



ISA CONSORCIO TRANSMANTARO

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV
Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones
y Subestaciones Asociadas"


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968



CAPÍTULO 4

LÍNEA BASE AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Preparado por:



INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Av. Juan de Arona 735 Of. 9102, San Isidro, Lima, Perú

Teléf.: (+511) 203 12 00

e-mail: info@inerco.com

<http://www.inercoperu.com.pe>


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


MSc. J. Sebastián Villalva
BIOLOGO
C.O.B.I.P. N° 15140



ÍNDICE DE CONTENIDO

4	LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO-----	11
4.1	Medio Físico -----	11
4.1.1	Metodología	11
4.1.1.1	Metodología general aplicable al medio físico-----	11
4.1.1.2	Metodología específica-----	13
4.1.2	Medio Físico	40
4.1.2.1	Geología -----	40
4.1.2.2	Geomorfología -----	93
4.1.2.3	Suelos -----	119
4.1.2.4	Hidrografía -----	219
4.1.2.5	Calidad del Agua -----	260
4.1.2.6	Hidrogeología-----	310
4.1.2.7	Atmósfera-----	317
4.1.2.8	Geotecnia-----	409
4.1.2.9	Paisaje -----	443


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


MIRTHA SANTANA VILLALBA
BIOLOGO
COBOP N° 15140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1-1: Cartas y boletines geológicos	14
Tabla 4.1-2: Parámetros a Muestrear	23
Tabla 4.1-3: formaciones geológicas del área de estudio	42
Tabla 4.1-4: Unidades geológicas en relación a los componentes del Proyecto	63
Tabla 4.1-5: Niveles de susceptibilidad a remoción en masa	76
Tabla 4.1-6: Zonas vulnerables a eventos de remoción en masa	81
Tabla 4.1-7: Niveles de susceptibilidad a inundación por erosión fluvial	82
Tabla 4.1-8: Sismos Históricos cercanos al área de estudio	85
Tabla 4.1-9: Unidades geomorfológicas en el área de estudio	96
Tabla 4.1-10: Unidades de Estabilidad y Riesgo Geodinámico	117
Tabla 4.1-11: Número de calicatas y chequeos para el área de Influencia del Proyecto	120
Tabla 4.1-12: Coordenadas de ubicación de las calicatas del estudio de suelos	121
Tabla 4.1-13: Clasificación de los suelos según el Soil Taxonomy – USDA (13th ed. 2022)	128
Tabla 4.1-14: Fases por pendiente en el área de estudio	129
Tabla 4.1-15: Unidades cartográficas de suelos	129
Tabla 4.1-16: Características generales de los suelos identificados en el área de estudio	131
Tabla 4.1-17: Características fisicoquímicas de los suelos identificados en el área de estudio	132
Tabla 4.1-18: Esquema de clasificación de tierras según el D.S. N° 005-2022-MIDAGRI	161
Tabla 4.1-19: Unidades de Clasificación de Uso Mayor De Tierras	163
Tabla 4.1-20: Grandes grupos de Uso Actual de la Tierra	177
Tabla 4.1-21: Uso Actual de la Tierra en el área de influencia del Proyecto	178
Tabla 4.1-22: Conflictos de uso de tierra en el área del Proyecto- Estructuras	192
Tabla 4.1-23: Conflictos de uso de tierra en el área del Proyecto- Subestaciones	195
Tabla 4.1-24: Metodología para el monitoreo de calidad de suelo	196
Tabla 4.1-25: Parámetros de calidad de suelo	197
Tabla 4.1-26: Estaciones de monitoreo para calidad de suelo	198
Tabla 4.1-27: Ubicación de la estación SUE-01	199
Tabla 4.1-28: Ubicación de la estación SUE-02*	200
Tabla 4.1-29: Ubicación de la estación SUE-03	200
Tabla 4.1-30: Ubicación de la estación SUE-04	201
Tabla 4.1-31: Ubicación de la estación SUE-05	201
Tabla 4.1-32: Ubicación de la estación SUE-06	201
Tabla 4.1-33: Resultados de calidad de suelo	202
Tabla 4.1-34: Zonas agrícolas punto SUE-04	204
Tabla 4.1-35: Vista satelital del área de influencia directa del proyecto	213
Tabla 4.1-36: Vista panorámica del área de influencia directa del proyecto	216
Tabla 4.1-37: Cuenca hidrográfica del área de estudio del Proyecto	219
Tabla 4.1-38: Cuencas (nivel 6) que conforman la cuenca Mayo	220
Tabla 4.1-39: Características morfométricas de la Cuenca Mayo	220
Tabla 4.1-40: Vista panorámica al interior de la cuenca Mayo	222
Tabla 4.1-41: Inventario de fuentes de agua (Puntos de verificación)	225
Tabla 4.1-42: Distancia mas cercana de los cuerpos de agua a los sitio de torres	243
Tabla 4.1-43: Centrales hidroléctricas	252
Tabla 4.1-44: Infraestructura de derivación	253


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN PISCIC

Tabla 4.1-45: Infraestructura Hidráulica - canales laterales	254
Tabla 4.1-46: Datos generales de bocatomas	255
Tabla 4.1-47: Vistas de la infraestructura hidráulica en el área de estudio	256
Tabla 4.1-48: Estaciones Hidrométricas – Cuenca Mayo	257
Tabla 4.1-49: Caudales medios para la cuenca Mayo - Estación Cumbaza	257
Tabla 4.1-50: Caudales medios para la cuenca Mayo - Estación Shanao	258
Tabla 4.1-51: Cuencas (nivel 6) que conforman la cuenca Mayo	261
Tabla 4.1-52: Estaciones de Muestreo de Calidad de Agua Superficial	266
Tabla 4.1-53: Clasificación de Cuerpos de Agua	267
Tabla 4.1-54: Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Superficial Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	267
Tabla 4.1-55: Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Superficial Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	269
Tabla 4.1-56: Equipo de Medición del Muestreo de Calidad de Agua	271
Tabla 4.1-57: Métodos de Ensayo – Calidad de Agua: Categoría 3D1	271
Tabla 4.1-58: Métodos de Ensayo – Calidad de Agua: CAS-06	273
Tabla 4.1-59: Resultado del Monitoreo de Calidad de Agua Superficial – Temporada Muy húmeda: Estaciones CAS-01, CAS-02, CAS-03, CAS-04 y CAS-05	275
Tabla 4.1-60: Resultado del Monitoreo de Calidad de Agua Superficial – Temporada Muy Húmeda: Categoría 4E1	278
Tabla 4.1-61: Resultado del Monitoreo de Calidad de Agua Superficial – Temporada Húmeda: Estaciones CAS-01, CAS-02, CAS-03, CAS-04 y CAS-05	281
Tabla 4.1-62: Resultado del Monitoreo de Calidad de Agua Superficial – Temporada Húmeda: Categoría 4E1	286
Tabla 4.1-63: Porosidad primaria y secundaria	311
Tabla 4.1-64: Unidades hidrogeológicas en el área de influencia del Proyecto	316
Tabla 4.1-65: Unidades climáticas en el área de estudio	319
Tabla 4.1-66: Criterios de representatividad de estaciones meteorológicas	321
Tabla 4.1-67: Parámetro meteorológicos	322
Tabla 4.1-68: Precipitación total mensual - Estación Moyobamba	323
Tabla 4.1-69: Precipitación media - Estación Jepelacio	324
Tabla 4.1-70: Precipitación media mensual - Estación Lamas	324
Tabla 4.1-71: Precipitación total mensual - Estación Tarapoto	325
Tabla 4.1-72: Precipitación media: Estación El Porvenir	325
Tabla 4.1-73: Temperatura máxima - Estación Moyobamba	327
Tabla 4.1-74: Temperatura máxima media multianual - Estación Jepelacio	328
Tabla 4.1-75: Temperatura máxima media multianual - Estación Lamas	328
Tabla 4.1-76: Temperatura máxima media multianual - Estación El Porvenir	329
Tabla 4.1-77: Temperatura mínima - Estación Moyobamba	330
Tabla 4.1-78: Temperatura mínima media multianual - Estación Jepelacio	331
Tabla 4.1-79: Temperatura mínima media multianual - Estación Lamas	331
Tabla 4.1-80: Temperatura mínima media multianual - Estación El Porvenir	332
Tabla 4.1-81: Temperatura media multianual - Estación Moyobamba	333
Tabla 4.1-82: Temperatura media multianual - Estación Lamas	334
Tabla 4.1-83: Temperatura media multianual - Estación El Porvenir	334
Tabla 4.1-84: Humedad relativa multianual - Estación Moyobamba	336



Ana Curi Ferrnandez
Socióloga
CSP: 3968



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

Tabla 4.1-85: Velocidad Media de Viento - Estación Moyobamba	338
Tabla 4.1-86: Dirección Media de Viento - Estación Moyobamba	338
Tabla 4.1-87: Velocidad Media de Viento - Estación Jepelacio	339
Tabla 4.1-88: Dirección Media de Viento – Estación Jepelacio	340
Tabla 4.1-89: Velocidad Media de Viento - Estación El Porvenir	341
Tabla 4.1-90: Dirección Media de Viento – Estación El Porvenir	341
Tabla 4.1-91: Criterios técnicos para la instalación de los equipos de monitoreo	347
Tabla 4.1-92: Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire	349
Tabla 4.1-93: Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire	352
Tabla 4.1-94: Equipo de Medición del Monitoreo de Calidad de Aire	353
Tabla 4.1-95: Métodos de Ensayo – Calidad de Aire	354
Tabla 4.1-96: Resultado del Monitoreo de Calidad de Aire – Temporada Muy Húmeda	356
Tabla 4.1-97: :Resultado del Monitoreo de Calidad de Aire – Temporada Húmeda	358
Tabla 4.1-98: :Resultado del PM ₁₀ – Promedio	360
Tabla 4.1-99: Resultado del PM _{2.5} – Promedio	362
Tabla 4.1-100: Resultado del NO ₂ – Promedio	369
Tabla 4.1-101: Resultado del Ozono (O ₃) – Promedio	371
Tabla 4.1-102: Resultado del Monóxido de Carbono (CO) – Promedio	372
Tabla 4.1-103: Estaciones de medición – Calidad Ambiental para de Ruido	387
Tabla 4.1-104: Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido Ambiental	388
Tabla 4.1-105: Equipo de Medición del Monitoreo de Ruido Ambiental	388
Tabla 4.1-106: Métodos de Ensayo - Ruido Ambiental	389
Tabla 4.1-107: Resultado del Monitoreo de Ruido Ambiental (Continuo) – Temporada Múy Humeda ...	390
Tabla 4.1-108: Resultado del Monitoreo de Ruido Ambiental (Continuo) – Temporada Húmeda	390
Tabla 4.1-109: Estaciones de medición – Radiaciones No Ionizantes	401
Tabla 4.1-110: Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Radiaciones No Ionizantes	402
Tabla 4.1-111: Equipo de medición del Monitoreo de Radiaciones No Ionizantes	402
Tabla 4.1-112: Métodos de Ensayo – Radiaciones No Ionizantes	403
Tabla 4-113: Resultado del Monitoreo de Radiaciones No Ionizantes – Temporada Muy Húmeda	403
Tabla 4.1-114: Resultado del Monitoreo de Radiaciones No Ionizantes – Temporada Húmeda	404
Tabla 4.1-115 Ubicación de sitios de exploración geotécnica	410
Tabla 4.1-116 Ubicación de sitios de exploración geotécnica – Enlace 220 kV	413
Tabla 4.1-117 Zonificación geotécnica Enlace 220 kV Belaunde Terry - Tarapoto Norte	426
Tabla 4.1-118 Conclusiones del ensayo SPT	429
Tabla 4.1-119 Valores de SPT	429
Tabla 4.1-120 Tipo y cantidad de ensayos de laboratorio ejecutados	431
Tabla 4.1-121 Límites de Atterberg	432
Tabla 4.1-122 Índices de suelos muestreados	433
Tabla 4.1-123 Gravedad específica de sólidos	434
Tabla 4.1-124 Clasificación geotécnica según tipo de suelo	435
Tabla 4.1-125 Valores de capacidad portante	436
Tabla 4.1-126 Zonificación geotécnica - Variantes L-1017 y L-1018	438
Tabla 4.1-127 Conclusiones del ensayo SPT	440
Tabla 4.1-128 Tipo y cantidad de ensayos de laboratorio ejecutados	441
Tabla 4.1-129 Valores de capacidad portante para las variables L-1017 y L-1018	442
Tabla 4-130 Puntos de observación	455



Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS Y VIGILANCIA DE CATASTRO
BIOLOGO
COLECCIÓN 1954/40

Tabla 4-131 Calidad visual de las unidades de paisaje.....	471
Tabla 4-132 Capacidad de absorción visual del paisaje	476
Tabla 4-133 Integración de la calidad y la capacidad de absorción del paisaje.....	477

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4.1-1: Columna estratigráfica de la Region San Martin.....	41
Ilustración 4.1-2: Depósito aluvial	45
Ilustración 4.1-3: Depósitos fluviales	46
Ilustración 4.1-4: Formación Ucayali.....	47
Ilustración 4.1-5: Formación Ipururo.....	48
Ilustración 4.1-6: Domo salino.....	49
Ilustración 4.1-7: Formación Chambira	51
Ilustración 4.1-8: Formación Pozo.....	52
Ilustración 4.1-9: Formación Yahuarango	53
Ilustración 4.1-10: Formación Vivian.....	56
Ilustración 4.1-11: Formación Chonta	57
Ilustración 4.1-12: Formación Agua Caliente	58
Ilustración 4.1-13: Formación Esperanza	59
Ilustración 4.1-14: Formación Kushabatay	60
Ilustración 4.1-15: Formación Sarayaquillo	61
Ilustración 4.1-16: Unidades estructurales en el área de estudio.....	73
Ilustración 4.1-17: Susceptibilidad a la Remoción en masa.....	78
Ilustración 4.1-18: Zonas con presencia de suelos quemados.....	79
Ilustración 4.1-19: Susceptibilidad de inundación por erosión fluvial	83
Ilustración 4.1-20: Sismos históricos cercanos al área de influencia (Periodo 1960-2023)	85
Ilustración 4.1-21: Zonificación sísmica del área de estudio.....	91
Ilustración 4.1-22: Distribución de posibles intensidades sísmicas	93
Ilustración 4.1-23 Llanura o planicie aluvial casi a nivel	98
Ilustración 4.1-24: Llanura o planicie aluvial casi a nivel casi a nivel.....	99
Ilustración 4.1-25 Llanura o planicie inundable casi a nivel.....	100
Ilustración 4.1-26: Llanura o planicie aluvial casi a nivel	101
Ilustración 4.1-27 Lomada en roca sedimentaria ligeramente inclinadas.....	102
Ilustración 4.1-28: Lomada en roca sedimentaria ligeramente inclinadas.....	103
Ilustración 4.1-29: Lomada estructural en roca sedimentaria.....	104
Ilustración 4.1-30 Piedemonte de origen denudacional.....	105
Ilustración 4.1-31: Vertiente o piedemonte coluvio - deluvial	106
Ilustración 4.1-32 zona de deposición coluvial – piedemonte coluvio - deluvial	107
Ilustración 4.1-33: Vertiente o piedemonte coluvio - deluvial	108
Ilustración 4.1-34: Colinas estructurales en roca sedimentaria	110
Ilustración 4.1-35: Colinas en roca sedimentaria	111
Ilustración 4.1-36: Domos volcánicos	113
Ilustración 4.1-37 Montaña estructural en roca sedimentaria moderadamente empinada	114
Ilustración 4.1-38: Montañas en rocas sedimentarias moderadamente empinadas	115
Ilustración 4.1-39: Montañas estructurales en roca sedimentaria empinada	116
Ilustración 4.1-40 Tierras para Cultivos en Limpio (A) de la subclase A3s.....	165



Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR

Ilustración 4.1-41 Tierras para Cultivos Permanentes (C) de la Subclase C2s -----	166
Ilustración 4.1-42 Tierras para Cultivos Permanentes (C) de la subclase C3s-----	167
Ilustración 4.1-43 Tierras aptas para Cultivos Permanentes (C) de la subclase C3se-----	168
Ilustración 4.1-44 Tierras aptas para Pastoreo (P) de la subclase P2s -----	169
Ilustración 4.1-45 Tierras aptas para Pastoreo (P) de la subclase P3s -----	170
Ilustración 4.1-46 Tierras aptas para Pastoreo (P) de la subclase P3se -----	171
Ilustración 4.1-47 Tierras para producción Forestal (F) de la subclase F2se-----	172
Ilustración 4.1-48 Tierras para producción Forestal (F) de la subclase F3s -----	173
Ilustración 4.1-49 Tierras para producción Forestal (F) de la subclase F3se-----	174
Ilustración 4.1-50 Tierras de Protección (Xse) -----	175
Ilustración 4.1-51 Cauce del río Mayo-----	175
Ilustración 4.1-52 Centro poblado -----	176
Ilustración 4.1-53 Laguna totorillayco -----	176
Ilustración 4.1-54: Centro Poblado Las Brisas -----	180
Ilustración 4.1-55: Subestación Fernando Belaunde Terry -----	181
Ilustración 4.1-56: Central Hidroeléctrica Gera-----	181
Ilustración 4.1-57: Cultivos Diversos-----	182
Ilustración 4.1-58: Ubicación de Cultivos de Arroz (Subestación Tarapoto Norte y L-1018) -----	183
Ilustración 4.1-59: Campos de cultivos de maíz -----	183
Ilustración 4.1-60: Cultivos agrícolas y pastizales-----	184
Ilustración 4.1-61: Praderas naturales -----	185
Ilustración 4.1-62: Bosque Basimontano -----	186
Ilustración 4.1-63: Bosque Secundario-----	187
Ilustración 4.1-64: Río Gera-----	188
Ilustración 4.1-65: Río Mayo-----	189
Ilustración 4.1-66: Laguna de Totorillayco (Totorichayco)-----	190
Ilustración 4.1-67: Áreas en Desuso-----	191
Ilustración 4.1-68: Redes Viales y Área de Estudio-----	262
Ilustración 4.1-69: Río Mayo y Afluentes en el Área de Estudio -----	262
Ilustración 4.1-70: Laguna de Totorichayco/Totorillayco-----	263
Ilustración 4.1-71: Quebrada Rumiayacu y Área de estudio -----	264
Ilustración 4.1-72: Río Mayo y Área de estudio -----	264
Ilustración 4.1-73: Laguna de Totorichayco o Totorillayco y Estación CAS-06 -----	304
Ilustración 4.1-74: Actividades Recreativas en la Laguna de Totorichayco o Totorillayco -----	305
Ilustración 4.1-75: Vegetación de la Laguna de Totorichayco o Totorillayco -----	305
Ilustración 4.1-76: Clasificación del terreno por su permeabilidad -----	312
Ilustración 4.1-77: Representatividad de la estación meteorológica según Zona de Vida -----	321
Ilustración 4.1-78: Rosa de Vientos - Estación Moyobamba-----	339
Ilustración 4.1-79: Rosa de Vientos – Estación Jepelacio-----	340
Ilustración 4.1-80: Rosa de Vientos – Estación El Porvenir-----	342
Ilustración 4.1-81: Mapa de anomalías - FEN 1982-1983-----	344
Ilustración 4.1-82: Mapa de anomalías climáticas - FEN 1998-1997 -----	345
Ilustración 4.1-83: Zona de emplazamiento de Subestación Tarapoto Norte y Variante L-1018 -----	384
Ilustración 4.1-84: Línea de Transmisión 220 kV y Subestación Belaunde Terry -----	385
Ilustración 4.1-85: Zona de ampliación de la Subestación Belaunde Terry -----	385
Ilustración 4.1-86 Mapa del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)-----	399


Ana Curi Ferrnandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN FEN 1982-1983

Ilustración 4.1-87: Paisajes de montaña con bosque basimontano-----	445
Ilustración 4.1-88: Paisajes de montañas de selva alta con zonas agrícolas y pecuarias -----	446
Ilustración 4.1-89: Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias -----	447
Ilustración 4.1-90: Paisaje de colinas de selva alta con vegetación mixta -----	448
Ilustración 4.1-91: Paisajes de colina de selva alta con bosque secundario -----	449
Ilustración 4.1-92: Paisajes de lomadas con vegetación mixta -----	450
Ilustración 4.1-93: Paisaje de llanura aluvial con áreas agrícolas y pecuarias -----	451
Ilustración 4.1-94: Paisaje de llanura inundable (Río Mayo)-----	452
Ilustración 4.1-95: Paisajes de áreas antrópicas -----	453
Ilustración 4.1-96: Cuenca Visual CV-1 -----	456
Ilustración 4.1-97: Cuenca Visual CV-2 -----	457
Ilustración 4.1-98: Cuenca Visual CV-3 -----	458
Ilustración 4.1-99: Cuenca Visual CV-4 -----	459
Ilustración 4.1-100: Cuenca Visual CV-5 -----	460
Ilustración 4.1-101: Cuenca Visual CV-6 -----	461
Ilustración 4.1-102: Cuenca Visual CV-7 -----	462
Ilustración 4.1-103: Cuenca Visual CV-8 -----	463
Ilustración 4.1-104: Cuenca Visual CV-9 -----	465
Ilustración 4.1-105: Cuenca Visual CV-10 -----	467
Ilustración 4.1-106: Cuenca Visual CV-11 -----	468
Ilustración 4.1-107: Cuenca Visual CV-12 -----	470
Ilustración 4.1-108: Laguna de Totorillayco -----	478
Ilustración 4.1-109: Laguna de Andiviela -----	479
Ilustración 4.1-110: Vistas desde el Mirador Santa Elena -----	480

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1-1: Resultados de concentración de Arsénico (mg/kg)	206
Gráfico 4.1-2: Resultados de concentración de Bario total (mg/kg)	207
Gráfico 4.1-3: Resultados de concentración de Cadmio (mg/kg)	207
Gráfico 4.1-4: Resultados de concentración de Cromo total (mg/kg)	208
Gráfico 4.1-5: Resultados de concentración de Cromo VI (mg/kg)	209
Gráfico 4.1-6: Resultados de concentración de Mercurio (mg/kg)	209
Gráfico 4.1-7: Resultados de concentración de Plomo (mg/kg)	210
Gráfico 4.1-8: Resultados de concentración de Cianuro libre (mg/kg)	210
Gráfico 4.1-9: Registro Histórico de caudales - Estación Cumbaza	258
Gráfico 4.1-10: Registro Histórico de caudales - Estación Shanao	259
Gráfico 4.1-11: Resultado de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Oxígeno Disuelto: Categoría 3D1 – Temporada Muy húmeda	289
Gráfico 4.1-12: Resultado de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Oxígeno Disuelto: Categoría 3D1 – Temporada Húmeda	290
Gráfico 4.1-13: Resultado de Aniones IAS: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda	291
Gráfico 4.1-14: Resultado de Aniones IAS: Categoría 3D1– Temporada Húmeda	292
Gráfico 4.1-15: Resultado de Caudal: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda	293
Gráfico 4.1-16: Resultado de Caudal: Categoría 3D1– Temporada Húmeda	293
Gráfico 4.1-17: Resultado de Metales Totales ICP-MS: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda	295


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN PISCIC

Gráfico 4.1-18: Resultado de Metales Totales ICP-MS: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda.....	296
Gráfico 4.1-19: Resultado de Metales Totales ICP-MS: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda.....	297
Gráfico 4.1-20: Resultado de Metales Totales ICP-MS: Categoría 3D1– Temporada Húmeda	298
Gráfico 4.1-21: Resultado de Coliformes Fecales (Termotolerantes) y <i>Escherichia coli</i> : Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda	300
Gráfico 4.1-22: Resultado de Coliformes Fecales (Termotolerantes) y <i>Escherichia coli</i> : Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda	301
Gráfico 4.1-23: Resultado de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Oxígeno Disuelto: Categoría 4E1– Temporada Muy húmeda	302
Gráfico 4.1-24: Resultado de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Oxígeno Disuelto: Categoría 4E1– Temporada Húmeda	303
Gráfico 4.1-25: Resultado Microbiológico: Estación CAS-06– Temporada Muy húmeda	307
Gráfico 4.1-26: Resultado Microbiológico: Estación CAS-06– Temporada Húmeda	308
Gráfico 4.1-29: Precipitación media mensual- Estación Tarapoto.....	326
Gráfico 4.1-30: Distribución de la temperatura Máxima	330
Gráfico 4.1-31: Distribución de la temperatura mínima media mensual.....	333
Gráfico 4.1-32: Distribución mensual de la temperatura media.....	335
Gráfico 4.1-33: Distribución mensual de la Humedad Relativa (%)	337
Gráfico 4.1-34: Resultados de PM ₁₀ y PM _{2.5} – Temporada Muy Húmeda	364
Gráfico 4.1-35: Resultados de PM ₁₀ y PM _{2.5} – Temporada Húmeda	365
Gráfico 4.1-36: Resultados de Plomo en PM ₁₀ – Temporada Muy Húmeda	366
Gráfico 4.1-37: Resultados de Plomo en PM ₁₀ – Temporada Húmeda.....	367
Gráfico 4.1-38: Resultados de Dióxido de Azufre (SO ₂) y Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) – Temporada Muy Húmeda.....	374
Gráfico 4.1-39: Resultados de Dióxido de Azufre (SO ₂) y Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) – Temporada Húmeda.....	375
Gráfico 4.1-40: Resultados de Monóxido de Carbono (CO) – Temporada Muy Húmeda.....	376
Gráfico 4.1-41: Resultados de Monóxido de Carbono (CO) – Temporada Húmeda.....	377
Gráfico 4.1-42: Resultados de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) – Temporada Muy Húmeda.....	378
Gráfico 4.1-43: Resultados de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) – Temporada Húmeda	379
Gráfico 4.1-44: Resultados de Ozono (O ₃) – Temporada Muy Húmeda	380
Gráfico 4.1-45: Resultados de Ozono (O ₃) – Temporada Húmeda	381
Gráfico 4.1-46: Resultado de Ruido Ambiental Diurno (Continuo) – Estación RUI-01 - Temporada Muy Húmeda.....	391
Gráfico 4.1-47: Resultado de Ruido Ambiental Nocturno (Continuo) – Estación RUI-01 - Temporada Húmeda.....	392
Gráfico 4.1-48: Resultado de Ruido Ambiental Diurno (Continuo) – Estación RUI-01 – Temporada Húmeda	393
Gráfico 4.1-49: Resultado de Ruido Ambiental Nocturno (Continuo) – Estación RUI-01 – Temporada Húmeda.....	393
Gráfico 4.1-50: Resultado de Ruido Ambiental Diurno (Continuo) – Zona residencial	394
Gráfico 4.1-51: Resultado de Ruido Ambiental Nocturno (Continuo) – Zona residencial	395
Gráfico 4.1-52: Resultado de Ruido Ambiental Diurno (Continuo) – Zona residencial	396
Gráfico 4.1-53: Resultado de Ruido Ambiental Nocturno (Continuo) – Zona residencial	397
Gráfico 4.1-54: Resultado de Densidad de Flujo Magnetico (DFM) – Temporada Muy Húmeda.....	405
Gráfico 4.1-55: Resultado de Densidad de Flujo Magnetico (DFM) – Temporada Húmeda.....	406


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BOLOGO
COLECCIÓN 1954/40

Gráfico 4.1-56: Resultado de Intensidad de Campo Eléctrico – ICE - Temporada Muy húmeda	407
Gráfico 4.1-57: Resultado de Intensidad de Campo Eléctrico – ICE – Temporada Húmeda	407
Gráfico 4.1-58: Resultado de Intensidad de Campo Magnetico – ICM Temporada Muy Húmeda	408
Gráfico 4.1-59: Resultado de Intensidad de Campo Magnetico – ICM – Temporada Húmeda	409

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 4.1.1 Mapa de unidades geológicas (LBF-BETA-GEO-01).....	43
Anexo 4.1.2 Secciones geológicas (LBF-BETA-GEO-02).....	43
Anexo 4.1.3 Mapa de susceptibilidad a remoción en masa (LBF-BETA-SRM-03)	82
Anexo 4.1.4 Mapa de susceptibilidad a erosión fluvial (LBF-BETA-SIEF-04).....	84
Anexo 4.1.5 Mapa geomorfológico (LBF-BETA-GMF-05)	94
Anexo 4.1.6 Mapa de estabilidad y riesgo físico (LBF-BETA-EST-06)	119
Anexo 4.1.7 Estudio de suelos	120
Anexo 4.1.8 Mapa de ubicación de calicatas (LBF-BETA-SUE-07).....	120
Anexo 4.1.9 Mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08)	120
Anexo 4.1.10 Mapa Capacidad de Uso Mayor (LBF-BETA-CUM-09).....	161
Anexo 4.1.11 Mapa de Uso actual de la tierra (LBF-BETA-UAT-10)	177
Anexo 4.1.12 Certificado de acreditación de laboratorio	196
Anexo 4.1.13 Mapa de muestreo ambiental (LBF-BETA-MA-11)	196
Anexo 4.1.14 Muestreo Ambiental – Calidad de suelos	202
Anexo 4.1.15 Mapa hidrográfico (LBF-BETA-HID-12).....	219
Anexo 4.1.16 Ficha de inventario de fuentes de agua	222
Anexo 4.1.17 Mapa de componentes con intersecciones en cuerpos de agua (LBF-BETA-HID-13).....	251
Anexo 4.1.18 Mapa de inventario de infraestructura hidráulica (LBF-BETA-HID-14)	252
Anexo 4.1.19 Monitoreo Ambiental – Calidad de agua	260
Anexo 4.1.20 Mapa hidrogeológico (LBF-BETA-HGEO-15).....	315
Anexo 4.1.21 Mapa de Unidades climáticas (LBF-BETA-UC-16)	320
Anexo 4.1.22 Datos meteorológicos	323
Anexo 4.1.23 Mapa de Estaciones meteorológicas (LBF-BETA-EM-17)	323
Anexo 4.1.24 Monitoreo ambiental – Calidad de aire	355
Anexo 4.1.25 Monitoreo ambiental – Niveles de ruido	389
Anexo 4.1.26 Monitoreo ambiental – Radiaciones no ionizantes	403
Anexo 4.1.27 Estudio de suelos y resistividad.....	410
Anexo 4.1.28 Mapa de ubicación de exploraciones geotécnicas (LBF-BETA-EG-18)	410
Anexo 4.1.29 Metodología de Análisis de Paisaje.....	444
Anexo 4.1.30 Mapa de unidades paisajísticas (LBF-BETA-PAI-19).....	454
Anexo 4.1.31 Mapa de Cuencas visuales (LBF-BETA-PAI-20).....	455
Anexo 4.1.32 Mapa de Cuencas visuales (LBF-BETA-PAI-21).....	470
Anexo 4.1.33 Mapa de Fragilidad Visual (LBF-BETA-PAI-22)	477


Ana Curi Ferrnandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR

4 LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

En el presente capítulo se describe la línea base del área de influencia del proyecto para el medio físico, biológico y socio económico. Cabe señalar que, durante las actividades de levantamiento de información en campo se tuvo el acompañamiento por parte de la autoridad SENACE, como resultado se recibió las Catas e Informes de acompañamiento durante el levantamiento de información de línea base en ambas temporadas (ver Anexo 4. Acta de acompañamiento SENACE), todas las recomendaciones recibidas fueron incluidas y/o justificadas en el presente capítulo.

4.1 Medio Físico

El área de influencia del Proyecto "Enlace 220kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas", queda ubicado en el sector septentrional y central del territorio peruano, en el flanco oriental de la Cordillera de Los Andes.

Específicamente se ubica dentro de la cordillera de los Andes, entre la Faja Subandina y en un sector de la Llanura Amazónica, que se compone por formaciones rocosas asociadas a depósitos aluviales, de carácter fluvial, que se elevan entre los 250 m.s.n.m. hasta los 1400 m.s.n.m. aproximadamente. Esta zona corresponde a una región de selva alta, donde el clima suele ser muy caluroso, húmedo y lluvioso durante todo el año¹.

En esta sección se presenta la descripción de los componentes ambientales que están asociados al Proyecto. Estos componentes ambientales fueron definidos en base a los Términos de Referencia Comunes del Subsector Electricidad para Proyectos de Líneas de Transmisión (TDR-ELEC-02)², y corresponden a: geología, geomorfología, suelos (uso actual, capacidad de uso mayor, calidad de suelo), hidrología, calidad de agua, hidrogeología, atmósfera (clima, calidad de aire, ruido y radiaciones no ionizantes), geotecnia y paisaje.

4.1.1 Metodología

4.1.1.1 Metodología general aplicable al medio físico

La evaluación de los componentes ambientales del entorno físico se realizó mediante el análisis de información secundaria y la recolección de datos primarios en el lugar correspondiente. Inicialmente, se llevó a cabo una salida de identificación en campo para reconocer los componentes ambientales. Posteriormente, se programaron salidas adicionales teniendo en cuenta las estaciones relevantes para cada componente, época húmeda y época seca.

¹ Consultado el 15.03.2024 <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf> (Clasificación climática Nacional - SENAMHI)

² Términos de Referencia para Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de inversión con características comunes o similares en el Subsector Electricidad aprobados mediante Resolución Ministerial N° 547-2013-MEM-DM.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


Jhonatan Sarmiento Villalva
Biólogo
CSP N° 19540



Específicamente las salidas a campo fueron ejecutadas en dos temporadas y tuvieron por finalidad evaluar y monitorear los aspectos asociados a la calidad del suelo, la presencia de suelos contaminados, la geología, la geomorfología y el paisaje. Asimismo, para los componentes que presentan variabilidad estacional se ejecutó una evaluación para ambas temporadas; dentro de esta evaluación se consideraron los monitoreos de calidad de aire, ruido y agua superficial.

Es importante precisar, que antes de realizar las salidas de campo, se llevó a cabo un análisis previo de los componentes climáticos y meteorológicos. Esto implicó el estudio de las estaciones meteorológicas y la obtención de información proporcionada por el SENAMHI. Los detalles más precisos de las metodologías utilizadas se describen en cada uno de los componentes ambientales que forman parte de la línea base física.

a) Etapa de gabinete

- *Selección, recopilación y sistematización de información secundaria.*

Comprende las labores de recopilación, análisis y evaluación de la información del medio físico (geología, geomorfología, suelos, hidrología, hidrogeología, atmósfera, geotecnia y paisaje), cartográfica, estadística y de estudios existentes sobre el área del Proyecto; en las diferentes instituciones y los organismos públicos y privados del ámbito nacional, regional, provincial y distrital, que desarrollen actividades relacionadas con el medio, dentro del ámbito del Proyecto. Toda la información recopilada fue procesada y sistematizada, para su análisis, evaluación e incorporación al presente Estudio de Impacto Ambiental.

- *Reuniones interdisciplinarias y multidisciplinarias con el personal profesional*

Durante las reuniones de trabajo fue delimitada, en forma preliminar, el área de influencia directa e indirecta del Proyecto, para ello se utilizó las cartas nacionales y la información biofísica, económica y social disponible, posteriormente se elabora el material básico cartográfico (mapas bases) necesario para proseguir con la etapa de campo.

b) Etapa de campo

Se planificaron las actividades antes de iniciar los trabajos de campo. Se envió notificación al SENACE de las fechas de inicio de actividades mediante la entrega del Plan de Trabajo.

Asimismo, se preparó todo el material disponible (GPS, cámaras fotográficas, mapas o planos, cartas nacionales, libreta de notas), para el reconocimiento y verificación en campo. La ejecución de las labores en campo consideró diversos factores entre ellos:


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


Mónica Sarmiento Villalva
Bióloga
Colegio Privado



La extensión y escala donde se realizarían las actividades de campo, disponibilidad de equipos, recopilación de metodología, estacionalidad y la ubicación de puntos para toma de mediciones o información.

Una vez examinada la información recopilada y determinada el área de estudio, se realizó el trabajo de campo para la 1era temporada entre el 19 marzo al 3 de abril 2024 que incluyó: observación, medición y muestreo (calidad de aire, suelo, agua y radiaciones no ionizantes) y para la 2da temporada entre el 31 de julio al 12 de agosto del 2024 que incluyó: observación, medición y muestreo (calidad de aire, ruido y radiaciones no ionizantes), el procesamiento de las muestras en laboratorio; todo el levantamiento en campo tuvo el acompañamiento y supervisión del SENACE y se tuvo en cuenta todas las recomendaciones brindadas hacia el Plan de Trabajo. El acompañamiento de SENACE se realizó para ambas temporadas siendo ejecutándose los días

c) Etapa de gabinete

En la etapa final de gabinete se integró y procesó la información de las etapas de gabinete (información secundaria) y campo (información primaria); luego, se procedió a la elaboración de los mapas de cada componente ambiental a una escala adecuada que permita su evaluación y visualización de la interacción de los componentes del proyecto con el medio donde estos se emplazarán. Cada uno de estos mapas cuenta con la firma del profesional correspondiente.

4.1.1.2 Metodología específica

La metodología específica, aplicada a cada componente ambiental del medio físico, se detalla a continuación:

4.1.1.2.1 Geología

La caracterización del componente geológico busca describir las condiciones físicas del entorno regional y local del área de estudio del proyecto, desde el punto de vista de las unidades litológicas y rasgos estructurales presentes, además de la identificación y descripción de zonas de amenazas naturales: sísmica, volcánica y movimientos de remoción en masa, con el propósito de dar respuesta al alcance definido para la caracterización del componente geológico en los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental detallado (ELEC_02).

La metodología consistió en la compilación y análisis de la información del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET), trabajos de campo complementados mediante sensoramiento remoto (imagen satelital y modelo digital de elevación), este último permitió el


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


Geólogo
Colegio Profesional

ajuste de contactos entre unidades geológicas y los rasgos estructurales (fallas y pliegues), a partir de la visualización de rasgos de relieve identificados en las imágenes satelitales de alta resolución. La cartografía geológica a realizar en la zona, incluye la identificación de las diferentes litologías y los aspectos estructurales relevantes de la zona de trabajo que puedan afectar la construcción y operación de la línea de transmisión.

a) Etapa de gabinete

Para la caracterización geológica, se recopiló información secundaria y luego se contextualizó con la información geológica, local y regional, y geotécnica, la cual se desarrollará como parte de los estudios de ingeniería del Proyecto.

Se tomó información secundaria oficial y existente correspondiente a las Cartas Geológicas Nacionales del INGEMMET a escala 1:50 000, conjuntamente con los boletines geológicos, que constituyen estudios regionales de cada cuadrángulo que integra la carta. En tal sentido, para el presente proyecto se utilizarán las siguientes cartas geológicas nacionales y sus respectivos boletines geológicos. A continuación, se citan las fuentes científicas oficiales que fueron utilizadas para la caracterización y análisis geológico:

Tabla 4.1-1: Cartas y boletines geológicos

Hoja	Carta Geológica	Boletines	Escala	Año
13-j	Moyobamba	Geología de los cuadrángulos de Moyobamba, Saposoa y Juanjui, hojas: 13-j, 14-j y 15-j – [Boletín A 122] ³	1: 100 000	1997; 2017*
13-k	Tarapoto	Geología de los cuadrángulos de Tarapoto, Papa Playa, Utcucarca y Yanayacu. Hojas: 13-k, 13-1, 14-k y 14-l - [Boletín A 94] ⁴	1: 100 000	1997; 2017*
14-k	Laguna Sauce		1: 100 000	1998; 2017*

Fuente: Sistema de Información Geológico y Catastral, INGEMMET (<https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>)

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

* Año de revisión y reimpresión de Carta geológica

Además de la recopilación de información secundaria, se realizó la actualización de las unidades geológicas y rasgos estructurales, en base a imágenes satelitales y fotografías aéreas disponibles (fotointerpretación), rasgos y formas que sean reconocibles, es importante indicar que: "las estructuras geológicas a menudo tienen formas características, que, si están localizadas cerca de la superficie de la tierra, pueden manifestarse topográficamente y, los lineamientos tales como pliegues y fallas, pueden manifestarse como relieves topográficos" (RADARSAT International 1996, pág. 13⁵).

³ Repositorio Institucional – INGEMMET (<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/82>)

⁴ Repositorio Institucional – INGEMMET (<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/51>)

⁵ RADARSAT International. 1996. "Manual de Geología". Canadá.



Finalmente, se elaboró un mapa preliminar de unidades geológicas (litológicas) y rasgos estructurales en el Área de estudio, que posteriormente fue constatado en campo.

b) Etapa de gabinete

En base a la información oficial disponible en las fuentes oficiales del estado, se trabajó con los datos de la Carta Geológica Nacional a escala 1:50 000. En base a esta información se procesaron los datos necesarios para la elaboración de un mapa geológico a una escala de 1:25 000, que muestra las unidades litológicas y rasgos estructurales. El mapa obtenido muestra las condiciones geológicas que permitieron caracterizar el comportamiento del terreno sobre el que se emplazará el Proyecto.

4.1.1.2.2 Geomorfología

La descripción de las unidades geomorfológicas se realizó en base a la interpretación de imágenes satelitales, se delimitaron unidades fisiográficas con características topográficas y de composición de depósitos diferenciados, en gabinete. Posteriormente, estas características fueron verificadas y validadas durante la visita de campo en el mes de marzo del 2024; para finalmente complementar y procesar toda la información obtenida en campo mediante un ajuste cartográfico que tomo en como base la información del Instituto Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET) y la ZEE de la región San Martín.

a) Etapa Preliminar de Gabinete

Se recopiló información de estudios técnicos de diversas autoridades técnico-científicos (a diversas escalas). Así también se tomó como base referencias bibliográficas del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), Instituto Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET) y el instrumento de Zonificación Ecológica - Económica de la Región San Martín⁶.

Se recopiló información de estudios técnicos de diversas autoridades técnico-científicos (a diversas escalas), como instrumentos de zonificación ecológica – económica a nivel regional y estudios de cuencas hidrográficas que se superpongan al Área de estudio. Además, se consideró también el mapa geomorfológico nacional, elaborado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) a escala 1: 250 000.

Se elaboró un mapa preliminar de unidades geomorfológicas, para ello se delimitarán unidades fisiográficas, mediante productos obtenidos de DEM como ráster de altitudes, ráster pendientes, ráster de orientación y ráster de red de drenaje (análisis morfométrico); Clasificación de grandes formas de relieve y morfoestructurales (análisis morfogenético) y mediante técnicas de fotointerpretación, se realizó la identificación de rasgos y procesos geodinámicos (análisis morfodinámico), y mediante fotointerpretación apoyado en imágenes satelitales de alta

⁶ Consultado el 05.03.2024 Geoservidor del Ministerio del Ambiente ([San Martín – Geoservidor \(minam.gob.pe\)](http://San%20Mart%C3%ADn%20-%20Geoservidor%20(minam.gob.pe))))



resolución disponibles, se realizó la identificación de procesos y rasgos morfodinámicos (análisis morfodinámico).

Esta información recopilada de fuentes secundarias y producidas en gabinete (mapa), fue luego validada en campo.

b) Etapa de Trabajo de campo

En esta etapa se realizó la exploración geomorfológica en superficie, priorizando aquellas áreas donde se emplazarán los componentes principales del proyecto, al ser este un proyecto lineal y aéreo, se visitarán las áreas proyectadas para las subestaciones (nueva y ampliación), las torres (vértices) y sus componentes auxiliares.

Una vez determinadas las diferentes unidades geomorfológicas en la etapa de gabinete, con ayuda GPS y cámara fotográfica se verificaron y validaron la delimitación de las unidades geomorfológicas.

Por otro lado, se verificaron los principales rasgos y procesos morfodinámicos en cada una de las unidades geomorfológicas identificadas existentes en el área de estudio (activos e inactivos) con la finalidad de poder determinar las zonas con mayor o menor estabilidad, contrastándolo con el mapa preliminar de unidades geomorfológicas.

Finalmente, se recopilaron registros fotográficos de cada unidad geomorfológica identificados a lo largo del entorno en donde se ubicarán los principales componentes del Proyecto.

c) Etapa de Trabajo de Gabinete

Se procesó información recopilada en campo, de las unidades geomorfológicas, para finalmente validar el Mapa geomorfológico del área del proyecto; así también, se procedió a elaborar los mapas de Amenazas naturales y el mapa de estabilidad y riesgo físico, a una escala conveniente de 1:25 000 Asimismo, se presentará un panel fotográfico con las fotografías georreferenciadas incluyendo fecha y hora.

4.1.1.2.3 Suelos, Capacidad de Uso Mayor y Uso Actual de la Tierra

4.1.1.2.3.1 Clasificación taxonómica de los suelos

Se realizó la clasificación taxonómica del suelo siguiendo los lineamientos del Manual de Levantamiento de Suelos (*Soil Survey Manual*, USDA 2014), además siguiendo los criterios técnicos del Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos aprobado por D.S. 013-2010-AG, se consideraron los siguientes criterios para realizar el levantamiento de suelos:

- Teniendo en consideración lo descrito en el artículo 18° del D.S. N° 013-2010-AG, que menciona que el nivel de segundo orden se realiza; entre otros, para construcción u obras de ingeniería; en tal sentido se aplicará este nivel de estudio al Área Directa de Estudio de Suelos (ADES).


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Ing. María Mercedes Villalva
Biólogo
Colegio Profesional



- Teniendo en consideración lo descrito en el artículo 19° del D.S. N° 013-2010-AG, menciona que el nivel de tercer orden se realiza; entre otros, para el planeamiento del uso y manejo de pastos, bosques y áreas recreativas; en tal sentido se aplicará este nivel de estudio al Área Indirecta de Estudio de Suelos (AIES).

