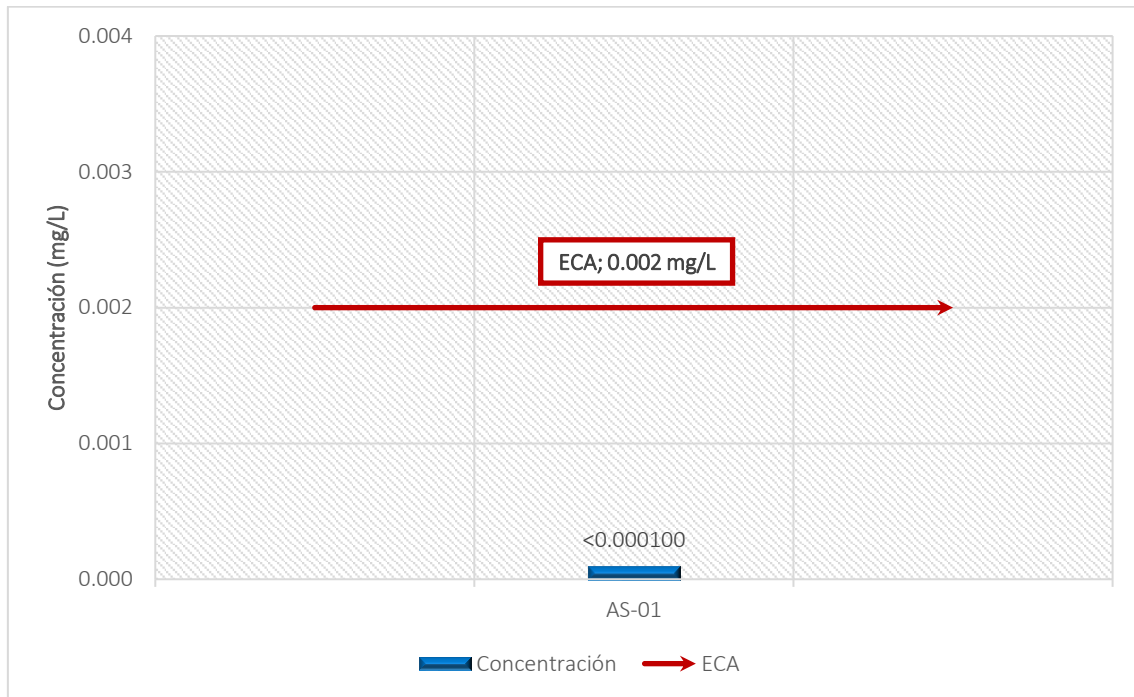
**Figura 4.1-105.** Concentraciones del parámetro Manganeso



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

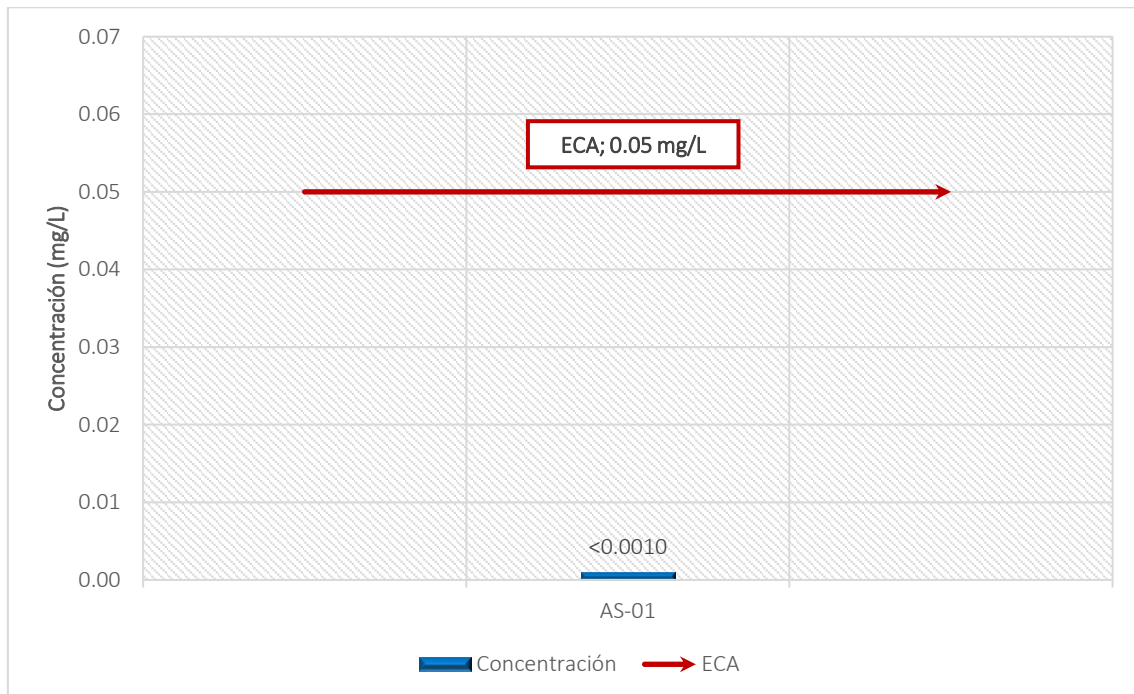
**Figura 4.1-106.** Concentraciones del parámetro Mercurio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

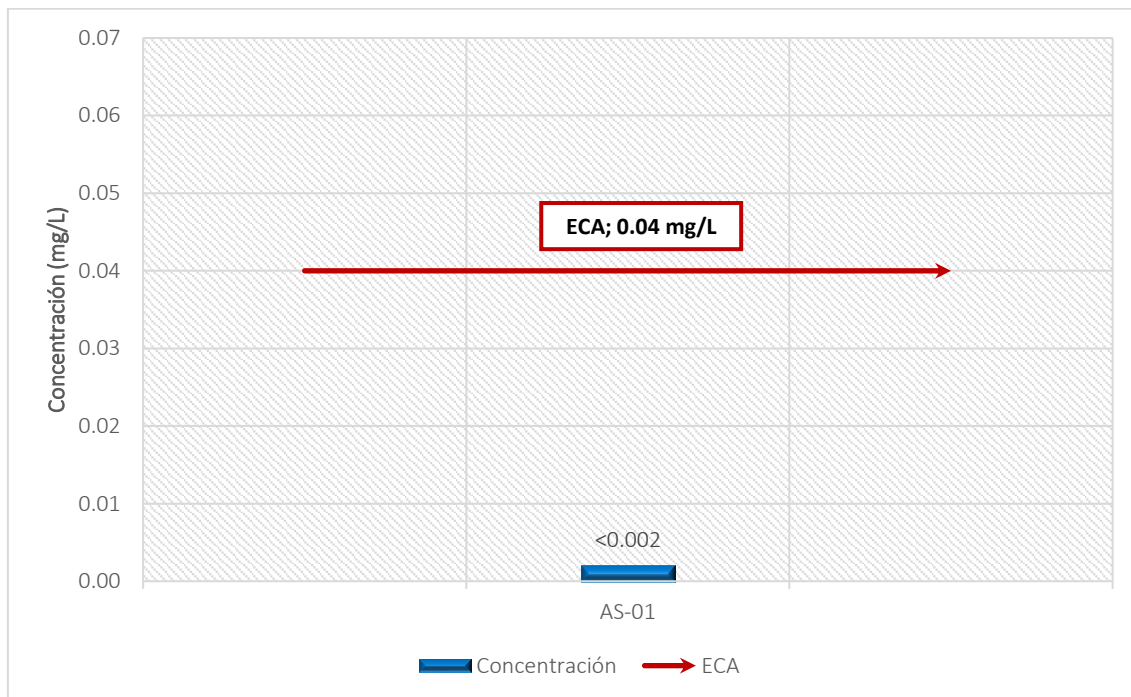
**Figura 4.1-107.** Concentraciones del parámetro Plomo



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

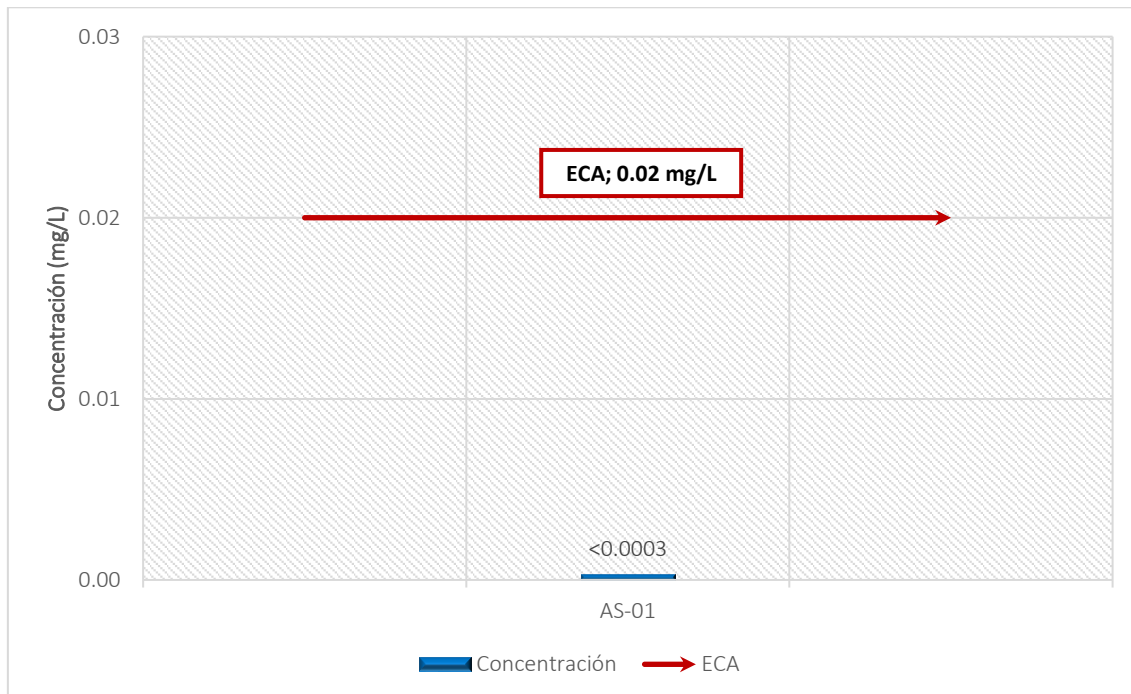
**Figura 4.1-108.** Concentraciones del parámetro Selenio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

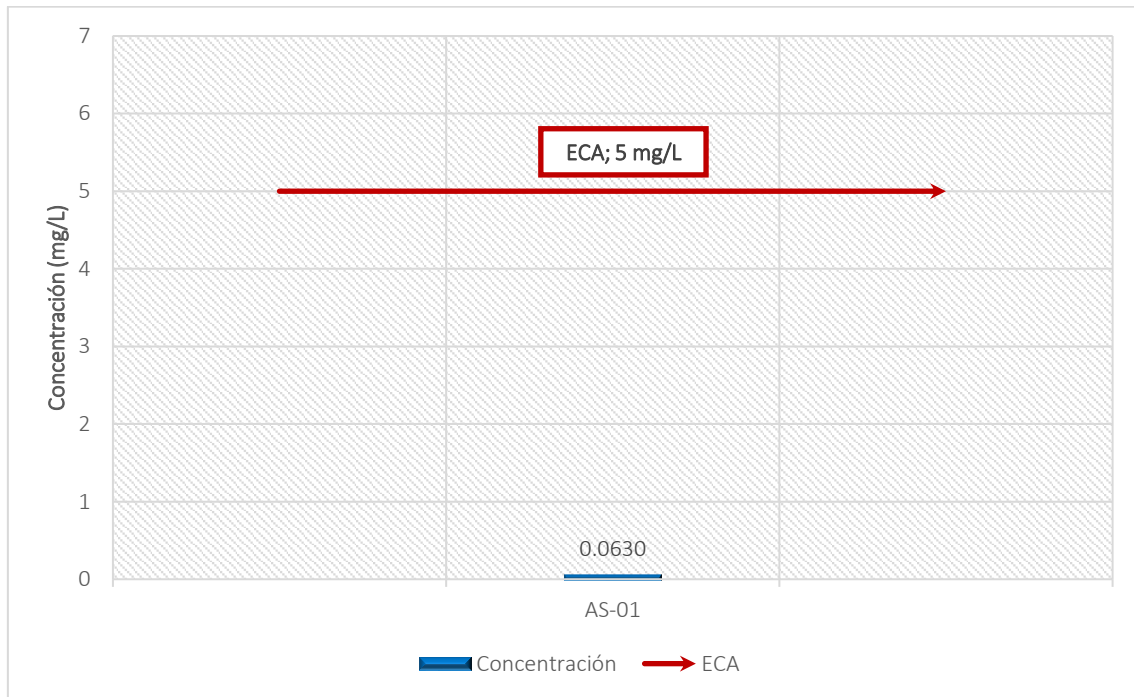
**Figura 4.1-109.** Concentraciones del parámetro Uranio



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

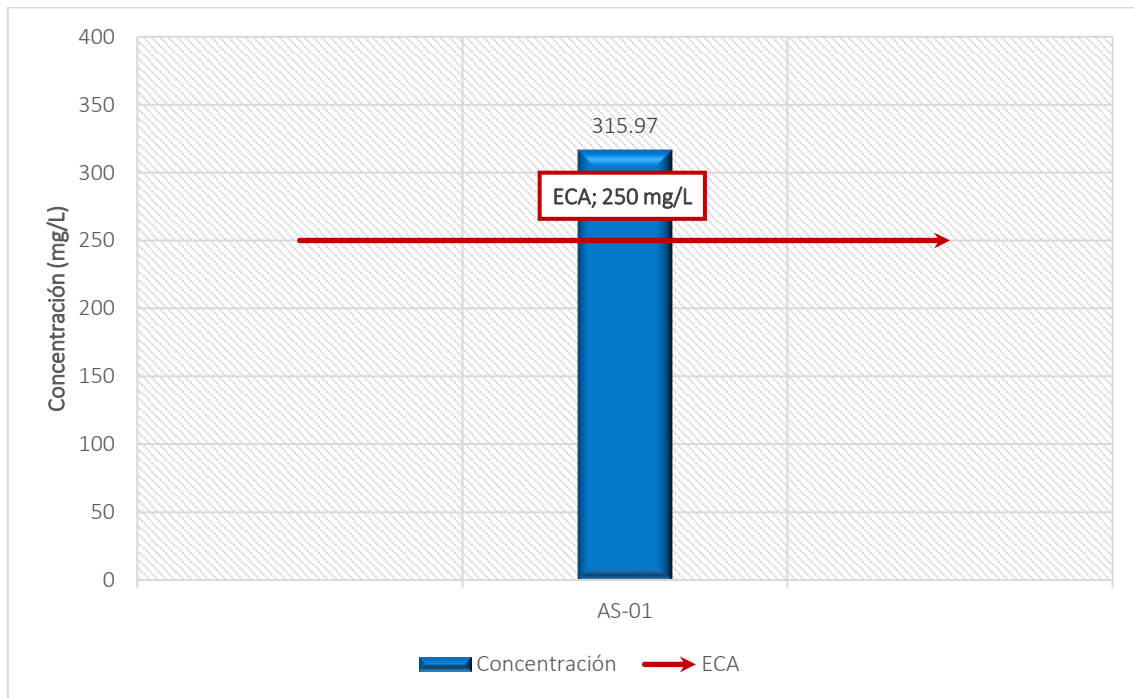
**Figura 4.1-110.** Concentraciones del parámetro Zinc



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

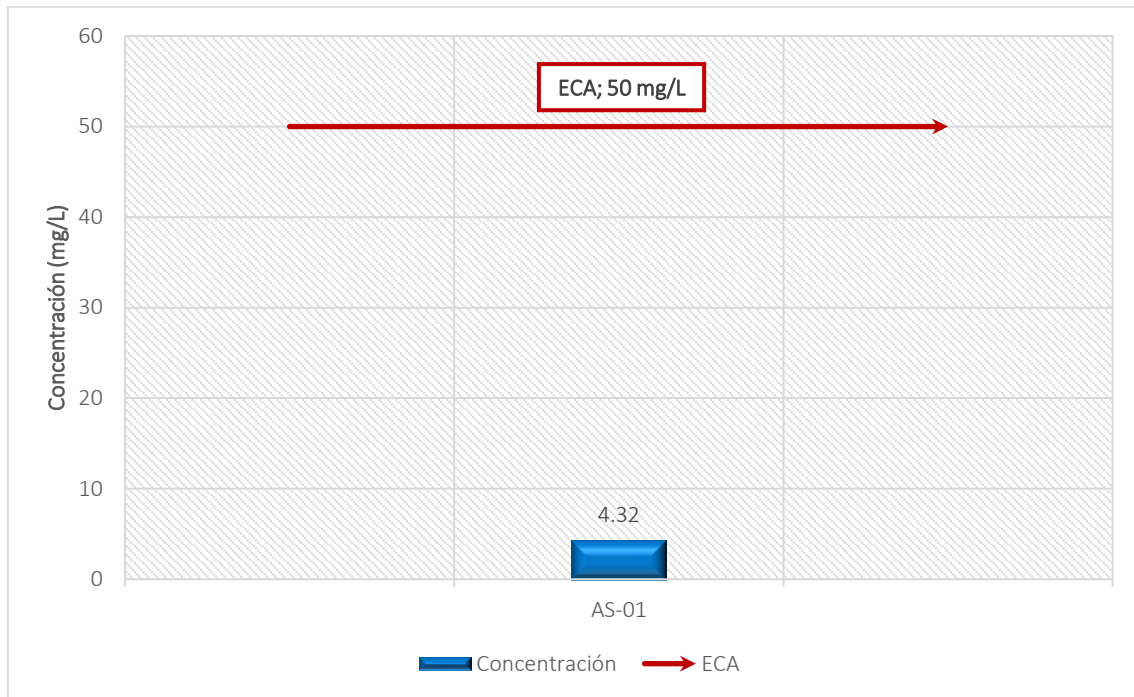
**Figura 4.1-111.** Concentraciones del parámetro Cloruro



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

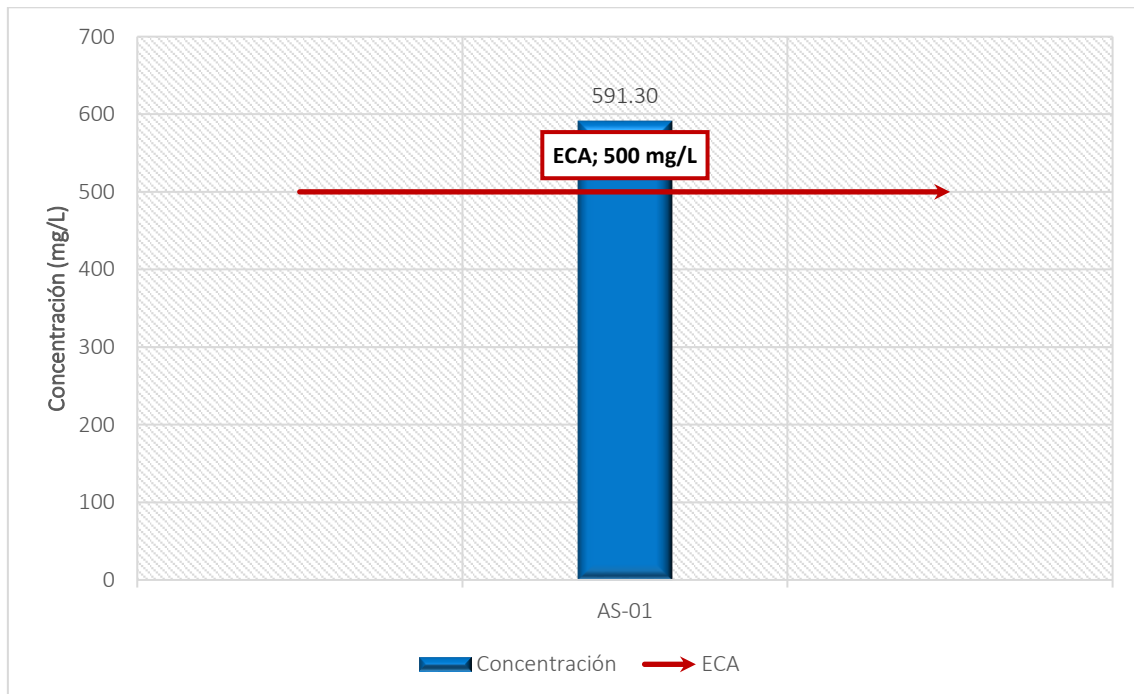
**Figura 4.1-112.** Concentraciones del parámetro Nitratos



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

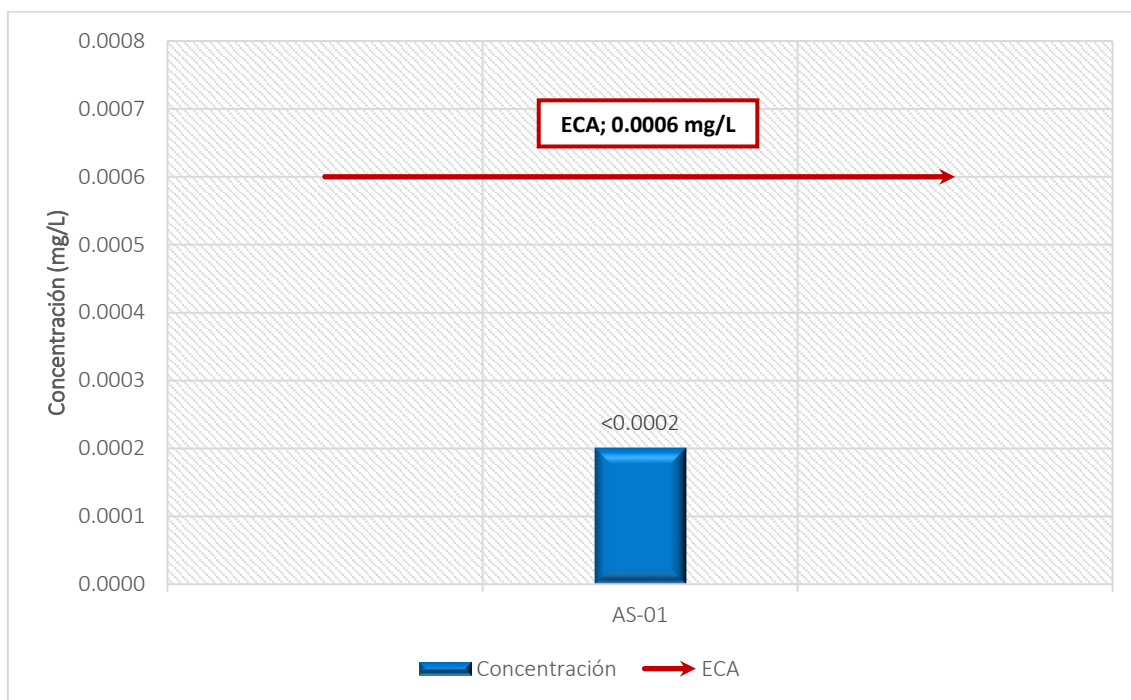
**Figura 4.1-113.** Concentraciones del parámetro Sulfato



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

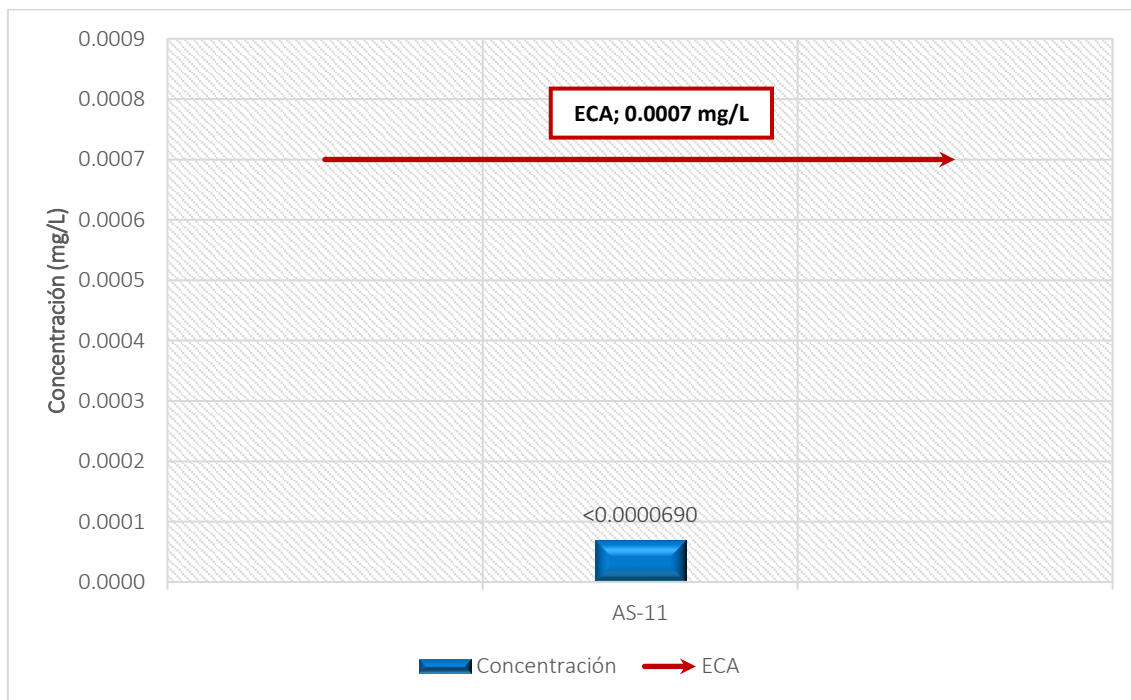
**Figura 4.1-114.** Concentraciones del parámetro Hexaclorobutadieno



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

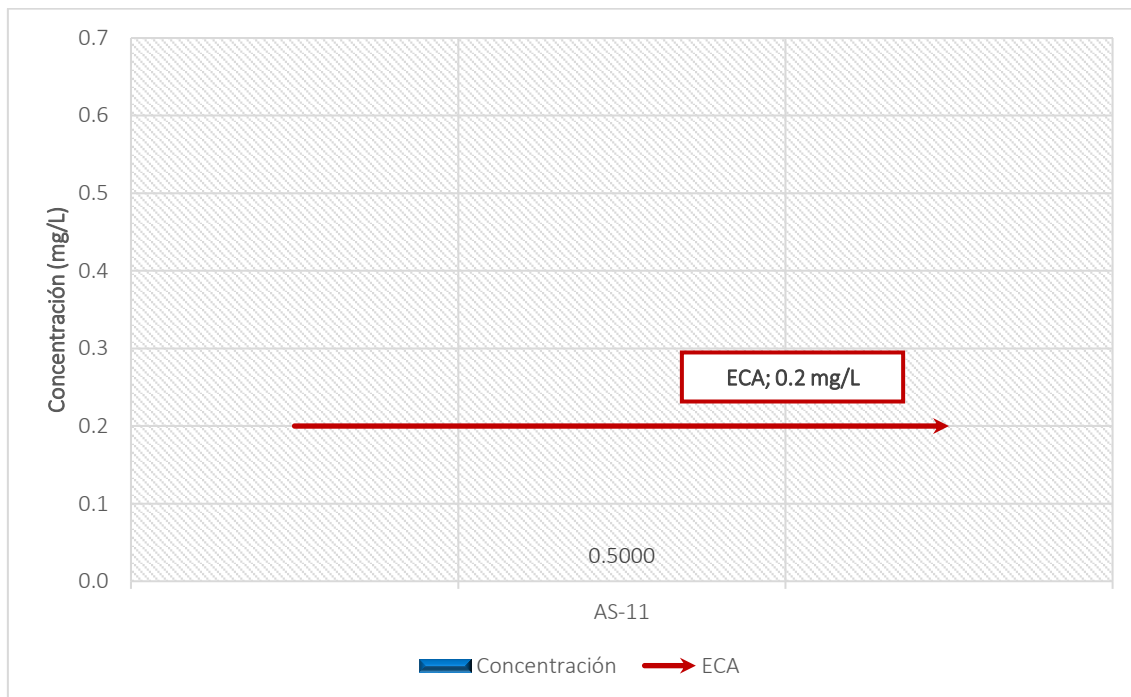
**Figura 4.1-115.** Concentraciones del parámetro Benzo(a)pireno



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

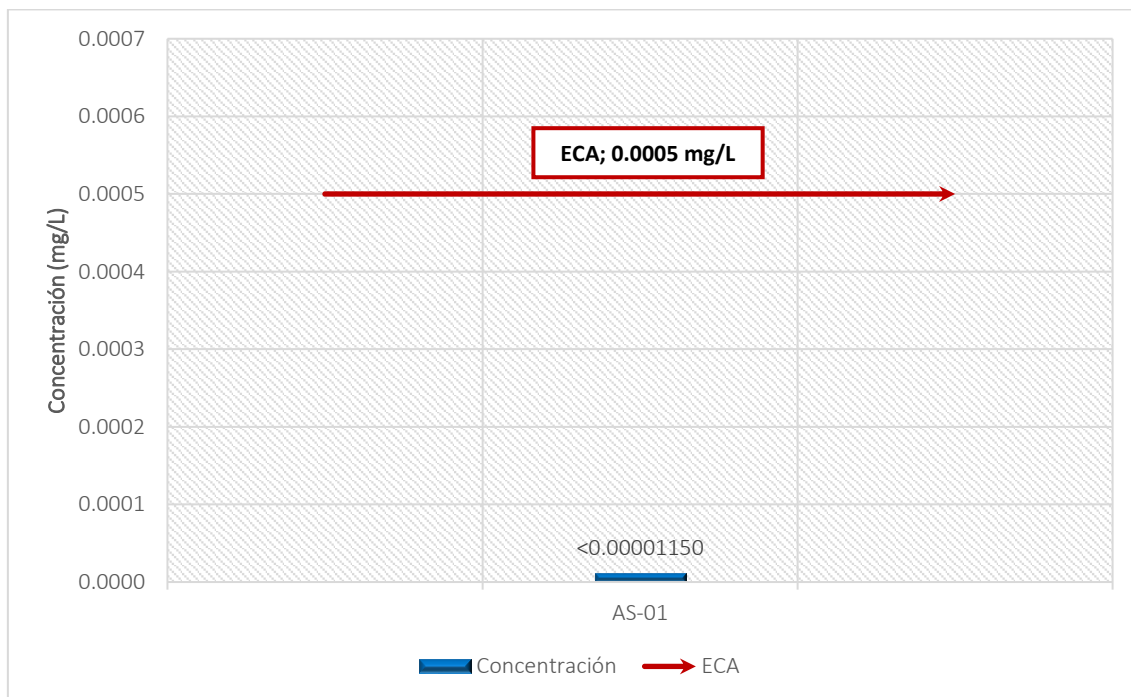
**Figura 4.1-116.** Concentraciones del parámetro Hidrocarburos Totales de Petróleo



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

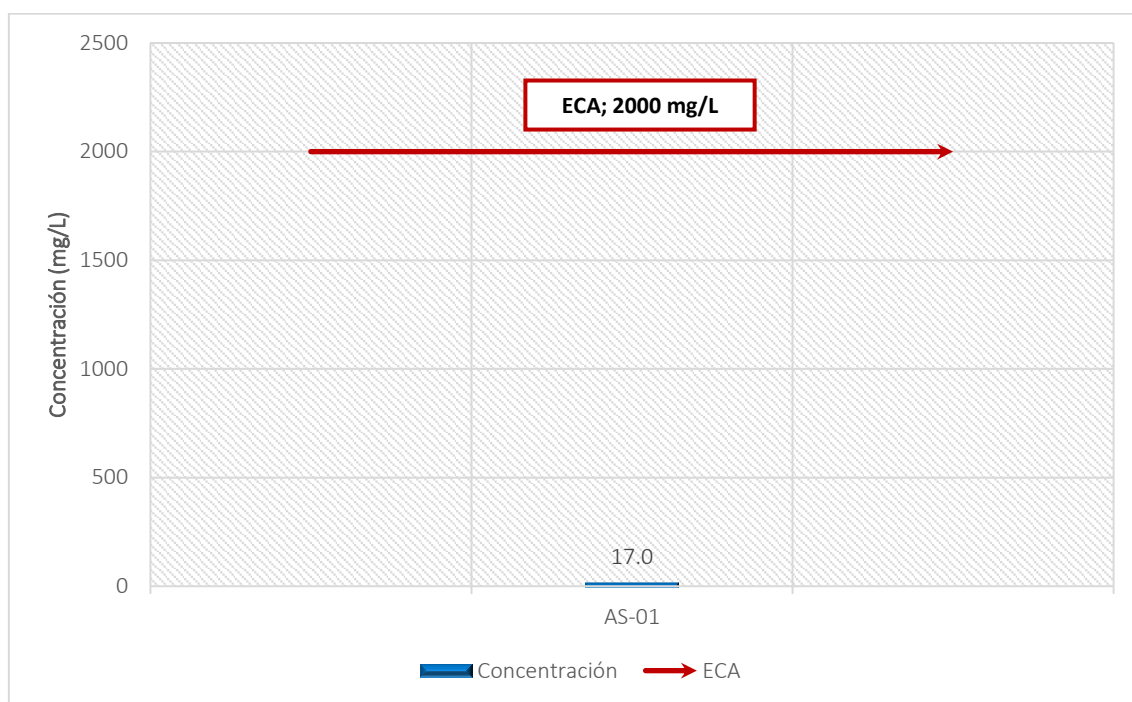
**Figura 4.1-117.** Concentraciones del parámetro PCB's



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Figura 4.1-118. Concentraciones del parámetro Coliformes Termotolerantes



Elaborado por: FCISA, (2024)

Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

### Interpretación

A continuación, se realiza la interpretación de las concentraciones reportadas de los parámetros físico químicos evaluados:

- **Aceites y Grasas:** Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica que, al no poder mezclarse con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. La contaminación por aceites y grasas puede afectar la calidad del agua y la salud de los hábitats acuáticos cercanos a la línea de transmisión. Esto podría tener consecuencias negativas para la biodiversidad y la estabilidad del ecosistema. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Aceites y Grasas. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Amoniaco:** El amoníaco es un compuesto químico con la fórmula  $\text{NH}_3$ . Es un gas incoloro con un olor penetrante y es conocido por su uso en productos de limpieza y como fertilizante en la agricultura. En la industria, también se usa

como materia prima en la fabricación de otros productos químicos. En soluciones acuosas, el amoníaco se convierte en hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), que es una base fuerte. Aunque el amoníaco es útil en muchos aspectos, también puede ser peligroso si se inhala en grandes cantidades, ya que puede causar irritación en las vías respiratorias y otros problemas de salud. La concentración reportada para el punto de muestreo evaluado cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Cianuro Libre:** El cianuro libre es altamente tóxico y puede inhibir la capacidad de las células para utilizar oxígeno, lo que puede llevar a la muerte si se ingiere, inhala o absorbe en grandes cantidades. Su manejo y uso están estrictamente regulados debido a sus peligros potenciales. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Cianuro Libre. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Cianuro Wad:** El cianuro WAD (cianuro fácilmente liberado) en agua es una preocupación seria debido a su toxicidad para la vida acuática y los riesgos potenciales para la salud humana. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el parámetro Cianuro WAD. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro Cianuro Wad no cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Color:** El color en el agua puede provenir de materia orgánica natural, como ácidos húmicos y fúlvicos, que se generan por la descomposición de materiales vegetales. Estos compuestos orgánicos no suelen ser perjudiciales por sí mismos, pero pueden afectar la estética del agua. El punto de muestreo cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Conductividad:** La conductividad eléctrica en el agua es una medida de la capacidad del agua para transportar una corriente eléctrica. Esta propiedad está relacionada con la concentración de iones disueltos en el agua y puede proporcionar información valiosa sobre la calidad del agua y los procesos que afectan su composición. La conductividad del agua puede aumentar debido a la presencia de sales disueltas, minerales, nutrientes y otros iones. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo sobrepasa los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, esta concentración elevada de conductividad en la Temporada Seca se debe a que hay un menor caudal del río debido a la disminución de lluvias, esto significa que hay menos agua para diluir las sustancias disueltas (iones). Como resultado, las concentraciones de estos iones aumentan, lo que también incrementa la **conductividad** del agua, ya que esta mide la capacidad del agua para conducir electricidad, que está directamente relacionada con la cantidad de iones presentes.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):** La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en agua es una medida de la cantidad de oxígeno requerida por microorganismos para descomponer materia orgánica biodegradable presente en el agua. La DBO es un indicador importante de la calidad del agua, ya que altos niveles de DBO pueden indicar la presencia de contaminantes orgánicos y la posible degradación del ecosistema acuático. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el DBO. La concentración reportada para el punto de muestreo evaluado cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Fenoles:** La presencia de fenoles en el agua puede ser un indicador de contaminación industrial o de otras fuentes que liberan compuestos fenólicos en el agua. Los fenoles son compuestos químicos que pueden tener impactos negativos en la calidad del agua y en los ecosistemas acuáticos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar los Fenoles. La concentración reportada, se evidencia que el parámetro Fenoles no cuenta

con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Oxígeno Disuelto:** El oxígeno disuelto es esencial para la respiración de organismos acuáticos. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua puede variar según factores como la temperatura, la presión atmosférica y la presencia de materia orgánica. La concentración reportada cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Potencial de hidrógeno:** Un pH menor a 7 se considera ácido y puede originarse por diversas razones, como la descomposición de materia orgánica, descarga de aguas domésticas o industriales que liberan sustancias ácidas, como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico que, al entrar en contacto con el agua, disminuyen su pH. La concentración reportada cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Bicarbonatos:** Los bicarbonatos son iones que están presentes en el agua y forman parte de la composición química natural de muchos cuerpos de agua. Estos iones están relacionados con el equilibrio del pH del agua y pueden provenir de diversas fuentes, tanto naturales como antropogénicas. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro Bicarbonatos no cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** La Demanda Química de Oxígeno (DQO) en el agua es una medida que indica la cantidad de oxígeno necesario para oxidar químicamente la materia orgánica y los compuestos inorgánicos presentes en el agua. La DQO es un indicador de la carga total de contaminantes orgánicos e inorgánicos que pueden agotar el oxígeno disuelto en el agua. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el DQO. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua

que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Detergentes (SAAM):** La presencia de detergentes en el agua puede indicar contaminación por productos químicos domésticos o industriales. Los detergentes suelen contener compuestos surfactantes que pueden tener impactos negativos en la calidad del agua y en los organismos acuáticos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar los Detergentes. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro Detergentes no cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

De igual manera se realiza las interpretaciones de las concentraciones reportadas para los parámetros Inorgánicos evaluados:

- **Aluminio:** El aluminio es uno de los elementos más comunes en la corteza terrestre, por lo que puede disolverse en el agua a través de la erosión natural de minerales que contienen aluminio, como la arcilla y la roca. En áreas donde hay suelos ricos en aluminio, es más probable encontrar este elemento en los cuerpos de agua. Las actividades agrícolas, la minería y otras actividades humanas pueden contribuir a la contaminación del agua con aluminio a través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Antimonio:** La presencia de antimonio en agua puede ser motivo de preocupación debido a sus potenciales efectos tóxicos para la salud humana y el medio ambiente. El antimonio es un elemento químico con el símbolo Sb y el número atómico 51. Es un metaloide que se encuentra en la tabla periódica en el grupo 15. Se presenta en forma de sólidos plateados o grises que son quebradizos y tienen una densidad relativamente alta. El antimonio y sus compuestos tienen varias aplicaciones en la industria y en tecnología debido a sus propiedades únicas. El antimonio puede ser un contaminante en fuentes de agua debido a actividades industriales, como la minería y la metalurgia. La

presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Antimonio. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Arsénico:** La presencia de arsénico en el agua puede variar y puede estar influenciada por diversas fuentes naturales y antropogénicas. Además de las fuentes naturales, las actividades humanas, como la minería, la industria y el uso de pesticidas, también pueden liberar arsénico al agua. Los desechos industriales y la escorrentía de áreas agrícolas son posibles fuentes antropogénicas. La concentración reportada sobrepasa con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, dado que el arsénico puede estar presente en los sedimentos del río o en las rocas circundantes; durante la temporada seca, con menor flujo de agua, hay menos movimiento en el lecho del río, lo que puede permitir la liberación de arsénico desde los sedimentos hacia el agua superficial; asimismo en esta temporada los ríos suelen depender más de la **alimentación por aguas subterráneas**, y en muchas regiones, las aguas subterráneas pueden contener **altos niveles de arsénico** de forma natural, debido a la disolución de minerales que lo contienen (como arsenopirita o minerales de hierro).
- **Bario:** El bario no suele ser considerado altamente tóxico para los humanos en concentraciones normales en el agua. Sin embargo, en concentraciones elevadas, el bario puede tener efectos adversos para la salud. Es importante evaluar y controlar las concentraciones para garantizar que estén dentro de los límites seguros establecidos por las regulaciones. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Berilio:** El berilio es un elemento químico que raramente se encuentra en forma libre en la naturaleza debido a su alta reactividad. Sin embargo, puede estar presente en el agua en muy pequeñas cantidades, principalmente debido a

procesos geológicos naturales o actividades industriales. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Berilio. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Boro:** Es naturalmente abundante en la corteza terrestre y se disuelve fácilmente en el agua. El boro puede ingresar al agua de varias maneras, incluyendo la erosión de suelos y rocas que contienen compuestos de boro, como el borato y el borosilicato, así como a través de actividades humanas, como la agricultura, la minería y la fabricación de productos químicos y productos de consumo través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** no cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, esta concentración elevada puede ser causada debido a la presencia de actividad agrícola en los alrededores por lo que el uso excesivo de productos químicos (fertilizantes, pesticidas y productos de limpieza) que contienen boro puede llevar a la contaminación del agua superficial a través de escorrentías y filtraciones.

**Figura 4.1-119.** Ubicación georreferencial de zona agrícola cercana al punto de muestreo



**Fuente:** Google Earth Pro, (2024).

- **Cadmio:** El cadmio es un metal tóxico para los seres humanos, y la exposición a largo plazo a concentraciones elevadas puede tener efectos perjudiciales para la salud. Concentraciones elevadas de cadmio en el agua pueden tener efectos adversos en la vida acuática. Los organismos acuáticos, como los peces, pueden acumular cadmio en sus tejidos, lo que puede afectar a la cadena alimentaria y tener consecuencias para los ecosistemas acuáticos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Cadmio. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Cobre:** A concentraciones elevadas, el cobre puede ser tóxico para los seres humanos. Sin embargo, en general, el cobre es esencial en pequeñas cantidades para la salud humana. Concentraciones elevadas de cobre en el agua pueden tener efectos adversos en la vida acuática. Los organismos acuáticos, especialmente los peces, son sensibles al cobre, y la exposición prolongada puede afectar su salud y reproducción. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada

cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Cromo:** Las actividades humanas, como la minería, la industria metalúrgica, y otras actividades industriales, pueden contribuir significativamente a la liberación de cromo en el medio ambiente. Las descargas industriales, los vertidos de aguas residuales y el uso de productos químicos que contienen cromo son fuentes antropogénicas comunes. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Cromo. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Hierro:** El Hierro es común en el medio ambiente y puede estar presente tanto en aguas superficiales como subterráneas. La presencia de hierro en el agua puede deberse a procesos naturales, como la disolución de minerales en el suelo y las rocas, así como a actividades humanas, como la corrosión de tuberías de hierro en sistemas de suministro de agua o la escorrentía de áreas agrícolas donde se utilizan fertilizantes que contienen hierro. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Manganeso:** El manganeso es un metal que puede encontrarse naturalmente en el medio ambiente, incluyendo el agua. Su presencia en el agua puede ser tanto de origen natural como resultado de actividades humanas, como la minería o la industria. Aunque el manganeso es un elemento necesario para la salud humana en cantidades muy pequeñas, concentraciones elevadas en el agua potable pueden representar un riesgo para la salud. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Mercurio:** El mercurio es una sustancia tóxica que puede tener graves efectos para la salud humana, especialmente a través de la ingestión de alimentos contaminados por mercurio. Los peces en ríos contaminados son una fuente común de exposición. Los efectos incluyen daños neurológicos y problemas en el desarrollo fetal. La presencia de mercurio en el agua es una preocupación importante debido a los riesgos para la salud humana y los efectos negativos en los ecosistemas acuáticos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Mercurio. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Plomo:** El plomo es un metal tóxico que puede tener efectos adversos para la salud humana, especialmente en niños y mujeres embarazadas. La exposición al plomo puede causar daño neurológico, afectar el desarrollo cognitivo y tener otros efectos perjudiciales. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Plomo. través de la escorrentía superficial y la infiltración en los cuerpos de agua. La concentración reportada cumple con el valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Selenio:** El selenio es un elemento químico que, en cantidades adecuadas, es esencial para la salud de los seres vivos, pero en concentraciones elevadas, puede tener efectos tóxicos tanto para la salud humana como para los ecosistemas acuáticos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar el Selenio. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Uranio:** El uranio es un elemento químico que puede encontrarse naturalmente en la corteza terrestre y, por lo tanto, puede estar presente en diversas formas en el medio ambiente, incluyendo el agua. El uranio se encuentra en rocas,

suelos, sedimentos y aguas subterráneas como resultado de procesos geológicos naturales. Estos depósitos naturales pueden liberar uranio al agua a través de la erosión y la lixiviación; además de las fuentes naturales, las actividades humanas también pueden contribuir a la presencia de uranio en el agua. Por ejemplo, la minería y el procesamiento de minerales de uranio pueden generar desechos que contaminan las aguas superficiales y subterráneas cercanas. Además, algunas prácticas agrícolas, como el uso de fertilizantes fosfatados, pueden aumentar los niveles de uranio en el suelo y, en consecuencia, en el agua. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar Uranio. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Zinc:** El zinc es un metal esencial para muchos organismos, pero a concentraciones elevadas puede tener efectos adversos en los organismos acuáticos. Puede afectar a los invertebrados y a los peces, especialmente en aguas de baja dureza. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

A continuación, se realiza las interpretaciones de las concentraciones reportadas para los parámetros Aniones, Pesticidas Organoclorados, Pesticidas Organofosforados y PCB's:

- **Aniones:** En el agua, los aniones son iones con carga negativa que están disueltos en la solución acuosa. Los aniones más comunes en el agua incluyen el cloruro, bicarbonato, sulfato y el nitrato, entre otros. Estos aniones pueden provenir de diversas fuentes, como la disolución de sales minerales, la descomposición de compuestos orgánicos, la contaminación por actividades humanas, entre otros procesos naturales y antropogénicos. La presencia de aniones en el agua puede influir en sus propiedades químicas y en su calidad. Por ejemplo, los aniones como el cloruro, el sulfato y el nitrato pueden afectar el sabor del agua potable en concentraciones elevadas. Además, ciertos aniones pueden tener implicaciones para la salud humana y el medio ambiente. Para las

concentraciones reportadas, se evidencia que para los parámetros **Cloruros** y **Sulfato** el punto de muestreo **AS-01** sobrepasan los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM; esta alta concentración durante la temporada seca, el **caudal del río disminuye** considerablemente. Esto significa que hay menos agua para diluir las sustancias disueltas, como los cloruros y sulfatos. Como resultado, las concentraciones de estos iones aumentan; asimismo en áreas **agrícolas o zonas con uso de fertilizantes (véase Imagen N° 23)**, los cloruros y sulfatos pueden acumularse en el suelo. Durante la temporada seca, cuando hay menos escorrentía, estos minerales pueden ser transportados al río en mayores cantidades, aumentando su concentración en el agua.