En forma general, las diferentes actividades que fueron desarrolladas en la ejecución del levantamiento de suelos y su clasificación, están enmarcados en tres (03) secuencias o etapas de trabajo:

La metodología y criterios para el levantamiento técnico de suelos, siguieron lo señalado en el Reglamento de Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (D.S. N° 005-2022-MIDAGRI) y el Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos (D.S. 013-2010-AG).

En forma general, las diferentes actividades desarrolladas en la ejecución del levantamiento de suelos y su clasificación, están enmarcados en tres (03) secuencias o etapas de trabajo.

a) Etapa de preliminar de gabinete

En el estudio de segundo orden; se contempló:

- Recopilación, de la información de cartografía base acorde al nivel del estudio de segundo orden, escala 1:10 000 o mayor, tal como está descrito en el Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos aprobado por D.S. 013-2010-AG, en el Capítulo cuarto: De los Niveles de Ejecución de los Estudios (Artículo 18°).
- Recopilación, análisis, clasificación y selección de la información cartográfica temática existente en estudios o mapas publicados del ámbito de la zona de estudio.
- Elaboración del Mapa de Cartografía Base escala de según orden.
- Afinamiento y actualización de la Red Hidrográfica del Mapa de Cartografía Base, con uso de las imágenes satelitales de resolución submétrica (<1 metro) procesada y georreferenciada.
- Interpretación analógica de las imágenes procesadas y georreferenciadas a escala 1:10 000 donde los diferentes rasgos y formas fisiográficas del terreno serán identificados, delimitados y cartografiados conjuntamente con sus respectivos rangos de pendiente, con la finalidad de generar el Mapa Fisiográfico preliminar.
- Elaboración del Mapa Fisiográfico preliminar del área de estudio que será obtenido a través de la interpretación analógica de las imágenes, mediante el uso del método del Análisis Fisiográfico, donde las diferentes Unidades Fisiográficas fueron identificadas a nivel de: Gran Paisaje, Paisaje, Sub Paisajes y Elementos de Paisaje, con sus clases por pendiente.
- Plano topográfico a escala 1:5 000 o mayor, con curvas de nivel cada 10 m como máximo para la elaboración del mapa fisiográfico.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Mónica Sarmiento Villalva
Bióloga
Colegio Profesional



- Impresión del mapa fisiográfico preliminar, para la planificación y ejecución del trabajo de campo; este mapa en sí, constituye el mapa base de trabajo de Suelos en campo y gabinete final.

En el estudio de tercer orden; se contempló:

- Recopilación, de la información de cartografía base acorde al nivel del estudio de tercer orden, escala entre 1:25 000 a 1:10 000, tal como está descrito en el Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos aprobado por D.S. 013-2010-AG, en el Capítulo cuarto: De los Niveles de Ejecución de los Estudios (Artículo 19°).
- Recopilación, análisis, clasificación y selección de la información cartográfica temática existente en estudios o mapas publicados del ámbito de la zona de estudio.
- Elaboración del Mapa de Cartografía Base escala de tercer orden.
- Afinamiento y actualización de la Red Hidrográfica del Mapa de Cartografía Base, con uso de las imágenes satelitales de resolución espacial de 1 m a 5 m procesada y georreferenciada.
- Interpretación analógica de las imágenes procesadas y georreferenciadas a escala 1:25 000 a 1:10 000 donde, los diferentes rasgos y formas fisiográficas del terreno fueron identificados, delimitados y cartografiados conjuntamente con sus respectivos rangos de pendiente, con la finalidad de generar el Mapa Fisiográfico preliminar.
- Elaboración del Mapa Fisiográfico preliminar del área de estudio que fue obtenido a través de la interpretación analógica de las imágenes, mediante el uso del método del Análisis Fisiográfico, donde las diferentes Unidades Fisiográficas serán identificadas a nivel de: Gran Paisaje, Paisaje, Sub Paisajes y Elementos de Paisaje, con sus clases por pendiente.
- Plano topográfico a escala 1:25 000 a 1:10 000 para la elaboración del Mapa Fisiográfico.
- Impresión del Mapa Fisiográfico preliminar, para la planificación y ejecución del trabajo de campo; este mapa en sí, constituye el Mapa Base de Trabajo de Suelos en campo y gabinete final.

b) Etapa de campo

- Reconocimiento preliminar antes del inicio del trabajo de campo, con el objetivo de familiarizarse con los patrones edáficos dominantes y examinar los cortes naturales, así como para la verificación de la accesibilidad existente, que permita confirmar el plan inicial de trabajo o replantearlo de ser el caso, de acuerdo a las limitaciones existentes.
- Reconocimiento y mapeo sistemático de los suelos del área de estudio, para ello se excavó un hoyo o calicata (hoyo de aprox. 1.80m x 1.0m de lado y 1.00m a 1.50m de profundidad) en la parte más representativa o dominante de la unidad fisiográfica a ser muestreada, de acuerdo a la variabilidad fisiográfica y geológica-litológica del área de estudio.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Jhonatan Villalba
Biólogo
CSP N° 11540

- En cada calicata se realizó la descripción físico-morfológica del perfil del suelo, de acuerdo al formato de la Tarjeta de Descripción de Perfiles (Anexo II). Anotándose las características externas del relieve y paisaje, e internas del perfil del suelo; asimismo, el método de muestreo fue el de Travesía.
- Toma de muestras de suelo de cada uno de los horizontes del perfil, adecuadamente identificados para su embalaje y transporte, para su envío al laboratorio para los análisis de caracterización.
- Chequeos detallados, un hoyo de aproximadamente 50 cm. de lado y de aproximadamente 50 cm de profundidad, seguida de barrenaje para identificar las partes más profundas del perfil. Se utilizó para comprobar y/o reconocer las unidades taxonómicas ya establecidas.
- Chequeos de identificación; son barrenajes u observaciones en cortes naturales o de carreteras, que permiten comprobar las unidades taxonómicas establecidas
- Toma de vistas fotográficas tanto del perfil del suelo como del paisaje que lo rodea y demás información complementaria útil, para la elaboración del mapa definitivo de fisiografía y suelos.
- Se formarán 2 brigadas de campo, cada brigada contará con un técnico de campo, 5 apoyos y dos conductores.
- Se preparó la relación de muestras de suelos para su envío al laboratorio, disponiendo que sean realizados según procedimientos inherentes a cada determinación, según sea el tipo de análisis denominado de "Caracterización".
- El tipo de análisis de "caracterización" implica el análisis de las características físico-mecánicas y químicas de las muestras de suelos.

c) Etapa de gabinete

- Edición final de la información toponímica de la red hidrográfica del Mapa de Cartografía Base del área de estudio, con información toponímica obtenidas en la etapa de campo.
- Edición y afinamiento de información hidrográfica pertinente del Mapa de Cartografía Base, con información hidrográfica contenida en los mapas e imagen satelital y la recogida en campo.
- Corrección del Mapa Fisiográfico preliminar, de acuerdo a la verificación de campo, mediante la reinterpretación analógica de las imágenes de satélite. Se harán reajustes de la delimitación de unidades, así como de la estimación de la pendiente del terreno.
- Edición final del Mapa Fisiográfico definitivo de acuerdo a la escala de publicación adecuada, con inclusión de su Leyenda Fisiográfica y cuadro de pendientes.
- Procesamiento de la información de campo, gabinete y laboratorio (datos de análisis físico-mecánicos y químicos) de las muestras de suelos obtenidas en campo, Clasificación



Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BIOLOGO
COLECCIÓN FISIOLÓGICA



taxonómica o natural de suelos; definición de las unidades cartográficas: Consociaciones y Complejos; definición de las fases y Áreas Misceláneas.

- Ubicación de calcatas sobre las imágenes de satélite y el Mapa Fisiográfico, de acuerdo a sus coordenadas de ubicación espacial y suelos identificados.
- Afinamiento de las unidades espaciales de suelos en base a las unidades del Mapa Fisiográfico definitivo, las fases y Áreas Misceláneas, con ayuda de las imágenes de satélite, para la obtención del Mapa de Suelos (mapa de clasificación de suelos) definitivo.
- Elaboración del Mapa de Clasificación de Tierras Según su Capacidad de Uso Mayor del área de estudio, sobre el Mapa de Suelos (mapa de clasificación de suelos) definitivo del estudio, mediante el remplazo de sus Unidades Cartográficas por Unidades de Subclases de Capacidad de Uso Mayor, determinadas de acuerdo a su potencial de uso.
- Impresión preliminar, revisión y afinamiento de los mapas Fisiográfico y Suelos, elaboración de cuadros y leyendas, para su edición final.
- Redacción de la memoria descriptiva del levantamiento de Suelos con fines de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, elaboración de cuadros, e inclusión de vistas fotográficas con sus respectivas leyendas.
- Control de calidad, edición e impresión final del documento definitivo del Levantamiento de Suelos con fines de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor a nivel de estudio correspondiente.

4.1.1.2.3.2 Capacidad de Uso Mayor de Tierras

Se describió la Capacidad de Uso Mayor de Tierras correspondiente del Área de estudio del Proyecto, siguiendo las pautas descritas en el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor del (D.S. N° 005-2022-MIDAGRI). Y se elaboró un mapa temático a una escala que permita su visualización, en el cual se visualizará claramente al Proyecto y las unidades de capacidad de uso mayor identificadas.

Para tal fin se utilizó el levantamiento de suelo realizada en base a los lineamientos del Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelo, aprobado por D.S. 013-2010-AG (ítem 4.9).

Asimismo, con la información obtenida de la clasificación taxonómica de suelo, cumpliendo su metodología descrita en el ítem 5.9 (Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos), permitió:

- La elaboración del Mapa de Clasificación de Tierras Según su Capacidad de Uso Mayor en el área de estudio. Para ello, se utilizó el Mapa de Suelos (mapa de clasificación de suelos) definitivo del estudio y se procedió al remplazo de sus Unidades Cartográficas por Unidades de Subclases de Capacidad de Uso Mayor, las cuales se determinaron de acuerdo a su

[Firma]
Ana Celi Ferrnandez
Socióloga
CSP: 3968

[Firma]
Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259

[Firma]
INGENIERO AGRÓNOMO
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR
[Sello circular]

potencial de uso. Este proceso permitió obtener una representación detallada del área de estudio, con su respectiva clasificación en función de su capacidad productiva.

- La descripción de las unidades de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Incluyó la elaboración de cuadros, así como la inclusión de vistas fotográficas con sus respectivas leyendas, lo que permitirá una comprensión clara del proceso de clasificación de tierras. La memoria descriptiva se constituirá en un documento clave para la planificación y toma de decisiones en materia de uso del suelo.
- Se llevó a cabo el control de calidad, edición e impresión final del documento definitivo del Levantamiento de Suelos con fines de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor a nivel "detallado" a escala de trabajo 1:10 000. El control de calidad permitió verificar que el documento final cumpla con los estándares requeridos para su uso, mientras que la edición permitió garantizar su coherencia y cohesión interna. La impresión final permitirá obtener una versión física del documento para su distribución y consulta. Este documento será una herramienta esencial para la toma de decisiones en materia de uso del suelo en la zona de estudio.
- Respecto a la descripción de cobertura vegetal; se realizó el uso de imágenes satelitales para la identificación de los distintos tipos de cobertura vegetal; los mismos que serán validados con el trabajo de campo. Se tuvo en cuenta el uso de una simbología determinada para la caracterización de cada zona de cobertura vegetal.

4.1.1.2.3.3 Uso actual de la tierra

Se describió los usos que se le da a terrenos en la actualidad, es decir, las modalidades de aprovechamiento del recurso suelo que se viene desarrollando dentro del Área de estudio; siguiendo los lineamientos propuestos por la Unión Geográfica Internacional (UGI). Se elaborará un mapa de uso actual de la tierra. Este mapa mostrará la distribución de la población y los distintos usos que se da al territorio, clasificados según una base descriptiva y cualitativa.

a) Etapa Preliminar de Gabinete

Se recopiló información oficial existente sobre la temática de cobertura y uso actual del territorio. La información recopilada fue ajustada y actualizada mediante fotointerpretación de imágenes de satélite reciente de alta resolución (LIDAR), para el área de influencia directa, y disponibles en Google Earth. Las unidades de uso de tierra identificadas en esta etapa, se delinearán de acuerdo al sistema de las nueve categorías de la Unión Geográfica Internacional. Se adoptó este sistema debido a su carácter internacional, porque 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 debido a que sus categorías básicas pueden ampliarse, en tal forma que describan completamente la variedad de usos encontrada en el Área de estudio.

a) Etapa de campo



Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540



Se realizó visitas al campo en algunos sectores del estudio, contrastando también con el mapa preliminar de coberturas y uso actual de las tierras, información recopilada en los estudios de vegetación de la Línea Base Biológica e información obtenida de las imágenes de satélite, con la finalidad de complementar las áreas delimitadas en gabinete, haciendo énfasis en las áreas donde se emplazarán los componentes principales (torres), subestaciones asociadas y componentes auxiliares. Se realizó un análisis visual y se recopilaron evidencias fotográficas para el sustento de las unidades de uso actual identificadas.

b) Etapa de gabinete

Esta etapa comprendió en analizar la información recopilada y del conocimiento obtenido a través del recorrido de campo y ajustar el mapa de uso actual de la tierra preliminar. Delimitando, validando y agrupando las categorías de uso actual de la tierra de acuerdo a las categorías y, de ser el caso, subclases de uso de la tierra que propone la Unión Geográfica Internacional, determinándose luego la extensión cubierta por cada una de estas

4.1.1.2.3.4 Calidad del suelo

Se realizó la evaluación de la calidad del suelo mediante el análisis de parámetros orgánicos e inorgánicos del área de estudio; tomando como referencia la ubicación de los componentes principales y áreas auxiliares que podrían generar algún riesgo de contaminación de suelo; lo cual, permitirá contar con las condiciones actuales del área y que servirá de referencia para los futuros monitores que se realicen en el marco de una contingencia.

Asimismo, se realizará la identificación de sitios contaminados de las áreas a intervenir considerando la fase de identificación, en conformidad con el Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM que aprueba los criterios para la gestión de sitios contaminados; donde se complementará más muestreos de calidad de suelos relacionados a sitios contaminados.

PARÁMETROS PARA CONSIDERAR

Los parámetros de muestreo a considerar para la evaluación de calidad de suelo corresponden a todos los parámetros que se encuentran contenidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo aprobados mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.

Tabla 4.1-2: Parámetros a Muestrear

[Firma]
Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968

[Firma]
Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259

[Firma]
MARTHA SANCHEZ VILLALBA
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR
[Sello circular]

Parámetro en mg/kg PS	Usos del Suelo			Métodos de Ensayo
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo	
Orgánicos				
Hidrocarburos Aromáticos Volátiles				
Benceno	0.03	0.03	0.03	EPA 8260 EPA 8021
Tolueno	0.37	0.37	0.37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0.082	0.082	0.082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos Poliaromáticos				
Naftaleno	0.1	0.6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0.1	0.7	0.7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de Hidrocarburo F1 (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de Hidrocarburo F2 (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de Hidrocarburo F3 (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados – PCB	0.5	1.3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0.1	0.2	0.5	EPA 8260
Tricloroetileno	0.01	0.01	0.01	EPA 8260
Inorgánicos				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario Total	750	500	2000	EPA 3050
Cadmio	1.4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo Total	**	400	1000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0.4	0.4	1.4	EPA 3060


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP: N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
COLECCIÓN 1994-2014

				EPA 7199 ó DIN EN 15192
Mercurio	6.6	6.6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0.9	0.9	8	EPA 9013 SEMWW- AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

Fuente: Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

4.1.1.2.4 Hidrografía

El levantamiento de información correspondiente a la hidrología e hidrografía tuvo como propósito de obtener la información para realizar la descripción de las características de cuerpos de agua presentes en el área de estudio del proyecto BETA; así como, la identificación y descripción de las cuencas colectoras (cuenca, subcuenca y microcuencas, incluyendo las cabeceras de cuenca).

Respecto al levantamiento de información de la hidrografía, para aquellas fuentes de aguas susceptibles de intervención se realizó lo siguiente:

- Descripción y localización de la red hidrográfica sobre la que se emplazará el proyecto y caracterizar el régimen natural.
- Identificación de los sistemas lénticos y loticos.
- Elaboración de mapas de dicha red, incluidos los sistemas lénticos y lóticos (de carácter permanente).
- Establecimiento de los patrones de drenaje y posibles usos por parte de los habitantes en torno al área de estudio.
- De existir estaciones hidrométricas en el área de estudio administradas por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, se presentará información sobre caudales de los principales cuerpos de agua.

a) Etapa Preliminar de Gabinete

El levantamiento de información correspondiente a hidrología e hidrografía se basó en lo siguiente:


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
COLECCIÓN 19540

- Identificación, ubicación, obtención, revisión y análisis de estudios hidrológicos, estudios hidrográficos e información concurrente existentes y disponibles de las cuencas hidrográficas localizadas en el área de estudio del Proyecto BETA.
- Identificar, recopilar y procesar la información de las estaciones de existir estaciones hidrométricas en el área de estudio administradas por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, se presentará el histórico de dicha información o de estudio existentes, verificando que los datos de las variables sean consistentes.

b) Etapas de Trabajo de Campo

En general, los trabajos de campo se ejecutarán en dos campañas que cubren el ciclo hidrológico anual. De acuerdo con el análisis de estacionalidad, los trabajos de campo se realizarán en dos temporadas: muy húmeda, deberá realizarse entre los meses de octubre a marzo, que es la temporada de mayor precipitación en la zona Nororiental del país, donde las quebradas y ríos tienen sus caudales máximos; y húmeda, durante los meses de abril a setiembre. Esta salida de campo se realizará después de ejecutar los procesos participativos correspondientes.

El emplazamiento de componentes del Proyecto BETA no prevé alteraciones a las condiciones y/o régimen natural de los cuerpos de agua, ya que el Proyecto no contempla vertimientos a cuerpos de agua, ni se realizará ningún aprovechamiento o captación del recurso hídrico; durante la construcción se adquirirán mediante terceros autorizados.

• Etapa preliminar

En gabinete se procedió a planificar los trabajos de campo según las temporadas establecidas en el análisis de estacionalidad del año hidrológico. Para la campaña de la temporada muy húmeda ejecutada del 18 al 23 de marzo, se consideró asegurar la siguiente información.

1. Parámetros a Considerar

El parámetro de medición es el caudal en m³/s y l/s.

2. Justificación del parámetro a muestrear

El caudal de agua, en la fuente de agua superficial es un parámetro que mide el volumen de agua que pasa por una sección de control en la unidad de tiempo, y que define las características hidráulicas del cauce del río o quebrada, y su efecto sobre la variabilidad morfológica del cauce en el espacio y tiempo.

3. Selección de Puntos de Medición

Los criterios de selección de los puntos de medición de las fuentes de agua superficiales tendrán los siguientes criterios: (i) fuentes de agua más representativa que intercepte al trazo de las Líneas de transmisión y (ii) fuentes de agua cercanas a la ubicación de las instalaciones auxiliares. Cabe resaltar que los puntos de medición seleccionados corresponden a las estaciones de muestreo de Calidad de Agua superficial (ver ítem 4.1.1.2.5 Calidad de agua).


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Ing. María Mercedes Villalva
Biólogo
Colegio Profesional



- **Etapas de campo**

1. **Campaña de la Temporada Muy húmeda**

Como parte de esta salida se procederá con la verificación de los cuerpos de agua más representativos para el proyecto (donde se realizarán los muestreos de Calidad de Agua superficial, así como los registros de medición de caudales) y detallar su ubicación.

En la ficha se consignaron las características reológicas de estos flujos, acompañado con fotos, a fin de que sean considerados. Las fichas serán elaboradas en gabinete, antes de la salida de campo.

- **Campaña de la Temporada húmeda**

Para esta campaña se ejecutarán las mismas actividades que en la temporada muy húmeda. Esta salida tendrá como finalidad realizar control en los puntos establecidos en gabinete, a partir de los resultados del inventario de fuentes de aguas superficiales realizados en la primera salida, durante la temporada muy húmeda.

- c) **Etapas de gabinete post campo**

Los resultados de la identificación de las fuentes de agua superficiales serán procesados para caracterizarlos.

Finalmente, se elaborará una línea base física con el sustento técnico basado en la información primaria y secundaria, para su caracterización en ambas temporadas, en las cuencas hidrográficas localizadas en el Área de estudio del Proyecto. Asimismo, se incluirán los mapas temáticos correspondientes a escalas convenientes que permitan su visualización.

- 4.1.1.2.5 **Calidad de agua**

Se realizó la caracterización fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica y uso de los cuerpos de agua en el Área de estudio, que se superponen con el área de emplazamiento de los componentes (vanos de Línea de transmisión). Los sitios de muestreo fueron justificados en su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal.

El muestreo de calidad de aguas superficiales se ejecutó en dos campañas que cubren el ciclo hidrológico anual del área de estudio (temporadas húmeda y muy húmeda).

La metodología que se implementó el establecimiento de la línea base física correspondiente a la calidad de aguas superficiales, es la siguiente:

- a) **Etapas Previas**


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Mónica Martínez Villalva
Bióloga
Colegio Profesional



En primer lugar, se definió el número y ubicación de las estaciones de muestreo dentro de las cuencas colectoras y/o relacionadas con los componentes principales y auxiliares proyectados, considerando la temporalidad (temporada húmeda y muy húmeda).

La definición de las cantidades y ubicaciones de las estaciones de monitoreo se realizó en base a lo indicado en el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales" aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Las estaciones siguieron los siguientes criterios:

1. Establecimiento del ámbito de evaluación: Se recopiló información de las subcuencas y cuencas del área de estudio. A partir de esto se conoció las principales fuentes hídricas (ríos y lagos) del proyecto
2. Accesibilidad y seguridad: A partir de información del MTC de redes viales (nacional, departamental y provincial), contrastado con imágenes satelitales de Google Earth
3. Representatividad: En base a la distribución de componentes en torno a los cuerpos hídricos

En segundo lugar, luego de conocer los cuerpos hídricos a estudiar se identificó la categoría de acuerdo con la normatividad vigente para la clasificación de los cuerpos de agua. A partir de ello se estableció los parámetros de análisis indicados en el Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

En tercer lugar, se realizó las coordinaciones con el laboratorio acreditado a cargo del monitoreo. Para lo cual se elaboró una tabla matriz en la que se especificó toda la información respecto a los puntos de monitoreo (coordenadas, ubicación geográfica, cronograma de monitoreo, parámetros de análisis, etc.). Así mismo se realizó la supervisión de las actividades en campo.

b) Etapa de Campo

Durante la salida de campo se tuvo coordinaciones directas con el equipo de monitoreo ante cualquier eventualidad tales como accesibilidad, seguridad, tiempos de ejecución del monitoreo y que dieran lugar a un cambio en la ubicación de las estaciones de monitoreo. Por tanto, en campo se definieron los puntos de muestreo y, de ser necesario, la reubicación.

Los muestreos de calidad de agua fueron realizados por una brigada de trabajo de campo con materiales, equipamientos e instrumentos necesarios. Asimismo, siguiendo el cumplimiento de equipos EPP, seguros, requerimientos sanitarios, así como el cumplimiento de la inducción y seguridad ambiental.

En la toma de muestras se verificó en el cumplimiento del protocolo de monitoreo, del procedimiento de toma de muestra interna del laboratorio y los protocolos de preservación, conservación y traslado de muestras antes de su ingreso al laboratorio.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE
BIOLOGÍA
COLECTOR PUNTO




En la ejecución se realizó el llenado de cadenas de custodia, conteniendo como mínimo la siguiente información:

- Código del punto de muestreo
- Fecha de muestreo
- Hora de muestreo
- Ubicación política (distrito, provincia y departamento)
- Coordenadas UTM Datum WGS84
- Observaciones (presencia de otras actividades).

Asimismo, se procedió a realizar las tomas fotográficas debidamente rotuladas en las se aprecia información en un tablero sobre la estación de monitoreo.

c) Etapa de Gabinete

Previamente se realizaron revisiones, observaciones y correcciones en caso amerite de los documentos generados tales como certificados de calibración de equipos de muestreo, informes de ensayos de laboratorio, cadenas de custodia, panel fotográfico del desarrollo de muestreo y reportes de incidentes durante el desarrollo del muestreo en cada uno de los puntos y secciones de muestreo. Después se procesó en la información recopilada para la elaboración de la línea base física correspondiente a la calidad de agua. Luego con dicha información se elaboró los ítems de:

- Equipos de Monitoreo: A partir de la información de las cadenas de custodia y certificados de calibración se realizó un registro de los equipos usado en el monitoreo de calidad de agua. Se verificó además la vigencia del certificado de calibración
- Resultados: A partir de los informes de ensayo se elaboraron tablas y gráficas en las que, a partir de una comparación con los ECAs, permite conocer las excedencias en cada parámetro.
- Conclusiones: Finalmente se emite en base a los resultados
- Mapas Temáticos: En la que se aprecia principalmente, puntos de monitoreo, recursos hídricos (lagos, lagunas, ríos), centros poblados, componentes del proyecto, etc.

4.1.1.2.6 Hidrogeología

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.

Para la presente caracterización no se realizarán actividades de campo; toda vez que, la caracterización se realizará en base a información secundaria e investigaciones técnicas; en tal sentido solo se considerará una etapa de gabinete.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Jhonatan Sarmiento Villalva
Biólogo
CSP N° 19540



a) Etapa Preliminar de Gabinete

El análisis hidrogeológico consistirá en:

- Recopilación de información del sistema de información geográfica GEOCATMIN del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET, en donde se describe las unidades hidrogeológicas existentes en el área de estudio del Proyecto, 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.
- Recopilación de información de investigaciones académicas y autoridades técnico-científicas; así como de instrumentos de gestión ambiental en áreas contiguas al área de estudio del Proyecto BETA.
- Inventario de puntos de agua que incluyan pozos, ojos de agua y manantiales dentro del área de estudio, en caso existan (apoyado también de la brigada social), identificando la unidad geológica a la que pertenece, y de estudios existentes se extraerá su caracterización físico-química y los caudales de explotación realizada por la población local.
- Finalmente, se evaluará la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto (combustibles, materiales residuales, derrames sustancias tóxicas, entre otros).

b) Etapa de Gabinete (post-campo)

En base a la información de estudios técnicos y científicos disponibles recopilados, se presentará la descripción de las unidades hidrogeológicas y, de ser el caso, la caracterización de los principales acuíferos identificados en el área de estudio del Proyecto.

Así también, se debe resaltar que la línea base física correspondiente a la hidrogeología será sustentada con la información del estudio geotécnico y apoyado con las características técnicas de los componentes principales y auxiliares, así como las actividades durante el proceso constructivo del Proyecto, a fin de dilucidar los posibles impactos a las aguas subterráneas.

Finalmente, se presentará el análisis de vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto (materiales residuales, derrames sustancias tóxicas, entre otros).

Cabe precisar que, el proyecto no hará uso de fuentes de agua subterránea; sin embargo, de acuerdo la información secundaria disponible, y de los posibles hallazgos en campo, se realizará un inventario de puntos de agua que incluyan pozos, ojos de agua y manantiales, con información recopilada en campo y de estudios existentes se extraerá su caracterización y los caudales de explotación realizada por la población local.

En el caso de encontrarse niveles freáticos que pudieran verse afectados por actividades asociadas al Proyecto, se propondrá el monitoreo de calidad de agua subterráneas para lo cual


Ana Curi Ferrnandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Ing. María Mercedes Villalva
Biólogo
Colegio Profesional

se considerará la Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental" (Resolución Ministerial N° 455-2018-MINAM).

4.1.1.2.7 Atmósfera

4.1.1.2.7.1 Clima y meteorología

La caracterización del clima se realizará considerando la clasificación de Thornthwaite usada por Senamhi, esta clasificación se basa en el proceso principal de intercambio de energía, humedad y momento entre la superficie terrestre y la atmósfera. Permite determinar dos conceptos: la evapotranspiración potencial y en el balance de vapor de agua; y el exceso o déficit calculado a partir de estos dos conceptos, permite definir el tipo y subtipo de clima.

Se describirá el régimen meteorológico, condiciones promedio y picos, utilizando la información histórica de las estaciones meteorológicas representativas en el área de proyecto, las cuales se encuentran cerca del área de estudio y que guardan relación con la altitud, unidades climáticas, cobertura vegetal, zonas de vida y distancia al área de estudio.

Para la presente caracterización no se realizarán actividades de campo; toda vez que, la caracterización se realizará en base los registros históricos provenientes de Senamhi; en tal sentido se considerará una etapa previa y una etapa de procesamiento.

a) Etapa Previa

En esta etapa se procederá a identificar, zonificar y describir las condiciones climáticas mensuales y multianuales del área de estudio en la información de las estaciones meteorológicas existentes en torno al área de estudio. El rango histórico de información a utilizar para la presente caracterización considerará el uso de periodo más reciente y extensos posibles, y en su defecto un mínimo 10 años de registro. Se recopilarán los datos meteorológicos (fichas oficiales del SENAMHI), para que estos sean procesados y luego sean adjuntados en el EIA-d.

b) Etapa de Procesamiento

Los resultados del procesamiento estadístico se presentarán en gráficos que muestren correctamente el comportamiento y las relaciones existentes entre los valores medios de los parámetros y permitan la fácil comprensión de las condiciones climáticas del área a evaluar. Por otro lado, se representarán la ocurrencia de eventos extraordinarios (La Niña, ENSO, Niño Costero, Vientos Fuertes, heladas y nevadas, entre otros) siempre que correspondan al ámbito del área de estudio. Respecto a la caracterización del clima, este se realizará en base al Mapa Climático del Perú del 2020 planteado por SENAMHI. Por último, se realizará la representación espacial (mapa climático), en el que se presentarán las unidades climáticas, estaciones meteorológicas y los componentes del Proyecto.

• Variables a Considerar

Respecto a las variables para el análisis meteorológico se tiene:


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra
CGP N° 259


Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra
CGP N° 259


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988



- Temperatura: valores máximos, mínimas y medias mensuales;
- Precipitación: máxima en 24h, media mensual y anual;
- Humedad relativa: media mensual, máximas y mínimas.
- Dirección y velocidad del viento (frecuencias máximas mensuales y anuales de dirección, y valores medios mensuales y anuales de velocidad). Elaboración y de rosa de vientos.

4.1.1.2.7.2 Calidad del Aire

a) Etapa Previa

Primeramente, se definió las redes de puntos de monitoreo (número y ubicación) la definición se realizó en base a lo indicado en el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Aire" aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM. Las estaciones siguieron los siguientes criterios

- Ubicación de los componentes del Proyecto: Identificación preliminar de las fuentes de emisión atmosféricas
- Existencia de fuentes antrópicas
- Receptores Sensibles: Identificación de los principales centros poblados como posibles receptores sensibles.
- Dirección de los vientos: Revisión de datos meteorológicos respecto a la velocidad y dirección del viento (rosa de viento).
- Accesibilidad y Seguridad

Luego se procedió a codificar las estaciones siguiendo un orden correlativo y único.

En segundo lugar, se determinó la frecuencia de monitoreo en base a la identificación de la temporalidad en el área de estudio para lo cual se consideró en épocas húmeda y muy húmedas.

En tercer lugar, se identificó los parámetros de análisis relevantes y asociados a las actividades del proyecto. Asimismo, se definió las exclusiones correspondientes. Se considero análisis meteorológico en cada estación de monitoreo

En cuarto lugar, se determinó los métodos de ensayo y los equipos de monitoreo a emplearse

Finalmente se realizó coordinaciones con el laboratorio acreditado a cargo del monitoreo para la preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección. De manera adicional se elaboró una tabla matriz en la que se especificó toda la información respecto a los puntos de monitoreo (coordenadas, ubicación geográfica, cronograma de monitoreo, parámetros de análisis, etc.). Así mismo se realizó la supervisión de las actividades en campo.

b) Etapa de Campo

En campo se realizó un reconocimiento del entorno. Se inspeccionó y evaluó la zona definida para los puntos de muestreo, considerando aspectos de accesibilidad, seguridad y conexión para el personal, así como la adecuada ubicación de los equipos y de ser posible conexión eléctrica.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Ing. J. Sebastián Villalva
BIOLOGO
CSP N° 19540



Se procedió a la instalación de los equipos de monitoreo de calidad de aire y meteorológico en las ubicaciones designadas y con apoyo de un GPS. Se siguió lo indicado en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM. A continuación, se describen las acciones que se tuvieron en cuenta durante la ejecución de las actividades de campo:

- Durante la instalación, el personal de muestreo usó guantes desechables, especialmente al manipular filtros para material particulado y soluciones captadoras para la medición de gases. No se tocaron los filtros directamente con las manos para evitar la contaminación de las muestras; se utilizó el porta filtro y se cerró el cabezal una vez instalado.
- En cada instalación de los equipos de muestreo, se revisó el estado de estos y se mantuvo una limpieza permanente.
- Se verificó el flujo de caudal del equipo de alto volumen (Hi-Vol), asegurando que cumpliera con los requisitos para muestreo de PTS (flujo entre 1.13 y 1.70 m³/min, con una precisión de $\pm 10\%$) y de PM10 y PM2.5 (flujo de 1.13 m³/min $\pm 10\%$).
- En cuanto al muestreo de gases, se aseguró que la instalación del tren de muestreo y equipos automáticos se realizara en un ambiente abierto, preferentemente bajo sombra, para evitar la incidencia de los rayos solares en las soluciones.
- Para la operación de los equipos, se orientó la entrada del burbujeador con la solución captadora contra el viento, para captar el gas a muestrear.
- Se aseguró el suministro ininterrumpido de energía eléctrica durante todo el muestreo.

Luego de la instalación se llenaron las cadenas de custodia y se realizó el registro fotográfico debidamente rotulado. En la cadena de custodia se presentó la siguiente información:

- Código del punto de muestreo.
- Fecha de muestreo.
- Hora de muestreo.
- Ubicación política (distrito, provincia y departamento).
- Coordenadas UTM Datum WGS84.
- Observaciones (presencia de otras actividades).

Finalizado el monitoreo las muestras (soluciones captadoras, filtros) fueron debidamente rotuladas y etiquetados. Para el caso de las soluciones fueron llevados en recipientes térmico (cooler) a temperaturas entre 0 y 10 °C. Para el caso de los equipos automáticos se descargó la data cruda la cual fue debidamente rotulada.

c) Etapa de Gabinete

Se procedió a la revisión de los documentos generados tales como certificados de calibración de equipos de muestreo, informes de ensayos de laboratorio, cadenas de


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


Jhonatan Sarmiento
BIOLOGO
CSP N° 17540



custodia, panel fotográfico del desarrollo de muestreo y reportes de incidentes durante el desarrollo del muestreo en cada uno de los puntos y secciones de muestreo.

Luego de proceso la información recopilada para la elaboración de la línea base física. Con dicha información se elaboró los ítems de:

- Equipos de Monitoreo: A partir de la información de las cadenas de custodia y certificados de calibración se realizó un registro de los equipos. Se verifico además la vigencia del certificado de calibración
- Resultados: A partir de los informes de ensayo se elaboraron tablas y gráficas en las que, a partir de una comparación con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire, de acuerdo con lo establecido en el D.S. N°003-2017-MINAM, que permite conocer las excedencias en cada parámetro.
- Conclusiones: Finalmente se emite en base a los resultados
- Mapas Temáticos: En la que se aprecia principalmente, puntos de monitoreo, centros poblados, componentes del proyecto, etc.

4.1.1.2.7.3 Niveles de Ruido

a) Etapa Previa

En la etapa previa se desarrollaron todas las actividades preparatorias antes del inicio de los trabajos de campo, incluyendo la planificación. A continuación, se detallan las actividades realizadas en esta etapa:

- Análisis de los componentes principales y auxiliares, así como la identificación de la tipología de receptores sensibles. Se identificaron los receptores sensibles que podrían verse afectados por el proyecto, con el fin de establecer las estaciones donde se tomarían los registros correspondientes.
- Desarrollo de un procedimiento de mediciones, detallando exhaustivamente el proceso de muestreo, incluyendo consideraciones sobre montaje, calibración, check-list de campo previo al muestreo, formato de registro/toma de muestras, reporte de fuentes de ruido presentes, entre otros.
- Ubicación preliminar de estaciones de muestreo: Una vez identificados los receptores sensibles se definió una red preliminar de puntos para el desarrollo de los muestreos de ruido. Posteriormente, en la etapa de trabajo en campo, estos puntos fueron confirmados. Estas ubicaciones se adjuntaron en el procedimiento de mediciones.
- Preparación de materiales y equipos: Antes del inicio de la fase de campo, se realizó un chequeo de todos los equipos y materiales específicos que se emplearían durante el muestreo de ruido, verificando especialmente la vigencia de los certificados de equipos y calibración.

b) Etapa de Campo


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Jhonatan Villalba
BIOLOGO
COLEOP R15140



La etapa de campo abarcó todas las actividades realizadas en el área de estudio del proyecto con el objetivo de ejecutar o complementar el registro de datos de ruido. A continuación, se detallan las actividades realizadas en esta etapa:

- Revisión de la red de puntos de muestreo: Con las ubicaciones de los puntos de muestreo, se verificó la validez de estos (ubicaciones exactas), realizando traslaciones o sustituciones en caso de que no fueran viables. Los criterios analizados fueron:
 - Elementos reflectantes cercanos.
 - Fuentes de ruido antropogénicas o naturales que pudieran dominar el ruido registrado.
 - Posibilidad de montaje u otros posibles inconvenientes técnicos (incluyendo cuestiones de seguridad).
- Desarrollo del muestreo de ruido, incluyendo toma de datos externos: Las mediciones se realizaron conforme a la metodología planteada en el plan de trabajo y lo dispuesto en el procedimiento de medición. Los datos externos incluyeron:
 - Identificación de eventos de ruido relevantes durante la medición e identificación de la fuente generadora.
 - Identificación de periodos sin eventos de ruido anómalos.
 - Confirmación de receptores sensibles cercanos.
- Se llenaron las fichas de muestreo con la siguiente información:
 - Código del punto de muestreo.
 - Fecha de muestreo.
 - Hora de muestreo.
 - Ubicación política (distrito, provincia y departamento).
 - Coordenadas UTM Datum WGS84.
 - Observaciones (presencia de otras actividades).
- Se realizó la medición por un periodo continuo en cada punto de muestreo, abarcando los horarios respectivos (diurno y nocturno).
- Antes del ingreso al laboratorio, se llenó la cadena de custodia, indicando lo siguiente:
 - Nombre del laboratorio (acreditado por INACAL).
 - Datos del titular.
 - Nombre del proyecto.
 - Fecha y hora del muestreo.
 - Coordenadas UTM Datum WGS84.
 - Parámetros recogidos: LAeq, Lmax, Lmin.
 - Nombre de los responsables del muestreo.
 - Observaciones (en caso de haber).

c) Etapa de Gabinete

La etapa de gabinete comprendió las actividades relacionadas con el procesamiento de datos y la emisión de informes. Durante esta etapa, con los resultados obtenidos de la medición de ruido, se procedió a la comparación con los Estándares Nacionales de Calidad


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Jhonatan Villalba
Biólogo
CSP N° 11540



Ambiental para Ruido, de acuerdo con lo establecido en el D.S. N°085-2003-PCM. Para tal fin se elaboraron tablas y gráficas agrupando los resultados por zonificación y para los horarios diurnos y nocturnos.

4.1.1.2.7.1 Radiaciones No Ionizantes

a) Etapa Previa

Se desarrollaron todas las actividades previas al inicio de los trabajos de campo, incluyendo la planificación. A continuación, se detalla un resumen de las actividades realizadas en esta etapa:

- Análisis de los componentes principales y áreas auxiliares, así como la identificación de fuentes emisoras y la tipología de receptores sensibles.
- Desarrollo de un procedimiento de mediciones, detallando exhaustivamente el proceso de muestreo, incluyendo consideraciones sobre montaje, calibración, lista de verificación de campo previo al muestreo, reporte de fuentes de ruido presentes, entre otros.
- Ubicación preliminar de puntos de muestreo: Una vez identificadas las fuentes y los posibles receptores sensibles, se definió una red preliminar de puntos para el desarrollo de la medida de RNI. Posteriormente, en la etapa de trabajo en campo, estos puntos fueron confirmados.
- Preparación de materiales y equipos: Antes del inicio de la fase de campo, se realizó un chequeo de todos los equipos y materiales específicos que se emplearían durante el muestreo de ruido, verificando especialmente la vigencia de los certificados de equipos y su calibración.

b) Etapas de Campo

El trabajo de campo consistió en desplazarse hacia los puntos de medición para realizar la evaluación cuantitativa de la intensidad de campo eléctrico y la densidad de flujo magnético. En cada punto de medición se evaluaron los siguientes aspectos:

- Intensidad de campo eléctrico
- Densidad de flujo magnético
- Intensidad de campo magnético
- Toma de registros fotográficos
- Se precisó que el personal a cargo de la evaluación de los puntos de medición y los equipos utilizados pertenecían a un laboratorio acreditado por la autoridad competente.

c) Etapa de Gabinete

La etapa de gabinete post-campo comprendió las siguientes actividades:

- Procesamiento de datos y emisión de informes de resultados de laboratorio.
- Interpretación de los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos, realizando la comparación con los estándares de calidad ambiental vigentes. Además, se representó la ubicación de los puntos de medición y se elaboró el respectivo mapa temático,


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Jhonatan Villalba
BIOLOGO
CSP N° 11540



mostrando también los componentes del proyecto, localidades (centros poblados), viviendas y otros receptores.

- Se adjuntaron los certificados de calibración de los equipos utilizados, los reportes de ensayo de laboratorio y el panel fotográfico.

4.1.1.2.8 Geotecnia

La descripción geotécnica se realizará en base a la información de los estudios de suelos (geotécnicos y de resistividad), que se desarrollarán como parte de los estudios básicos del componente de ingeniería del proyecto. En tal sentido, de dicha información relacionada a los alcances de la caracterización geomecánica de los suelos y rocas presentes que permitan caracterizar el comportamiento del terreno en las áreas donde se emplazarán los componentes del proyecto. Además, se extraerá la información relacionada a las zonas con mayor inestabilidad, de existir, que impliquen posibilidad de riesgos para el Proyecto.

a) Etapa preliminar de gabinete

Para los estudios de geotecnia, se considerarán las diferentes fuentes bibliográficas, entre las cuales se encuentran las Cartas y boletines geológicos elaborados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) del Perú.

Los objetivos generales de la caracterización geotécnicas son:

- Reconocimiento geológico del sitio (descripción del contexto geológico y tectónico, de las formaciones de suelos y rocas, definición del perfil estratigráfico del suelo, etc.);
- Interpretación de las características principales de los terrenos para determinar los parámetros a utilizar en el diseño del proyecto.
- Identificación y caracterización de las fallas geológicas, si se encuentran en el trazo;
- Evaluación de las zonas de riesgo geotécnico.

Cabe señalar también que, se elaborarán diversos informes técnicos sobre los procesos geodinámicos y los riesgos geológicos, que se considerarán para definir un programa de investigaciones geotécnicas.

1. Investigaciones y exploraciones geotécnicas

Las investigaciones para realizar se basarán en los siguientes métodos:

- Calicatas, métodos directos mediante excavaciones mecanizadas o de manera manual;
- Pruebas in situ, métodos directos de exploración;
- Ensayos en laboratorio.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Ing. María Fernanda Villalva
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR



- Ensayos MASW

La metodología aplicable de geotecnia se debe dividir en una etapa previa, una etapa de campo y una etapa de gabinete. A continuación, se describen las principales acciones:

b) Etapa de Campo

Mediante recorridos en terreno se definirán las zonas geológicas, las zonas de contactos estratigráficos y litológicos, se levantarán las estructuras tectónicas, entre fallas, fracturas y estratificaciones.

Además, se considerará la información recopilada como aporte para la caracterización de "Niveles de estabilidad y riesgo físico", que incorpora la información de procesos y rasgos morfodinámicos. Se identificarán también afloramientos de agua, zonas húmedas, entre otros aspectos.

1. Investigaciones con calicatas

Las calicatas consisten en la excavación de una fosa mediante una excavadora mecanizada o de forma manual. La profundidad mínima será de 3 m, excepto en el caso de rechazo sobre roca inalterada y poco fracturada o en caso de derrumbe de las paredes. Las dimensiones mínimas en planta no serán inferiores a 1 m x 2.5 m, con el fin de permitir una adecuada inspección de las paredes. La calicata será rellenada después de las observaciones, colocando la tierra vegetal excavada en la superficie.

Cada vez que sea necesario realizar un ensayo in situ en una calicata, la excavación deberá realizarse considerando este hecho, dado que este tipo de prueba obliga a tomar medidas especiales que determinan la forma de la excavación. Así como la toma de densidades in situ obliga a realizar estas acciones a medida que la excavación avanza.

2. Pruebas in situ

El ensayo de penetración tipo SPT es un método dinámico de auscultación que se puede hacer de manera conjunta a una perforación diamantina. El principio del ensayo es medir cuantos golpes con un martillo estándar son necesarios para que una punta estándar penetre 3 veces 15 cm o hasta el rechazo. Este ensayo se ejecutará según la norma ASTM D 1586. Además, se realizarán ensayos en laboratorio.

3. Caracterización de afloramientos rocosos

De existir, en los sectores afloramientos rocosos representativos de determinadas formaciones o situados en lugares de importancia para el emplazamiento de componentes, se realizará una descripción detallada como parte de los estudios geotécnicos.

a) Etapa de Gabinete

1. Análisis de resultados


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Jhonatan Sarmiento Villalva
Biólogo
Colegio Profesional



Analizar los resultados obtenidos de los ensayos de campo y laboratorio, y utilizarlos para realizar la caracterización geotécnica de los suelos y rocas presentes en la zona de estudio.

2. Zonificación geotécnica

Realizar una zonificación geotécnica para identificar las áreas con mayor inestabilidad donde se emplazarán los principales componentes del proyecto, que puedan implicar posibilidad de riesgos para la infraestructura actual y/o proyectada.

3. Evaluación de la capacidad portante del suelo

Realizar una evaluación de la capacidad portante del suelo en las áreas donde se emplazarán los principales componentes del proyecto, para conocer su comportamiento y establecer las recomendaciones de cimentación y/o mejoramiento necesarias.

4. Elaboración del informe final

Elaborar un informe final con los resultados y recomendaciones obtenidas en el estudio geotécnico, para que sea utilizado por el equipo de ingeniería en el diseño y construcción del proyecto.

4.1.1.2.9 Paisaje Visual

a) Etapa Preliminar

En esta etapa se determinarán los puntos de observación del paisaje y determinarán las unidades paisajísticas preliminares, para ello se considerarán los siguientes criterios:

- **Puntos de observación del paisaje**

Se tomarán en cuenta los siguientes criterios: (1) presencia de centros poblados, en términos de volumen poblacional, dimensiones, emplazamiento y movilidad; (2) presencia de elementos de patrimonio cultural de la Nación desde los cuales se podría observar el proyecto, (3) vías de comunicación, en términos de frecuencia del tránsito; (4) presencia de miradores, naturales o contruidos y frecuencia de visitantes, (5) Uso de modelos digitales del terreno y uso de imágenes de satélites y (6) accesibilidad visual, definida en base a la configuración del relieve y los elementos geográficos existentes.

Desde estos puntos de observación definidos se proyectarán las Cuencas Visuales.

- **Unidades paisajísticas**

La delimitación preliminar de las unidades paisajísticas se determinará a partir de condiciones homogéneas y representativas. Esto delimitación se realizará mediante un


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259


Ge. Carlos M. VILLALBA
BIOLOGO
CSP N° 19540

proceso de superposición cartográfica de las unidades fisiográficas, tipo de cobertura y unidades de vegetación y uso actual de las tierras dentro del Área de estudio.

b) Etapa de Campo

Los puntos de observación definidos en gabinete, serán evaluados en campo, con apoyo de los especialistas sociales y de las herramientas de que provén los sistemas de información geográfica (SIG), teniendo en consideración los lugares con el mayor potencial de observación directa de los componentes del proyecto.

Desde estos puntos de observación identificados se tomarán registros fotográficos hacia la zona de componentes donde se emplazarán los componentes, mediante estos registros se podrán caracterizar los componentes paisajísticos de las cuencas visuales.

c) Etapa de Gabinete

Con la información recopilada en campo se establecerá el valor escénico de las unidades de paisaje identificadas (calidad visual) y el grado de respuesta ante las intervenciones relacionadas con las actividades (Capacidad de absorción visual) del proyecto BETA.

• Calidad Visual

Se procesarán los registros fotográficos recopilados en campo, para caracterizar cada uno de los elementos (o aspectos) que configuran las unidades paisajísticas en el Área de estudio, para ello se aplicará el método propuesto por "Bureau of Land Management" (BLM, 1980). Además, se presentará un panel fotográfico, con fotografías georreferenciadas, incluyendo fecha y hora.

La determinación de calidad Visual del Paisaje, tomará los valores de la "Matriz de determinación de Calidad Visual del Paisaje", para asignarlos a cada elemento (o aspecto) del Paisaje, los cuales serán ponderados y así se obtendrán las clases de calidad visual para cada unidad paisajística.

• Capacidad de absorción visual y fragilidad visual del Paisaje

Con la finalidad de definir la clasificación visual de cada unidad paisajística evaluada se adoptará la metodología de Yeomans (1986), la cual se determina en función de los niveles de Capacidad de Absorción visual y Fragilidad visual.

• Integración de calidad y fragilidad visual

Para la clasificación de calidad-fragilidad se tendrán en cuenta las clases determinadas por Ramos (1980). Esta clasificación se realizará al integrar los resultados obtenidos de calidad visual y fragilidad visual.

• Análisis de visibilidad

La determinación de cuencas visuales se realizará mediante procedimiento asistido por SIG, para lo cual se empleará un modelo de elevación digital (DEM) y los valores de la cota de observación, para analizar las áreas visibles y no visibles.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


MARIA NARCIZA VILLALBA
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR



Finalmente, se presentará la siguiente información espacial: Mapa de Unidades Paisajísticas y Mapa de Cuencas Visuales.

4.1.2 Medio Físico

4.1.2.1 Geología

4.1.2.1.1 Geología en el área de influencia

Según la carta geológica nacional proporcionada por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), el entorno del área de estudio se conforma por rocas que infrayacen en la región del subandino a las rocas mesozoicas de litofacies marino carbonatados que se extienden en el intervalo Triásico superior-Jurásico inferior (Grupo Pucará) y que a su vez infrayace a las capas rojas del Jurásico superior (Formación Sarayaquillo). El Cretáceo está representado por secuencias continentales y marinas descritas como Grupo Oriente y formaciones Chonta y Vivian. Los afloramientos más extensos corresponden a las sedimentitas continentales cenozoicas (formaciones Yahuarango, Pozo, Chambira e Ipururo), que están asociadas a ambientes de llanura de inundación, marino residual-lacustre y estuarios, sobreponiéndose a estos los depósitos fluvioaluviales pleistocénicos (Formación Tulumayo y/o Formación Ucayali) y recientes. Como se precisó líneas arriba el área de estudio se ubica dentro de la faja subandina y en parte de la llanura amazónica, por lo que una parte significativa de las formaciones geológicas asociadas al área de estudio se encuentren rellenadas con sedimentos marinos provenientes del Mesozoico y con secuencias clásticas continentales del Paleógeno los cuales a su vez conforman la cuenca sedimentaria del Huallaga.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


MIRTHA SANTIANA TULLUA
BIOLOGO
COLEOP R15540

Ilustración 4.1-1: Columna estratigráfica de la Región San Martín

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	GROSOR (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depositos fluviales			Gravas con matriz arenosa y arenas grises a pardo grisáceas y limos.
		PLEISTOCENA	Fm. Ucayali			Gravas, arenas y limos grises a gris marrones, restos de plantas
	NEÓGENO		Fm. Tulumayo	100		Arenas y limos grises a gris marrones, grava en menor proporción. Conglomerados polimícticos con niveles de limoarcillitas amarillentas a rojizas Disc. eros.
		PLIOCENA	Fm. Ipururo	1200		Areniscas líticas y subarcóscas gris claras a marrones de grano grueso a medio, con cemento de caliza espásica. Niveles de conglomerados y brechas polimícticas
						Disc. ang.
		MIOCENA	Fm. Chimbira	2000 a 1500		Lodolitas abigarradas, predominantemente rojizas, interestratificadas limolitas en estratos gruesos y niveles de areniscas rojas de grano fino.
	PALEÓGENO	OLIGOCENA	Fm. Pozo	180		Lodolitas abigarradas, interestratificadas con lutitas gris claras a marrones con niveles de carbón, areniscas tobáceas, limoarcillitas y calizas grises con fósiles marinos.
		EOCENA	Fm. Yahuarango	1000		Lodolitas, areniscas y limolitas rojizas a púrpura Niveles de venillas de yeso así como concreciones calcáreas y síliceas presencia de algunos niveles de arenisca conglomerádica.
		PALEOCENA				
MESOZOICA	CRETÁCEO	SUPERIOR	Fm. Vivian	290		Areniscas cuarzosas blancas. Lutitas y lodolitas grises fosilíferas con niveles delgados de calizas micríticas. Areniscas cuarzosas blancas.
			Fm. Chonta	500 a 600		Lutitas y lodolitas grises claras a oscuras. Limoarcillitas, margas y calizas gris claras a oscuras.
		INFERIOR				Areniscas glauconíticas gris claras con interestratificaciones de lutitas y limolitas gris oscuras.
			Fm. Agua Caliente	300 a 450		Areniscas cuarzosas blancas grano grueso a fino con algunas interestratificaciones de lutitas, gris oscuras comúnmente carbonosas así como niveles de limolitas amarillentas a púrpuras.
			Fm. Esperanza	200		Limoarcillitas gris verdosas y gris oscuras fisibles con interestratificaciones de calizas gris oscuras fosilíferas. Lutitas carbonosas y areniscas glauconíticas.
			Fm. Cushabatay	500 a 580		Areniscas cuarzosa blancas grano grueso a fino con interestratificaciones de lutitas y limolitas, y algunos estratos delgados de carbón con restos de tallos y hojas.
	JURÁSICO	SUPERIOR	Formación Sarayaquillo	2000		Limolitas y lodolitas rojas a marrones. Areniscas arcóscas líticas y subcuarzosas rojas a marrones de grano subredondeado a redondeado.
		INFERIOR	Grupo Pucará	>200		En las zonas de domos predominan las evaporitas, con interestratificaciones de sedimentitas pelíticas en estratos delgados Calizas micríticas gris claras a oscuras interestratificadas con limolitas y areniscas, pardo chocolate. Niveles de evaporitas, calizas grises recrystalizadas y limolitas bituminosas fosilíferas. Disc. ang.
	TRIÁSICO	SUPERIOR	Grupo Mito	>200		Areniscas y lodolitas rojas a púrpura de grano fino con niveles volcánicos
	PERMIANO		Grupo Copacabana	0 a 600		Calizas y dolomitas grises a negras con nódulos de chert y ocasionales niveles de evaporitas.
PALEOZOICA			Grupo Tarma	0 a 300		Calizas gris oscuras, fosilíferas.
	CARBONÍFERO		Grupo Ambo	0 a 500		granito Areniscas grises, grano medio, arcillosas, limolitas y lutitas grises.
	DEVONIANO		Grupo Cabanillas	0-500		Pizarras y limolitas grises.
	ORDOVICIANO		Formación Contaya	700-800		Disc. ang.
NEO-PROTEROZOICA			Complejo del Marañón			Esquistos, filitas y gneis

Fuente: Memoria explicativa del mapa geológico del Perú Escala 1:100 000. 1999 - [Boletín A 136].

4.1.2.1.2 Estratigrafía

El área de estudio comprende una gran extensión en la que afloran rocas de carácter sedimentario y otras asociadas a depósitos aluviales. Los rasgos geocronológicos en las que se encuentran, están comprendidos desde la era del Cenozoico hasta el Mesozoico.

De todas las unidades litoestratigráficas identificadas, se tienen que la mayor parte de ellas se encuentran dentro de la era Cenozoica, teniendo mayor representatividad las formaciones geológicas presentes dentro de los sistemas de Paleógeno y Neógeno, dado que es en esta formación en donde se encontrarán emplazados la mayor parte de los componentes del Proyecto. La principal unidad litoestratigráfica que representa esta era conformada por los Formación Chambira (PM-ch), que se constituye como formaciones de coloración rojo morado a gris verdosas con pequeñas intercalaciones de areniscas grises a verdosas.

Respecto a la Era Mesozoica, del periodo Cretácico, piso Superior conformado por: Formación Vivian (Ks-v) asociándose con la Formación Chonta (Kis-ch) que se formaría desde finales del piso inferior. Al respecto, dentro del piso inferior se presentan las formaciones pertenecientes al "Grupo Oriente", las cuales están representadas principalmente por la Formación Agua Caliente (Ki-ac), Formación esperanza (ki-e); y en menos proporción por la formación Kushabatay (Ki-cu). Finalmente, respecto al Jurásico, dentro del piso superior se tiene únicamente a la Formación Sarayaquillo (Js-s)

A continuación, se detallan las unidades estratigráficas que se emplazan en el área de estudio del Proyecto.

Tabla 4.1-3: formaciones geológicas del área de estudio

Era	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica	Símbolo	Área (ha)	Porcentaje
Cenozoica	Cuaternario	Holoceno	Depósito aluvial	Qh-al	1329.0	8.5%
			Depósitos fluviales	Qh-fl	42.3	0.3%
			Formación Ucayali	NQ-u	53.7	0.3%
		Pleistoceno				
	Neógeno	Pliocena	Formación Ipururo	Nmp-i	1843.9	11.7%
			Domo salino	N-dmsal	307.3	2.0%
		Miocena	Formación Chambira	PM-ch	4802.0	30.6%

Era	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica		Símbolo	Área (ha)	Porcentaje	
	Paleógeno	Oligocena						
			Formación Pozo		P-poz	251.5	1.6%	
		Paleocena						
			Formación Yahuarango		P-y	2059.7	13.1%	
Mesozoica	Cretáceo	Superior	Formación Cachiyacu - Huachpayacu, Casa Blanca		Ks-c,h,cb,y3	47.6	0.3%	
			Formación Yahuarango					
			Formación Vivian			Ks-v	458.8	2.9%
		Inferior	Formación Chonta		Kis-ch	1365.6	8.7%	
			Grupo Oriente	Formación Agua Caliente		Ki-ac	357.9	2.3%
				Formación Esperanza		Ki-e	214.4	1.4%
				Formación Kushabatay		Ki-cu	610.4	3.9%
		Jurásico	Superior	Formación Sarayaquillo		Js-s	1935.4	12.3%
	Total						100.0%	

Fuente: Cartas Geológicas INGEMMET.

Elaborado por: Inerco Consultoría Perú S.A.C., 2024

En el Mapa geológico (LBF-BETA-GEO-01) se presenta la distribución de las unidades geológicas en el área de influencia del Proyecto y las secciones geológicas definidas.

Anexo 4.1.1 Mapa de unidades geológicas (LBF-BETA-GEO-01)

Anexo 4.1.2 Secciones geológicas (LBF-BETA-GEO-02)

4.1.2.1.2.1 Depósito aluvial (Qh-al)

Dentro del área de estudio, en la zona subandina, los depósitos aluviales se configuran por la presencia de gravas, arenas y limos que se encuentran rellenando las quebradas y depresiones

morfológicas. Regionalmente, la mayor parte de ellos se encuentran adyacentes al río Huallaga y son especialmente abundantes donde ocurren las formaciones cenozoicas (Yahuarango, Pozo, Chambira, Ipururo y Ucayali). Estos depósitos son de tamaños variables y por lo general van asociados a arenas y en menor cantidad limos.

Respecto a las zonas de llanura amazónica perteneciente al cuadrángulo de Yanayacu (carta 14-i) y Tarapoto (carta 13-k), los depósitos aluviales están conformados mayormente por arenas y limos grises, gris marrones, que yacen en posición horizontal mostrando un notable contenido de restos de plantas. Estos depósitos considerados del Holoceno son más extensos en los alrededores de los cuerpos fluviales; para el caso del Proyecto, el Río Gera y Río Mayo, además de las quebradas relevantes al área de estudio como la quebrada Chupishiña, Cachiyaku y Rumiayaku. Los depósitos aluviales van decreciendo en tamaño y tipo conforme se alejan de los ríos.

Los tamaños y tipos de materiales que conforman los depósitos aluviales son variables y dependen significativamente de las características de las unidades litoestratigráficas que actúan como fuentes de alimentación. Por ejemplo, en el lecho del río Mayo es posible observar gravas gruesas, medias, finas, así como arenas y limos.

A partir de los trabajos de reconocimiento en campo, se ha identificado que estas unidades geológicas son aprovechadas para el desarrollo agrícola local. Tal es el caso de la Nueva Subestación Tarapoto Norte y el recorrido de la variante L-1018, infraestructuras que están proyectadas para construirse completamente sobre un depósito aluvial. La caracterización geológica específica sobre esta unidad revela una composición que varía conforme a su profundidad, de tal forma que se pudo identificar que el material superficial puede llegar hasta 0.50 m, correspondiente a arcilla de baja plasticidad con arena, de tonalidad marrón y consistencia blanda; posteriormente, entre 0.50 y 1.50 m, se recuperaron capas de arena limosa, de color gris, de compacidad y humedad medias; y entre 1.50 y 4.50 m de profundidad se encontraron materiales arcillosos de baja plasticidad con presencia de arena, de tonalidad marrón oscuro a beige, de humedad media y consistencia blanda a rígida.

Respecto a los componentes e infraestructura asociada al Proyecto se identifica que cerca de la subestación Tarapoto Norte se ubican los pórticos de entrada para las líneas L-1017 y L-1018, todas sobre un depósito aluvial. Sobre este mismo depósito, se encuentran las torres T40, T41 y T44, pertenecientes a la Variante L-1017. En cuanto a la Variante L-1018, las estructuras comprendidas sobre ella son: T1, T2, T3 y T4, esto incluye el pórtico de entrada de la SE Tarapoto Norte que también se encuentran sobre el depósito aluvial.

Con respecto a la LT de 220 kV, las estructuras ubicadas sobre el depósito aluvial incluyen el pórtico de salida, y las torres comprendidas entre la T166-T177 y T18-T23, y no reaparecen hasta llegar a la subestación Belaunde Terry, las estructuras T3_C1, T3_C2, T2_C1, T2_C2 y T1_C2, también se emplazan sobre esta unidad geológica al igual que la Subestación Belaunde Terry.


Ana Celi Ferrnandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Ing. J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Profesional

Ilustración 4.1-2: Depósito aluvial



Vista de la zona de emplazamiento de la futura Subestación Tarapoto Norte

Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.1.2.2 Depósitos fluviales (Qh-fl)

Corresponden a todos los depósitos que estén conformando el lecho actual del río, para efectos del proyecto, el Río asociado al área de estudio, es el Río Mayo. Estos depósitos están representados por todos los materiales que son transportados por las corrientes fluviales del Río Mayo. Se representa por materiales heterométricos constituidos por bolos, cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa, con mezcla de lentes arenosos y areno-limosos. Estos depósitos se presentan no consolidados a poco consolidados, hasta sueltos, fácilmente removibles y su permeabilidad es alta. Estos depósitos se ubican comúnmente en las proximidades de los cuerpos de agua. De los trabajos en campo realizados para el levantamiento de la línea base, se ha identificado que esta unidad se ubica únicamente en el área de influencia indirecta al margen derecho del Río Mayo entre las torres T146 a T161. Es importante precisar que, sobre esta unidad no se emplazará ningún componente asociado al Proyecto.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Mónica S. Sarmiento Villalva
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR

Ilustración 4.1-3: Depósitos fluviales



Nota: Fotografía correspondiente a los depósitos fluviales de la Quebrada Talliquiwi, cerca de su desembocadura en el Río Mayo. entre las torres T173V y 174V

Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.1.2.3 Formación Ucayali (NQ-u)

Esta unidad aflora en la cercanía de los ríos o quebradas, se caracteriza por estar compuesta por arenas limosas, con niveles arcillosos con una buena matriz de restos orgánicos, siendo los niveles arcillosos los que contienen mayor cantidad de restos orgánicos. La forma de los estratos es lenticular y frecuentemente presentan inclinaciones resultantes de los paleorelieves sobre los que se acumularon. Según la información recabada en los trabajos de campo, se ha identificado que esta unidad aflora en la zona Oriente del trazado de la Conexión con la línea de transmisión L-1017, en el área Occidental del valle del río Cumbaza, al Nor-Occidente de la localidad de Juan Guerra; en donde el tramo inferior del valle del Cumbaza presenta arenas limosas algo consolidadas con niveles de conglomerados polimícticos semiconsolidados. Es importante


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


J. Sebastián Villalva
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

precisar que sobre esta unidad no se establecerá ningún componente asociado al Proyecto. Sin embargo, si se evidencia presencia de infraestructura hidráulica de derivación lateral que utiliza las aguas canalizadas el Río Mayo para abastecer los cultivos (principalmente arroz) dentro del área del Proyecto.

Ilustración 4.1-4: Formación Ucayali



Nota: Fotografía tomada en el canal de irrigación 23D Alfonso Silva, cercano al punto de seccionamiento de la variante L-1017
Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.1.2.4 Formación Ipururo (Nmp-i)

La Formación Ipururo está compuesta por arcillas, limos, arenas y gravas. Las arcillas y limos son rojos y verde claro, las arenas son cuarzosas gruesas y finas con laminación oblicua; y las gravas están compuestas por clastos subredondeados a redondeados de limos y arenisca cuarzosa envueltos en una matriz areno-limosa. Las secuencias de primer orden son granocrecientes que indican la progradación de un medio proximal. El ambiente sedimentario corresponde a un sistema fluvial con llanuras de inundación.

Del reconocimiento en campo se ha podido encontrar afloramientos de esta unidad en zonas cercanas a la Subestación Belaunde Terry y mayoritariamente a lo largo del tramo comprendido entre las torres T132 y T160 cerca a las poblaciones San Miguel del Río Mayo, San Antonio del Río Mayo, Casa las Flores del Río Mayo y Santa Ana del Río Mayo. Así como también, se establece en la zona cercana a la Subestación Belaunde Terry.

La formación Ipururo que aflora en la zona de estudio, se pueden diferenciar dos unidades; una inferior constituida de areniscas gris claras a marrón claras que por meteorización toman coloraciones cremas a amarillo claro, intercaladas con lodolitas y pelitas marrón rojizas menos resistentes; que yacen ligeramente discordantes sobre las lodolitas y areniscas rojas de la Formación Chambirá. La unidad superior consiste en areniscas grises a pardas intercaladas con conglomerados polimícticos de formas lenticulares y grosor variable, con capas delgadas de lodolitas y limolitas rojizas.

De forma similar a la formación Chambira, sus afloramientos muy intemperizados y son visibles al pie de la Cordillera Subandina. Ocupa las grandes depresiones morfológicas donde se han emplazado los principales ríos afluentes del Huallaga.

Ilustración 4.1-5: Formación Ipururo



Nota: Fotografía tomada a la salida de la Subestación existente Belaunde Terry
Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.1.2.5 Domo Sal (N-dmsal)

En la zona del proyecto se cruzan dos domos salinos, un primer domo conformado por anhidrita y yeso ubicado en la carretera a Jepelacio, pasando los baños termales de San Mateo, al sur de la localidad de Moyobamba, con un ancho aproximado de 450 m por 850m de largo, limitado al Este por una falla regional de rumbo. El segundo domo se encuentra al Nororiente de la localidad de Roque, sobre el cual se encuentra un tramo del Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte y que corresponde al Domo Campana, cuya estructura tiene una altura aproximada de 300

m vista desde Pampa Hermosa, un ancho de 2.5 km por 4.0 km de largo, limitado por un par de fallas inversas regionales. Desde un enfoque estratigráfico y considerando el ámbito de estudio, este domo salino se origina por un proceso de fallamiento inverso lo cual lo dota de características similares a estructuras a nivel regionales; sin embargo, a nivel local, presentan estructuras que no guardan relación con otras características tectónicas y están influenciadas por la actividad emergente del domo⁷.

Las unidades estructurales (fallas y/o pligues) asociadas a los domos se encuentran distribuidas entre las torres T9 y T11, al margen izquierdo de la Quebrada Rumiayacu. Este fallamiento presenta rumbo NE-SO originando un domo salino que produce la discontinuidad de la formación Grupo Oriente - Formación Cushabatay. Por otro lado, entre las torres T32 y T33 se identifica la presencia de otro domo salino, este se ubica al margen derecho del Río Gera, cerca de la desembocadura del Río Mayo; este domo estaría asociado a una falla normal con rumbo NO-SE que en conjunto con un anticlinal definido han dado como resultado la formación de este domo, siendo el elemento que representa la discontinuidad asociadas a la formación Sarayaquillo. Finalmente, a lo largo del recorrido de las torres T91 y T94, se ubica parte del "Domo Campana", un domo salino de relieve agreste, asociado a escarpas y colinas empinadas; que posiblemente ha sido generado por acción de la Falla Campana (con rumbo N15°W), este domo es el que presenta mayor dimensión y fácilmente distinguible desde las localidades de Alto San Juan y Somos Libres.

Ilustración 4.1-6: Domo salino



⁷ Valencia, M. (2000) - Domos salinos en la faja subandina al este de Tarapoto. En: Congreso Peruano de Geología, 10, Lima, 2000. Trabajos técnicos. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 14 p.



Nota: Fotografía del domo salino cercano a las localidades de Alto San Juan y Somos Libres
Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.1.2.6 Formación Chambira (PN-ch)

La Formación Chambira es una sucesión gruesa de lodolitas de colores marrón a rojizo, en capas mayores de un metro de grosor, intercaladas con areniscas marrones y rojizas de grano medio, subangulosas con matriz más fina, en capas gruesas, resistentes, tienen estratificación sesgada y estructuras de canales; en ellas se puede encontrar algunos guijarros. Es frecuente observar láminas de yeso asociadas con los niveles de lodolitas rojas.

Esta formación se extiende en forma de franjas gruesas en gran parte del área de estudio, su bajo buzamiento permite que los afloramientos de esta formación sean significativos abarcando gran parte de las zonas adyacentes y a lo largo del Río Mayo. El material superficial (hasta 0.50 m) corresponde a limo de tonalidad marrón oscuro y consistencia firme; posteriormente, entre 0.50 y 1.50 m, se recuperaron capas de arcilla de plasticidad baja con presencia de arena, color marrón oscuro, de consistencia blanda y humedad baja; y entre 1.50 y 4.50 m de profundidad se encontraron materiales limosos de tonalidad marrón oscuro a gris claro, de humedad y plasticidad bajas, y consistencia media a dura. No se encontró nivel freático. Es fácilmente identificable por la presencia de lodolitas rojas a púrpuras con limolitas en capas gruesas que se intercalan con algunas areniscas rojas. Dentro del sector de la faja subandina, esta formación geológica se presenta como colinas alargadas de regular altura descansando concordantemente sobre la Formación Pozo, mientras que subyace discordantemente debajo de la Formación Ipururo.

En base a los trabajos de campo, se ha identificado que esta formación se distribuye significativamente a lo largo recorrido de la L-1017 comprendiendo las torres, T43- T42 y T39-T1-V13BV-LineaExistente, donde se asocian a los depósitos cuaternarios sobre los cuales se establecería la nueva Subestación Tarapoto Norte. Asimismo, es posible encontrar afloramientos de esta formación al margen izquierdo del Río Mayo por donde se ubicarán las torres T161, T162, T163, t164 y T165 extendiéndose en forma de franjas alargadas hasta llegar al tramo comprendido entre las torres T124 y T131 en donde aflora en zonas focalizadas sobre la Formación Pozo. Finalmente, se identifica el último afloramiento entre las quebradas San Juan y la quebrada La Huarpia pasando por el recorrido de las torres T85- T72, T69 y T68.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Ing. J. Sebastián Villalva
BIOLOGO
COLEOPHYSIC

Ilustración 4.1-7: Formación Chambira



Nota: Fotografía tomada entre los vértices T124N y T125

Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.1.2.7 Formación Pozo (P-poz)

Consiste en una conformación de lutitas carbonáceas, en capas delgadas, gris oscuras y algunas claras. La base está marcada generalmente por arenisca o conglomerado de areniscas; sus características litológicas indicarían que esta unidad resultó de una transgresión marina que interrumpe la acumulación de capas rojas, actuando como una fluctuación marina de poca profundidad que otorgaron en algunos casos el carácter salobre a las sedimentitas acumuladas.

La Formación Pozo es una secuencia delgada de menor extensión que es posible observar sobre el transcurso de la carretera Tarapoto Moyobamba entre Maceda y San Miguel, en San Juan de Pacayzapa (Moyobamba). Está constituida por calizas, que subyacen a limoarcillitas y lodolitas grises a rojizas, asimismo, presenta un conjunto de rocas suprayacente a la Formación Yahuarango en relación concordante según su estructura y subyace a la Formación Chambirá, sin embargo, el contraste en sus características sedimentológicas es claro. Su morfología es moderada, siendo más resistente cuando las calizas están mejor desarrolladas. De la evaluación en campo, esta unidad se identifica en las zonas más altas de los relieves montañosos colinosos y al estar asociados a otras formaciones y no estar completamente expuesta, se dificulta su visualización. Sobre esta unidad se emplazarán las estructuras T67, T70 y T71 de la LT 20kV. Las inspecciones en sitios de torre revelan profundidades de 4.50 m capas limosas (de alta compresibilidad hasta 1.0m), de tonos marrón a rojizo abigarrados. Sin indicios de nivel freático.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Geólogo
Colección 19540

Ilustración 4.1-8: Formación Pozo



Nota: Fotografía de la presencia de la formación Pozo, al margen izquierdo de la carretera Belaúnde Terry, entre las torres T72 y T73N

Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.1.2.8 Formación Yahuarango (P-y)

Consiste una formación compuesta por limoarcillitas rojas (lodolitas rojas), limolíticas, intercaladas con capas rojas, marrones y grises de limolitas; indica además que en la parte inferior existe un conglomerado redondeado a subanguloso fino con estratificación sesgada y señales de oleaje. La Formación Yahuarango presenta afloramientos significativos en los sinclinales de las cadenas montañosas cerca de los distritos de Tabalozos (Lamas), Pacayzapa (Lamas) y La Huarpía (Moyobamba) encontrándose al margen izquierdo del Río Mayo y visibles a lo largo de la carretera Tarapoto – Moyobamba. Sus grosores son irregulares, variando entre 700 a 1 500 m, siendo el promedio de 900 m en el área de estudio. La Formación Yahuarango infrayace en concordancia a la Formación Pozo del Eoceno y suprayace a la Formación Vivian del Cretáceo Superior en discontinuidad litológica y sedimentológica, por lo que se le asigna una edad Paleocena Eocena.

Debido a los procesos de fallamiento y plegamiento en el área de estudio, esta unidad geológica puede encontrarse conformando geoformas suaves con algunos promontorios y colinas estructurales alargadas asociados también a la Formación Vivian y Formación Pozo


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Ge. Carlos Sarmiento Villalva
BIOLOGO
CSP N° 19540

Como parte de su estratigrafía es posible encontrar a esta formación geológica asociada intrínsecamente a consolidaciones de distintas formaciones geológicas. Tal es el caso de las unidades geológicas encontradas cerca de la zona de la futura Subestación Tarapoto Norte, en donde es posible observar algunos relieves colinosos que en efecto estarían conformados estratigráficamente por las formaciones Casa Blanca, Cachiyacu – Huachpayacu y Yahuarango como una sola unidad geológica.

En relación a su distribución, se ha identificado que esta unidad se presenta ampliamente a lo largo de toda el área de estudio, es fácilmente identificable en zonas cercanas a las localidades de Tabalosos desde la torre T118 hasta la T123 y entre T106 y T114 a la altura de la localidad de Machingao, donde se identifica ampliamente formando relieves montañosos que han surgido como resultado de la presencia de fallas y pliegues. Esta condición posiblemente generó la intrusión de otras formaciones geológicas que han desplazado a la Formación Yahuarango hasta la altura de la localidad de Alto San Juan, inmediatamente después de la Falla Campana a la cual se le asocia la presencia de un domo salino (Domo Campana). A partir de dicha localidad, la Formación Yahuarango se extiende a partir entre las torres T86 a T90 y entre la T58 y T66 en la localidad de Alfonso Ugarte.

De la inspección en sitios de torre esta unidad geológica en el sitio de torre T113, el material recuperado hasta 4.50 m de profundidad consistió en capas limosas, las superficiales (hasta 1.0 m) de alta compresibilidad, de tonos amarillento y marrón con intercalaciones grises, de consistencia dura a rígida y humedad media. Sin presencia de nivel freático.

Ilustración 4.1-9: Formación Yahuarango



Nota: Fotografía tomada cerca de la localidad de Bajo Piura, entre las torres T126 y T127N


Ana Celi Ferrández
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540



Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.1.2.9 Formación Cachiyacu – Huachpayacu, Casa blanca, Yahuarango (Ks-c,h,cb,y3)

Esa unidad se presenta como un agrupamiento de unidades litoestratigráficas que se agrupan en un sector limitado del área de estudio, su agrupamiento se debe a que sus afloramientos se disponen formando una faja bastante angosta su descripción se basa según lo siguiente:

- Formación Cachiyacu – Huachpayacu

Por lo general estas se cartografían de forma conjunta. Para el caso del área de estudio, se tienen algunos grupos de formaciones que por el grosor en las que están se encuentran aflorando resulta inapropiado separarlas. Litológicamente consiste en lutitas negras, arcillitas margosas y limolitas que contienen restos de fauna marina. Siguen lutitas, rojas con intercalaciones de limolitas rojas; limolitas calcáreas grises. La parte superior consiste en lutitas limosas intercaladas con delgadas capas de lutita gris y limolita. Es común encontrar esta unidad de manera concordante sobre la formación Vivian y por debajo de la formación Yahuarango.

- Formación Casablanca

La Formación Casa Blanca está constituida por areniscas cuarzosas, blancas, masivas, suaves, de grano medio a fino. En la parte inferior de las areniscas se intercalan capas de limolitas arcillosas negras; esta secuencia es una unidad litológica que por su color es prominente en contraste con los sedimentos rojos infra y suprayacentes. Suprayace a la formación Cachiyacu - Huachpayacu en contacto concordante, mientras que en la parte superior subyace a la Formación Yahuarango en contacto también concordante.

De manera específica, esta formación se encuentra distribuida en los alrededores de la Subestación Tarapoto Norte y al lado oriental del recorrido de la L-1018, sobre esta unidad se ubican parcialmente las localidades de Shucushco y San José de la Llanura. Es preciso mencionar que sobre esta unidad geológica no se ha identificado algún tipo de componente del Proyecto sobre esta unidad.

4.1.2.1.2.10 Formación Vivian (Ks-v)

Areniscas blancas y amarillas oscuras de estratificación cruzada con lentes de limoarcillitas y estratos laminados. Contienen hojuelas de micas y fragmentos de plantas. Las areniscas de la Formación Vivian sobresalen a manera de cornisas y cerros con forma de crestones agudos de pendientes empinadas, como en el caso del anticlinal de Bellavista, o ligeramente inclinadas, como los afloramientos del sector nororiental del cuadrángulo de Moyobamba, dependiendo del grado de deformación. Es notoria la proliferación de arbustos (shapumbas) en los suelos producidos por este tipo de roca. Debido a su resistencia a la erosión, tiende a formar elevaciones que generan acantilados perpendiculares a los estratos, y las quebradas que la cortan son


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Mónica Sarmiento Villalva
Bióloga
Colegio Profesional



profundas y encajonadas. Estas areniscas conforman los arcos de cerros que circundan la mayor parte de las estructuras plegadas, destacándose topográficamente sobre las unidades adyacentes. Constituyen un nivel fácilmente distinguible por sus características morfológicas y su posición dentro de la secuencia.

Durante los trabajos de campo, se ha registrado una notable variación en los grosores de la Formación Vivian, normalmente inferior a 150 m. La datación de las areniscas de la Formación Vivian es imprecisa debido a la falta de restos fósiles. De los resultados de la inspección en sitios de torre se revela que el material recuperado hasta 1.0 m de profundidad consistió en capas limosas de plasticidad media a alta, de tonalidad marrón rojizo, de humedad baja y consistencia muy rígida; posteriormente, entre 1.0 y hasta 4.50 m, se observaron capas de arcilla de baja plasticidad, algunas con presencia de arena, de tonos marrón claro a rojizo y naranja, de humedad baja y consistencia dura.

Su identificación fue complicada, principalmente porque sus afloramientos se encuentran en relieves montañosos y, debido a las características del entorno, casi siempre están cubiertos de vegetación. No obstante, fue posible ubicar afloramientos al margen derecho de la Carretera Belaunde Terry, con dirección a la ciudad de Moyobamba. Los afloramientos se encuentran de forma intermitente, y se puede ubicar entre las torres T55 y T57 y continúan de forma intermitente hasta la torre T102 donde se interrumpe a causa de la falla Tangarana (rumbo NO-SE), donde y por la intrusión de la Formación Chonta, hasta la torre T105, extendiéndose en forma de franja alargada hasta la las torres T115, T116 y T117.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


MIRTHA SANTIANA VILLAN
BIOLOGO
CSP N° 17540

Ilustración 4.1-10: Formación Vivian



Nota: Fotografía tomada al margen derecho de la carretera Belaúnde Terry, próxima a la ubicación entre las torres T114 y T115

Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.1.2.11 Formación Chonta (Kis-ch)

La Formación Chonta tiene una litología dominante de limoarcillitas grises y gris verdosas con calizas micríticas en capas de 2 a 10 m de grosor, en la parte inferior y algunos estratos en la parte media a superior. También existen niveles de margas de color crema en superficie meteorizada y algunas areniscas de color gris a pardo claro, de grano fino a muy fino, calcáreas; en estratos de 20 a 50 cm de grosor. La estratificación es alternada, paralela y con superficies onduladas e irregulares destacando los niveles de calizas y areniscas con respecto a las limoarcillitas y lutitas que solamente se les observa en los cortes de quebradas profundas y en los cortes de carreteras. Los grosores de la Formación Chonta varían aproximadamente entre 450 y 900 m, notándose un ligero adelgazamiento hacia el suroeste y mayor grosor en la desembocadura del Río Gera. Asimismo, se pueden observar afloramientos en a lo largo del recorrido de la Quebrada Rumiyacu. Los resultados en sitio de torre revelan que el material recuperado hasta 1.50 m de profundidad fue limo de alta compresibilidad; posteriormente entre 1.50 y 3.50 m, se encontraron capas de arcilla de baja plasticidad con presencia de arena; y entre 3.50 y 4.50 m de profundidad, capas limosas de alta compresibilidad; todas las capas encontradas presentan interdigitación de tonos amarillo, gris y verde.

La distribución de los afloramientos de esta unidad se puede distinguir en dos secciones del recorrido de la Línea Belaúnde Terry – Tarapoto Norte; el primero cerca de la localidad de Tangarana entre las torres T103 y T104, distribuyéndose en forma de franjas alargadas hasta las proximidades de la localidad de Tabalosos. El segundo tramo se dispone entre la estructura T38 y T54.

Ilustración 4.1-11: Formación Chonta



Nota: Fotografía tomada en el área de influencia directa entre las torres T36 y T37

Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.1.2.12 Formación Agua Caliente (Ki-ac)

Se trata de una unidad que esta principalmente conformada por arenas cuarzosas o por conglomerados curzosos finos, es probable que se les encuentre con intercalaciones de lutitas y algunos lentes de carbón.

Esta unidad se expone ampliamente a lo largo del recorrido de la quebrada Rumiyaqu formando fajas delgadas que bordean las estructuras principales como la formación Chonta o la formación Cushabatay. Se encuentra formando cerros y montañas escarpadas que por erosión generan suelos arenosos, está distribuida de modo similar que las otras unidades del Grupo Oriente en la mayoría de las cadenas montañosas que resaltan en la zona. Sus grosores en el área de estudio son variables estimándose en 450 m aproximadamente. De los trabajos en sitio de torre se ha identificado que el material recuperado hasta 4.50 m de profundidad consistió en capas limosas,

las superficiales con arena, de tonos amarillo, naranja y gris, altamente plásticas, de consistencia media a dura y humedad media. No se identifica nivel freático.

Respecto a su distribución, los afloramientos de la formación Agua Caliente están asociados a la Formación Kushabatay y se disponen de forma discontinua a lo largo del recorrido del Enlace 220 kV. Su emplazamiento se encuentra asociado a las torres T36, T48 y T49 siguiendo su emplazamiento discontinuo en forma de franjas largas y alargadas hasta a la altura de la T12 cerca a la desembocadura del Río Gera.

Ilustración 4.1-12: Formación Agua Caliente



Nota: Fotografía tomada entre las torres T11N y T12

Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.1.2.13 Formación Esperanza (Ki-e)

La Formación Esperanza es una secuencia clástica mayormente pelítica, que se puede diferenciar fácilmente por su morfología, debido a que da lugar a depresiones topográficas flanqueadas por promontorios resistentes de areniscas pertenecientes a las formaciones Kushabatay y Agua Caliente. El grosor de esta unidad es de 200 m aproximadamente, con un predominio de lutitas y limoarcillitas grises intercaladas con areniscas finas en estratos menores de 50 cm; contienen material bituminoso y son algo carbonosas; en su sección media se notan algunos estratos de calizas grises en estratos delgados, descritas como micritas y calizas margosas con algunos fósiles. En la parte superior se encuentra lutitas, limo-arcillitas grises, carbonosas, intercaladas con limolitas y areniscas con glauconita. De los trabajos en sitio de torre

a 4.50 m de profundidad se presentan capas limosas de alta compresibilidad, de color mostaza con tonalidades verdes, plasticidad baja a alta, consistencia media a dura y humedad baja.

Su distribución es similar a las otras unidades del Grupo Oriente, con el inconveniente de que sus afloramientos están frecuentemente cubiertos por suelo y vegetación muy desarrollada. Es posible observar algunos afloramientos en el distrito Jepelacio, donde se exponen algunas secciones de la Formación Esperanza. En relación al posicionamiento de torres, esta unidad se distribuye de forma intermitente y principalmente se puede ubicar en la proyección del emplazamiento de las estructuras T12, T13, T14 y T35. Es posible observarla asociada a la Formación Agua Caliente entre las torres T45 y T55, aunque estas torres no se dispongan sobre la Formación Esperanza.

Ilustración 4.1-13: Formación Esperanza



Nota: Fotografía tomada en la Carretera Belaúnde Terry cercano a la T12

Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.1.2.14 Formación Cushabatay (Ki-cu)

Es fácilmente diferenciable porque constituye escarpes poco accesibles de areniscas en capas medias a gruesas, con algunas intercalaciones de limoarcillitas grises en los niveles inferior y superior. Las areniscas de cuarzo o cuarzo arenitas de la Formación Cushabatay tienen coloraciones blanco amarillentas a rojizas o marrón rojizas en superficie meteorizada; su componente principal es cuarzo hialino proveniente de rocas ígneas y metamórficas esencialmente.

La Formación Cushabatay se encuentra en los cerros más altos y escarpados a lo largo de la Cadena Subandina, en relación al área de estudio, esta formación es observable en algunos cortes de la carretera Tarapoto – Moyobamba, así como también en las zonas montañosas que acompañan quebradas profundas como es el caso de la Quebrada Rumiyacu cercanos al distrito de Moyobamba. Su disposición en el área de estudio es limitada y casi siempre discontinua debido a las unidades estructurales que generaron el desplazamiento de las unidades geológicas del grupo oriente o por también por la presencia o afloramiento de los domos salinos. En efecto, los afloramientos de esta unidad se encuentran en la torre T15, cerca de la desembocadura del Río Gera y entre la T24 y T23; en ambas zonas la presencia de fallamientos ha provocado su discontinuidad hasta la altura de las torres T101 y T102.

Estratigráficamente, esta infrayace a la formación Sarayaquillo, por lo que se espera que los grosores de los estratos de areniscas disminuyen al igual que el tamaño de sus granos. Por otro lado, la formación Cushabatay suprayace a la formación Esperanza presentando areniscas, limolitas y limoarcillitas gris verdosas y rojizas en estratos menores de 1 m.

Ilustración 4.1-14: Formación Kushabatay



Nota: Fotografía tomada en la Carretera Baños Termales, próximo a la Quebrada Rumiyacu.

Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.1.2.15 Formación Sarayaquillo (Js-s)

La Formación Sarayaquillo consiste mayormente de areniscas en estratos gruesos con intercalaciones de limolitas, lodolitas rojas tenues a marrón rojizas las que son más frecuentes hacia el techo. Las areniscas están compuestas de granos subredondeados a redondeados de cuarzo con algunos feldespatos y líticos, con abundante matriz limoarcillítica. También pueden encontrarse areniscas arcósicas con capas conglomerádicas

Una de las características principales es que forma los núcleos de estructuras y pliegues anticlinales, observables en la carretera hacia Moyobamba a lo largo de las cadenas montañosas que acompañan el recorrido del Río Gera. Esta unidad se expone en los núcleos de los anticlinales y anticlinales fallados, está asociada espacialmente con los domos salinos que existen en la región. Por ejemplo, en la desembocadura del Río Gera en el Río mayo se puede observar un domo salino que acompaña a formaciones montañosas asociadas a la Formación Sarayaquillo. Precisamente, los afloramientos de esta formación se disponen en cuatro tramos del Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte y casi siempre acompañados de las intrusiones de los domos salinos. Los afloramientos se observan a lo largo del recorrido de la Carretera de Belaunde Terry. El primero, cercano entre a las localidades de Baños Termales y Algarrobos, asociados a las torres T4 a T11. El segundo afloramiento se dispone de manera significativa y en forma de franjas gruesas prácticamente en todo el recorrido comprendido entre las torres T16 y T17 donde su disposición se conforma en una franja delgada hasta el emplazamiento de la T24 hasta T33. Finalmente, se identifica el tercer afloramiento entre localidad de Somos Libres, donde esta formación se dispondría bajo la forma de una franja gruesa entre las torres T94 y T100 cerca a esta zona se identifica la Falla Campana y el domo salino (Domo Campana) que serían los responsables de la discontinuidad de esta formación geológica.

De los análisis en sitio de torre, se identifica que a 1.0 m de profundidad la estructura de esta formación consistió en capas limosas de tonos rojizos, altamente plásticas, de humedad media y consistencia blanda; posteriormente, entre 1.0 y 3.50 m, el material es arcilloso de color rojizo y amarillento, de baja plasticidad, humedad media y consistencia rígida; y entre 3.50 y 4.50 m, se encuentran capas de limo, de color rojizo, consistencia rígida y humedad media.