- **Hexaclorobutadieno:** El Hexaclorobutadieno (HCBd) es un compuesto orgánico clorado que puede encontrarse en el agua como resultado de descargas industriales, liberaciones de desechos y procesos de fabricación de productos químicos. Este compuesto ha sido utilizado en el pasado en la producción de caucho clorado y otros productos químicos, pero su uso ha sido restringido debido a sus efectos adversos para la salud y el medio ambiente. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar Hexaclorobutadieno. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs):** Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs por sus siglas en inglés) son un grupo de compuestos orgánicos que se forman durante la combustión incompleta de materiales orgánicos, como el carbón, el petróleo, la madera y los productos derivados del petróleo. Estos compuestos pueden ser arrastrados debido a la lluvia y la escorrentía hacia cuerpos de agua cercanos, como ríos, lagos y estanques, las aguas residuales urbanas pueden contener PAHs provenientes de actividades domésticas, como la combustión de combustibles fósiles en vehículos, la quema de madera y carbón en estufas y chimeneas, y el uso de productos de tabaco. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de detección del método utilizado para analizar hidrocarburos aromáticos policíclicos. Para las

concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Hidrocarburos Totales de Petróleo:** La presencia de hidrocarburos totales de petróleo (HTPA) en el agua cerca de líneas de transmisión puede deberse a varias razones, como fugas en las tuberías de petróleo, vertidos accidentales durante el transporte o incluso actividades ilegales como la descarga de desechos. Estas sustancias pueden contaminar el agua y representar un riesgo para el medio ambiente y la salud humana. La detección y el monitoreo de los HTPA cerca de las líneas de transmisión son importantes para identificar cualquier problema de contaminación y tomar medidas correctivas para mitigar los impactos negativos. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de detección del método utilizado para analizar hidrocarburos totales de petróleo. Por lo que se interpreta que las concentraciones reportadas en el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **PCBs:** Los PCBs se han usado ampliamente como refrigerantes y lubricantes en transformadores, condensadores y otros equipos eléctricos ya que no se incendian fácilmente y son buenos aislantes. Pueden acumularse en los sedimentos del lecho del río, lo que puede tener consecuencias a largo plazo para la calidad del sedimento y la vida acuática. Las descargas industriales pasadas o presentes, especialmente aquellas relacionadas con la fabricación o el uso de equipos eléctricos, son una fuente común de contaminación de PCBs en los cuerpos de agua. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de detección del método utilizado para analizar PCB's. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Finalmente se presenta las interpretaciones de las concentraciones reportadas para los parámetros Microbiológicos:

- **Coliformes Termotolerantes:** Los coliformes termotolerantes son bacterias indicadoras que se utilizan para evaluar la contaminación fecal en el agua. Si hay descargas de aguas residuales domésticas en combinación con las aguas residuales industriales, la presencia de coliformes termotolerantes puede deberse a la contaminación fecal de origen humano; asimismo un factor podría ser la presencia de lluvias en los días previos al muestreo con lo cual el escurrimiento de áreas agrícolas puede transportar estiércol, fertilizantes y otros desechos animales hacia los puntos de muestreo, contribuyendo a la presencia de coliformes fecales. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el punto de muestreo **AS-01** cumple con los valores establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Escherichia coli:** Es una bacteria que se encuentra en los intestinos de animales de sangre caliente, incluidos los humanos, y su presencia en el agua puede indicar la existencia de contaminantes fecales. Las descargas de aguas residuales domésticas, ya sea directamente o a través de sistemas sépticos defectuosos, pueden introducir *E. coli* en las aguas residuales industriales. Cabe mencionar que las lluvias pueden influenciar a que la escorrentía de agua de áreas agrícolas puede transportar *E. coli* presente en estiércol animal o contaminantes fecales hacia los puntos de muestreo; de igual manera el uso excesivo de fertilizantes también puede contribuir a la proliferación de *E. coli*. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro *E. coli*. no cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- **Huevos de Helmintos:** El helminto es un parásito que puede infectar tanto a humanos como a animales. Los daños que ocasionan estos organismos son considerables; un solo huevo es capaz de producir enfermedades intestinales e incluso cardíacas. La presencia de "<" antes de los valores indica que las concentraciones medidas están por debajo del límite de cuantificación del método utilizado para analizar Huevos de Helmintos. Para las concentraciones reportadas, se evidencia que el parámetro Huevos de Helmintos. no cuenta con un valor establecido en el ECA-Agua para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

#### 4.1.6.5. Conclusiones

Los valores obtenidos para calidad de agua, reflejan que las concentraciones de los parámetros de campo, aniones, físico-químicos, pesticidas organoclorados, pesticidas organofosforados y PCB's, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, a excepción de los parámetros Conductividad, Cloruros y Sulfatos cuyas concentraciones sobrepasan la normativa en comparación.

De igual forma, los parámetros Inorgánicos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM; a excepción de los parámetros Arsénico (temporada seca) y Boro (temporada húmeda y seca) cuyas concentraciones sobrepasan la normativa en comparación.

Asimismo, los valores registrados para los parámetros microbiológicos Coliformes Totales, E. Coli y Huevos de Helminthos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, para la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategorías A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Durante la salida a campo para la toma de muestras, realizado en el mes de Marzo y Julio de 2024, no se evidenciaron trabajos de construcción o actividades relacionadas a la construcción del Proyecto.

#### 4.1.7. Hidrogeología

Este capítulo describe las unidades hidrogeológicas que se encuentran en el área de influencia del proyecto, sustentado sobre la base de la información publicada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), información geológica, unidades litológicas e información cartográfica existente, permitiendo identificar las unidades hidrogeológicas en función a la permeabilidad de sus formaciones geológicas.

La hidrogeología estudia el almacenamiento, circulación y distribución de las aguas subterráneas en las zonas saturadas y no saturadas de las formaciones geológicas, considerando las propiedades físicas y químicas, y sus interacciones con el medio físico y biológico.

Las torres y vértices de la Línea de Transmisión 500kV, atraviesa distintas unidades geológicas y geomorfológicas y están ubicadas principalmente en las cimas de los afloramientos rocosos que conforman las distintas unidades geológicas; que por su constitución, estructuras y posición topográfica, no son representativas de acuíferos que almacenen importantes cantidades de agua para ser explotadas mediante pozos y bombeo.

### **Metodología**

La caracterización hidrogeológica del área de influencia se ha desarrollado en base a la información secundaria disponible (estudios hidrogeológicos y boletines), principalmente estudios publicados por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2024).

El análisis hidrogeológico consistió en recopilar información del sistema de información geográfica GEOCATMIN del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGENMET, en donde se describe las unidades hidrogeológicas existentes en el área de influencia del Proyecto, los mismos que se complementan con información geológica, unidades litológicas e información cartográfica existente, permitiendo identificar las unidades hidrogeológicas en función a la permeabilidad de sus formaciones geológicas.

La evaluación de la hidrogeología tiene como finalidad identificar los acuíferos en la ruta de la Línea de Transmisión 500kV para identificar los posibles impactos y/o riesgos ambientales generados por el presente Proyecto, identificando cuerpos de agua subterránea en la trayectoria de la Línea de Transmisión 500kV.

#### **4.1.7.1. Unidades hidrogeológicas**

En la siguiente tabla se presentan las unidades hidrogeológicas que caracterizan el área de influencia del proyecto:

**Tabla 4.1-45** Unidades hidrogeológicas identificada en el área de influencia

Caracterización hidrogeológica	Unidad hidrogeológica	Descripción	Símbolo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Acuíferos	Acuíferos porosos no consolidados	Cuaternario holoceno-continental	APNC	1743.31	22.41
		Cuaternario pleistoceno continental			
	Acuíferos fisurados sedimentarios	Jurasico superior - Cretaceo inferior marino-continental	AFS	566.06	7.28

Caracterización hidrogeológica	Unidad hidrogeológica	Descripción	Símbolo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
		Neógeno mioceno-continental			
Acuirtados	Acuirtados intrusivos	Cretaceo inferior – monzogranito/ granodiorita	ATI	5385.39	69.44
		Jurasico inferior diorita-gabro			
		Super Unidad Ilo			
		Super Unidad Linga			
	Acuirtados volcánicos	Neógeno plioceno-volcánico	ATV	68.17	0.88
<b>Total</b>				<b>7762.93</b>	<b>100%</b>

Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)-GEOCATMIN.

Elaborado por: FCISA, 2024

En el **Anexo N°4.1.1** se presenta el Mapa Hidrogeológico, a continuación, se describen las unidades geológicas identificadas:

### **Acuíferos porosos no consolidados (APNC)**

Estas unidades hidrogeológicas están cerca de la superficie terrestre, con estratos continuos formados por materiales de alta permeabilidad intrínseca que se extienden desde la superficie del terreno hasta la base del acuífero, con mayor exposición en la región Arequipa (23.12 %). Este tipo de acuífero se le conoce como acuífero no confinado o libre. La recarga se produce debido a una infiltración vertical a través de la zona no saturada. También se puede producir a través de flujo subterráneo lateral o desde estratos inferiores. Están compuestos por depósitos aluviales, fluviales y coluviales distribuidos en los valles principales y tributarios mayores (cauce, rellenos de ríos o quebradas, abanicos, terrazas y llanuras aluviales), acumulaciones fluvio-glaciares en las márgenes o terrazas de valles superiores, depósitos morrénicos en las vertientes altas, depósitos eólicos en la planicie costera. También se encuentran en esta unidad depósitos de movimientos en masa, así como depósitos de remoción heterogéneos y depósitos de bofedales de altiplanicie cuya estructura de salida consiste en materiales granulares sin cementar. Su porosidad varía de 5 % en arenas a 50 % en gravas fluviales; y su permeabilidad, de 1 a 100 m/día con un promedio de 35 m/día. La

conductividad hidráulica de este tipo de acuífero está básicamente condicionada por la magnitud y disposición geométrica de su porosidad intergranular primaria.

Todos estos depósitos corresponden a acuíferos de moderada a alta permeabilidad y de alta productividad dependiendo de las dimensiones con la que cuenten. Esto se evidencia por la alta presencia de pozos que se abastecen de las aguas subterráneas de estos acuíferos.

### **Acuíferos fisurados sedimentarios (AFS)**

Estos acuíferos son muy heterogéneos. Las fracturas, fallas y diaclasas pueden tener diferente densidad en sectores que alimentan los reservorios acuíferos. Para que un acuífero fisurado sedimentario realmente funcione como reservorio de aguas subterráneas, las fracturas deben estar abiertas e interconectadas unas con otras y con la superficie para poderse recargar. En la región, comprenden a las formaciones geológicas compuestas por rocas sedimentarias consolidadas, donde el flujo subterráneo depende del proceso de fisuración, que se debe a procesos tectónicos y alteraciones exógenas secundarias. Litológicamente, están compuestos por areniscas, las que constituyen generalmente importantes acuíferos, areniscas cuarzosas, calizas, con algunos niveles delgados de conglomerados y lutitas. Su porosidad primaria se incrementa por el grado de fisuración a las que están expuestas, lo que puede incrementar la percolación y el almacenamiento de las aguas subterráneas.

### **Acuitados intrusivos (ATI)**

Esta unidad hidrogeológica está compuesta principalmente por el Batolito Costero, que es un complejo de diferentes rocas intrusivas de las superunidades Punta Coles, Ilo, Incahuasi, Linga, Patap, Yarabamba, de los Batolitos San Nicolás, Atico- Camaná, e intrusivos pérmicos, cretácicos y paleoneógenos.

Litológicamente, están compuestos por granitos, granodioritas, dioritas, gabros, sienitas, microdioritas, tonalitas, monzonitas, cuarzomonzodioritas y diabasas, que pueden presentar fracturas muy superficiales y albergar algo de agua, pero muy superficial, lo que hace que no se lo considere como acuífero.

### **Acuitados volcánicos (ATV)**

Esta unidad hidrogeológica se caracteriza por su baja permeabilidad y puede almacenar agua subterránea, pero de percolación muy lenta. No tienen condiciones para generar acuíferos productivos. Los acuitados volcánicos son formaciones geológicas que están compuestas principalmente por rocas piroclásticas, lavas ácidas e ignimbrit.

#### 4.1.8. Atmósfera

En este capítulo se identifican y describen las características climáticas y meteorológicas del área de influencia del proyecto. Se analiza el clima considerando la dimensión espacial, temporal y los factores meteorológicos como temperatura, precipitación, humedad relativa, dirección y velocidad del viento.

Además, se describe la representatividad de las estaciones meteorológicas seleccionadas, considerando su proximidad al área de influencia y su similitud en criterios físico-biológicos, tales como clima, zonas de vida, cobertura vegetal y altitud. Finalmente, se lleva a cabo un análisis detallado de los parámetros meteorológicos que incluyen: temperatura, precipitación, humedad relativa, dirección y velocidad del viento.

Todas las estaciones están administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). En el **Anexo N° 4.1.4** se presenta los registros de la data meteorológica disponible<sup>3</sup>, adquirida del SENAMHI.

A continuación, se presenta la metodología utilizada para el desarrollo de la caracterización climática.

##### **Metodología**

Para la caracterización climática del área de influencia del proyecto, se aplicó la siguiente metodología:

##### **a) Etapa de recopilación de información**

Evaluación de la información existente: Se considera la información del Mapa de clasificación climática elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2020). Asimismo, los registros disponibles de data meteorológica de las estaciones seleccionadas para el periodo 2016-2023, proporcionado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

##### **b) Etapa de procesamiento de información**

Con la información recopilada en gabinete se procedió al procesamiento de datos para la elaboración del apartado de clima y meteorología, citando las fuentes de información utilizadas. Posteriormente, se ha elaborado un "Mapa de Clasificación climática y estaciones meteorológicas" a escala 1:25 000, en la cual se representa la ubicación de las estaciones meteorológicas con sus respectivas distancias al área de influencia.

---

<sup>3</sup> En cumplimiento a lo establecido en los Término de Referencia (TDR), se envió a SENAMHI una cotización para la compra de data meteorológica correspondiente al periodo 2016-2023.

#### 4.1.8.1. Clima

##### **Factores climáticos**

La región de Arequipa presenta una diversidad de climas debido a la influencia de los siguientes factores: Corriente de Humboldt, Anticiclón del Pacífico Sur, Cordillera de los Andes y la variación altitudinal. En esta región pueden distinguirse tres zonas, en las cuales las características climáticas son diferenciadas: la costa estrecha y desértica (con altitudes comprendidas entre 0 m.s.n.m. y 1,000 m.s.n.m.), las pampas desérticas (1,000 m.s.n.m. a 3,800 m.s.n.m.) y la sierra, con cumbres andinas (superior a 3,800 m.s.n.m.).

Un factor de gran importancia es el Anticiclón del Pacífico Sur, se trata de un sistema de alta presión que produce condiciones muy estables en la troposfera baja (inversión térmica de subsidencia), temperaturas del mar relativamente bajas, vientos predominantes desde el sur y una extensa cubierta de nubes. Esta cubierta juega un papel importante en el balance de radiación superficial, al reflejar una parte importante que incide sobre ella, enfriando la superficie del mar y la columna de aire en directa interacción con la capa límite marina (CLM), la mezcla interior de la CLM se mantiene por el enfriamiento del tope de la nubosidad y la mezcla mecánica que produce el viento en su interior. Por esta característica el aire descendente se calienta y pierde humedad, lo que hace poco probable la generación de lluvias, constituyendo así una de las zonas más áridas en el mundo.

También el clima de la región está influenciado por los vientos alisios, que desplazan las corrientes frías (Corriente de Humboldt) hacia la costa peruana, en ellas dominan los vientos paralelos a la costa, que ponen en movimiento la capa superficial del océano. Para compensar esto sube el agua fría de las partes más profundas. A causa de ello, el aire se enfría en bajos niveles y se origina una marcada circulación de aire casi permanente durante todo el día entre el mar y la tierra. Esto tiene un efecto refrigerante sobre la región costera de Arequipa, provocando temperaturas más frescas en comparación con otras regiones ecuatoriales o tropicales ubicadas a la misma latitud.

La cordillera de los andes es un factor importante a considerar debido a que atraviesa la región de Arequipa, creando una variedad de pisos altitudinales que van desde la costa hasta altas montañas. Esta variación altitudinal contribuye a la formación de microclimas distintos, donde las condiciones climáticas pueden cambiar rápidamente con la altitud. Además, la cordillera actúa como una barrera física que puede bloquear el avance de masas de aire húmedas provenientes del este, como las provenientes de la Amazonía. Esto puede resultar en un efecto de sombra pluviométrica, causando condiciones más secas en la vertiente occidental de la cordillera (como es el caso de

Arequipa) en comparación con la vertiente oriental. Las laderas occidentales de la Cordillera de los Andes suelen recibir menos precipitación debido al efecto de sombra pluviométrica, mientras que las laderas orientales pueden ser más húmedas y recibir más precipitación. Esto se debe a que el aire húmedo que se eleva por la ladera oriental puede condensarse y producir precipitación, mientras que, en la ladera occidental, el aire desciende y se calienta, reduciendo la probabilidad de precipitación.

La altitud también influye en las temperaturas locales, las zonas más altas de la cordillera tienden a ser más frías debido a la menor presión atmosférica y la radiación solar intensa, mientras que las áreas más bajas, como la costa, pueden experimentar temperaturas más cálidas debido a la influencia directa del mar y la menor altitud.

### **Estacionalidad climática**

Existen dos estaciones diferenciadas, una estación "húmeda", que comprende los meses de mayo a setiembre y una estación "seca" que comprende el resto de los meses del año. La diferencia entre ambas estaciones está determinada básicamente por el contenido de humedad en el aire, estas pueden llegar incluso al punto de saturación (100%), esta característica define solo la humedad ambiental mas no la disponibilidad de agua en la región ya que quien define esta característica es la precipitación que como ya indicamos esta es prácticamente inexistente, propio de climas áridos.

#### **4.1.8.1.1. Clasificación climática**

Los tipos de clima que caracterizan el área de influencia se han determinado en base al Mapa de clasificación climática elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2020), el cual utiliza la metodología de Thornthwaite. Esta metodología considera los parámetros meteorológicos como precipitación y temperatura del aire, es así que la codificación está representada por dos letras mayúsculas y un subíndice. Las dos letras mayúsculas se refieren a la "Precipitación efectiva" y la "Eficacia de temperatura" respectivamente; mientras que el subíndice indica la "distribución de la precipitación en el año".

De acuerdo con esta clasificación, se ha identificado un (01) tipo de clima en el área de influencia:

**Tabla 4.1-46** Clasificación climática en el área de influencia

Tipo de clima	Precipitación Efectiva	Eficiencia de Temperatura	Distribución de la Precipitación en el año
E (d) B'	Árido	Templado	Deficiencia de humedad en todas las estaciones del año

Fuente: Mapa de Clasificación Climática (SENAMHI, 2020)

Elaborado: FCISA, 2024

En el **Anexo N°4.1.1** se presenta el Mapa de Clasificación climática. A continuación, se describe el tipo de clima identificado:

### E(d) B'

El clima árido, templado y con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año, E(d)B', este tipo de clima es predominante en la costa de la región Arequipa, que se encuentra por debajo de los 2500 m.s.n.m. La ciudad de Arequipa a 2326 m.s.n.m., presenta este tipo de clima y registra temperaturas máximas de 22°C a 23°C y una temperatura mínima de 11°C en el verano y 7°C en el invierno, con un total de 70 mm anuales de lluvia, siendo febrero el mes más lluvioso con 28 mm.

### 4.1.8.2. Meteorología

Para la evaluación de las condiciones meteorológicas del área de influencia del proyecto, se utilizó información recogida por SENAMHI durante el período 2016-2023<sup>4</sup> en las siguientes estaciones meteorológicas: Huasacache, La Joya, y La Pampilla.

Las estaciones meteorológicas seleccionadas son representativas para el área de influencia, ya que se encuentran ubicadas próximas a esta y presentan características físico-biológicas similares, tales como clima, zonas de vida, cobertura vegetal y altitud.

Las estaciones seleccionadas registran los principales parámetros meteorológicos como: precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección de viento. En el Anexo N° 4.1.4 se presentan los registros de su data meteorológica:

En la siguiente tabla, se describe la ubicación política y geográfica de las estaciones meteorológicas:

**Tabla 4.1-47** Ubicación de las estaciones meteorológicas

Estación Meteorológica	Departamento / Provincia / Distrito	Altitud	Coordenadas UTM Datum WGS84 – Zona 17S		Parámetros	Período
			Este (m)	Norte (m)		
Huasacache	Arequipa / Arequipa / Jacobo Hunter	2200	226006	8178596	Temperatura Mínima media mensual	2016-2023
					Temperatura Máxima media mensual	2016-2023
					Precipitación Total	2016-2023

<sup>4</sup> En cumplimiento a lo establecido en los Término de Referencia (TDR) se debe presentar información meteorológica de un periodo de ocho (08) años. Ante ello, se precisa que se envió a SENAMHI una cotización para la compra de data meteorológica correspondiente al periodo 2016-2023. Sin embargo, SENAMHI no tenía data disponible para todo el periodo solicitado, sino para ciertos intervalos de tiempo.

Estación Meteorológica	Departamento / Provincia / Distrito	Altitud	Coordenadas UTM Datum WGS84 – Zona 17S		Parámetros	Periodo
			Este (m)	Norte (m)		
					mensual	
					Velocidad del viento mensual	2016-2023
					Dirección del viento mensual	2016-2023
La Joya	Arequipa / Arequipa / Vitor	1278	188749	8164275	Temperatura Mínima media mensual	2016-2023
					Temperatura Media mensual	2016-2019
					Temperatura Máxima media mensual	2016-2023
					Precipitación Total Mensual	2016-2023
					Humedad Relativa media mensual	2026-2019
La Pampilla	Arequipa / Arequipa / Arequipa	2326	229426	8185128	Temperatura Mínima media mensual	2016-2023
					Temperatura Media mensual	2016-2023
					Temperatura Máxima media mensual	2016-2023
					Precipitación Total Mensual	2016-2023
					Humedad Relativa media mensual	2016-2023

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI (2024)

A continuación, se describen los criterios de representatividad para la selección de las estaciones meteorológicas:

### **Representatividad de las Estaciones Meteorológicas**

#### **A. Proximidad al área de influencia**

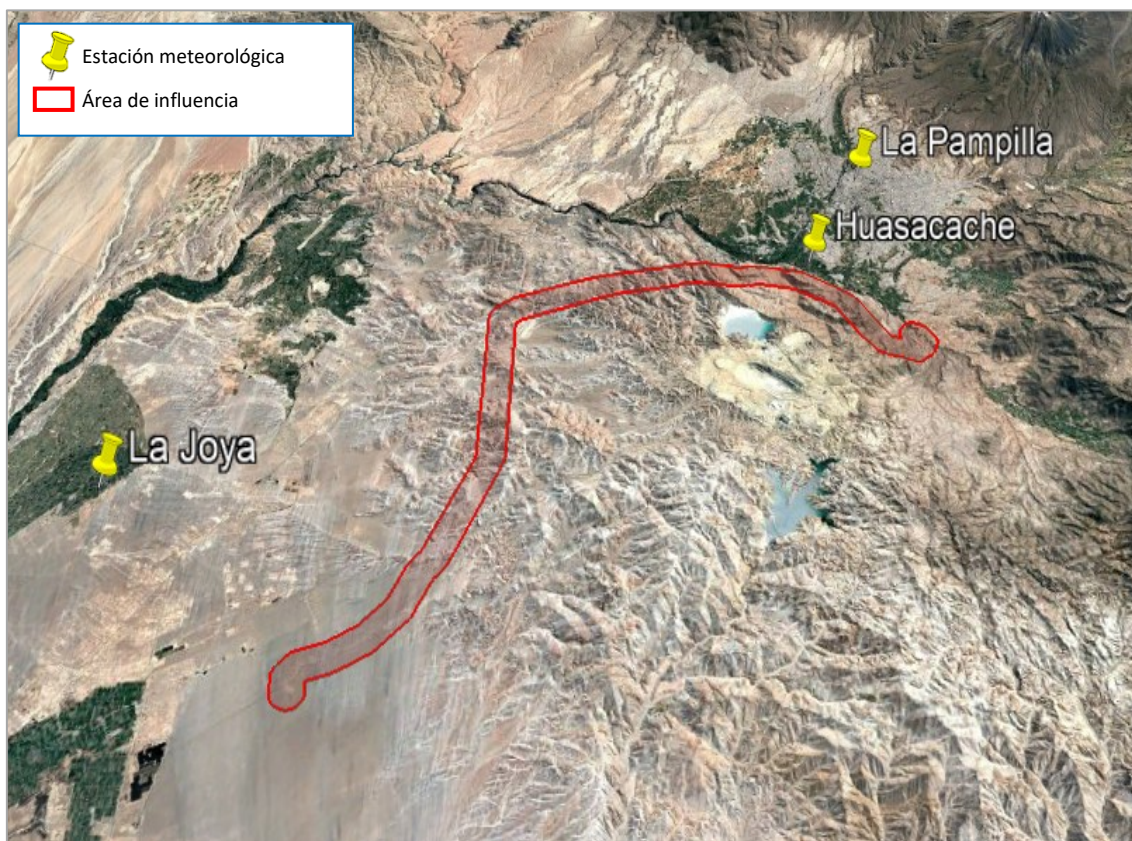
Se consideraron las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), que indican que una estación meteorológica es representativa del entorno del área de estudio si se encuentra dentro de un radio de 80 km. A continuación, se presentan las distancias de las estaciones meteorológicas seleccionadas con respecto al área de influencia del proyecto:

**Tabla 4.1-48** Distancia de las estaciones meteorológicas al área de influencia

Estación Meteorológica	Distancia referencial (Km)
Huasacache	1.2 km
La Joya	17 km
La Pampilla	8.5 km

Elaborado por: FCISA, 2024

**Figura 4.1-120.** Ubicación de las estaciones meteorológicas



Fuente: Google Earth Pro, 2024

### **B. Representatividad de las estaciones meteorológicas según clima**

Las estaciones meteorológicas de Huasacache, La Joya y La Pampilla, se encuentran caracterizados por el clima E(d) B', la misma que caracteriza el área de influencia.

Dado que las estaciones se encuentran en zonas con las mismas características climáticas que el área de influencia, consideramos que los resultados de sus parámetros meteorológicos son representativos.

En el Anexo 4.1.1 se presenta el Mapa de Clasificación climática y estaciones meteorológicas.

### **C. Representatividad de las estaciones meteorológicas según zonas de vida**

El área de influencia se caracteriza por cuatro (04) zonas de vida: "desierto desecado Subtropical (ds-S)", "desierto superarido Montano Bajo Subtropical (ds-MBT)", "desierto perarido Montano Bajo Subtropical (dp-MBS)" y "matorral desértico Montano Bajo Subtropical (md-MBS)".

Las estaciones meteorológicas de Huasacache y Pampilla, se encuentran caracterizados por la zona de vida "desierto perarido Montano Bajo Subtropical (dp-MBS)". Mientras que la estación La Joya, por la zona de vida "desierto desecado Subtropical (ds-S)".

Dado que las estaciones se encuentran en las mismas zonas de vida que caracterizan el área de influencia, consideramos que los resultados de sus parámetros meteorológicos son representativos.

En el Anexo 4.1.1 se presenta el Mapa de Representatividad de las estaciones meteorológicas según zonas de vida.

#### **D. Representatividad de las estaciones meteorológicas según cobertura vegetal**

El área de influencia se caracteriza por tres (03) unidades de cobertura vegetal: "Agricultura costera y andina (Agri)", "Cardonal (Car)" y "Desierto costero (Dc)".

En la siguiente figura, podemos observar que las estaciones meteorológicas de Huasacache y La Joya se encuentran caracterizados por la cobertura vegetal "Agricultura costera y andina (Agri)".

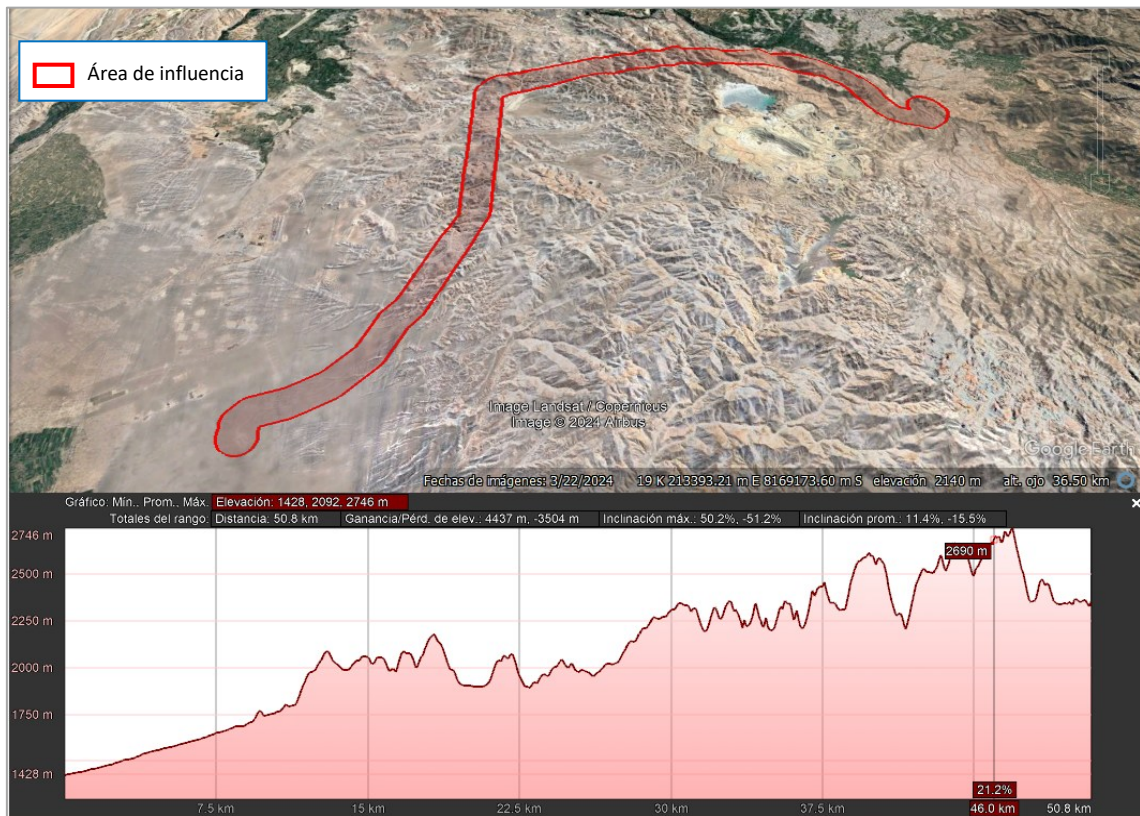
Dado que las estaciones se encuentran en las mismas coberturas vegetales que caracterizan el área de influencia, consideramos que los resultados de sus parámetros meteorológicos son representativos.

En el Anexo 4.1.1 se presenta el Mapa de Representatividad de las estaciones meteorológicas según cobertura vegetal.

#### **E. Representatividad de las estaciones meteorológicas según altitud**

Las estaciones meteorológicas Huasacache, La Joya y La Pampilla se encuentran emplazadas a una altitud de 2200, 1278, y 2376 m.s.n.m. respectivamente. Mientras que, el área de influencia se encuentra emplazada en una zona que cuenta con una altitud mínima de 1428 m.s.n.m., altitud promedio de 2092 m.s.n.m. y una altitud máxima de 2746 m.s.n.m. tal como se puede apreciar en la figura

**Figura 4.1-121.** Rango de altitud del área de influencia



Elaborado por: FCISA, 2024

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la representatividad de las estaciones meteorológicas en comparación con el área de influencia:

**Tabla 4.1-49** Representatividad de las estaciones meteorológicas

Estación Meteorológica	Clima	Altitud (m.s.n.m)	Zonas de vida	Cobertura vegetal
Huasacache	E(d) B'	2200	desierto perarido Montano Bajo Subtropical (dp-MBS)	Agricultura costera y andina (Agri)
La Joya	E(d) B'	1278	desierto desecado Subtropical (ds-S)	Agricultura costera y andina (Agri)
La Pampilla	E(d) B'	2376	desierto perarido Montano Bajo Subtropical (dp-MBS)	Agricultura costera y andina (Agri)
Área de influencia	E (d) B'	1428 - 2746	desierto perarido Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) desierto desecado Subtropical (ds-S) matorral desértico Montano Bajo Subtropical (md-MBS) desierto superarido Montano Bajo Subtropical (ds-MBT)	Desierto costero (Dc) Agricultura costera y andina (Agri) Cardonal (Car)

Elaborado por: FCISA, 2024

De acuerdo con la tabla anterior, las estaciones meteorológicas seleccionadas son representativas del área de influencia, ya que se encuentran en zonas con características físicas y biológicas similares.

#### 4.1.8.2.1. Temperatura

La temperatura es el parámetro climático que se refiere al grado de calor específico del aire en un lugar y momento determinado, así como su evolución temporal y espacial en las distintas zonas climáticas.

La temperatura del aire es regulada por diversos factores, como la inclinación de los rayos solares, circulaciones atmosféricas y oceánicas, la latitud, topografía y la proximidad de masas de agua. Todos estos factores reflejan el comportamiento de las temperaturas en la superficie terrestre, generando en ellos grandes variaciones espaciales y temporales.

El régimen de temperaturas dentro del área de influencia del proyecto sigue el típico patrón anual de variación que corresponde a su latitud geográfica, es decir, las temperaturas son altas en los meses de verano, bajas en los de otoño e invierno y de medianas a altas en los meses de primavera. A continuación, se presenta las temperaturas medias, mínimas y máximas de las estaciones evaluadas.

#### Temperatura máxima media mensual

Durante el periodo 2016 – 2023, en la estación Huasacache el mayor registro de temperatura máxima mensual fue de 25.2°C en noviembre de 2023; en la estación La Joya fue de 29.6°C en enero de 2016; y en la estación La Pampilla fue de 26.1°C en diciembre de 2023.

En las siguientes tablas se presenta la temperatura máxima media mensual de las estaciones meteorológicas en evaluación. (Ver en el Anexo 4.1.4).

**Tabla 4.1-50** Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación Huasacache

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	24.6	23.8	24.3	24.0	24.6	23.5	23.4	23.4	23.9	23.8	23.9	23.0
2017	21.0	21.4	21.7	23.1	23.4	22.9	23.5	23.4	24.2	24.3	23.7	23.1
2018	22.7	21.7	23.2	22.4	22.9	23.2	22.7	23.7	24.0	23.5	23.3	23.8
2019	23.0	22.8	24.1	23.5	24.3	24.0	23.3	24.1	24.0	23.5	23.5	23.5
2020	22.8	22.8	23.8	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	23.5	24.1	23.7	22.3
2021	22.5	23.6	22.3	23.1	23.2	23.2	23.3	23.0	23.9	23.8	23.1	23.4
2022	22.5	22.5	21.7	23.0	23.4	23.4	22.7	22.7	22.8	23.4	23.6	22.7

Periodo (2016-2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2023	22.1	22.6	22.5	23.0	24.2	24.2	23.8	24.4	24.7	24.9	25.2	24.8
$\bar{x}$	22.7	22.7	23.0	23.2	23.7	23.5	23.2	23.5	23.9	23.9	23.8	23.3

$\bar{x}$ : Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-51** Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación La Joya

Periodo (2016-2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	29.6	29.2	29.4	27.7	28.2	26.9	27.7	28.2	29.0	28.8	29.1	28.3
2017	27.5	27.9	28.3	27.6	26.1	26.4	27.2	26.9	27.1	29.2	28.7	28.1
2018	28.0	26.6	28.0	27.4	27.1	27.4	27.7	28.4	29.3	28.9	29.1	28.4
2019	27.5	28.5	28.9	27.2	27.5	27.0	27.5	28.4	27.6	27.7	28.0	28.7
2020	28.3	29.2	29.5	S/D	S/D	S/D	S/D	27.7	27.8	28.8	28.0	28.0
2021	27.9	27.9	27.1	26.9	28.1	27.3	27.8	27.3	27.3	28.2	28.2	27.9
2022	27.6	27.8	27.5	27.3	27.6	25.7	26.7	27.6	27.4	28.2	27.7	26.8
2023	27.4	27.4	28.0	27.4	27.7	27.8	28.0	28.9	28.8	29.4	29.1	29.2
$\bar{x}$	28.0	28.1	28.3	27.4	27.5	26.9	27.5	27.9	28.0	28.6	28.5	28.2

$\bar{x}$ : Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-52** Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación La Pampilla

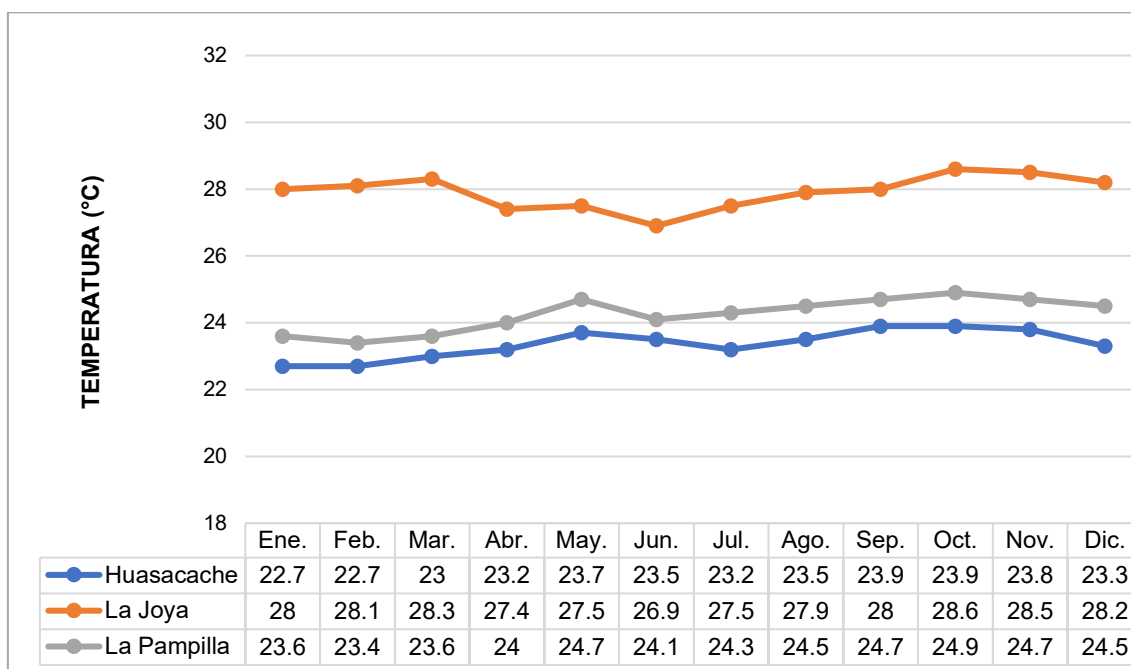
Periodo (2016-2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	25.8	24.6	25.2	24.7	25.8	24.4	25.1	24.9	24.8	25.2	24.9	24.3
2017	22.6	22.0	22.1	23.7	23.9	23.2	23.9	23.8	24.3	24.7	24.3	23.4
2018	22.9	22.4	24.0	23.0	23.7	23.6	22.8	24.0	23.9	24.0	24.0	24.3
2019	23.2	23.0	24.4	24.0	24.9	25.1	24.4	24.9	24.8	24.9	24.6	25.1
2021	24.1	25.2	24.2	24.5	S/D	23.8	24.5	23.9	24.8	25.2	24.4	24.4
2022	23.5	23.2	22.6	24.3	24.7	23.5	23.9	23.9	24.1	24.5	24.7	23.6
2023	22.9	23.1	23.0	23.9	25.3	25.2	25.4	25.8	25.9	25.7	25.8	26.1
$\bar{x}$	23.6	23.4	23.6	24.0	24.7	24.1	24.3	24.5	24.7	24.9	24.7	24.5

$\bar{x}$ : Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Figura 4.1-122.** Distribución de la temperatura máxima media mensual (2016-2023)



Elaborado por: FCISA, 2024.

### **Temperatura media mensual**

Durante el periodo 2016 – 2023, en la estación La Joya, el mayor registro de temperatura media mensual fue de 22.2°C en febrero de 2016; y en la estación La Pampilla fue de 19.5°C en diciembre de 2023.

En las siguientes tablas se presenta la temperatura media mensual de las estaciones meteorológicas en evaluación. (Ver en el Anexo 4.1.4).

**Tabla 4.1-53** Temperatura media mensual (°C) – Estación La Joya

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	21.7	22.2	22.0	20.0	19.3	17.3	17.5	18.0	19.6	19.8	20.9	21.1
2017	21.4	21.4	21.3	19.9	17.7	16.9	16.9	17.1	18.4	20.4	20.4	21.0
2018	20.9	20.2	20.4	19.6	17.8	17.7	18.1	18.2	19.3	20.2	20.7	20.6
2019	20.6	21.7	21.3	19.5	18.4	17.5	17.4	18.5	18.5	S/D	S/D	S/D
̄	21.2	21.4	21.3	19.8	18.3	17.4	17.5	17.9	18.9	20.1	20.7	20.9

̄: Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-54** Temperatura media mensual (°C) – Estación La Pampilla

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	18.8	18.5	18.4	17.8	16.8	15.3	15.7	15.8	16.9	17.8	17.8	17.6

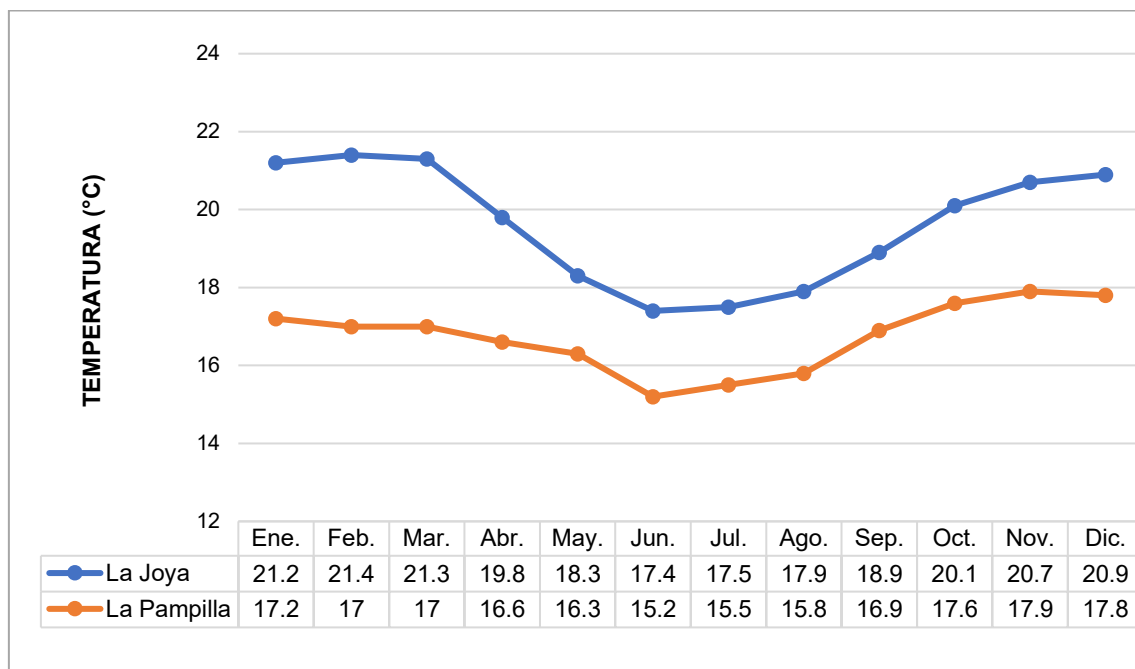
Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2017	16.6	16.4	16.6	16.9	16.2	14.9	15.4	15.3	17.2	18.0	18.1	17.6
2018	16.9	16.5	17.2	16.4	15.9	15.7	15.5	15.9	16.6	17.7	17.6	17.8
2019	17.5	17.4	17.8	16.8	16.2	15.8	15.4	15.8	17.1	17.2	18.2	18.1
2021	16.9	16.9	16.3	16.0	S/D	14.4	14.7	15.2	17.1	17.3	17.1	17.6
2022	17.0	16.1	16.2	15.7	15.4	14.4	15.2	15.5	15.7	16.8	17.3	16.7
2023	16.4	17.0	16.7	16.7	17.0	16.1	16.3	17.1	18.0	18.6	19.0	19.5
$\bar{x}$	17.2	17.0	17.0	16.6	16.3	15.2	15.5	15.8	16.9	17.6	17.9	17.8

$\bar{x}$ : Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Figura 4.1-123.** Distribución de la temperatura media mensual (2016-2023)



Elaborado por: FCISA, 2024

### **Temperatura mínima media mensual**

Durante el periodo 2016 – 2023, en la estación Huasacache el mayor registro de temperatura mínima mensual fue de 12.9°C en enero de 2017 y febrero de 2020; en la estación La Joya fue de 16.5°C en enero de 2017; y en la estación La Pampilla fue de 13.7°C en febrero de 2016.

En las siguientes tablas se presenta la temperatura mínima media mensual de las estaciones meteorológicas en evaluación. (Ver en el Anexo 4.1.4).