Ilustración 4.1-15: Formación Sarayaquillo



Alia Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
Geóloga
CSP N° 259

Ing. María del Rosario Villalba
Bióloga
Colegio N° 15540



Nota: Fotografía tomada a la altura de la T112N

Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.1.3 Unidades geológicas en torno a componentes del Proyecto



Teniendo en cuenta las características litológicas, geomorfológicas y estructurales del alineamiento, interpretadas en campo y de la información secundaria oficial, se realizó una sectorización del corredor de la línea de transmisión, es importante tener en cuenta que estas unidades geológicas cubren amplias áreas teniendo en cuenta su génesis. En la siguiente tabla se presenta las unidades geológicas identificada superpuesta a la línea de transmisión, detallando las torres correspondientes a cada unidad, y una fotografía en campo referente a las unidades geológicas, en el caso donde no se ha podido acceder, se superpone la unidad con una imagen satelital.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


MIRTHA SANTANA VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 17540

Tabla 4.1-4: Unidades geológicas en relación a los componentes del Proyecto

Referencia de torres y/o componentes	Unidad geológica		Descripción	Foto representativa
	Símbolo	Nombre		
T40, T41 y T44 de la L-1017, T1, T2, T3 y T4 de la L-1018, T166, T167, T168, T169, T170, T171, T172, T173, T174, T175, T176, T177, Portico, Portico C1, Portico C2, T1_C1, T1_C2, T18, T19, T2_C1, T20, T21, T22, T23, T3_C1, T3_C2 de la LT 220kV, LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry Subestación Nueva Tarapoto Norte Ampliación de Subestación Belaunde Terry	Qh-al	Depósito aluvial	<p>Depósitos Aluviales conformados por acumulaciones no consolidadas de arcillas, limos, arenas y gujarros embebidos en una matriz limosa, café habano, mal seleccionados, con cantos de rocas sedimentarias, producto de la meteorización y transporte de formaciones cercanas</p> <p>El relieve de esta formación es suave a moderado, levemente ondulado, conformado por lomadas y colinas redondeadas y amplias en la zona.</p> <p>De la evaluación en campo se verifica que no se van a presentar inconvenientes de inestabilidad que puedan llegar a afectar los componentes del Proyecto.</p>	 <p>Fotografía tomada en el sitio de torre T44 a la llegada de la nueva Subestación Tarapoto Norte.</p>
LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	Qh-fl	Depósitos fluviales	<p>Gravas y arenas depositadas a lo largo de los ríos. No existen emplazamientos de algún tipo de estructura sobre esta unidad geológica</p>	 <p>Fotografía tomada entre los depósitos fluviales del Río Mayo entre T160 y T161</p>



 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CIP: 3968





 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CIP N° 259



 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
 BIÓLOGO
 COLECCIÓN 19540



Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Referencia de torres y/o componentes	Unidad geológica		Descripción	Foto representativa
	Símbolo	Nombre		
---	NQ-u3	Formación Ucayali	Entre la superficie y los 2.60 m de profundidad, esta unidad se compone entre gravas arenosas ($\approx 1"$) subredondeadas a redondeadas, con material arcilloso de tono marrón; posteriormente entre 2.60 y 12.0 m, se observaron capas de limo arcilloso y/o arcilla limosa, con presencia de arena y algo de clastos pequeños subredondeados, de color marrón y beige, de plasticidad moderada.	 Muestra de la Formación Ucayali cerca de la zona de seccionamiento de la variante L-1017
T132, T133, T134, T135, T136, T137, T138, T139, T140, T141, T142, T143, T144, T145, T146, T147, T148, T149, T150, T151, T152, T153, T154, T155, T156, T157, T158, T159, T160, LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	Nmp-i3	Formación Ipururo	En la exploración del subsuelo para esta unidad en general se encontró que el terreno lo conforman suelos residuales hasta los 4.5 m de profundidad, compuestos por capas interdigitadas de limo arenoso y arcilla arenosa, de tonos marrón claro a amarillento y algunos grises, humedad media, plasticidad baja a alta y consistencia blanda a firme. No se encontró nivel freático.	 Zona cercana a la Subestación Belaúnde Terry
T91, T92 y T93, LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	N-dmsal	Domo salino 1	Corresponde en este sector a un diapiro denominado "Domo Campana", uno de los más extensos	


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3968


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
 CSP N° 259


 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS VITALES
 BIOLOGO
 COLEGIO PROFESOR



Referencia de torres y/o componentes	Unidad geológica		Descripción	Foto representativa
	Símbolo	Nombre		
---	N-dmsal	Domo salino 2	<p>en la zona, el cual está delimitado por dos fallas inversas, la mayor de ellas denominada Falla Campana, por lo que entre T102N y T103N, T104 y T105N, se hace el cruce aéreo de estos dos ejes de fallas regionales. Estos diapiros se conforman de yeso y anhidrita asociados a limolitas y lodolitas rojizas contorsionadas y fragmentadas. Sobre la superficie de este sector no se observan afloramientos rocosos, sino los materiales residuales de la unidad</p>	 <p>Sitio de torre T92 – Domo Campana</p>
---	N-dmsal	Domo salino 3		
<p>T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T29, , T30, T31, T32, T33, T34, T35 , T36, T37, T38, T39, T42, T43, T4-1017-V11AV, T3-1017-V11BV, T2-1017-V12V, T1-V13BV</p> <p>Linea Existente de la L-1017, T68, T69, T72, T73, T74, T75, T76, T77, T78, T79 , T80, T81, T82, T83, T84, T85, T124, T125, T126, T127, T128, T129, T130, T131, T161, T162, T163, T164, T165 de la LT 220kV</p>	PN-ch3	Formación Chambira	<p>Lutitas y lodolitas rojo morado a gris verdosas con delgadas intercalaciones de areniscas gris verdosa a pardo amarillentas</p> <p>De los trabajos en campo de cateo y reconocimiento geológico esta unidad aflora prácticamente a lo largo de todo el recorrido de la derivación L-1017. Esta línea se sitúa en colinas de baja altura, moderadamente disectadas, con pendientes suaves y vegetación de rastrojo y cultivos, por lo que no se prevé n problemas de inestabilidad que afecten los sitios de las torres en este tramo</p>	 <p>Sitio de torre T22</p>


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3968


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259


 M. J. Natividad Villalva
 Bióloga
 Colección P. 15/40

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV
Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones
y Subestaciones Asociadas"



Referencia de torres y/o componentes	Unidad geológica		Descripción	Foto representativa
	Símbolo	Nombre		
, LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry Variante L- 1017				
T67, T70 y T71 LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	P-poz3	Formación Pozo	Los sitios de torres están constituidos por lodolitas abigarradas, rojas a púrpuras interestratificadas con lutitas gris claras a marrones; hay presencia de areniscas gris claras blancas de grano fino, friables, con algunos niveles de carbón, calizas y lodolitas calcáreas gris verdosas. Sobre la superficie de este sector no se observan afloramientos rocosos, solamente materiales residuales de la unidad.	 Sitio de torre T67
T58, T59, T60, T61, T62, T63, T64, T65, T66, T86, T87, T88, T89, T90, T106, T107, T108, T109, T110, T111, T112, T113, T114, T118, T119, T120, T121, T122 y T123 de la LT 220kV, LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	P-y3	Formación Yahuarango	Conformada por lodolitas y limoarcillitas de color rojo oscuro a concho de vino y violáceas en estratos medios a gruesos, intercalados con limolitas y areniscas grises. Sobre la superficie de este tramo se observan afloramientos rocosos de tonalidad violácea y materiales residuales de la unidad; las capas buzan hacia el Este, inclinadas hacia el eje del pliegue sinclinal que se identifica en el área. Es posible que se requiera construir trinchos para dar soporte a las	 Sitio de torre T58


 Ana Curi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3968


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259


 J. Natividad Villala
 Biólogo
 Colección 115140

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"



Referencia de torres y/o componentes	Unidad geológica		Descripción	Foto representativa
	Símbolo	Nombre		
			cimentaciones de algunas de estas torres por las pendientes pronunciadas que hay en la zona.	
---	Ks-c,h,cb,y3	Formación Cachiyacu - Huachpayacu, Casa Blanca, Yahuarango	Basado en areniscas de tonalidades grises. Sobre esta unidad geológica no proyectan torres o componentes, sus afloramientos se limitan al área de estudio de suelos indirecta aproximadamente a 175 m de T3 de la variante L-1018.	 Fotografía tomada entre cerca del afloramiento de la Formación Cachiyacu - Huachpayacu, Casa Blanca, Yahuarango
T55, T56, T57, T102, T105, T115, T116, T117, LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	Ks-v	Formación Vivian	Consta en la base de estratos medianos de areniscas cuarzosas de apariencia maciza, grano fino y color blanco a blanco amarillento, con coloraciones cremas a marrón rojizas por meteorización; en la parte superior se encuentran estratos delgados de lutitas grises intercalados con areniscas. Sobre la superficie de este tramo se observan afloramientos rocosos de areniscas, así como grandes bloques subangulares rodados y materiales residuales de la unidad.	 Sitio de torre T56


 Ana Curi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3968


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259


 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
 BIÓLOGO
 COLABORADOR

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"



Referencia de torres y/o componentes	Unidad geológica		Descripción	Foto representativa
	Símbolo	Nombre		
T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T44, T45, T46, T47, T50, T51, T52, T53, T54, T103, T104, LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	Kis-ch	Formación Chonta	<p>Consta principalmente de limo-arcillitas grises y gris verdosas con calizas micríticas, así como de niveles de margas de color crema en superficie meteorizada y algunas areniscas de color gris a pardo claro, de grano fino a muy fino, calcáreas.</p> <p>No se identifican afloramientos rocosos sobre los sitios de torres. No se encontró nivel freático, pero si algunas zonas con rastros de erosión al tener suelos expuestos.</p>	 <p>Sitio de torre T159</p>
T36, T48 y T49 LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	Ki-ac3	Formación Agua Caliente	<p>Conformada por areniscas cuarzosas blancas a cremas y gris claras, de grano medio a fino con algunos estratos de grano grueso, y estratos ocasionales delgados, de limo-arcillitas gris oscuras, fisibles. Sobre la superficie de este tramo se observan afloramientos rocosos, grandes bloques rodados de las partes altas y materiales residuales de la unidad. Es posible que en algunas de estas torres se requiera colocar trinchos para dar soporte a las cimentaciones por la fuerte pendiente de esta unidad. Sobre el sitio de torre T57 se ha encontrado nivel freático a 0.63m de profundidad y en T52 se identificó nivel freático a 3.50 m de profundidad.</p>	 <p>Sitio de torre T53</p>


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


J. Natividad Villalva
BIOLOGO
COLECCIÓN 151540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV
Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones
y Subestaciones Asociadas"


Referencia de torres y/o componentes	Unidad geológica		Descripción	Foto representativa
	Símbolo	Nombre		
T12, T13, T14 y T35 LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	Ki-e3	Formación Esperanza	Constituida principalmente por limoarcillitas grises intercaladas con areniscas finas algo carbonosas, y con algunos estratos delgados de calizas grises. Sobre la superficie de este sector no se observan afloramientos rocosos, solamente materiales residuales de la unidad. Los sitios de torre muestran zonas de pastoreo en pendientes moderadas a fuertes. No se identifican condiciones de inestabilidad que puedan afectar el sitio de torre.	 Sitio de torre T12
T15, T34 y T101 de la LT 220kV, LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	Ki-cu3	Formación Cushabatay	Esta información está conformada principalmente por estratos de areniscas cuarzosas de tonos blanco-amarillentos, que por meteorización se muestran rojizas o marrón rojizas en superficie, con algunas intercalaciones de limoarcillitas grises. Sobre la superficie de unidad no se observan afloramientos rocosos, sino los materiales residuales propios de la unidad. Del análisis en campo se verifica que no se van a presentar afectaciones de inestabilidad que puedan llegar a afectar los sitios de torre.	 Sitio de torre T101


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN 15/14/0

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV
Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones
y Subestaciones Asociadas"

Referencia de torres y/o componentes	Unidad geológica		Descripción	Foto representativa
	Símbolo	Nombre		
T10, T11, T16, T17, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T30, T31, T32, T33, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T94, T95, T96, T97, T98, T99, T100 de la LT 220kV, LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry	Js-s3	Formación Sarayaquillo	La Formación Sarayaquillo, que está conformada por estratos gruesos de areniscas feldespáticas de grano medio a grueso, rojizas, conglomerados, lodolitas y limolitas rojizas. Sobre la superficie de esta unidad se observan principalmente materiales residuales de la facies pelítica. De acuerdo con lo observado en campo e información secundaria se considera que no se van a presentar afectaciones de inestabilidad que puedan llegar a afectar los sitios de torre. Sin embargo, en ciertos tramos los sitios de torre se ubican sobre medias laderas y cimas de colinas, en sectores de pendientes moderadas a fuertes, por lo que se requerirán algunas filas de trinchos para dar soporte a las cimentaciones (T106 a T113).	 Sitio de torre T17

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3968


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


MIRTHA NIKIMWA YILALI
BIOLOGO
COLCOP N° 15140

4.1.2.1.4 Geología estructural

El área de estudio y su entorno se encuentra en la Faja Subandina Nororiental, dentro de la cuenca sedimentaria Meso-Cenozoica del Huallaga. Esta cuenca está limitada al oeste por la Cordillera Oriental, que representa un macizo antiguo levantado (Bloque del Maraón) con rocas del Proterozoico, Paleozoico y Mesozoico inferior. Al este, está delimitada por fallas inversas de alto ángulo, que han elevado la Cuenca Huallaga, una depresión estructural rellena con secuencias del Mesozoico y Cenozoico, y limitada al este por el Alto de Cahuapanas-Cushabatay.

La región Subandina ha sufrido una constante deformación durante el Neógeno, lo que ha definido estructuras alineadas en dirección NW-SE a lo largo de los Andes Centrales. Cerca de los 5° de latitud sur, estas estructuras presentan una inflexión hacia el WNW (Inflexión de Huancabamba), para luego seguir una dirección NNE. Además, existen corredores estructurales y fallas perpendiculares al rumbo andino que se asocian a rasgos morfoestructurales importantes.

A. Zona de terrenos Meso - Cenozoicos

El área de estudio se ubica sobre una zona compuesta por rocas del Cretácico, Paleógeno y Neógeno, que han sido deformadas durante el Plioceno y se encuentran plegadas y falladas, presentando un rumbo regional similar.

En esta área, las rocas del Cretácico forman los núcleos de los anticlinales y anticlinales fallados, con algunas ventanas de rocas jurásicas (del Grupo Pucará y la Formación Sarayaquillo). En las depresiones sinclinales se encuentran las formaciones Ipururo y Chambirá. Los núcleos de anticlinales en lugares como Bellavista, Shima, Pachicilla, Ayu Mayo, Yanayacu, Alto Palmichi y La Escalera están formados por la Formación Sarayaquillo, el Grupo Oriente y las formaciones Chonta y Vivian. Estas unidades, por ser resistentes, conforman las montañas más altas de la región subandina. La estratificación en esta área sigue un rumbo NW-SE, con buzamientos que varían de moderados a fuertes.

Además, en asociación con las fallas inversas y los núcleos de los anticlinales, se han emplazado domos salinos, relacionados con la Formación Sarayaquillo y algunos bloques de calizas del Grupo Pucará. En la hoja de Moyobamba, se observa un sistema de fallas normales al rumbo de los Andes, que afectan las estructuras longitudinales y parecen estar conectadas a una estructura de extensión regional.

B. Zona de cobertura cuaternaria

Corresponde a la zona comprendida por valles y desembocadura de ríos importantes, sobre los que se han acumulado materiales de cobertura que no muestran deformación tectónica.


 Ana Carolina
 Sotillo
 CSP: 3588


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
 CSP N° 259


 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
 BIODIVERSIDAD
 COLECTOR PRIVADO

Es importante señalar, que las unidades estructurales identificadas se asocian a las zonas del área de estudio en donde la estratigrafía se encuentra conformada por discontinuidades y franjas estratigráficas, esta configuración es observable a partir de la torre T139 en adelante, precisamente donde son más notorios los afloramientos montañosos asociadas a fallas longitudinales con orientación NO-SE tan igual que con la cadena montañosa de los andes.

4.1.2.1.4.1 Fallas y pliegues

A. Fallas

Las principales fallas identificadas dentro del área de estudio son del tipo inverso y de rumbo sinistral. En efecto, la mayor parte del área de estudio está constituida por rocas cretácicas, paleógenas y neógenas que han sido afectadas por la deformación del Plioceno, y se encuentran plegadas y falladas; de modo que su rumbo regional es similar

- *Falla Tangarana*

Es una falla de empuje que está asociada a las formaciones Aguas calientes y Sarayaquillo.

- *Falla Campana*

Es una falla inversa de rumbo N30°O, que tiene 40 km de largo; que ha levantado el bloque oriental constituido por la Formación Sarayaquillo y el Grupo Oriente contra la Formación Chambira. A esta falla se le asocia la formación y levantamiento del domo salino denominado "Campana", que se puede ubicar cercano al vértice BETA_V20NN.

- *Falla Gera*

Esta estructura geológica levanta a las areniscas y lodolitas rojas de la Formación Sarayaquillo, así como también a las formaciones del Grupo Oriente (Fm. Kushabatay, Fm. Esperanza y la Fm. Agua Caliente), en relación al área de estudio a esta falla se le asocia la formación de un domo salino visible en una zona cercana a la desembocadura del Gera con el Río Mayo.

- *Falla de rumbo (transversal)*

Este tipo de estructuras son frecuentes en el cuadrángulo de Moyobamba, asociadas a los cambios de rumbo de las estructuras longitudinales. En general ocasionan inflexiones locales que deben necesariamente estar relacionadas a las estructuras mayores de extensión regional. Para el caso de esta falla, cartográficamente se identifica que esta derivación transversal está asociado a la falla palmeras que es de carácter longitudinal. Es probable que por efecto de este fallamiento se haya formado el domo salino ubicado al margen izquierdo de la Quebrada Rumiyacu, entre los vértices BETA_V4A y BETA_V2N.



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3588



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra

CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

BIOLOGO

COLECCIÓN 19540

B. Pliegues

Los pliegues son estructuras geológicas formadas por la deformación de las capas de roca debido a las fuerzas tectónicas. Estas fuerzas pueden ser compresivas, tensionales o cizallantes, y actúan sobre las rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, provocando que se doblen y deformen en lugar de fracturarse. Estos pliegues se encuentran son visibles fundamentalmente a lo largo del conjunto de montañas y colinas que conforman gran parte del área de estudio.

- *Sinclinal Tabalosos*

Se trata de una cubeta estructural donde afloran las formaciones Chambira, Pozo y Yahuarango, es un conjunto de pliegues sinclinales y anticlinales, con ejes de dirección N 35° a 55° O. Presenta una longitud de 19.23 km.

- *Sinclinal La Huarpía*

Es una estructura ubicada en el centro de la hoja de Moyobamba, delimitada al este por la falla inversa Campana y el anticlinal Campana Pacayzapa y al oeste por el anticlinal de Moyobamba. Su eje cambia ligeramente de rumbo, en promedio es N 25° O; sus flancos tienen buzamientos suaves a moderados entre 30° y 50°. A este sinclinal se les asocian las formaciones Chambira, Pozo y Yahuarango. Su longitud aproximada 32.8 km.

Ilustración 4.1-16: Unidades estructurales en el área de estudio

Pliegue - Sinclinal acostado definido (cerca a torre T106)	Falla Tangarana – altura de la Torre T102
 <p>21 mar. 2024 2:58:02 p. m. 18M 315355 9298855 Altitud: 694.6m Velocidad: 0.0km/h</p>	 <p>22 mar. 2024 4:25:58 p. m. 18M 312674 9301671 Altitud: 919.1m Velocidad: 0.0km/h</p>

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


INSTITUTO REGISTRAL Y CATASTRAL
BOLIVIA
COLECCIÓN 19540

C. Procesos tectónicos importantes

La expresión estructural, en el área de influencia, es el resultado de una evolución tectónica numerosas fases comprendidas en edad desde el Neoproterozoico terminal hasta el Pleistoceno. De acuerdo con lo indicando en el Boletín A 122⁸, la evolución tectónica de la zona puede agruparse en tres importantes ciclos orogénicos: la cadena proterozoica, las cadenas hercínicas (Paleozoico) y la cadena andina (Mesozoico y Cenozoico); las mismas que se han desarrollado incorporando sucesivamente a los sedimentos depositados en las depresiones y bordes continentales, conjuntamente con los materiales ígneos producidos y el metamorfismo relacionado.

Al respecto, debe considerarse que dentro del área de influencia solo se identificaron unidades estratigráficas que pertenecían a los estratos del Mesozoico y Cenozoico, los mismo que están representados por la evolución tectónica que se configuró durante el ciclo andino.

- Ciclo Andino

El proceso geológico en la región oriental comenzó con una transgresión marina que formó secuencias mayormente carbonatadas, conocidas como Grupo Pucará, desde el Triásico superior al Jurásico inferior. Luego, ocurrió un levantamiento y fallamiento en bloques que reactivaron fallas antiguas, dando origen a la fase nevadiana. La cuenca oriental recibió sedimentos continentales y evaporitas de la Formación Sarayaquillo, creando una discontinuidad sedimentaria en la Faja Subandina. Durante el Cretáceo inferior, se produjo un cambio en la sedimentación, con la acumulación de sedimentitas siliceo-clásticas y carbonatadas del Grupo Oriente, las formaciones Chonta y Vivian. Estas fueron plegadas y falladas durante la fase Tectónica Peruana, seguida de una sedimentación mayormente continental hasta la Formación Pozo. La fase Incaica ocasionó plegamientos suaves y fallamientos longitudinales en la cordillera andina, mientras que la Faja Subandina se hundió, permitiendo la invasión del mar en el Eoceno. La cuenca Huallaga recibió sedimentos rojos de la Formación Chambira, posiblemente hasta el Mioceno inferior, y experimentó una leve variación vinculada a la fase Quechua inicial. Durante el Plioceno superior, ocurrió un fuerte proceso compresivo y fallamiento que reactivó fallas preexistentes, formando la morfoestructura actual. Durante el Plio Cuaternario, continuó el levantamiento de los Andes y la Faja Subandina, con la acumulación de depósitos aluviales como la Formación Juanjuí. Durante el Pleistoceno, se produjo un rejuvenecimiento tectónico con un nuevo ciclo de erosión y levantamiento de terrazas aluviales, relacionadas con el levantamiento general de la región.

4.1.2.1.5 Amenazas naturales

Se conoce como amenazas naturales todos aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos para el hombre, los cuales pueden ser causados por fuerzas extrañas a él (OAS, 1991)

⁸ Revisado el 26.04.2024 <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/82>


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


Ing. J. Sebastián Villalva
BIOLOGO
COLECCIÓN 15540

y que teniendo en cuenta la probabilidad que ocurra un evento o fenómeno en un espacio y tiempo determinado, se pueden prevenir o mitigar los efectos negativos que traiga consigo, a través de conocimiento previo.

Las amenazas derivadas de fenómenos naturales que pueden afectar la región, desde el punto de vista geológico se asocian con procesos de geodinámica externa y procesos de geodinámica interna. Los análisis efectuados en este ítem se realizan a manera de estudios preliminares, efectuados a partir de información secundaria, utilizando información oficial disponible en portales oficiales como el de GEOCATMIN (INGEMMET), el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres - SIGRID (Cenepred) y complementado con trabajos de identificación en campo.

4.1.2.1.5.1 Amenazas por procesos de geodinámica externa

Los fenómenos de geodinámica externa que ocurren en el Perú, al igual que en el resto del mundo, son el resultado de un conjunto de procesos geodinámicos, traducidos en cambios físicos y químicos de las rocas, que determina a su vez la modificación del relieve inicial de la corteza terrestre.

Un agente geodinámico se define, siguiendo a Thornbury (1969)⁹, como: el medio natural capaz de obtener y transportar materia de la tierra. Bajo esta concepción, en el área de influencia se identifican los siguientes agentes principales: el agua proveniente de eventos de precipitaciones, el viento y la dinámica fluvial, de los cuerpos de agua identificados.

Los agentes mencionados se traducen su acción en procesos efectuados en el exterior de la corteza terrestre de allí que se les denomine “de geodinámica externa”, equivalentes a los procesos epígenos, de Lawson, o Exógenos, de Penk, por lo tanto, totalmente diferentes a los procesos que tienen lugar u origen dentro de la corteza terrestre y que son tratados como geodinámica interna.

Dentro de los fenómenos de geodinámica externa más recurrentes en nuestro territorio, se mencionan a los más frecuentes: Deslizamientos de tierras y rocas, flujo de detritos, aluviones, hundimientos, derrumbes e inundaciones, estos últimos definidos como el efecto de los crecientes súbitas de volúmenes de agua que rebasan la capacidad del cauce.

A. Susceptibilidad por movimientos en masa

Para poder identificar el nivel de susceptibilidad por movimientos en masa en el área de estudio del Proyecto, entendiéndose como “las zonas de mayor propensión a los movimientos en masa o áreas potencialmente susceptibles a los movimientos en masa (deslizamientos, caídas de rocas, derrumbes, huaicos, aluviones, avalanchas, etc.)” (INGEMMET, 2018), se usó como base

⁹ Thornbury, (1969), Principios de la Geomorfología



Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA
COLEGIO PROFESOR
CSP: 11540

los mapas existentes elaborados por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Tabla 4.1-5: Niveles de susceptibilidad a remoción en masa

Nivel	Componentes	Porcentaje (%)
Muy Alta: Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas, saturadas y muy fracturadas; con discontinuidades desfavorables, depósitos superficiales inconsolidados, laderas con pendientes entre 30° a 45°, movimientos en masa anteriores y/o antiguos. En estos sectores existe alta posibilidad de que ocurran MM.	T9,T10,T11,T12,T13,T14,T15, T16, T17,T18,T19,T20, T21,T22,T24,T25,T26,T27,T28,T29,T31,T33, T34,T36, T37,T38,T3-1017-V11BV,T2-1017-V12V, T1-V13BV-LineaExistente, T10,T29,T30,T32,T59,T62,T63,T64, T69,T70,T71,T72,T73,T74, T75,T76,T77,T78,T79,T80,T81,T82, T83,T86,T87,T88,T90,T94,T95, T96,T112,T117,T120,T128, T130,T131,T132,T133,T134, T136,T137,T138,T139, T140,T141,T142,T143, T144,T145,T148,T149,T150, T151,T152,T153,T154,T155, T156,T157,T158,T160,T161	40.8%
Alta: Laderas que tienen zonas de falla, masas de roca con meteorización alta a moderada, fracturadas con discontinuidades desfavorables; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, laderas con pendientes entre 25° a 45°, donde han ocurrido MM o existe la posibilidad de que ocurran.	T5,T6,T7,T8,T23,T30,T32, T35,T4-1017-V11AV, T11,T13,T17, T19,T23,T25,T26,T27, T28,T31,T36,T38,T4,T39, T40,T41,T43,T44,T45, T46,T47, T48,T5,T49,T50,T51, T52,T53,T54,T55,T57,T58, T6,T60,T61,T65,T66,T67, T68,T7,T84,T85,T9,T89, T91,T92,T93,T97,T98,T99,T101,T103, T104,T105,T106,T107,T108, T109,T110,T111,T113,T115, T116,T118,T119,T121,T122, T123,T125,T126,T129, T135,T146,T147,T159,T162, T163,T164,T165	40.2%


Ana Carolina
SOLICITANTE
CSP: 3588


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS Y VIGILANCIA DE CATASTRÓ
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

Nivel	Componentes	Porcentaje (%)
Media: Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados, laderas con pendientes entre 20° y 30°, donde han ocurrido algunos MM y no existe completa seguridad de que no ocurran. MM. Estos pueden ser "detonados" por sismos y lluvias excepcionales.	T1_C1,T1_C2,T12,T14,T15, T16,T18,T2_C1,T20,T21, T22,T24,T3_C1,T3_C2,T33,T34, T35,T37,T42,T56,T8,T100, T102,T114,T124,T127	12.3%
Baja: Laderas con materiales poco fracturados, moderada a poca meteorización, parcialmente erosionados, no saturados, con pocas discontinuidades favorables. Pendientes entre 10° a 20°. Zonas que tienen pocas condiciones para originar MM, salvo que puede ser afectada por MM ocurridos en zonas de susceptibilidad alta a muy alta cercanas a ellas, detonadas principalmente por lluvias excepcionales	T39,T40,T41,T42,T43 de la variante L-1017, T44,T1,T2,T3,T4, de la variante L-1018, Portico C1,Portico C2,T166,T167,T168, T169,T170,T171,T172, T173,T174,T175,T176,T177, Portico de la LT220kV. Subestación Tarapoto Norte, Ampliación Subestación Belaunde terry	6.6%
Muy Baja: Laderas no meteorizadas, con discontinuidades favorables. Terrenos con pendientes menores a 5° donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.		0.1%

Fuente: SIGRID (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres) <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>

Consultado el 24.05.2024

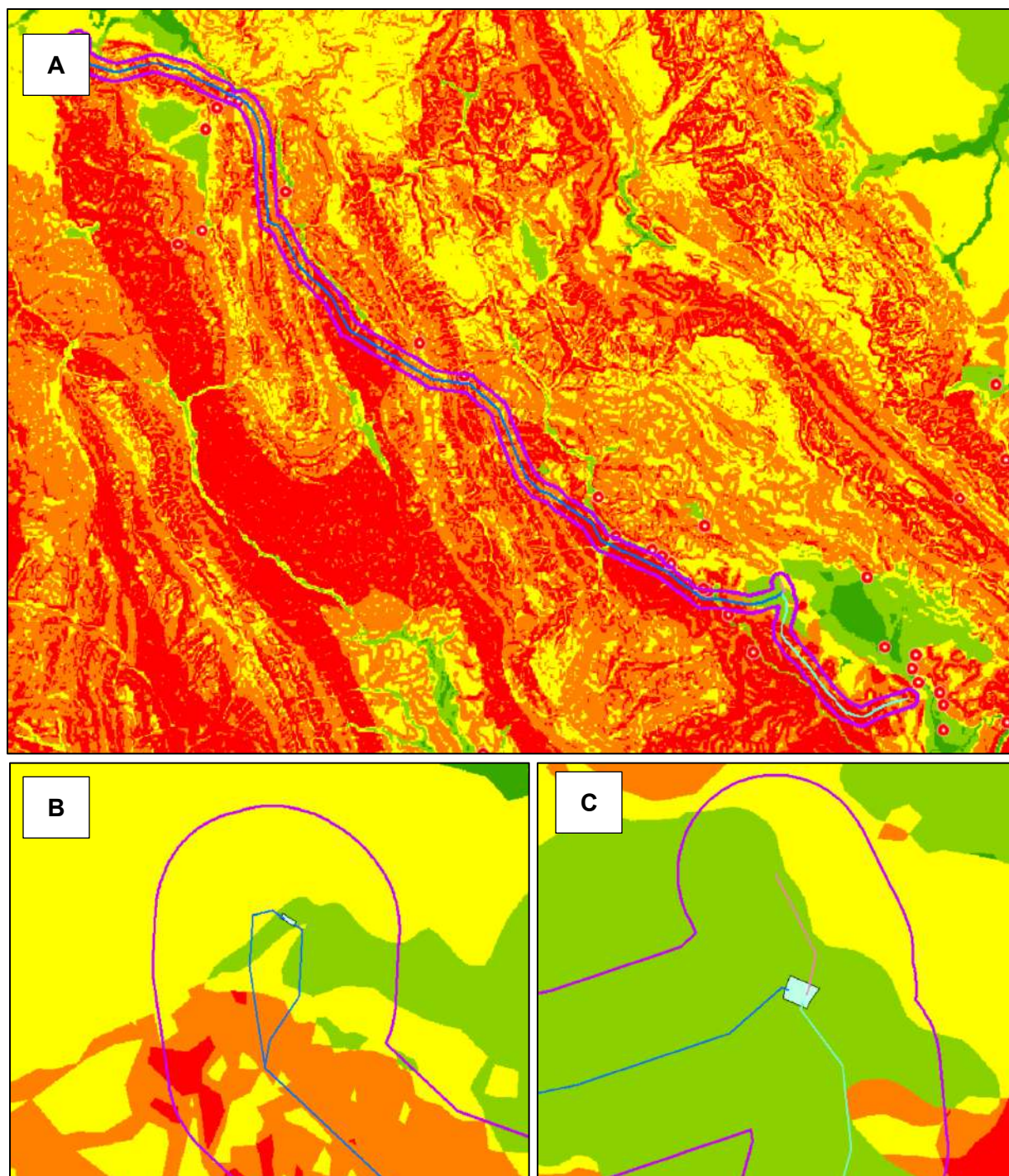
Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024


 Ana Carolina
 Solista
 CSP: 3588


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
 CSP N° 259


 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y
 TECNOLOGÍA AGRARIA Y FORESTAL
 COLEGIO PROFESOR

Ilustración 4.1-17: Susceptibilidad a la Remoción en masa



Se presenta la distribución de áreas de susceptibilidad por remoción de masas a lo largo del (A) trazo de la LT 220 kV y variantes (L-1017 y L-1018); (B) entorno de la Subestación Belaunde Terry y (C) entorno de las nueva Subestación Tarapoto Norte.

Fuente: Mapa de susceptibilidad por remoción en masa. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID). Consultado el 24.05.24

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
CSP N° 259


Jhonatan Villalva
BIOLOGO
COSP N° 1540

De la imagen anterior, podemos identificar que parte de los componentes permanentes del Proyecto se emplazan en zonas con susceptibilidad a remoción en masa de entre baja a muy alta, esto se debe a la asociación de diversos factores, entre ellos, los factores condicionantes (intrínsecos), que inciden en los procesos de inestabilidad de laderas como: El tipo de formaciones geológicas que se configuran litológicamente por rocas sedimentarias (lutitas y areniscas no consolidadas), la alta presencia de materiales fracturados, plegamientos, las zonas de fallamientos que interceptan el paso del conductor de alta tensión, los constantes efectos de agentes meteorizantes y erosivos (lluvias, vientos, dinámica fluvial). Para el área de estudio, las zonas donde se identifican relieves escarpados y de gran pendiente, representan zonas donde eventualmente podrían desarrollarse este tipo de procesos de desprendimiento o movimiento de tierras. Estas zonas se ubican en la carretera Tarapoto – Moyobamba, específicamente en los distritos de Jepelacio, Tabalosos y Zapatero.

De igual forma se pueden presentar procesos antrópicos que pueden ser excavaciones o cortes, excavaciones subterráneas (túneles), rellenos o depósitos de materiales sobre el talud, disposición de residuos, la irrigación, el mantenimiento inadecuado de sistemas de drenaje y subdrenaje, la disminución de cobertura vegetal por la quema de suelos con fines agrícolas que facilitarían el desarrollo de procesos de erosión laminar.

Ilustración 4.1-18: Zonas con presencia de suelos quemados



Nota: Área de cultivos quemados entre los vértices T21 y T22

Condiciones naturales de inestabilidad o riesgo específicas

Licuación del suelo


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259


J. Sebastián Villalva
Biólogo
CSP N° 15540

Es importante recalcar, en el área de estudio presenta un relieve muy variado conformado por zonas de planicies hasta montañas muy empinadas donde los eventos de remoción en masa son frecuentes y significativos ya que se verán favorecidos por las altas pendientes de este tipo de relieves. Sin embargo, la remoción en masa también puede ocurrir en zonas llanas bajo ciertas condiciones específicas. En las llanuras aluviales y otras regiones planas, estos fenómenos pueden tomar formas diferentes de las clásicas avalanchas o deslizamientos de tierra que se ven en terrenos más inclinados. En efecto, si consideramos la litología del área (basada en rocas poco consolidadas como areniscas y lutitas en su mayoría), es posible identificar procesos de licuefacción de suelos, que son originados por eventos sísmicos, en donde las zonas llanas con suelos saturados pueden experimentar licuefacción, un proceso en el cual el suelo pierde su cohesión y se comporta como un líquido¹⁰. Esto puede provocar el hundimiento de estructuras y el desplazamiento horizontal de grandes masas de tierra. Dicho de otra forma, este tipo de procesos es producido por eventos sísmicos los cuales, ayudados por las constantes lluvias locales, el tipo de litología, los suelos inundados para el desarrollo de cultivos de arroz, entre otros. Podrían traer como consecuencia eventos de remoción en relieves parcialmente llanos.

Otro factor importante que considerar en los procesos de remoción de masa es la presencia de lagunas o pequeños humedales, donde puede ocurrir el colapso del suelo debido a la sobrecarga o cambios en el nivel freático, lo que puede desplazar grandes cantidades de suelo y vegetación. Este efecto se ve influenciado por la presencia de limos, arcillas y arenas¹¹. Este tipo de condiciones se ven reflejadas en el distrito de Juan Guerra y a lo largo del recorrido de la variante 1017. En esta zona se encuentran pequeños cuerpos de agua loticos como la laguna Totorillayco, la laguna Andiviela, lagos eutrofizados y zonas ampliamente dedicadas al desarrollo de cultivos de arroz; siendo estos algunos de los factores que representarían ciertas condiciones de inestabilidad. A continuación, se muestran algunas fotografías de las zonas susceptibles a estos eventos.

Según las investigaciones geotécnicas realizados para los sitios de emplazamientos de torres para las variantes L-1017 y L-1018 y el Enlace 220 kV; a las zonas que presentan esta condición de inestabilidad por eventos se les ha denominado zonas potencialmente inundables. Para el caso del Enlace 220 kV, esta condición de licuación se presenta en las torres T53, T174, T175, T176 y T177; las mismas que justamente se ubican en las cercanías de la Subestación Tarapoto Norte. Por otro lado, esta condición no ha sido identificadas en la zona de los enlaces de 138kV, pero si ciertas susceptibilidades relacionadas a condiciones del suelo específicas como su potencial a la expansión y colapso. Estos resultados se muestran a detalle en el **Anexo 4.1-28 Estudio Geotécnico**.

¹⁰ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021) - Efectos geológicos asociados al sismo 7.5 Mw del 28 de noviembre 2021 en el departamento de San Martín. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N°A7233, 45 p.

¹¹ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2019) – Informe Final Evaluación Técnica Geológica del Distrito del Sauce Lima: Ingemmet, Informe Técnico N°A6919, 20 p.



Ana Carolina

SOLICITUD

ESP: 3588



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra

CIP N° 259



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLOGO

COLECCIÓN

Tabla 4.1-6: Zonas vulnerables a eventos de remoción en masa

Deslizamiento rotacional	Zona de hundimiento
 <p>21 mar. 2024 3:45:12 p. m. 18M 311239 9301698 Altitud: 1078.1m Velocidad: 0.0km/h</p>	 <p>21 mar. 2024 2:24:45 p. m. 18M 316368 9296638 Carretera Fernando Belaunde Terry Lamas San Martín Altitud: 526.7m Velocidad: 0.0km/h</p>
Zona de desprendimiento de rocas	Zonas vulnerables a deslizamientos
 <p>21 mar. 2024 3:18:26 p. m. 18M 315982 9299894 Carretera Fernando Belaunde Terry Lamas San Martín Altitud: 763.0m Velocidad: 48.9km/h</p>	 <p>22 mar. 2024 4:39:24 p. m. 18M 315431 9298837 Altitud: 693.1m Velocidad: 0.0km/h</p>
Zonas erosionables con rastros de pequeñas cárcavas	Zona de derrumbes y caída de rocas
 <p>21 mar. 2024 3:33:37 p. m. 18M 312135 9301874 Altitud: 843.5m Velocidad: 40.8km/h</p>	 <p>21 mar. 2024 3:37:52 p. m. 18M 312394 9301703 Altitud: 911.9m Velocidad: 44.8km/h</p>
Zona de derrumbes y caídas de rocas	Zonas inundables


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


J. SEBASTIÁN VILLALBA
BIOLOGO
COLCOP N° 15140



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

En el Mapa de susceptibilidades a procesos de remoción en masa (LBF-BETA-SRM-03) del área de influencia se presenta la caracterización para cada unidad geomorfológica.

Anexo 4.1.3 Mapa de susceptibilidad a remoción en masa (LBF-BETA-SRM-03)

B. Susceptibilidad por erosión fluvial

Para poder identificar el nivel de susceptibilidad por movimientos en masa en el área de estudio del Proyecto, entendiéndose como los terrenos propensos a sufrir anegamiento, encharcamiento o inundación, como producto del desborde de ríos (INGEMMET, 2018), se usó como base los mapas existentes elaborados por INGEMMET, para la región San Martín.

Los mapas de susceptibilidad a inundaciones por erosión fluvial se basan principalmente en la caracterización geomorfológica, apoyada en la interpretación de imágenes y trabajo de campo (inventario nacional de peligros geológicos 2000-2015), y en general, en la utilización de mapas geomorfológicos y de pendientes. Dentro de los aspectos fundamentales en el análisis, la geomorfología controla teóricamente el flujo de agua. Además, la actual configuración de las formas del terreno y la distribución actual de los sedimentos fluviales han sido originadas por los mismos ríos que provocarían inundaciones en el futuro.

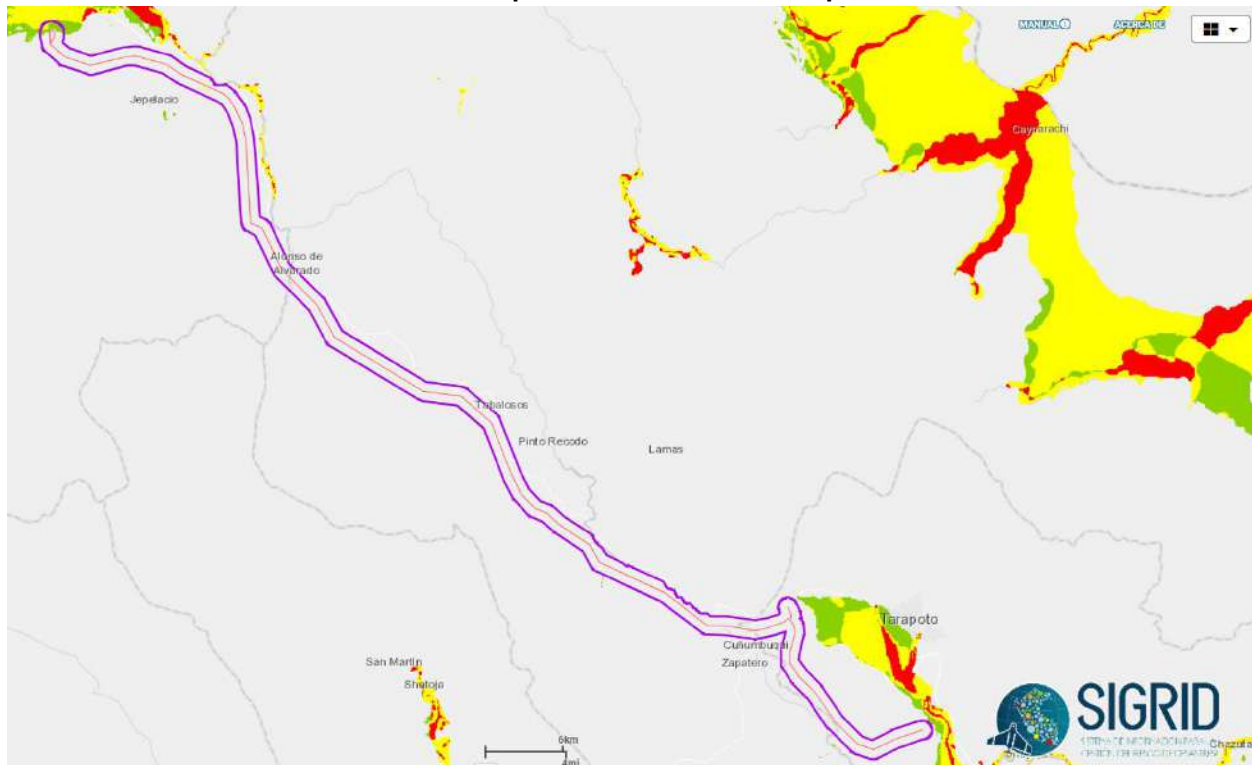
Tabla 4.1-7: Niveles de susceptibilidad a inundación por erosión fluvial

Nivel	Componentes	Porcentaje (%)
Muy bajo o nulo: Montañas y colinas, vertientes de laderas inclinadas y cóncavas; terrazas antiguas elevadas.	Todos los componentes del Proyecto	98.8%

Nivel	Componentes	Porcentaje (%)
Bajo: Corresponde a sectores de topografía plano ondulado, lomadas disectadas y terrazas altas.	-	0.0%
Medio: Terrenos bajos adyacentes a la llanura de inundación; terrazas, paleocauces o cauces antiguos ubicadas en las desembocaduras de los ríos; vertientes de suave inclinación; valles fluviales y ríos secundarios; algunas planicies altas. Terrenos levemente inclinados, mal drenados e inundados en periodos excepcionales o por elevación de nivel freático.	Parte del tramo de LT 220 Kv Tarapoto – Belaúnde Terry (Entre T31 y T35)	0.8%
Alto: Terrenos que corresponden a las llanuras de inundación periódica a ocasional; terrazas bajas y medias; abanicos aluviales de baja pendiente; entre otros.	---	0.4%

Fuente: SIGRID (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres) <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>
Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Ilustración 4.1-19: Susceptibilidad de inundación por erosión fluvial



Fuente: SIGRID (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres) <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>

Consultado el 29.04.2024

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

La susceptibilidad por erosión fluvial en el área de influencia del Proyecto presenta en un rango que va del nivel “bajo” hasta “muy alto”. Al respecto, debe considerarse que las zonas que

presentan los rangos que de "muy alto", se encuentran bastante puntualizadas en dos zonas del área de estudio principalmente en cercanías del Río Mayo. Por otro lado, las zonas con nivel "bajo" de inundabilidad cubren casi la totalidad del área de estudio. Esta variación de la susceptibilidad se da por las siguientes razones.

1. Por la morfología del terreno. En base a la caracterización litoestratigráfica, se ha determinado que en el área de estudio se encuentra configurada en parte por la formación Cushabatay y Agua Caliente, ambas formaciones se caracterizan por configurar relieves escarpados de montañas longitudinales, laderas de montañas y colinas alargadas, lo que facilita el rápido drenaje del agua hacia cursos fluviales sin acumulaciones significativas en zonas de selva alta, por lo que el riesgo de inundabilidad disminuye considerablemente.

En el Mapa de susceptibilidad a erosión fluvial (LBF-BETA-SIEF-4) se presenta el nivel de susceptibilidad para cada unidad geomorfológica del área de influencia del Proyecto.

Anexo 4.1.4 Mapa de susceptibilidad a erosión fluvial (LBF-BETA-SIEF-04)

4.1.2.1.5.2 Amenazas por procesos de geodinámica interna

A. Sismicidad

En esta sección se presentan las condiciones de sismicidad en el del área de estudio. Dicha evaluación se establece sobre la base de información secundaria obtenida de fuentes especializadas, particularmente de los trabajos que dispone el Instituto Geofísico del Perú (IGP), Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

El análisis considera la zonificación sísmica y caracteres geotécnicos que se reconocen para el área de estudio del proyecto por parte de las instituciones competentes, estableciéndose también un listado histórico de ocurrencia de movimientos sísmicos para el área de influencia. Con dicha información se realizó una descripción cualitativa y una estimación sólida sobre las intensidades sísmicas en el área de estudio.

- Sismicidad histórica

En base al Instituto Geofísico del Perú (IGP), en el área de estudio, la sismicidad superficial se concentra en la zona subandina y está asociada a la presencia de fallas geológicas como el sistema de fallas de Moyobamba. Los sismos con profundidad intermedia ($71 < h < 120$ km), en mayor número se distribuyen en la zona subandina y están asociados a la deformación interna de la placa de Nazca por debajo de la Cordillera de los Andes



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3588



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra

CSP N° 259



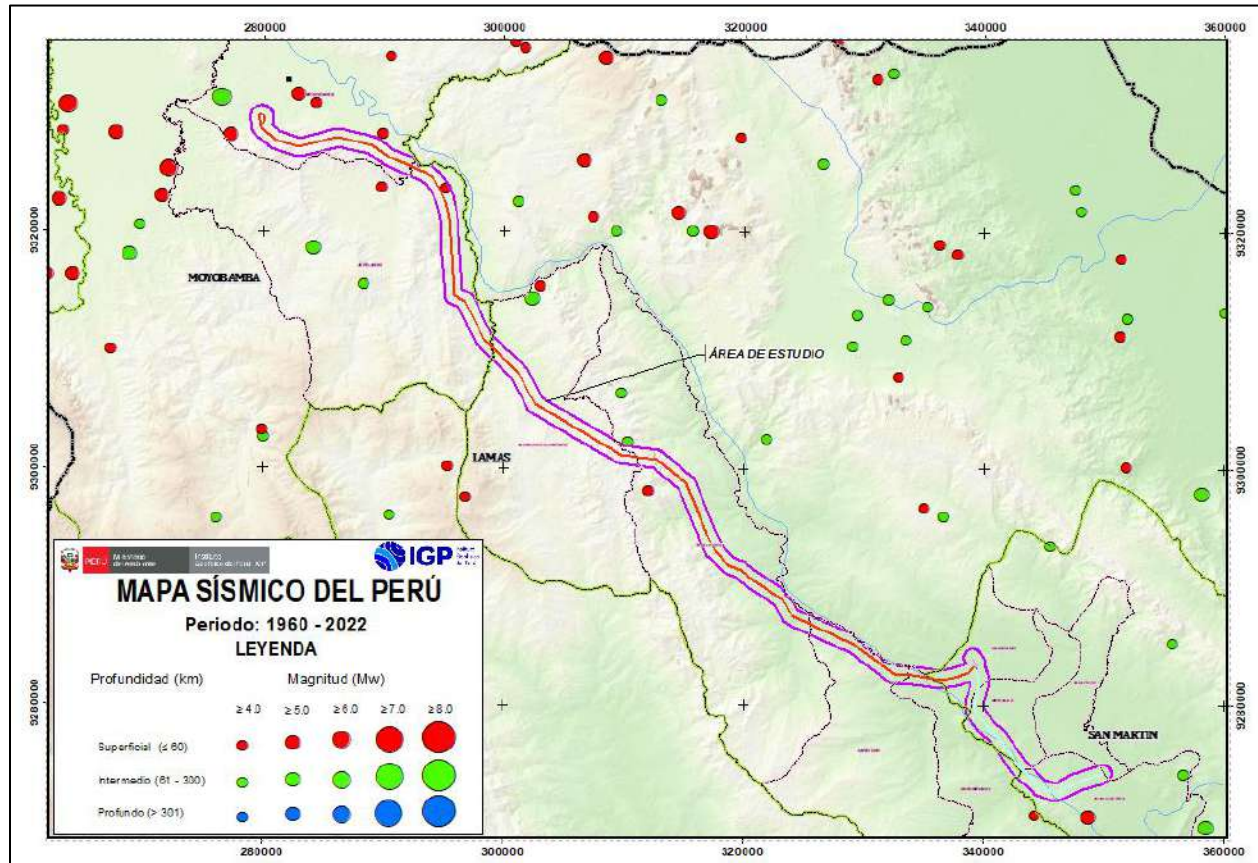
Jhonatan

BIOLOGO

COLECCIÓN

En la siguiente figura se muestra los sismos ocurridos en los últimos 60 años ocurrido cercanos en el área de estudio.

Ilustración 4.1-20: Sismos históricos cercanos al área de influencia (Periodo 1960-2023)



Fuente: Datos Sísmicos del Instituto Geofísico del Perú – IGP (<https://ultimosismo.igp.gob.pe/descargar-datos-sismicos>)¹²

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

A continuación, se presentan los datos de los sismos acotados a una distancia menor a 20 km del área de influencia del Proyecto registrados por el Servicio Sismológico del Instituto Geofísico del Perú (IGP).

Tabla 4.1-8: Sismos Históricos cercanos al área de estudio

Fecha UTC	Hora UTC	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (Km)	Magnitud (M)
08/07/1961	05:49:02.00	-6.2	-77.1	15	5.8
13/04/1963	02:20:58.00	-6.2	-76.5	125	6.9
07/12/1964	15:55:53.00	-6.613	-76.352	132	5.2
30/06/1966	10:49:54.00	-6.74	-76.8	29	5.2
13/04/1967	05:30:06.00	-6.175	-76.664	42	5.2

¹² Revisado el 28.04.2024 Centro Sismológico Nacional – IGP (<https://ultimosismo.igp.gob.pe/descargar-datos-sismicos>)

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Fecha UTC	Hora UTC	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (Km)	Magnitud (M)
12/06/1968	17:33:08.00	-6.34	-76.47	112	4.7
26/06/1968	06:46:41.00	-6.2	-76.7	153	4.6
04/03/1969	00:11:37.00	-6.18	-76.77	140	5.1
05/03/1969	23:19:01.00	-6.59	-76.2	43	5
27/05/1970	09:52:37.00	-6.098	-76.57	57	5
01/06/1972	00:54:25.00	-6.733	-76.765	39	5.1
02/06/1972	18:32:52.00	-6.747	-77.159	52	4.5
07/08/1973	05:56:27.00	-5.884	-77.111	71	5.1
18/05/1975	11:15:44.00	-6.596	-76.944	0	4.8
01/05/1977	00:09:07.00	-6.194	-77.07	123	5.3
09/10/1979	16:57:07.00	-6.434	-76.259	120	5.3
17/09/1980	15:39:06.00	-6.727	-76.994	133	4.9
31/01/1985	03:36:17.00	-6.373	-76.819	98	4.5
03/04/1985	02:55:04.00	-6.31	-76.92	121	5.3
01/03/1986	21:32:01.00	-6.33	-76.3	56	4.8
01/01/1987	21:32:09.00	-6.56	-76.99	117	5.2
04/05/1989	10:30:02.00	-6.04	-76.2	58	5.8
20/05/1989	15:35:35.00	-5.93	-76.22	55	5.3
30/05/1990	02:34:05.00	-6.1	-77.06	26	6.6
30/05/1990	08:15:47.00	-6.17	-77.12	29	4.7
30/05/1990	10:23:15.00	-6	-77.12	28	4.6
30/05/1990	16:49:17.00	-6.63	-76.72	17	5.7
30/05/1990	20:36:39.00	-5.89	-77.03	20	4.5
31/05/1990	07:35:09.00	-6.13	-77.04	23	4.7
31/05/1990	11:17:25.00	-6.31	-77.02	60	4.6
31/05/1990	14:43:54.00	-6.15	-77.13	13	4.5
31/05/1990	15:20:05.00	-6.15	-77.09	16	4.7
01/06/1990	22:55:44.00	-6.04	-77.01	59	4.7
03/06/1990	03:23:47.00	-5.94	-77.17	23	4.8
03/06/1990	16:50:08.00	-5.96	-77.04	46	4.7
10/06/1990	01:41:27.00	-5.91	-76.9	122	4.8
10/06/1990	01:42:32.00	-6.24	-76.35	47	4.7
05/09/1990	08:59:53.00	-5.91	-77.16	156	4.6
07/09/1990	00:16:08.00	-6.13	-77.17	56	4.8
04/04/1991	15:23:19.00	-5.95	-76.94	21	6.6
04/04/1991	20:09:04.00	-5.98	-76.8	37	4.7
04/04/1991	22:54:39.00	-5.96	-76.88	142	4.9
05/04/1991	17:13:54.00	-5.97	-76.99	21	5.5
05/04/1991	23:09:53.00	-6.36	-76.83	24	4.7
06/04/1991	06:04:40.00	-5.89	-76.92	25	4.8
06/04/1991	14:22:29.00	-6.25	-76.92	35	5.4
06/04/1991	19:10:49.00	-5.92	-77.05	38	4.5
06/04/1991	20:11:03.00	-6.16	-77.01	16	4.5
06/04/1991	21:33:51.00	-6.3	-77.11	47	4.7
07/04/1991	05:40:49.00	-6.26	-77.03	28	4.7
07/04/1991	06:45:08.00	-6.13	-76.82	153	4.7
08/04/1991	08:51:09.00	-5.92	-77.11	28	4.7


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Fecha UTC	Hora UTC	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (Km)	Magnitud (M)
08/04/1991	19:53:05.00	-6.02	-77.13	34	5.1
08/04/1991	22:36:44.00	-6.01	-77.16	27	4.8
09/04/1991	00:09:14.00	-6.17	-77.11	29	5.3
10/04/1991	01:55:13.00	-6.12	-77.02	34	4.7
11/04/1991	08:38:08.00	-6.06	-76.94	107	4.7
12/04/1991	17:00:02.00	-5.91	-77.12	26	5.4
16/04/1991	17:00:44.00	-5.95	-77.06	33	4.8
26/04/1991	17:50:39.00	-6.58	-76.95	42	4.6
01/05/1991	13:44:09.00	-5.95	-76.86	121	4.9
03/05/1991	01:24:52.00	-5.96	-76.67	34	4.5
06/05/1991	21:08:29.00	-5.94	-76.92	57	4.5
27/07/1991	22:33:49.00	-6.27	-76.42	57	4.5
01/09/1991	17:48:19.00	-5.883	-77.066	41	4.3
13/02/1992	21:31:45.00	-6.7	-76.17	144	4.7
06/10/1992	06:09:04.00	-6.27	-76.76	70	4.7
30/04/1993	18:28:32.00	-6.19	-76.26	26	4.6
20/01/1994	09:06:59.00	-6.68	-76.63	124	6.2
04/07/1995	01:05:04.00	-5.98	-76.53	16	4.6
03/08/1995	08:14:38.00	-6.37	-76.57	51	4.6
07/01/1997	02:12:30.00	-5.9079	-77.1733	29	5.3
03/04/1997	10:32:05.00	-6.3882	-76.3756	31	4.6
21/04/1997	13:03:14.00	-5.9562	-77.1065	57	4.5
06/05/1997	16:44:34.00	-5.9056	-77.1497	22	4.5
30/06/1997	15:14:52.00	-5.9738	-76.9581	21	4.5
07/07/1997	08:24:15.00	-6.2677	-76.1879	166	4.7
23/07/1997	14:03:35.00	-6.3393	-76.3367	24	5.6
25/07/1997	16:29:46.00	-6.7027	-76.9822	40	4.7
23/04/1998	06:57:14.00	-5.9652	-76.9524	93	4.5
10/07/1998	20:56:28.00	-6.1183	-77.153	142	5.4
12/07/1998	08:59:56.00	-6.1665	-76.8126	58	4.6
08/08/1999	20:10:17.00	-6.6115	-77.0797	31	4.5
25/08/1999	13:23:39.00	-5.9253	-76.2049	152	4.9
29/04/2000	19:52:24.00	-6.6745	-77.0171	123	5.9
20/07/2000	04:12:04.00	-5.9422	-76.747	11	4.9
20/08/2000	11:03:02.00	-6.1593	-76.4799	13	4.8
14/10/2000	01:34:19.00	-6.703	-76.5715	125	4.9
02/02/2001	01:52:19.00	-5.966	-76.175	117	4.1
06/02/2001	09:28:50.00	-6.188	-76.9136	138	4.9
21/08/2001	11:46:49.00	-5.9856	-76.5296	48	4.5
05/09/2001	02:28:17.00	-6.2388	-77.1041	20	4.5
25/10/2001	03:48:01.00	-6.5805	-77.1	51	4.9
06/11/2001	07:03:48.00	-6.2176	-76.2475	25	4.6
09/11/2001	00:50:05.00	-6.2294	-76.343	30	4.7
06/03/2002	07:08:27.00	-6.1258	-76.7961	117	4.5
22/09/2003	23:19:03.00	-6.1172	-76.2101	174	4.5
25/10/2003	07:41:14.00	-6.0286	-76.5149	140	4.5
12/11/2004	06:40:16.00	-6.7519	-76.4533	130	4.6


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BOLOGO
COLECCIÓN 1994/04

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Fecha UTC	Hora UTC	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (Km)	Magnitud (M)
18/06/2005	23:46:36.00	-6.1432	-77.0824	92	4.5
22/09/2005	12:01:10.00	-6.391	-76.9892	48	4.5
26/09/2005	06:16:06.00	-6.0038	-76.798	35	4.6
26/09/2005	06:18:34.00	-6.5963	-76.408	59	4.6
27/09/2005	08:13:24.00	-6.3587	-76.1835	29	4.6
05/10/2005	07:47:54.00	-6.1175	-76.3771	119	4.8
13/11/2005	19:58:06.00	-6.6202	-76.6196	136	5
23/11/2005	13:09:46.00	-5.9069	-77.0622	114	4.9
25/11/2005	21:49:37.00	-6.0971	-76.5676	111	4.7
02/12/2005	05:56:41.00	-6.3655	-76.8947	133	4.6
03/12/2005	07:52:12.00	-5.8715	-77.1134	140	4.6
12/12/2005	22:43:37.00	-6.3081	-76.6096	143	4.7
20/12/2005	05:30:47.00	-6.0718	-77.1396	12	4.5
20/12/2005	15:43:30.00	-5.9974	-76.8173	153	4.7
21/12/2005	18:10:36.00	-6.211	-76.2647	134	4.6
23/12/2005	15:35:13.00	-6.1516	-77.1784	43	4.5
24/12/2005	16:04:55.00	-6.2012	-76.5173	134	4.7
28/12/2005	05:35:29.00	-6.2322	-76.5051	133	4.5
03/01/2006	16:14:25.00	-6.3308	-76.3396	33	4.5
05/02/2007	05:48:29.00	-6.3943	-77.0532	147	4.5
09/11/2007	05:06:39.00	-5.922	-77.1608	128	4.5
28/04/2009	09:18:37.00	-5.9608	-76.8326	60	4.5
21/04/2010	16:08:30.00	-6.2271	-76.9788	29	4.8
21/04/2010	21:58:35.00	-6.0589	-76.9439	19	4.7
09/11/2010	05:13:17.00	-6.109	-76.2434	32	4.5
11/12/2010	23:36:12.00	-6.1061	-76.5711	136	4.5
12/12/2010	00:59:53.00	-6.1853	-76.1872	77	4.6
21/12/2010	07:00:57.00	-5.8755	-76.6018	137	4.5
27/12/2010	03:01:39.00	-6.1706	-76.3843	115	4.6
30/12/2010	07:59:44.00	-6.0579	-76.8529	95	4.6
04/02/2011	00:28:23.00	-6.0123	-77.0691	75	4.5
15/03/2011	02:33:46.00	-6.7447	-76.9457	32	4.5
01/04/2011	09:48:45.00	-6.5576	-76.5846	28	4.5
03/04/2011	08:28:59.00	-6.4873	-76.6979	36	4.5
24/04/2011	04:22:23.00	-5.8734	-76.4023	56	4.5
18/06/2011	12:08:19.00	-6.1755	-76.9047	165	4.5
29/06/2011	10:41:29.00	-6.2882	-76.9847	26	5.1
02/07/2011	19:36:42.00	-6.6436	-76.974	77	4.5
22/07/2011	12:40:41.00	-6.3466	-76.6701	22	4.5
07/08/2011	17:20:29.00	-5.9491	-77.0257	135	4.5
04/09/2011	20:12:18.00	-6.2696	-76.4957	22	4.5
14/09/2011	04:37:28.00	-6.457	-76.649	72	4.5
21/10/2011	05:28:52.00	-6.0935	-76.3891	156	4.5
05/12/2011	03:02:35.00	-6.2114	-76.2009	29	4.6
09/12/2011	05:07:15.00	-6.6578	-76.9141	187	4.6
11/02/2012	04:44:18.00	-6.193	-77.0422	136	5.1
20/04/2012	14:19:00.00	-6.3096	-76.7146	183	4.5


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Gea Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Jhon
INGENIERO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS
BOLOGO
COLECCIÓN 15540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Fecha UTC	Hora UTC	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (Km)	Magnitud (M)
11/08/2012	10:54:45.00	-6.4646	-76.3041	120	4.5
22/11/2012	11:56:23.00	-6.272	-76.719	119	4.7
22/12/2012	16:02:42.00	-6.0081	-76.7905	55	5.3
22/12/2012	19:01:54.00	-5.9299	-76.9713	8	4.5
22/12/2012	21:23:34.00	-6.1145	-76.8995	21	4.5
22/12/2012	21:28:06.00	-5.9513	-76.5044	152	4.5
28/12/2012	13:54:31.00	-6.7433	-76.8321	145	4.5
30/12/2012	08:47:05.00	-6.3054	-76.9887	130	4.5
20/01/2013	12:23:13.00	-5.9223	-76.7106	122	4.5
06/03/2013	00:30:59.00	-6.148	-76.6649	98	4.5
26/03/2013	09:57:00.00	-6.3671	-76.4759	141	4.8
05/05/2013	04:04:22.00	-6.2154	-76.3374	74	4.8
22/05/2013	06:04:34.00	-6.2131	-76.5411	112	4.6
17/07/2013	12:59:16.00	-5.9535	-76.1699	74	5
26/07/2013	07:57:52.00	-6.6273	-76.8682	16	4.5
17/03/2014	08:29:50.00	-6.4163	-76.769	46	4.6
06/05/2014	21:14:36.00	-6.3347	-76.2924	54	4.7
14/07/2014	22:16:00.00	-6.6244	-76.7811	36	4.7
31/07/2014	23:32:14.00	-6.3382	-77.0076	112	5.1
18/09/2014	04:20:00.00	-6.1332	-76.372	122	5.1
30/10/2014	07:28:48.00	-6.0621	-76.4345	126	4.5
03/12/2014	04:10:44.00	-6.0286	-77.0438	121	4.6
05/12/2014	07:08:21.00	-6.6131	-76.8855	121	4.7
09/12/2014	04:18:21.00	-5.8827	-76.7184	140	4.5
17/12/2014	09:14:25.00	-6.1378	-76.71	95	4.7
04/01/2015	22:09:34.00	-6.6595	-76.4228	162	4.9
10/02/2015	01:32:18.00	-6.0779	-76.3472	135	4.6
26/03/2015	23:41:19.00	-6.0292	-76.2174	125	4.6
30/09/2015	13:40:44.00	-6.2777	-76.8656	156	4.7
07/01/2016	22:33:03.00	-6.1995	-76.7544	140	4.6
14/01/2016	04:39:01.00	-6.0924	-76.7157	126	4.6
14/01/2016	07:03:11.00	-6.0689	-76.5709	96	4.5
14/01/2016	11:34:09.00	-6.1098	-76.9042	22	4.5
14/01/2016	11:48:34.00	-5.904	-76.558	98	4.8
14/01/2016	13:26:38.00	-5.9851	-76.663	130	4.7
14/01/2016	15:22:10.00	-6.0392	-76.697	158	4.6
25/01/2016	06:43:46.00	-6.0982	-76.8482	21	4.6
25/01/2016	08:28:05.00	-5.935	-76.6991	101	5.1
25/01/2016	10:46:13.00	-6.102	-76.8232	31	4.5
27/01/2016	07:54:31.00	-6.0684	-76.8967	11	4.9
29/01/2016	17:27:11.00	-6.115	-76.8515	31	4.6
11/02/2016	22:25:27.00	-5.9893	-76.5564	115	4.9
12/02/2016	06:26:24.00	-6.2467	-76.5287	121	4.6
24/02/2016	05:36:52.00	-6.7286	-76.2365	114	4.5
06/05/2016	14:56:03.00	-6.3581	-76.4766	43	4.5
30/05/2016	07:16:45.00	-6.1841	-76.3057	30	4.7
17/07/2016	05:10:14.00	-6.5983	-77.1088	42	4.6


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

Fecha UTC	Hora UTC	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (Km)	Magnitud (M)
18/07/2016	08:51:24.00	-6.721	-76.7487	132	4.6
23/08/2016	16:17:54.00	-6.7624	-76.3348	139	5
07/09/2016	03:34:14.00	-6.6807	-77.025	47	4.5
15/09/2016	06:42:21.00	-6.3559	-76.7386	33	4.9
06/01/2017	19:39:53.00	-6.3699	-76.5209	110	4.6
08/04/2017	14:17:10.00	-6.6892	-76.4847	136	4.6
11/04/2017	04:52:05.00	-6.0481	-76.2475	28	4.9
13/04/2017	15:19:06.00	-6.1856	-76.2144	43	4.5
05/06/2017	06:01:15.00	-6.4449	-76.8229	135	4.8
19/07/2017	10:05:14.00	-6.0497	-76.949	28	5.1
05/10/2017	07:44:52.00	-6.245	-76.56	126	4.5
05/02/2018	20:40:57.00	-6.1481	-76.7223	142	4.9
16/02/2018	01:40:47.00	-6.2068	-76.4881	135	4.6
15/04/2018	11:20:52.00	-6.6888	-76.1681	145	4.5
11/08/2018	08:40:40.00	-6.565	-76.2957	129	4.6
26/05/2019	09:20:08.01	-6.39	-76.396	124	4
10/07/2019	05:53:19.55	-5.9907	-76.3564	123	4
11/07/2019	08:18:34.50	-5.9146	-76.9421	132	4
26/07/2019	10:06:19.50	-6.7422	-76.7385	51	4.1
19/01/2020	16:26:05	-6.0476	-76.6891	132	4.2
26/02/2020	09:18:13	-6.1701	-76.342	41	4.2
04/05/2020	04:24:39	-6.1664	-76.4654	44	4.4
10/05/2020	09:07:16	-5.8938	-76.2675	123	4.1
16/07/2020	10:23:56	-6.2369	-76.5443	131	4.3
11/08/2020	05:01:02	-6.6007	-76.3158	17	3.8
04/10/2020	20:21:10	-5.9446	-76.8918	20	4.7
05/10/2020	05:39:33	-5.9743	-76.8833	16	4.4
14/10/2020	19:19:23	-6.0737	-76.8983	30	4.2
01/02/2021	13:12:12	-5.8992	-77.0798	139	4.7
04/04/2021	03:27:54	-6.0885	-76.9433	13	3.8
13/02/2022	15:40:45	-5.9164	-76.9966	22	4
31/03/2022	21:54:38	-5.9213	-76.955	132	4.7
02/06/2022	05:12:18	-6.3518	-76.8361	15	4.4
07/06/2022	03:48:08	-6.3275	-76.85	16	4.2
14/05/2023	14:16:45	-6.56	-76.29	121	4.4
31/12/2023	14:47:23	-6.4	-76.93	142	4
10/01/2024	23:54:43	-5.88	-76.7	130	5.2
19/02/2024	08:51:15	-6.43	-76.28	123	5.2

Fuente: Datos Sísmicos del Instituto Geofísico del Perú – IGP (<https://ultimosismo.igp.gob.pe/descargar-datos-sismicos>)¹³

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

- Peligro Sísmico

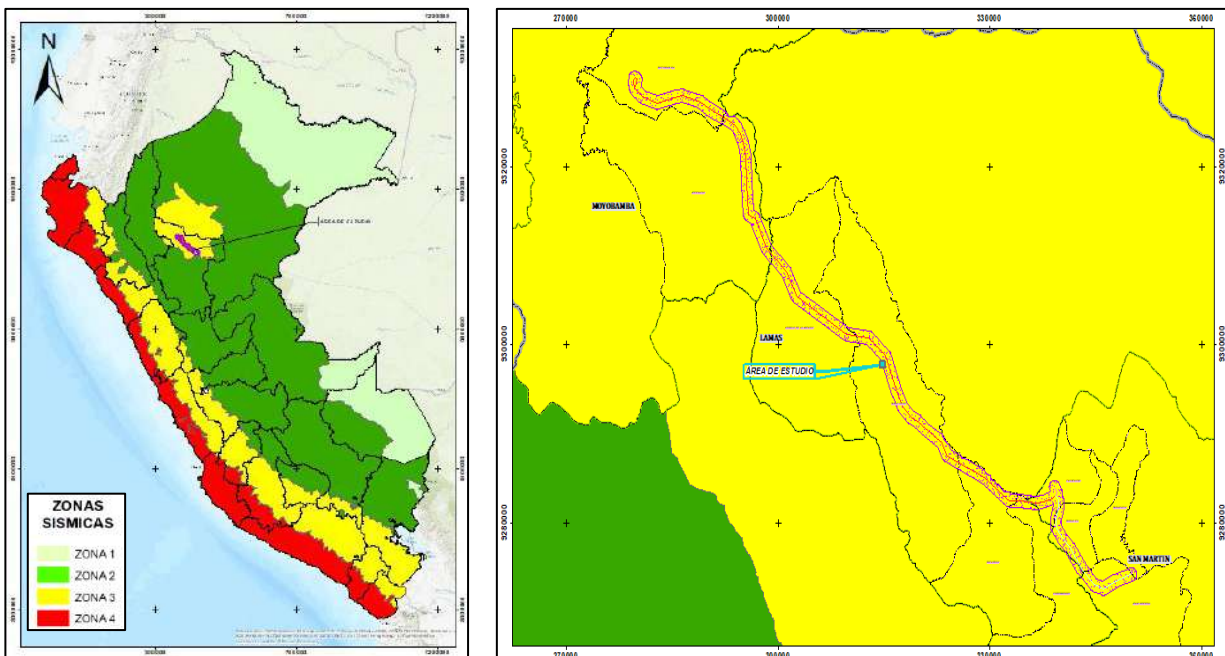
¹³ ¹³ Revisado el 28.04.2024 Centro Sismológico Nacional – IGP (<https://ultimosismo.igp.gob.pe/descargar-datos-sismicos>)

El peligro sísmico representa el grado de amenaza asociada a la sismicidad de una zona o lugar determinado; en otros términos, el grado de amenaza que representa el sismo más intenso esperado en esa zona o lugar, considerando un tiempo de retorno determinado.

De acuerdo con la zonificación sísmica del Ministerio de Vivienda (Resolución Ministerial N° 043-2019-VIVIENDA), se encuentra apropiado utilizar magnitudes como la aceleración máxima del suelo o la aceleración espectral para evaluar el peligro sísmico, debido a que se prevé que afectarán las estructuras diseñadas.

De acuerdo, a esta zonificación, el área de influencia se emplazará en la Zona 3, cuya aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años es de 0.35, representando un peligro sísmico “alto”.

Ilustración 4.1-21: Zonificación sísmica del área de estudio



Fuente: Norma Técnica E.030 “Diseño Sismo resistente” del reglamento nacional de edificaciones aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda, (D.S N° 043-2019-VIVIENDA).

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

- Riesgo sísmico

Para evaluar el riesgo sísmico, se tomó en cuenta el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas, publicado en 2003 (CMRRD¹⁴). Este mapa grafica a nivel

¹⁴ Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos en el Desarrollo & Dirección General de Programación Multianual del Sector Público - MEF 2003 Mapa de Calificación de Provincias Según niveles de Peligros Sísmicos. Escala 1:3 000 000.

nacional la zonificación de las máximas intensidades sísmicas observadas, tomando en consideración la escala modificada de Mercalli (MM), el cual está basado en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades de sismos históricos, el área de estudio se encuentra en tres zonas de intensidad, las cuales se describen a continuación:

- VI: Las personas andan con dificultad, las ventanas y objetos de vidrio se quiebran y las estructuras con mampostería débil se agrietan
- VII: Daños moderados en estructuras bien diseñadas. Daños severos en malas construcciones
- VIII: Daños ligeros en estructuras bien diseñadas. Daños considerables en estructuras regulares y daños severos en estructuras mal diseñadas

De acuerdo a la escala de Mercalli modificada. Esto quiere decir, que el sismo más intenso esperado en el área de influencia del Proyecto podría generar que las personas busquen refugio fuera de los edificios por temor a derrumbes. Los edificios podrían sufrir daños moderados, como grietas extensas en las paredes, caída de cornisas y daños en las estructuras de madera; los muros de ladrillo podrían separarse de las estructuras; los daños en edificios de mala calidad podrían ser significativos, mientras que los edificios bien contruidos, generalmente, resistirían con daños menores.

En la Ilustración 4.1.28 se presenta el mapa de intensidades sísmicas den el área de influencia del Proyecto.



Ana Cecilia
Socióloga
CSP: 3588

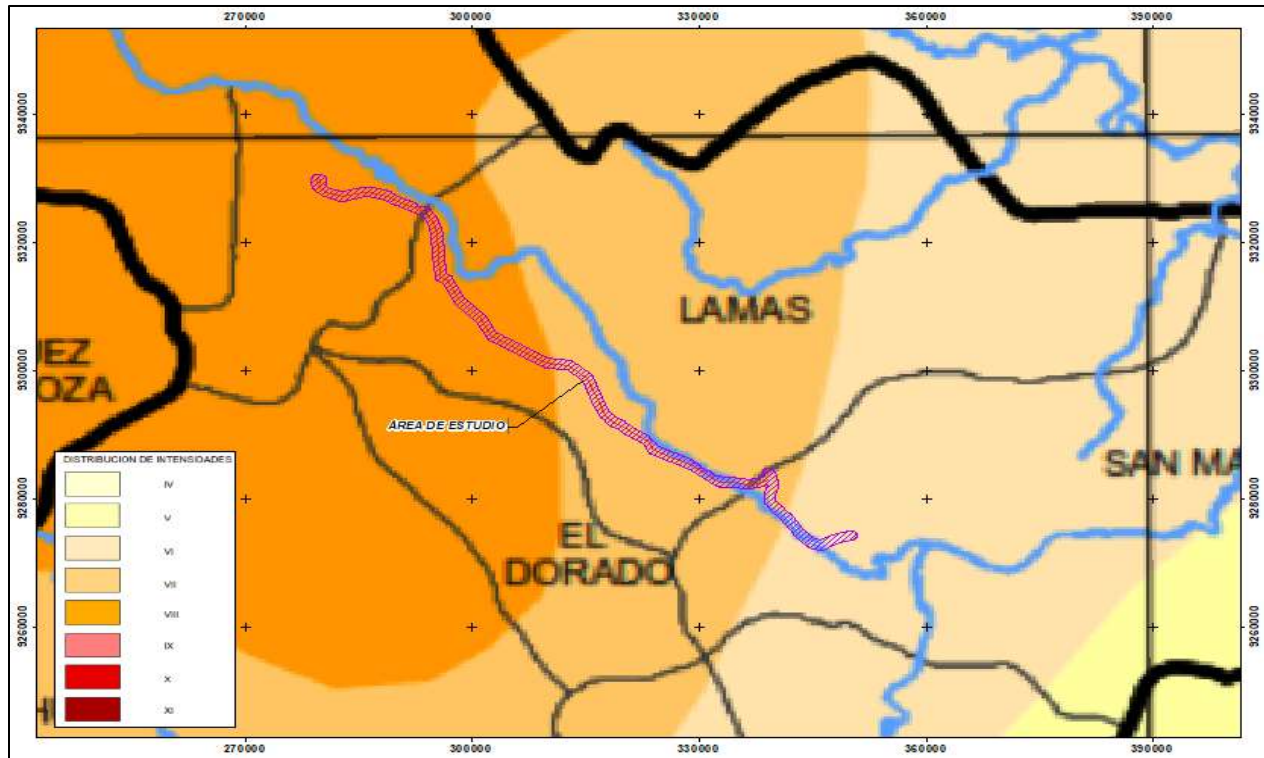


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259



MSc. J. Sebastián Villalva
BIOLOGO
COLEOP N° 15540

Ilustración 4.1-22: Distribución de posibles intensidades sísmicas



Fuente: Mapa de Calificación de Provincias Según niveles de Peligros Sísmicos. Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos en el Desarrollo & Dirección General de Programación Multianual del Sector Público - MEF 2003. Escala 1:3 000 000.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.2 Geomorfología

En este capítulo se describen las principales características morfológicas del área de estudio del Proyecto “Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”, en relación con el relieve dominante, su origen y los procesos más importantes que vienen modificando el paisaje actual. El análisis de estas variables tiene una especial importancia práctica, debido a que permite identificar las condiciones donde se emplazarán los componentes del Proyecto son morfológicamente estables.

La caracterización de la zona se realiza teniendo en cuenta cuatro aspectos principales en los cuales se relaciona el paisaje con los procesos que dieron origen a las formas y a sus condiciones ambientales. A continuación, se describen estos aspectos:

- **Morfogénesis:** Este aspecto involucra la definición del origen de las diferentes geoformas, entre lo que abarca las causas y procesos que dieron origen a las formas de terreno ya que el origen de un paisaje depende de los procesos y agentes que

- interactúan para darle las formas a la superficie terrestre en diferentes intensidades y proporciones y durante intervalos de tiempo geológico.
- **Morfografía:** Corresponde al análisis de las formas de laderas.
 - **Morfodinámica:** Este aspecto se focaliza en los procesos denudativos que han afectado, están afectando y se pueden activar en el futuro que permite comprender la evolución y cambio que puede tener la superficie terrestre y que permite la comprensión y el grado de movilidad o de actividad relacionada a un paisaje y determina los procesos y su intensidad en la conformación de las geoformas.
 - **Morfoestructuras:** Este aspecto corresponde al análisis de las formas de tipo estructural que imperan sobre el relieve en donde se evidencia el estudio geólogoestructural en la conformación del relieve.

En el Mapa geomorfológico (LBF-BETA-GMF-05), elaborado a escala 1:25 000, donde se presentan las unidades geomorfológicas integrando las pendientes (en rangos), las formas específicas del relieve y los procesos morfodinámicos identificados.

Anexo 4.1.5 Mapa geomorfológico (LBF-BETA-GMF-05)

4.1.2.2.1 Morfogénesis del área de estudio

La formación de las morfoestructuras en el área de estudio responde a una interacción entre procesos morfodinámicos endógenos y exógenos. En primer lugar, los procesos morfodinámicos endógenos, que incluyen la actividad tectónica, como el levantamiento, plegamiento y fallamiento de la corteza terrestre, han configurado la estructura geológica de la zona. Estos procesos tectónicos, que ocurren en el interior de la Tierra debido a movimientos de las placas, son responsables de la creación de grandes rasgos topográficos como montañas, cuencas y fallas. Dentro del área de estudio se identifica una variabilidad transicional en el relieve total, ya que se presentan unidades llanas de poca ondulación, así como terrenos colinosos de pendientes suaves, que se extienden desde los márgenes del Río Mayo y sus tributarios, estableciendo de esta forma zonas aptas para el asentamiento de la población favoreciendo el desarrollo de cultivos como el arroz, plátano y yuca. Estas condiciones se presentan en las zonas del recorrido de la Variante de L.T. 138 kV Tarapoto – Picota (L-1017) y son fácilmente observables a los alrededores de la futura Subestación Tarapoto Norte. Asimismo, estos procesos han constituido la última zona de estribaciones de pertenecientes a la Cordillera de los Andes (Faja Subandina), dando como resultado la conformación de relieves colinosos cadenas montañosas alargadas y depresiones topográficas condicionadas en gran parte por las estructuras de deformación desarrolladas en las secuencias de rocas sedimentarias provenientes del Mesozoico y Cenozoico y que generalmente siguen una dirección NO-SE. Por ejemplo, gran parte del recorrido del Enlace 220 kV se emplazaría sobre relieves colino montañosos de alta pendiente hasta antes de la llegada a la Subestación Belaúnde Terry.

Posteriormente, los procesos morfodinámicos exógenos actúan sobre la superficie, modelando y transformando estas estructuras a lo largo del tiempo. La erosión, causada por el agua, el viento



Ana Cullerán

Socióloga

CSP: 3588



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra

CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

BIOLOGO

COLECCIÓN 19540

y la gravedad, junto con la meteorización, que descompone las rocas a través de procesos físicos y químicos, son los principales agentes responsables de este modelado. La precipitación, el viento y las variaciones de temperatura son factores climáticos que aceleran o modulan la intensidad de estos procesos. Por ejemplo, el agua de lluvia actúa como un agente erosivo al transportar sedimentos y fragmentos de roca, mientras que el viento y las fluctuaciones térmicas contribuyen a la fragmentación de las rocas y su posterior desplazamiento. Este conjunto de procesos resulta en un paisaje que se encuentra en constante evolución, donde las morfoestructuras originales creadas por la tectónica son transformadas y suavizadas por la acción de los agentes erosivos, dando lugar a formas del relieve más complejas y diversas. Los principales procesos morfodinámicos externos que modelan las formas fisiográficas del área de estudio están determinados en su clase e intensidad por el contexto geográfico del medio, es decir, por su latitud, altitud y por las condiciones selváticas tropicales.

Finalmente, las características litoestratigráficas deben ser consideradas como otro factor condicionante que ha dado como resultado la configuración del relieve actual. La presencia de rocas sedimentarias que componen las unidades litoestratigráficas supone una menor resistencia hacia el efecto constante de los agentes erosivos y meteorizantes (geodinámica externa). Por ejemplo, la Formación Vivian conforma el arco de cerros; la Formación Chonta casi siempre forma un valle o una zona de relieve más suave situado entre éstos y la Formación Agua Caliente que constituyen en su mayoría los cerros, de naturaleza escarpada. Por otro lado, los relieves que se configuran con pendientes bajas como lomadas, planicies, llanuras y pies de monte componen parte de su estructura con unidades estratigráficas provenientes del Cuaternario como lo son los depósitos aluviales o fluviales.

4.1.2.2.2 Unidades geomorfológicas

La delimitación de las unidades geomorfológicas se desprende del análisis conjunto de diversos productos cartográficos que sirvieron para la elaboración de un mapa geomorfológico preliminar. Las unidades identificadas fueron ajustadas por medio de un Modelo Digital de Elevación (DEM), que fue utilizada para la generación de ráster como: ráster de altitudes, ráster pendientes, ráster de orientación y ráster de red de drenaje; los cuales fueron utilizados para el ajuste espacial de cada unidad geomorfológica identificada.

Asimismo, el análisis en los cambios de pendiente relacionados a los cambios de litologías y unidades estructurales, también fueron considerados para el ajuste final de las unidades geomorfológicas identificadas. Cada unidad geomorfológica identificada fue verificada en la visita a campo realizada entre el 18 al 23 de marzo del presente año.

Por último, en el área de estudio, se caracteriza por presentar zonas de lomadas, colinas y montañas con vegetación. A continuación, se presentan las unidades geomorfológicas del área de estudio.



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3588



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya

CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

BIOLOGO

COLECCIÓN 19540

Tabla 4.1-9: Unidades geomorfológicas en el área de estudio

Unidad Geomorfológica		Referencias en torres	Pendiente %	Símbolo	Área (ha)	Porcentaje
Llanuras o planicies	Llanura o planicie aluvial casi a nivel	Torres de la Variante L-1017: T2-1017-V12V; T3-1017-V11BV; T4-1017-V11AV; T5-T7; T23; T32; T39-T46 Torres de la Variante L-1018: T1-T4 Torres de LT 220kV: T166-177; Pórtico	0 – 2	Pa1	1661.0	10.6%
	Llanura o planicie inundable casi a nivel	---	0 – 2	Pa2	67.2	0.4%
Lomadas	Lomada en roca sedimentaria ligeramente inclinada	Torres de la Variante L-1017: T42; T43	2 – 4	Lo1	171.6	1.1%
	Lomada en roca sedimentaria moderadamente inclinada	---	4 – 8	Lo2	65.0	0.4%
Vertientes o piedemonte	Vertiente o piedemonte aluvio torrencial	---	2 - 4	Ve1	140.0	0.9%
	Vertiente o piedemonte coluvio deluvial	Torres de LT 220kV: Portico C1; Portico C2; T1_C1; T1_C2; T2_C1; T3_C1; T3_C2; T130; T131; T65; T18; T19; T20; T21; T22	4 – 8	Ve2	909.5	5.8%
Colinas	Colina estructural en roca sedimentaria fuertemente inclinada	Torres de LT 220kV: T85-T89; T113; T114; T125-T127; T152-T165 Torres de la Variante L-1017: T8-T37	8 - 15	Cers1	3412.4	21.7%
	Colina estructural en roca sedimentaria moderadamente empinada	Torres de LT 220kV: T35-T41; T66-T84	15 - 25	Cers2	1481.9	9.4%
Domos	Domo volcánico	Torres de LT 220kV: T91; T92 y T93	15 - 25	Dv	263.7	1.7%
Montañas	Montaña estructural en roca sedimentaria empinada	Torres de LT 220kV: T6-T17; T23-T33; T46-T52; T100-T103	25 – 50	Mers1	2794.6	17.8%
	Montaña estructural en roca sedimentaria moderadamente empinada	Torres de LT 220kV: T4; T5; T31; T34; T42-T45; T53-T64; T75-T179; T90; T94-T99; T104-T112; T116-T124; T128; T129; T132- T151	15 – 25	Mers2	4680.4	29.8%
Rio			-		20.4	0.1%
Laguna de Andiviela					3.1	0.0%
Laguna de Totorillayco			-		29.3	0.2%
Total					15700.1	100.0%

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259

Atta Guller Hernández
Socióloga
CSP: 3588

4.1.2.2.2.1 Llanura o planicie aluvial casi a nivel

- **Morfoestructura**

Esta geoforma se encuentra principalmente en los valles de los ríos se caracteriza por la sucesión de terrazas bajas incluyendo el lecho actual, los que periódicamente son afectadas por inundaciones relacionadas a las épocas de lluvias. Están formadas por depósitos de gravas gruesas a finas, arenas y limos; sobre la llanura aluvial se desarrolla una vegetación joven y terrenos de cultivo mientras que en épocas de estiaje constituyen islas fluviales. La ciudad de Moyobamba se encuentra emplazada en una planicie aluvial. En el área de estudio, las estructuras de la Variante L-1017: T2-1017-V12V; T3-1017-V11BV; T4-1017-V11AV; T5-T7; T23; T32; T39-T46, Variante L-1018: T1-T4 y de la LT 220kV: T166-177 y pósito se emplazan directamente sobre esta unidad geomorfológica. Esta unidad es fácilmente ubicable a lo largo del recorrido de la Variante de L.T. 138 kV Tarapoto – Picota (L-1017).

Litológicamente, está constituido por sedimentos pertenecientes a depósitos recientes y subrecientes, conformado por niveles de arcillas, arenitas y limolitas inconsolidadas.

- **Morfogénesis**

Su origen está asociado a procesos morfodinámicos fluviales y pluviales a través del tiempo. Estas áreas son el resultado de la deposición de sedimentos transportados por el agua durante inundaciones o períodos de crecida. Con el tiempo, la acumulación continua de sedimentos da lugar a la formación de llanuras aluviales a lo largo de los márgenes de los ríos y arroyos. Estas áreas planas o ligeramente inclinadas son generalmente fértiles y propicias para la agricultura y la actividad humana. Es posible que en el área de estudio esta unidad se haya formado a partir de la canalización y derivación de las aguas del Río Mayo y la quebrada Shupishiña hacia terrenos en donde se identifican extensas zonas inundadas de cultivo de arroz y plátano. Esta condición ha facilitado el acarreo y deposición de sedimentos y materiales provenientes de los cuerpos de agua principales hacia las zonas donde se establecería la subestación Tarapoto Norte.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Jhon J. Santiana Villala
Biólogo
CSP N° 17540

Ilustración 4.1-23 Llanura o planicie aluvial casi a nivel



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

- **Morfografía**

Corresponde a superficies de morfología plana de origen aluvial, con pendientes que no superan el 2% de inclinación, conformadas significativamente por materiales aluviales. Estas formas de relieve se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de cuerpos fluviales su poca pendiente permite el desarrollo de zonas urbanas.