**Tabla 4.1-55** Temperatura mínima media mensual (°C) – Estación Huasacache

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	10.5	12.5	11.4	10.8	8.4	7.1	7.2	7.3	7.6	8.4	7.8	9.4
2017	12.9	11.5	11.5	9.2	8.1	6.5	7.0	6.3	8.5	7.9	8.5	9.8
2018	10.6	11.1	10.7	9.0	7.3	8.2	7.8	7.8	7.0	8.7	8.4	9.1
2019	11.7	12.6	11.3	10.0	8.5	7.8	7.3	7.6	8.8	8.0	9.9	9.8
2020	12.4	12.9	12.6	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	8.1	9.3	8.1	10.2
2021	10.9	10.6	10.9	9.3	8.3	7.0	7.7	7.0	8.5	8.5	8.3	10.2
2022	10.8	10.4	11.2	7.9	7.0	6.0	7.2	6.6	6.2	6.0	8.0	9.6
2023	10.3	12.1	11.6	9.3	9.2	6.7	7.3	7.7	8.5	9.8	9.5	11.3
$\bar{x}$	11.3	11.7	11.4	9.4	8.1	7.0	7.4	7.2	7.9	8.3	8.6	9.9

x: Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-56** Temperatura mínima media mensual (°C) – Estación La Joya

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	13.2	15.9	14.2	12.9	9.9	8.3	8.2	7.4	8.4	9.1	9.1	12.3
2017	16.5	15.2	14.9	12.2	10.5	8.6	8.0	6.6	9.4	9.6	10.3	12.5
2018	13.2	14.2	13.2	12.2	9.2	9.1	9.2	8.1	7.6	9.5	9.5	11.1
2019	14.3	16.1	13.3	11.8	9.0	7.7	7.6	8.1	8.9	8.5	11.1	11.4
2020	15.0	15.5	15.4	S/D	S/D	S/D	S/D	7.9	8.1	10.0	9.2	12.3
2021	13.4	13.0	13.1	11.1	10.1	8.1	7.7	7.8	8.8	10.1	9.5	12.1
2022	13.2	13.0	13.7	10.3	8.6	6.6	7.5	7.6	6.6	S/D	S/D	12.9
2023	13.1	15.2	14.7	12.2	9.4	7.8	7.4	9.0	9.0	11.6	11.2	12.9
$\bar{x}$	14.0	14.8	14.1	11.8	9.5	8.0	7.9	7.8	8.4	9.8	9.9	12.2

x: Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-57** Temperatura mínima media mensual (°C) – Estación La Pampilla

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	12.5	13.7	12.6	11.2	8.4	6.7	7.4	7.4	8.0	9.5	9.5	11.1
2017	12.4	11.3	11.8	10.5	9.11	7.2	7.6	6.8	9.8	9.5	10.0	11.2
2018	11.5	11.7	11.9	10.1	8.0	8.6	8.3	8.1	7.9	10.2	10.1	11.1
2019	12.7	12.9	12.3	11.0	9.1	8.1	7.3	7.7	9.1	8.5	11.0	10.9
2021	12.2	11.9	11.4	10.0	S/D	7.0	7.4	7.1	9.2	9.3	9.4	11.6
2022	11.8	11.3	11.6	8.7	7.4	6.3	7.6	6.8	7.9	7.9	9.8	10.9
2023	11.1	12.2	12.4	10.8	9.8	7.3	7.6	8.3	9.8	11.7	11.4	13.0

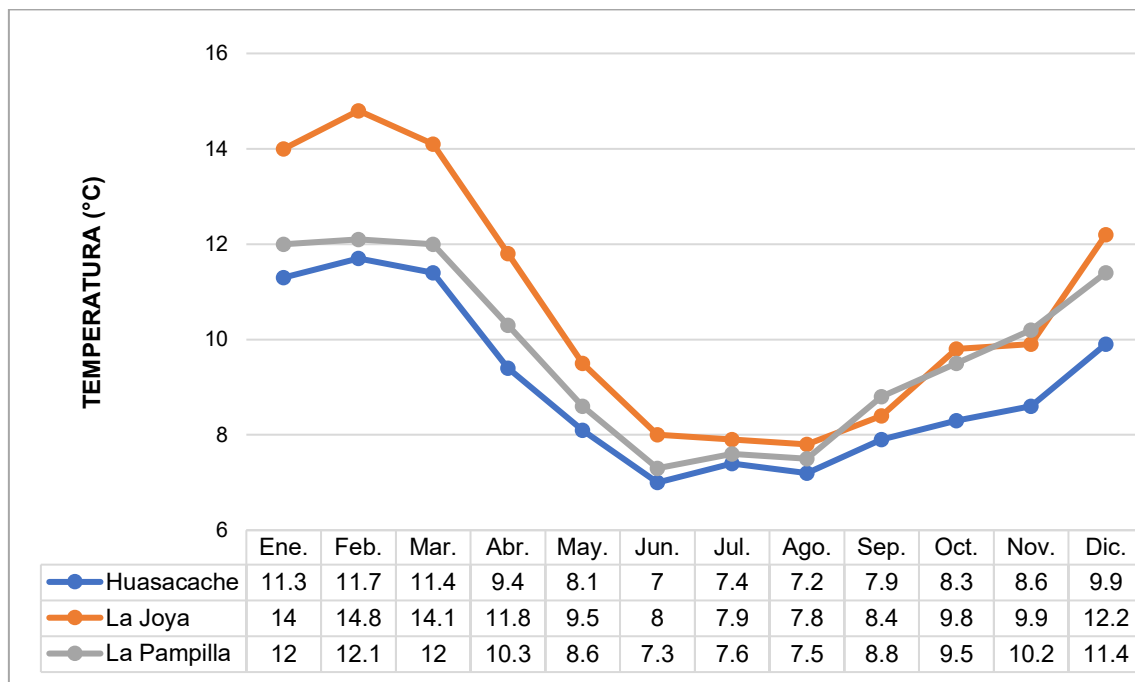
Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
$\bar{x}$	12.0	12.1	12.0	10.3	8.6	7.3	7.6	7.5	8.8	9.5	10.2	11.4

$\bar{x}$ : Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Figura 4.1-124.** Distribución de la temperatura mínima media mensual (2016-2023)



Elaborado por: FCISA, 2024

#### 4.1.8.2.2. Precipitación

Durante el periodo 2016 – 2023, en la estación Huasacache el mayor registro de precipitación total mensual fue de 134.1 mm en enero de 2017; en la estación La Joya fue de 22.6 mm en enero de 2017; y en la estación La Pampilla fue de 103.3 mm en enero de 2017.

En las siguientes tablas se presenta las precipitaciones totales mensuales de las estaciones meteorológicas en evaluación. (Ver en el Anexo 4.1.4).

**Tabla 4.1-58** Precipitación total mensual (mm) – Estación Huasacache

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	0.0	29.2	0.2	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017	134.1	42.8	46.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
2018	15.0	12.3	4.2	0.0	0.0	0.3	0.9	0.0	S/D	S/D	S/D	0.0
2019	39.7	69.7	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021	4.0	0.5	19.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2022	7.1	12.8	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	18.6
2023	54.7	35.6	19.5	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	5.0
$\bar{x}$	36.4	29.0	17.5	2.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	4.6

$\bar{x}$ : Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-59** Precipitación total mensual (mm) – Estación La Joya

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	0.0	16.6	0.0	S/D	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017	22.6	1.8	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
2018	1.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2019	1.7	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2022	2.5	3.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2023	0.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D
$\bar{x}$	4.1	4.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4

$\bar{x}$ : Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-60** Precipitación total mensual (mm) – Estación La Pampilla

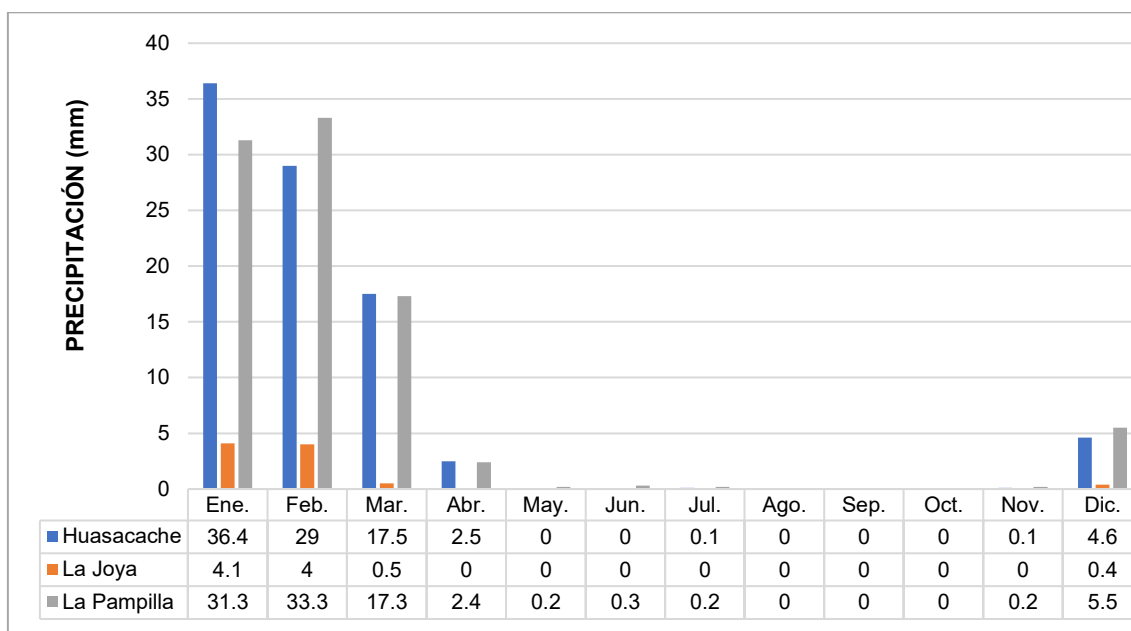
Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	0.0	52.8	1.0	8.8	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2017	103.3	50.6	43.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	14.0
2018	12.8	6.2	5.8	0.2	0.0	0.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2019	28.7	54.8	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021	14.6	1.9	13.8	S/D	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
2022	11.2	18.1	25.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6
2023	48.3	49.0	21.7	5.2	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	0.6	2.7
$\bar{x}$	31.3	33.3	17.3	2.4	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	5.5

$\bar{x}$ : Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Figura 4.1-125.** Distribución de la precipitación total mensual (2016-2023)



Elaborado por: FCISA, 2024

#### 4.1.8.2.3. Humedad relativa

Durante el periodo 2016 – 2023, en la estación La Joya, el mayor registro de humedad relativa media mensual fue de 76.8 % en abril de 2018; y en la estación La Pampilla fue de 75.1% en febrero de 2019.

En las siguientes tablas se presenta la humedad relativa media mensual de las estaciones meteorológicas en evaluación. (Ver en el Anexo 4.1.4).

**Tabla 4.1-61** Humedad relativa mensual (%) – Estación La Joya

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	64.8	71.1	70.6	76.6	57.2	55.3	48.8	49.8	53.7	52.1	49.7	61.7
2017	75.2	72.7	72.3	69.5	74.4	63.5	63.8	60.8	60.6	54.4	52.7	62.7
2018	64.9	73.4	76.0	76.8	67.6	59.2	57.5	53.6	55.8	55.7	59.2	66.1
2019	72.7	S/D	71.1	71.7	62.2	58.3	53.8	50.0	67.3	S/D	S/D	S/D
̄	69.4	72.4	72.5	73.7	65.4	59.1	56.0	53.6	59.4	54.1	53.9	63.5

̄: Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-62** Humedad relativa media mensual (%) – Estación La Pampilla

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	51.6	65.2	63.6	59.5	45.3	41.7	38.2	37.2	37.4	36.3	35.9	54.2
2017	70.8	68.0	72.8	59.6	53.9	41.5	39.6	36.4	39.5	37.0	39.4	52.9

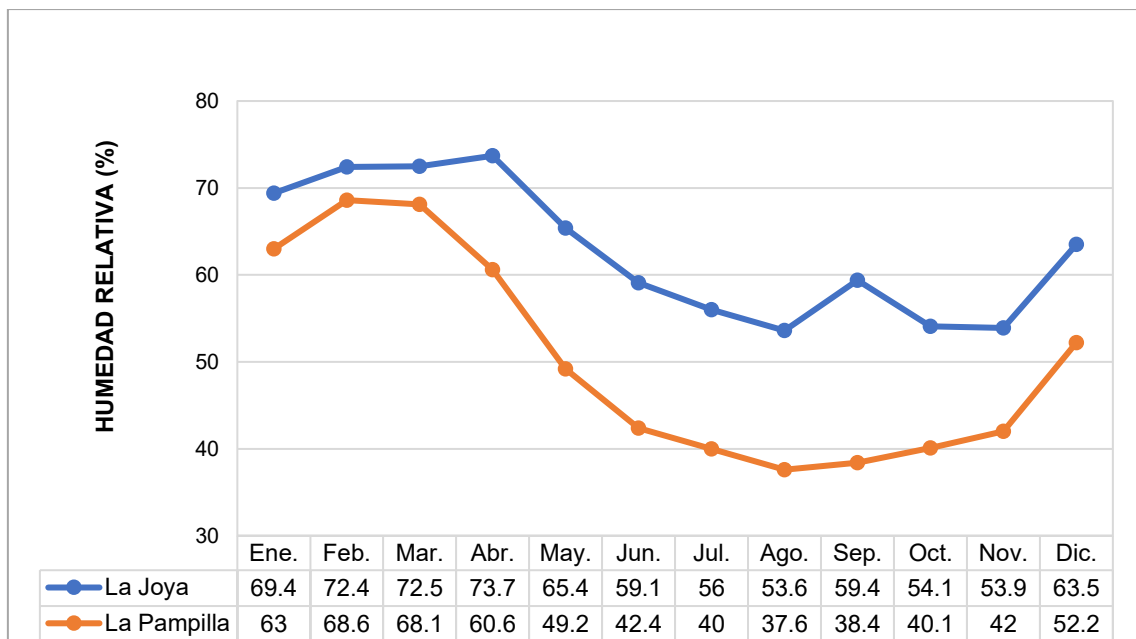
Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2018	60.4	69.1	62.8	59.9	46.6	43.1	41.1	36.2	35.7	36.1	42.5	46.9
2019	68.2	75.1	65.6	68.3	58.3	46.5	39.9	37.6	41.8	43.3	51.0	51.0
2021	61.2	62.9	68.1	58.4	S/D	45.8	43.1	42.2	41.9	44.9	42.8	53.0
2022	62.4	66.1	70.8	54.6	45.5	42.9	41.9	37.5	35.9	34.7	42.9	59.3
2023	66.5	73.9	73.1	63.6	45.5	35.1	36.4	35.8	36.8	48.4	39.8	48.4
$\bar{x}$	63.0	68.6	68.1	60.6	49.2	42.4	40.0	37.6	38.4	40.1	42.0	52.2

$\bar{x}$ : Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Figura 4.1-126.** Distribución de la humedad relativa media mensual (2016-2023)



Elaborado por: FCISA, 2024

#### 4.1.8.2.4. Dirección y velocidad del viento

La velocidad del viento se mide con la escala anemométrica de Beaufort (sistema de estimación de la fuerza de los vientos sobre la superficie terrestre y sobre el mar; está graduada de 0 a 12 y a cada uno de los números le corresponde una determinada gama de velocidades horarias que se consideran en función de los efectos apreciables sobre las cosas).

**Tabla 4.1-63** Escala de Beaufort

N° de escala	Denominación	Velocidad (m/s)
0	Calma	0 – 0.2
1	Ventolina	0.3 – 1.5
2	Flojito (brisa ligera)	1.5 – 3.3

N° de escala	Denominación	Velocidad (m/s)
3	Flojo (brisa débil)	3.3 – 5.4
4	Bonancible (brisa moderada)	5.4 – 7.9
5	Fresquito (brisa fresca)	7.9 – 10.7
6	Fresco (brisa fuerte)	10.7 – 13.8
7	Frescachón (viento fuerte)	13.8 – 17.1
8	Duro (viento tormentoso – temporal)	17.1 – 20.7
9	Muy duro (tormenta) (temporal fuerte)	20.7 – 24.4
10	Temporal (Tormenta intensa) (temporal duro)	24.4 – 28.4
11	Borrasca (Tormenta huracanada) (temporal muy duro)	28.4 – 32.6
12	Huracán	> 32.7

Elaborado por: FCISA, 2024

De acuerdo a los datos registrados por la estación Huasacache durante el periodo 2016-2023, se observa que los vientos predominantes provienen del Oeste-Noroeste (WNW), y la velocidad media mensual oscila entre 2.9 - 3.6 m/s. Siendo la velocidad promedio multianual 3.11 m/s, y según la Escala de Beaufort tipifica como “Brisa ligera”.

A continuación, se presentan los valores mensuales de dirección y velocidad media del viento registrados por la estación Huasacache:

**Tabla 4.1-64** Velocidad del viento (m/s) – Estación Huasacache

Periodo (2016- 2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	3.5	3.0	2.7	2.6	3.1	3.4	3.2	3.4	3.2	2.9	3.1	3.1
2017	2.7	2.8	2.6	2.7	3.0	3.7	3.6	3.6	3.1	3.0	2.9	2.8
2018	3.1	3.3	2.8	2.9	3.5	3.5	3.2	3.3	3.1	2.9	3.0	3.1
2019	3.3	2.7	2.9	3.1	3.6	4.0	3.6	3.7	3.0	3.0	2.8	3.1
2020	2.9	2.8	3.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	3.1	2.9	2.8	2.9
2021	3.3	3.3	3.2	3.0	3.0	3.6	3.8	3.4	3.3	2.9	2.8	3.1
2022	3.1	3.2	2.8	3.0	3.0	3.5	3.2	3.5	3.2	2.8	2.8	3.0
2023	2.9	2.7	2.7	2.9	2.9	3.4	3.3	3.2	2.9	2.6	2.7	2.6
$\bar{x}$	3.1	3.0	2.8	2.9	3.2	3.6	3.4	3.4	3.1	2.9	2.9	3.0

x̄: Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Tabla 4.1-65** Dirección del viento – Estación Huasacache

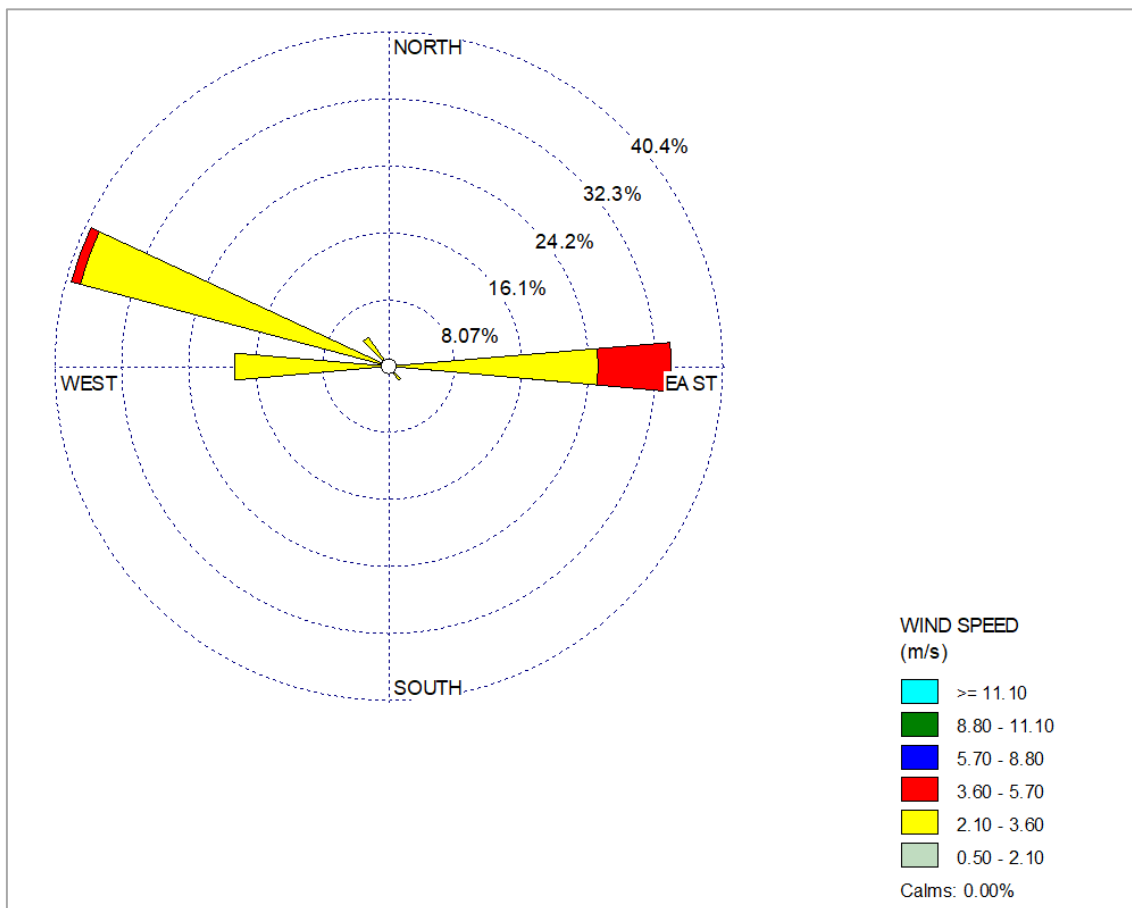
Periodo (2016-2023)	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2016	WNW	WNW	W	WNW	E	E	E	E	WNW	WNW	WNW	WNW
2017	W	W	W	WNW	E	E	E	E	WNW	WNW	WNW	WNW
2018	W	NW	WNW	WNW	E	E	E	E	WNW	WNW	WNW	WNW
2019	WNW	W	E	E	E	E	E	E	E	WNW	WNW	WNW
2020	WNW	NW	W	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	E	WNW	WNW	W
2021	W	WNW	WNW	E	WNW	E	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW
2022	WNW	WNW	W	WNW	SE	SE	NW	E	E	E	W	NW
2023	W	W	W	E	E	E	E	E	E	W	W	W

x: Promedio mensual multianual; S/D: Sin Datos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, 2024.

Elaborado por: FCISA, 2024

**Figura 4.1-127.** Rosa de viento – Estación Huasacache



Elaborado por: FCISA, 2024

#### **4.1.8.3. Calidad del aire**

La calidad del aire es determinada por la composición y su interacción de manera química y física de sus elementos; sus principales componentes pueden ser afectados por acciones ya sean de origen natural o por acciones motivadas por el hombre, el cual se expresa mediante la concentración o intensidad de contaminantes.

Con la finalidad de determinar las condiciones actuales en la zona de influencia del Proyecto, de tal manera que sea posible la evaluación de la interacción del emplazamiento del Proyecto y el entorno.

Los objetivos de la evaluación de la calidad del aire son los siguientes:

- Establecer las condiciones actuales de la calidad de aire en el área de influencia del Proyecto.
- Evaluar y analizar el comportamiento de las concentraciones de los parámetros de calidad de aire.
- Identificar los parámetros ambientales que deberán ser controlados durante las actividades del Proyecto.
- Contrastar los resultados del análisis con los estándares de calidad vigentes.

##### **4.1.8.3.1. Estaciones de monitoreo**

La selección de los puntos de muestreo se llevó a cabo conforme a los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (D.S. N° 010-2019-MINAM), específicamente los mencionados en el párrafo C.2.1, que abordan el monitoreo vinculado a planes de acción para la mejora de la calidad de vida. Se enfocó principalmente en una Zona de Atención Prioritaria (ZAP), donde se encuentran los centros poblados más cercanos al área de influencia, considerando el "criterio poblacional". Esta evaluación, realizada en el departamento y provincia de Arequipa, abarca las Asociaciones de Vivienda "Inmaculada Concepción" y "Granja San Agustín". Según el mencionado protocolo, para poblaciones de 0 a 249 mil habitantes se requiere un mínimo de un (01) punto de muestreo.

Adicionalmente, en el párrafo C.2.2, relativo al monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y de servicios, el protocolo indica que se deben considerar un mínimo de dos (02) puntos de muestreo (barlovento y sotavento). En consecuencia, se establecieron tres (03) puntos de muestreo dentro del área de influencia. Por lo tanto, la cantidad de puntos establecidos cumple con los criterios

descritos en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (D.S. N° 010-2019-MINAM).

En la siguiente tabla se describe la ubicación de los puntos de muestreo para determinar la calidad del aire, así como sus coordenadas correspondientes:

**Tabla 4.1-66.** Ubicación de los puntos de muestreo para calidad del aire

Código	Temporada	Descripción	Coordenadas UTM WGS84, Zona 19 K		Altitud (m.s.n.m)
			Este	Norte	
CA-01	Húmeda	Ubicado aprox. a 75 m al Nor-Oeste de la Subestación San Jose.	200263	8154312	1447
	Seca	Ubicado aprox. a 70 m al Oeste de la Subestación San Jose.	200194	8154215	1450
CA-02	Ambas	Ubicado al Oeste de la Subestación Yarabamba, aprox. a 250 m.	230760	8173375	2346
CA-03	Ambas	Ubicado en la localidad de Tiabaya.	221292	8178093	2162

Fuente: FCISA, (2024).

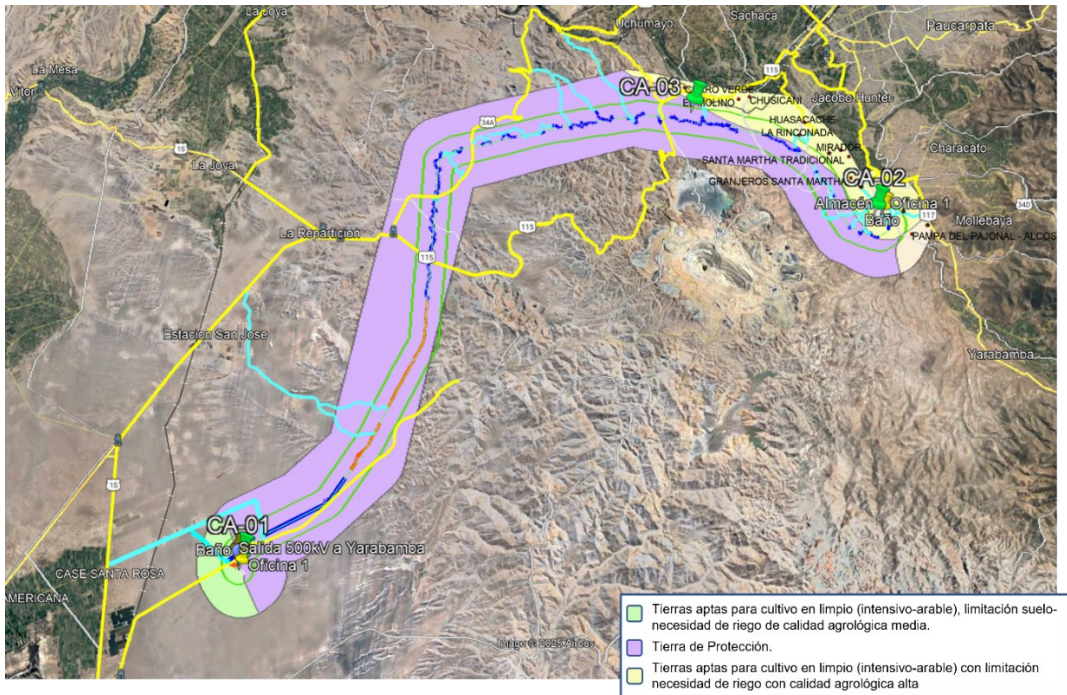
### **Criterios técnicos y representatividad de puntos de muestreo**

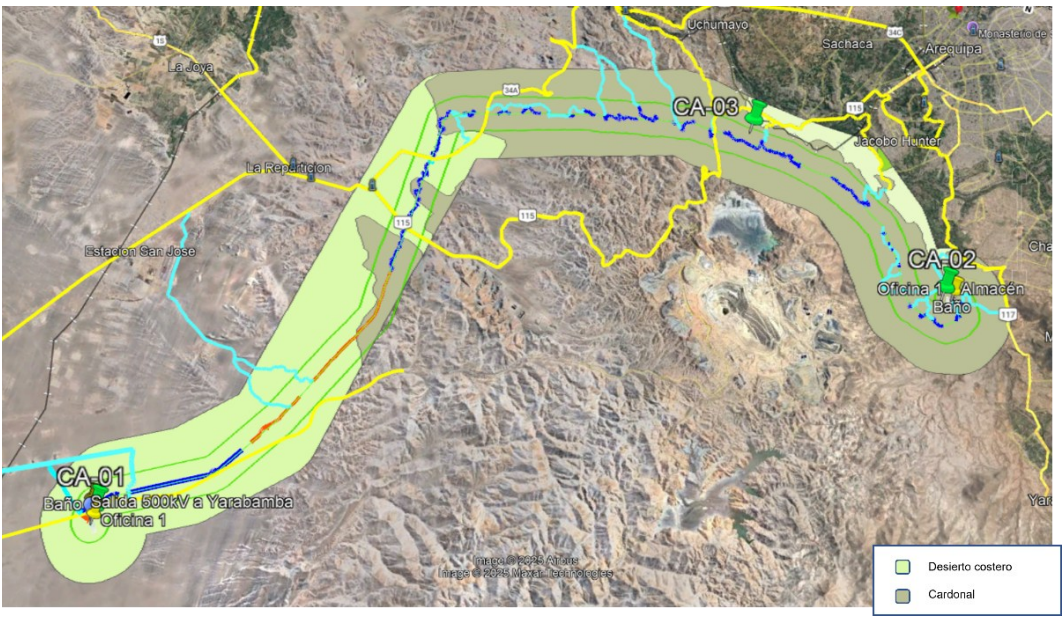
De acuerdo al ítem C.2. Número y localización de estaciones para una red de monitoreo de calidad de aire, establece que la cantidad de estaciones debe ser definida en virtud al enfoque y objetivo del monitoreo, para fines de la caracterización la determinación de la ubicación de los componentes está dada por las actividades que representa el desarrollo y emplazamiento del proyecto. Por ende, la representatividad de los puntos está dado por los siguientes aspectos:

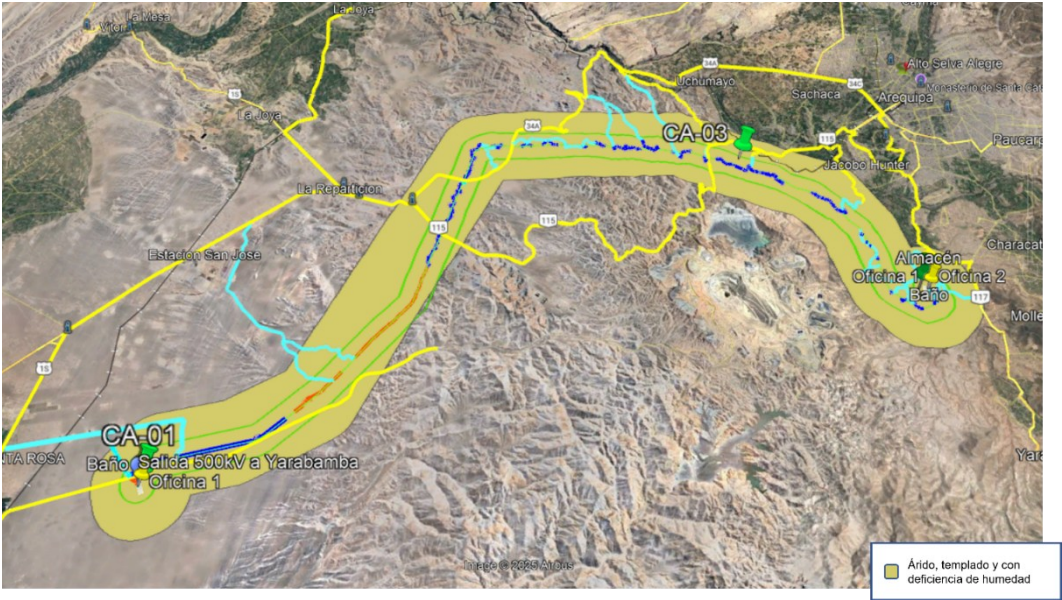
- El punto CA-01 ubicado en relación a las actividades que conlleva la Ampliación de la Subestación San José, punto ubicado a Barlovento del Proyecto.
- El punto CA-02 ubicado en relación a las actividades que conlleva la Ampliación de la Subestación Yarabamba, punto ubicado a Sotavento del Proyecto. Y distancia a posibles receptores sensibles (Cerro Verde y La Rinconada).
- El punto CA-03 ubicado en relación a la dirección del viento y distancia a presencia de viviendas del CP Cerro Verde, por las actividades que conllevan las estructuras de soporte y equipamiento
- Determinado por la huella de los componentes principales proyectados tales como: subestaciones, Línea de transmisión y accesos.
- Dirección de viento que va desde Noroeste

Relieve del área del Proyecto; el cual a continuación se presentan en la siguiente tabla:

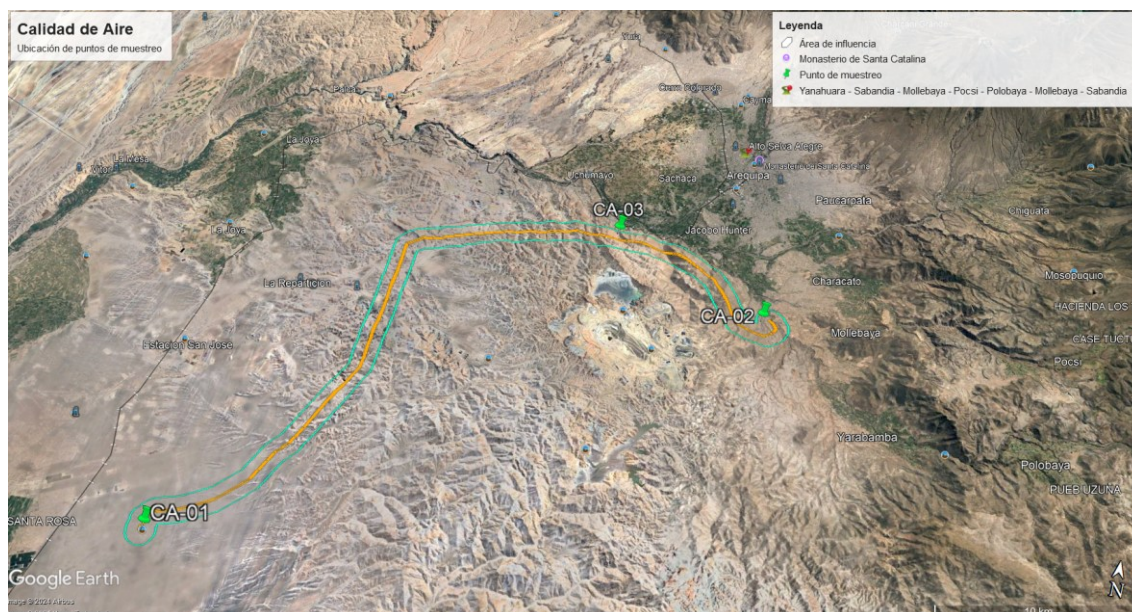
**Tabla 4.1.67.** Representatividad de ubicación de los puntos de muestreo para calidad del aire

Capa temática	Representatividad del área	Análisis de representatividad
Capacidad de Uso Mayor de Suelo		<p>Considerando el emplazamiento de componentes y las actividades de posible impacto en la calidad de aire, se ha determinado que, de acuerdo a la clasificación de Uso Mayor de Suelos, lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El punto CA-01, clasificado por su finalidad como estación de fondo, cubre la caracterización a barlovento de la zona oeste del Proyecto que corresponde a una capa de Tierras de Protección, éstas son tierras cárcavas que se encuentran en regiones áridas y semiáridas; cabe la necesidad de mencionar que en esta zona no se ha identificado poblaciones y ecosistemas, cercanos al Proyecto.</li> <li>- El punto CA-02, ubicado dentro de la capa de Tierras aptas para Cultivo en Limpio (calidad agroclimática alta), caracterizando esta capa a sotavento del Proyecto y la influencia de las actividades a los centros poblados más próximos (Cerro Verde y La Rinconada).</li> <li>- Adicionalmente se ha identificado a sotavento las asociaciones: Asociación de Vivienda Granja San Agustín y la Asociación Casa Granja Inmaculada Concepción que se encuentran caracterizadas por la estación CA-03.</li> </ul>

Capa temática	Representatividad del área	Análisis de representatividad
Cobertura vegetal		<p>Dado que la zona oeste del proyecto presenta una cobertura vegetal clasificado como Desierto costero, se ha determinado que el punto de muestreo CA-01 se ubica a barlovento del Proyecto, en un área sin población cercana factores de riesgo significativos. Asimismo, el punto CA-02 ha sido seleccionado como un punto a sotavento dentro de una zona con cobertura de capa Cardonal, mientras que el punto CA-03, ubicado por la proximidad a viviendas, con cobertura de capa Cardonal, el cual permite evaluar las condiciones actuales de calidad del aire en áreas habitadas con estas características.</p> <p>Con la distribución de los tres puntos de muestreo, se garantiza una caracterización representativa de las condiciones de la calidad de aire actuales en el área del proyecto.</p>

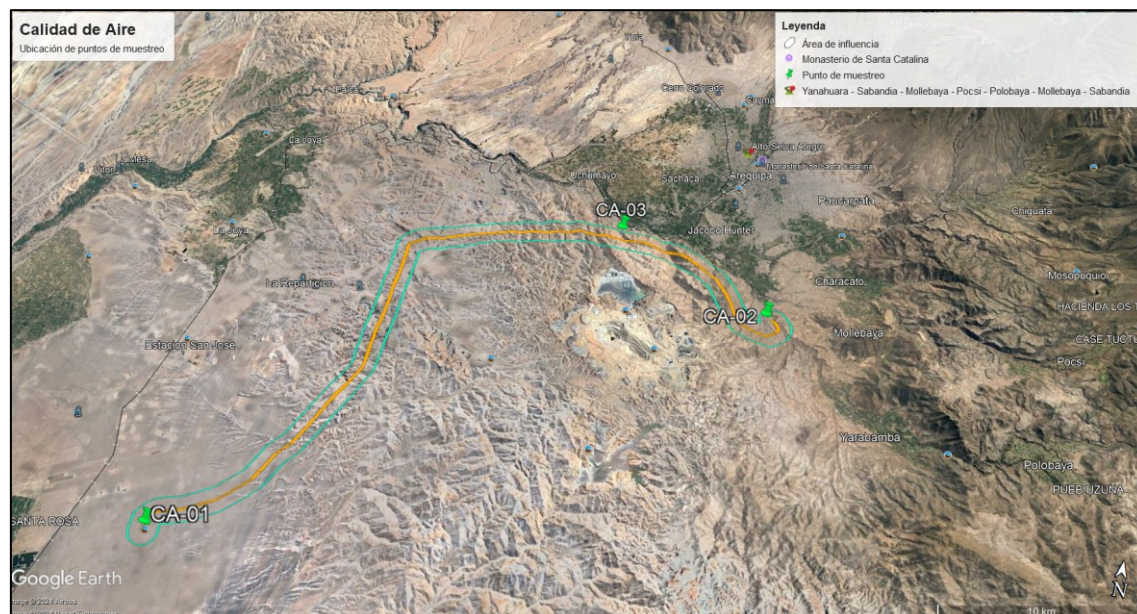
Capa temática	Representatividad del área	Análisis de representatividad
Clasificación clima		<p>El área del proyecto se encuentra en un clima Árido, templado y con deficiencia de humedad. Considerando las condiciones del emplazamiento, la distribución de los puntos de muestreo CA-01, CA-02 y CA-03, permite garantizar una caracterización representativa de las condiciones actuales de la calidad de aire en el área del Proyecto.</p>

**Figura 4.1-128.** Ubicación espacial de puntos de muestreo para calidad de aire – Temporada húmeda



*Fuente: Google Earth Pro, (2024).*

**Figura 4.1-129.** Ubicación espacial de puntos de muestreo para calidad de aire – Temporada seca



*Fuente: Google Earth Pro, (2024).*

En el **Anexo N° 4.1.2** se presentan las fichas con la información registrada durante el muestreo para calidad de aire.

#### **4.1.8.3.2. Metodología**

Con el propósito de obtener una información confiable, el muestreo de la calidad de aire se llevó a cabo sobre la base de los lineamientos técnicos establecidos en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire mediante D.S. N°010-2019-MINAM.

##### **Detalles del muestreo**

###### Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de muestreo:

- Se describió las características del entorno de la estación de muestreo.
- Luego se anotaron las coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo, en el sistema WGS 84.
- Finalmente se tomó fotografías del entorno y de los puntos de muestreo.

###### Acondicionamiento:

- Para el acondicionamiento de los puntos de muestreo se han considerado los siguientes: la accesibilidad, seguridad y disponibilidad de energía eléctrica.
- Se instala el grupo electrógeno para proveer de energía eléctrica constante a los equipos de muestreo y medición.
- Se consideraron posibles obstáculos con respecto a las distancias de estos, en referencia a los equipos de muestreo.

###### Medición de parámetros en campo y registro de información:

- Se hizo uso de un GPS, para ubicar el punto exacto de medición y muestreo antes del inicio del trabajo en campo.
- Las mediciones de las concentraciones se realizaron en dirección del viento (sotavento y barlovento).
- Las concentraciones medidas han sido registradas de forma continua durante el periodo de medición y muestreo de los parámetros establecidos.
- La información recabada, ubicación y descripción de los puntos de muestreo se ingresan en su respectiva cadena de custodia.

#### **4.1.8.3.3. Parámetros y Estándares de Calidad Ambiental**

##### **Justificación de selección de parámetros**

De acuerdo al inciso C.3 Determinación de los parámetros de calidad del aire a monitorear del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire

establecido mediante D.S. N°010-2019-MINAM, indica que, el monitoreo de la calidad del aire (ejecutado a través de una acción o un conjunto de acciones) se realice de manera eficaz y eficiente, por lo que en ningún caso debe entenderse que medir la calidad del aire implica a priori la necesidad de medir todos los parámetros establecidos en el ECA para Aire vigente. La selección de los parámetros para calidad de aire está sujeta por el interés toxicológico que generen las actividades y procesos que se desarrollarán en el área de influencia, considerando los siguientes:

**Tabla 4.1-68.** Justificación de selección de parámetros

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
<b>Aplicables al Proyecto</b>		
PM <sub>10</sub>	Las actividades humanas, por ejemplo, la industria y el movimiento vehicular, se consideran las principales fuentes de emisión de material particulado que, en conjunto con factores meteorológicos y topográficos, hacen que el comportamiento del PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> varíe temporalmente de manera irregular en la atmósfera. (Harrison, 2006).	De acuerdo con las actividades asociadas al emplazamiento del proyecto en sus diversas etapas, el monitoreo de PM <sub>10</sub> permite caracterizar la contribución de las concentraciones de partículas en el área circundante.
PM <sub>2.5</sub>		Monitorear PM <sub>2.5</sub> permite identificar los riesgos potenciales para la salud pública, específicamente, el impacto del emplazamiento del proyecto en la calidad del aire. Además de la identificación de las fuentes de contaminación y posterior diseño de estrategias de mitigación para la reducción de emisiones durante las etapas del proyecto.
Dióxido de Azufre	El dióxido de azufre se puede generar en multitud de procesos industriales, como en la oxidación del azufre y los sulfuros, en la reducción por calor de sulfatos metálicos, con la combustión de fósiles, como carbón y petróleo, utilizados principalmente para la calefacción doméstica, la generación de electricidad y los vehículos a motor. (SEMARNAT, 2013).	El SO <sub>2</sub> es un indicador importante de las emisiones de la quema de combustibles fósiles, en el uso y tránsito de vehículos menores (para el transporte de personal) y maquinaria pesada como parte de la implementación del proyecto y sus accesos. La selección del parámetro SO <sub>2</sub> puede ayudar a caracterizar las emisiones productos de las actividades a desarrollarse en las etapas de construcción y abandono del proyecto debido a la movilización de vehículos menores y mayores.
Dióxido de Nitrógeno	El dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) se encuentra en el medio ambiente, debido tanto a actividades naturales como a humanas; también se emiten en los procesos de combustión que se llevan a cabo en relación con el tráfico (en vehículos automóviles, maquinaria pesada y en especial de motores diésel) y con el transporte en general, así como en instalaciones industriales de alta temperatura y de generación eléctrica. (SEMARNAT, 2013).	Para conocer el estado actual del área donde se emplazará el proyecto se selecciona el parámetro NO <sub>2</sub> , el cual es un indicador útil para caracterizar las emisiones específicas asociadas a actividades como la movilización de vehículos en el área del proyecto.

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
Monóxido de Carbono	El CO es un gas inodoro e incoloro, normalmente se encuentra como subproducto de la combustión incompleta de combustible para vehículos o de aceite o gas en mecheros. El monóxido de carbono (CO) en las centrales eléctricas se genera principalmente como resultado de la combustión de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural, que se utiliza para la generación de electricidad en estas instalaciones. (Thomson Brooks/Cole, 2006)	Se selecciona el parámetro monóxido de carbono porque puede ser un indicador útil para caracterizar las emisiones específicas asociadas con la implementación y operación del proyecto, especialmente si existen fuentes de combustión de combustibles fósiles como el uso de vehículos.
Ozono	El ozono es un gas incoloro e inestable, además, es un oxidante fuerte, muy fácil de producir, pero a la vez muy frágil y fácil de destruir. Este gas reacciona fácilmente con muchos compuestos químicos y es explosivo en pequeñas cantidades. El ozono (O <sub>3</sub> ) en las centrales eléctricas se genera a través de un proceso que implica la producción de corona eléctrica y la reacción con el oxígeno presente en el aire. (Universidad Técnica de Ambato, 2017).	El monitoreo de O <sub>3</sub> puede ayudar a caracterizar las fuentes específicas de emisión de precursores atmosféricos en la zona de influencia del proyecto, lo que puede ser útil para implementar estrategias de mitigación específicas; por ende, se selecciona el parámetro con la finalidad de conocer las condiciones actuales del área del proyecto.
Sulfuro de Hidrógeno	El sulfuro de hidrógeno se utiliza en la purificación de los ácidos clorhídrico y sulfúrico, en las centrales eléctricas se genera principalmente como subproducto de la combustión de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural, que se utilizan para la generación de electricidad en estas instalaciones. (Thomson Brooks/Cole, 2006).	Se considera la selección del parámetro con la finalidad de conocer las condiciones actuales en el área donde se emplazará el proyecto.
<b>No Aplicables al Proyecto</b>		
Benceno	El benceno se utiliza en la industria química para obtener compuestos intermedios para la fabricación de diversos productos, como plásticos, resinas, fibras sintéticas, pesticidas, medicamentos y colorantes, principalmente. (IARC 2018, Sanz Tejedor).	Se realizó un análisis de las fuentes de emisión de benceno determinando que las actividades de implementación y operación de la línea de transmisión no son una fuente significativa de emisiones de benceno en comparación con otras fuentes industriales, siendo esto un factor para no priorizar el monitoreo de este parámetro.
Mercurio Gaseoso Total	Las actividades humanas son responsables de mucha cantidad de mercurio que se libera en el medio ambiente. La quema de carbón, petróleo, madera y combustible pueden ocasionar que el mercurio quede suspendido en el aire, así como también, la quema de residuos que contienen mercurio. (US EPA, 2023)	Las fuentes de emisión de mercurio gaseoso total (MGT) están más vinculadas a procesos industriales, actividades mineras y otras fuentes específicas; por lo que se determinó la no evaluación de este parámetro ya que las actividades relacionadas a la implementación y operación de la línea de transmisión no son una fuente significativa de emisión del MGT.
Plomo	El plomo se utiliza en una amplia variedad de productos, como pinturas,	Por las fuentes principales de emisión de Plomo, no se consideran

Parámetros	Procesos y usos	Justificación
	cables eléctricos, baterías y productos de la industria farmacéutica, lo que puede contribuir a la emisión de plomo al aire. Las actividades de minería, fundición y refinación han producido aumentos considerables en los niveles de plomo en el medioambiente (US EPA,2023)	actividades relacionadas a la línea de transmisión que generen este parámetro, considerandolo contaminante para la salud pública o al medio ambiente en alguna de las etapas del proyecto.

Fuente: FCISA, (2024).

Teniendo en cuenta la variabilidad de las concentraciones a medir, a continuación, se presenta las normas de referencia para el análisis de los parámetros evaluados para calidad de aire:

**Tabla 4.1-69.** Método de análisis para calidad de aire.

Parámetros	Norma de referencia	Título
Material particulado PM 10 Alto volumen	NTP 900.030, 2018.	PM10 (Particulate matter less than or equal to 10 um) high vol. Reference method for determining respirable particulate matter such as PM10 in the atmosphere. 2nd Edition.
Material particulado PM 2.5 Bajo volumen	NTP 900.069, 2017.	PM2.5, Environmental Quality Monitoring - Reference method for the determination of fine particulate matter such as PM2.5 in the atmosphere. 1st Edition.
Dióxido de Azufre	NTP-ISO 10498:2017 (revisada el 2022). 2017.	AIRE AMBIENTAL. Determinación de dióxido de azufre. Método de fluorescencia ultravioleta.
Dióxido de Nitrógeno	NTP-ISO 7996:2019.	Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos De nitrógeno. Método de quimioluminiscencia. 1st Edition.
Monóxido de Carbono	NTP ISO 4224:2019.	Aire Ambiental. Determinación de Monóxido de Carbono. Método de espectrometría infrarroja no dispersiva.
Ozono	NTP ISO 13964:2020.	O3 (Ozone), Determination of ozone in Ambient air - Ultraviolet photometric method.
Sulfuro de Hidrógeno	NTP-ISO 10498-2017/COR1:2017 (VALIDADO - aplicado fuera del alcance); 2018	Determinación de Sulfuro de Hidrógeno en Aire. Método de fluorescencia ultravioleta

Fuente: ALAB, (2024).

## Equipos empleados

Los equipos empleados para la toma de muestras de la calidad del aire son provistos de energía eléctrica de manera continua, estos equipos se encuentran debidamente calibrados y certificados.