- **Morfodinámica**

Durante los trabajos en campo, no se identificaron procesos erosivos activos sobre esta unidad geomorfológica.


Ana Cusi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


MSc. J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Profesional

Ilustración 4.1-24: Llanura o planicie aluvial casi a nivel casi a nivel



Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.1.2.2.2 Llanura o planicie inundable casi a nivel

- **Morfoestructura**

Se trata de las superficies bajas, adyacentes a los ríos principales y el mismo curso fluvial, están sujetas a inundaciones recurrentes, ya sean estacionales o excepcionales. Morfológicamente se distinguen como terrenos planos compuesto de material no consolidado y removible. Está constituida por materiales no consolidados provenientes de la denudación de las superficies de montañas y/o colinas y que son transportados por el río Mayo. En referencia al área de estudio, no se identifica algún tipo de torre u estructura sobre esta unidad geomorfológica, esto debido a que estos relieves se disponen de forma contigua a los cursos de agua como el Río Mayo o Río Gera haciendo imposible y muy riesgoso el establecimiento de infraestructura eléctrica sobre ellas.

Ilustración 4.1-25 Llanura o planicie inundable casi a nivel


Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C

- **Morfogénesis**

La morfogénesis de las llanuras inundables en la selva peruana comienza con la acción fluvial de los ríos y arroyos que drenan la región. Durante períodos de crecida, los ríos transportan grandes cantidades de sedimentos desde las áreas montañosas hacia zonas bajas. Estos sedimentos son depositados en las llanuras adyacentes al río cuando las aguas se desbordan, formando gradualmente una capa de suelo fértil y sedimentos aluviales. A medida que los ríos fluyen a través de las llanuras inundables, pueden erosionar y modelar el paisaje, creando meandros, barras de arena, islas fluviales y otros rasgos geomorfológicos. La interacción dinámica entre el flujo del agua, la topografía del terreno y la vegetación ribereña contribuye a la formación de paisajes diversificados y complejos

- **Morfografía**

Corresponde a superficies de morfología plana de origen aluvial reciente, con pendientes que pueden llegar al 2% como máximo. Son relieves expuestos a inundaciones periódicas en épocas de precipitaciones pluviales.

- **Morfodinámica**



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y CLIMA
BIOLOGO
COLECCIÓN 195/40

El principal factor morfodinámico relacionado a esta unidad geomorfológica es la dinámica fluvial. La acción del agua durante las inundaciones puede provocar la erosión de las llanuras inundables, especialmente en áreas sin cobertura vegetal adecuada. Sin embargo, cuando las aguas se calman, los sedimentos transportados por el río se depositan en las llanuras, contribuyendo a la acumulación de suelo fértil y nutrientes.

Ilustración 4.1-26: Llanura o planicie aluvial casi a nivel



Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.2.3 Lomada en roca sedimentaria ligeramente inclinadas

- **Morfoestructura**

Se trata de colinas cuyas cumbres y laderas presentan superficies amplias, redondeadas a suaves y en general con pendiente suave (entre 4 y 8°) relacionadas a formaciones rocosas sedimentarias (areniscas inconsolidadas) que bordean en algunos casos las zonas de laderas de colinas estructurales o de montañas de moderada pendiente. Estos relieves corresponden a afloramientos de rocas sedimentarias que fueron reducidos por procesos denudativos. Del trabajo en campo se identificó que esta geoforma es aprovechada para el cultivo de pastizales que son utilizados para el desarrollo ganadero. En referencia con el área de estudio, esta unidad se identifica entre las estructuras T42 y T43 claramente visible en la zona de la Variante de la Variante de L.T. 138 kV Tarapoto – Picota (L-1017) y a lo largo de su recorrido, por lo general se disponen como zonas transicionales entre las llanuras aluviales y las cadenas colinosas de mayor pendiente.

Ilustración 4.1-27 Lomada en roca sedimentaria ligeramente inclinadas



Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C.

- **Morfogénesis**

Corresponde a afloramientos de rocas sedimentarias, reducidos por procesos denudativos. La morfogénesis comienza con la deposición de sedimentos en un área determinada. Estos sedimentos pueden provenir de la erosión de rocas preexistentes, la sedimentación de materiales transportados por el agua, el viento o la acumulación de material orgánico.

- **Morfografía**

Se tratan de relieves con pendientes bajas que van entre el 2% y 4%. Esta condición es aprovechada para el desarrollo de actividades agropecuarias.

- **Morfodinámica**

Los procesos de modelamiento de este tipo de relieve se deben principalmente a los procesos de erosión pluvial que han permitido el desprendimiento y transporte de materiales sedimentarios a lo largo del relieve favoreciendo los procesos de diagénesis. Dentro del área de estudio, en algunos casos se identificaron lomas con densa vegetación en su superficie lo cual ha favorecido el proceso de sedimentación de materiales reduciendo el efecto de erosión pluvial.

Ana Cusi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259

Ing. J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Profesional

Ilustración 4.1-28: Lomada en roca sedimentaria ligeramente inclinadas

Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.1.2.2.4 Lomada estructural en roca sedimentaria moderadamente inclinada

- **Morfoestructura**

Esta geoforma abarca el 0.51% del área de estudio, es identificable desde las planicies aluviales que se extienden alrededor por la zona de la Subestación Belaúnde Terry o al pie de la laguna Andiviela, ya que su pendiente moderadamente pronunciada hace que resalten con facilidad en contraste con el relieve local. Esta unidad geomorfológica, recibe la categoría de lomada debido a su poca altitud, pues no superarían los 200 m, y son transicionales a unidades estructurales de mayor elevación como colinas y montañas. Sobre esta unidad, no se identifican componentes u estructuras dado que se presentan en el área de estudio de manera aislada y como zona de transición hacia cadenas colinosas con fuerte grado de inclinación.

- **Morfogénesis**

Este relieve tiene una génesis fundamentada principalmente a partir de capas de sedimentos compactados, como areniscas, limolitas, arcillolitas y calizas, cuya resistencia a la erosión varía considerablemente. La pendiente moderadamente inclinada facilita la acción de la erosión diferencial, donde las capas más duras resisten la erosión mientras que las más blandas son desgastadas más rápidamente por el agua y el viento. Esto crea una topografía ondulada con elevaciones y depresiones.

- **Morfografía**

Corresponde a relieves de pendiente moderadamente inclinada (4% – 8%) pero de baja altitud. Presentan superficies suavemente onduladas con elevaciones moderadas y pendientes graduales, que no son ni demasiado empinadas ni completamente planas.

- **Morfodinámica**

Aprovechando su poca elevación y pendientes moderadas sobre estas unidades, es posible observar parcelas o sectorizaciones dedicadas al desarrollo de agrícola. Esto facilita el proceso de erosión fluvial, donde el agua de lluvia y los cursos de agua superficiales erosionan las capas de roca sedimentaria, transportando sedimentos hacia zonas más bajas, especialmente en las áreas donde la vegetación es menos densa.

Ilustración 4.1-29: Lomada estructural en roca sedimentaria



Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.1.2.2.5 Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial

- **Morfoestructura**

Formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial; se encuentran interestratificados y no es posible separarlos como unidades individuales. Estos se

encuentran acumulados al pie de laderas de montañas o acantilados de valles o zonas llanas adyacentes a cuerpos de agua. Constituyen depósitos de flujos de detritos en forma de conos o abanicos (flujos generalmente no canalizados), delimitados así, debido a que su origen está dado por eventos individuales de menor dimensión. Son depósitos acumulados en el pie de la ladera, sobre pampas o terrazas aluviales. En el área de estudio, esta unidad se identifica cerca de cuerpos de agua, aunque también es posible visualizarla al pie de unidades colinosas de pendientes considerables y por lo general están cubiertas de abundante vegetación. No se identifica algún tipo de infraestructura o componente asociado al Proyecto sobre esta unidad.

Ilustración 4.1-30 Piedemonte de origen denudacional



Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C

- **Morfogénesis**

Esta geoforma se encuentra al costado de las riberas de las quebradas y/o ríos, se componen principalmente por gravas y arenas mal consolidadas. En ese sentido su origen se atribuye a la dinámica fluvial de los cuerpos de agua cercanos. Asimismo, los eventos de tormenta o escenarios de alta precipitación generan flujos de agua rápidos y cargados de sedimentos que descienden por las laderas de las montañas depositándose en las zonas bajas de las laderas o montañas.

- **Morfografía**

la pendiente de una vertiente o piedemonte aluvio-torrencial puede variar considerablemente debido a la diversidad topográfica y geológica de la región. Para efectos del área de estudio,

donde predominan las llanuras aluviales y los valles fluviales, las pendientes suelen ser bastante suaves, con inclinaciones que van desde el 2% al 4%.

- **Morfodinámica**

Los procesos de inundación periódica durante la temporada de lluvias también modifican la morfología de estas vertientes, influyendo en la distribución de los sedimentos en el paisaje. Durante los eventos de tormenta (precipitación) se favorece los procesos de inundación de vertientes

Ilustración 4.1-31: Vertiente o piedemonte coluvio - deluvial



Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.2.2.6 Vertiente o piedemonte coluvio – deluvial

- **Morfoestructura**

Se caracteriza geomorfológicamente por ser una zona de transición entre las áreas montañosas y las llanuras o valles, donde convergen procesos de acumulación y transporte de sedimentos. Esta formación se compone de depósitos coluviales y deluviales, los cuales son el resultado de la acumulación de material rocoso y sedimentario transportado por la gravedad desde las laderas y pendientes cercanas. Los depósitos coluviales son el resultado de la acción gravitacional que

provoca el deslizamiento de materiales sueltos, rocas y suelos, que se acumulan en la base de las pendientes en forma de conos de deyección. Por otro lado, los depósitos deluviales son el resultado del transporte de sedimentos más finos por la acción del agua, que puede provenir de lluvias intensas de la región, y que se depositan en las áreas más bajas de la vertiente. En el área de estudio se ha evidenciado que en estas geoformas se suelen practicar actividades agropecuarias; así como también hay población y viviendas que se han asentado sobre ella y casi siempre están cubiertos de vegetación. Asimismo, sobre esta unidad geomorfológica se presentan ubican las siguientes estructuras asociadas a la LT 220kV: Pórtico C1; Pórtico C2; T1_C1; T1_C2; T2_C1; T3_C1; T3_C2; T130; T131; T65; T18; T19; T20 y T21.

Ilustración 4.1-32 zona de deposición coluvial – piedemonte coluvio - deluvial



Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

- **Morfogénesis**

Estrictamente esta formación tiene un origen indirecto por actividad tectónica, dado que estas elevaciones montañosas o colinosas proporcionan el material geológico inicial para la formación de los piedemontes. La meteorización y la erosión comenzaron a desgastar las montañas, desprendiendo fragmentos de roca y suelo que se acumularon en las laderas más bajas debido a la gravedad. Este proceso, conocido como deposición coluvial, es responsable de la acumulación inicial de materiales en las vertientes.

- **Morfografía**

Esta geoforma presenta pendientes comprendidas entre el 4% y 8%. Siendo zonas transicionales a relieves montañosos o colinosos-

- **Morfodinámica**

Dentro de las visitas en campo no se identificaron procesos morfodinámicos actuantes sobre este tipo de relieve. Sin embargo, es importante mencionar que, toda la región está afectada por procesos de alta precipitación, eventos que favorecen la erosión de laderas y que eventualmente ayudan a la formación de piedemontes. Asimismo, el clima cálido y húmedo de la selva de San Martín promueve un rápido proceso de intemperismo, que debilita la estabilidad de las rocas y los suelos en los piedemontes. Esto puede aumentar la susceptibilidad a la erosión y los movimientos en masa, especialmente durante la temporada de lluvias.

Ilustración 4.1-33: Vertiente o piedemonte coluvio - deluvial



Fuente: Trabajo de campo, INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.2.7 Colina estructural en roca sedimentaria fuertemente inclinada

- **Morfoestructura**

Las colinas estructurales son el resultado de la combinación de procesos tectónicos y erosivos, donde la actividad tectónica inicialmente levanta las rocas y la erosión denudacional las modela para formar las colinas características de la región. Los efectos denudacionales desgastan y modelan la superficie de las colinas, esta intensa etapa erosiva desgasta gradualmente las rocas expuestas, creando formas alargadas y colinas con distintas alturas y pendientes. En el área de

estudio es posible observarlas cerca de la localidad de Juan Guerra, a lo largo del Rio Mayo (localidades de Maceda, San Antonio del Rio Mayo, Tabalosos, Cacacilo). Además, sobre esta unidad geomorfológica se dispone las siguientes estructuras asociadas a la LT 220 kV: T85-T89; T113; T114; T125-T127; T152-T165 y la Variante L-1017: T8-T37 .

Litológicamente está compuesto principalmente por sedimentos de las formaciones Yahuarango, Chambira, Ipururo, en algunos casos se encuentra asociado a la formación Chonta y Vivian.

- **Morfogénesis**

Estas geoformas tienen su origen por procesos tectónicos que generaron afloramientos de rocas sedimentarias las cuales fueron reducidas por procesos morfogenéticos denudativos de carácter agradacional, los cuales fueron erosionando los materiales poco litificados hasta conformar en su fase final abanicos de piedemonte. Estas colinas suelen seguir las direcciones preferenciales de las principales estructuras tectónicas presentes en el relieve andino, como las fallas y los pliegues, por lo general en la faja subandina estas estructuras toman orientación NO-SE.

- **Morfografía**

En esta geoforma predominan laderas con cimas redondeadas, presentan pendientes con valores entre el 8% - 15%, es decir, fuertemente inclinado. Debido a su litología, la roca que la compone es de tipo sedimentario como areniscas intercaladas con limolitas que se van acumulando en las partes bajas formando nuevas capas de suelo.

- **Morfodinámica**

La acción de los procesos morfodinámicos está relacionadas a las fallas aún activas, que algunas veces movilizan materiales, desprendiéndolos de las partes altas hacia las zonas bajas. Estas geoformas son susceptibles a procesos de erosión de laderas que son favorecidos principalmente por su pendiente y por la presencia de lluvias propias de la zona. Dentro de las visitas en campo fue posible identificar zonas de hundimiento



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259



Jhonatan Villalva
Biólogo
CSP N° 17540

Ilustración 4.1-34: Colinas estructurales en roca sedimentaria


Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.1.2.2.2.8 Colina en roca sedimentaria moderadamente empinada

- **Morfoestructura**

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por estar asociadas a montañas de gran pendiente. Su baja altura sobre nivel local no le permite ser considerada propiamente como montaña. Asimismo, presenta una topografía distintiva marcada por una notable inclinación, aunque no llega a ser abrupta. Es fácilmente distinguible a lo largo de toda la carretera Fernando Belaunde Terry casi siempre recubiertos por vegetación y son suficientemente pronunciadas para influir en los procesos erosivos y de sedimentación. Sobre esta unidad se superponen las siguientes estructuras asociadas a la LT 220kV: T35-T41; T66-T84.

- **Morfogénesis**

Inicialmente, el proceso comienza con la deposición de sedimentos en un entorno geológico adecuado, como un antiguo lecho marino, un lago o un río. Estos sedimentos se acumulan gradualmente, capa sobre capa, a lo largo de millones de años. Con el tiempo, la presión y la consolidación transforman estos sedimentos en rocas sedimentarias. Posteriormente, los movimientos tectónicos, como el levantamiento de las capas de roca debido a la actividad geológica subyacente, pueden elevar estas formaciones sedimentarias, creando inclinaciones y

pendientes en el terreno, las mismas que luego serán moldeadas por agentes geodinámicos externos.

- **Morfografía**

Son relieves que presentan una pendiente moderadamente empinada dentro de un rango de 15% al 25%.

- **Morfodinámica**

El principal agente morfodinámico está asociada a movimientos tectónicos que generan desprendimientos de taludes por efectos gravitatorios. Asimismo, dado las condiciones locales, los altos eventos de precipitación erosionan las laderas, removiendo y transportando rocas desprendidas hacia las zonas bajas. Sin embargo, este efecto se reduce considerablemente debido a la cobertura vegetal que recubre este relieve.

Ilustración 4.1-35: Colinas en roca sedimentaria



Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.1.2.2.2.9 Domos

- **Morfoestructura**

Los domos volcánicos establecidos dentro de la franja subandina presentan una composición salina y están muy vinculados a fallas de longitud regional y pliegues anticlinales. Suelen tener una forma de domo o colina redondeada, con laderas empinadas y crestas prominentes. Están compuestos principalmente por rocas ígneas de composición félsica, como riolita, dacita o andesita, que se solidifican rápidamente al salir del volcán y forman una masa densa y resistente. A lo largo del tiempo, la erosión causada por la lluvia, los ríos y otros agentes geomorfológicos han modificado la forma y la apariencia de los domos volcánicos. La vegetación exuberante del área de estudio ha colonizado las laderas de los domos, contribuyendo a la estabilización del suelo y disminuyendo proceso de erosión. Dentro del área de estudio se han identificado dos zonas que se les consideraría como domos volcánicos. La primera, cerca de la localidad de Somos Libres, donde sobre este relieve se emplazarían las estructuras comprendidas entre la T91 y T93 de la LT 220 kV. Para el segundo domo volcánico, no existe un emplazamiento directo de algún tipo de estructura; sin embargo, esta se encuentra muy cerca de la T11 de la LT 220kV.

- **Morfogénesis**

La deformación orogénica compresiva y lateral probablemente fue la responsable de la intrusión de esta geoforma. Inicialmente las estructuras subandinas regionales (fallas y pliegues de decenas y cientos de km.) se formaron durante la tectónica Quechua 3, y facilitaron los pulsos intrusivos para la formación de los domos salinos, asociándolos a grandes fallas inversas. Posteriormente estos domos adquirieron características de cuerpos intrusivos emergentes, determinando un ensamble morfológico estructural local (8-10 Km. del centro del domo) debido exclusivamente a la actividad intrusiva del domo.

- **Morfografía**

Son estructuras geológicas de forma convexas que dan lugar a montañas redondeadas, su altitud es variable, pero se estima que esta pueda variar de 200 a 600 m. Sus pendientes se estiman entre un 15% y un 25%.

- **Morfodinámica**

Esta unidad geomorfológica es propensa a los efectos de la erosión de laderas a consecuencia de la erosión pluvial. En efecto, el área ocupada por el domo salino presenta un grado de susceptibilidad a remoción en masa entre "muy alto" a "alto" esto debido a que en las zonas de ladera del domo no hay un desarrollo vegetativo significativo que reduzca el efecto de la erosión pluvial. Asimismo, la acción erosiva fluvial también se aprecia en los domos salinos, constituidos por material que no ofrece mucha resistencia a la acción de las aguas corrientes.


Ana Cusi Fernández
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Privado

Ilustración 4.1-36: Domos volcánicos



Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.1.2.2.2.10 Montañas en rocas sedimentarias moderadamente empinadas

- **Morfoestructura**

Este tipo de relieves parte su formación a partir de procesos tectónicos que se levantaron bloques de la cordillera Subandina, deformando secuencias cretácicas y terciarias, formando relieves cóncavos y convexos, los cuales fueron moldeados con intensos procesos erosivos y de meteorización. Se trata de relieves representados por sistemas montañosos altos que superan los 1000 metros sobre la base local. Se distribuyen ampliamente en la Cordillera Subandina, extendiéndose hasta la cuenca alta del Río Mayo. Dentro del área de estudio, esta unidad geomorfológica es fácilmente distinguible a lo largo de la carretera Belaúnde Terry por sus pendientes pronunciadas, gran altitud en relación con el nivel local y su amplia extensión. Por lo general conforman las cadenas montañosas sobre las cuales se constituye únicamente vegetación arbórea. Sobre esta unidad se proyectan las siguientes estructuras de la LT 220kV: T6-T17; T23-T33; T46-T52; T100-T103.

La composición litológica lo conforman una serie de rocas sedimentarias, tales como areniscas y lodolitas de la Formación Chambira que se encuentran cubiertas por depósitos deluvio-coluviales que son altamente susceptibles a deslizamientos de suelos.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


J. SANTOS VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 1440

Ilustración 4.1-37 Montaña estructural en roca sedimentaria moderadamente empinada



Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C

- **Morfogénesis**

La génesis de estas formas de relieve son el resultado de una compleja interacción de clima y tectónica, explicadas por medio de las características topográficas y la geología e hidrología de la cuenca. En efecto, el proceso de génesis de este relieve se divide en dos etapas comprendidos entre procesos tectónicos que han elevado bloques de la corteza terrestre, formando pliegues, fallas y otras estructuras geológicas; y procesos de origen denudacional que se entienden por procesos naturales que resultan en la erosión y el desgaste de la superficie terrestre; dentro de estos procesos se encuentran procesos como la erosión hídrica (efectos de los ríos y aguas superficiales) como la acción erosiva de ríos y quebradas.

- **Morfografía**

En cuanto a su Morfografía en esta geoforma predominan en pendientes ligeramente escarpadas o ligeramente empinada de 25-50%.

- **Morfodinámica**

Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259

INGENIERA NATALIA VILLALBA
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

Los procesos identificados para esta geoforma se basan en procesos bioclimáticos que han coadyuvado en la aceleración en la fragmentación mecánica de las masas rocosas favoreciendo la formación de materiales coluviales los cuales son transportados hacia las zonas bajas formando piedemontes o laderas. A lo largo del área de estudio, se observan algunos sectores con procesos de erosión localizada tal como erosión laminar y surcos.

Ilustración 4.1-38: Montañas en rocas sedimentarias moderadamente empinadas



Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.1.2.2.2.11 Montañas estructurales en roca sedimentaria empinada

- **Morfoestructura**

Son geoformas que se caracterizan por presentar relieves montañosos en forma de arco que se han originado por a partir de estructuras geológicas conocidas como anticlinales. Un anticlinal es una geoforma que se ha modelado por eventos tectónicos manifestados a través de los diferentes ciclos de deformación tectónica. Están conformadas por franjas continuas de cerros alineados que tienen una orientación NO-SE (dirección andina), alcanzan cimas hasta 2 200 msnm formando una sucesión de montañas y colinas que están controladas por estructuras de composición litológica basados en una serie de rocas sedimentarias, tales como areniscas y lodolitas de la Formación Chambira. Esta geoforma se encuentra en constante denudación donde actúan los procesos erosivos cuyo agente principal es el agua. En esta unidad no se observan geoformas de acumulación. Respecto al área de estudio, sobre esta formación se identifican hábitats críticos o zonas con altos valores de biodiversidad por lo general son unidades

montañosas de alta pendiente que están totalmente cubiertos por cobertura boscosa. Sobre esta unidad se emplaza entre las siguientes estructuras de la LT 220 kV T4; T5; T31; T34; T42-T45; T53-T64; T75-T179; T90; T94-T99; T104-T112; T116-T124; T128; T129 y T132- T151.

- **Morfogénesis**

La morfogénesis de esta unidad geomorfológica está asociada a procesos tectónicos que generaron el plegamiento de las capas de rocas, las mismas que mediante procesos de fallamiento anticlinal y sinclinal dieron origen a este sistema montañoso.

- **Morfografía**

Sus formas están asociadas a procesos estructurales que han conformado un relieve compuesto de varios niveles litoestratigráficos pelíticos de alta plasticidad. En estos relieves predominan elevaciones empinadas (con pendiente mayores a 45%).

- **Morfodinámica**

El principal agente morfodinámico está asociada a movimientos tectónicos que generan desprendimientos de taludes por efectos gravitatorios. En estas geoformas es posible identificar procesos asociados a la remoción en masa, principalmente por la acción de los agentes pluviales.

Ilustración 4.1-39: Montañas estructurales en roca sedimentaria empinada



22 mar. 2024 9:05:56 a. m.
18M 282834 9326651

Fuente: Trabajo de campo 2024, INERCO Consultoría Perú S.A.C.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Profesional

4.1.2.2.3 Estabilidad y riesgo físico




En esta sección se presenta el análisis de la estabilidad física en el área de estudio, en base a la ocurrencia de procesos geodinámicos y que representen peligros o amenazas. La base natural de este análisis es la evaluación geomorfológica, que se ha desarrollado en la primera parte del capítulo. En esta evaluación se zonifica y caracteriza las unidades geomorfológicas del área, de acuerdo con sus rangos de pendiente, configuración del terreno y ocurrencia actual de procesos erosivos.

Esta caracterización es netamente cualitativa basándose en la recopilación de información de la evaluación de las unidades geomorfológicas identificadas en campo asociándolas al riesgo geodinámico que podría manifestarse por la acción de los agentes geodinámicos¹⁵

Tabla 4.1-10: Unidades de Estabilidad y Riesgo Geodinámico

Nivel de Estabilidad	Unidad Geomorfológica	Símbolo	Procesos Morfodinámicos	Componentes	Nivel de Riesgo	Área (ha)	Porc. (%)
Estables a ligeramente inestables	Llanura o planicie aluvial casi a nivel	E-1	No se identifican procesos geodinámicos activos*.	Torres de la Variante L-1017: T2-1017-V12V; T3-1017-V11BV; T4-1017-V11AV; T5-T7; T23; T32; T39-T46 Torres de la Variante L-1018: T1-T4 Torres de LT 220kV: T166-177; Pórtico La Subestación Tarapoto Norte; Variante de L.T. 138 kV Tarapoto – Picota (L-1017); Variante de L.T. 138 kV Belaunde Terry -Tarapoto (L-1018)	Baja	1728.23	11.00
	Llanura o planicie inundable casi a nivel		No se identifican procesos geodinámicos activos*.	L.T. 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte			
Ligeramente inestables	Lomada en roca sedimentaria ligeramente inclinada	E-2	Erosión pluvial	Torres de la Variante L-1017: T42; T43	Media	12685.00	8.20

¹⁵ La clasificación de estabilidad física fue determinada en base a la información consignada en la biblioteca del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET. Específicamente en el Estudio de Riesgos Geológicos en la Región San Martín (Boletín N°42 Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica).

Nivel de Estabilidad	Unidad Geomorfológica	Símbolo	Procesos Morfodinámicos	Componentes	Nivel de Riesgo	Área (ha)	Porc. (%)
 Ana Carolina Sotillo CSP: 3888				Variante de L.T. 138 kV Tarapoto – Picota (L-1017)			
	Lomada en roca sedimentaria moderadamente inclinada		Erosión pluvial	---			
	Vertiente o piedemonte aluvio torrencial		Erosión pluvial	L.T. 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte			
	Vertiente o piedemonte coluvio deluvial		Presentan pendientes empinadas y se identifican caídas de rocas	Torres de LT 220kV: Portico C1; Portico C2; T1_C1; T1_C2; T2_C1; T3_C1; T3_C2; T130; T131; T65; T18; T19; T20; T21; T22 L.T. 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte			
 Carla Vanessa Muñoz Noya CSP N° 259 	Colina estructural en roca sedimentaria fuertemente inclinada	E-3	Erosión pluvial, Hundimientos	Torres de LT 220kV: T85-T89; T113; T114; T125-T127; T152-T165 Torres de la Variante L-1017: T8-T37 L.T. 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte; Variante de L.T. 138 kV Tarapoto – Picota (L-1017)	Alto	7952.57	50.8
	Colina estructural en roca sedimentaria moderadamente empinada		Erosión pluvial	Torres de LT 220kV: T35-T41; T66-T84 L.T. 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte			
	Domo volcánico		Erosión pluvial	Torres de LT 220kV: T91; T92 y T93 L.T. 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte			
	Montaña estructural en roca sedimentaria empinada		Se asocian a caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, erosión de laderas y flujo de detritos	Torres de LT 220kV: T6-T17; T23-T33; T46-T52; T100-T103 L.T. 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte			
Inestables	Montaña estructural en roca	E-4	Se asocian a caída de rocas, derrumbes,	Torres de LT 220kV: T4; T5; T31; T34; T42-T45; T53-T64;	Muy Alto	4680.41	29.90

Nivel de Estabilidad	Unidad Geomorfológica	Símbolo	Procesos Morfodinámicos	Componentes	Nivel de Riesgo	Área (ha)	Porc. (%)
	sedimentaria moderadamente empinada		deslizamientos, erosión de laderas y flujo de detritos	T75-T179; T90; T94-T99; T104-T112; T116-T124; T128; T129; T132- T151 L.T. 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte			
Total						4680.41	100.00

(*) Las unidades geomorfológicas de Llanura o planicie aluvial casi a nivel y Llanuras o planicies inundables son afectadas por procesos de remoción en masa llamado licuefacción de suelos. Este proceso se manifiesta cuando los eventos sísmicos y las precipitaciones locales logran que el suelo pierda su cohesión y por ende su estabilidad. Debido a estas características particulares no fue identificable en la visita en campo.

Nota: Los grados de estabilidad fueron designados a partir de criterios netamente cualitativos en donde se consideró la información secundaria disponible en los portales del CENEPRED y del INGEMMET. Para lograr la delimitación de las unidades de estabilidad fue necesario superponer las unidades geomorfológicas, las unidades litoestratigráficas, y los ráster de susceptibilidad por remoción en masa y erosión fluvial. La designación final de estabilidad basada en ensayos físicos y cálculos cualitativos se presenta en capítulo de Geotecnia.

En el anexo 4.1.6 Mapa de estabilidad y riesgo físico (LBF-BETA-EST-06) se presenta el mapa de estabilidad física del área de influencia.

Anexo 4.1.6 Mapa de estabilidad y riesgo físico (LBF-BETA-EST-06)

4.1.2.3 Suelos

La caracterización de los suelos se realizó sobre la base de las características morfológicas, mecánicas, físicas, químicas y biológicas de los diferentes horizontes que conforman los diferentes tipos de suelos reconocidos. Para el estudio se emplearon los lineamientos del “Manual de Levantamiento de Suelos” (*Soil Survey Manual*, USDA, 2017) y del Reglamento de Ejecución de Levantamiento de Suelos (D.S. N° 013-2010-AG), y el Sistema *Soil Taxonomy* (*Keys of Soil Taxonomy*, USDA, 12th ed. 2014) para clasificación de suelos, al nivel de Familia.

Específicamente, la caracterización de suelos fue desarrollada en base a información primaria que fue obtenida del desarrollo de trabajos de ejecutados en el mes de marzo del 2024. Esta descripción de suelos comprende la caracterización de todas las unidades edáficas, la clasificación del potencial edáfico o capacidad de uso mayor de las tierras, el uso actual del suelo y la evaluación de su calidad ambiental.

En el Anexo 4.1.7 se presenta el “Estudio de suelos” del Proyecto. En esta sección se presentan también los mapas de ubicación de calicatas (LBF-BETA-SUE-07) y mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) elaborado a escala 1:25000 fue realizado a nivel de Familia de Suelos, lo que constituye la parte científica del estudio de suelos y proporciona el material

informativo base para realizar la interpretación de orden técnico o práctico, orientada a la Clasificación de Tierras en términos de su aptitud potencial o Capacidad de Uso Mayor.

Anexo 4.1.7 Estudio de suelos

Anexo 4.1.8 Mapa de ubicación de calicatas (LBF-BETA-SUE-07)

Anexo 4.1.9 Mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08)

La memoria descriptiva, el análisis taxonómico y coordenadas de las calicatas se presenta en el Anexo “Levantamiento de suelos”.

4.1.2.3.1 Cálculo de número de calicatas a ser utilizadas para el levantamiento de suelos

- A. Para la clasificación naturalmente e interpretación de las propiedades físico-químicas de los suelos y sus características externas se abrieron un total de (130) calicatas (de 1.0 m de ancho por 1.2 m de largo y profundidad variable) y se realizaron 262 chequeos, en sitios representativos por la forma de tierra y su origen, georreferenciándose con la ayuda del instrumento de GPS.
- B. La estimación del número de calicatas fue establecida en cumplimiento con el Decreto Supremo N°013-2010-AG, para lo cual se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:
- El área de la superficie total del Proyecto es 15,617.03 Ha., que corresponde al área de emplazamiento del Proyecto incluyendo sus accesos.
 - De acuerdo con los lineamientos establecidos en el Decreto Supremo N°013-2010-AG para el levantamiento de suelos a nivel detallado y de acuerdo al área de emplazamiento total del Proyecto, se necesitaría un aproximado de 130 calicatas y 262 chequeos en total, estos puntos fueron agrupados y distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 4.1-11: Número de calicatas y chequeos para el área de Influencia del Proyecto

Número de Calicatas en el ADES	Número de Chequeos en el ADES	Número de Calicatas en el AIES	Número de Chequeos en el AIES
41	101	90	262

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

En la siguiente tabla se presentan la ubicación de las calicatas utilizadas para el estudio del suelo del Proyecto

Tabla 4.1-12: Coordenadas de ubicación de las calicatas del estudio de suelos

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
Calicatas - Segundo orden		
C-1	279559	9329741
C-2	279757	9329083
C-3	281033	9327736
C-4	282737	9327151
C-5	283564	9327271
C-6	287224	9327687
C-7	291367	9325843
C-8	292085	9325561
C-9	294175	9324302
C-10	294754	9323341
C-11	295444	9320285
C-12	295542	9318013
C-13	296222	9314404
C-14	297446	9312682
C-15	298816	9310399
C-16	299794	9309508
C-17	301637	9307319
C-18	305068	9303928
C-19	307837	9302324
C-20	310883	9301031
C-21	312498	9300827
C-22	313850	9299925
C-23	314670	9299215
C-24	316090	9296573
C-25	317961	9292697
C-26	320557	9290772
C-27	322939	9289166
C-28	324471	9287352
C-29	324731	9287220
C-30	325089	9287068
C-31	329441	9284975
C-32	331910	9283175

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
C-33	333623	9282534
C-34	336220	9282032
C-35	338628	9282764
C-36	339125	9284034
C-37	339711	9282292
C-38	339357	9280477
C-39	340519	9278065
C-40	342563	9275367
C-42	347906	9273526
Calicatas - Tercer orden		
C-41	346360	9272729
C-43	350525	9274558
C-44	349324	9273585
C-45	347593	9274075
C-46	346293	9273140
C-47	342448	9274595
C-48	342940	9275407
C-49	341667	9275572
C-50	340918	9278412
C-51	339059	9278812
C-52	338861	9279526
C-53	340175	9282020
C-54	338904	9283393
C-55	336300	9281916
C-56	333707	9283161
C-57	332482	9283394
C-58	334048	9282018
C-59	331653	9282757
C-60	329201	9285404
C-61	325994	9287148
C-62	325206	9287772
C-63	323769	9288910
C-64	321012	9291106


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


J. Sebastián Villalva
Biólogo
CSP N° 15540

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
C-65	318455	9293025
C-66	319084	9291499
C-67	315640	9295920
C-68	316984	9295691
C-69	314433	9298671
C-70	315733	9298426
C-71	312428	9301297
C-72	311233	9301376
C-73	309160	9302297
C-74	304766	9303600
C-75	301530	9308638
C-76	300848	9307858
C-77	299021	9311202
C-78	298877	9310829
C-79	295569	9314248
C-80	295690	9320934
C-81	295737	9322381
C-82	295004	9321326
C-83	294474	9324514
C-84	293583	9325400
C-85	292453	9325757
C-86	291995	9325221
C-87	289096	9327276
C-88	287652	9328217
C-89	286988	9327124
C-90	282468	9326598
C-91	281651	9328187
C-92	281197	9327975
C-93	280074	9328699
C-94	279030	9329967
C-95	280227	9330296
C-96	296945	9313330
C-97	297673	9311559
C-98	302060	9305977
C-99	310174	9301456

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
C-100	313725	9299521
C-101	316878	9293887
C-102	318303	9291764
C-103	323886	9288349
C-104	324254	9286750
C-105	328367	9286296
C-106	332100	9283379
C-107	333020	9283142
C-108	334578	9283199
C-109	336931	9282873
C-110	339960	9279697
C-111	341820	9277409
C-112	341651	9276278
C-113	343851	9274956
C-114	345203	9272566
C-115	339655	9284100
C-116	323149	9287649
C-117	320980	9289826
C-118	317261	9292898
C-119	314596	9299697
C-120	305624	9303017
C-121	302238	9306932
C-122	297424	9314159
C-123	296005	9317624
C-124	293752	9323654
C-125	288692	9327794
C-126	286195	9328571
C-127	282708	9327666
C-128	296350	9313593
C-129	298028	9313043
C-130	298951	9309389
Chequeos	Este (m)	Norte (m)
1c1	279636	9329886
1c2	279518	9329620
1c3	279583	9329561
2c1	279736	9328907


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
 CSP N° 259


 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 COLEGIO PROFESOR

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
2c2	279598	9329138
2c3	279880	9329182
3c1	281167	9327657
3c2	280971	9327704
4c1	282730	9327196
4c2	282828	9327107
4c3	283016	9327157
5c1	283417	9327240
5c2	283126	9327175
6c1	287075	9327738
6c2	287348	9327649
6c3	287329	9327627
7c1	291878	9325653
7c2	291552	9325757
8c1	291948	9325583
8c2	292126	9325501
9c1	294130	9324294
9c2	294214	9324245
10c1	294272	9323328
10c2	294603	9323579
11c1	295449	9320406
11c3	295401	9320570
12c1	295549	9317851
12c2	295541	9318232
12c3	295575	9317648
13c1	296326	9314352
13c2	296586	9314203
13c3	296640	9314171
14c1	297715	9312138
14c2	297660	9312298
14c3	298074	9312531
15c1	298707	9310459
15c2	298752	9310524
15c3	298902	9310317
16c1	299722	9309580
16c2	299663	9309529
16c3	299805	9309394
17c1	301926	9307633

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
17c2	301742	9307041
17c3	301921	9306671
18c1	305076	9303933
18c2	305315	9303805
18c3	304429	9304355
19c1	307695	9302380
19c2	307220	9302703
19c3	307423	9302589
20c1	310553	9301065
20c2	310205	9301106
20c3	311084	9300994
21c1	312565	9300829
21c2	312355	9300867
21c3	312291	9300814
22c1	313762	9300010
22c2	313717	9299979
22c3	313918	9299826
23c1	314592	9299309
23c2	314478	9299339
23c3	314764	9299108
24c1	316042	9296684
24c2	316142	9296397
24c3	316042	9296565
25c1	317830	9292812
25c2	318009	9292604
25c3	317996	9292778
26c1	320313	9290942
26c2	320813	9290568
27c1	323021	9289092
27c2	322860	9289248
27c3	323014	9289120
28c1	324337	9287392
28c2	324520	9287309
29c1	324788	9287338
29c2	324589	9287161
29c3	324725	9287341
30c1	324987	9287061
30c2	325150	9286975


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
30c3	325451	9286871
31c1	329389	9285006
31c2	329214	9285116
31c3	329392	9285064
32c1	331806	9283202
32c2	331986	9283068
33c1	333496	9282537
33c2	333493	9282597
34c1	336282	9281902
34c2	336124	9282006
34c3	336182	9281814
35c1	338536	9282691
35c2	338715	9282826
35c3	336182	9282748
36c1	339151	9284047
36c2	339164	9284074
37c1	339710	9282476
37c2	339658	9282585
37c3	339552	9282763
38c1	339502	9280668
38c2	339411	9280682
39c1	340496	9278087
39c2	340478	9278072
40c1	342546	9275484
40c2	342727	9275232
40c3	342508	9275343
41c1	346202	9272717
41c2	346567	9272905
41c3	346311	9272432
42c1	347904	9273386
42c2	347822	9273523
42c3	348154	9273634
43c1	350562	9274624
43c2	350219	9274876
43c3	350484	9274501
44c1	349166	9273941
44c2	349605	9272653
44c3	349829	9273670

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
45c1	347456	9274085
45c2	347654	9274236
45c3	348071	9274066
46c1	346248	9273263
46c2	346398	9272988
46c3	346318	9273525
47c1	342279	9274945
47c2	342516	9274514
47c3	342503	9274733
48c1	342889	9275538
48c2	342999	9275619
48c3	343402	9275432
49c1	341556	9275664
49c2	341924	9275519
49c3	341777	9275473
50c1	341029	9278488
50c2	340839	9278373
50c3	339439	9278843
51c1	338853	9278988
51c2	339285	9278538
51c3	339819	9278438
52c1	339327	9279267
52c2	339142	9279327
52c3	338877	9279447
53c1	340137	9282201
53c2	340238	9281868
53c3	340003	9282044
54c1	338989	9283467
54c2	338847	9283302
54c3	338904	9283353
55c1	336304	9281812
55c2	336180	9281867
55c3	336220	9281962
56c1	333704	9283246
56c2	333675	9283035
57c1	332392	9283383
57c2	332570	9283342
58c1	334159	9281969



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
58c2	333940	9282013
58c3	333997	9282092
59c1	331533	9282782
59c2	331592	9282638
60c1	329311	9285394
60c2	329095	9285472
61c1	326054	9287137
61c2	326309	9287104
61c3	326100	9286991
62c1	325165	9287671
62c2	325087	9287618
62c3	325224	9287760
63c1	323814	9288794
63c2	323690	9289004
63c3	323660	9288835
64c1	321027	9291218
64c2	321017	9291048
64c3	321077	9291111
65c1	318418	9293141
65c2	318531	9292936
65c3	318363	9292971
66c1	319101	9291313
66c2	319032	9291575
67c1	315669	9295795
67c2	315689	9296034
67c3	316062	9296006
68c1	317048	9295623
68c2	316490	9295848
68c3	316360	9295085
69c1	314494	9298564
69c2	314329	9298789
69c3	314535	9298739
70c1	316081	9298146
70c2	316090	9297572
70c3	315222	9298239
71c1	312402	9301407
71c2	312440	9301193
71c3	312339	9301270

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
72c1	311339	9301245
72c2	311387	9300760
72c3	311739	9301465
73c1	309074	9302358
73c2	309082	9302215
73c3	309278	9302219
74c1	304609	9303508
74c2	304593	9304027
74c3	304988	9303443
75c1	301510	9308558
75c2	301513	9308808
75c3	301687	9308635
76c1	300952	9307677
76c2	300816	9308017
76c3	301023	9307987
77c1	299035	9311184
77c2	299044	9311227
78c1	298766	9310755
78c2	298725	9310939
78c3	298865	9311024
79c1	295736	9313977
79c2	296065	9314282
79c3	295966	9314405
80c1	295730	9320940
80c2	295738	9321138
80c3	295942	9320931
81c1	295635	9322027
81c2	295265	9322032
81c3	295590	9322814
82c1	295240	9321392
82c2	295042	9321228
82c3	295193	9321120
83c1	294574	9324514
83c2	294399	9324461
83c3	294523	9324442
84c1	293529	9325133
84c2	293153	9325356
84c3	293918	9325321



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP: N° 259



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y AGUAS
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
85c1	292533	9325666
85c2	292736	9325547
85c3	292272	9325362
86c1	291773	9325403
86c2	291994	9324836
86c3	291957	9325408
87c1	289203	9327337
87c2	289010	9327414
87c3	289138	9327249
88c1	287542	9328254
88c2	287798	9328189
88c3	287629	9328066
89c1	286881	9327175
89c2	287188	9327125
89c3	287025	9327269
90c1	282710	9326449
90c2	282465	9326722
90c3	282227	9326414
91c1	281182	9328363
91c2	281472	9327937
91c3	281691	9328020
92c1	281087	9328026
92c2	281116	9327967
92c3	281109	9327886
93c1	280135	9328813
93c2	279987	9328804
93c3	280175	9328593
94c1	278987	9329809
94c2	279099	9330075
94c3	279167	9329907
95c1	280331	9330219
95c2	280152	9330371
95c3	280211	9330168
96c1	297086	9313273
96c2	297015	9313198
97c1	297696	9311223
97c2	297415	9311428
97c3	297388	9311729

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
98c1	301973	9305950
98c2	302095	9305946
99c1	310413	9301335
99c2	309974	9301535
99c3	309785	9301652
100c1	313767	9299625
100c2	314016	9299489
100c3	313836	9299448
101c1	316937	9293764
101c2	316823	9294014
101c3	316691	9293853
102c1	318087	9292212
102c2	318057	9291990
102c3	317886	9292228
103c1	323941	9288247
103c2	323834	9288457
103c3	323949	9288374
104c1	324122	9286708
104c2	324159	9286723
104c3	323962	9286835
105c1	328461	9286257
105c2	328272	9286344
105c3	328327	9286230
106c1	331998	9283440
106c2	332180	9283333
106c3	331999	9283322
107c1	332945	9283042
107c2	333062	9283032
107c3	333114	9283168
108c1	335304	9282702
108c2	335553	9282646
108c3	335517	9282779
109c1	314562	9299836
109c2	314652	9299570
109c3	314697	9299773
51c1	339849	9279650
51c2	340300	9279346
51c3	339597	9279836


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
 CSP N° 259


 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
 COLEGIO PROFESOR

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
51c1	341610	9277597
51c2	341908	9277579
51c3	341650	9277739
51c1	341466	9276251
51c2	341523	9276630
51c3	342181	9276434
51c1	343827	9274841
51c2	343252	9274928
51c3	344350	9274392
51c1	344822	9272866
51c2	345342	9272140
51c3	345212	9272622
115c1	339728	9284173
115c2	339728	9284143
115c3	339754	9284078
116c1	323726	9287851
116c2	323691	9287910
116c3	323651	9287901
117c1	320522	9289971
117c2	321452	9289480
117c3	320842	9290775
118c1	317145	9292896
118c2	317442	9292891
118c3	317281	9292943
119c1	336952	9282971
119c2	336701	9282784
119c3	337036	9282706
120c1	305505	9303098
120c2	305729	9302950
120c3	305669	9303053

Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM WGS 84		
Código	Este (m)	Norte (m)
121c1	302549	9306548
121c2	302634	9306304
121c3	302482	9306517
122c1	297540	9313653
122c2	297262	9314463
122c3	297134	9314408
123c1	295913	9317852
123c2	296072	9317338
123c3	296051	9317271
124c1	293757	9323672
124c2	293746	9323625
124c3	293699	9323693
125c1	288587	9327807
125c2	288823	9327756
125c3	288619	9327689
126c1	286041	9328407
126c2	286453	9328019
126c3	286284	9327646
127c1	282648	9327470
127c2	282811	9327669
127c3	282669	9327804
128c1	296350	9314032
128c2	293515	9313287
128c3	296087	9313965
129c1	298069	9312945
129c2	297909	9313172
129c3	297867	9313098
130c1	298315	9310030
130c2	298491	9309844
130c3	298493	9310012

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.3.2 Clasificación taxonómica de suelos

4.1.2.3.2.1 Unidades taxonómicas

Es el nivel de abstracción definido dentro de un sistema taxonómico. La unidad taxonómica está referida a cualquier categoría dentro del sistema del Soil Taxonomy, definiéndose a la categoría

como un conjunto de suelos que están agrupados al mismo nivel de generalización o abstracción. Dicho sistema establece seis categorías, las cuales de acuerdo con el incremento en sus diferencias son: Orden, Sub Orden, Gran grupo, Subgrupo, Familia y Serie. En el presente estudio se ha considerado como unidad taxonómica el nivel categórico de Familia.