En la siguiente tabla, se presentan las características de los equipos empleados para el muestreo de la calidad de aire:

**Tabla 4.1-70.** Características técnicas de los equipos

Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado	Fecha de calibración
Muestreador de partículas High Vol.	THERMO SCIENTIFIC	VFC	P9680X	LC-0096-2023	2023-06-21
	THERMO ANDERSEN	PM10	P4778	LC-0050-2023	2023-05-20
	TISCH ENVIRONMENTAL	VFC	P7732X	LC-0053-2023	2023-05-29
Muestreador de partículas Low Vol.	THERMO ELECTRON CORPORATION	PARTI SOL 2000	200FB207380608	LCA-0111-2023	2023-04-24
	THERMO SCIENTIFIC	PARTI SOL 2000	200FB286330404	LCA-0136-2023	2023-05-09
	RUPPRECHT & PATASHNICK CO.	PARTI SOL 2000	No indica	LCA-0176-2023	2023-06-27
Analizador automático O <sub>3</sub>	THERMO ENVIRONMENTAL INSTRUMENTS	49C	49CPS-77959-387	LGA-0047-2024	2024-02-05
	THERMO	49C	49C-59755-324	LG-0035-2023	2023-06-20
Analizador automático SO <sub>2</sub>	TELEDYNE	T101	2835	LGA-0022-2024	2024-01-21
	THERMO SCIENTIFIC	45C	450CT-75935-381	LGA-0136-2023	2023-06-13
	TELEDYNE	T101	1138	LGA-0282-2023	2023-09-21
Analizador automático CO	THERMO ENVIRONMENTAL INSTRUMENTS	48C	48C-56700-309	LGA-0008-2024	2024-01-19
	TELEDYNE	T300U	514	LGA-0337-2023	2023-11-18
	THERMO ENVIRONMENTAL INSTRUMENTS	48C	48C-72802-372	LGA-0009-2024	2024-01-18
Analizador automático H <sub>2</sub> S	THERMO SCIENTIFIC	45C	450CT-75935-381	LGA-0135-2023	2023-06-13
	TELEDYNE	T101	2835	LGA-0022-2024	2024-01-21
	TELEDYNE	T101	1138	LGA-0281-2023	2023-09-21
Analizador automático NO <sub>2</sub>	THERMO ENVIRONMENTAL INSTRUMENTS	42C	42C-55007-302	LGA-0040-2024	2024-01-21
	THERMO ENVIRONMENTAL INSTRUMENTS	42C	42C-67632-357	LGA-0347-2023	2023-12-04
	THERMO SCIENTIFIC	42i-LS	1207552011	LGA-0216-2023	2023-06-21
Manómetro	NO INDICA	QX-1201	NO INDICA	LPA-0189-2023	2023-08-15

Fuente: ALAB, (2024).

En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los documentos emitidos por el laboratorio. Estos certificados aseguran que el equipo o instrumento calibrado ofrece mediciones confiables y precisas del equipo empleado para la toma de muestras de la calidad de aire.

### Estándar de calidad ambiental

Para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, de actividades productivas, extractivas y de servicios, con la finalidad de regular la Calidad de Aire, el presente documento se toma en comparación la normativa vigente establecido mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Aire y Disposiciones Complementarias (ECA-Aire), en la que se dispone el periodo de tiempo de medición para cada parámetro, así como el valor máximo de su concentración; las cuales se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 4.1-71.** Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

Parámetro	Periodo	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Material particulado PM10	24 horas	100
Material particulado PM2.5	24 horas	50
Dióxido de Azufre	24 horas	250
Dióxido de Nitrógeno	1 hora	200
Monóxido de Carbono	1 horas	30 000
Ozono	8 horas	100
Sulfuro de hidrógeno	24 horas	150

**Fuente:** D.S. N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

#### 4.1.8.3.4. Resultados e Interpretación

La toma de muestras para calidad de aire se realizó del 22 al 27 de marzo de 2024 y 22 al 27 de julio de 2024. Con la finalidad de tener un análisis comparativo, se presenta la siguiente tabla donde se muestra los resultados de las concentraciones obtenidas de material particulado y gases analizados, de acuerdo a la Guía para el cálculo de promedios comparables con su correspondiente ECA, donde:

- A efectos de comparar con el ECA horario, se selecciona para cada día el promedio horario más alto que se haya presentado dentro de las 24 horas.
- Para comparar con el ECA de 8 horas, se selecciona la media aritmética móvil de 8 horas más alta que se haya registrado.

- c. Para comparar con el ECA de 24 horas, corresponde al promedio de las 24 horas.

### **Marzo 2024**

**Tabla 4.1-72.** Resultados para calidad del aire en el punto de muestreo CA-01 de la temporada húmeda

Fecha	Parámetros (µg/m³)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S
22/03/2024	33,86	15,20	3,170	4,631	1163,520	65,128	2,26
23/03/2024	37,31	17,14	3,180	4,601	1161,710	65,924	2,28
24/03/2024	40,06	18,66	3,120	4,617	1166,420	64,495	2,38
25/03/2024	39,13	17,83	3,200	4,586	1158,600	66,783	2,29
26/03/2024	35,42	16,28	3,140	4,618	1176,440	66,020	2,34
ECA - AIRE	100	50	200	250	30 000	100	150

Fuente: ALAB, (2024).  
 Informe de Ensayo N° IE-24-8242  
 D.S. N° 003-2017-MINAM; Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

**Tabla 4.1-73.** Resultados para Calidad de aire en el punto de muestreo CA-02 de la temporada húmeda.

Fecha	Parámetros (µg/m³)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S
22/03/2024	31,13	14,05	4,810	10,083	3074,050	56,900	5,64
23/03/2024	20,62	9,23	4,840	9,997	3074,940	56,849	5,60
24/03/2024	18,04	7,83	4,810	10,084	3031,180	57,008	5,68
25/03/2024	12,02	5,21	4,840	10,084	3042,560	56,884	5,68
26/03/2024	23,50	10,17	4,840	10,144	3058,610	57,478	5,67
ECA - AIRE	100	50	200	250	30 000	100	150

Fuente: ALAB, (2024).  
 Informe de Ensayo N° IE-24-8243  
 D.S. N° 003-2017-MINAM; Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

**Tabla 4.1-74.** Resultados para Calidad de aire en el punto de muestreo CA-03 de la temporada húmeda

Fecha	Parámetros (µg/m³)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S
22/03/2024	24,13	10,63	3,300	3,734	1778,150	60,893	2,62
23/03/2024	27,22	12,20	3,090	3,780	1803,130	60,736	2,55
24/03/2024	21,28	9,42	3,210	3,816	1814,680	61,121	2,55
25/03/2024	19,14	8,34	3,270	3,807	1825,080	60,988	2,38
26/03/2024	16,88	6,88	3,280	3,638	1818,330	60,989	2,43
ECA - AIRE	100	50	200	250	30 000	100	150

**Fuente:** ALAB, (2024).  
Informe de Ensayo N° IE-24-8244  
D.S. N° 003-2017-MINAM; Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

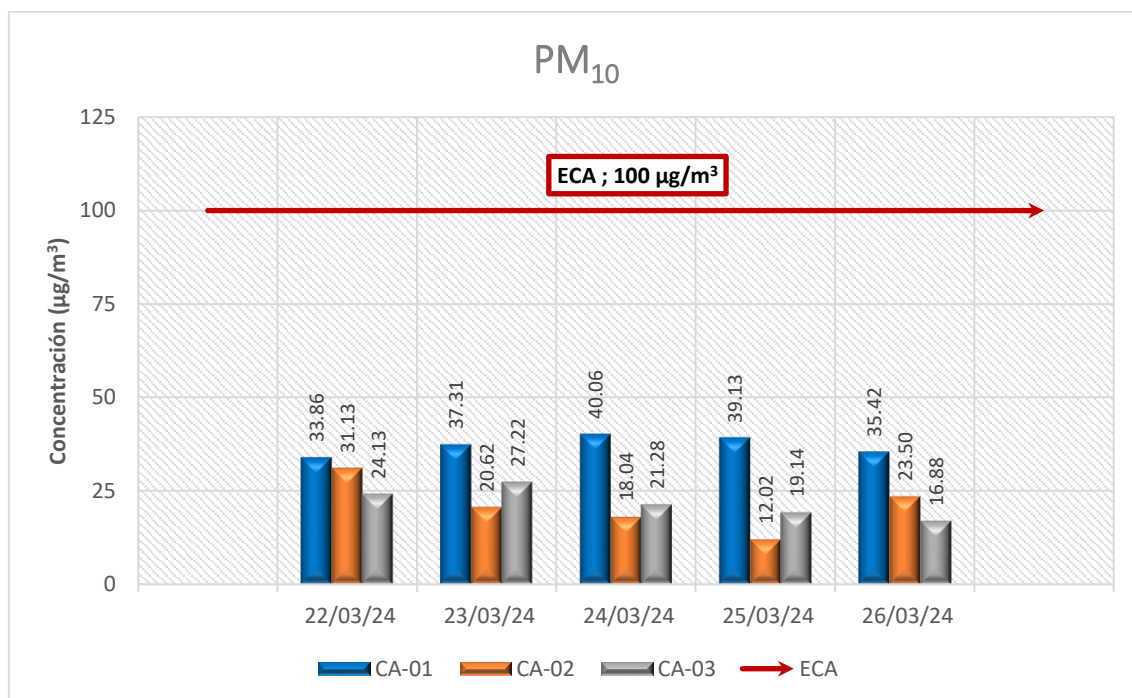
En el **Anexo N°4.1.2** se presenta los Informes de ensayo conteniendo los resultados de las muestras de calidad de aire emitidos por el laboratorio acreditado.

En los siguientes gráficos se muestra el comportamiento de los resultados en comparación a los Estándares de Calidad Ambiental para Aire:

### **Partículas Menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>)**

Las partículas menores a 10 micras se pueden definir como aquellas partículas sólidas o líquidas formadas principalmente por compuestos inorgánicos dispersas en la atmósfera cuyo diámetro varía de 2.5 y 10 micrómetros (µm). En el siguiente gráfico se presentan las concentraciones reportadas:

**Figura 4.1-130.** Partículas Menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>) de la temporada húmeda



**Elaborado por:** FCISA, (2024).  
ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

### **Interpretación:**

Las partículas finas (PM<sub>10</sub>) pueden penetrar profundamente en los pulmones y, en algunos casos, ingresar al torrente sanguíneo. Existen evidencias científicas que vinculan la exposición a largo plazo a partículas finas con problemas respiratorios y cardiovasculares, así como con un mayor riesgo de enfermedades crónicas.

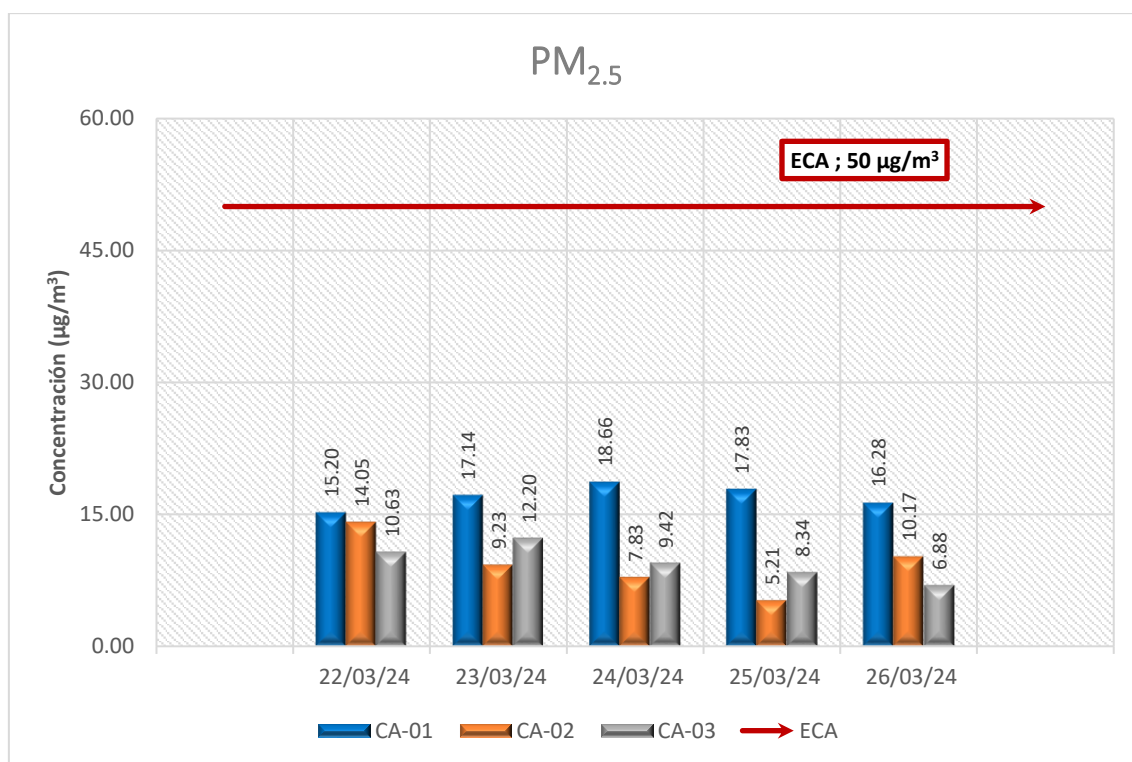
Las concentraciones reportadas para el parámetro material particulado menor a 10

micras ( $PM_{10}$ ) registra una concentración mínima de  $12,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-02 el día 25 de marzo de 2024 y una concentración máxima de  $40,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-01 el día 24 de marzo de 2024. Las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo, cumplen con el valor estándar de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (24 horas) establecido en el ECA-Aire.

### **Partículas Menores a 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ )**

Los materiales particulados menores a 2.5 micras son partículas en suspensión el cual su diámetro aerodinámico puede llegar a medir hasta  $2.5 \mu\text{m}$ ; en el siguiente gráfico se presentan las concentraciones reportadas:

**Figura 4.1-131.** Partículas Menores a 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ ) de la temporada húmeda



Elaborado por: FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

### **Interpretación**

La exposición a largo plazo a concentraciones elevadas de  $PM_{2.5}$  se ha asociado con problemas respiratorios, cardiovasculares y otros efectos adversos para la salud. La justificación puede basarse en la necesidad de evaluar el riesgo para la salud de las personas.

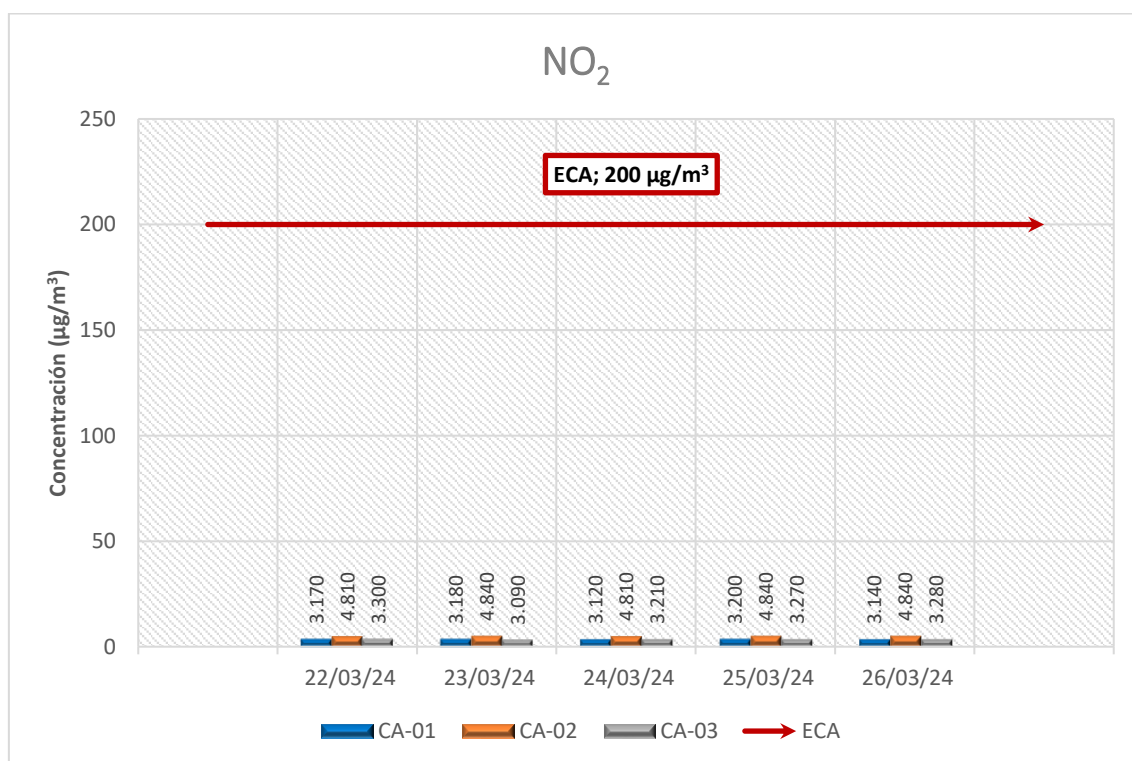
Las concentraciones reportadas para el parámetro material particulado menor a 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ ) registra una concentración mínima de  $5,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-02 el día 25 de marzo de 2024 y una concentración máxima de  $18,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el

punto de muestreo CA-01 el día 24 de marzo de 2024. Las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo, cumplen con el estándar de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (24 horas) establecido en el ECA para aire vigente.

### Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )

Es el principal contaminante del grupo de los óxidos de nitrógeno y se forma como subproducto en los procesos de combustiones a altas temperaturas, su coloración es amarillenta, gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato. En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones:

**Figura 4.1-132.** Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) de la temporada húmeda.



*Elaborado por:* FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

### **Interpretación**

La exposición prolongada a concentraciones elevadas de  $\text{NO}_2$  puede tener efectos adversos en la salud humana, especialmente en el sistema respiratorio.

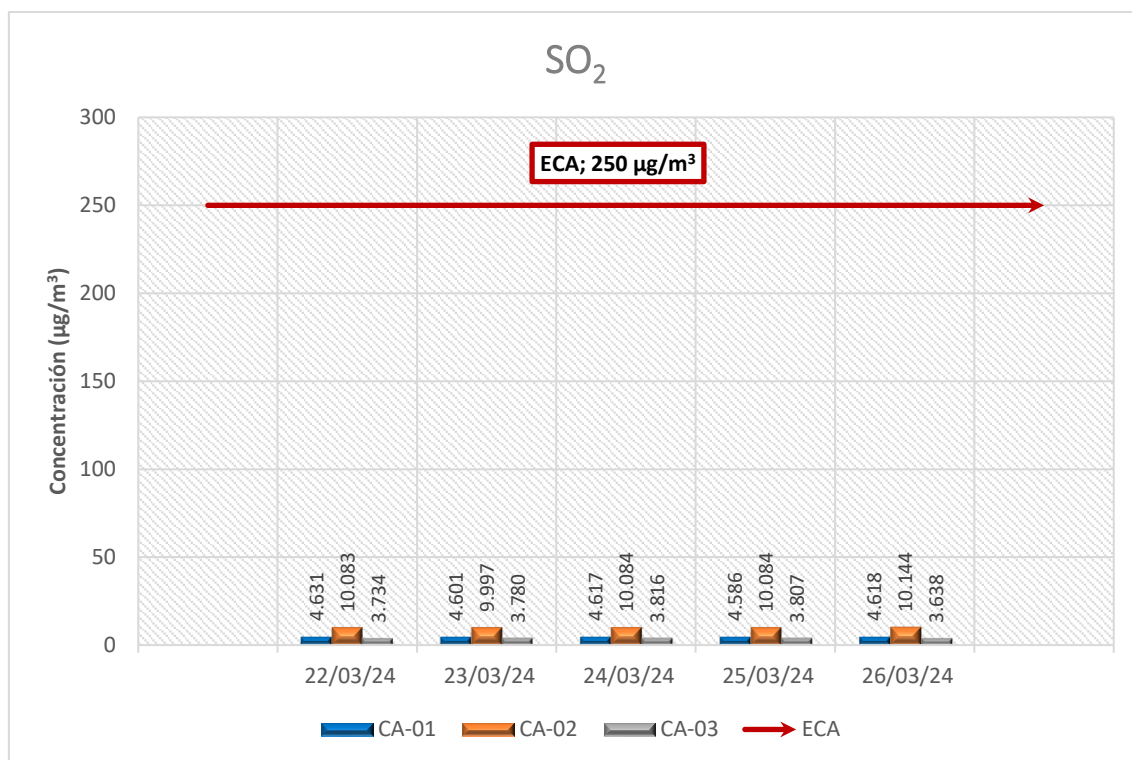
Las concentraciones reportadas para el parámetro dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) registra una concentración mínima de  $3,090 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-03 el día 23 de marzo de 2024 y una concentración máxima de  $4,848 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-02 los días 23, 24, 25 y 26 de marzo de 2024. Las concentraciones reportadas en

los puntos de muestreo, cumplen con el estándar de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1 hora) establecido en el ECA para aire vigente.

### **Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ )**

Gas que se origina principalmente por acción antropogénica, en especial durante la combustión de carburantes fósiles que contienen azufre (petróleo, combustibles sólidos). En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo:

**Figura 4.1-133.** Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) de la temporada húmeda.



*Elaborado por:* FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

### **Interpretación**

El  $\text{SO}_2$  es un contaminante atmosférico que puede contribuir a la formación de partículas finas y a la acidificación del aire, suelo y agua. La exposición prolongada a concentraciones elevadas de  $\text{SO}_2$  puede tener efectos adversos en la salud humana, especialmente en el sistema respiratorio.

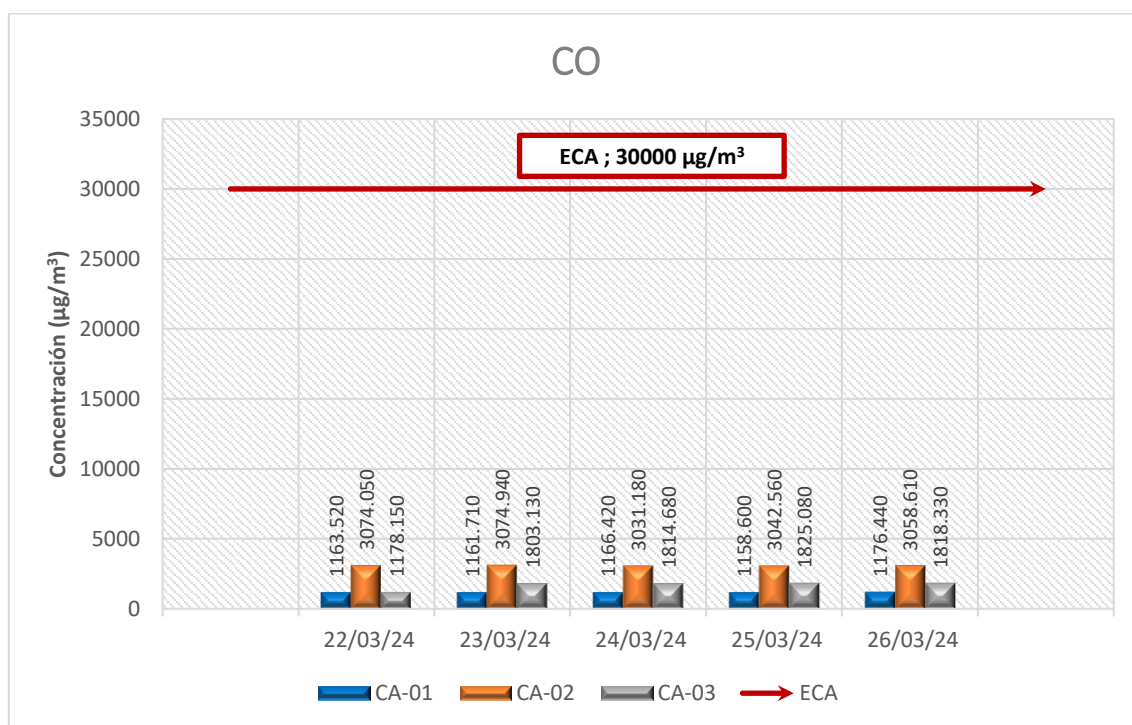
Las concentraciones reportadas para el parámetro dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) registra una concentración mínima de  $3,638 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-03 el día 26 de marzo de 2024 y una concentración máxima de  $10,144 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-02 el día 26 de marzo de 2024. Las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo,

cumplen con el estándar de  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (24 horas) establecido en el ECA para aire vigente.

### **Monóxido de Carbono (CO)**

Es un gas inflamable, ligeramente menos denso que el aire y altamente tóxico. Su origen antropogénico se puede dar por procesos de combustión de combustibles orgánicos (carburantes de automóviles, calefacciones, industrias, incineración de residuos). En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo:

**Figura 4.1-134.** Monóxido de carbono (CO) de la temporada húmeda.



*Elaborado por: FCISA, (2024).*

*ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.*

### **Interpretación**

Aunque el monóxido de carbono no es un contaminante atmosférico tan directamente perjudicial como otros, las concentraciones elevadas pueden tener efectos adversos en la salud humana.

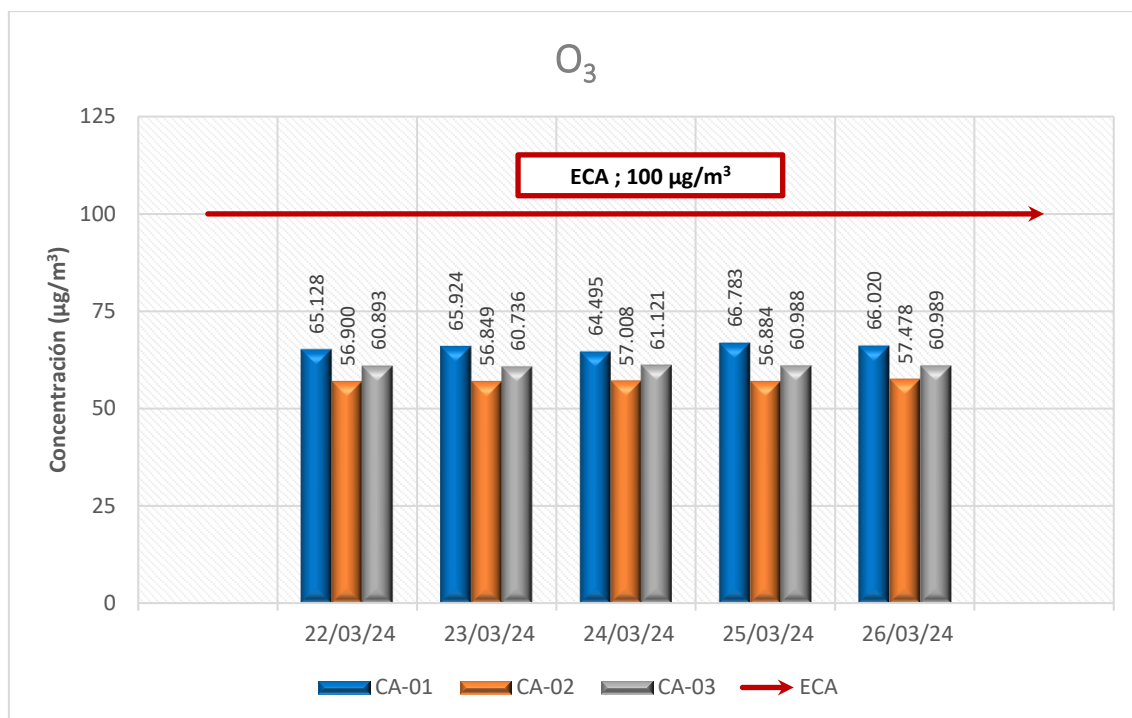
Las concentraciones obtenidas para el parámetro Monóxido de Carbono (CO) registra como valor mínimo  $1158,600 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-01 el día 25 de marzo de 2024 y un valor máximo de  $3074,940 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-02 el día 23 de marzo de 2024. Las concentraciones reportadas en todos los puntos de muestreo,

cumplen con el ECA para aire vigente, donde se establecen un valor estándar de 30000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (1 hora).

### Ozono ( $\text{O}_3$ )

Es un gas oxidante, que en elevadas concentraciones se considera contaminante cuando se forma en la tropósfera, puesto que puede provocar daños en la salud. Su formación es resultado de la interacción de los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes antropogénicas y factores naturales. En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo:

**Figura 4.1-135.** Ozono ( $\text{O}_3$ ) de la temporada húmeda.



*Elaborado por:* FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

### **Interpretación**

El ozono puede tener efectos adversos en la salud humana y en los ecosistemas. El ozono puede interactuar con otros contaminantes atmosféricos y tener efectos sinérgicos.

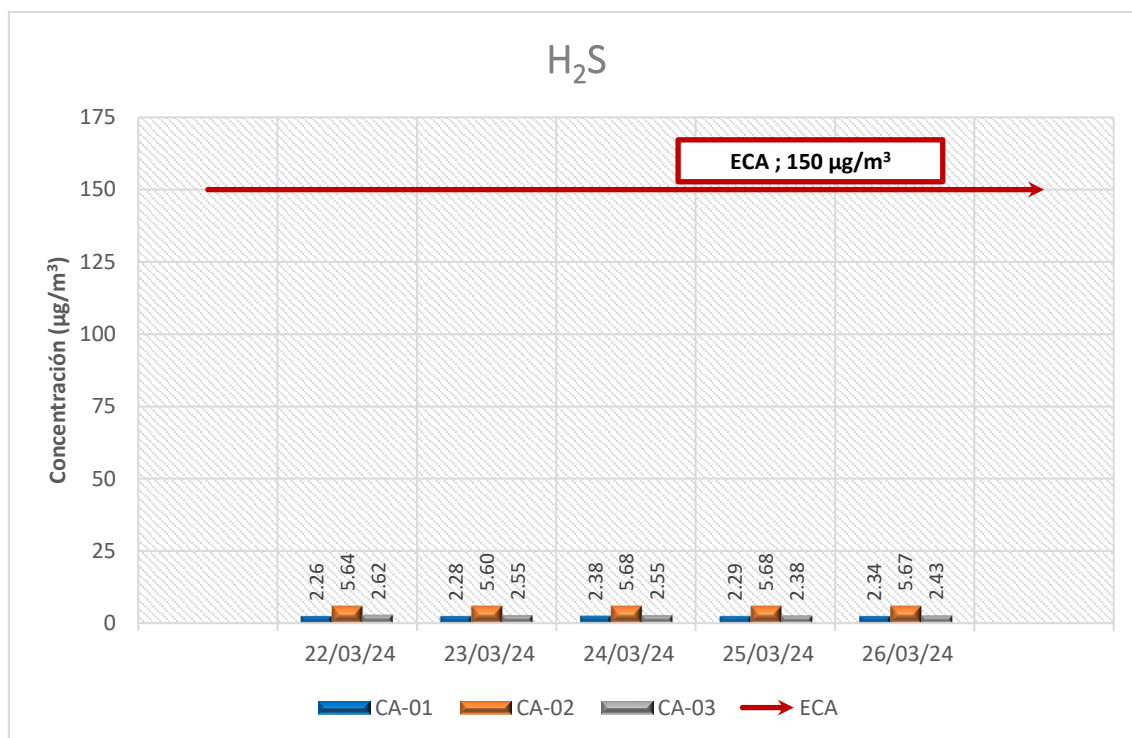
Las concentraciones obtenidas para el parámetro ozono ( $\text{O}_3$ ) registra como valor mínimo de 56,849  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-02 el día 23 de marzo de 2024, y un valor máximo de 66,783  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-01 el día 25 de marzo de 2024.

Las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo, cumplen con el ECA para aire vigente, donde se establecen un valor estándar de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (8 horas).

### Sulfuro de Hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )

Es un gas tóxico, cuando éste se libera en grandes cantidades a la atmósfera es perjudicial para el medio ambiente ya que, contribuye en la acidificación del suelo y el agua; el cual podría producir efectos negativos sobre la flora y fauna. En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo:

**Figura 4.1-136.** Sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) de la temporada húmeda.



Elaborado por: FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

### **Interpretación**

La exposición a concentraciones elevadas de  $\text{H}_2\text{S}$  puede tener efectos adversos en la salud humana, incluyendo irritación ocular, problemas respiratorios y otros síntomas.

Las concentraciones obtenidas para el parámetro sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) registra como valor mínimo  $2,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-01 el día 22 de marzo de 2024, y un valor máximo de  $5,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-02 los días 24 y 25 de marzo de 2024 respectivamente. Las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo, cumplen con el ECA para aire vigente, donde se establecen un valor estándar de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (24 horas).

## Julio 2024

**Tabla 4.1-75.** Resultados para calidad del aire en el punto de muestreo CA-01 de la temporada seca

Fecha	Parámetros (µg/m³)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S
22/07/2024	9,14	3,92	2,542	5,910	171,928	74,283	2,62
23/07/2024	9,51	4,19	2,573	5,920	168,021	75,764	3,02
24/07/2024	14,89	6,42	2,594	5,930	167,612	73,310	3,07
25/07/2024	14,15	6,18	2,444	10,350	166,067	75,589	2,93
26/07/2024	17,35	7,44	2,483	5,860	171,533	74,257	3,03
ECA - AIRE	100	50	200	250	30 000	100	150

Fuente: ALAB, (2024).

Informe de Ensayo N° IE-24-21350

D.S. N° 003-2017-MINAM; Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

**Tabla 4.1-76.** Resultados para Calidad de aire en el punto de muestreo CA-02 de la temporada seca.

Fecha	Parámetros (µg/m³)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S
22/07/2024	15,81	6,80	2,341	5,500	<114,500	67,603	2,99
23/07/2024	14,43	6,21	2,247	5,430	<114,500	66,820	2,83
24/07/2024	12,66	5,42	2,330	5,440	<114,500	66,367	2,89
25/07/2024	10,85	4,76	2,348	5,690	<114,500	66,341	2,81
26/07/2024	9,30	4,07	2,262	5,600	<114,500	66,213	2,78
ECA - AIRE	100	50	200	250	30 000	100	150

Fuente: ALAB, (2024).

Informe de Ensayo N° IE-24-21349

D.S. N° 003-2017-MINAM; Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

**Tabla 4.1-77.** Resultados para Calidad de aire en el punto de muestreo CA-03 de la temporada seca.

Fecha	Parámetros (µg/m³)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S
22/07/2024	25,36	10,89	3,951	9,790	<114,500	68,896	2,78
23/07/2024	18,87	9,11	3,957	9,850	<114,500	68,191	2,88
24/07/2024	13,53	5,62	3,950	9,840	<114,500	69,955	2,69
25/07/2024	20,55	8,73	4,000	9,570	<114,500	69,878	2,85
26/07/2024	15,32	6,57	3,995	9,660	<114,500	70,997	2,84
ECA - AIRE	100	50	200	250	30 000	100	150

Informe de Ensayo N° IE-24-21348

D.S. N° 003-2017-MINAM; Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

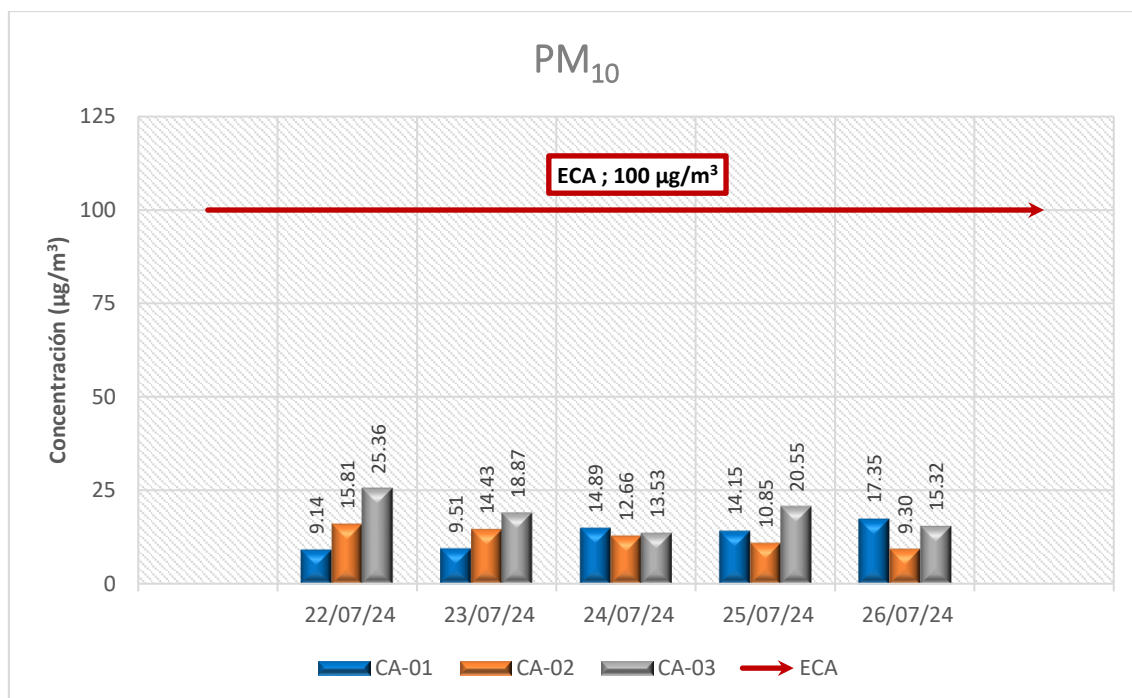
En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los Informes de ensayo conteniendo los resultados de las muestras de calidad de aire emitidos por el laboratorio acreditado.

En los siguientes gráficos se muestra el comportamiento de los resultados en comparación a los Estándares de Calidad Ambiental para Aire:

#### **Partículas Menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>)**

Las partículas menores a 10 micras se pueden definir como aquellas partículas sólidas o líquidas formadas principalmente por compuestos inorgánicos dispersas en la atmósfera cuyo diámetro varía de 2.5 y 10 micrómetros (µm). En el siguiente gráfico se presentan las concentraciones reportadas:

**Figura 4.1-137.** Partículas Menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>) de la temporada seca.



*Elaborado por: FCISA, (2024).*

*ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.*

#### **Interpretación:**

Las partículas finas (PM<sub>10</sub>) pueden penetrar profundamente en los pulmones y, en algunos casos, ingresar al torrente sanguíneo. Existen evidencias científicas que vinculan la exposición a largo plazo a partículas finas con problemas respiratorios y cardiovasculares, así como con un mayor riesgo de enfermedades crónicas.

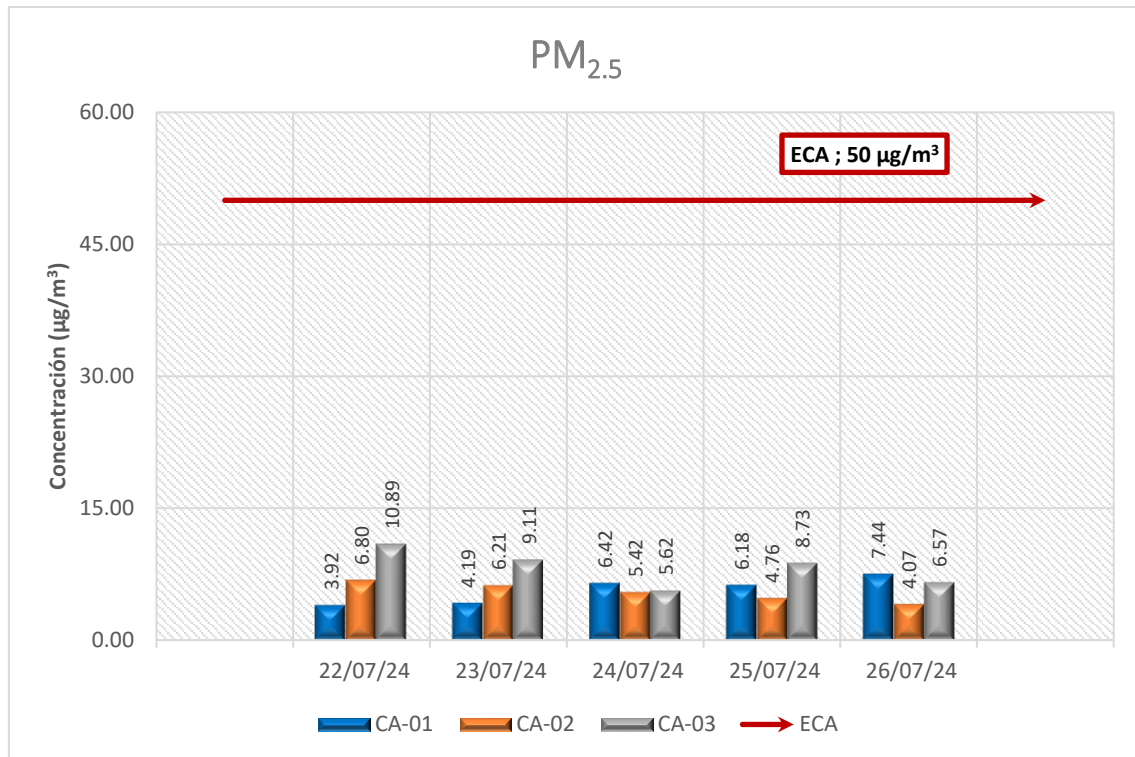
Las concentraciones reportadas para el parámetro material particulado menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) registra una concentración mínima de 9,14 µg/m³ en el punto de muestreo CA-01 el día 22 de julio de 2024 y una concentración máxima de 25,36 µg/m³ en el punto

de muestreo CA-03 el día 22 de julio de 2024. Las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo, cumplen con el valor estándar de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (24 horas) establecido en el ECA-Aire.

### **Partículas Menores a 2.5 micras ( $\text{PM}_{2.5}$ )**

Los materiales particulados menores a 2.5 micras son partículas en suspensión el cual su diámetro aerodinámico puede llegar a medir hasta  $2.5 \mu\text{m}$ ; en el siguiente gráfico se presentan las concentraciones reportadas:

**Figura 4.1-138.** Partículas Menores a 2.5 micras ( $\text{PM}_{2.5}$ ) de la temporada seca.



*Elaborado por:* FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

### **Interpretación**

La exposición a largo plazo a concentraciones elevadas de  $\text{PM}_{2.5}$  se ha asociado con problemas respiratorios, cardiovasculares y otros efectos adversos para la salud. La justificación puede basarse en la necesidad de evaluar el riesgo para la salud de las personas.

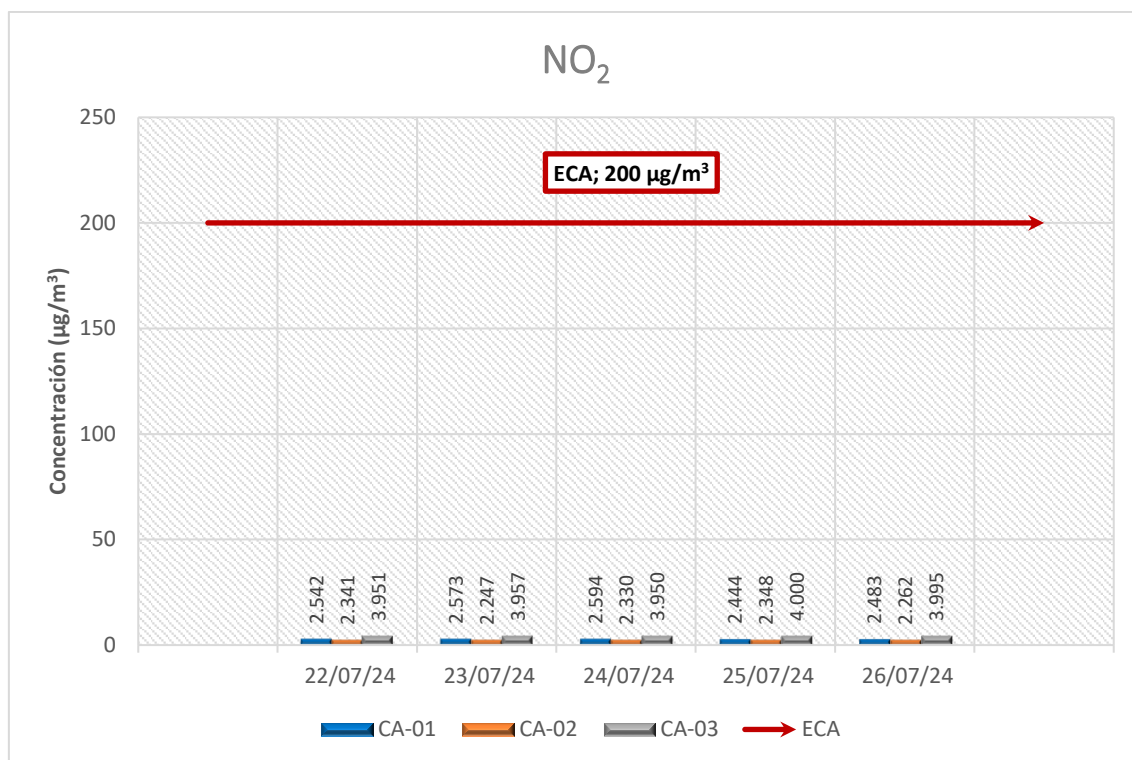
Las concentraciones reportadas para el parámetro material particulado menor a 2.5 micras ( $\text{PM}_{2.5}$ ) registra una concentración mínima de  $3,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-01 el día 22 de julio de 2024 y una concentración máxima de  $10,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-03 el día 22 de julio de 2024. Las concentraciones reportadas en los

puntos de muestreo, cumplen con el estándar de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (24 horas) establecido en el ECA para aire vigente.

### Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )

Es el principal contaminante del grupo de los óxidos de nitrógeno y se forma como subproducto en los procesos de combustiones a altas temperaturas, su coloración es amarillenta, gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato. En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones:

**Figura 4.1-139.** Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) de la temporada seca.



Elaborado por: FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

### **Interpretación**

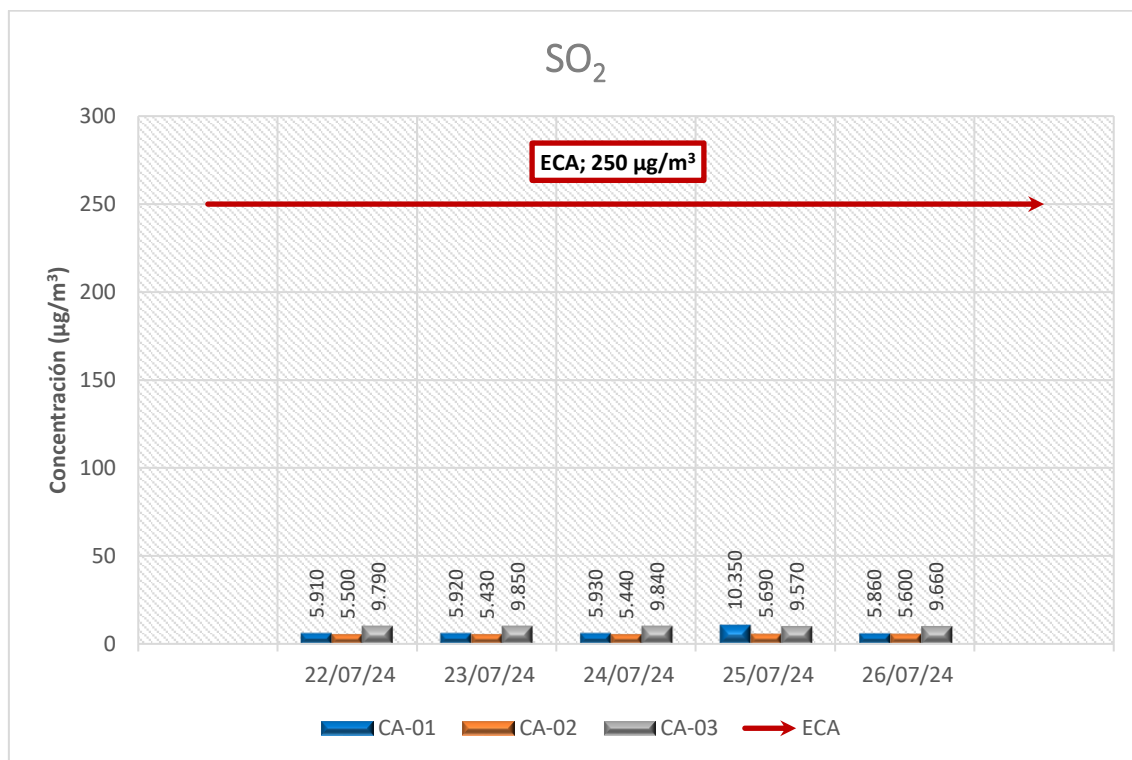
La exposición prolongada a concentraciones elevadas de  $\text{NO}_2$  puede tener efectos adversos en la salud humana, especialmente en el sistema respiratorio.

Las concentraciones reportadas para el parámetro dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) registra una concentración mínima de  $2,247 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-02 el día 23 de julio de 2024 y una concentración máxima de  $4,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de muestreo CA-03 el día 25 de julio de 2024. Las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo, cumplen con el estándar de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1 hora) establecido en el ECA para aire vigente.

## Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

Gas que se origina principalmente por acción antropogénica, en especial durante la combustión de carburantes fósiles que contienen azufre (petróleo, combustibles sólidos). En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo:

**Figura 4.1-140.** Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) de la temporada seca.



Elaborado por: FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

## Interpretación

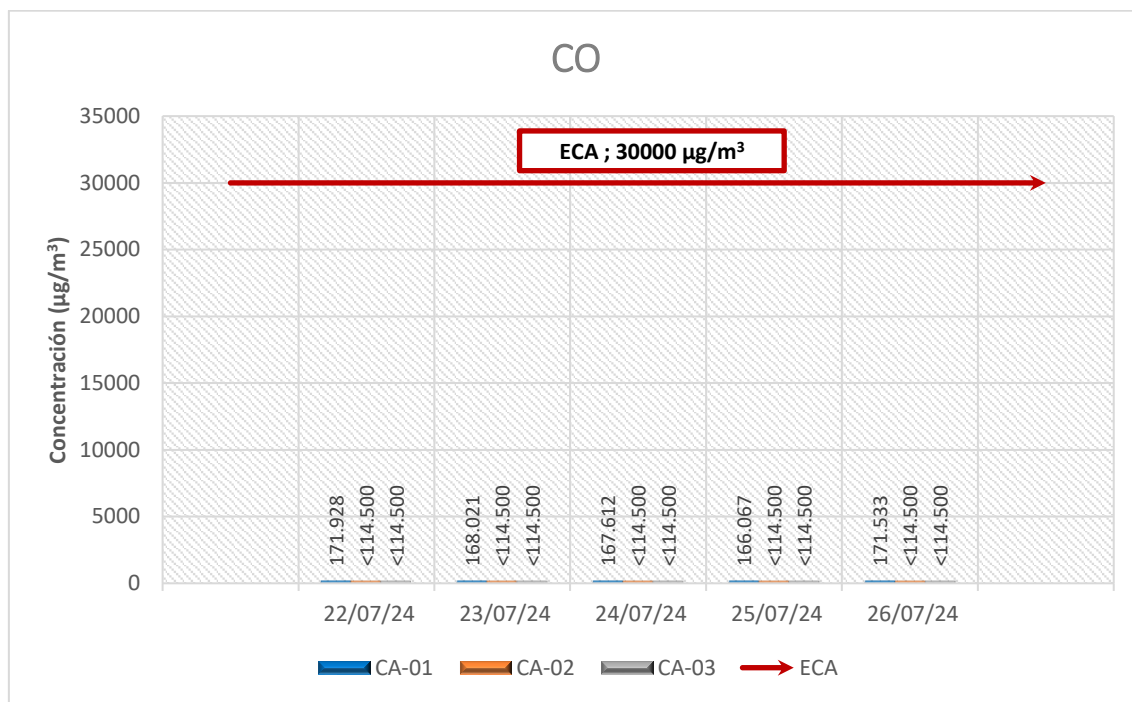
El SO<sub>2</sub> es un contaminante atmosférico que puede contribuir a la formación de partículas finas y a la acidificación del aire, suelo y agua. La exposición prolongada a concentraciones elevadas de SO<sub>2</sub> puede tener efectos adversos en la salud humana, especialmente en el sistema respiratorio.

Las concentraciones reportadas para el parámetro dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) registra una concentración mínima de 5,430 µg/m³ en el punto de muestreo CA-02 el día 23 de julio de 2024 y una concentración máxima de 10,350 µg/m³ en el punto de muestreo CA-01 el día 25 de julio de 2024. Las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo, cumplen con el estándar de 250 µg/m³ (24 horas) establecido en el ECA para aire vigente.

## Monóxido de Carbono (CO)

Es un gas inflamable, ligeramente menos denso que el aire y altamente tóxico. Su origen antropogénico se puede dar por procesos de combustión de combustibles orgánicos. En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo:

**Figura 4.1-141.** Monóxido de carbono (CO) de la temporada seca.



Elaborado por: FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

## Interpretación

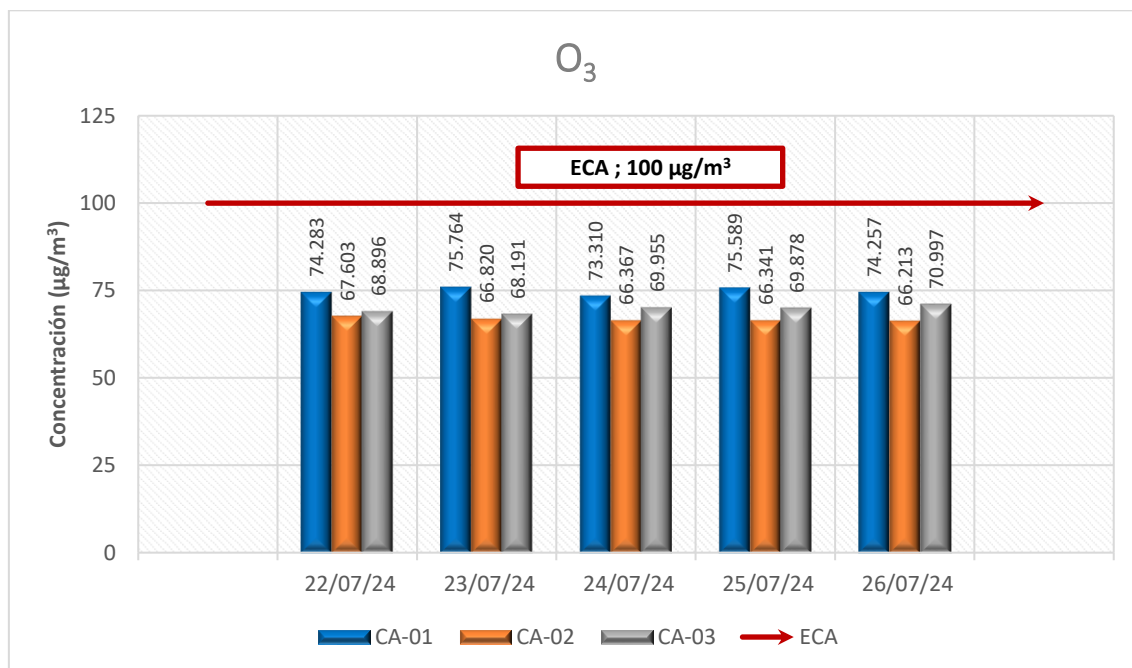
Aunque el monóxido de carbono no es un contaminante atmosférico tan directamente perjudicial como otros, las concentraciones elevadas pueden tener efectos adversos en la salud humana.

Las concentraciones obtenidas para el parámetro Monóxido de Carbono (CO) registra como valor mínimo <114,500 µg/m³ en los puntos de muestreo CA-02 y CA-03 desde el 22 al 26 de julio de 2024 y un valor máximo de 171,928 µg/m³ en el punto de muestreo CA-01 el día 22 de julio de 2024. Las concentraciones reportadas en todos los puntos de muestreo, cumplen con el ECA para aire vigente, donde se establecen un valor estándar de 30000 µg/m³ (1 hora).

### Ozono (O<sub>3</sub>)

Es un gas oxidante, que en elevadas concentraciones se considera contaminante cuando se forma en la tropósfera, puesto que puede provocar daños en la salud. Su formación es resultado de la interacción de los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes antropogénicas y factores naturales. En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo:

**Figura 4.1-142.** Ozono (O<sub>3</sub>) de la temporada seca.



*Elaborado por:* FCISA, (2024).

*ECA:* D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

### **Interpretación**

El ozono puede tener efectos adversos en la salud humana y en los ecosistemas. El ozono puede interactuar con otros contaminantes atmosféricos y tener efectos sinérgicos.

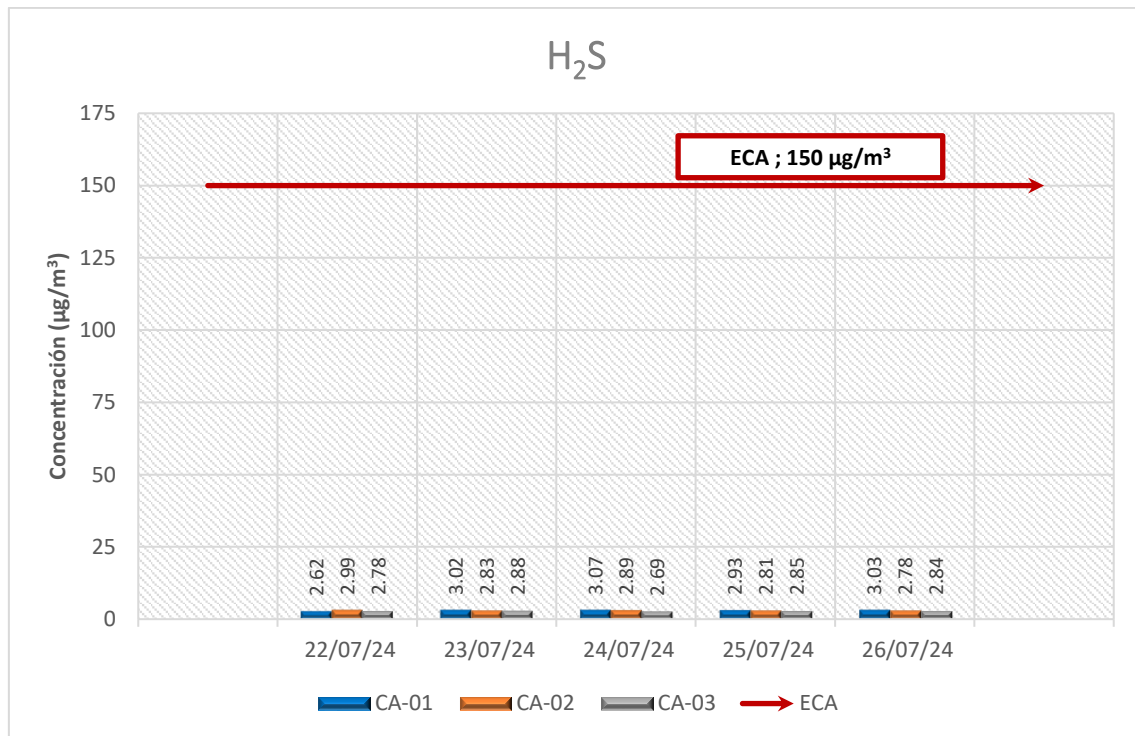
Las concentraciones obtenidas para el parámetro ozono (O<sub>3</sub>) registra como valor mínimo de 66,213 µg/m³ en el punto de muestreo CA-02 el día 26 de julio de 2024, y un valor máximo de 75,764 µg/m³ en el punto de muestreo CA-01 el día 23 de julio de 2024. Las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo, cumplen con el ECA para aire vigente, donde se establecen un valor estándar de 100 µg/m³ (8 horas).

### Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S)

Es un gas tóxico, cuando éste se libera en grandes cantidades a la atmósfera es perjudicial para el medio ambiente ya que, contribuye en la acidificación del suelo y el

agua; el cual podría producir efectos negativos sobre la flora y fauna. En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo:

**Figura 4.1-143.** Sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) de la temporada seca.



*Elaborado por: FCISA, (2024).*

*ECA: D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire.*

## Interpretación

La exposición a concentraciones elevadas de  $H_2S$  puede tener efectos adversos en la salud humana, incluyendo irritación ocular, problemas respiratorios y otros síntomas.

Las concentraciones obtenidas para el parámetro sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) registra como valor mínimo 2,62  $\mu g/m^3$  en el punto de muestreo CA-01 el día 22 de julio de 2024, y un valor máximo de 3,07  $\mu g/m^3$  en el punto de muestreo CA-01 el día 24 de julio de 2024 respectivamente. Las concentraciones reportadas en los puntos de muestreo, cumplen con el ECA para aire vigente, donde se establecen un valor estándar de 150  $\mu g/m^3$  (24 horas).

### 4.1.8.3.5. Conclusiones

Los valores obtenidos durante el muestreo de la calidad de aire, refleja que la concentración de los parámetros evaluados, se encuentran por debajo del ECA – Aire aprobado mediante D.S. N° 003-2017-MINAM, normativa nacional vigente. Los valores registrados de gases y material particulado, pueden estar asociados a las emisiones del tránsito de vehículos a lo largo del área del proyecto y a la suspensión de polvo por

acción del viento. Es preciso mencionar que, durante el levantamiento de información primaria no se evidenciaron trabajos vinculantes al desarrollo del Proyecto.

#### **4.1.8.4. Ruido**

El ruido ambiental puede ser definido como cualquier sonido que sea calificado como molesto o indeseado para quien lo percibe, tiene un radio de acción localizado y no tiene efecto acumulativo en el medio, sin embargo, los efectos se ven reflejados en la salud.

En el presente estudio resulta importante la evaluación del ruido, no sólo para establecer la línea base; sino también para determinar a posteriori la real contribución del Proyecto sobre el ruido de fondo, toda vez que es un aspecto importante a considerar como posible impacto ambiental del Proyecto.

Los objetivos de la evaluación de ruido ambiental son los siguientes:

- Establecer las condiciones actuales de ruido ambiental en el área de influencia del Proyecto.
- Evaluar y analizar el comportamiento de los parámetros de ruido ambiental obtenidos.

##### **4.1.8.4.1. Estaciones de monitoreo**

Se establecieron cuatro (04) puntos de medición de ruido ambiental dentro de la zona de influencia del proyecto. La selección de los puntos de medición, se realizó considerando los siguientes criterios:

- Huellas de los componentes proyectados de la central eólica y línea de transmisión asociada.
- El relieve terrestre del área del proyecto.
- Distancia a posibles receptores sensibles (Centro Poblados).
- Dirección predominante del viento en el área.
- Condiciones meteorológicas y geológicas en el sitio, así como la accesibilidad del punto de medición.
- Seguridad de los equipos y el personal profesional a cargo de la medición

En la siguiente tabla se muestra la ubicación de los puntos de medición de ruido ambiental:

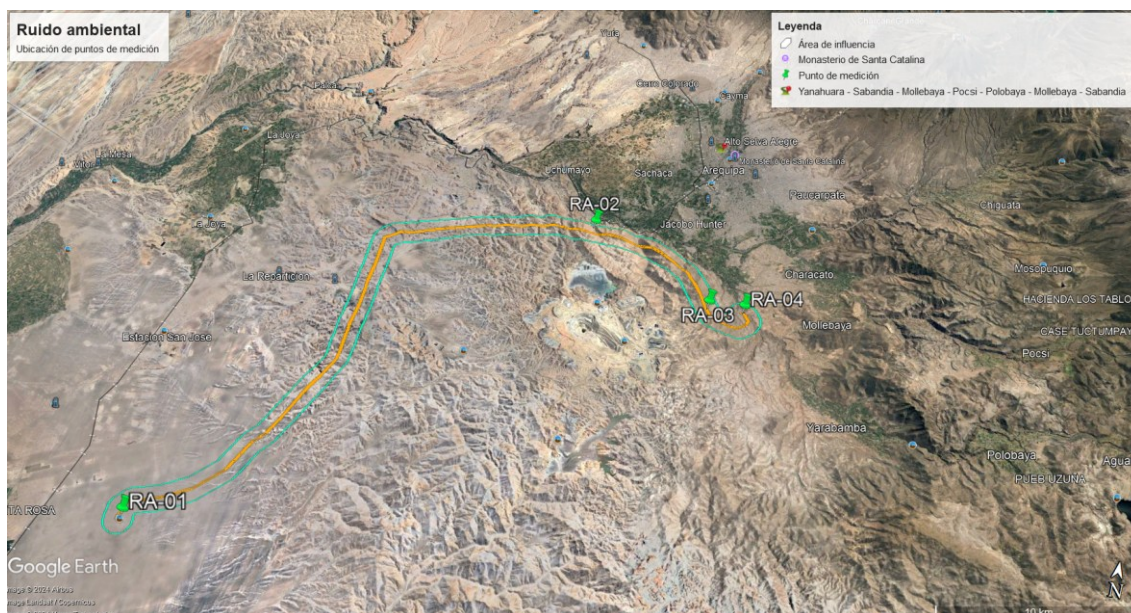
**Tabla 4.1-78.** Puntos de medición para ruido ambiental

Código	Temporada	Descripción	Coordenadas UTM WGS84, Zona 19 K		Altitud (m.s.n.m.)
			Este	Norte	
RA-01	Húmeda	Ubicado aprox. a 65 m al Nor-Oeste de la Subestación San Jose.	200309	8154341	1448
	Seca	Ubicado aprox. a 15 m al Nor-Oeste de la Subestación San Jose.	200276	8154245	1479
RA-02	Ambas	Ubicado en Asociación Casa Granja Inmaculada Concepción.	221310	8178072	2163
RA-03	Ambas	Ubicado cerca de la Línea de Transmisión, a 1.4 km aproximadamente al Nor-Oeste de Asociación de Vivienda Granja San Agustín	229167	8173371	2380
RA-04	Húmeda	Ubicado aprox. a 25 m al Este de la Subestación Yarabamba.	231268	8173532	2359
	Seca		231264	8173558	

Fuente: FCISA, (2024).

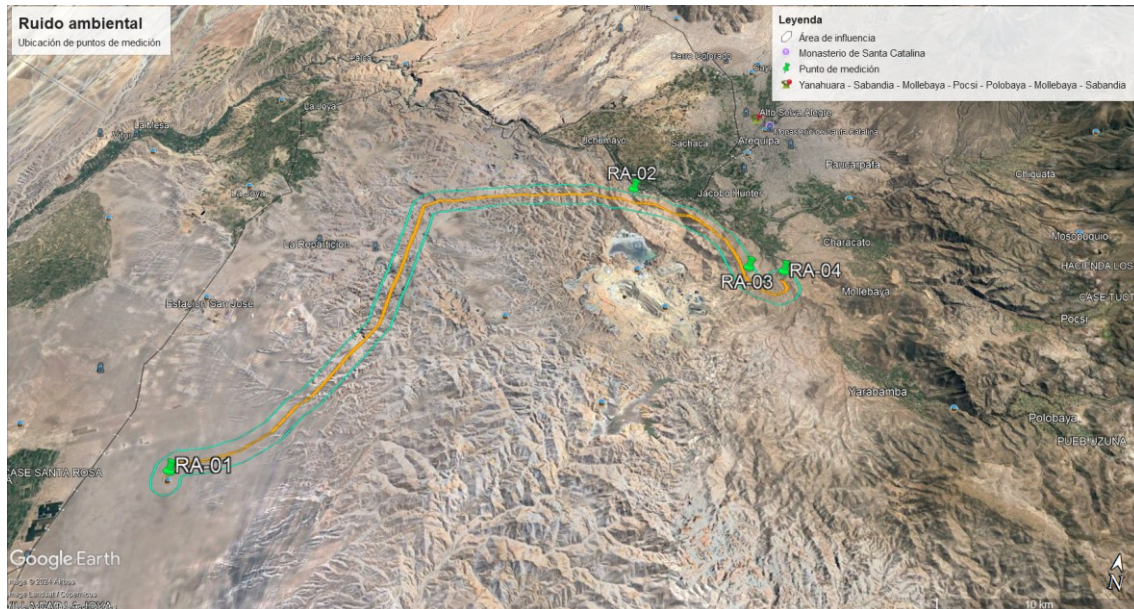
A continuación, se presenta la ubicación espacial de los puntos de medición de ruido ambiental.

**Figura 4.1-144.** Ubicación espacial de los puntos de medición para ruido ambiental – temporada húmeda



Fuente: Google Earth Pro, (2024)

**Figura 4.1-145.** Ubicación espacial de los puntos de medición para ruido ambiental – temporada seca



**Fuente:** Google Earth Pro, (2024)

En el **Anexo N° 4.1.2.** se presentan las fichas con la información registrada durante el muestreo para calidad de aire.

#### 4.1.8.4.2. Metodología

La metodología y procedimientos empleados por los profesionales para las mediciones de los niveles de presión sonora cumplen con las disposiciones transitorias del D.S. N° 085-2003-PCM, que señala la aplicación de los criterios descritos en las normas técnicas siguientes:

- ISO 1996-1/2020: Acústica – Descripción, Mediciones y Evaluación de Ruido Ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y métodos de evaluación.
- ISO 1996-2/2023: Acústica – Descripción, Mediciones y Evaluación de Ruido Ambiental, Parte II: Determinación de los niveles de presión sonora.

#### Detalles de medición

##### Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de medición:

- Se describió las características del entorno del punto de medición.
- Luego se anotaron las coordenadas de ubicación del punto de medición, en el sistema WGS 84.

- Finalmente se tomó fotografías del entorno y del punto de medición.

#### Acondicionamiento:

- Para las mediciones de niveles de ruido ambiental se ha considerado las condiciones de variabilidad temporal.
- El lugar establecido de toma de mediciones es de acceso seguro.

#### Medición de parámetros en campo y registro de información:

- Se hizo uso de un GPS, para ubicar el punto exacto de medición antes del inicio del trabajo en campo.
- Los niveles de presión sonora medidos han sido registrados de forma continua durante el periodo de medición.
- La información recabada, ubicación y descripción del punto de medición se ingresan en su respectiva cadena de custodia.
- El micrófono del equipo es orientado a favor de la dirección del viento y con una inclinación de 45°.
- La medición de ruido ambiental diurno y nocturno se efectuó durante tres (03) horas continuas en cada horario. En el horario diurno se evaluó entre las 7:01 – 22:00 horas, mientras que el horario nocturno se evaluó entre las 22:01 – 7:00 horas (horas establecidas en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido).

#### **Equipo de medición**

Para la determinación de los niveles de ruido ambiental en el área del Proyecto, se realizaron mediciones empleando un sonómetro que cumple con las características exigidas por la NTP ISO 1996-2:2021, en el ítem 5.1. Generalidades, por lo tanto, los equipos utilizados son instrumentos de clase 1; y que además cumple con el ítem 5.3 Verificación (de calibración), puesto que los equipos contaron con un certificado de calibración vigente.

A continuación, se presentan las características de los equipos empleados:

**Tabla 4.1-79.** Características técnicas del equipo empleado:

Temp.	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Micrófono	Certificado	Fecha de calibración
Húmeda	Sonómetro (Clase 1)	NTI-AUDIO	XL2	A2A12480E0	NTI AUDIO MC230	LAA-0019-2023	2023-04-12

Temp.	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Micrófono	Certificado	Fecha de calibración
Seca	Sonómetro (Clase 1)	HANGZHOU AIHUA INSTRUMENTS	AWA62 28+	00326571	AWA14425	LAA-0057-2024	2024-06-25

Fuente: ALAB, (2024).

En el **Anexo N° 4.1.2** se presentan los certificados de calibración emitidos por el laboratorio. Estos certificados aseguran que el equipo o instrumento calibrado ofrece mediciones confiables y precisas del equipo empleado para la medición de ruido ambiental.

#### 4.1.8.4.3. Parámetros y Estándares de Calidad Ambiental

En la siguiente tabla se da a conocer la norma de referencia de análisis para las mediciones correspondientes a valores registrados para ruido ambiental.

**Tabla 4.1-80.** Norma referencial de análisis para ruido ambiental

Parámetros	Norma de referencia
Ruido ambiental	NTP-ISO 1996-1:2020 / NTP-ISO 1996-2:2023, ítem 7.5 Plantas industriales. 2023. ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación / ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de presión sonora.

Fuente: ALAB, (2024).

#### Estándar de comparación

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido con los cuales se van a comparar los resultados obtenidos pertenecen al Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Los estándares en comparación establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente, que no deben excederse para proteger la salud humana. Dichos estándares consideran como parámetro, el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación "A" ( $LA_{eqT}$ ) y toman en cuenta, las zonas de aplicación y horarios.

De acuerdo a la ubicación del Proyecto, se encuentran centros poblados (viviendas) tanto dentro del área de influencia directa como indirecta siendo para una mejor comparación el uso de los valores estándares para la **Zona de Aplicación Residencial** la cual se define como área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales; establecido en el ECA-Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM). De manera similar, se ubicaron puntos de medición en un área perteneciente a una concesión con actividad industrial. Por lo tanto, los puntos de medición de ruido situados en dicha área serán comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido correspondientes a la Zona de Aplicación Industrial.

En la siguiente tabla se presentan todos los valores de la Zonas de Aplicación establecidas en el ECA-Ruido:

**Tabla 4.1-81.** Estándares para ruido ambiental

Zona de aplicación	Valores expresados en LAeqT (dB)	
	Horario diurno de 07:01 a 22:00 horas	Horario nocturno de 22:01 a 07:00 horas
Zona protección especial	50	40
<b>Zona Residencial</b>	<b>60</b>	<b>50</b>
Zona Comercial	70	60
<b>Zona industrial</b>	<b>80</b>	<b>70</b>

*Fuente: D.S. N° 085-2003-PCM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.*

#### 4.1.8.4.4. Resultados e Interpretación

##### Marzo 2024

La medición de ruido ambiental se realizó los días 22, 24, 25 y 26 de marzo de 2024. En la siguiente tabla se muestran los niveles de presión sonora obtenidos de cada punto evaluado.

**Tabla 4.1-82.** Mediciones de ruido ambiental – Horario diurno

Código	Nivel de Presión Sonora (dB)			ECA Ruido (LAeqT)
	Mínimo	Máximo	LAeqT	
RA-01	37,6	50,1	<b>40,7</b>	<b>80<sup>(1)</sup></b>
RA-02	38,9	59,3	<b>48,1</b>	<b>60<sup>(2)</sup></b>
RA-03	41,4	63,0	<b>48,5</b>	<b>60<sup>(2)</sup></b>
RA-04	40,5	58,6	<b>48,3</b>	<b>60<sup>(2)</sup></b>

*Fuente: ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-8293.*

*ECA: D.S. N° 085-2003-PCM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.*

*Horario diurno.*

<sup>(1)</sup> Zona Industrial

<sup>(2)</sup> Zona Residencial

**Tabla 4.1-83.** Mediciones de ruido ambiental – Horario nocturno

Código	Nivel de Presión Sonora (dB)			ECA Ruido (LAeqT)
	Mínimo	Máximo	LAeqT	
RA-01	34,2	46,5	<b>36,9</b>	<b>70<sup>(1)</sup></b>
RA-02	36,1	56,4	<b>45,1</b>	<b>50<sup>(2)</sup></b>
RA-03	38,7	60,8	<b>45,9</b>	<b>50<sup>(2)</sup></b>
RA-04	37,0	57,1	<b>45,8</b>	<b>50<sup>(2)</sup></b>

*Fuente: ALAB (2024). Informe de ensayo N° IE-24-8293.*

*ECA: D.S. N° 085-2003-PCM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.*

*Horario nocturno.*

<sup>(1)</sup> Zona Industrial

<sup>(2)</sup> Zona Residencial

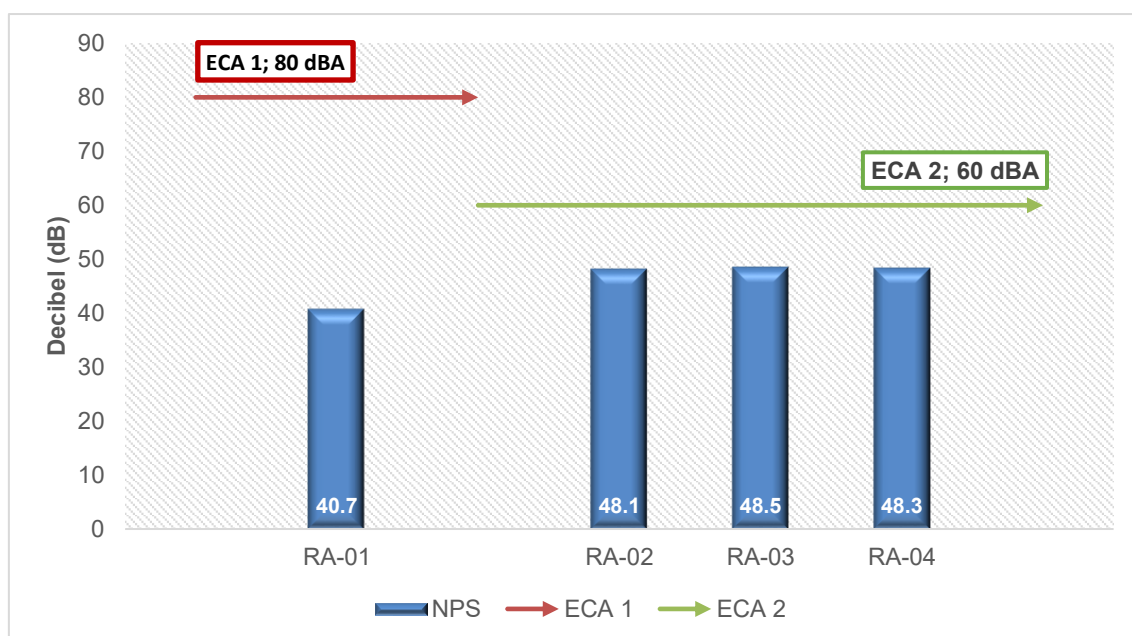
En el **Anexo N° 4.1.2** se presentan los Informes de ensayo conteniendo los resultados de las mediciones de ruido.

En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de los niveles de ruido ambiental:

### Ruido diurno

Es cualquier sonido que sea calificado como molesto, indeseado, por quien lo recibe. El horario diurno se evaluó entre las 7:01 – 22:00 horas.

**Figura 4.1-146.** Niveles de presión sonora – Horario Diurno



*Elaborado por: FCISA, (2024)*

*D.S. N° 085-2003-PCM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.*

*NPS: Nivel de presión sonora.*

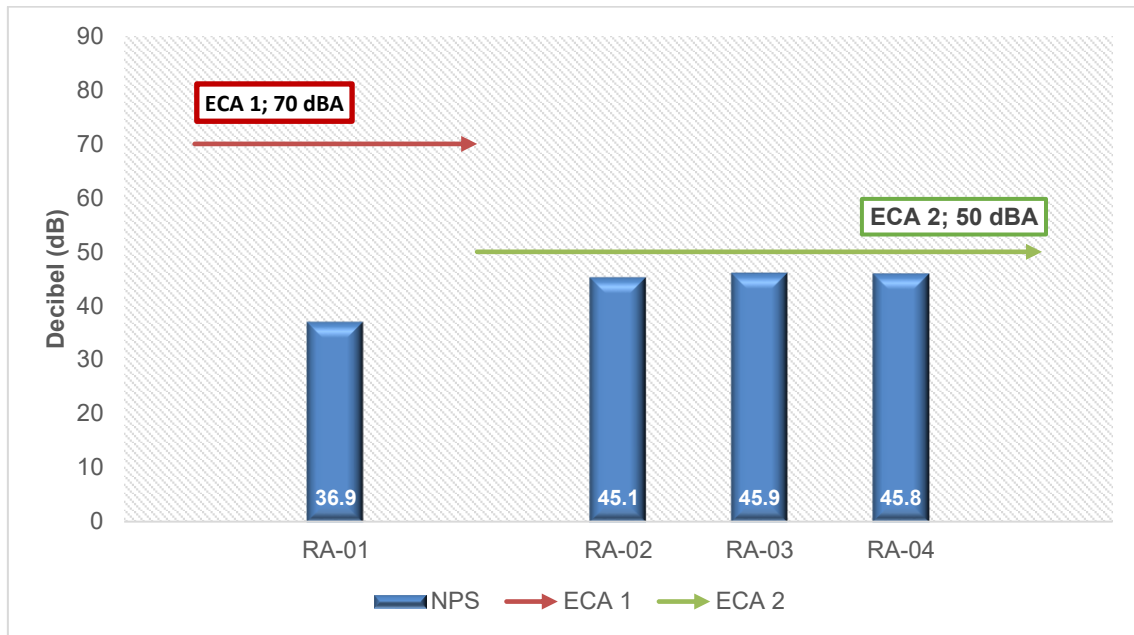
*ECA1: Zona de aplicación Industrial.*

*ECA2: Zona de aplicación Residencial*

### Ruido nocturno

Es cualquier sonido que sea calificado como molesto, indeseado, por quien lo recibe. El horario nocturno se evaluó entre las 22:01 – 07:00 horas.

**Figura 4.1-147. Niveles de presión sonora – Horario Nocturno**



Elaborado por: FCISA, (2024)

Fuente: ALAB, (2024)

D.S. N° 085-2003-PCM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

NPS: Nivel de presión sonora.

ECA1: Zona de aplicación Industrial.

ECA2: Zona de aplicación Residencial.

### Interpretación:

De los resultados obtenidos, se interpreta que los valores registrados durante el horario diurno, para los puntos de medición se encuentran dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido establecidos para la zona de aplicación residencial (60 dB) e Industrial (80 dB) mediante D.S. N° 085-2003-PCM; registrando un valor mínimo de nivel de presión sonora de 37,6 en el punto de medición RA-01 y un valor máximo de nivel de presión sonora de 63,0 en el punto de medición RA-03. Se puede observar que, los valores registrados durante el horario nocturno, para los puntos de medición se encuentran dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido establecidos para la zona de aplicación residencial (50 dB) y para zona de aplicación industrial (70 dB) mediante D.S. N° 085-2003-PCM; registrando un valor mínimo de nivel de presión sonora de 34,2 en el punto de medición RA-01 y un valor máximo de nivel de presión sonora de 60,8 en el punto de medición RA-03.

### Julio 2024

La medición de ruido ambiental se realizó los días 22, 24, 25 y 26 de julio de 2024. En la siguiente tabla se muestran los niveles de presión sonora obtenidos de cada punto evaluado.

**Tabla 4.1-84.** Mediciones de ruido ambiental – Horario diurno

Código	Nivel de Presión Sonora (dB)			ECA Ruido (L <sub>AeqT</sub> )
	Mínimo	Máximo	L <sub>AeqT</sub>	
RA-01	22,60	50,60	<b>37,50</b>	<b>80<sup>(1)</sup></b>
RA-02	31,90	48,70	<b>40,20</b>	<b>60<sup>(2)</sup></b>
RA-03	21,60	46,90	<b>35,70</b>	<b>60<sup>(2)</sup></b>
RA-04	32,10	56,40	<b>44,80</b>	<b>60<sup>(2)</sup></b>

**Fuente:** ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-21347.

ECA: D.S. N° 085-2003-PCM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

Horario diurno.

<sup>(3)</sup> Zona Industrial

<sup>(4)</sup> Zona Residencial

**Tabla 4.1-85.** Mediciones de ruido ambiental – Horario nocturno

Código	Nivel de Presión Sonora (dB)			ECA Ruido (L <sub>AeqT</sub> )
	Mínimo	Máximo	L <sub>AeqT</sub>	
RA-01	22,40	46,30	<b>33,10</b>	<b>70<sup>(1)</sup></b>
RA-02	32,20	48,20	<b>40,00</b>	<b>50<sup>(2)</sup></b>
RA-03	23,00	35,90	<b>26,70</b>	<b>50<sup>(2)</sup></b>
RA-04	30,70	50,40	<b>37,10</b>	<b>50<sup>(2)</sup></b>

**Fuente:** ALAB (2024). Informe de ensayo N° IE-24-21347.

ECA: D.S. N° 085-2003-PCM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

Horario nocturno.

<sup>(3)</sup> Zona Industrial

<sup>(4)</sup> Zona Residencial

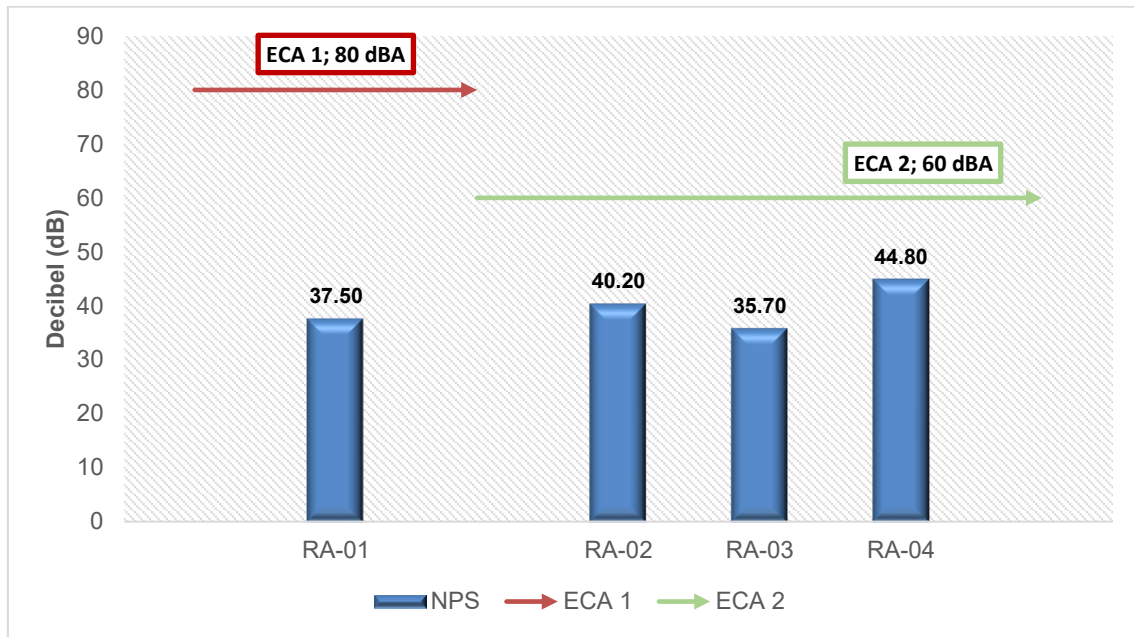
En el **Anexo N° 4.1.2** se presentan los Informes de ensayo conteniendo los resultados de las mediciones de ruido.

En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de los niveles de ruido ambiental:

### Ruido diurno

Es cualquier sonido que sea calificado como molesto, indeseado, por quien lo recibe. El horario diurno se evaluó entre las 7:01 – 22:00 horas.

**Figura 4.1-148.** Niveles de presión sonora – Horario Diurno



*Elaborado por:* FCISA, (2024)

*D.S. N° 085-2003-PCM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.*

*NPS: Nivel de presión sonora.*

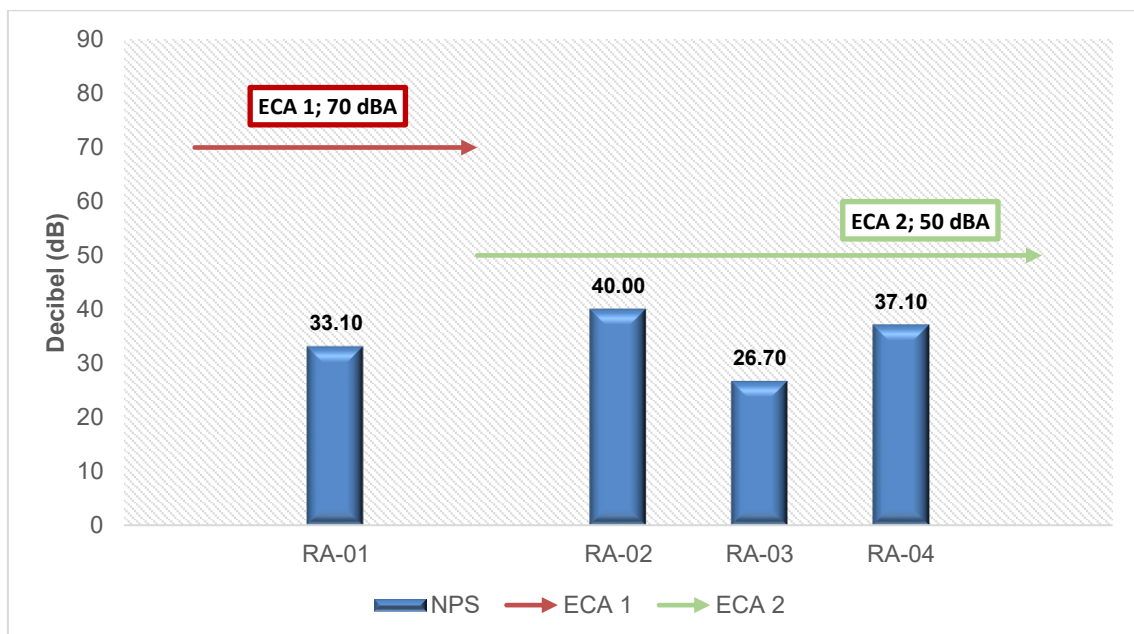
*ECA1: Zona de aplicación Industrial.*

*ECA2: Zona de aplicación Residencial*

## Ruido nocturno

Es cualquier sonido que sea calificado como molesto, indeseado, por quien lo recibe. El horario nocturno se evaluó entre las 22:01 – 07:00 horas.

**Figura 4.1-149.** Niveles de presión sonora – Horario Nocturno



*Elaborado por:* FCISA, (2024)

*Fuente:* ALAB, (2024)

*D.S. N° 085-2003-PCM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.*

NPS: Nivel de presión sonora.  
ECA1: Zona de aplicación Industrial.  
ECA2: Zona de aplicación Residencial

### **Interpretación:**

De los resultados obtenidos, se interpreta que los valores registrados durante el horario diurno, para los puntos de medición se encuentran dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido establecidos para la zona de aplicación residencial (60 dB) e Industrial (80 dB) mediante D.S. N° 085-2003-PCM. Se puede observar que, los valores registrados durante el horario nocturno, para los puntos de medición se encuentran dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido establecidos para la zona de aplicación residencial (50 dB) y para zona de aplicación industrial (70 dB) mediante D.S. N° 085-2003-PCM.

#### **4.1.8.4.5. Conclusiones**

Los niveles de presión sonora registrados para el horario diurno y nocturno, son menores a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido establecidos para la zona de aplicación residencial mediante D.S. N° 085-2003-PCM. Es preciso aclarar que, en la zona de evaluación no se ejecutan actividades que causen fuertes emisiones de ruido procedentes al desarrollo del Proyecto.

#### **4.1.8.5. Nivel de Vibración**

La vibración corresponde a un fenómeno mecánico dado por el movimiento oscilatorio de un cuerpo en torno a su posición de equilibrio. Actividades como el tránsito vehicular y ferroviario, faenas de construcción, voladuras y operación de maquinaria pesada, son los ejemplos más frecuentes de fuentes de vibración que interactúan con el medio ambiente. Se puede describir en términos de desplazamiento, velocidad y aceleración. Los descriptores de desplazamiento se refieren a la distancia que alcanza la partícula respecto de su posición de equilibrio; la velocidad está asociada a la rapidez instantánea de la partícula en movimiento, y la aceleración expresa la razón a la cual varía dicha rapidez.

El objetivo de la evaluación de los niveles de vibraciones es el siguiente:

- Caracterizar el nivel de vibraciones en los potenciales receptores sensibles de interés humano y social, a lo largo del proyecto.
- Evaluar y analizar los parámetros de niveles de vibraciones.

#### 4.1.8.5.1. Estaciones de monitoreo

Se evaluaron tres (03) puntos de medición para niveles de Vibraciones, ubicados dentro del área de influencia del proyecto. Las coordenadas y descripción de los puntos de medición se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 4.1-86.** Ubicación de puntos de medición para niveles de vibraciones

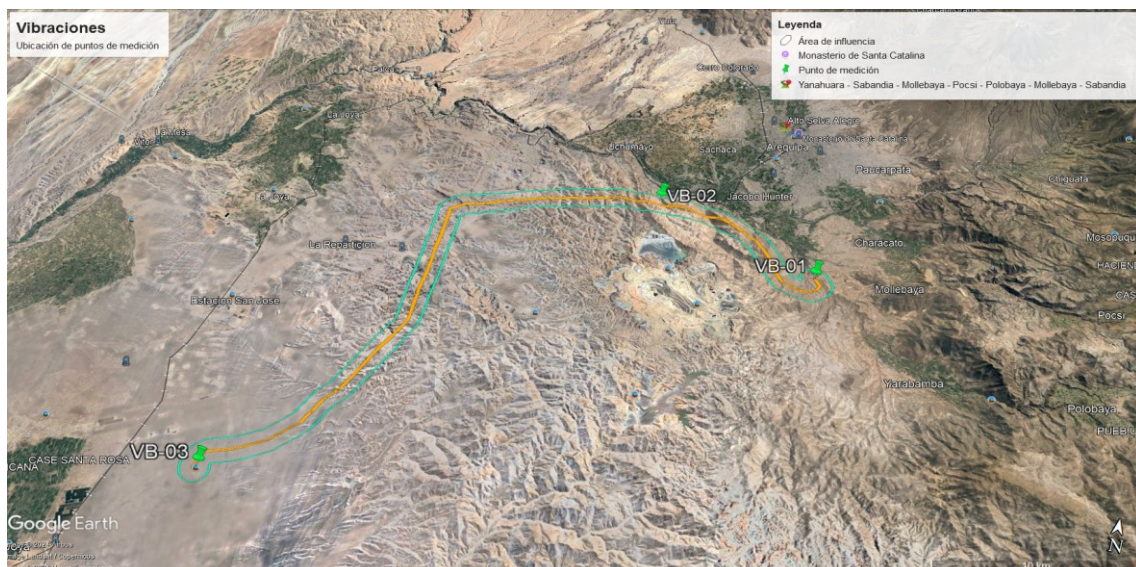
Código	Temporada	Descripción	Coordenadas UTM WGS84, Zona 19 K		Altitud (m.s.n.m.)
			Este	Norte	
VB-01	Húmeda	Ubicado aprox. a 25 m al Este de la Subestación Yarabamba	231272	8173525	2348
	Seca	Ubicado aprox. a 20 m al Este de la Subestación Yarabamba	231265	8173545	
VB-02	Ambos	Ubicado en la localidad de Tiabaya.	221296	8178061	2160
VB-03	Húmeda	Ubicado aprox. a 75 m al Nor-Oeste de la Subestación San José.	200312	8154357	1450
	Seca	Ubicado aprox. a 80 m al Nor-Oeste de la Subestación San José.	200193	8154253	

**Fuente:** FCISA, (2023).

En el **Anexo N° 4.1.2** se presentan las fichas con la información registrada durante el muestreo para los niveles de vibraciones.