La evaluación edafológica realizada contempla los lineamientos y consideraciones 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 (D.S. 013- 2010-AG); mientras que, la clasificación taxonómica de los suelos se realizó de acuerdo con las definiciones y consideraciones establecidas en el Manual de Taxonomía de Suelos (*Soil Taxonomy*, 2022).

Para el ámbito del Proyecto, se realizó el levantamiento de suelo considerando dos enfoques, uno a nivel detallado y el otro a nivel semidetallado siguiendo para cada caso los lineamientos de levantamiento de suelo aprobado mediante D.S. 013- 2010-AG.

Tabla 4.1-13: Clasificación de los suelos según el Soil Taxonomy – USDA (13th ed. 2022)

Soil Taxonomy (2022)				Nombre común de los suelos
Orden	Sub orden	Gran grupo	Subgrupo	
Entisols	Orthents	Udorthents	Typic Udorthents	Indañe (In)
				Ochame (Oh)
				El Mirador (EM)
				El Milagro (Mi)
				Jerillo (Je)
				Naranjos (Na)
				Pacayzapa (Pa)
				Puente Nuevo (Pu)
				Tabalosos (Ta)
				San Antonio (Sa)
				Maceda (Ma)
			Lithic Udorthents	San Miguel II (SM)
	Fluents	Udifluents	Oxyaquic Udifluents	Franja (Fr)
			Typic Udifluents	Polvoraico (Po)
				Torres (To)
				San Miguel I (Sm)
Inceptisols	Udepts	Eutrudepts	Fluentic Eutrudepts	Curva (Cu)
		Dystrudepts	Typic Dystrudepts	Torochapana (Tr)
				San Mateo (Mt)
				Lodge (Lo)
				Ticuna (Ti)
				Dos Hermanas (DH)
				El Triunfo (ET)
				El Progreso (EP)
				Lahuarpia (La)
				Camino (Ca)
				Somos Libres (Li)
				Chimban (Ch)
				California (Ci)
				Los Aguanos (Lg)
				La Marginal (LM)

Soil Taxonomy (2022)				Nombre común de los suelos
Orden	Sub orden	Gran grupo	Subgrupo	
				Colpaico (Cp)
				Andiviela (An)
				San Francisco (SF)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.3.2.2 Unidades cartográficas

La unidad cartográfica es el área delimitada y representada por un símbolo en el Mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08). Esta unidad está definida y nominada en base a sus componentes predominantes, los cuales pueden ser unidades taxonómicas con sus fases respectivas o áreas misceláneas o ambas. Asimismo, puede contener inclusiones de otros suelos o áreas misceláneas con las cuales tiene estrecha vinculación geográfica.

Tabla 4.1-14: Fases por pendiente en el área de estudio

Término descriptivo	Rango de Pendiente (%)	Clase de pendientes
Plana o casi a nivel	0 - 2	A
Ligeramente inclinada	2 - 4	B
Moderadamente inclinada	4 - 8	C
Fuertemente inclinada	8 - 15	D
Moderadamente empinada	15 - 25	E
Empinada	25 - 50	F
Muy empinada	50 - 75	G
Extremadamente empinada	> 75	H

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Tabla 4.1-15: Unidades cartográficas de suelos

Subgrupo	Nombre	Símbolo	Proporción	Fase por pendiente	Área	Porcentaje (%)
Consociaciones						
Typic Dystrudepts	Consociación Colpaico	An	100	A	14.7	0.1%
Typic Dystrudepts	Consociación Camino	Ca	100	C	48.5	0.3%
Typic Dystrudepts	Consociación Chimban	Ch	100	C, E y F	865.4	5.5%
Typic Dystrudepts	Consociación California	Ci	100	D y E	140.5	0.9%
Typic Dystrudepts	Consociación Colpaico	Cp	100	B	230.5	1.5%
Fluventic Eutrudepts	Consociación Curva	Cu	100	A	701.0	4.5%
Typic Dystrudepts	Consociación Dos Hermanas	DH	100	E y F	1128.0	7.2%
Typic Dystrudepts	Consociación El Progreso	EP	100	E y F	865.2	5.5%
Typic Dystrudepts	Consociación El Triunfo	ET	100	E	341.5	2.2%
Oxyaquic Udifluvents	Consociación Franja	Fr	100	B	38.8	0.2%
Typic Udorthents	Consociación Indañe	In	100	B y A	164.9	1.0%
Typic Udorthents	Consociación Jerillo	Je	100	E	407.7	2.6%
Typic Dystrudepts	Consociación Lahuarpiá	La	100	E	595.9	3.8%
Typic Dystrudepts	Consociación Los Aguanos	Lg	100	C y E	776.5	4.9%
Typic Dystrudepts	Consociación Somos Libres	Li	100	D y E	627.5	4.0%

Subgrupo	Nombre	Símbolo	Proporción	Fase por pendiente	Área	Porcentaje (%)
Typic Dystrudepts	Consociación La Marginal	LM	100	A, C y D	384.3	2.4%
Typic Dystrudepts	Consociación Lodge	Lo	100	E y F	583.9	3.7%
Typic Udorthents	Consociación Maceda	Ma	100	B	21.6	0.1%
Typic Udorthents	Consociación El Milagro	Mi	100	E	82.2	0.5%
Typic Dystrudepts	Consociación San Mateo	Mt	100	B	84.7	0.5%
Typic Udorthents	Consociación Naranjos	Na	100	F	39.5	0.3%
Typic Udorthents	Consociación Ochame	Oh	100	E y F	266.0	1.7%
Typic Udorthents	Consociación Pacayzapa	Pa	100	E	1033.9	6.6%
Typic Udifluvents	Consociación Polvoraico	Po	100	A	21.4	0.1%
Typic Udorthents	Consociación Puente Nuevo	Pu	100	F	184.0	1.2%
Typic Udorthents	Consociación San Antonio	Sa	100	C, D y E	1178.5	7.5%
Typic Dystrudepts	Consociación San Francisco	SF	100	A, C y D	2327.0	14.8%
Typic Udifluvents	Consociación San Miguel	Sm	100	C	18.0	0.1%
Typic Udorthents	Consociación Tabalosos	Ta	100	D y E	919.5	5.9%
Typic Udifluvents	Consociación Torres	To	100	A	78.4	0.5%
Typic Dystrudepts	Consociación Torochapana	Tr	100	D, E y F	779.5	5.0%
Misceláneo						
	Centros poblados	O	-	-	37.0	0.2%
	Misceláneo Laguna	ML	-	-	39.7	0.3%
	Misceláneo Río	MR	-	-	128.1	0.8%
Asociaciones						
Lithic Udorthents	Asociación San Antonio - San Miguel II	Sa-SM	70 - 30	E	264.2	1.7%
Typic Udorthents y Typic Dystrudepts	Asociación El Mirador - Ticuna	EM-Ti	60 - 40	C	282.1	1.8%
TOTAL					15700.0	100.0%

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

En los siguientes cuadros se resume las características morfogenéticas de los suelos y los parámetros fisicoquímicos más relevantes de los suelos identificados como resultado del trabajo de campo en marzo del 2024.



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



INIA - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

Tabla 4.1-16: Características generales de los suelos identificados en el área de estudio

Suelo	Material Parental	Pedregosidad Superficial	Profundidad efectiva	Drenaje	Fertilidad Química
Indañe (In)	Residual	0%	40	Bueno	Baja
Ochame (Oh)	Residual y coluvial	0%	75 a 80	Bueno	Baja
El Mirador (EM)	Residual	0%	55 a 60	Bueno	Baja
El Milagro (Mi)	Residual y coluvial	20%	75 a 80	Bueno	Media a baja
Jerillo (Je)	Residual	0%	50	Bueno	Baja
Naranjos (Na)	Residual	0%	65 a 68	Bueno	Alta a baja
Pacayzapa (Pa)	Residual	10%	45 a 50	Bueno	Alta a baja
Puente Nuevo (Pu)	Coluvial	0%	55 a 60	Bueno	Baja
Torochapana (Tr)	Residual	0%	140 a 150	Bueno	Baja
Tabalosos (Ta)	Residual	0%	30	Bueno	Baja
San Miguel I (Sm)	Aluvial	10%	140 a 150	Bueno	Baja
San Antonio (Sa)	Residual y coluvial	0%	55 a 60	Bueno	Baja
Maceda (Ma)	Coluvio-aluvial	0%	75 a 80	Bueno	Baja
San Miguel II (SM)	Residual	0%	35 a 40	Bueno	Baja
Franja (Fr)	Aluvial	0%	40 a 42	Moderado	Baja
Polvoraico (Po)	Aluvial	0%	55 a 60	Moderado	Baja
Torres (To)	Aluvial	0%	140 a 150	Bueno	Baja
San Mateo (Mt)	Residual	0%	140 a 150	Bueno	Baja
Lodge (Lo)	Residual	0%	140 a 150	Bueno	Baja
Ticuna (Ti)	Residual	0%	140 a 150	Bueno	Baja
Dos Hermanas (DH)	Residual	0%	75 a 77	Bueno	Baja
El Triunfo (ET)	Residual	0%	90 a 94	Bueno	Media a baja
El Progreso (EP)	Residual	0%	140 a 150	Bueno	Media a baja
Lahuarpia (La)	Residual	5%	140 a 150	Bueno	Media a baja
Camino (Ca)	Residual	0%	30 a 35	Bueno	Media a baja


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259


 J. Natividad Villala
 Biólogo
 Colección 19540

Suelo	Material Parental	Pedregosidad Superficial	Profundidad efectiva	Drenaje	Fertilidad Química
Somos Libres (Li)	Residual	0%	140 a 150	Bueno	Media a baja
Chimban (Ch)	Residual	0%	65 a 67	Bueno	Baja
California (Ci)	Residual	0%	40 a 45	Bueno	Media a baja
Los Aguanos (Lg)	Residual	0%	140 a 150	Bueno	Media a baja
La Marginal (LM)	Residual	0%	35 a 40	Bueno	Baja
Colpaico (Cp)	Residual	0%	140 a 150	Bueno	Baja
Andiviela (An)	Residual - Lacustre	0%	140 a 150	Bueno	Media a baja
San Francisco (SF)	Residual	0%	140 a 150	Bueno	Media a baja
Curva (Cu)	Aluvial	0%	45 a 50	Moderado	Baja

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Tabla 4.1-17: Características fisicoquímicas de los suelos identificados en el área de estudio

Suelo	Ph	C.E (ds/m)	Caco ₃ (%)	M.O (%)	P (ppm)	K (ppm)	CIC (meq/100 gr)	PSB (%)
Indañe (In)	Extremadamente ácida 4.17 - 3.94	<2	0	0.04-3.33	1.58- 3.18	56-62	3.18-3.63	9 -19%
Ochame (Oh)	Extremadamente ácida 4.30 - 4.10	<2	0	1.62-2.36	2.90- 2.40	20-37	2.66-3.06	37 - 50
El Milagro (Mi)	Neutra a moderadamente básica 7.14 - 7.59	<2	0.27 - 2.68	0.53 - 6.19	4.53 - 6.95	158 - 500	24.32 - 25.44	100
Jerillo (Je)	Muy fuertemente ácido a extremadamente ácido 4.12 - 4.82	<2	0	0.68 - 2.36	0.39 - 3.48	40 - 63	2.77 - 5.63	27 - 64
Naranjos (Na)	Ligeramente ácida a moderadamente ácida 5.66 - 6.42	<2	0	0.03 - 11.61	0.98 - 52.67	217 - 850	18.01 - 26.14	74 - 95
Pacayzapa (Pa)	Ligeramente ácida a ligeramente básica 6.42 - 7.79	<2	0.09 - 10.73	0.40 - 11.04	1.37 - 16.33	89 - 301	23.52 - 37.76	100
Puente Nuevo (Pu)	Extremadamente ácida a muy fuertemente ácida 3.92 - 4.73	<2	0	0.27 - 1.49	1.73 - 4.15	May-22	0.32 - 0.85	4-Oct

Suelo	Ph	C.E (ds/m)	Caco ₃ (%)	M.O (%)	P (ppm)	K (ppm)	CIC (meq/100 gr)	PSB (%)
Torochapana (Tr)	Muy fuertemente ácida a Neutra (4.60 - 6.78)	<2	0	0.07 - 2.97	3.73 - 9.90	98 - 311	20.92 - 31.72	52 - 97
Tabalosos (Ta)	Neutra 6.81 - 7.19	<2	0 - 0.18	0.86 - 1.46	3.26 - 4.86	45 - 118	13.28 - 13.79	98 - 100
San Miguel I (Sm)	Moderadamente básica a ligeramente básica 7.78 - 8.03	<2	1.43 - 2.32	0.20 - 1.73	1.63 - 11.03	23 - 135	3.52 - 10.40	100
San Antonio (Sa)	Ligeramente básica a moderadamente básica 7.68 - 7.98	<2	7.15 - 8.49	1.40 - 2.99	1.62 - 3.62	71 - 197	24.32 - 25.92	100
Maceda (Ma)	Neutra a moderadamente básica 6.82 - 8.08	<2	0.0 - 3.84	0.33 - 2.99	1.87 - 5.45	91 - 165	9.92 - 14.48	>98
Franja (Fr)	Fuertemente ácida a muy fuertemente ácida 4.83 - 5.46	<2	0	0.40 - 3.59	0.66 - 4.52	48 - 208	4.03 - 5.63	56 - 71%
Polvoraico (Po)	8.34 - 9.44 (moderadamente básica a muy fuertemente básica)	< 2	.94 - 12.97	0.14 - 1.49	1.56 - 7.31	200 - 510	17.12 - 19.52	100
Torres (To)	5.10 - 6.95 (fuertemente ácida a neutra)	< 2	0	0.03 - 2.30	7.73 - 27.87	20 - 160	2.87 - 11.52	70 - 100
San Mateo (Mt)	3.80 - 4.21 (extremadamente ácida)	< 2	0	0.07 - 2.97	3.73 - 9.90	98 - 311	2.71 - 4.79	31 - 50
Lodge (Lo)	3.90 - 4.12 (extremadamente ácida)	< 2	0	0.13 - 4.46	0.57 - 5.03	124 - 307	9.17 - 10.85	19 - 63
Dos Hermanas (DH)	5.55 - 5.68 (moderadamente ácida a fuertemente ácida)	< 2	0	0.34 - 3.92	1.06 - 3.56	93 - 123	7.26 - 9.62	70 - 73
El Triunfo (ET)	4.50 - 5.23 (muy fuertemente ácida a fuertemente ácida)	< 2	0	0.86 - 4.12	0.62 - 12.59	108 - 244	7.86 - 10.51	68 - 76
El Progreso (EP)	6.16 - 6.55 (ligeramente ácida)	< 2	0	0.20 - 17.28	6.15 - 47.82	570 - 820	20.90 - 27.23	91 - 95
Lahuarpia (La)	5.33 - 6.22 (moderadamente ácida a ligeramente ácida)	< 2	0	0.67 - 7.85	1.16 - 19.71	165 - 306	20.26 - 24.76	73 - 92



 Ana Cecilia Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259



 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y CIENCIAS AGRARIAS
 INIA

Suelo	Ph	C.E (ds/m)	Caco ₃ (%)	M.O (%)	P (ppm)	K (ppm)	CIC (meq/100 gr)	PSB (%)
Camino (Ca)	4.72 - 5.70 (muy fuertemente ácida a moderadamente ácida)	< 2	0	0.07 - 8.64	0.39 - 24.33	53 - 177	21.43 - 25.01	61 - 72
Somos Libres (Li)	5.72 - 6.60 (moderadamente ácida a neutra)	< 2	0	0.20 - 4.72	0.28 - 3.87	51 - 264	15.34 - 21.67	84 - 96
Chimban (Ch)	4.81 - 5.37 (muy fuertemente ácida a fuertemente ácida)	< 2	0	0.20 - 7.36	0.39 - 3.23	89 - 233	7.49 - 11.89	62 - 75
California (Ci)	4.30 - 4.48 (extremadamente ácida)	< 2	0	0.20 - 5.05	0.24 - 3.51	187 - 342	13.64 - 17.20	7 - 49
Los Aguanos (Lg)	7.33 - 7.95 (neutra a moderadamente básica)	< 2	0.54 - 27.72	0.03 - 5.54	0.06 - 2.23	71 - 273	13.60 - 27.52	100
La Marginal (LM)	7.09 - 8.20 (neutra a moderadamente básica)	0.73 - 3.95	0.45 - 5.81	0.13 - 3.26	0.57 - 5.03	105 - 374	40.80 - 53.28	100
Colpaico (Cp)	7.42 - 8.28 (ligeramente a moderadamente básica)	0.58 - 3.54	0.27 - 3.31	0.61 - 2.63	0.39 - 8.28	102 - 540	35.52 - 41.12	100
Andiviela (An)	7.24 - 7.83 (neutra a ligeramente básica)	< 2	2.32 - 8.05	0.33 - 4.52	5.62 - 10.53	155 - 440	18.72 - 27.20	100
San Francisco (SF)	7.23 - 7.71 (neutra a ligeramente básica)	< 2	2.68 - 10.73	0.03 - 5.81	0.73 - 5.56	147 - 560	24.64 - 26.56	100
El Mirador (EM)	7.70 - 8.15 (ligeramente a moderadamente básica)	< 2	1.34 - 17.44	0.13 - 2.46	1.58 - 4.35	246 - 530	24.48 - 33.60	100
San Miguel II (SM)	4.21 - 4.62 (muy fuertemente a extremadamente ácida)	< 2	0	0.40 - 2.53	1.58 - 3.77	110 - 267	1.54 - 3.66	67 - 80
Ticuna (Ti)	4.42 - 5.40 (fuertemente a extremadamente ácida)	< 2	0	0.20 - 2.73	0.07 - 1.08	101 - 188	4.46 - 5.45	22 - 56
Curva (Cu)	8.00 - 8.05 (moderadamente básica)	< 2	9.39	0.20 - 0.93	0.99 - 1.58	153 - 259	34.40 - 35.68	100

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024



 Ana Cecilia Fernández

 Socióloga

 CSP: 3998



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery

 CSP N° 259



 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y RURAL

 BIODIVERSIDAD

 COLECTIVIDAD

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE SUELOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

A. Consociaciones

Consociación Indañe (In)

Pertenece al subgrupo Typic Udorthents, exhibe una secuencia de capas A-AC-C-R y epipedón ócrico. Es un suelo de origen residual que se ubica sobre planicies y pie de montes, con pendientes menores de 4% y relieves planos o casi a nivel a ligeramente inclinadas. En el Mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente A y B.

Suelo Indañe

Presenta textura franca a franco arcillosa y estructura granular en los horizontes A y AC y masiva (sin estructura) en la capa C. La aireación es media a baja, capacidad de retención de agua es media a alta, consistencia friable a firme y color gris muy oscuro, gris rojizo oscuro y rojo amarillento. La pedregosidad superficial está ausente, apreciándose en el perfil gravillas y gravas en proporciones entre 20 y 40%. Se le califica como un suelo superficial (40 cm). La permeabilidad es moderadamente rápida a lenta y el drenaje es bueno.

Su reacción es extremadamente ácida (pH: 4.17 a 3.94), sin problemas de sales (conductividad eléctrica-CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica (3.33 a 0.40%) y nitrógeno mineral, que es dependiente de las condiciones edafoclimáticas del lugar, son medios a bajos, y de fósforo disponible (3.18 a 1.58 ppm) y potasio disponible (62 a 56 ppm) son bajos. La capacidad de intercambio de cationes (CIC) efectiva que refleja la fertilidad potencial de un suelo, es muy baja (3.18 a 3.63 meq/100 g), debido al pH muy bajo que no permite la expresión de las cargas que aporta la fracción húmica. En el complejo arcillo-húmico predominan los cationes básicos, exhibiendo el calcio valores muy bajos (0.72 a 0.24 meq/100g). El rango del porcentaje de saturación de bases (PSB) varía entre 9 a 19% de la CIC efectiva y la acidez cambiante entre 81 y 91%. El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) no representa problema (menor de 15%). La fertilidad química de este suelo es baja.

Consociación Ochame (Oh)

Suelo Ochame

Presenta textura franco arenosa y estructura granular en el horizonte A y masiva (sin estructura) en las capas C. La aireación y la capacidad de retención de agua son medias, consistencia friable a firme y colores pardos con tonalidades

Es de reacción neutra a moderadamente básica (pH: 7.14 a 7.59), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y contenidos bajos a medios de carbonatos (0.27 a 2.68%). Los niveles de materia orgánica (6.19 a 0.53%) y nitrógeno mineral son altos a bajos, de fósforo disponible son bajos (6.95 a 4.53 ppm), y de potasio disponible son altos a medios (500 a 158 ppm). La CIC efectiva es muy alta (25.44 a 24.32 meq/100 g), debido principalmente al pH que favorece la manifestación

WALTER J. HEATING'S VILLALBA
BOLOGNO
COLLEGE N° 640

de sus cargas y el contenido de arcillas. Solo se hallan cationes básicos en el complejo arcillo – húmico, siendo el calcio el catión que presenta las mayores concentraciones con niveles muy altos (26.54 a 22.02 meq/100 g). Por consiguiente, el PSB es el 100% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante es 0%. El PSI es bajo (menor de 15%), no existiendo problemas de sodicidad. Es un suelo de fertilidad química media a baja.

Consociación Jerillo (Je)

Pertenece al subgrupo Typic Udorthents, exhibe una secuencia de capas A-AC-C-Cr y epipedón ócrico. Es un suelo de origen residual que se ubica sobre colinas, con pendientes de 15 a 25% y relieves moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente E.

Suelo Jerillo

De acuerdo con su profundidad efectiva es un suelo superficial (50 cm). La textura es franco arenosa a arcillo arenosa, la estructura es granular en los horizontes A y AC y se torna masiva (sin estructura) en C. Presenta aireación moderada a baja, capacidad de retención de agua media a alta, colores pardos con tonos grisáceos muy oscuros y amarillento oscuros y la consistencia es friable a firme. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravillas en contenidos de 30%, mientras que sobre la superficie están ausentes. La permeabilidad es moderadamente rápida a moderada y el drenaje es bueno.

Es de reacción muy fuertemente ácida a extremadamente ácida (pH: 4.82 a 4.12), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin contenidos de carbonatos (0%). Los niveles de materia orgánica son medios a bajos (2.36 a 0.68%), y de nitrógeno mineral, fósforo disponible (3.48 a 0.39 ppm) y potasio disponible (40 a 63 ppm) son bajos. La CIC efectiva es muy baja a baja (2.77 a 5.63 meq/100 g), debido el pH ácido que no favorece la expresión de las cargas negativas. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio en contenidos bajos a muy bajos (3.77 a 1.56 meq/100g). El rango del PSB varía entre 27 a 64% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 36 a 73%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química baja.

Consociación Naranjos (Na)

Pertenece al subgrupo Typic Udorthents, exhibe una secuencia de capas A-CA-Cr-R y epipedón ócrico. Es un suelo de origen residual que se ubica sobre laderas



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259



INIA INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y CIENCIAS AGRARIAS
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

de montaña, con pendientes de 25 a 50% y relieves empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente F.

Suelo Naranjos

De acuerdo con su profundidad efectiva es un suelo moderadamente profundo (65 a 68 cm). La textura es franco arcillosa a arcillosa, la estructura es granular en el horizonte A, y masiva (sin estructura) en las capas CA y C. Presenta aireación moderada a baja y capacidad de retención de agua media a alta, colores pardos con tonos muy oscuros y pálidos, y la consistencia es friable a firme. No se aprecia presencia de fragmentos muy gruesos sobre la superficie y dentro del perfil la gravosidad muestra contenidos de 20 a 70%, del tamaño de gavillas. La permeabilidad es moderadamente rápida a moderadamente lenta y el drenaje es bueno.

Es de reacción ligeramente ácida a moderadamente ácida (pH: 6.42 a 5.66), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin contenidos de carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica (11.61 a 0.03%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (52.67 a 0.98 ppm) son altos a bajos, y de potasio disponible son altos a medios (850 a 217 ppm). La CIC efectiva es muy alta a alta (26.14 a 18.01 meq/100 g), debido principalmente al pH que favorece la manifestación de sus cargas y el contenido de arcillas. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio en contenidos altos (19.55 a 14.19 meq/100g). El rango del PSB varía entre 74 a 95% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 5 a 26%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química alta a baja.

Consociación Pacayzapa (Pa)

Pertenece al subgrupo Typic Udorthents, exhibe una secuencia de capas A-C1-C2-R y epipedón ócrico. Es un suelo de origen residual que se ubica sobre colinas y ladera de montaña, con pendientes de 15 a 25% y relieves moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente E.

Suelo Pacayzapa

De acuerdo con su profundidad efectiva es un suelo superficial (45 a 50 cm). La textura es franco arcillosa, arcillosa y franca, la estructura es granular en el horizonte A, y masiva (sin estructura) en las capas C. Presenta aireación moderada a baja y capacidad de retención de agua media a alta, colores pardos



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR

con tonos rojizos y rojizo oscuros y la consistencia es friable a firme. Se observan gravillas y gravas en el perfil en contenidos de 10 a 20%, mientras que los fragmentos gruesos en la superficie son del tamaño de gravas y guijarros en cantidades de 10%. La permeabilidad es moderadamente rápida a moderadamente lenta y el drenaje es bueno.

Es de reacción ligeramente ácida a ligeramente básica (pH: 6.42 a 7.79), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y con niveles bajos a altos de carbonatos (0.09 a 10.73%). Los niveles de materia orgánica (11.04 a 0.40%), nitrógeno mineral, fósforo disponible (16.33 a 1.37 ppm) y de potasio disponible (301 a 89 ppm) son altos a bajos. La CIC efectiva es muy alta (37.76 a 23.52 meq/100 g), debido principalmente al pH que favorece la manifestación de sus cargas y el contenido de arcillas. Los cationes básicos La dominancia de los cationes básicos es completa, apreciándose que el calcio se encuentra en concentraciones muy altas (33.80 a 21.34 meq/100g). El PSB es 100% de la CIC efectiva. No existen problemas de sodicidad (PSI, menor de 15), y su fertilidad química es alta a baja.

Consociación Puente Nuevo (Pu)

Pertenece al subgrupo Typic Udorthents, exhibe una secuencia de capas A-C1-C2-C3 y epipedón ócrico. Es un suelo de origen coluvial que se ubica sobre laderas de montaña, con pendientes de 25 a 50% y relieves empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente F.

Suelo Puente Nuevo

Presenta textura arenosa, estructura granular en el horizonte A y grano simple (sin estructura) en las capas C, consistencia friable a suelta, retención de agua media a baja, aireación media a alta, y colores pardos con tonos claros. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravas y guijarros en contenidos de 30 a 80%, mientras que sobre la superficie están ausentes. La permeabilidad es moderadamente rápida a rápida y el drenaje es bueno. Se le clasifica como un suelo moderadamente profundo (55 a 60 cm).

Es de reacción extremadamente ácida a muy fuertemente ácida (pH: 3.92 a 4.73), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los contenidos de materia orgánica (1.49 a 0.27%), nitrógeno mineral, fósforo disponible (4.15 a 1.73 ppm) y potasio disponible (22 a 5 ppm) son bajos. La CIC efectiva es muy baja (0.85 a 0.32 meq/100 g), debido a los bajos contenidos de los coloides arcilla y humus y el pH ácido que no favorece la expresión de las

cargas negativas. El calcio es el catión que muestra las mayores concentraciones en el complejo arcillo – húmico con niveles muy bajos (0.31 a 0.01 meq/100 g). El PSB varía entre 4 y 10% de la CIC efectiva y la acidez cambiante entre 90 y 96%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química baja.

Consociación Torochapana (Tr)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C-Cr, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre colinas y ladera de montaña, con pendientes de 8 a 50% y relieves fuertemente inclinados a empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente D, E y F.

Suelo Torochapana

Presentan texturas franco arcillosa, arcillosa y franca, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo profundo (140 a 150 cm). Presenta colores rojos y pardos con tonalidades oscuras y rojizo oscuras. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravillas en contenidos de 40%, mientras que sobre la superficie están ausentes.

Es de reacción neutra a muy fuertemente ácida (pH: 6.78 a 4.60), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica son medios a bajos (2.97 a 0.07%), de nitrógeno mineral son bajos, de fósforo disponible son bajos a medios (3.73 a 9.90 ppm) y de potasio disponible son altos a bajos (311 a 98 ppm). La CIC efectiva es muy alta (31.72 a 20.92 meq/100g), influenciado estos valores por la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo- húmico, mostrando el calcio contenidos muy altos a altos (26.28 a 14.06 meq/100g). El rango del PSB varía entre 52 y 97% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 3 y 48%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química baja.

Consociación Tabalosos (Ta)

Pertenece al subgrupo Typic Udorthents, exhibe una secuencia de capas A-Cr-R y epipedón ócrico. Es un suelo de origen residual que se ubica sobre colinas y laderas de montaña, con pendientes de 8 a 25% y relieves fuertemente inclinados



 Ana Celi Fernandez
 Sotilista
 CSP: 3908



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CAP N° 259



 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y
 TECNOLOGÍA AGRARIA Y FORESTAL
 COLECTOR PRIVADO

a moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente D y E.

Suelo Tabalosos

Presenta textura franco arcillo arenosa y estructura granular en los horizontes A y masiva (sin estructura) en la capa C. La aireación es media a baja y la capacidad retentiva de agua media a alta, la consistencia friable a firme y colores pardo rojizo oscuro y pardo amarillento oscuro. La pedregosidad superficial está ausente, apreciándose en el perfil gravillas y guijarros en proporciones entre 20 y 40%. Se le califica como superficial (30 cm). La permeabilidad es moderadamente rápida a moderada y el drenaje es bueno.

Su reacción es neutra (pH: 6.81 a 7.19), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y con niveles bajos de carbonatos (0.0 a 0.18%). Los niveles de materia orgánica (1.46 a 0.86%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (4.86 a 3.26 ppm) son bajos y de potasio disponible son altos a bajos (118 a 45 ppm). La CIC efectiva es media (13.79 a 13.28 meq/100 g), debido principalmente al pH que favorece la manifestación de sus cargas y el contenido de arcillas. El calcio (12.39 a 12.29 meq/100 g) es el catión que exhibe las mayores concentraciones en el complejo arcillo - húmico. El PSB es alto, variando entre 98 a 100% de la CIC efectiva y la acidez cambiante es de 0 a 2%. El PSI es bajo (menor de 15%), no existiendo problemas de sodicidad. Es un suelo de fertilidad química baja.

Consociación San Miguel I (Sm)

Pertenece al subgrupo Typic Udifluvents. Es de origen aluvial y epipedón óchrico. Exhibe una secuencia de horizontes A-C1-C2-C3, ubicándose sobre pie de montes con pendientes de 4 a 8% y relieves moderadamente inclinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente C.

Suelo San Miguel I

Es de textura franco arenosa, arena franca y arenosa, estructura granular en A y sin estructura (grano simple) en las capas C, aireación media a alta, capacidad retentiva de agua media a baja, consistencia friable a suelta y muestra colores pardo rojizo oscuro y pardo rojizo. Se aprecian piedras menores al 10%, sobre la superficie, y dentro del perfil guijarros con porcentajes de hasta 40%. La permeabilidad es moderadamente rápida a rápida y el drenaje es bueno. Es calificado como profundo (140 a 150 cm).

Presenta reacción moderadamente básica a ligeramente básica (pH: 8.03 a 7.78), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y con niveles medios de carbonatos (2.32 a 1.43%). Los niveles de materia orgánica (1.73 a 0.20%) y nitrógeno mineral son bajos, y de fósforo disponible (11.03 a 1.63 ppm) y potasio disponible (135 a 23 ppm) son medios a bajos. La CIC efectiva es media a baja (10.40 a 3.52 meq/100 g), siendo mayor en aquellas capas con mayor contenido orgánico. El complejo de cambio se halla saturado por cationes básicos, encontrándose el calcio en contenidos bajos a muy bajos (9.29 a 2.62 meq/100g); el PSB es 100% de la CIC efectiva. No existen problemas de sodicidad (PSI menor de 15) y la fertilidad química de este suelo es baja.

Consociación San Antonio (Sa)

Pertenece al subgrupo Typic Udorthents, exhibe una secuencia de capas A-Cr y epipedón ócrico. Es un suelo de origen residual y coluvial que se ubica sobre pie de monte y laderas de montaña, con pendientes de 4 a 25% y relieves moderadamente inclinados a moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente C, D y E.

Suelo San Antonio

De acuerdo con su profundidad efectiva es un suelo superficial (30 cm). La textura es franco arcillosa a franca, la estructura es granular en el horizonte A, y grano simple (sin estructura) en la capa C. Presenta aireación y capacidad retentiva de agua medias, colores pardo oscuro y pardo, y la consistencia es friable a suelta. La pedregosidad superficial está ausente, apreciándose en el perfil gravas y guijarros en proporciones entre 30 y 80%. La permeabilidad es moderadamente rápida y el drenaje es bueno.

Es de reacción ligeramente básica a moderadamente básica (pH: 7.68 a 7.98), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y con niveles altos de carbonatos (8.49 a 7.15%). Los niveles de materia orgánica (2.99 a 1.40%) y potasio disponible (197 a 71 ppm) son medios a bajos, y de nitrógeno mineral y fósforo disponible (3.62 a 1.62 ppm) son bajos. La CIC efectiva es muy alta (24.32 a 25.92 meq/100 g), debido principalmente al pH que favorece la manifestación de sus cargas y el contenido de arcillas. Los cationes básicos saturan completamente el complejo arcillo-húmico encontrándose el calcio en concentraciones altas (20.97 a 22.32 meq/100g). El PSB es 100% de la CIC efectiva. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele un suelo de fertilidad química baja.



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

Consociación Maceda (Ma)

Pertenece al subgrupo Typic Udorthents, exhibe una secuencia de capas A-AC-C y epipedón ócrico. Es un suelo de origen coluvial-aluvial que se ubica sobre planicies onduladas, con pendientes de 2 a 4% y relieves ligeramente inclinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente B.

Suelo Maceda

De acuerdo con su profundidad efectiva es un suelo moderadamente profundo (75 a 80 cm). La textura es franco arenosa a franca, la estructura es granular en los horizontes A y AC, y masiva (sin estructura) en las capas C. Presenta aireación y capacidad retentiva de agua medias, colores pardos con tonos grisáceo muy oscuros, grisáceos oscuros y grisáceos, y la consistencia es friable a firme. La pedregosidad superficial está ausente, apreciándose en el perfil gravillas, gravas y guijarros en proporciones entre 10 y 80%. La permeabilidad es moderadamente rápida a moderada y el drenaje es bueno.

Es de reacción neutra a moderadamente básica (pH: 6.82 a 8.08), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y con niveles bajos a medios de carbonatos (0.0 a 3.84%). Los niveles de materia orgánica (2.99 a 0.33%) y potasio disponible (165 a 91 ppm) son medios a bajos, y de nitrógeno mineral y fósforo disponible (5.45 a 1.87 ppm) son bajos. La CIC efectiva es media a baja (14.48 a 9.92 meq/100 g), debido principalmente al pH que favorece la manifestación de sus cargas y el contenido de arcillas. Los cationes básicos se hallan en mayores cantidades en el complejo arcillo - húmico, exhibiendo el calcio las mayores concentraciones (12.67 a 7.85 meq/100g) con niveles medios a bajos. El PSB es mayor de 98% de la CIC efectiva y la acidez cambiante es menor de 2%. No existen problemas de sodicidad (PSI, menor de 15) y su fertilidad química es baja.

Consociación Franja (Fr)

Pertenece al subgrupo Oxyaquic Udifluvents, exhibe una secuencia de capas A-C-W y epipedón ócrico. Es un suelo de origen aluvial que se ubica sobre pie de montes, con pendientes de 2 a 4% y relieves ligeramente inclinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente B.

Suelo Franja



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Profesional

Es de textura media (franca), la estructura es granular en el horizonte A y está ausente (masiva) en C, la aireación y capacidad de retención de agua son medias. Exhibe colores pardo rojizos, siendo la consistencia friable a firme. La pedregosidad superficial y dentro del perfil están ausentes. La permeabilidad es moderadamente rápida y el drenaje moderado. Se le considera un suelo superficial (40 a 42 cm), constituyéndose en la limitante la presencia de capas saturadas y la cercanía de la napa freática.

Presenta reacción fuertemente ácida a muy fuertemente ácida (pH: 5.46 a 4.83), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos. Los niveles de materia orgánica (3.59 a 0.40%) y potasio disponible (208 a 48 pm) son medios a bajos, y de fósforo disponible (4.52 a 0.66 ppm) y nitrógeno mineral son bajos. La CIC efectiva es baja a muy baja (5.63 a 4.03 meq/100 g), explicado por el pH bajo que influye en una menor manifestación de cargas negativas. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio contenidos muy bajos (3.36 a 2.01 meq/100g). El rango del PSB varía entre 56 a 71% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 29 a 44%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química baja.

Consociación Polvoraico (Po)

Pertenece al subgrupo Typic Udifluvents, exhibe una secuencia de capas A-C1-C2-W y epipedón ócrico. Es un suelo de origen aluvial que se ubica sobre planicie aluvial, con pendientes menores de 2% y relieves planos o casi a nivel. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente A.

Suelo Polvoraico

De acuerdo con su profundidad efectiva es un suelo moderadamente profundo (55 a 60 cm). La textura es arcillosa a franco arcillosa, la estructura es granular en el horizonte A, y se torna masiva (sin estructura) en las capas C. Presenta aireación moderada a baja y capacidad de retención de agua media a alta, colores pardos y la consistencia es friable a firme. La pedregosidad superficial está ausente, apreciándose en el perfil gravillas y gravas en proporciones entre 30 y 40%. La permeabilidad es moderadamente rápida a moderadamente lenta y el drenaje es moderado.

Es de reacción muy fuertemente básica a moderadamente básica (pH: 9.44 a 8.34), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y contenidos altos de carbonatos (8.94 a 12.97%). Los niveles de materia orgánica (1.49 a 0.14%) y nitrógeno mineral son bajos, de fósforo disponible son medios a bajos (7.31 a 1.56


 Ana Celi Fernandez
 SODILOGA
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
 CSP N° 259



ppm), y de potasio disponible son altos a medios (510 a 200 ppm). La CIC efectiva es muy alta a alta (19.52 a 17.12 meq/100 g), debido principalmente al pH que favorece la manifestación de sus cargas y el contenido de arcillas. Solo se hallan cationes básicos en el complejo arcillo – húmico, siendo el magnesio el catión que presenta las mayores concentraciones (4.94 a 14.65 meq/100 g), seguido del calcio (7.93 a 0.88 meq/100 g). Por consiguiente, el PSB es el 100% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante es 0%. El PSI es bajo (menor de 15%), no existiendo problemas de sodicidad. Es un suelo de fertilidad química media a baja.

Figura 14. Paisaje del suelo Polvoraico

Consociación Torres (To)

Pertenece al subgrupo Typic Udifluvents, exhibe una secuencia de capas A-AC-C1-C2 y epipedón ócrico. Es un suelo de origen aluvial que se ubica sobre planicie aluvial, con pendientes menores de 2% y relieves planos o casi a nivel. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente A.

Suelo Torres

De acuerdo con su profundidad efectiva es un suelo profundo (140 a 150 cm). La textura es franco arenosa, franco arcillo arenosa y arenosa, la estructura es granular en los horizontes A y AC y se torna grano simple (sin estructura) en las capas C. Presenta aireación moderada a alta, capacidad de retención de agua media a baja, colores gris muy oscuro, pardo rojizo oscuro y amarillo rojizo, y la consistencia es friable a suelta. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravillas y gravas en contenidos de 20 a 40%, mientras que sobre la superficie están ausentes. La permeabilidad es moderadamente rápida a rápida y el drenaje es bueno.

Es de reacción neutra a fuertemente ácida (pH: 6.95 a 5.10), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin contenidos de carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica (2.30 a 0.03%) y potasio disponible (160 a 20 ppm) son medios a bajos, de nitrógeno mineral son bajos, y de fósforo disponible son altos a medios (27.87 a 7.73 ppm) y. La CIC efectiva es media a muy baja (11.52 a 2.87 meq/100 g), resultando mayor en la capa con mayor contenido de materia orgánica. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio en contenidos bajos a muy bajos (9.70 a 2.21 meq/100g). El rango del PSB varía entre 70 a 100% de la CIC efectiva. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química baja.


Ana Cusi Fernández
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


MSc. J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Privado

Consociación San Mateo (Mt)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C1-C2, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre pie de monte, con pendientes de 2 a 4% y relieves ligeramente inclinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente B.

Suelo San Mateo

Presentan texturas franco arenoso a franco arcillo arenosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en las capas C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo profundo (140 a 150 cm). Presenta colores pardos con tonalidades muy oscuras, oscuras y fuertes, y la consistencia es friable a firme. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravas en contenidos de 20%, mientras que sobre la superficie están ausentes.

Es de reacción extremadamente ácida (pH: 4.21 a 3.80), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica (2.97 a 0.07%) y fósforo disponible (3.73 a 9.90 ppm) son medios a bajos, y de nitrógeno mineral y potasio disponible (311 a 98 ppm) son bajos. La CIC efectiva es muy baja (4.79 a 2.71 meq/100g), debido al pH muy bajo que no permite la expresión de las cargas que aporta la fracción húmico. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio contenidos bajos a muy bajos (4.05 a 1.61 meq/100g). El rango del PSB varía entre 31 y 50% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 50 y 69%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química baja.

Consociación Lodge (Lo)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre pie de montes y laderas de montaña, con pendientes de 15 a 50% y relieves moderadamente empinados a empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente E y F.

Suelo Lodge



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BIOLOGO
COLECCIÓN 1994/40

Presentan textura arcillosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo profundo (140 a 150 cm). Presenta colores pardo rojizo oscuro y rojo, y la consistencia es friable a suelta. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravas en contenidos de 40%, mientras que sobre la superficie están ausentes.

Es de reacción extremadamente ácida (pH: 4.12 a 3.90), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica son altos a bajos (4.46 a 0.13%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (5.03 a 0.57 ppm) son bajos, y de potasio disponible altos a medios (307 a 124 ppm). La CIC efectiva es media a baja (10.85 a 9.17 meq/100g), encontrándose los valores más altos en las capas que exhiben mayor contenido orgánico. Los cationes ácidos (aluminio e hidrógeno) muestran los mayores valores en el complejo arcillo-húmico (2.50 a 7.20 meq/100g). El PSB tiene un rango entre 19 a 63% de la CIC efectiva. No existen problemas de sodicidad (PSI, menor de 15) y su fertilidad química es baja.

Consociación Dos Hermanas (DH)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C-R, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre laderas de montaña, con pendientes de 15 a 50% y relieves moderadamente empinados a empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente E y F.

Suelo Dos Hermanas

Presenta una textura franca a franco arcillosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo moderadamente profundo (75 a 77 cm). Presenta colores pardo rojizo y pardo rojizo oscuro, y la consistencia es friable a firme. La pedregosidad superficial y dentro del perfil están ausentes.

Es de reacción fuertemente ácida a moderadamente ácida (pH: 5.55 a 5.68), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica son medios a bajos (3.92 a 0.34%), de nitrógeno mineral y fósforo disponible (3.56 a 1.06 ppm) son bajos, y de potasio disponible son medios a bajos (123 a 93 ppm). La CIC efectiva es baja (7.26 a 9.62 meq/100g), debido al pH ácido que no favorece la expresión de las cargas negativas. Los cationes



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BOLOGO
COLECCIÓN 1994

básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio contenidos bajos a muy bajos (4.36 a 2.95 meq/100g). El rango del PSB varía entre 70 a 73% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 27 a 30%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química baja.