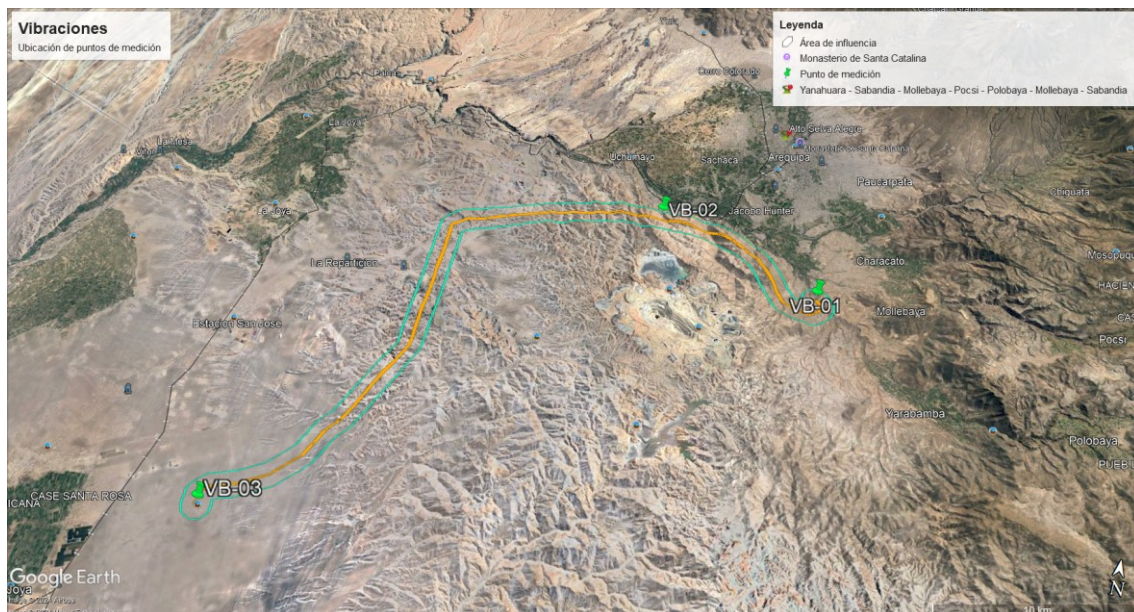
A continuación, se presenta la ubicación espacial de los puntos de medición de los niveles de Vibraciones.

**Figura 4.1-150.** Ubicación georreferencial de los puntos de medición para vibraciones de la temporada húmeda



**Fuente:** Google Earth Pro, (2024).

**Figura 4.1-151.** Ubicación georreferencial de los puntos de medición para vibraciones de la temporada seca



**Fuente: Google Earth Pro, (2024).**

#### 4.1.8.5.2. Metodología

La medición de los niveles de vibraciones se llevó a cabo el proceso considerando lo siguiente:

### Detalles de medición

Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de medición:

- Se describió las características del entorno del punto de medición.
- Luego se anotaron las coordenadas de ubicación del punto de medición, en el sistema WGS 84.
- Finalmente se tomó fotografías del entorno y el punto de medición.

Acondicionamiento:

- Para las mediciones de los niveles de vibraciones se ha considerado la superficie del terreno lo más plano posible.
- El lugar establecido de toma de mediciones es de acceso seguro.
- Instalación del vibrómetro con sensores.

Medición de parámetros en campo y registro de información:

- Se hizo uso de un GPS, para ubicar el punto exacto de medición antes del inicio del trabajo en campo.

- Los niveles medidos han sido tomadas considerando el área potencial de interés del proyecto.
- La información recabada, ubicación y descripción de los puntos de medición se ingresan en su respectiva cadena de custodia.

A continuación, se presenta las normas de referencia para el análisis de los parámetros evaluados para los niveles de vibración:

**Tabla 4.1-87.** Norma referencial de análisis para Niveles de Vibraciones

Parámetros	Norma de referencia
Vibración Estructural	NTP-ISO 4866:20113 (Revisada el 2019)

Fuente: ALAB, (2024).

### Equipo de medición

El equipo empleado para la medición de niveles de vibración se encuentra debidamente calibrado y certificado.

A continuación, se presentan el equipo empleado y sus características:

**Tabla 4.1-88.** Equipo empleado para Nivel de Vibraciones:

Temporada	Equipo	Marca	Descripción	Serie	Fecha de Calibración	Certificado de calibración
Húmeda	Vibrómetro	Instantel	Micromate with ISEE Geophone	UM21796	2023-06-27	721A2501
Seca	Vibrómetro	Instantel	MICROMATE	UM18029	2023-08-19	LTF-0040-2023

Fuente: ALAB, (2024).

### 4.1.8.5.3. Parámetros y Estándares de Calidad Ambiental

Los valores reportados por el laboratorio, han sido comparados con la Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras). Esta norma ofrece valores límites de velocidad de vibración de la partícula en milímetros por segundo (mm/s), considerando el tipo de construcción civil con el intervalo de frecuencia en Hz.

En la siguiente tabla se presentan los valores admitidos por la Norma Alemana DIN 4150 para daños en edificios:

**Tabla 4.1-89.** Valores Admitidos por la Norma Alemana DIN 4150 para daños de edificios

TIPO DE ESTRUCTURA	FUNDACIONES			PISOS MAS ALTOS DE EDIFICIOS
	FRECUENCIAS PRINCIPALES (Hz)			Cualquier frecuencia
	<10	10 – 50	50 – 100	
Industriales	20 mm/s	20 – 40 mm/s	40 – 50 mm/s	40 mm/s

TIPO DE ESTRUCTURA	FUNDACIONES			PISOS MAS ALTOS DE EDIFICIOS
	FRECUENCIAS PRINCIPALES (Hz)			Cualquier frecuencia
	<10	10 – 50	50 – 100	
Habitacionales	5 mm/s	5 – 15 mm/s	15 – 20 mm/s	15 mm/s
Edificios particularmente delicados	3 mm/s	3 – 8 mm/s	8 – 10 mm/s	8 mm/s

**Fuente:** Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

#### 4.1.8.5.4. Resultados e Interpretación

##### Marzo 2024

La medición de vibraciones se realizó el 24 y 25 de marzo de 2024. De acuerdo al tipo de estructura y al nivel de frecuencia captado en los puntos, en las siguientes tablas se presenta las velocidades y niveles de frecuencia promedio obtenidos para cada punto evaluado.

**Tabla 4.1-90.** Resultados de las mediciones de Niveles de Vibraciones

Código	Fecha	Velocidad de partícula pico en eje vertical (mm/s)	Frecuencia en eje vertical (Hz)	Velocidad de partícula pico en eje longitudinal (mm/s)	Frecuencia en eje longitudinal (Hz)	Velocidad de partícula pico en eje transversal (mm/s)	Frecuencia en eje transversal (Hz)	FUNDACIONES
								FRECUENCIAS PRINCIPALES (Hz)
								50-100 <sup>[5]</sup>
VB-01	25/03/2024	0,213	7,3	0,0709	7,3	0,0394	7,5	8 ó 10 mm/s
VB-02	24/03/2024	0,0394	7,3	0,142	7,3	0,142	7,5	
VB-03	24/03/2024	0,0788	7,3	0,126	7,3	0,11	7,5	
TIPO DE ESTRUCTURA								Edificios particularmente delicados

**Fuente:** ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-9002

Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

<sup>[1]</sup> Para frecuencias de 50 a 100 Hz, la velocidad registrada no debe exceder los 8-10 mm/s.

En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los Informes de ensayo conteniendo los resultados de las mediciones de niveles de vibración

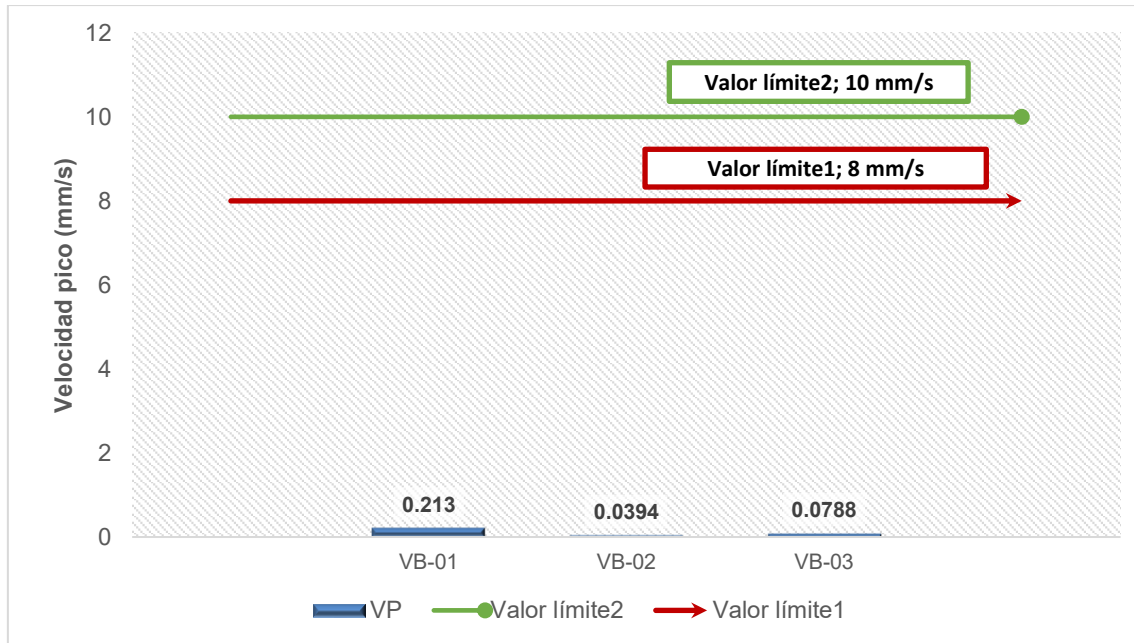
En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de las mediciones de los niveles de vibración:

<sup>[5]</sup> Para frecuencias de 50 a 100 Hz, la velocidad registrada no debe exceder los 8-10 mm/s.

## Parámetros Velocidad de partícula pico

Definida como el valor máximo de la magnitud ya sea en el eje vertical. Longitudinal o transversal, en un punto y expresado como valor de velocidad de vibración que varía durante cierto intervalo de tiempo.

**Figura 4.1-152.** Velocidad de partícula pico en eje vertical



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Valor límite1: Valor mínimo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

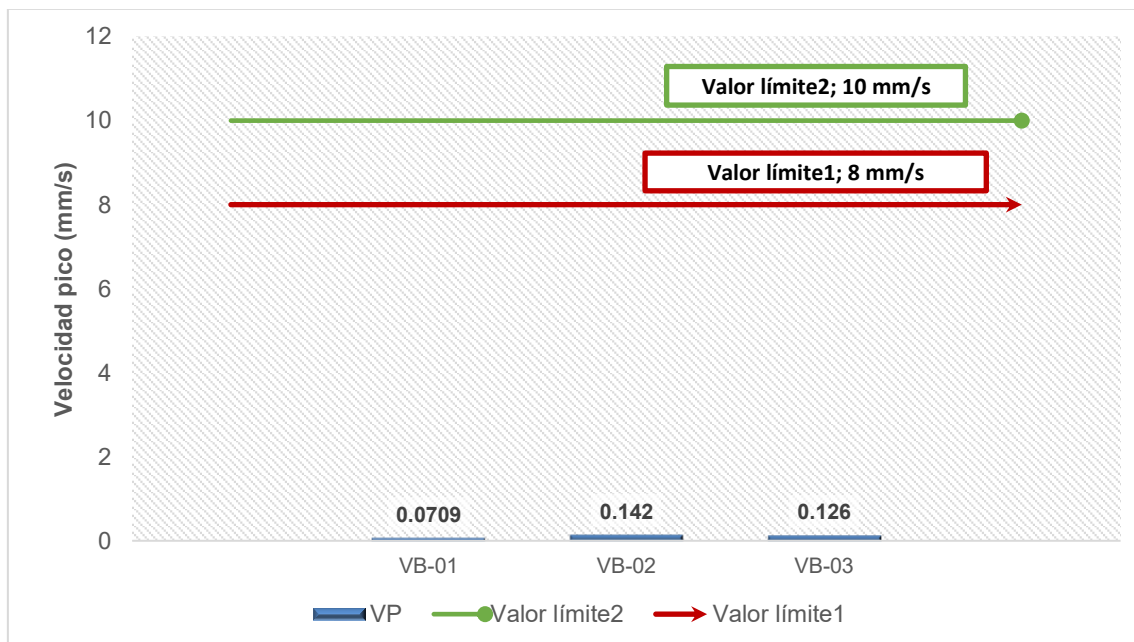
Valor límite2: Valor máximo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

Tipo de estructura: Habitacional.

Frecuencia: 50-100 Hz

VP: significa velocidad de partícula

**Figura 4.1-153.** Velocidad de partícula pico en eje longitudinal



laborado por: FCISA, (2024)

Valor límite1: Valor mínimo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

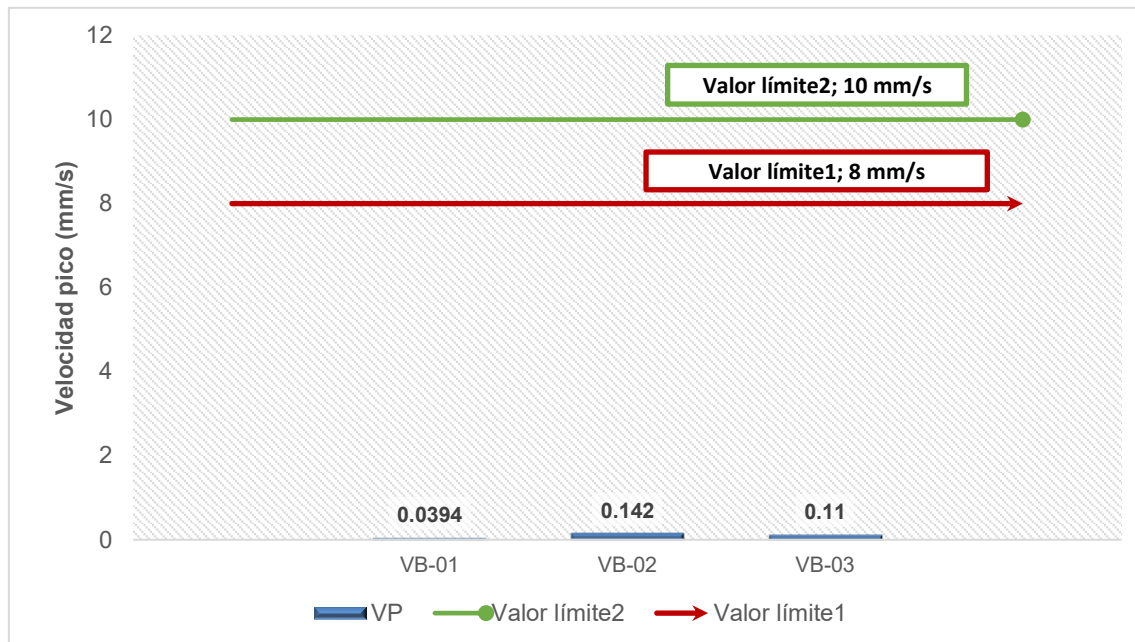
Valor límite2: Valor máximo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

Tipo de estructura: Habitacional.

Frecuencia: 50-100 Hz

VP: significa velocidad de partícula.

**Figura 4.1-154.** Velocidad de partícula pico en eje transversal



Elaborado por: FCISA, (2024)

Valor límite1: Valor mínimo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

Valor límite2: Valor máximo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

Tipo de estructura: Habitacional.

Frecuencia: 50-100 Hz

VP: significa velocidad de partícula

## Interpretación

Los valores reportados para los puntos de medición evaluados, registran como velocidad máxima de 0,228000 mm/s en el punto VB-01 y una velocidad mínima de 0.184000 mm/s en el punto VB-02. Al no registrar velocidades mayores a 8 y 10 mm/s para vibraciones a corto plazo (frecuencia entre 50 Hz y 100 Hz) se interpreta que los valores registrados no producen daños en edificios particularmente cercanos.

## Julio 2024

La medición de vibraciones se realizó el 24 y 25 de julio de 2024. De acuerdo al tipo de estructura y al nivel de frecuencia captado en los puntos, en las siguientes tablas se presenta las velocidades y niveles de frecuencia promedio obtenidos para cada punto evaluado.

**Tabla 4.1-91.** Resultados de las mediciones de Niveles de Vibraciones

Código	Fecha	Velocidad de partícula pico en eje vertical (mm/s)	Frecuencia en eje vertical (Hz)	Velocidad de partícula pico en eje longitudinal (mm/s)	Frecuencia en eje longitudinal (Hz)	Velocidad de partícula pico en eje transversal (mm/s)	Frecuencia en eje transversal (Hz)	FUNDACIONES
								FRECUENCIAS PRINCIPALES (Hz)
								50-100 <sup>[6]</sup>
VB-01	25/07/2024	0,464	7,3	0,334	7,3	0,237	7,5	8 ó 10 mm/s
VB-02	24/07/2024	0,172	7,3	0,149	7,3	0,157	7,5	
VB-03	25/07/2024	0,299	7,3	0,259	7,3	0,157	7,5	
TIPO DE ESTRUCTURA								Edificios particularmente delicados

**Fuente:** ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-21346

Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

<sup>[1]</sup> Para frecuencias de 50 a 100 Hz, la velocidad registrada no debe exceder los 8-10 mm/s.

En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los Informes de ensayo conteniendo de los resultados emitidos por el laboratorio para niveles de vibración.

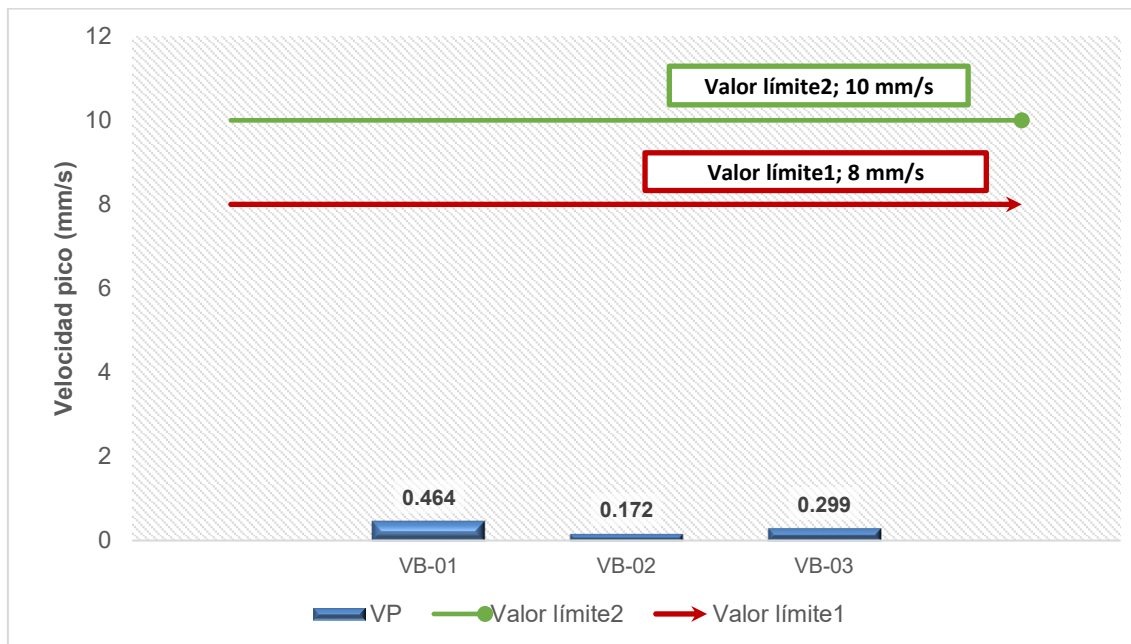
En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de las mediciones de los niveles de vibración:

### Parámetros Velocidad de partícula pico

Definida como el valor máximo de la magnitud ya sea en el eje vertical. Longitudinal o transversal, en un punto y expresado como valor de velocidad de vibración que varía durante cierto intervalo de tiempo.

<sup>[6]</sup> Para frecuencias de 50 a 100 Hz, la velocidad registrada no debe exceder los 8-10 mm/s.

**Figura 4.1-155.** Velocidad de partícula pico en eje vertical



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Valor límite1: Valor mínimo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

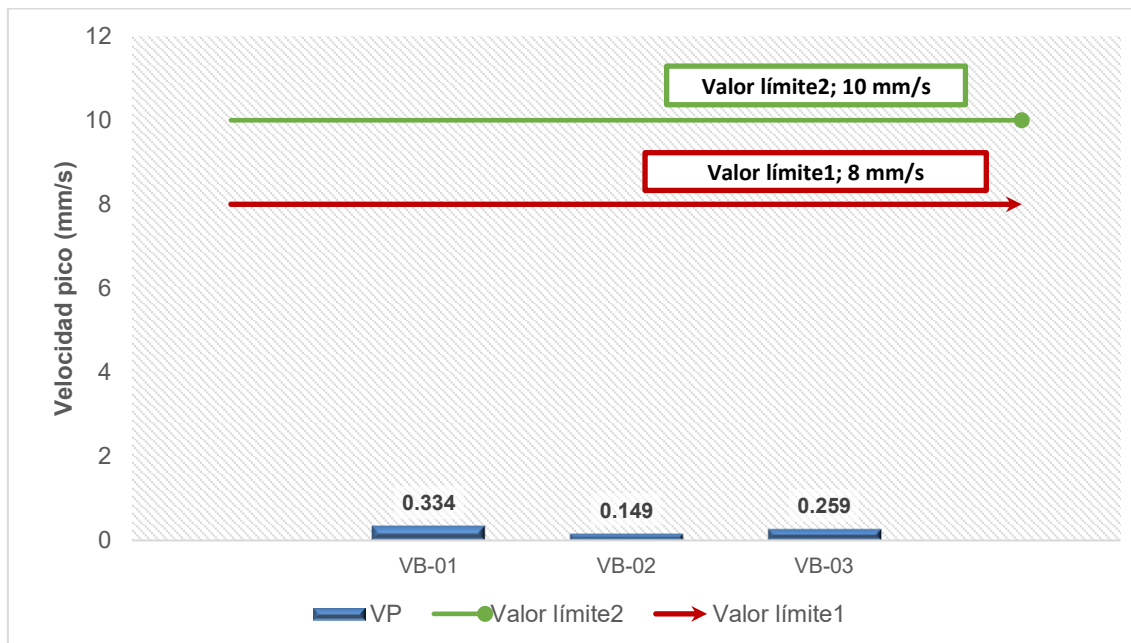
Valor límite2: Valor máximo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

Tipo de estructura: Habitacional.

Frecuencia: 50-100 Hz

VP: significa velocidad de partícula.

**Figura 4.1-156.** Velocidad de partícula pico en eje longitudinal



**Elaborado por:** FCISA, (2024)

Valor límite1: Valor mínimo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

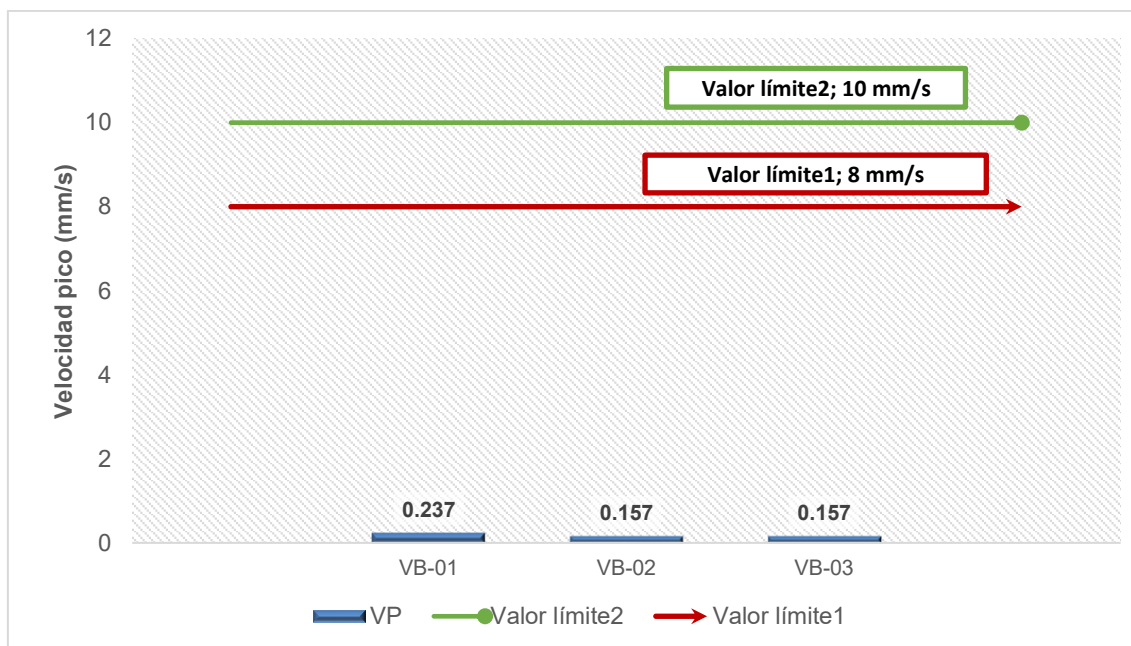
Valor límite2: Valor máximo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).

Tipo de estructura: Habitacional.

Frecuencia: 50-100 Hz

VP: significa velocidad de partícula.

**Figura 4.1-157.** Velocidad de partícula pico en eje transversal



*Elaborado por: FCISA, (2024)*

*Valor límite1: Valor mínimo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).*

*Valor límite2: Valor máximo. Norma Alemana DIN 4150 (2001, efectos sobre estructuras).*

*Tipo de estructura: Habitacional.*

*Frecuencia: 50-100 Hz*

*VP: significa velocidad de partícula*

## Interpretación

Los valores reportados para los puntos de medición evaluados, registran como velocidad máxima de 0,464 mm/s en el eje vertical, en el punto VB-01 y una velocidad mínima de 0.149 mm/s en el eje longitudinal, en el punto VB-02. Al no registrar velocidades mayores a 8 y 10 mm/s para vibraciones a corto plazo (frecuencia entre 50 Hz y 100 Hz) se interpreta que los valores registrados no producen daños en edificios particularmente cercanos.

### 4.1.8.5.5. Conclusiones

Los valores obtenidos en los puntos de medición, cumplen con la normativa internacional en comparación.

### 4.1.8.6. Radiaciones No Ionizantes

Las radiaciones no ionizantes son la emisión, propagación y transferencia de energía electromagnéticas, son de naturaleza ondulatoria y se caracterizan por su frecuencia e intensidad; las radiaciones no ionizantes se han ido expandiendo a nivel masivo debido

al uso en sus diversos servicios de telecomunicaciones, redes eléctricas, entre otras. Por tal motivo el presente estudio resulta importante la evaluación de estos.

Los objetivos de la evaluación de radiaciones no ionizantes son los siguientes:

- Establecer las condiciones actuales de radiaciones no ionizantes en el área de influencia del Proyecto.
- Prevenir de posibles afectaciones por radiaciones no ionizantes sobre la salud y toda forma de vida.

#### 4.1.8.6.1. Estaciones de monitoreo

En consecuencia, al Protocolo de Medición de Radiaciones No Ionizantes en los Sistemas de Eléctricos de Corriente Alterna, del ítem 6.3.1. Selección de los puntos de medición, se establecieron cinco (05) puntos de medición de radiaciones no ionizantes dentro de la zona de influencia del proyecto. La selección de los puntos de medición, se realizó considerando los criterios establecidos, los cuales se detallan a continuación:

- Presencia permanente de población colindante a la faja de servidumbre del sistema eléctrico.
- Zonas accesibles al público dentro de la faja de servidumbre.
- Líneas de energía eléctrica cercanas a los hospitales, centros médicos, colegios, asilos o lugares de gran afluencia de público.
- Confluencia de varias líneas eléctricas de diferentes niveles de tensión.

En la siguiente tabla se muestra la ubicación de los puntos de medición de radiaciones no ionizantes:

**Tabla 4.1-92.** Puntos de medición para radiaciones no ionizantes

Código	Temporada	Descripción	Coordenadas UTM WGS84, Zona 19 K		Altitud (m.s.n.m)
			Este	Norte	
RNI-01	Húmeda	Ubicado aprox. a 45 m al Nor-Oeste de la Subestación San Jose.	200276	8154285	1447
	Seca	Ubicado aprox. a 3 m al Nor-Oeste de la Subestación San Jose, debajo de la línea de Transmisión.	200270	8154224	1470
RNI-02	Ambas	Ubicado debajo de la Línea de Transmisión, entre las Torres N° 73 y N° 74.	219830	8177666	2250
RNI-03	Ambas	Ubicado debajo de la Línea de Transmisión, entre las Torres N° 95 y N° 96.	229121	8173367	2398

Código	Temporada	Descripción	Coordenadas UTM WGS84, Zona 19 K		Altitud (m.s.n.m)
			Este	Norte	
RNI-04	Húmeda	Ubicado debajo de la Línea de Transmisión existente que sale de la Subestación Yarabamba.	231260	8173576	2359
	Seca	Ubicado aprox. a 4 m al Este de la Subestación Yarabamba, debajo de la línea de Transmisión.	231247	8173549	2383
RNI-05	Húmeda	Ubicado debajo de la Línea de Transmisión, cerca de la Torre N° 42.	208537	8170159	1915
	Seca	Ubicado en la intersección de la Línea de Transmisión con una existente, cerca de la Torre N° 42.	208569	8170120	1920
RN-06	Seca	Ubicado aprox. a 110 m al Nor-Oeste de la Subestación San Jose, en la intersección de la Línea de Transmisión con una existente.	200176	8154282	1466

Fuente: FCISA, (2024).

En el **Anexo N° 4.1.2** se presentan las fichas con la información registrada durante el muestreo para las mediciones para radiaciones no ionizantes.

A continuación, se presenta la ubicación espacial de los puntos de medición para radiaciones no ionizantes.

**Figura 4.1-158.** Ubicación espacial de los puntos de medición para radiaciones no ionizantes – temporada húmeda



Fuente: Google Earth Pro (2024)

**Figura 4.1-159.** Ubicación espacial de los puntos de medición para radiaciones no ionizantes – temporada seca



**Fuente:** Google Earth Pro (2024)

#### 4.1.8.6.2. Metodología

Las mediciones de radiaciones no ionizantes se llevaron a cabo tomando el Protocolo de medición de radiaciones no ionizantes en los sistemas eléctricos de corriente alterna; aprobado mediante Decreto Supremo N°011-2022-MINAM que a continuación se describe:

### Detalles de medición

Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de medición:

- Se anotaron las coordenadas de ubicación del punto de medición, en el sistema WGS 84.
- Finalmente se tomó fotografías del entorno y punto de medición.

Acondicionamiento:

- Para las mediciones de radiación no ionizante se ha considerado las condiciones meteorológicas.
- El lugar establecido para la medición es de acceso seguro.

Medición de parámetros en campo y registro de información:

- Antes de iniciar las mediciones, el personal responsable se encontró portando debidamente los equipos de protección personal.

- Se hizo uso de un GPS, para ubicar el punto exacto de medición antes del inicio del trabajo en campo.
- El nivel de campo eléctrico/magnético en la posición de interés se debe midió a un (01) metro sobre el nivel del suelo.
- El responsable de la medición del campo eléctrico se ubicó a una distancia de tres (03) metros aproximados de la sonda para evitar perturbaciones y/o alteraciones en el momento de medición.
- Las concentraciones medidas han sido registradas de forma continua durante el periodo de medición de los parámetros establecidos.
- La información recabada, ubicación y descripción de los puntos de medición se ingresan en su respectiva cadena de custodia.

### Equipo de medición

De acuerdo con el Protocolo de Medición de Radiaciones No Ionizantes en los Sistemas Eléctricos de Corriente Alterna (D.S. N°011-2022-MINAM), en el ítem 6.1.1. Equipo de medición de RNI, se cumple que el equipo destinado para medición de los parámetros de radiación no ionizante, es un analizador de campo electromagnético de baja frecuencia; así mismo, se da cumplimiento al ítem 6.2.1 De la certificación de equipos de medición de RNI, debido a que el equipo cuenta con el certificado de calibración vigente.

A continuación, se presentan las características del equipo empleado para la medición de los niveles de Radiación No Ionizante.

**Tabla 4.1-93.** Características técnicas del equipo empleado:

Temporada	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado	Fecha de calibración
Húmeda	Medidor de Campo Electromagnético	Wavecontrol	SMP3	23SL0287	23/09733	19/10/2023
Seca	Medidor de Campo Electromagnético	Wavecontrol	SMP3	23SL0322	24/10256	23/02/2024

Fuente: ALAB, (2024).

En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los certificados de calibración emitidos por el laboratorio. Estos certificados aseguran que el equipo o instrumento calibrado ofrece mediciones confiables y precisas del equipo empleado para las mediciones de los niveles de radiación no ionizante.

#### 4.1.8.6.3. Parámetros y Estándares de Calidad Ambiental

En la siguiente tabla se da a conocer la norma de referencia de análisis para las mediciones correspondientes a las mediciones de radiaciones no ionizantes.

**Tabla 4.1-94.** Norma referencial de análisis para radiaciones no ionizantes

Matriz	Norma de referencia
Radiación electromagnética no ionizante	IEEE STD. 644.2019. IEEE Standard for Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines.

Fuente: ALAB, (2024).

#### Estándar de comparación

A fines de conservar el ambiente y evitar riesgos en la salud humana, en calidad de cuerpo receptor se aprobaron los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes a través del D.S. N° 010-2005-PCM, el cual establece los niveles máximos de las intensidades de radiaciones no ionizantes es recomendable no exceder.

En relación a las actividades a desarrollar por el Proyecto; los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la exposición a los niveles de RNI que, de acuerdo a las aplicaciones producidas por Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video corresponde al rango de frecuencia 0.025 – 0.8 kHz. En la siguiente tabla se presenta el ECA-Radiaciones No Ionizantes correspondiente:

**Tabla 4.1-95.** Estándares para radiaciones no ionizantes

Frecuencia (f)	Intensidad de Campo Eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H) (A/m)	Densidad de Flujo Magnético (B) (μT)
0,025 – 0,8 kHz	250/f	4/f	5/f
<b>ECA</b>	<b>4166,67</b>	<b>66,67</b>	<b>83,33</b>

Fuente: D.S. N° 010-2005-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Radiaciones no Ionizantes.

Aplica a redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, Monitores de video.

Comisión Internacional para la protección contra Radiaciones no Ionizantes – ICNIRP.

E: Intensidad de Campo Eléctrico, medida en Voltios/metro (V/m).

H: Intensidad de Campo Magnético, medido en Amperio/metro (A/m).

B: Inducción Magnética.

#### 4.1.8.6.4. Resultados e Interpretación

##### Marzo 2024

Las mediciones de radiaciones no ionizantes se realizaron los días 24 y 25 de marzo de 2024 en dos horarios Hora Punta (17:00 a 23:00) y Hora Fuera de Punta (Resto de horas); siendo el tiempo de medición de 6 minutos por cada parámetro a evaluar. En las

siguientes tablas se puede observar los resultados de la densidad de flujo magnético, la intensidad de campo magnético y la intensidad de campo eléctrico.

**Tabla 4.1-96.** Resultado de los niveles de campo magnético (Hora Punta)

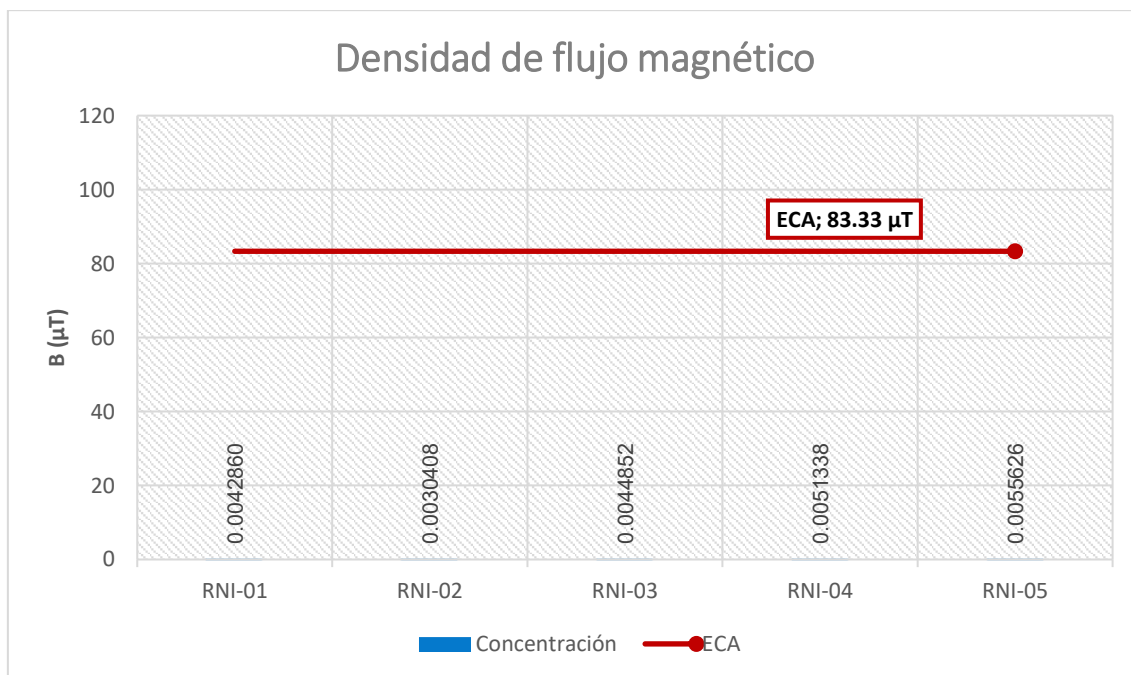
Código	Densidad Flujo magnético (B) ( $\mu\text{T}$ )	Intensidad de campo eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de campo magnético (H) (A/m)
RNI-01	0,0042860	1,2722863	0,0033748
RNI-02	0,0030408	0,9026651	0,0023943
RNI-03	0,0044852	1,3314354	0,0035317
RNI-04	0,0051338	1,5239731	0,0040424
RNI-05	0,0055626	1,6512555	0,0043800
<b>ECA</b>	<b>83,33</b>	<b>4 166,67</b>	<b>66,67</b>

**Fuente:** ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-8294 y N° IE-24-8296.  
D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los Informes de ensayo conteniendo los resultados de las mediciones de radiaciones no ionizantes emitidos por el laboratorio acreditado.

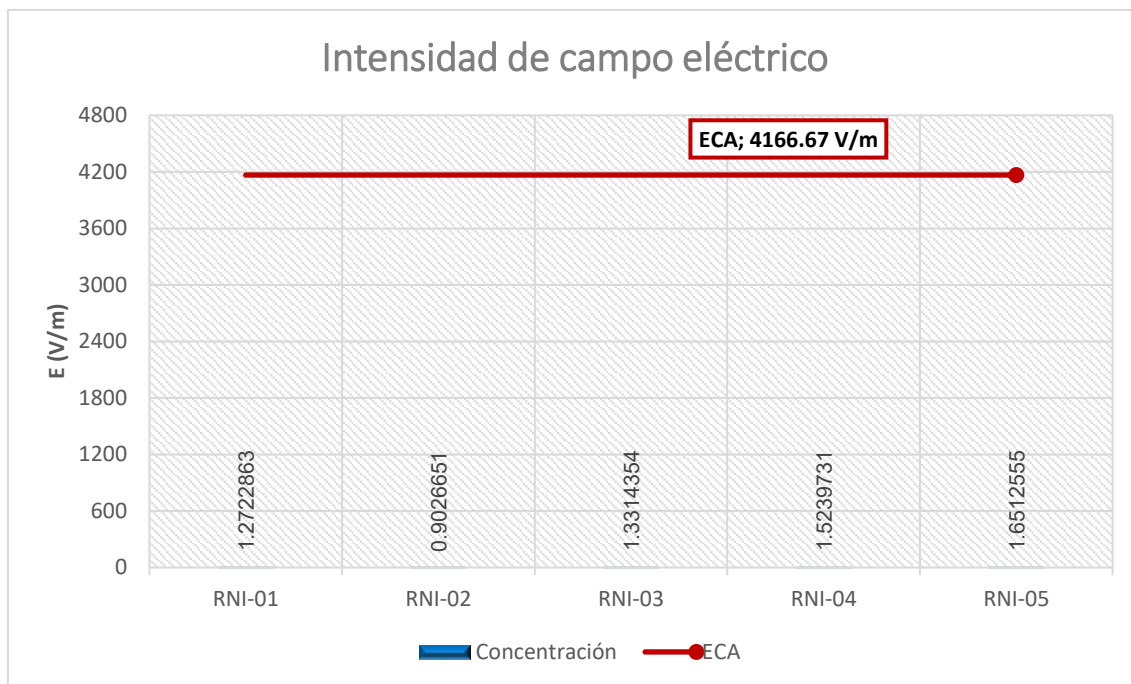
En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de las mediciones de las variables de radiaciones no ionizantes en Hora Punta:

**Figura 4.1-160.** Variable Densidad de flujo magnético B ( $\mu\text{T}$ ) – (Hora Punta).



**Elaborado por:** FCISA, (2024).  
ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

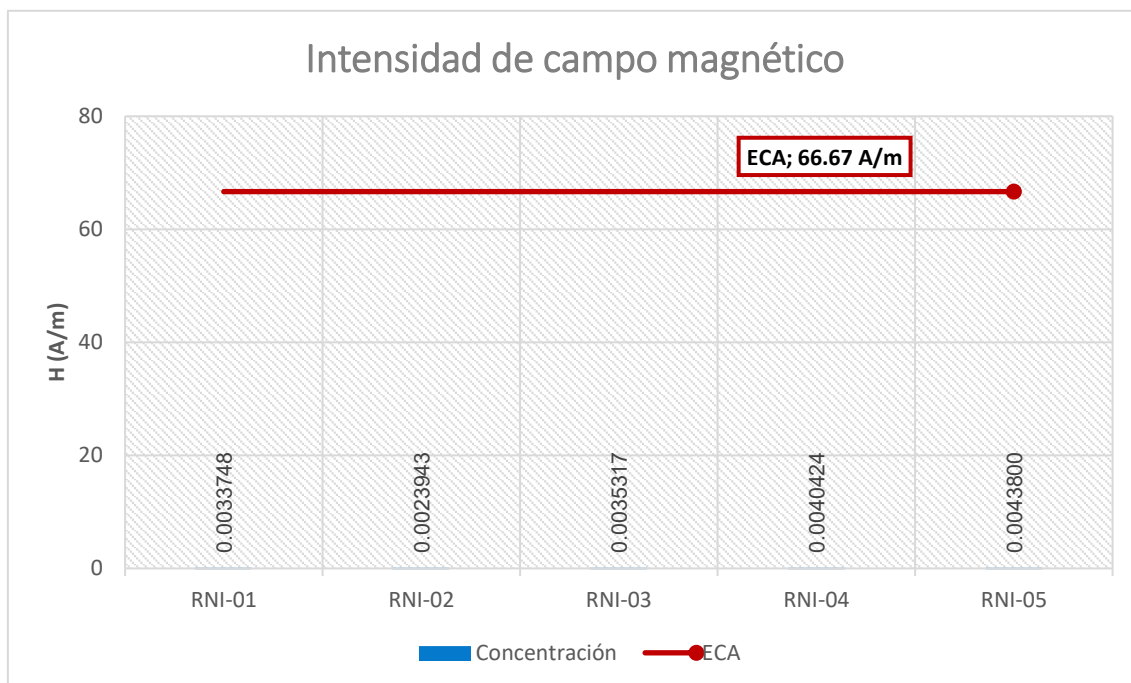
**Figura 4.1-161.** Variable Intensidad de campo eléctrico E (V/m) - (Hora Punta).



*Elaborado por:* FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

**Figura 4.1-162.** Variable Intensidad de campo magnético H (A/m) - (Hora Punta).



*Elaborado por:* FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

**Tabla 4.1-97.** Resultado de los niveles de campo magnético (Hora Fuera de Punta)

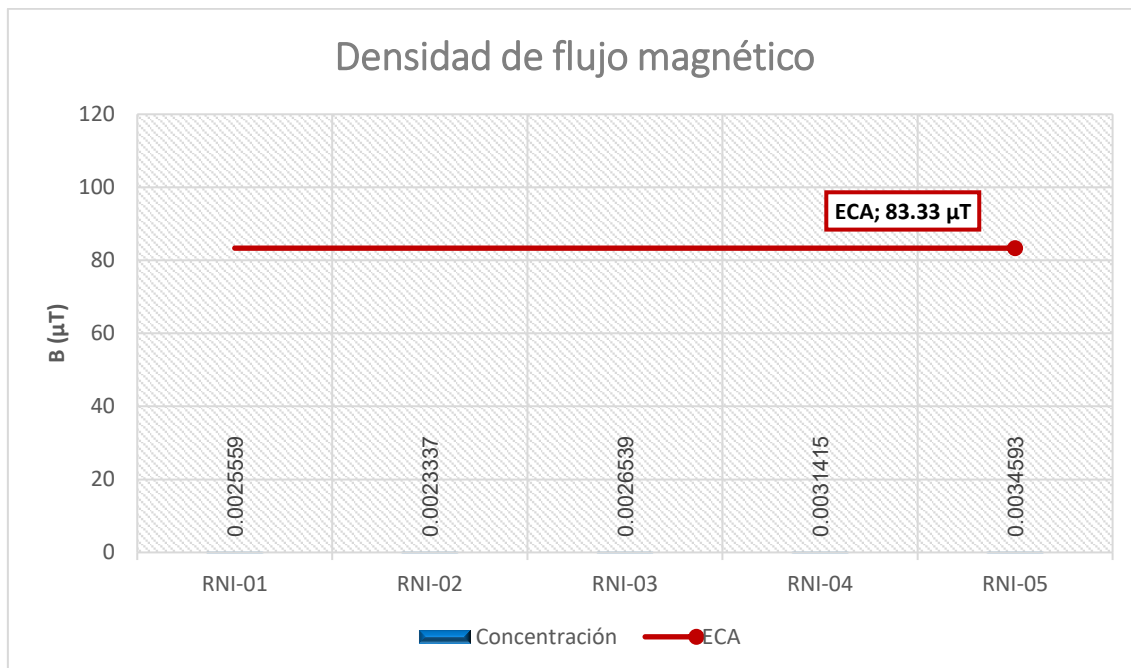
Código	Densidad Flujo magnético (B) ( $\mu\text{T}$ )	Intensidad de campo eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de campo magnético (H) (A/m)
RNI-01	0,0025559	0,7587266	0,0020125
RNI-02	0,0023337	0,6927476	0,0018375
RNI-03	0,0026539	0,7877997	0,0020897
RNI-04	0,0031415	0,9325542	0,0024736
RNI-05	0,0034593	1,0268966	0,0027239
<b>ECA</b>	<b>83,33</b>	<b>4166,67</b>	<b>66,67</b>

**Fuente:** ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-8294 y N° IE-24-8296.  
D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los Informes de ensayo conteniendo los resultados emitidos por el laboratorio acreditado para Radiaciones No Ionizantes.

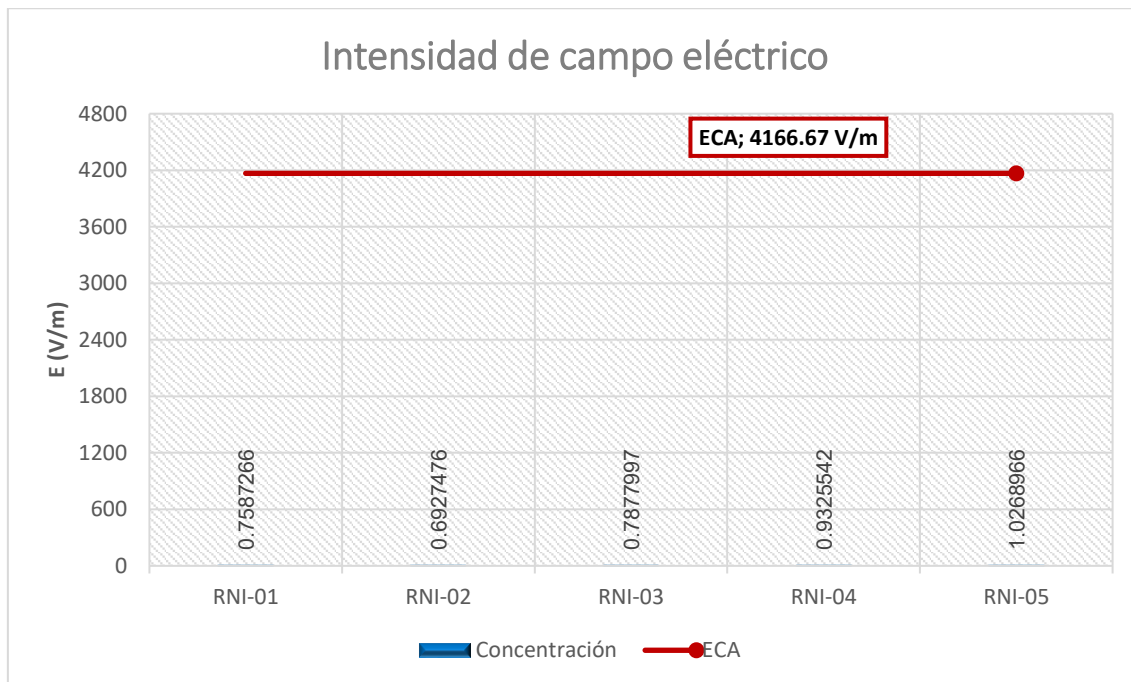
En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de las mediciones de las variables de radiaciones no ionizantes en Hora Fuera de Punta:

**Figura 4.1-163.** Variable Densidad de flujo magnético B ( $\mu\text{T}$ ) – (Hora Fuera de Punta).



**Elaborado por:** FCISA, (2024).  
ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

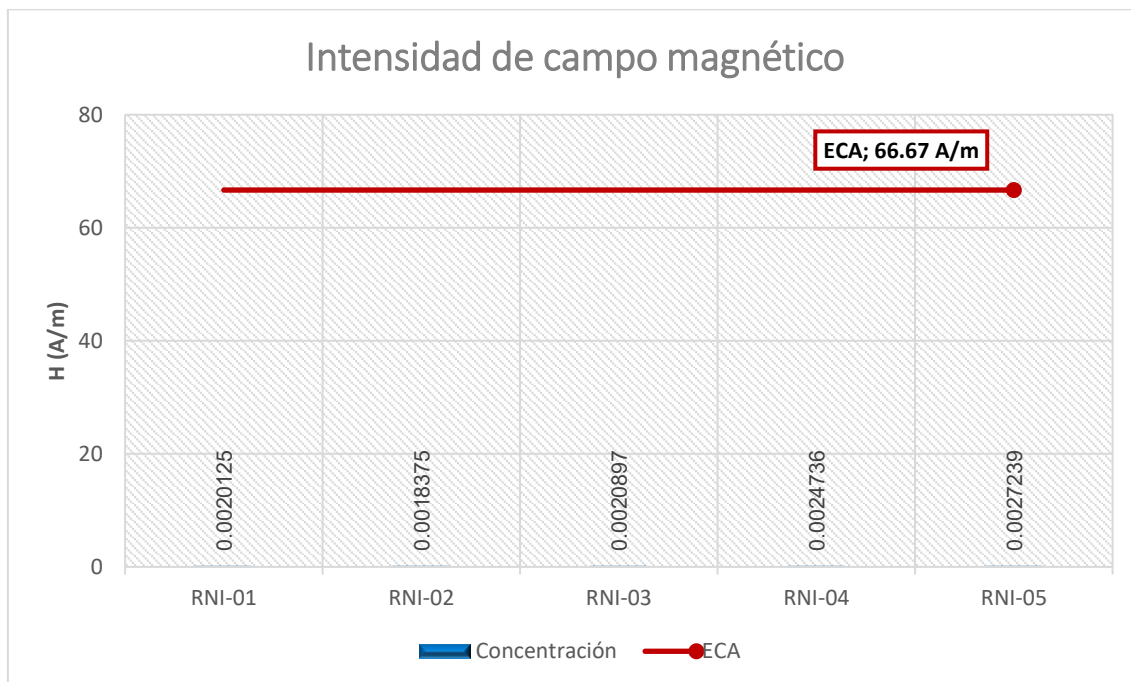
**Figura 4.1-164.** Variable Intensidad de campo eléctrico E (V/m) - (Hora Fuera de Punta).



Elaborado por: FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

**Figura 4.1-165.** Variable Intensidad de campo magnético H (A/m) - (Hora Fuera de Punta).



Elaborado por: FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

## Interpretación

De los valores reportados en los puntos de medición de radiaciones no ionizantes, se interpreta lo siguiente:

- **Densidad de Flujo Magnético:** Se refiere a la unidad de área medida en forma perpendicular, la cual puede ser generada por una corriente eléctrica. Los valores reportados en los cinco (05) puntos de medición cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes, en los horarios Hora Punta y Hora Fuera de Punta; registrando como valor máximo 0,0055626  $\mu\text{T}$  en el punto RNI-05, en Hora Punta y 0,0034593  $\mu\text{T}$  en el punto de RNI-05 en Hora Fuera de Punta.
- **Intensidad de Campo Eléctrico:** Es la permeabilidad del flujo magnético dividido entre la permeabilidad del medio. Los valores reportados en los cinco (05) puntos de medición cumplen con los establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes, para los dos horarios de medición (Hora Punta y Hora NO Punta), registrando como valor máximo en Hora Punta 1,6512555 V/m en el punto RNI-05 y 1,0268966 V/m en Hora No Punta en el punto de medición RNI-05.
- **Intensidad de Campo Magnético:** Es la fuerza que ejerce un campo eléctrico sobre una carga eléctrica puntual, dividido entre la carga eléctrica. Los valores reportados en los cinco (05) puntos de medición cumplen con los establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes, para los dos horarios de medición (Hora Punta y Hora NO Punta), registrando como valor máximo 0,0043800 A/m en el punto RNI-05 en Hora Punta y 0,0027239 A/m en Hora No Punta en el punto de medición RNI-05.

### Julio 2024

Las mediciones de radiaciones no ionizantes se realizaron los días 23 y 25 de julio de 2024 en dos horarios Hora Punta (17:00 a 23:00) y Hora Fuera de Punta (Resto de horas); siendo el tiempo de medición de 6 minutos por cada parámetro a evaluar. En las siguientes tablas se puede observar los resultados de la densidad de flujo magnético, la intensidad de campo magnético y la intensidad de campo eléctrico.

**Tabla 4.1-98.** Resultado de los niveles de campo magnético (Hora Punta)

Código	Densidad Flujo magnético (B) ( $\mu\text{T}$ )	Intensidad de campo eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de campo magnético (H) (A/m)
RNI-01	0,0006490	0,1926616	0,0005110
RNI-02	0,0023337	0,6927476	0,0018375
RNI-03	0,0015391	0,4568952	0,0012119
RNI-04	0,0003955	0,1173907	0,0003114
RNI-05	0,0003889	0,1154363	0,0003062
RNI-06	0,0010220	0,3033749	0,0008047
<b>ECA</b>	<b>83,33</b>	<b>4166,67</b>	<b>66,67</b>

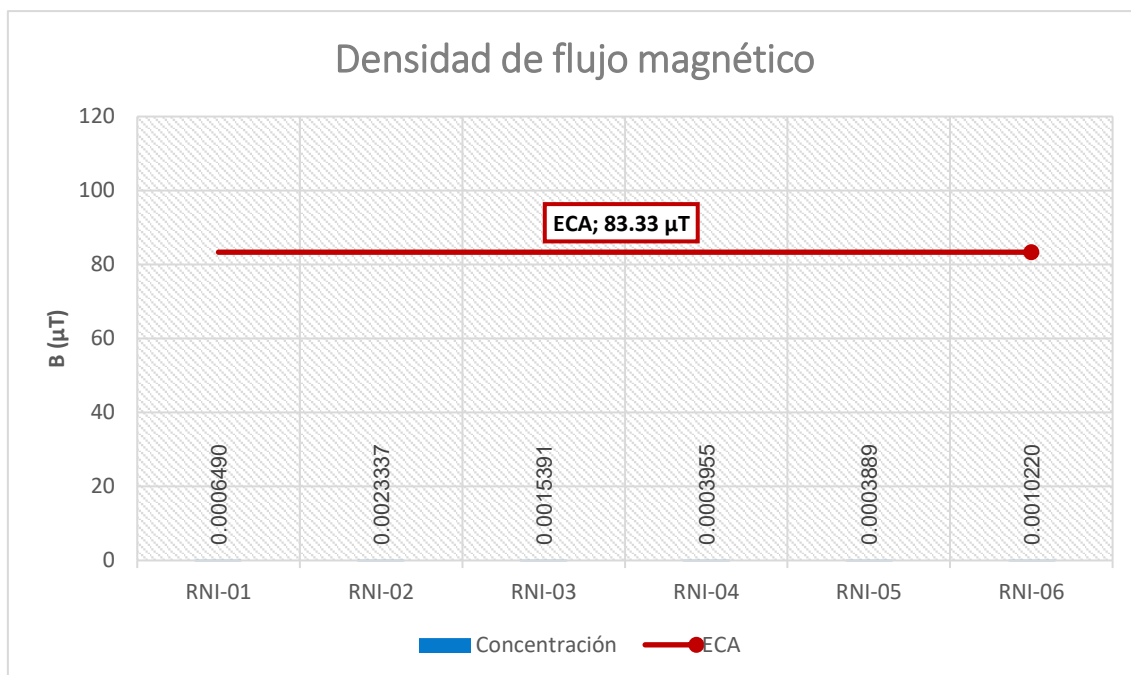
Fuente: ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-21422.

D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los Informes de ensayo conteniendo los resultados emitidos por el laboratorio acreditado para Radiaciones No Ionizantes.

En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de las mediciones de las variables de radiaciones no ionizantes en Hora Punta:

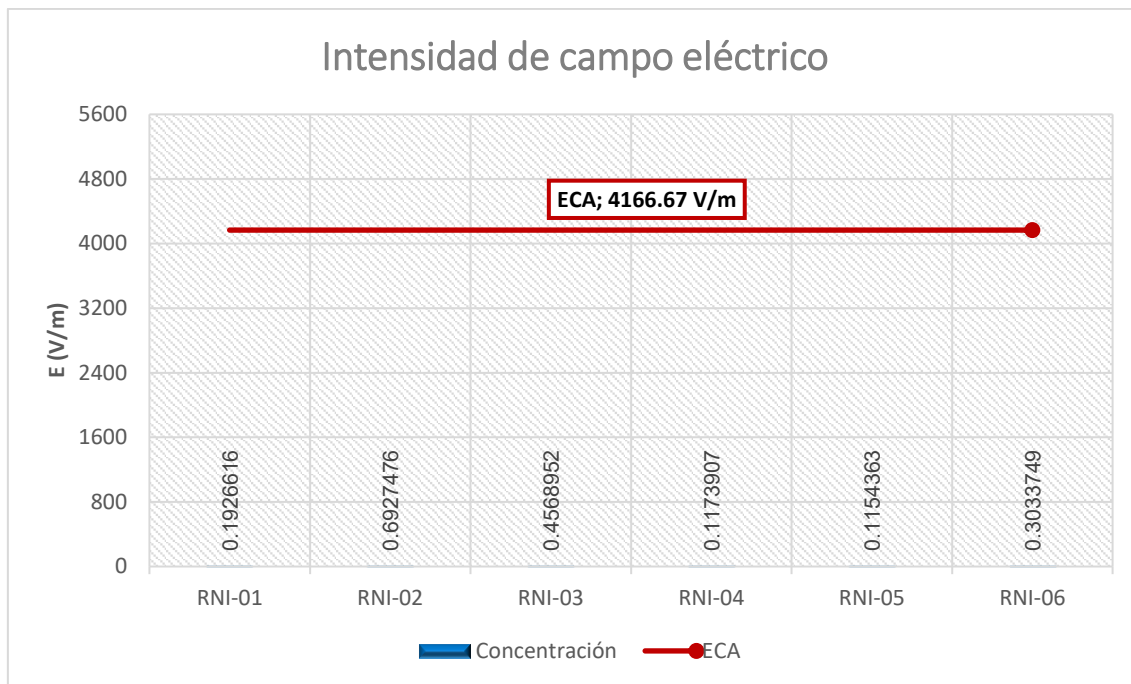
**Figura 4.1-166.** Variable Densidad de flujo magnético B ( $\mu\text{T}$ ) – (Hora Punta).



Elaborado por: FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

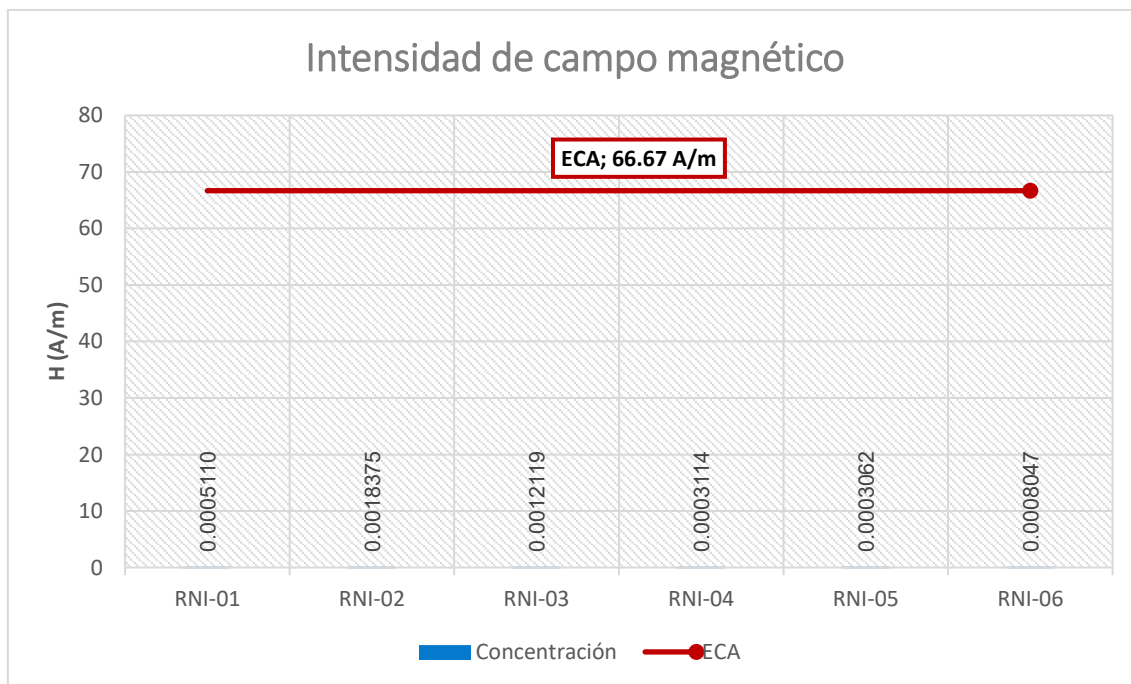
**Figura 4.1-167.** Variable Intensidad de campo eléctrico E (V/m) - (Hora Punta).



**Elaborado por:** FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

**Figura 4.1-168.** Variable Intensidad de campo magnético H (A/m) - (Hora Punta).



**Elaborado por:** FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

**Tabla 4.1-99.** Resultado de los niveles de campo magnético (Hora Fuera de Punta)

Código	Densidad Flujo magnético (B) ( $\mu\text{T}$ )	Intensidad de campo eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de campo magnético (H) (A/m)
RNI-01	0,0005111	0,1517161	0,0004024
RNI-02	0,0011364	0,3373554	0,0008948
RNI-03	0,0009049	0,2686079	0,0007125
RNI-04	0,0003414	0,1013426	0,0002688
RNI-05	0,0003073	0,0912278	0,0002420
RNI-06	0,0008170	0,2425400	0,0006433
<b>ECA</b>	<b>83,33</b>	<b>4166,67</b>	<b>66,67</b>

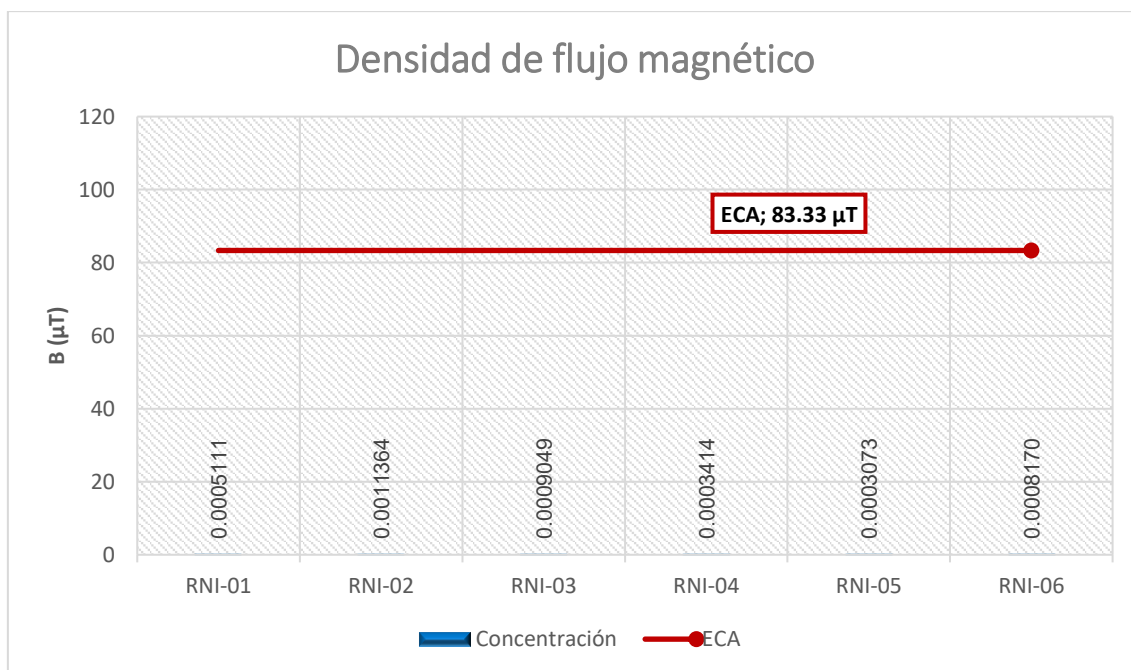
**Fuente:** ALAB, (2024). Informe de ensayo N° IE-24-21422.

D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

En el **Anexo N° 4.1.2** se presenta los Informes de ensayo conteniendo los resultados emitidos por el laboratorio acreditado para Radiaciones No Ionizantes.

En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de las mediciones de las variables de radiaciones no ionizantes en Hora Fuera de Punta:

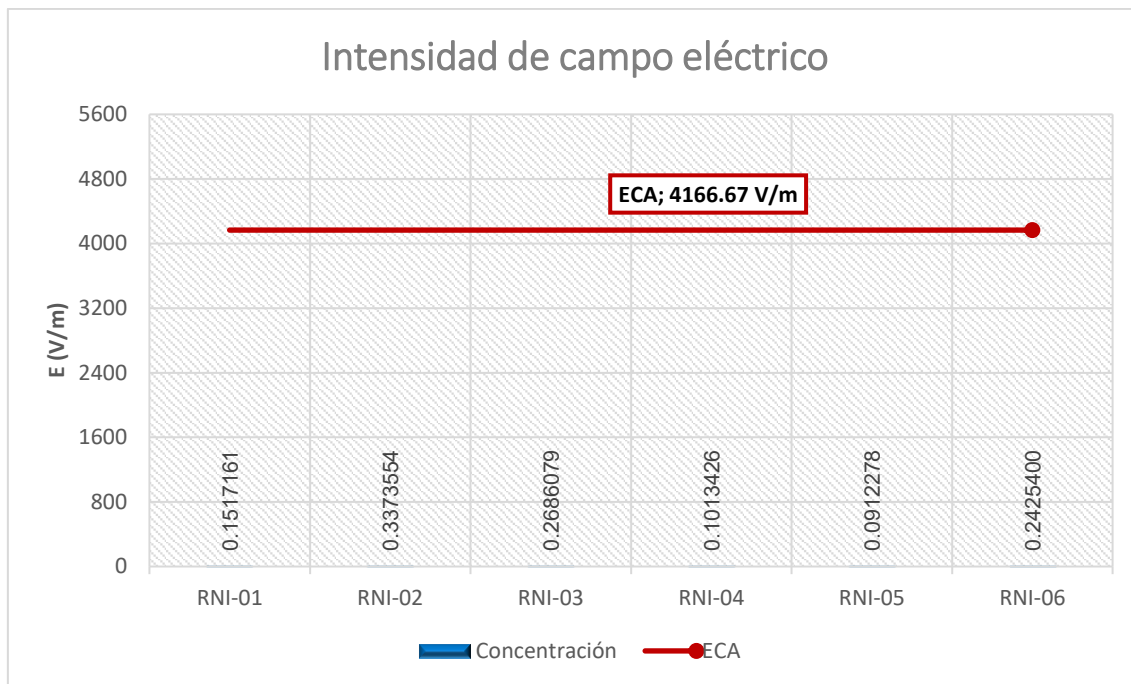
**Figura 4.1-169.** Variable Densidad de flujo magnético B ( $\mu\text{T}$ ) – (Hora Fuera de Punta).



**Elaborado por:** FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

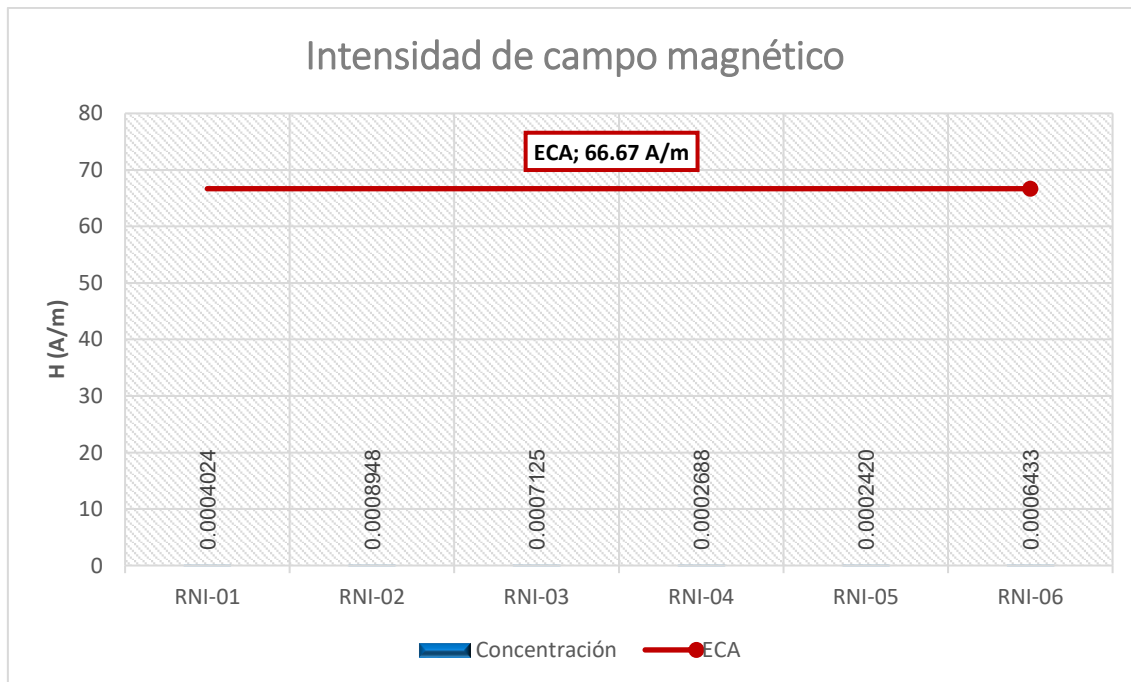
**Figura 4.1-170.** Variable Intensidad de campo eléctrico E (V/m) - (Hora Fuera de Punta).



Elaborado por: FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

**Figura 4.1-171.** Variable Intensidad de campo magnético H (A/m) - (Hora Fuera de Punta).



Elaborado por: FCISA, (2024).

ECA: D.S. N° 010-2005-PCM. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

## Interpretación

De los valores reportados en los puntos de medición de radiaciones no ionizantes, se interpreta lo siguiente:

- **Densidad de Flujo Magnético:** Se refiere a la unidad de área medida en forma perpendicular, la cual puede ser generada por una corriente eléctrica. Los valores reportados en los seis (06) puntos de medición cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes, en los horarios Hora Punta y Hora Fuera de Punta; registrando como valor máximo 0,0023337  $\mu\text{T}$  en el punto RNI-02 en Hora Punta y 0,0011364  $\mu\text{T}$  en el punto de RNI-02 en Hora Fuera de Punta.
- **Intensidad de Campo Eléctrico:** Es la permeabilidad del flujo magnético dividido entre la permeabilidad del medio. Los valores reportados en los seis (06) puntos de medición cumplen con los establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes, para los dos horarios de medición (Hora Punta y Hora NO Punta), registrando como valor máximo en Hora Punta 0,6927476 V/m en el punto RNI-02 y 0,3373554 V/m en Hora No Punta en el punto de medición RNI-02.
- **Intensidad de Campo Magnético:** Es la fuerza que ejerce un campo eléctrico sobre una carga eléctrica puntual, dividido entre la carga eléctrica. Los valores reportados en los cinco (05) puntos de medición cumplen con los establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes, para los dos horarios de medición (Hora Punta y Hora NO Punta), registrando como valor máximo 0,0018375 A/m en el punto RNI-02 en Hora Punta y 0,0008948 A/m en Hora No Punta en el punto de medición RNI-02.

### 4.1.8.6.5. Conclusiones

Los valores registrados en los cinco (05) puntos de la temporada húmeda y los seis (06) punto de la temporada seca, para los dos horarios de medición (Hora Punta y Hora Fuera de Punta), cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes, establecidos mediante Decreto Supremo N° 010-2005-PCM.

#### 4.1.9. Geotecnia

Este capítulo describe las condiciones geotécnicas de los suelos presentes en el área del proyecto en base al "Estudio Geotécnico y Geológico - S.E San José" y "Estudio de suelos S.E Yarabamba 500 KV". (Ver Anexo N°4.1.3)

Se realizaron exploraciones geotécnicas y ensayos de laboratorio para determinar el comportamiento, las características mecánicas, físicas y químicas de los suelos, con el fin de cuantificar y analizar su capacidad como soporte estructural (cimentaciones).

La evaluación de los suelos en campo se realizó mediante excavación de calicatas y la toma de muestras de suelos para análisis de suelos.

##### 4.1.9.1. Investigación Geotécnica

##### 4.1.9.1.1. Excavación de calicatas

##### S.E. San José

Con el objeto de identificar los diferentes estratos del suelo y su composición, se ejecutaron calicatas manuales a tajo abierto, de cada una de las exploraciones se extrajeron muestras alteradas, las cuales fueron analizadas para ser clasificadas de acuerdo a las Normas ASTM. Cada muestra fue identificada convenientemente y embalada en bolsas de polietileno, las que fueron remitidas al Laboratorio, para realizar los ensayos respectivos.

**Tabla 4.1-100.** Ubicación de calicatas

Calicata	Coordenadas UTM (DATUM WGS 84 ZONA 19)		Profundidad (m)	Nivel freático (m)
	Este (m)	Norte (m)		
<b>C1</b>	200315	8154381	4	N.A
<b>C2</b>	202200	8156511	4	N.A
<b>C3</b>	204289	8158285	4	N.A
<b>C4</b>	208579	8167826	4	N.A
<b>C5</b>	208519	8173141	4	N.A
<b>C6</b>	210686	8175757	4	N.A
<b>C7</b>	215089	8176921	4	N.A
<b>C8</b>	228245	8174780	4	N.A
<b>C9</b>	231759	8173282	4	N.A
<b>C10</b>	231279	8173333	4	N.A

Fuente: Estudio Geotécnico y Geológico – S.E. San José

N.A: No alcanzado

### **S.E. Yarabamba**

En la siguiente tabla se presenta la localización de las calicatas ejecutadas en la información de referencia. Adicionalmente, se presenta la profundidad alcanzada en cada uno de estos y de haberse encontrado la profundidad del nivel freático.

**Tabla 4.1-101.** Ubicación de calicatas

Calicata	Coordenadas UTM (DATUM WGS 84 ZONA 19)		Profundidad (m)	Nivel freático (m)
	Este (m)	Norte (m)		
<b>C1</b>	231065	8173461	4	N.A
<b>C2</b>	231068	8173635	2	N.A
<b>C3</b>	231197	8173517	4	N.A
<b>C4</b>	231192	8173635	2	N.A
<b>C5</b>	231147	8173601	4	N.A
<b>C6</b>	231096	8173551	2	N.A
<b>C7</b>	231250	8173635	2	N.A
<b>C8</b>	231151	8173663	4	N.A
<b>C9</b>	231089	8173703	4	N.A
<b>C10</b>	231115	8173647	4	N.A

Fuente: Estudio Geotécnico y Geológico – S.E. Yarabamba  
 N.A: No alcanzado

### **4.1.9.2. Ensayo de Penetración Estándar SPT y Cono Peck**

#### **4.1.9.2.1. Ensayo de Penetración Estándar SPT**

### **S.E. San José**

Los ensayos de penetración estándar (SPT), se realizan en suelos granulares y finos, dado el tipo de suelo encontrado garantiza la confiabilidad de los resultados de resistencia a la compresión simple.

La prueba consiste en hincar el penetrómetro estándar 45cm. empleando una maza de golpe de 64 Kg con una caída libre de 75cm, contando el número de golpes para 3 tramos de 15 cm. cada uno, se define la resistencia a la penetración como el número N de golpes en los últimos 2 tramos (30cm), no se considera los primeros 15cm por considerarse una zona de alteración por perforación, y por lo tanto no representativa.

El número N de golpes es corregido cuando los ensayos son realizados por debajo del nivel freático, en arenas limpias y arenas limosas. Asimismo, es recomendable hacer

estos ensayos en sondeos de diámetro no menores a 75.6 mm ni a perforaciones mayores a 20 m., salvo que se cambie el diámetro de la tubería de ensayo.

Una vez extraída la muestra del ensayo SPT, así como todas las muestras de suelos de la perforación han sido clasificadas de acuerdo con el criterio de campo del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), esta clasificación está sujeta a modificaciones cuando se determinen las características de plasticidad en el laboratorio.

La correlación empírica con N está relacionada a la compacidad de suelos granulares (de suelta a muy densa).

### **S.E. Yarabamba**

En la siguiente tabla se presenta la localización de los sondeos exploratorios ejecutados en el estudio de referencia. Adicionalmente, se presenta la profundidad alcanzada en los sondeos y la profundidad del nivel freático. En cada uno de estos sondeos se realizó el ensayo de Penetración Estándar SPT.

**Tabla 4.1-102.** Ubicación y profundidad alcanzada en sondeos de percusión con ejecución del ensayo de Penetración Estándar (SPT).

Sondeo	Coordenadas UTM (DATUM WGS 84 ZONA 19)		Profundidad (m)	Nivel freático (m)
	Este (m)	Norte (m)		
<b>SPT-1</b>	231197	8173461	5	N.A
<b>SPT-2</b>	231247	8173573	5	N.A
<b>SPT-3</b>	231197	8173601	5	N.A
<b>SPT-4</b>	231065	8173517	5	N.A
<b>SPT-5</b>	231015	8173573	5	N.A
<b>SPT-6</b>	231123	8173619	5	N.A
<b>SPT-7</b>	231090	8173663	5	N.A
<b>SPT-8</b>	231131	8173679	5	N.A
<b>SPT-9</b>	231099	8173663	5	N.A
<b>SPT-10</b>	231147	8173711	5	N.A

Fuente: Estudio Geotécnico y Geológico – S.E. Yarabamba  
 N.A: No alcanzado

El ensayo de penetración estándar o SPT (del inglés Standard Penetration Test), es un tipo de prueba de penetración por métodos de hincado, empleada para ensayar terrenos en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico. Para el procedimiento se tiene como referencia la Norma ASTM D 1586 y la NTP 339.133:1999.

El ensayo consiste en contar el número de golpes necesarios para que se introduzca a una determinada profundidad una cuchara (cilíndrica y hueca) muy robusta (diámetro exterior de 51 mm e interior de 35 mm), que permite tomar una muestra alterada, en su interior. El peso de la masa está normalizado, así como la altura de caída libre, siendo de 63,5 kg y 76,0 cm respectivamente.

Una vez que la perforación del sondeo alcanza la profundidad a la que se realizará la prueba, sin avanzar la entubación y limpio el fondo del sondeo, se desciende la toma muestras SPT unido al varillaje hasta apoyar suavemente en el fondo. Realizada esta operación, se eleva repetidamente la masa con una frecuencia constante, dejándola caer libremente sobre una contramasa que se coloca en la zona superior del varillaje.

Se contabiliza y se anota el número de golpes necesarios para hincar la cuchara los primeros 15,0 cm (N0-15). Posteriormente se realiza la prueba en sí, introduciendo otros 30,0 cm, anotando el número de golpes requerido para la hincada en cada intervalo de 15,0 cm de penetración (N15-30 y N30-45). El resultado del ensayo es el golpeo SPT o resistencia a la penetración estándar es:  $N(SPT) = N15-30 + N30-45$

Si el número de golpes necesario para profundizar en cualquiera de estos intervalos de 15,0 cm, es superior a 50, el resultado del ensayo deja de ser la suma anteriormente indicada, para convertirse en rechazo (R). El ensayo SPT en este punto se considera finalizado cuando se alcanza este valor. Si, por ejemplo, se llega a 50 golpes en 120 mm en el intervalo entre 0,0 y 15,0 cm, el resultado debe indicarse como N0-15/50 en 120 mm, R.

#### **4.1.9.2.2. Ensayo de Penetración con Cono Peck**

##### **S.E. San José**

En suelos con grava y en roca se reemplaza el extremo abierto del equipo por un cono. Las investigaciones muestran una similitud general entre los valores N para ambos tipos de suelo con la misma densidad.

Este método consiste en penetrar una punta cónica en el suelo y medir la resistencia que el suelo ofrece. En la prueba dinámica puede usarse un penetrómetro cuyo ángulo en la punta corresponde a 60° y un diámetro de 50.8 mm. Este aditamento es atornillado al extremo de la tubería de perforación del equipo SPT, que se golpea en su parte superior de un modo análogo al que se realiza en la prueba de penetración estándar. Esta prueba se realiza por dos razones básicas, su economía y su rapidez pues al no

haber operaciones de muestreo no existe procedimiento de retirar la tubería de perforación y obtener las muestras.

El Cono Peck permite un registro continuo de la resistencia a la penetración, requiriéndose investigaciones adicionales de campo como calicatas, para conocer los tipos de suelos que se atraviesa. Para el registro del ensayo cono Peck se realizó desde la parte superior del estrato, porque se considero que el material en la superficie presentaba características muy similares a los estratos inferiores, ejecutándose previa limpieza de cobertura.

La metodología empleada fue la del Cono Dinámico Tipo Peck UNE 103-801:1994. El RNE – Norma E.050 Art. 10.2.f.

#### **4.1.9.3. Permeabilidad**

##### **S.E. San José**

La permeabilidad de los suelos no solo es característica inherente del material, sino también depende de su estructura. El ensayo nos permite estimar el coeficiente de permeabilidad (k) del suelo.

Entendemos por permeabilidad a la facilidad de movimiento de un flujo a través de un medio poroso, se define como el flujo producido por un gradiente hidráulico unitario.

Para el presente proyecto se realizaron 2 ensayos de permeabilidad, cuyos resultados indican que la permeabilidad es media.

##### **S.E. Yarabamba**

Con el fin de conocer la conductividad hidráulica del terreno, se realizó un ensayo de permeabilidad en laboratorio por el método de carga constante según la norma ASTM D2434. Para este ensayo se obtuvo una muestra de limo ML, a una profundidad de 1.30 m, en la calicata 1.30 m. El ensayo se realizó en muestra remoldeada con una densidad seca de 21 kN/m<sup>3</sup>.

En promedio se obtuvo una permeabilidad de  $2.50 \times 10^{-3}$  cm/seg, lo que equivale según Terzaghi y Peck (1967), a una permeabilidad entre baja y media.

#### **4.1.9.4. Ensayo de Densidad Método Cono de Arena – insitu**

##### **S.E. San José**

Con el objeto de determinar la densidad del suelo, se ha realizado el ensayo de densidad de campo por el método de Cono de Arena.

#### **4.1.9.5. Investigación Geofísica**

##### **S.E. San José**

El ensayo de refracción sísmica, es un método indirecto aplicable a la exploración de las condiciones del subsuelo para diversos usos, los que incluyen investigaciones geológicas, geotécnicas, hidrológicas, ambientales, mineras, petroleras y arqueológicas. Con la finalidad de determinar la estratigrafía de las áreas investigadas y los parámetros dinámicos de los diferentes estratos para evaluar la amplificación sísmica, se ha realizado investigación geofísica por los Métodos de Refracción Sísmica y ensayos MASW en Superficie.

En la zona evaluada con los ensayos de Refracción Sísmica y Masw se identificaron las capas presentes en el subsuelo de acuerdo a las velocidades de ondas de compresión P y de corte S. Los valores de estas velocidades y la información directa de campo ayudan a caracterizar y diferenciar cualitativamente el grado de rigidez de las capas del subsuelo. La velocidad de onda sísmica calculada está relacionada con las propiedades mecánicas del material. Por lo tanto, la caracterización del material puede ser realizada en base a la velocidad de las ondas sísmicas.

Los ensayos Masw sirven para determinar las ondas superficiales, nos permiten determinar los parámetros dinámicos de los suelos y los ensayos de refracción trabajan con las ondas refractarias y determinan la profundidad de los Estratos.

##### **4.1.9.5.1. Ensayo de Refracción Sísmica**

##### **S.E. San José**

Los ensayos de refracción sísmica están orientados a:

- Determinar los perfiles estratigráficos del suelo en función a sus características dinámicas.
- Determinar las características dinámicas de los estratos en función a las velocidades compresionales de las ondas Vp.
- Determinar los parámetros de deformación dinámica de los suelos.

Para lograr con los objetivos técnicos se han ejecutado:

- Líneas sísmicas por el método de refracción sísmica (para el registro de ondas P).
- Las longitudes de tendido de 120m para las líneas de ensayo por el método de refracción sísmica (LRS)

- La fuente de perturbación para todos los ensayos se realizó con una comba de 10kg. que impacta sobre un plato metálico de 1" de espesor.

Los resultados de los ensayos sísmicos, permitieron graficar líneas de la superficie basadas en la topografía, indicando los puntos de ubicación de los geófonos y los puntos de impacto. En la línea se han registrado los perfiles estratigráficos con los valores de velocidad de propagación de ondas longitudinales (P), basados en las dromocrónicas calculadas de los tiempos de llegada de las ondas.

El ensayo consistió en la medición de los tiempos de viaje de las ondas compresionales (Ondas P) generadas por un golpe de impacto producidas por una comba; el impacto fue localizado convenientemente en la parte superior de la calicata y la llegada de la onda fue medida a cada metro.

La energía fue detectada, amplificada y registrada de tal manera que puede determinarse su tiempo de arribo en cada punto. El inicio de la grabación fue dado a partir de un dispositivo o SWITCH que nos da el tiempo cero para evaluar el tiempo de recorrido.

Estos datos tiempo y distancia, usado para cada caso especial, una variación del Punto de Disparo (o aplicación de la energía), nos permite evaluar las velocidades de propagación de ondas P, a través de los diferentes suelos cuya estructura, geometría, continuidad son investigadas. Se utilizó el método de "Delete Time" para análisis de los resultados. En el presente trabajo se utilizó la Estación Portátil de Prospección Sísmica GEOMETRICS S24.

### **S.E. Yarabamba**

De acuerdo a los resultados se identifica un aumento de la velocidad de onda de corte y onda compresional en profundidad, lo cual este asociado al aumento de la rigidez de los materiales. De acuerdo con los ensayos geofísicos se infiere la presencia de tres estratos.

### **Líneas LS01 y LW01**

El primer estrato se asocia con una arena limosa suelta, con grava superficial, presenta velocidades de propagación de ondas "P" de 271.5 m/s y la velocidad de propagación de ondas S varia de 384.6 m/s a 547.8 m/s, profundidad de 0.0 m a 2.0 m. El segundo estrato se infiere la presencia de suelo aluvional, arena limosa densa muy compacta, presenta velocidades de propagación de ondas "P" de 893.3 m/s y la velocidad de propagación de ondas S varia de 427.1 m/s a 539.6 m/s, profundidad de 2.0 m a 11.0

m. El tercer estrato se infiere que corresponde a suelo aluvial compacto o roca muy alterada, presenta velocidades de propagación de ondas "P" de 2681.3 m/s. y la velocidad de propagación de ondas S varia de 427.1 m/s a 644.86 m/s, profundidad de 11.0 m a 30.0 m

#### **Líneas LS01 y LW01**

El primer estrato corresponde arena limosa suelta, con grava superficial, presenta velocidades de propagación de ondas "P" de 283.5 m/s y la velocidad de propagación de ondas S varia de 379.6 m/s a 544.1 m/s, profundidad de 0.0 m a 2.0 m. El segundo estrato se infiere la presencia de suelo aluvional, arena limosa densa muy compacta, presenta velocidades de propagación de ondas "P" de 872.9 m/s y la velocidad de propagación de ondas S varia de 430.6 m/s a 532.1 m/s, profundidad de 2.0 m a 11.0

m. El tercer estrato se infiere que corresponde a suelo aluvial compacto o roca muy alterada, presenta velocidades de propagación de ondas "P" de 2881.9 m/s. y la velocidad de propagación de ondas S varia de 436.5 m/s a 611.97 m/s, profundidad de 11.0 m a 30.0 m.

#### **4.1.9.5.2. Ensayo MASW**

##### **S.E. San José**

El ensayo Masw consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas de corte (Vs) generadas por un golpe de impacto producidas por una comba de 10 kg. El tendido de la línea se realiza con la dirección Ing. Geofísico, quien adecuará el tendido con criterio, considerando la topografía de la zona del proyecto. Para el presente proyecto se ejecutó 2 Líneas sísmicas del método MASW (para el registro de ondas S), siendo las longitudes de tendido de 50 m. para cada uno de las líneas de ensayo por los métodos de análisis multicanal de ondas secundarias - MASW.

Para el presente proyecto se ha empleado 24 geófonos de 4.5Hz de frecuencia, distribuidos a lo largo de la línea de tendido. Los puntos de shot fueron colocados a los 5m, 10m y 15m, en los extremos de la línea de tendido.

La fuente de perturbación para todos los ensayos fue una comba de 10kg. Que impacta sobre un plato metálico de 1" de espesor, de tal manera que los golpes con la comba se dan en los lados laterales del tendido (cada 5m, 10m, 15m al inicio y al final de tendido).

### **S.E. Yarabamba**

En la siguiente tabla se presenta la nomenclatura y localización de líneas geofísicas de ondas superficiales ejecutadas en la zona de estudio de la Subestación Yarabamba.

**Tabla 4.1-103.** Localización Ensayos MASW

IS MASW	Coordenadas UTM (DATUM WGS 84 ZONA 19)		Longitud (m)
	Este (m)	Norte (m)	
LW 01	231245	8173527	100
LW 02	231140	8173769	100

Fuente: Estudio Geotécnico y Geológico – S.E. Yarabamba

### **4.1.9.6. Ensayos de laboratorio**

#### **4.1.9.6.1. Ensayo Estándar**

### **S.E. San José**

Con las muestras alteradas obtenidas de las excavaciones, se realizaron ensayos estándar de clasificación de suelos y de propiedades físicas, consistentes en: Análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg (líquido y plástico), contenido de humedad. Los ensayos se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM), Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- Límites de Atterberg ASTM D-4318
- Contenido de humedad ASTM D-2216
- Clasificación SUCS ASTM D-2487

#### **4.1.9.6.2. Ensayo Especiales**

### **S.E. San José**

#### **Ensayos de Próctor Modificado y CBR**

Es un método, mediante el cual se puede reproducir en el laboratorio las condiciones de compactación en obra del material. Siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials ASTM D-1557.

#### **4.1.9.6.3. Ensayos de clasificación de suelos**

##### **S.E. Yarabamba**

Para determinar la clasificación de suelos se realizaron ensayos bajo el cumplimiento establecido en las normas correspondientes:

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- ✓ Límites de Atterberg ASTM D-4318
- ✓ Clasificación SUCS ASTM D-2487

La humedad natural del suelo, se determinó siguiendo el procedimiento establecido en la Norma ASTM D-2216.

#### **4.1.9.6.4. Ensayos de corte directo**

##### **S.E. Yarabamba**

Durante la exploración de campo no fue posible la recuperación de muestras "inalteradas" en tubo shelby, por las características físicas de los materiales (arenas y limos no plásticos), no obstante, se realizaron ensayos de corte directo consolidado drenado, mediante la normativa ASTM D3080, en muestras remoldeadas.

#### **4.1.9.6.5. Ensayos de Proctor modificado y CBR**

##### **S.E. Yarabamba**

El ensayo de Proctor Modificado permite determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad de los suelos compactados en un molde de un determinado tamaño con un pisón de 10 lbs, que cae desde una altura promedio de 18 pulgadas (45,7 cm), produciendo una energía de compactación de 56.000 lb-pie/pie<sup>3</sup>.

El ensayo de CBR se realizó con la finalidad de medir la resistencia al corte (esfuerzo cortante) y rigidez del suelo de apoyo de estructuras viales bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la norma ASTM denomina a este ensayo, simplemente como "Relación de soporte" y está normado con el número ASTM D 1883.

El ensayo de CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases, sub base, sub rasantes en pavimentos de carreteras y material de relleno estructural.

#### **4.1.9.6.6. Ensayos químicos**

##### **S.E. Yarabamba**

Con la finalidad de conocer la agresión química del terreno a la cimentación se realizaron ensayos de análisis químico para determinar, en las muestras de suelo, el contenido de cloruros y sulfatos. Los ensayos fueron realizados EN EL LABORATORIO DE LA Universidad Nacional Agraria La Molina, siguiendo los procedimientos establecidos en las respectivas normas:

- ✓ Contenido de sulfatos ASTM D-516
- ✓ Contenido de cloruros ASTM D-512

De acuerdo con los resultados, desde el punto de vista geotécnico, no son necesarias medidas adicionales para la mezcla de concreto, por lo tanto, la resistencia mínima y el tipo de cemento será definido por el ingeniero estructural.

#### **4.1.9.6.7. Ensayos de colapso**

##### **S.E. Yarabamba**

Se ejecutaron ensayos de colapso siguiendo los procedimientos de la norma ASTM D5333 con saturaciones a presiones de 100 kPa, y 200 kPa. Se realizaron dos ensayos en muestras inalteradas y uno, en una muestra remoldeada.

#### **4.1.9.7. Parámetros de resistencia al corte**

En este capítulo se resumirá la metodología empleada para determinar los parámetros de resistencia cortante del suelo evaluado en la zona del proyecto, en función a sus características físicas, ensayos de campo y ensayos de laboratorio, que servirán para la determinación de la capacidad admisible de las estructuras de cada Subestación.

##### **4.1.9.7.1. Ángulo de Fricción**

##### **S.E. San José**

Para las investigaciones referidas al ángulo de fricción, a determinar en laboratorio teniendo en cuenta la densidad del suelo en pozas de prueba a diferentes densidades, se consideró la relación propuesta por Ohsaki obteniéndose valores del NSPT, cuyos resultados al compararse con los obtenidos de los ensayos de corte directo fueron favorables. Por lo expuesto, dado que la relación propuesta por Ohsaki tiene resultados confiables, se optó usar la relación propuesta por dicho autor.

### **S.E. Yarabamba**

El ángulo de fricción de los materiales granulares, se calculó a partir de correlaciones con el número de golpes registrado en el SPT, específicamente, con la correlación propuesta por Kishida.

#### **4.1.9.7.2. Cohesión (C)**

### **S.E. San José**

Para el presente proyecto en concordancia con la Norma E-050; se asumirá para todos los casos una cohesión  $C=0 \text{ Kg/cm}^2$ ; por ser el suelo predominantemente conformado por arenas mal gradadas.

#### **4.1.9.7.3. Ángulo de Arrancamiento**

### **S.E. San José**

Existen muchos autores que presentan valores del ángulo de arrancamiento y su relación con el ángulo de fricción. En 1980 Jiménez Salas considera para efectos de diseño los  $2/3$  del ángulo de fricción que es muy similar a los valores presentados por otros autores. Como conclusión de los resultados favorables obtenidos de la experimentación, se opta por la relación citada.

#### **4.1.9.7.4. Módulo de elasticidad**

### **S.E. San José**

Los datos obtenidos fueron corroborados con los resultados de los ensayos de Refracción Sísmica y Ensayos Masw dando resultados favorables, motivo por el cuál se considera esta correlación como confiable para ser utilizada para el cálculo de Módulo de Elasticidad.

### **S.E. Yarabamba**

El módulo de elasticidad para el estrato de gravas con arenas y bloques, fue calculado mediante correlaciones con el ensayo SPT, pero a su vez, este fue validado mediante los resultados obtenidos por métodos geofísicos, pues la ejecución del ensayo SPT en este estrato estuvo limitada por la alta rigidez de los materiales, presentando rechazo en la prueba.

Conocida la velocidad de corte ( $v_s$ ), la velocidad de ondas compresionales ( $v_p$ ) y la densidad del estrato ( $\rho$ ), con las relaciones matemáticas expresadas a continuación, es posible estimar la relación de Poisson ( $\nu$ ), los módulos de Elasticidad ( $E_o$ ) y los módulos

de corte máximo ( $G_0$ ) para bajas deformaciones. Conocido el valor de  $G_0$  se pueden estimar módulos de rigidez al cortante ( $G$ ) y elásticos ( $E$ ) correspondientes a una deformación angular de 0,1% o mayor.

El comportamiento real de los suelos es no lineal, por ende, la rigidez de este varía con el nivel de deformación impuesto. El módulo de rigidez obtenido a partir de ensayos geofísicos corresponde a bajas deformaciones ( $10^{-6}$  a  $10^{-5}$ ), por tanto, para efectos de verificación de asentamientos en fundaciones, se debe usar un módulo de rigidez modificado. Partiendo de los resultados de perfil de ondas de compresión y ondas de corte.

#### **4.1.9.7.5. Coeficiente de Balasto**

##### **S.E. San José**

El Coeficiente de Balasto " $k$ ", es la relación entre el esfuerzo aplicado " $q_{adm}$ " y el asentamiento " $S_i$ " generado en el suelo por dicho esfuerzo y se expresa en  $kg/cm^3$ . Los resultados del coeficiente de Balasto se adjuntan al informe en el Anexo C: "Capacidad Admisible".

#### **4.1.9.7.6. Coeficiente de presión lateral de tierras**

##### **S.E. San José**

Los coeficientes de empuje de tierras se evalúan en función del movimiento relativo del muro o estructura de contención.

#### **4.1.9.7.7. Conductividad hidráulica de los materiales**

##### **S.E. Yarabamba**

Para estimar la conductividad hidráulica de los materiales se recurre a valores típicos de la literatura técnica en función del tipo de suelo. De acuerdo con Jay Ameratunga, Nagaratnam Sivajugam y Braja M Das (2016), la conductividad hidráulica promedio de un suelo areno limoso es del orden de  $1 \times 10^{-2}$  cm/seg.

#### **4.1.9.8. Análisis de Cimentación en suelo**

##### **4.1.9.8.1. Profundidad de la cimentación**

###### **S.E. San José**

Tomando en cuenta las características geológicas – geotécnicas de los suelos evaluados en el trabajo de campo, las dimensiones de las estructuras proyectadas y los niveles de carga impuesta por estas últimas; se ha determinado las profundidades mínimas de cimentación.

##### **4.1.9.8.2. Capacidad Admisible Suelo**

###### **S.E. San José**

###### Capacidad admisible por resistencia

La capacidad de carga se ha analizado usando la fórmula de Terzaghi y Peck (1967) con los parámetros de Vesic (1973).

###### Capacidad admisible por asentamiento

De acuerdo a Terzaghi y Peck (1967), se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1" (2.54 cm), y para el caso de Platea de Cimentación se consideró 1" (2.54 cm). Para determinar el asentamiento en suelos granulares se ha usado el método propuesto por Schmertmann y Hartman (1978).

#### **4.1.9.9. Conclusiones y recomendaciones**

###### **S.E San José**

- De la evaluación de la investigación de la geodinámica externa, no se aprecia factores externos que pongan en riesgo la ejecución y servicio de la futura subestación. Sin embargo, se recomienda un adecuado sistema de drenaje, que durante épocas de precipitaciones pluviales controle la saturación del terreno, dónde se ubicarán las estructuras a fin de evitar asentamientos.
- Los resultados indican que la permeabilidad es media.
- Se recomienda para la geometría del talud de relleno la utilización del talud 2H: 1V, considerando una altura máxima de 3.00 m.
- Se recomienda para la geometría del talud de corte la utilización del talud 1H: 2V, debido a la presencia de finos observados en las calicatas.

- Se recomienda colocar rocas sueltas mayores de 3", acomodadas en forma irregular sobre la superficie del talud del relleno estructural, como medida de protección de agentes geodinámicas externos, principalmente por los efectos de las partículas finas en suspensión que transportan los vientos. Siguiendo el procedimiento adecuado, no es necesario colocar materiales adhesivos.
- De los ensayos MASW realizados en campo se determina una clasificación sísmica predominante que corresponde al suelo Tipo D según el IBC. Este tipo de perfil de suelo se clasifica dentro de los parámetros definidos por la norma peruana E-030 como un suelo tipo S2.
- Para los análisis de estabilidad por métodos pseudo-estáticos para taludes y muros de contención importantes que requieran análisis sísmico, se recomienda emplear un coeficiente sísmico igual a 1/2 de la aceleración máxima en suelo tipo S1, que corresponde a un valor de 0.28 para el proyecto.

#### **S.E. Yarabamba**

- Se realizaron 10 sondeo SPT, 10 calicatas y dos ensayos de refracción sísmica y dos ensayos MASW. Esta exploración permitió la ejecución de ensayos de campo, y la recuperación de muestras alteradas para la posterior ejecución de ensayos de laboratorio. La exploración directa alcanzó una profundidad máxima de 5.0 m, mientras que con los ensayos geofísicos se alcanzaron profundidades superiores a 30.0 m.
- La exploración geotécnica existente ha sido desarrollada en el año 2014. Posteriormente al terreno se le realizaron una serie de intervenciones, todas necesarias para generalizar las condiciones necesarias para la construcción de las obras civiles y la implementación de los equipos electromecánicos. Actualmente en la superficie de la plazoleta de la subestación se observa una capa constituida por material granular; la cual puede variar entre 0.0 m y 1.0 m.
- Con el fin de efectuar la caracterización geotécnica de los materiales, se realizaron ensayos de laboratorio tales como; granulometría por tamizado, humedad natural, límites de consistencia, corte directo CD, colapso, sulfatos, cloruros, Proctor modificado, y ensay CBR.

- Se realizó la caracterización geotécnica de los materiales de la zona de estudio, basada en los resultados de los ensayos de campo (SPT y ensayos geofísicos), resultados de ensayos de laboratorio, muestras de suelo extraídas, entre otros. Como resultado se estima que, el perfil estratigráfico está conformado desde superficie hasta 1.0 m aproximadamente por materiales areno limosos de grano fino y de color gris claro. Subyaciendo, se encuentra un estrato de limo arenoso identificado por exploración directa hasta una profundidad máxima de 7.0 m, y por exploración indirecta probablemente hasta una profundidad de 18.0 m. Estos materiales de acuerdo con el ensayo SPT y velocidad de onda de corte, son materiales densos a muy densos, con un grado de resistencia aceptable para cimentar las obras civiles de la subestación.
- Durante la campaña de exploración geotécnica de campo, no se registraron niveles de agua subterránea en las perforaciones y calicatas, hasta una profundidad de 7.0 m. Es importante resaltar que este nivel puede fluctuar estacionalmente de acuerdo con la cercanía de la zona de estudio con afluentes hídricos, zonas de acumulación de agua y los períodos de lluvia y estiaje donde incrementan o disminuyen las precipitaciones de acuerdo con la intensidad de los períodos invernales y/o verano. Por lo anterior, no se descarta completamente que en algún momento se presenten aguas subterráneas.
- De acuerdo con los resultados del ensayo de penetración estándar (SPT), ensayos de laboratorio y resultados de medición de velocidad de ondas de corte, se encuentra que los materiales en la zona de estudio aumentan su rigidez y resistencia en profundidad, por lo que son considerados aptos para cimentar las obras objeto de este estudio. En general para el rango de cargas esperadas y según el tipo de obras proyectadas, se recomienda la fundación de las estructuras como transformadores, pórticos, equipos, edificaciones y demás en cimentaciones superficiales, de acuerdo con los ábacos de capacidad de carga presentados en este informe, en los cuales se presentan valores de capacidad de carga para cimentaciones de diferentes dimensiones y profundidades.

#### **4.1.10. Paisaje**

Para el desarrollo de este ítem se ha tomado como referencia la Guía para la Elaboración de Línea Base en el Marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental formulada por el Ministerio del Ambiente (MINAM), ítem 4.3. Paisaje visual.

Como parte de la caracterización del entorno físico del Proyecto se realizó un análisis del paisaje y de cómo este es percibido desde los puntos de interés considerados en el presente estudio. Para dicho fin se ha recopilado principalmente información fotográfica obtenida durante los trabajos de gabinete y campo. A continuación, se describen las metodologías de caracterización utilizadas y posteriormente, los resultados de dicha caracterización en relación a las áreas de emplazamiento de las intervenciones del proyecto.

Los aspectos analizados en relación al paisaje del área de influencia son los siguientes:

- Identificación de los puntos de observación
- Obtención de las cuencas visuales
- Determinación de las unidades paisajísticas
- Análisis de calidad visual
- Análisis de capacidad de absorción visual y fragilidad visual
- Integración de calidad y fragilidad visual

A continuación, se describe la metodología aplicada en la descripción del paisaje

##### **4.1.10.1. Metodología**

Con el objetivo de realizar el análisis de calidad visual del paisaje, se empleó el método de valoración aplicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), el Servicio Forestal y la Oficina de Manejo de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica (BLM, por sus siglas en inglés). En la evaluación de la fragilidad visual del paisaje, se empleó la metodología para la evaluación de la Capacidad de Absorción Visual (CAV, Yeomans, 1986). Para la evaluación paisajística se complementó el estudio, identificando unidades de paisaje en base a su fisiografía local y cobertura vegetal.

El objetivo de la descripción del paisaje es realizar el análisis del paisaje desde el enfoque visual (paisaje visual), el cual se enfoca en la estética o la percepción visual, involucrando así la descripción de los componentes paisajísticos biológicos, físicos y antrópicos, así como la interacción espacial de estos elementos y las principales dinámicas que tengan dimensión paisajística; incluyendo el análisis de calidad visual, el análisis de fragilidad y capacidad de absorción visual del paisaje, donde se proyectará el área de influencia del proyecto.

#### 4.1.10.2. Identificación de los puntos de observación

##### Criterios para la determinación del punto de observación

La visibilidad del paisaje asociado al área de influencia del proyecto está definida por el análisis de accesibilidad visual, lo que permite definir zonas accesibles y no accesibles visualmente. Para la elección del punto de observación se consideró dos criterios básicos:

- El primero es la distancia, ya que a medida que esta aumenta, la calidad de la percepción visual disminuye.
- El segundo criterio es la existencia de áreas de concentración visual (puntos de observación o miradores que pueden ser caminos o poblados).

A continuación, se presentan las coordenadas de ubicación en UTM de los puntos de observación:

**Tabla 4.1-104.** Puntos de observación

Punto de Observación	Coordenadas UTM (DATUM WGS 84 ZONA 19)	
	Este (m)	Norte (m)
PO- 01	200315	8154381
PO- 02	202200	8156511
PO- 03	204289	8158285
PO- 04	208579	8167826
PO- 05	208519	8173141
PO- 06	210686	8175757
PO- 07	215089	8176921
PO- 08	228245	8174780
PO- 09	231759	8173282
PO- 10	231279	8173333

Elaborado por: FCISA, 2024

Considerando la información de la ubicación de los puntos de observación seleccionados y, además, tomando como base el modelo de elevación digital (DEM) se procedió a la construcción de las cuencas visuales, las cuales se presentan en el Mapa de Cuencas visuales adjunto en el Anexo N°4.1.1 "Mapas temáticos".

#### **4.1.10.3. Zonificación Paisajística**

Para delimitar las unidades paisajísticas, se aplicó el criterio fisiográfico, el cual considera el relieve, material litológico, cobertura vegetal y desarrollo antrópico; todos actuando bajo un mismo clima y en un lapso de tiempo determinado. Bajo esta concepción, el análisis fisiográfico debe entenderse como una metodología que apunta hacia la realización de un inventario estructurado de los paisajes (Villota, 1997).

Entre estos factores ambientales, biológicos y antrópicos, se pueden citar como los más importantes desde el punto de vista visual: el relieve, la vegetación, y la ocupación del espacio urbano – rural. Si bien el paisaje es la resultante de la interacción de los diferentes factores ambientales, se considera al relieve y la vegetación natural los de mayor relevancia. Así mismo, las formaciones vegetales consideradas en la clasificación paisajística.

#### **Criterios de clasificación paisajística**

Para clasificar el paisaje del área de influencia, se consideró a los siguientes componentes determinantes en la configuración del paisaje visual del área de intervención:

- Gran paisaje o agrupación geomorfológica
- Formación vegetal
- Desarrollo antrópico

### Gran paisaje o agrupación geomorfológica

Constituida por unidades geomorfológicas con rasgos macro estructurales, debido a los factores y procesos que han estado y están actuando sobre ellas. Se divide en las siguientes categorías:

#### *Unidad de paisaje*

Categoría que implica una relación espacial y geográfica que se manifiesta en determinadas características externas, modeladas por la acción del clima y sus variables modificadoras (acción erosiva de la precipitación, intemperismo por cambios bruscos de temperatura, entre otros) y/o movimientos orogénicos que la modelan.

#### *Unidad de relieve y pendientes o de sub paisaje*

Representa el elemento base, una forma del terreno muy específica y definida a la que se le puede calificar de acuerdo con la acción de ciertos procesos que actúan sobre ella.

### Formación vegetal

Unidad de vegetación condicionada por los siguientes factores climáticos: régimen de lluvias, humedad, evapotranspiración, temperatura y las características del suelo.

### Desarrollo antrópico

Referido al escenario o efectos ambientales provocados por la acción del hombre sobre el paisaje. Este puede ejercer un contraste diferenciado, dependiendo del tipo de actividad o asentamiento (urbano, agrícola, transportes, industrial, entre otros).

#### **4.1.10.4. Unidades paisajísticas**

Según el United Nations Environment Programme (UNEP, 1982), el paisaje también puede conceptualizarse como "la parte perceptible de la tierra definida por la relación e interacción entre diversos factores: suelo, relieve, agua, clima, flora, fauna y el hombre; combinación de aspectos naturales, culturales, históricos, funcionales y visuales. El paisaje puede ser considerado como el reflejo de la actitud de la comunidad con respecto a su medio natural y de la forma en que actúa sobre el mismo". Para caracterizar las unidades paisajísticas del área de influencia se describieron e integraron los siguientes componentes del paisaje propuestos por Móniz y Schmidt (1996) y por el Ministerio de Medio Ambiente de España (MAA, 2004):

- Físicos: Elementos y procesos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos de relevancia.
- Bióticos: Elementos y procesos biológicos y ecológicos de dimensión paisajística, prestando atención especial a variables de vegetación estacional como la dominancia de determinados estratos o la cobertura vegetal y el tipo de la misma.
- Antrópicos: Elementos antrópicos centrados en los usos y aprovechamiento del suelo y en su grado de integración con el paisaje (p.ej. núcleos urbanos, fragmentos de ecosistemas, infraestructuras, elementos culturales, entre otros).

A estos tres grandes bloques podrían añadirse las condiciones atmosféricas (i.e. tiempo atmosférico y el estado del cielo), que en algunos casos puede condicionar notablemente la percepción de los demás componentes del paisaje (MAA, 2004).

A continuación, se describen los componentes paisajísticos que están sistemáticamente seleccionados y agrupados en:

- Componentes naturales u orden de la naturaleza: Conformados por los elementos físicos y bióticos.
- Actuación humana u orden de las sociedades: Obras culturales que destacan visualmente en el paisaje, como centros poblados, caminos u otras modificaciones del entorno de causa o influencia antrópica.
- Organización visual del espacio: Evalúa y resume la interacción de los componentes naturales y acción humana, de modo que exprese el efecto visual de estas relaciones. Las relaciones entre las características visuales de los distintos componentes pueden describirse en términos de su contraste visual, dominancia visual e importancia relativa de las características visuales (MAA, 2004). Dentro de esta descripción visual, se consideran las siguientes características (Smardon, 1979 en MAA, 2004):
  - Color: Propiedad de reflejar la luz con una particular intensidad y longitud de onda.
  - Forma: Volumen o figura de un objeto o de varios objetos que aparecen unificados visualmente.
  - Línea: Camino real o imaginario que percibe el observador: cuando existen fuertes contrastes entre los elementos visuales como color, forma o textura o cuando los objetos se presentan en una secuencia unidireccional.


- Textura: Manifestación visual de la relación entre luz y sombra, motivada por las variaciones existentes en la superficie de un objeto.
- Dimensión y escala: Tamaño o extensión de un elemento integrante del paisaje.
- Configuración espacial o espacio: Elemento visual complejo que engloba el conjunto de cualidades del paisaje determinadas por la organización tridimensional de los objetos y los espacios libres o vacíos de la escena.
- Dinámicas: El paisaje puede mostrar indicios de las dinámicas resultantes de la interacción de estos elementos.


#### **4.1.10.4.1. Determinación de las unidades paisajísticas**


##### **Descripción de las unidades de paisaje**

A continuación, se describen cada una de las unidades paisajísticas definidas y se evalúan sus características más importantes:

**Tabla 4.1-105.** Descripción de las unidades paisajística

Unidad paisajística	Descripción	Registro fotográfico
Paisaje de planicies asociado a desiertos costeros	<p>El Paisaje de Planicies Asociado a Desiertos Costeros de la región de Arequipa es un ecosistema característico de la costa árida peruana. Este paisaje se extiende por amplias planicies y áreas de baja elevación, desde el nivel del mar hasta aproximadamente 500 metros de altitud, con un clima extremadamente seco y cálido, marcado por escasas precipitaciones anuales y temperaturas altas durante la mayor parte del año.</p> <p>La vegetación en estos desiertos costeros es escasa y adaptada a la sequedad extrema.</p>	

Unidad paisajística	Descripción	Registro fotográfico
Paisaje de colinas asociado a desiertos costeros	<p>El Paisaje de Colinas Asociado a Desiertos Costeros en la región de Arequipa es un ecosistema árido y característico de la costa peruana, marcado por su topografía ondulada y su clima seco. Estas colinas se extienden desde la zona costera hacia el interior, alcanzando elevaciones de entre 100 y 500 metros sobre el nivel del mar.</p> <p>La cobertura vegetal en estas colinas es mínima y está compuesta por especies adaptadas a la sequía y a la falta de nutrientes en el suelo, como Tillandsia spp.</p>	 <p>24/7/2024 11:51 a.m.</p>

Unidad paisajística	Descripción	Registro fotográfico
Paisaje de montañas asociado a cardonales	<p>El Paisaje de Montañas Asociado a Cardonales en la región de Arequipa es un ecosistema característico de zonas montañosas áridas donde predomina la vegetación de cactáceas, principalmente cardones. Este tipo de paisaje se encuentra en elevaciones medias y altas de entre 500 y 3,000 metros sobre el nivel del mar, en áreas con alta exposición solar y precipitaciones escasas, que favorecen la presencia de plantas adaptadas a condiciones de sequedad extrema.</p>	

Elaborado por: FCISA, 2024

#### **4.1.10.5. Cuencas visuales**

En esta sección se desarrolla el análisis y evaluación de cuencas visuales definidas a partir de puntos de concentración visual del paisaje. Los aspectos evaluados en esta sección son el alcance visual (visibilidad), la calidad escénica (calidad visual) y la capacidad de absorción y fragilidad.



El Alcance Visual, se basa en la visibilidad relativa en el área de influencia, con referencia a puntos de observación. Dicha evaluación paisajística es de tipo cualitativo, basada en la aplicación de matrices ampliamente utilizadas internacionalmente siendo estas B.L.M., 1980 y SMARDON, 1979.


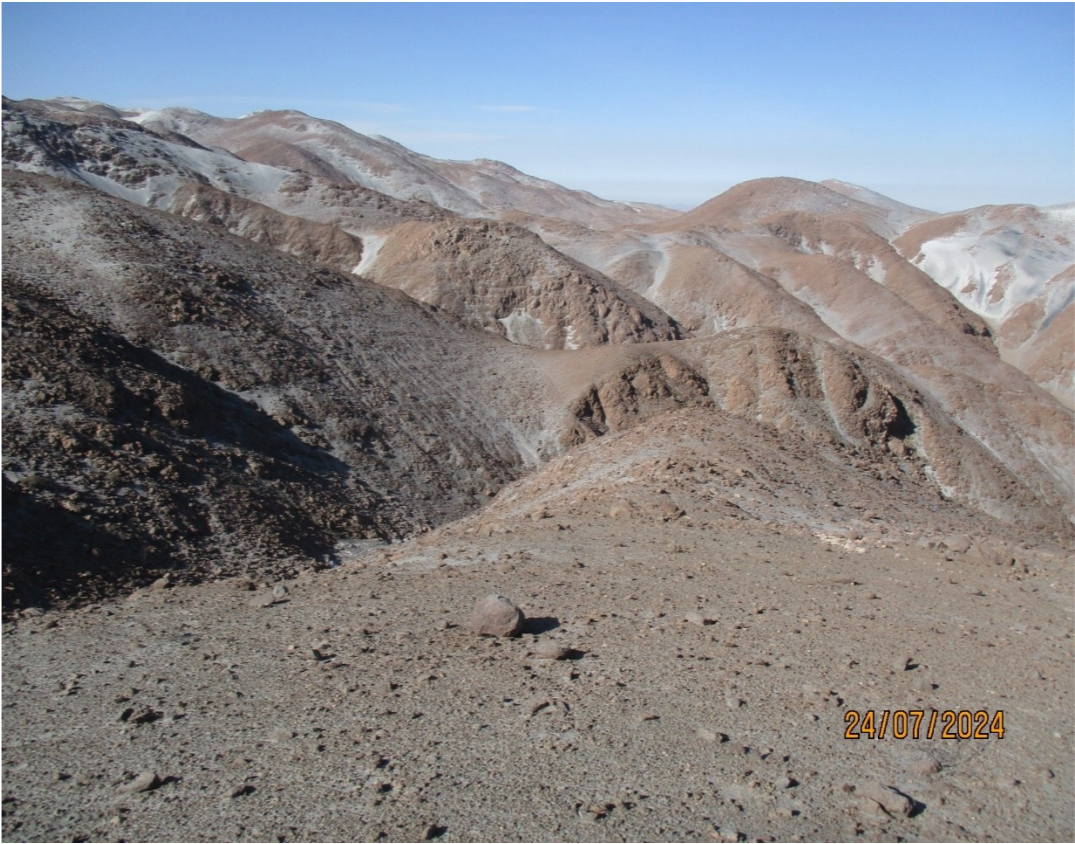
Por Calidad Escénica, se entiende a la medida de la apariencia visual de un terreno, determinada a través de criterios clave como relieve, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza<sup>1</sup> y actuación humana. La Fragilidad Visual, es el factor referido a la facilidad con que un paisaje puede alterarse de manera significativa, siendo elevada cuando los cambios en el paisaje no pueden ser fácilmente absorbidos por el conjunto paisajístico original. En el Anexo 4.1.1 se presenta el Mapa de Cuencas Visuales.



#### **Análisis de cuencas visuales por sectores**



La evaluación paisajística del escenario que será afectado por el proyecto será evaluada con el método de cuencas visuales definiendo en campo áreas de interés visual consideradas así por su exposición ante las actividades del proyecto; se trata de áreas que se expondrán al impacto directo al cual serán expuestas desde el punto de vista de afectación paisajística. Para el estudio se han identificado 10 cuencas visuales, estas unidades han son descritas convenientemente con la terminología "Cuenca Visual", y según su orden de descripción se les identifica con la numeración del 1 al 10, cada una identificada con una simbología apropiada, así, se presentan las siguientes cuencas visuales definidas por sectores:

Tabla 4.1-106. Análisis de cuencas visuales por puntos de observación

Punto de observación	Cuenca visual	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17S		Unidad de paisaje	Registro fotográfico
		Este (m)	Norte (m)		
PO-01	CV-01	200315	8154381	Paisaje de planicies asociado a desiertos costeros	<div>  <div> 19K 200315 8154381  174° S  Altitud:1476.0m  Velocidad:0.0km/h  SAYA  PO-01  26/7/2024 16:05 </div> </div>
PO-02	CV-02	202200	8156511	Paisaje de colinas asociado a desiertos costeros	<div>  <div> 24/07/24 11:50 a. m.  19K 202200 8156511  SUE-02 </div> </div>

Punto de observación	Cuenca visual	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17S		Unidad de paisaje	Registro fotográfico	
		Este (m)	Norte (m)			
PO- 03	CV- 03	204289	8158285	Paisaje de planicies asociado a desiertos costeros		 <div>07/24/24 01:02p. m. 19K 204289 8158285 Altitud:1660.0m</div>
PO- 04	CV- 04	208579	8167826	Paisaje de colinas asociado a desiertos costeros		 <div>24/07/2024</div>

Punto de observación	Cuenca visual	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17S		Unidad de paisaje	Registro fotográfico
		Este (m)	Norte (m)		
PO- 05	CV- 05	208519	8173141	Paisaje de colinas asociado a desiertos costeros	
PO- 06	CV- 06	210686	8175757	Paisaje de colinas asociado a desiertos costeros	

Punto de observación	Cuenca visual	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17S		Unidad de paisaje	Registro fotográfico
		Este (m)	Norte (m)		
PO- 07	CV- 07	215089	8176921	Paisaje de colinas asociado a desiertos costeros	 <p>30/07/24 9:06 a. m. 19K 215089 8176921 SIE-16</p>
PO- 08	CV- 08	228245	8174780	Paisaje de montañas asociado a cardonales	 <p>28/7/2024 11:21 a. m.</p>

Punto de observación	Cuenca visual	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17S		Unidad de paisaje	Registro fotográfico
		Este (m)	Norte (m)		
PO- 09	CV- 09	231759	8173282	Paisaje de montañas asociado a cardonales	 <p>19K 231759 8173282 9° N Altitud:2382.0m Velocidad:0.0km/h SAYA PO-37 26/7/2024 09:10</p>
PO- 10	CV- 10	231279	8173333	Paisaje de montañas asociado a cardonales	 <p>19K 231279 8173333 1° N Altitud:2398.0m Velocidad:0.6km/h SAYA PO-44 26/7/2024 09:05</p>

Elaborado por: FCISA, 2024

#### 4.1.10.6. Análisis de Calidad visual

Para realizar el análisis de calidad visual del paisaje, se empleó el método de valoración aplicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), el Servicio Forestal y la Oficina de Manejo de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica (BLM, por sus siglas en inglés). El cual es una adaptación del método indirecto propuesto por el Bureau of Land Management (BLM, 1980), denominado Matriz de determinación de la Calidad Visual del Paisaje. Este análisis consiste en la asignación de categorías de calidad visual basadas en los siguientes elementos:

- Relieve: Valora la diversidad de relieves y los contrastes existentes.
- Formaciones vegetales: Valora la diversidad de formaciones vegetales y los contrastes existentes.
- Presencia de agua: Valora la presencia y dominancia del agua en el entorno.
- Color: Valora la diversidad de coloraciones y los contrastes existentes.
- Fondo escénico: Valora la influencia de paisajes adyacentes sobre el escenario evaluado.
- Rareza: Valora el grado de exclusividad del paisaje.
- Actuaciones humanas: Valora el grado de afectación del paisaje como consecuencia de actividades humanas.

A cada uno de estos elementos, se les asignó una puntuación establecida de acuerdo con los criterios presentados en la Tabla N°62. Luego de asignar esta puntuación por elemento, se realizó la suma total y se estableció para cada unidad paisajística una clasificación en función de los resultados.

**Tabla 4.1-107** Criterios de evaluación de calidad visual del paisaje (BLM)

Elementos	Criterios de evaluación			
Geomorfología	Criterio	Relieve muy montañoso, marcado y prominente o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular
	Puntuación	5	3	1
Formaciones vegetales o Vegetación	Criterio	Gran diversidad de tipos de vegetación, con formas, textura y distribución particular	Diversidad de formaciones vegetales, pero solamente uno o dos tipos	Poca o ninguna diversidad o contraste en las formaciones vegetales
	Puntuación	5	3	1
Presencia de agua	Criterio	Elemento dominante en el paisaje. Agua visualmente limpia, clara o presencia de aguas blancas (cascadas, rápidos). Espejos de agua	Presencia de agua lórica o lénica pero no dominante en el paisaje	Ausente o no conspicua
	Puntuación	5	3	0
Color	Criterio	Mezclas de coloración de contrastes agradables a la vista entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua o nieve. Combinaciones de color intensas y variadas.	Alguna variedad de colores con alguna intensidad, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste. Presencia de colores apagados
	Puntuación	5	3	1
Fondo escénico	Criterio	El paisaje de los alrededores potencia mucho la calidad visual del conjunto	El paisaje de los alrededores potencia moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje de los alrededores no influencia la calidad visual del conjunto
	Puntuación	5	3	0
Singularidad o Rareza	Criterio	Paisaje único, inusual o muy raro en la región. Posibilidad de contemplar fauna y formaciones vegetales excepcionales	Singular, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
	Puntuación	6	2	1

Elementos	Criterios de evaluación			
Actuaciones humanas	Criterio	Sin actuaciones humanas no deseadas (visualmente hablando). Modificaciones humanas que inciden favorablemente en la calidad visual	Calidad escénica afectada por modificaciones poco armoniosas (parcialmente). Modificaciones que no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen significativamente la calidad escénica
	Puntuación	2	0	-

Fuente: Servicio Forestal y la Oficina de Manejo de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica

Para el cálculo de la calidad visual se emplearon las unidades paisajísticas presentadas para la caracterización de los elementos, los resultados se discuten más adelante.

**Tabla 4.1-108** Clasificación de resultado del análisis de calidad visual

Puntuación	Clase	Calidad de paisaje	Descripción
0 a 11	C	Calidad Baja	Áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura
12 a 18	B	Calidad Media	Áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en las regiones estudiadas y no son excepcionales
19 a 33	A	Calidad Alta	Áreas con rasgos singulares y sobresalientes

Fuente: Servicio Forestal y la Oficina de Manejo de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica

Para la evaluación de la Calidad Visual del Paisaje, se realizó en función al trabajo de campo realizado donde se determinaron los puntos de observación para el presente proyecto. Asimismo, se determinó que, en cada Cuenca Visual se encontró una unidad de Paisaje tal como se muestra en la Tabla N°61 "Análisis de Cuencas Visuales por puntos de Observación", por lo tanto, la evaluación realizada está en relación con las unidades de Paisaje, tomando en consideración su morfología (relieve) (M), vegetación (V), agua (A), color (C), fondo escénico (E), singularidad o rareza (S) y actuaciones humanas (H). En las siguientes tablas se presenta la valoración respectiva por cada cuenca visual:

**Tabla 4.1-109** Resultados de calidad visual del paisaje CV-1 a CV-10

Elementos	CV-1	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CV-6	CV-7	CV-8	CV-9	CV-10
Geomorfología	1	5	1	5	5	5	3	5	3	1
Vegetación	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
Agua	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Color	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
Fondo escénico	0	3	0	3	3	3	3	3	3	5
Rareza	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Actuación humana	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0

Elementos	CV-1	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CV-6	CV-7	CV-8	CV-9	CV-10
<b>Total</b>	4	13	5	13	13	13	11	17	18	13
<b>Calidad visual</b>	Baja	Media	Baja	Media	Media	Media	Baja	Media	Media	Media

Nota: La evaluación se realizó en función a la Unidad de Paisaje. Se ha tomado como referencia el código de la cuenca visual, considerando que existe una cuenca visual considerando que existe una unidad de paisaje por cada una de ellas. Tal como se puede evidenciar en la Tabla N°61.

Elaborado por: FCISA, 2024

Respecto a la evaluación realizada, se concluye que:

- ✓ En el elemento de Geomorfología, predominan los relieves de gran variedad superficial, asignándoles un valor de 05. En las CV-7 y CV-9 se evidenció formas de relieve variados en tamaño y forma, asignándoles un valor de 03. Mientras que, las CV-1, CV-3 y CV-10, presentan relieves planos a colinas suaves, asignándoles un valor de 01.
- ✓ En cuanto al elemento de Vegetación, se evidenció poca diversidad de vegetación en la mayoría de las cuencas visuales, por lo que se les asignó un valor de 01.
- ✓ Respecto al elemento de agua, en todas las CV no se evidenció la presencia de agua es por ello que se les asignó el valor respectivo de 0. A excepción, de la cuenca visual CV-9 que se evidenció la presencia de agua en reposo, pero no dominante en el paisaje, por lo tanto, le corresponde el valor asignado de 03.
- ✓ Respecto al color, la mayoría de las cuencas visuales evaluadas presentan muy poca variación o contraste con el suelo, por lo que se les asignó el valor de 01. Sin embargo, las cuencas visuales de CV-8, CV-9, y CV-10, presentan cierta variedad de color con el suelo, es por ello que se le asignó un valor de 03.
- ✓ Fondo escénico, el paisaje circundante en la mayoría de las cuencas visuales incrementa moderadamente su calidad visual, por lo que se le asignó el valor de 03. En la CV-1 y CV-3, el paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad es por ello que se le asignó un valor de 0.
- ✓ Respecto a la rareza de estas zonas, es bastante común en la región por lo que se le asignó un valor de 1 a todas las CV.
- ✓ Actuaciones humanas, en todas las CV se evidenció que están libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual, por lo tanto, el valor asignado es de 2. A excepción, de la cuenca visual CV-1 y CV-10, donde la calidad escénica se ve

afectada parcialmente, por ello que se le asignó un valor de 0.

- ✓ Por lo tanto, la calidad visual de las cuencas evaluadas en su mayoría es Media, lo cual significa que en estas áreas coexisten elementos visuales que destacan por su singularidad y valor estético, junto con otros que son más habituales.

#### **4.1.10.7. Análisis de Capacidad de Absorción Visual (CAV) y Fragilidad Visual**

Para determinar la fragilidad de cada una de las unidades evaluadas, es decir, el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la ejecución de un proyecto, se empleó la metodología para la evaluación de la Capacidad de Absorción Visual o CAV (CAV, Yeomans, 1986).

El resultado obtenido no expresa directamente la fragilidad visual, sino el término opuesto, la capacidad de absorción visual. La CAV está definida como la capacidad del paisaje para acoger actividades sin que se produzcan variaciones en su carácter visual. Su valoración se realiza a través de factores biofísicos similares a los considerados para determinar la calidad de las unidades del paisaje. Estos factores se integran en la siguiente fórmula:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V + FA)$$

Dónde:

- CAV = Capacidad de absorción visual
- P = Pendiente
- E = Estabilidad del suelo
- R = Vegetación-Regeneración potencial
- D = Diversidad de vegetación
- C = Contraste suelo/ roca
- V = Contraste suelo/vegetación
- FA=Factor de antropización

La fórmula de Yeomans está definida para áreas naturales, motivo por el cual no considera el componente cultural. De acuerdo con otros estudios (Proyecto TRAMA, 2006) se ha introducido un nuevo factor denominado FA (factor de antropización) de modo que se representen mejor las zonas urbanas o con influencia antrópica.

Los valores asignados a los distintos parámetros se muestran en la Tabla N°39. Luego de la asignación de valores a las unidades del paisaje evaluadas, se procedió a su clasificación de acuerdo con el valor calculado de la suma de los distintos parámetros. La clasificación resultante se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4.1-110** Capacidad de absorción visual (CAV)

Factor	Símbolo	Características	Valores de CAV	
			Nominal	Número
Pendiente	P	Inclinado (pendiente > 55%)	Bajo	1
		Inclinación suave (25-55% de pendiente)	Moderado	2
		Poco inclinado (25% > pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	E	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad. Pobre regeneración potencial	Bajo	1
		Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
		Poca restricción de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial de regeneración de vegetación	R	Potencial bajo, sin vegetación	Bajo	1
		Potencial moderado	Moderado	2
		Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación	D	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
		Coníferas, repoblaciones de árboles, cultivos alterados	Moderado	2
		Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Contraste de color entre suelo y roca	C	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
		Contraste visual moderado	Moderado	2
		Contraste visual alto	Alto	3
Contraste suelo/vegetación	V	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
		Contraste visual moderado	Moderado	2
		Contraste visual alto	Alto	3
Factor de antropización	FA	Casi imperceptible	Bajo	1
		Presencia moderada	Moderado	2
		Fuerte presencia antrópica	Alto	3

Fuente: Yeomans, 1986 modificado de acuerdo a estudio TRAMA, 2006.

**Tabla 4.1-111** Clasificación de resultados del análisis de fragilidad visual

Puntuación CAV	Escala	Clase	Fragilidad	Descripción
6 – 18	Baja	I	Alta	Áreas de elevada pendiente y difícilmente regenerables
19 – 34	Moderada	II	Media	Áreas con capacidad de regeneración potencial media
35 – 54	Alta	III	Baja	Áreas con perfiles con gran capacidad de regeneración

Fuente: Yeomans, 1986 modificado de acuerdo a estudio TRAMA, 2006.

**Tabla 4.1-112** Evaluación de capacidad de absorción visual (CAV) y fragilidad visual del paisaje (FVP) CV-1 a CV-10

Elementos	CV-1	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CV-6	CV-7	CV-8	CV-9	CV-10
Pendiente (P)	3	2	3	1	2	1	2	2	2	3
Estabilidad del suelo (E)	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
Regeneración potencial (R)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Diversidad de vegetación (D)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Contraste suelo/vegetación(V)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Contraste suelo/roca (C)	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1
Factor de antropización (FA)	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
<b>CAV = P (E+R+D+C+V+FA)</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>33</b>
<b>Valoración</b>	Moderada	Baja	Moderada	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Moderada	Moderada
<b>Fragilidad</b>	Media	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Media

Nota: La evaluación se realizó en función a la Unidad de Paisaje. Se ha tomado como referencia el código de la cuenca visual, considerando que existe una cuenca visual considerando que existe una unidad de paisaje por cada una de ellas. Tal como se puede evidenciar en la Tabla N°61.

Elaborado por: FCISA, 2024

Según la metodología de la matriz de capacidad de absorción visual (CAV), se aplicó para la evaluación en función a cada cuenca visual, ya que cada cuenca solo cuenta con una Unidad de Paisaje tal como se evidencia en la Tabla N°61.

Por lo tanto, de la evaluación respectiva se concluye que:

- En el elemento Pendiente, predominan en la mayoría de cuencas visuales pendientes de inclinación moderada, asignándoles un valor nominal “Moderado” y un valor numérico “2”. Asimismo, se evidenció una pendiente poco inclinada asignándoles un valor nominal “Alto” y un valor numérico “3” para las cuencas visuales CV-1, CV-3, y CV-10.
- En cuanto al elemento erosionabilidad, en la mayoría de cuencas visuales se ha determinado que la zona presenta mediana regeneración potencial es por ello que se asignó un valor nominal “Moderado” y un valor numérico “2”. Asimismo,

se ha identificado baja regeneración potencial en la CV-4, por lo cual se le asignó un valor de nominal "Bajo" y valor numérico "1".

- En cuanto al elemento potencial de regeneración de vegetación, en la mayoría de cuencas visuales se ha determinado que la zona presenta un bajo potencial de regeneración, es por ello que se asignó un valor nominal "Bajo" y un valor numérico "1". Sin embargo, en las cuencas visuales CV-9 y CV-10 se ha identificado un potencial de regeneración moderado, por lo que se les asignó un valor de nominal "Moderado" con valor numérico "2".
- Respecto a la diversidad de vegetación, en la mayoría de cuencas visuales se ha evidenciado ausencia de cobertura vegetal, por lo cual se les asignó un valor de nominal de "Bajo" y un valor numérico de "1". Sin embargo, en las cuencas visuales CV-9 y CV-10 se identificaron zonas con considerable variedad de vegetación asignándoles un valor nominal "Moderado" y un valor numérico "2".
- Respecto al contraste entre el suelo y la vegetación, en la mayoría de cuencas visuales debido a la ausencia de cobertura vegetal hay un contraste visual imperceptible entre el suelo expuesto y la vegetación adyacente, por lo cual se les asignó un valor de nominal de "Bajo" y un valor numérico de "1". Sin embargo, en las cuencas visuales CV-9 y CV-10 se identificaron contraste visual moderado entre el suelo expuesto y la vegetación adyacente asignándoles un valor nominal "Moderado" y un valor numérico "2".
- Respecto al contraste entre el suelo y la roca, en la mayoría de las cuencas visuales se observa un contraste moderado entre el suelo expuesto y la roca, por lo cual se les asignó un valor de nominal de "Moderado" y un valor numérico de "2". No obstante, en las cuencas visuales CV-1, CV-3, y CV-10 se evidencia un contraste bajo, por lo que se les asignó un valor nominal "Bajo" y un valor numérico "1".
- Respecto al factor de antropización, en la mayoría de las cuencas visuales es casi imperceptible la actuación humana es por ello que se ha asignado un valor nominal "Baja" y valor numérico "1". Sin embargo, hay presencia moderada de actuación humana en las cuencas visuales CV-1 y CV-10, asignándoles un valor nominal "Moderada" y valor numérico "2".

En conclusión, las unidades de paisaje evaluadas CV-2, y CV-4 al CV-8, presentan una capacidad de absorción visual "Baja" y una fragilidad visual "Alta", lo cual significa que

el paisaje presenta poca habilidad de adaptarse a las modificaciones que serán introducidas por el proyecto.

De otro lado, las cuencas visuales CV-1, CV-3, CV-9, y CV-10 presentan una capacidad de absorción visual "Moderada" y una fragilidad visual "Moderada", lo cual significa que el paisaje presenta una capacidad moderada para adaptarse a las modificaciones que serán introducidas por el proyecto.

#### 4.1.10.8. Integración de Calidad y Fragilidad Visual

Los resultados anteriores fueron integrados, lo cual permitió identificar cuál de ellas deberá ser conservada o promovida para protección y cuál es el grado de restricción que presentan a las modificaciones que pueden darse como parte de las actividades del proyecto. Para esta clasificación se hizo el uso de las Clases determinadas por Ramos (1980):

**Tabla 4.1-113** Matriz de clasificación visual

Fragilidad / Calidad Visual	Baja	Media	Alta
BAJA	5	3	2
MEDIA	4		1
ALTA			

Fuente: (Ramos, 1980)

Las posibles combinaciones de calidad-fragilidad, son las siguientes:

- Clase 1: Zonas de alta calidad visual y alta fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.
- Clase 2: Zonas de alta calidad y baja fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística y causen impactos de poca entidad en el paisaje.
- Clase 3: Zonas de calidad media o alta y de fragilidad variable, que pueden incorporarse a las anteriores clases cuando la circunstancias lo aconsejen.
- Clase 4: Zonas de calidad baja y fragilidad media o alta, que pueden incorporarse a la Clase 5 cuando sea preciso.
- Clase 5: Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

**Tabla 4.1-114.** Resultados de clasificación visual CV-1 a CV-10

Elementos	CV-1	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CV-6	CV-7	CV-8	CV-9	CV-10
Calidad visual	Baja	Media	Baja	Media	Media	Media	Baja	Media	Media	Media
Fragilidad visual	Media	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Media
<b>Calidad visual</b>	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3

Nota: La evaluación se realizó en función a la Unidad de Paisaje. Se ha tomado como referencia el código de la cuenca visual, considerando que existe una cuenca visual considerando que existe una unidad de paisaje por cada una de ellas. Tal como se puede evidenciar en la Tabla N°25.

Elaborado por: FCISA, 2024

Para la evaluación de la Integración de Calidad Visual (CVP) y Fragilidad Visual (FVP), se consideró los resultados obtenidos en las Tabla N°64 “Resultados de calidad visual del paisaje”, y la Tabla N°67 “Evaluación de capacidad de absorción visual (CAV) y fragilidad visual del paisaje (FVP)”, aplicando la integración de la Tabla N°68 “Matriz de clasificación Visual”.

En función a ello, se determinó que la clasificación visual de las unidades de paisaje evaluadas CV-2, CV-4 al CV-6, y CV-8 al CV-10, y CV-30, son zonas que tienen una calidad paisajística media, pero con una fragilidad variable perteneciendo a la “Clase 3”, lo que las sitúa en un punto intermedio entre zonas de alta calidad y baja fragilidad (Clase 2) y otras categorías más estrictas.

De otro lado, para las unidades de paisaje evaluadas CV-1, CV-3, y CV-7, son zonas de calidad visual baja y fragilidad media/alta perteneciendo “Clase 4”, que pueden incorporarse a la Clase 5 cuando sea preciso.

#### 4.1.11. Anexos

En la siguiente tabla se presenta el listado de anexos correspondientes al presente capítulo.

Ítem	Contenido	Anexo
<b>01</b>	<b>Mapas temáticos</b>	<b>Anexo N° 4.1.1.</b>
02	Mapa de Clasificación Climática y estaciones meteorológicas	-
03	Mapa Geológico	-
04	Mapa Geomorfológico	-
05	Mapa de Clasificación de suelos	-
06	Mapa de Fisiografía	-
07	Mapa de Capacidad de uso mayor	-
08	Mapa de Uso actual de tierras	-
09	Mapa Hidrográfico	-
10	Mapa Hidrogeológico	-
11	Mapa de Calidad Ambiental	-
12	Mapa de Susceptibilidad a movimientos en masa por lluvias fuertes	-
13	Mapa de Susceptibilidad a inundaciones por lluvias asociadas a eventos El Niño	-
14	Mapa de Sismicidad	-
15	Mapa de pendientes	-
16	Mapa de Cuencas visuales	-
<b>17</b>	<b>Reportes de monitoreo ambiental</b>	<b>Anexo N° 4.1.2</b>
<b>18</b>	<b>Estudios de geotecnia</b>	<b>Anexo N° 4.1.3</b>
<b>19</b>	<b>Data meteorológica</b>	<b>Anexo N° 4.1.4</b>
<b>20</b>	<b>Documentación de caracterización de suelos</b>	<b>Anexo N° 4.1.5</b>

Elaborado por: FCISA, 2024