Consociación El Triunfo (ET)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C-R, presenta horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre laderas de colina, con pendientes de 15 a 25% y relieves moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente E.

Suelo El Triunfo

Presentan textura franca arcillo arenosa a arcillo arenosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo moderadamente profundo (90 a 94 cm). Presenta colores gris muy oscuro, pardo amarillento y pardo amarillento claro, y la consistencia es friable a firme. La pedregosidad superficial y dentro del perfil están ausentes.

Es de reacción fuertemente ácida a muy fuertemente ácida (pH: 5.23 a 4.50), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica son altos a bajos (4.12 a 0.86%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (12.59 a 0.62 ppm) son medios a bajos, y de potasio disponible son altos a medios (244 a 108 ppm). La CIC efectiva es baja a media (7.86 a 10.51 meq/100g), encontrándose los valores mayores en las capas que exhiben mayor presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio contenidos bajos (4.83 a 6.59 meq/100g). El rango del PSB varía entre 68 a 76% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 24 a 32%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química media a baja.

Consociación El Progreso (EP)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre laderas de montaña, con pendientes de 15


 Ana Celi Fernandez
 Sotilóloga
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
 CAP N° 259


 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
 COLEGIO PROFESOR

a 50% y relieves moderadamente empinados a empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente E y F.

Suelo El Progreso

Presentan textura franca, franco arcillosa, arcillosa y franco arcillo arenosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo profundo (140 a 150 cm). Presenta colores pardos y grisáceos con tonos muy oscuros, pardusco claros, muy pálidos y amarillento claros. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravas en contenidos de 40%, mientras que sobre la superficie están ausentes.

Es de reacción ligeramente ácida (pH: 6.16 a 6.55), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica (17.28 a 0.20%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (47.82 a 6.15 ppm) son altos a bajos, y de potasio disponible son altos (820 a 570 ppm). La CIC efectiva es muy alta (27.23 a 20.90 meq/100g), siendo muy alta por el pH que favorece la manifestación de sus cargas. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo- húmico, mostrando el calcio contenidos muy altos a altos (21.40 a 14.07 meq/100g). El rango del PSB varía entre 91 a 95% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 5 a 9%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química media a baja.

Consociación Lahuarpia (La)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre laderas de montaña, con pendientes de 15 a 25% y relieves moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente E.

Suelo Lahuarpia

Presentan textura franco arcillosa a arcillosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo profundo (140 a 150 cm). Presenta colores pardos y grises con tonos muy oscuros, oscuros, rojizos y rojizo oscuros. Los fragmentos gruesos sobre la


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259


J. M. S. VILLALBA
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR

superficie son del tamaño de guijarros en cantidades de 5%, mientras en el perfil están ausentes.

Es de reacción moderadamente ácida a ligeramente ácida (pH: 5.33 a 6.22), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica (7.85 a 0.67%) y fósforo disponible (19.71 a 1.16 ppm) son altos a bajos, de nitrógeno mineral son medios a bajos, y de potasio disponible son altos a medios (306 a 165 ppm). La CIC efectiva es muy alta (20.26 a 24.76 meq/100g), influenciado por el pH que favorece la manifestación de sus cargas y la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio contenidos muy altos a altos (21.79 a 17.30 meq/100g). El rango del PSB varía entre 73 a 92% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 8 a 27%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química media a baja.

Consociación Camino (Ca)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre pie de monte, con pendientes de 4 a 8% y relieves moderadamente inclinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente C.

Suelo Camino

Presentan textura franco arcillosa, franco arcillo arenosa y arcillosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo superficial (30 a 35 cm). Presenta colores pardos con tonos rojizo y rojizo oscuro. Las partículas gruesas sobre superficie y dentro del perfil están ausentes.

Es de reacción moderadamente ácida a muy fuertemente ácida (pH: 5.70 a 4.72), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica (8.64 a 0.07%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (24.33 a 0.39 ppm) son altos a bajos, y de potasio disponible son medios a bajos (177 a 53 ppm). La CIC efectiva es muy alta (21.43 a 25.01 meq/100g), influenciado los mayores valores por la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio contenidos altos a muy altos (17.96 a 21.89 meq/100g). El rango del PSB varía entre 61 a 72% de la CIC efectiva, y la acidez

cambiable entre 28 a 39%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química media a baja.

Consociación Somos Libres (Li)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre laderas de colinas, con pendientes de 8 a 15% y relieves fuertemente inclinados a moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente D y E.

Suelo Somos Libres

Es de textura franco arcillosa a franco limosa; la estructura es granular en A, blocosa en B y sin estructura (masiva) en C. La aireación media a baja, la retención de agua es alta a media, la consistencia es friable a suelta y exhibe colores pardos y rojos con tonos rojizo oscuros, rojizo claros y amarillentos. Las partículas gruesas sobre superficie y dentro del perfil están ausentes. La permeabilidad es moderadamente rápida a moderada y el drenaje es bueno. Se le califica como profundo (140 a 150 cm).

Presenta reacción moderadamente ácida a neutra (pH: 5.72 a 6.60), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos. Los niveles de materia orgánica (4.72 a 0.20%) y potasio disponible (264 a 51 ppm) son altos a bajos, y de nitrógeno mineral y fósforo disponible (3.87 a 0.28 ppm) son bajos. La CIC efectiva es alta a muy alta (15.34 a 21.67 meq/100 g), influenciado por el pH que favorece la manifestación de sus cargas y la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. El calcio es el catión que muestra las mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico con niveles altos a medios (18.64 a 10.00 meq/100 g). El PSB varía entre 84 y 96% de la CIC efectiva y la acidez cambiante entre 4 y 16%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química media a baja.

Consociación Chimban (Ch)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-Cr-R, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre laderas de montaña, con pendientes de 4 a 50% y relieves moderadamente inclinados a empinados. En el mapa de

clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente C, E y F.

Suelo Chimban

Presentan textura franca, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación y la capacidad de retentiva de agua son medias y el drenaje es bueno. Es un suelo moderadamente profundo (65 a 67 cm). Presenta colores pardos con tonos rojizo y rojizo oscuro. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de guijarros en contenidos de 10 a 60%, mientras que sobre la superficie están ausentes.

Es de reacción fuertemente ácida a muy fuertemente ácida (pH: 5.37 a 4.81), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica (7.36 a 0.20%) son altos a bajos, de nitrógeno mineral y potasio disponible (233 a 89 ppm) son medios a bajos, y de fósforo disponible son bajos (3.23 a 0.39 ppm). La CIC efectiva es media a baja (11.89 a 7.49 meq/100g), debido al pH ácido que no favorece la expresión de las cargas negativas. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio contenidos bajos (6.87 a 3.64 meq/100g). El rango del PSB varía entre 62 a 75% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 25 a 38%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química baja.

Consociación California (Ci)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre laderas de montaña, con pendientes de 8 a 25% y relieves fuertemente inclinados a moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente D y E.

Suelo California

Es de textura arcillosa; la estructura es granular en A, blocosa en B y sin estructura (masiva) en C. La aireación es media a baja, la retención de agua es alta a media, la consistencia es friable a firme y exhibe colores pardo rojizo y rojo claro. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravillas y gravas en contenidos de 30 a 40%, mientras que sobre la superficie están ausentes. La permeabilidad es moderadamente rápida a moderadamente lenta y el drenaje es bueno. Se le califica como superficial (40 a 45 cm).


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Profesional

Presenta reacción extremadamente ácida (pH: 4.30 a 4.48), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos. Los niveles de materia orgánica son altos a bajos (5.05 a 0.20%), de nitrógeno mineral son medios a bajos, de fósforo disponible son bajos (3.51 a 0.24 ppm), y de potasio disponible son altos a medios (342 a 187 ppm). La CIC efectiva es alta a media (17.20 a 13.64 meq/100 g), influenciado estos valores por la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes ácidos (aluminio e hidrógeno) muestran los mayores valores en el complejo arcillo-húmico (4.45 a 15.85 meq/100g). El PSB varía entre 7 y 49% de la CIC efectiva y la acidez cambiante entre 51 a 93%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química media a baja.

Consociación Los Aguanos (Lq)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-Ck-Cr, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre pie de montes y laderas de montaña, con pendientes de 4 a 25% y relieves moderadamente inclinados a moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente C y E.

Suelo Los Aguanos

Presentan textura arcillosa a arcillo arenosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo profundo (140 a 150 cm). Presenta colores pardo grisáceo muy oscuro, pardo, amarillo y pardo rojizo, y la consistencia es friable a firme. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravillas y guijarros en contenidos de 30 a 40%, mientras que sobre la superficie están ausentes.

Es de reacción neutra a moderadamente básica (pH: 7.33 a 7.95), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y contenidos bajos a altos de carbonatos (0.54 a 27.72%). Los niveles de materia orgánica (5.54 a 0.03%) y potasio disponible (273 a 71 ppm) son altos a bajos, de nitrógeno mineral son medios a bajos y de fósforo disponible son bajos (2.23 a 0.06 ppm). La CIC efectiva es muy alta a media (27.52 a 13.60 meq/100g), influenciado por el pH que favorece la manifestación de sus cargas y la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos saturan completamente el complejo arcillo-húmico encontrándose el calcio en concentraciones muy altas a medias (23.91 a 11.86 me/100g). El PSB es 100%

de la CIC efectiva. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele un suelo de fertilidad química media a baja.

Consociación La Marginal (LM)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C-R, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre pie de montes y colinas, con pendientes menores de 25% y relieves planos o casi a nivel a moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente A, C y D.

Suelo La Marginal

Presentan textura arcillosa a franco arcillosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo superficial (35 a 40 cm). Presenta colores pardos con tonos rojizos y rojizo oscuros, y la consistencia es friable a firme. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravillas en contenidos de 10 a 40%, mientras que sobre la superficie están ausentes.

Es de reacción neutra a moderadamente básica (pH: 7.09 a 8.20), con contenidos bajos de sales (CE: 0.73 a 3.95 dS/m) y bajos a altos de carbonatos (0.45 a 5.81%). Los niveles de materia orgánica son medios a bajos (3.26 a 0.13%), de nitrógeno mineral y fósforo disponible (5.03 a 0.57 ppm) son bajos, y de potasio disponible son altos a medios (374 a 105 ppm). La CIC efectiva es muy alta (53.28 a 40.80 meq/100g), influenciado por el pH que favorece la manifestación de sus cargas y la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos saturan completamente el complejo arcillo-húmico encontrándose el calcio en concentraciones muy altas (45.65 a 38.43 me/100g). El PSB es 100% de la CIC efectiva. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele un suelo de fertilidad química baja.

Consociación Colpaico (Cp)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-BA-B-C1-C2, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre lomadas con pendientes de 2 a 4% y relieves ligeramente inclinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente B.

Suelo Colpaico

Es de textura arcillosa; la estructura es granular en A, blocosa en B y sin estructura (masiva) en las capas C. La aireación media a baja, la retención de agua es alta a media, la consistencia es friable a muy firme y exhibe colores pardos con tonos muy oscuros, oscuros y rojizos. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravillas en contenidos de 10%, mientras que sobre la superficie están ausentes. La permeabilidad es moderadamente rápida a moderadamente lenta y el drenaje es bueno. Se le califica como profundo (140 a 150 cm).

Presenta reacción ligeramente básica a moderadamente básica (pH: 7.42 a 8.28), con contenidos bajos de sales (CE: 0.58 a 3.54 dS/m) y bajos a medios de carbonatos (0.27 a 3.31%). Los niveles de materia orgánica (2.63 a 0.61%) y fósforo disponible (8.28 a 0.39 ppm) son medios a bajos, de nitrógeno mineral son bajos, y de potasio disponible son altos a medios (540 a 102 ppm). La CIC efectiva es muy alta (35.52 a 41.12 meq/100 g), influenciado por el pH que favorece la manifestación de sus cargas y la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos saturan completamente el complejo arcillo-húmico encontrándose el calcio en concentraciones muy altas (29 a 31.99 meq/100g). El PSB es 100% de la CIC efectiva. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele un suelo de fertilidad química baja.

Consociación Andiviela (An)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-B-CB-C, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual y lacustre que se ubica sobre planicies, con pendientes menores de 2% y relieves planos o casi a nivel. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente A.

Suelo Andiviela

Presentan textura arcillosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo profundo (140 a 150 cm). Presenta colores pardos con tonos rojizos y rojizo oscuros, y la consistencia es friable a firme. Las partículas gruesas sobre superficie y dentro del perfil están ausentes.

Es de reacción neutra a ligeramente básica (pH: 7.24 a 7.83), no presentando problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y contenidos medios a altos de carbonatos (2.32 a 8.05%). Los niveles de materia orgánica son altos a bajos (4.52



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

a 0.33%), de nitrógeno mineral y fósforo disponible (10.53 a 5.62 ppm) son medios a bajos, y de potasio disponible son altos a medios (440 a 155 ppm). La CIC efectiva es muy alta a alta (27.20 a 18.72 meq/100g), influenciado por el pH que favorece la manifestación de sus cargas y la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos saturan completamente el complejo arcillo-húmico encontrándose el calcio en concentraciones muy altas a altas (23.19 a 16.01 meq/100g). El PSB es 100% de la CIC efectiva. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele un suelo de fertilidad química media a baja.

Consociación San Francisco (SF)

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-BA-Bw-C, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. En un suelo de origen residual que se ubica sobre planicies y colinas, con pendientes menores de 15% y relieves planos o casi a nivel a fuertemente inclinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fases por pendiente A, C y D.

Suelo San Francisco

Presentan textura arcillosa a franco arcillosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo profundo (140 a 150 cm). Presenta colores rojo oscuro, pardo rojizo oscuro, pardo rojizo y rojo, y la consistencia es friable a firme. Las partículas gruesas sobre superficie y dentro del perfil están ausentes.

Es de reacción neutra a ligeramente básica (pH: 7.23 a 7.71), no presentando problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y contenidos medios a altos de carbonatos (2.68 a 10.73%). Los niveles de materia orgánica (5.81 a 0.03%) y nitrógeno mineral son altos a bajos, de fósforo disponible son bajos (5.56 a 0.73 ppm), y de potasio disponible son altos a medios (560 a 147 ppm). La CIC efectiva es muy alta (26.56 a 24.64 meq/100g), influenciado por el pH que favorece la manifestación de sus cargas y la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos saturan completamente el complejo arcillo-húmico encontrándose el calcio en concentraciones muy altas (24.98 a 23.46 meq/100g). El PSB es 100% de la CIC efectiva. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele un suelo de fertilidad química media a baja.

Consociación Curva (Cu)

Ana Cordero
Socióloga
CSP: 3988

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CGP N° 299

WALTER J. HEATING'S VILLALBA
BOLOGNO
COLLEGE N° 640

Pertenece al subgrupo Fluventic Eutrudepts. Es de origen aluvial, epipedón óchrico y horizonte subsuperficial cálcico. Exhibe una secuencia de horizontes A-AC-Ck-C, ubicándose sobre planicie aluvial, con pendientes menores de 2% y relieves planos o casi a nivel. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) se encuentra en fase por pendiente A.

Suelo Curva

Es de textura arcillosa a franco arcillo arenosa, estructura granular en A y AC y sin estructura (masiva) en las capas C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es moderado. Es un suelo superficial (45 a 50 cm). Presenta colores negro, pardo y pardo pálido, y la consistencia es friable a firme. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravillas y gravas en contenidos de 10 a 50%, mientras que sobre la superficie están ausentes.

Es de reacción ligeramente básica a moderadamente básica (pH: 7.70 a 8.15), no presentando problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y contenidos medios a muy altos de carbonatos (1.34 a 17.44%). Los niveles de materia orgánica son medios a bajos (2.46 a 0.13%), de nitrógeno mineral y fósforo disponible (4.35 a 1.58 ppm) son bajos, y de potasio disponible son altos (530 a 246 ppm). La CIC efectiva es muy alta (24.48 a 33.6.0 meq/100g), influenciado por el pH que favorece la manifestación de sus cargas y la presencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos saturan completamente el complejo arcillo-húmico encontrándose el calcio en concentraciones muy altas a altas (25.69 a 19.80 meq/100g). El PSB es 100% de la CIC efectiva. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele un suelo de fertilidad química baja

Misceláneo Rio (MR)

Son unidades particularmente no edáficas. Está constituido por el cauce de ríos ubicados dentro del área de influencia del Proyecto.

B. Asociaciones

Asociación El Mirador - Ticuna (EM - Ti)

Conformada por suelos de las unidades El Mirador y Ticuna en una proporción de 70 y 30% respectivamente. Es de origen residual y se ubica sobre pie de montes, con pendientes de 4 a 8% y relieves moderadamente inclinados. En el mapa de



Ana Cusi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) está representado en fase por pendiente C.

Las características de los suelos El Mirador y Ticuna se describen a continuación.

Suelo El Mirador

Pertenece al subgrupo Typic Udorthents, exhibe una secuencia de capas A-C1-C2-R y epipedón ócrico. Presenta textura franco arenosa a arena franca, estructura granular en el horizonte A y grano simple (sin estructura) en las capas C, consistencia friable a suelta, aireación y capacidad retentiva de agua medias, mostrando colores negros, pardo grisáceo muy oscuros y pardo amarillento oscuros. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravillas y gravas en contenidos de 10 a 40%, mientras que sobre la superficie están ausentes. La permeabilidad es moderadamente rápida y el drenaje es bueno. Se le clasifica como un suelo moderadamente profundo (55 a 60 cm).

Es de reacción muy fuertemente ácida a extremadamente ácida (pH: 4.62 a 4.21), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los contenidos de materia orgánica son medios a bajos (2.53 a 0.40%), de nitrógeno mineral y fósforo disponible (3.77 a 1.58 ppm) son bajos, y de potasio disponible (267 a 110 ppm) son altos a medios. La CIC efectiva es muy baja (3.66 a 1.54 meq/100 g), debido al pH muy bajo que no permite la expresión de las cargas que aporta la fracción húmica. El calcio (1.96 a 0.48 meq/100 g) y el magnesio (1.05 a 0.47 meq/100 g) con niveles muy bajos, se encuentran saturando la mayor parte de las cargas eléctricas en el complejo arcillo - húmico. El PSB varía entre 67 a 80% de la CIC efectiva y la acidez cambiante es de 20 a 33%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química baja.

Suelo Ticuna

Pertenece al subgrupo Typic Dystrudepts, exhibe una secuencia de horizontes A-Bw-C, presenta epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. Presentan textura franca, franco arcillosa y franco arcillo arenosa, con estructura granular en A, de bloques en B y masiva (sin estructura) en C. La aireación es media a baja, la capacidad retentiva de agua media a alta y el drenaje es bueno. Es un suelo profundo (140 a 150 cm). Presenta colores pardo oscuro y rojo amarillento, y la consistencia es friable a suelta. Los fragmentos gruesos en el perfil son del tamaño de gravas en contenidos de 40%, mientras que sobre la superficie están ausentes.

Es de reacción fuertemente ácida a extremadamente ácida (pH: 5.40 a 4.42), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica son medios a bajos (2.73 a 0.20%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (1.08 a 0.07 ppm) son bajos, y de potasio disponible son medios (101 a 188 ppm). La CIC efectiva es baja a muy baja (5.45 a 4.46 meq/100g), encontrándose los valores más altos en las capas que exhiben mayor contenido orgánico. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio contenidos muy bajos (3.40 a 0.80 meq/100g). El rango del PSB varía entre 22 a 56% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 44 a 78%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química baja.

Asociación San Antonio - San Miguel II (Sa - SM)

Conformada por suelos de las unidades San Antonio y San Miguel II en una proporción de 60 y 40% respectivamente. Es de origen residual y coluvial y se ubica sobre colinas con pendientes de 15 a 25% y relieves moderadamente empinados. En el mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08) está representado en fase por pendiente E.

Las características del suelo San Miguel II se describen a continuación. El suelo San Antonio se describió líneas arriba.

Suelo San Miguel II

Pertenece al subgrupo Lithic Udorthents, exhibe una secuencia de capas A-C-Cr y epipedón ócrico. Es de textura franca y franco arenosa, y muestra colores pardos y rojos con tonos oscuros y muy oscuros. La estructura es granular en A y es grano simple (sin estructura) en C; la consistencia es friable a suelta, presenta aireación y capacidad retentiva de agua media. La pedregosidad superficial está ausente, apreciándose en el perfil gravas en proporciones entre 30 y 40%. Presenta permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Es un suelo calificado como superficial con una profundidad efectiva de 35 a 40 cm debido a la cercanía de la roca.

Es de reacción moderadamente básica (pH: 8.0 a 8.05), sin problemas de sales (CE, menor de 2 dS/m) y con niveles altos de carbonatos (9.39%). Los niveles de materia orgánica (0.93 a 0.20%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (1.58 a 0.99 ppm) son bajos, y de potasio disponible son altos a medios (259 a 153 ppm). La CIC efectiva es muy alta (34.40 a 35.68 meq/100 g), siendo alto por el pH que favorece la



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARCOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INSTITUTO TECNOLÓGICO
COLEGIO PROFESOR

manifestación de sus cargas. El complejo de cambio se halla saturado completamente por cationes básicos, dominando el calcio, encontrándose en concentraciones muy altas (28.31 a 28.59 meq/100g). El PSB es 100% de la CIC efectiva. No existen problemas de sodicidad (PSI, menor de 15), y su fertilidad química es baja.

C. Otras Unidades

Corresponde a las áreas donde se ubican las poblaciones, lagunas o humedales que se encuentran dentro del área de estudio.

4.1.2.3.3 Capacidad de uso mayor de tierras

La capacidad de uso mayor de la tierra o potencial edáfico puede definirse como la aptitud natural del suelo para la producción de cultivos, pecuaria, forestal o protección (sin uso productivo), bajo tratamientos continuos y usos específicos.

Los procedimientos seguidos para la interpretación del potencial edáfico se ciñen a los lineamientos especificados en el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor del Ministerio de Agricultura (D.S. N° 005-2022-MIDAGRI).

De acuerdo con el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (D.S. N° 005-2022-MIDAGRI), la tierra es el espacio geográfico conformado por los componentes: clima (zonas de vida), suelo, relieve y la presencia o ausencia de cobertura vegetal (bosques) y los resultados de la actividad humana presente y pasada. Así mismo, en dicho reglamento se indica que las unidades de tierras son la extensión de tierra con ubicación geográfica y límites definidos, sobre la cual las condiciones ecológicas son homogéneas. En la práctica, una unidad de tierra equivale a la interpretación de una unidad cartográfica de suelo.

El sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor que establece dicho reglamento es un ordenamiento sistémico, técnico-interpretativo cuyo único objetivo es asignar a cada unidad de tierra su uso y manejo más apropiado con el fin de promover y difundir el uso racional y continuado de las tierras para conseguir el óptimo beneficio social, económico y ambiental, en el marco de los principios del desarrollo sostenible, evitando la degradación de los ecosistemas.

A continuación, se presenta las categorías de capacidad de uso mayor de la tierra identificadas en el área de estudio, las mismas que se visualizan en el mapa de capacidad de uso mayor de tierras (Mapa LBF-BETA-CUM-09) elaborado a escala 1:25 000.

Anexo 4.1.10 Mapa Capacidad de Uso Mayor (LBF-BETA-CUM-09)
Tabla 4.1-18: Esquema de clasificación de tierras según el D.S. N° 005-2022-MIDAGRI

Grupos de Uso Mayor	Clase	Sub clase
Tierras aptas para cultivos en limpio (A)	Alta (A1)	No hay limitaciones A partir de la clase A2 hasta la clase F3, presentan una o más de las siguientes limitaciones o condiciones especiales: suelo (s) sales (l) topografía-erosión (e) drenaje (w) inundación (i) clima (c) uso temporal (t) terraceo o andenería (a) riego permanente o suplementario (r)
	Media (A2)	
	Baja (A3)	
Tierras aptas para cultivos permanentes (C)	Alta (C1)	
	Media (C2)	
	Baja (C3)	
Tierras aptas para pastos (P)	Alta (P1)	
	Media (P2)	
	Baja (P3)	
Tierras de aptitud Forestal (F)	Alta (F1)	
	Media (F2)	
	Baja (F3)	
Tierras de Protección (X)	---	---

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.3.3.1 Sistema de clasificación de tierras

El sistema de clasificación de tierras por Capacidad de uso mayor que se presenta está conformado por tres categorías de agrupamiento de suelo. Estas categorías serán desarrolladas más adelante expresadas en las unidades de tierras en el área de estudio. En este ítem se explicará las características más importantes de cada grupo, clase y subclase de una unidad de tierra relacionando lo con las unidades edáficas del mapa de clasificación de suelos (LBF-BETA-SUE-08)

A. Grupo de Capacidad de uso mayor

El grupo de Capacidad de uso mayor es determinado mediante el uso de las claves de las zonas de vida, en correlación con las características edáficas más relevantes para la zonificación agroecológica de un territorio. Esta categoría representa la más alta abstracción del Sistema, agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso, es decir, tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible de tierras aptas para cultivos en limpio (A), tierras aptas para cultivos permanentes (C), tierras aptas para pastos (P), tierras aptas para producción forestal (F) y tierras de protección (X). Asimismo, las tierras de una calidad superior, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, por ejemplo, en el caso de tierras para cultivos en limpio, pueden también ser usadas para cultivos permanentes, pastos, producción forestal y

protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

B. Clase de Capacidad de uso mayor

Es el segundo nivel categórico del Sistema de Clasificación de Tierras, reúne a unidades de suelo tierra según su Calidad Agrologica dentro de cada grupo. Un grupo de Capacidad de Uso Mayor (CUM) reúne numerosas clases de suelos que presentan una misma aptitud o vocación de uso general, pero, que no tienen una misma calidad agrológica ni las mismas limitaciones, por consiguiente, requiere de prácticas de manejo específicas de diferente grado de intensidad.

La calidad agrologica viene a ser la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas, dominantes y representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas de manejo. De esta forma, se han establecido tres (03) clases de calidad agrologica: alta (1), media (2) y baja (3).

C. Subclase de Capacidad de uso mayor

Constituye la tercera categoría del Sistema de Clasificación de Tierras, establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. La subclase de Capacidad de uso agrupa tierras de acuerdo al tipo de limitación o problema de uso. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia o condiciones más relevantes como causal de la limitación del uso de las tierras.

En el sistema elaborado, han sido reconocidos seis tipos de limitación fundamentales que caracterizan a las subclases de Capacidad: Limitación por suelo (Símbolo “s”), limitación de sales (Símbolo “l”), limitación por topografía- riesgo de erosión (Símbolo “e”), limitación por drenaje (Símbolo “w”), limitación por riesgo de inundación (Símbolo “i”), limitación por clima, (Símbolo “c”). En el sistema también se reconocen tres condiciones especiales que caracterizan la subclase de Capacidad: Uso Temporal, (Símbolo “t”), Terraceo o andenería, (Símbolo “a”), Riego permanente o suplementario. (Símbolo “r”).

4.1.2.3.3.2 Unidades de Clasificación de Uso Mayor De Tierras

A continuación, se muestran las subclases de tierras por su Capacidad de Uso mayor y su correlación con las unidades edáficas y misceláneas desarrolladas en el capítulo de suelos.

Capacidad de Uso Mayor de Tierras			Descripción	Área (ha)	Porcentaje (%)
Grupo	Clase	Subclase			
Tierras aptas para Cultivos en Limpio (A)	A3	A3s	Tierras aptas para Cultivos en Limpio (A) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo.	1779.6	11.3%
Tierras aptas para Cultivos Permanentes (C)	C2	C2s	Tierras aptas para Cultivos Permanentes (C) de calidad agrológica media con limitaciones por suelo.	85.9	0.5%
	C3	C3s	Tierras aptas para Cultivos Permanentes (C) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo.	271.2	1.7%
		C3se	Tierras aptas para Cultivos Permanentes (C) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y erosión-pendiente.	474.5	3.0%
Tierras aptas para Pastos (P)	P2	P2s	Tierras aptas para Pastos (P) de calidad agrológica media con limitaciones por suelo.	132.2	0.8%
	P3	P3s	Tierras aptas para Pastos (P) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo.	323.4	2.1%
		P3se	Tierras aptas para Pastos (P) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y erosión-pendiente.	171.7	1.1%
Tierras aptas para producción Forestal (F)	F2	F2se	Tierras aptas para producción Forestal (F) de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y erosión-pendiente.	2418.2	15.4%
	F3	F3s	Tierras aptas para producción Forestal (F) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo.	48.5	0.3%
		F3se	Tierras aptas para producción Forestal (F) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y erosión-pendiente	8491.8	54.1%
Tierras de Protección (X)	X	Xse	Tierras de Protección (X) con limitaciones por suelo y erosión-pendiente.	1033.9	6.6%
	x1	-	Misceláneo Rio	128.1	0.8%
	X*	-	Poblados	37.0	0.2%
	X**	-	Laguna	39.7	0.3%
F3se-Xse			Asociación de Tierras aptas para producción Forestal (F) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y erosión-pendiente; y Tierras de Protección (X) con limitaciones por suelo y erosión – pendiente	264.2	1.7%
TOTAL				15700.0	100.0%

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD DE USO MAYOR

A. Tierras aptas para Cultivos en Limpio (A)

Reúnen condiciones ecológicas que permiten la remoción periódica y continua del suelo para el sembrío de plantas herbáceas y semiarbustivas de corto período vegetativo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras por su alta calidad agrológica, podrán dedicarse a otros fines (cultivos permanentes, pastoreo, producción forestal y protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo en limpio. Se reconoció una clase: tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja (A3).

- a. **Clase A3:** Agrupa a tierras de baja calidad, con fuertes limitaciones de orden edáfico, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requieren de prácticas muy intensas y a veces especiales, de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

- i. **Subclase A3s:** se encuentra sobre planicies y pie de montes con relieves planos a moderadamente inclinados y pendientes menores de 8%. Presenta limitación únicamente por suelo (profundidad efectiva y fertilidad baja). Agrupa a los suelos Curva, La Marginal, Torres, Andiviela y San Francisco en fase A, San Mateo y Maceda en fase B, y la asociación El Mirador – Ticuna en fase C.

Recomendaciones de especies; de acuerdo a las condiciones edáficas y climáticas se recomienda cultivos como: arroz, maní, maíz, yuca, plátano, hortalizas, cucurbitáceas, entre otras.


Ana Cusi Fernandéz
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259


Jhonatan Villalva
Biólogo
Colegio Profesional

Ilustración 4.1-40 Tierras para Cultivos en Limpio (A) de la subclase A3s



Fuente: Estudio de suelos, 2024

B. Tierras aptas para Cultivos Permanentes (C)

Son aquellas cuyas condiciones ecológicas no son adecuadas a la remoción periódica (no arables) y continuada del suelo, pero que permiten la implantación de cultivos perennes, sean herbáceos, arbustivos o arbóreos (frutales), así como forrajes, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo ni la alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse a otros fines (pastos, producción forestal y protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo permanente. Se identificaron dos clases: tierras aptas para Cultivos Permanentes de calidad agrológica media (C2) y baja (C3).

- a. **Clase C2:** Son tierras de calidad agrológica media. Son apropiadas para la producción de cultivos permanentes (frutales) requiriendo de un manejo agronómico moderado para este fin. Se identificó la subclase C2s.
- **Subclase C2s:** comprende al suelo Indañe en fase por pendiente A, se ubica sobre planicies de relieves planos o casi a nivel (pendientes mejores de 2%). Presenta limitaciones únicamente por suelo (fertilidad baja y gravosidad).

Lineamientos de uso; en estas tierras es necesario realizar un manejo adecuado de suelos de tal forma que se logre niveles óptimos de productividad. Como practicas inmediatas y continuas deberá aplicarse abonos orgánicos que a mediano y largo plazo permitirán mejorar las condiciones físicas como la fertilidad del suelo, esto se puede realizar a través de la incorporación de rastrojos, abonos verdes, abono de lombriz, estiércol, entre otros.

Recomendaciones de especies: los cultivos permanentes más apropiados son: piña, guanábana, cítricos, papaya, maracuyá, entre otros.

Ilustración 4.1-41 Tierras para Cultivos Permanentes (C) de la Subclase C2s



Fuente: Estudio de suelos, 2024

- b. **Clase C3:** son tierras de calidad agrológica baja. Son apropiadas para la producción de cultivos permanentes (frutales) requiriendo de un manejo agronómico adecuado para este fin. Se identificaron las subclases: C3s y C3se.
- **Subclase C3s:** comprende al suelo Colpaico en fase por pendiente B y a los suelos San Miguel I y Chimban en fase por pendiente C. Se ubica sobre lomadas y pie de montes de relieves ligeramente inclinados y moderadamente inclinados. Presenta únicamente limitaciones por suelo (textura fina y fertilidad baja). Lineamientos de uso; en estas tierras es necesario aplicar abonos orgánicos para mejorar las características físicas y fertilidad del suelo, a través de la incorporación de rastrojo de leguminosas, abono de lombriz, estiércol, entre otros. Recomendaciones de especies: los cultivos permanentes más apropiados son: piña, cítricos, caña de azúcar, papaya, palma aceitera, casho, plátano, maracuyá, cocona, entre otras.

Ilustración 4.1-42 Tierras para Cultivos Permanentes (C) de la subclase C3s



Fuente: Estudio de suelos, 2024

- **Subclase C3se:** se encuentra sobre colinas con relieves fuertemente inclinados y pendientes de 8 a 15%. Presenta limitación por suelo (textura moderadamente fina y fertilidad media) y erosión-pendiente. Agrupa a los suelos Somos Libres y Torochapana en fase por pendiente D.

Lineamientos de uso; se recomienda la incorporación balanceada de abonos orgánicos, como estiércol o guano de corral y/o fertilizantes sintéticos alrededor de la proyección de copa, de acuerdo a las necesidades del cultivo a instalarse, preferentemente fertilizantes de reacción neutra o alcalina. Para atenuar los riesgos de erosión por efecto de la labranza y la pendiente, se recomienda implantar los cultivos de acuerdo a la técnica del "tresbolillo", en curvas a nivel o surcos en contorno; se recomienda que la zona de proyección de la copa de los árboles debe estar cubierta con rastrojos vegetales o una capa de "mulch", que atenúe el efecto directo de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo. Las áreas libres entre plantones pueden ser recubiertas de pastos, principalmente de leguminosas.

Recomendaciones de especies: los cultivos permanentes más apropiados son: piña, cítricos, caña de azúcar, papaya, palma aceitera, casho, plátano, maracuyá, cocona, entre otras.

Ana Cordero
Socióloga
CSP: 3988

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CGP N° 299


 UNIVERSITY OF ILLINOIS
 LIBRARY
 501 S. MATHAMON AVENUE
 CHAMPAIGN, ILL. 61821-5100
 TEL: 217/244-2400
 FAX: 217/244-2400
 WWW: WWW.ILLINOIS.EDU

Ilustración 4.1-43 Tierras aptas para Cultivos Permanentes (C) de la subclase C3se



Fuente: Estudio de suelos, 2024

C. Tierras aptas para Pastos (P)

Incluye las tierras que no reúnen las características edáficas ni ecológicas mínimas para cultivos en limpio o permanentes, pero que permiten su uso continuo o temporal para el pastoreo de tipo extensivo, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Se identificaron dos clases: tierras aptas para Pastos de calidad agrológica media (P2) y baja (P3).

- a. **Clase P2:** son tierras de calidad agrológica media. Presentan ciertas deficiencias o limitaciones para la producción de pastos. Requieren de la aplicación de prácticas moderadas para la producción de pastizales que permitan el desarrollo de una ganadería económicamente rentable. Se identificó la subclase P2s.

- **Subclase P2s:** se encuentra sobre colinas y pie de montes con relieves moderadamente inclinados y pendientes de 4 a 8%. Presenta limitación por suelo (textura fina y fertilidad media), y erosión-pendiente. Agrupa a los suelos Los Aguanos y San Francisco en fase por pendiente C.

Lineamientos de uso; Las tierras de esta categoría son adecuadas para el establecimiento de ganadería semi-estabulada en basa a la alimentación de pastos naturales. Es conveniente realizar cercos o potreros para una rotación adecuada de pastoreo. Se debe evitar la sobre utilización y el sobrepastoreo para prevenir la erosión y compactación del suelo por pisoteo del ganado.

Recomendaciones de especies: las especies que se pueden recomendar para estos suelos serían principalmente gramíneas como: brachiaria, yaragua,

pasto elefante, torurco, pangola; y leguminosas como stilosantes, centrocema, kudsú, etc.

Ilustración 4.1-44 Tierras aptas para Pastoreo (P) de la subclase P2s



Fuente: Estudio de suelos, 2024

- b. **Clase P3:** Son tierras de calidad agrológica baja. Pueden ser apropiadas, pero en forma limitada, para el desarrollo de pasturas, requiriendo para ello de prácticas muy intensas para la producción de pastizales que permitan el desarrollo de una ganadería económicamente rentable. Se identificaron las subclases: P3s y P3se.
- **Subclase P3s:** se localiza sobre planicies y pie de montes con relieves planos a moderadamente inclinados y pendientes menores de 8%. Agrupa a los suelos Polvoraico en fase A, Franja y Indañe en fase B, y San Antonio y La Marginal en fase C. Presenta limitaciones únicamente por suelo (profundidad efectiva, gravosidad y fertilidad baja).
- Lineamientos de uso; las tierras de esta categoría también son adecuadas para el establecimiento de ganadería semi-estabulada, basada en la alimentación de pastos naturales. Es conveniente realizar cercos o potreros para una rotación adecuada de pastoreo. Se debe evitar la sobre utilización y el sobrepastoreo para prevenir la erosión y compactación del suelo por pisoteo del ganado.
- Recomendaciones de especies: las especies que se pueden recomendar para estos suelos serían principalmente gramíneas como: brachiaria, yaragua, pasto elefante, torurco, pangola; y leguminosas como stilosantes, centrocema, kudusú, etc.

Ilustración 4.1-45 Tierras aptas para Pastoreo (P) de la subclase P3s



Fuente: Estudio de suelos, 2024

- **Subclase P3se:** se localiza sobre laderas de montaña, con relieves fuertemente inclinados y pendientes entre 8 y 15%. Incluye al suelo San Antonio en fase por pendiente D. Presenta limitaciones únicamente por suelo (gravosidad y fertilidad baja).

Lineamientos de uso; para evitar la degradación de las pasturas se recomienda la aplicación de prácticas de manejo adecuadas de pastos, que eviten o minimicen la erosión hídrica de los suelos, compactación de suelos, dichos impactos pueden ser acelerados por efectos del sobrepastoreo y/o sobrecarga animal. Se debe evitar el sobrepastoreo mediante pastoreo controlado, dotación de adecuada carga animal, rotación de potreros para no causar la destrucción de la cobertura forrajera; y tiempo adecuado de pastoreo, que permitan la regeneración de las pasturas, con esta práctica se puede incrementar y recuperar la producción forrajera para abastecer en forma continua la alimentación animal.

Recomendaciones de especies: las especies que se pueden recomendar para estos suelos serían principalmente gramíneas como: brachiaria, yaragua, pasto elefante, torurco, pangola; y leguminosas como stilosantes, centrocema, kudsú, etc.


Ana Cusi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio P. 15/40

Ilustración 4.1-46 Tierras aptas para Pastoreo (P) de la subclase P3se


Fuente: Estudio de suelos, 2024

D. Tierras aptas para Producción Forestal (F)

Son tierras que no poseen las condiciones edáficas ni ecológicas mínimas para soportar cultivos agrícolas ni el pastoreo, pero permiten su uso para la producción de maderas y otros productos forestales, siempre que sean manejadas en forma técnica para no afectar la capacidad productiva del recurso suelo y estar en armonía con el régimen hidrológico de la cuenca. Se identificó una clase: tierras aptas para Producción Forestal de calidad agrológica media (F2) y baja (F3).

- a. **Clase F2:** Agrupa las tierras que presentan restricciones o deficiencias moderadas de orden topográfico, drenaje o inundabilidad para la producción del recurso forestal. Exigen prácticas moderadas de manejo del bosque. Se identificó la subclase F2se.
 - o **Subclase F2se:** se localiza sobre colinas y laderas de montaña, con relieves fuertemente inclinados a moderadamente empinados y pendientes entre 8 y 25%. Incluye a los suelos San Francisco en fase D y Los Aguanos en fase E. Presenta limitaciones por suelo (gravosidad y fertilidad baja) y erosión-pendiente.

Lineamientos de uso; el aprovechamiento racional de las especies económicas debe ser planificado en base a estudios de mayor detalle de la biomasa forestal y su relación con los servicios ambientales que pueda brindar. Este conocimiento podría ser el único camino para llegar a la estructuración de un plan racional de uso, manejo y conservación del



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259



J. Sebastián Villalva
Biólogo
CSP N° 19540

recurso forestal. Uno de los aspectos básicos que debe ser contemplado es el conocimiento del manejo silvicultural de las especies aprovechables a fin de mantener y asegurar una producción continua de madera y servicios ambientales.

Recomendaciones de especies: las especies que se pueden recomendar para estos suelos serían principalmente gramíneas como: brachiaria, yaragua, pasto elefante, torurco, pangola; y leguminosas como stilosantes, centrocema, kudsú, etc.

Ilustración 4.1-47 Tierras para producción Forestal (F) de la subclase F2se



Fuente: Estudio de suelos, 2024

- b. **Clase F3:** Esta clase incluye las tierras de inferior calidad agrológica para producción forestal por presentar deficiencias severas principalmente de orden topográfico, requiriendo de prácticas cuidadosas en la manipulación del bosque en prevención del deterioro ambiental. Se identificaron las subclases F3s y F3se.
- **Subclase F3s:** comprende al suelo Camino en fase C, se ubica sobre pie de montes de relieves moderadamente inclinados (pendientes de 4 a 8%). Presenta limitaciones por suelo (profundidad efectiva y fertilidad media)

Lineamientos de uso; el uso de estas tierras para la producción forestal, en forma económicamente rentable, requiere de prácticas más intensas de manejo y conservación de suelos, a través de la forestación y/o reforestación con especies forestales industriales o medicinales, preferentemente nativa o exótica adaptadas a las condiciones de la zona. Por tal razón, la


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


MINISTERIO AGRICULTURA
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

forestación constituye una práctica fundamental que debe ser ejecutada en forma permanente para la conservación y uso racional de los suelos, además de crear una fuente de producción permanente de madera para diversos usos, que significará un ingreso económico seguro para el productor local.

Ilustración 4.1-48 Tierras para producción Forestal (F) de la subclase F3s



Fuente: Estudio de suelos, 2024

- **Subclase F3se:** se encuentra sobre colinas y laderas de montaña, presentando limitaciones por suelo y erosión – pendiente. Las limitaciones por suelo son entre otra profundidad efectiva, gravosidad y fertilidad media a baja. Incluye a los suelos La Marginal, Tabalosos y California en fase por pendiente D; a los suelos El Milagro, California, Chimban, Tabalosos, Jerillo, Ochame, Dos Hermanas, El Triunfo, San Antonio, Lodge, El Progreso, Torochapana, Somos Libres y Lahuarpia en fase por pendiente E; a los suelos Naranjos, Dos Hermanas, Chimban, Torochapana, El Progreso, Ochame y Puente Nuevo, Lodge en fase F; finalmente al suelo San Antonio en fase E en asociación con Xse (suelo San Miguel II).

Lineamientos de uso; el uso de estas tierras para la producción forestal, en forma económicamente rentable, requiere de prácticas más intensas de manejo y conservación de suelos, a través de la forestación y/o reforestación con especies forestales industriales o medicinales, preferentemente nativa o exótica adaptadas a las condiciones de la zona. Por tal razón, la forestación constituye una práctica fundamental que debe ser ejecutada en forma permanente para la conservación y uso racional de los suelos.

además de crear una fuente de producción permanente de madera para diversos usos, que significará un ingreso económico seguro para el productor local.

Debido a su relieve accidentado de estas tierras, la explotación del bosque se torna un tanto difícil por lo que se hace necesario el empleo de un método de explotación y de manejo forestal coherentes con la realidad física del medio, tratando de evitar la deforestación, que podría provocar la pérdida de suelos por erosión.

Ilustración 4.1-49 Tierras para producción Forestal (F) de la subclase F3se



Fuente: Estudio de suelos, 2024

E. Tierras de Protección (X)

Son aquellas tierras que debido a sus severas limitaciones no permiten establecer en ellas actividades agrícolas, pecuarias o forestales. Abarca a las llamadas Áreas Misceláneas (unidades no edáficas), mostrando limitaciones por fuertes pendientes, así como por la presencia de suelos muy superficiales y con alta gravosidad, encontrándose sobre las laderas; también incluye a los afloramientos líticos (Misceláneo Roca).

Si bien este grupo no presenta clase ni subclase, con fines de explicación en la Tabla 4-2 del estudio de suelos se señalan las razones que determinaron incluir a los mencionados suelos como Tierras de Protección.

- a. **Subclase Xse:** se ubica sobre colinas y laderas de montaña de relieves muy empinados a extremadamente empinados. Presenta limitaciones por suelo (profundidad efectiva) y erosión – pendiente. Comprende al suelo San Miguel II en fase E en asociación con F3se (suelo San Antonio).

Ilustración 4.1-50 Tierras de Protección (Xse)



Fuente: Estudio de suelos, 2024

F. **X1**: constituido por el cauce de ríos ubicados dentro del área de influencia del Proyecto.

Ilustración 4.1-51 Cauce del río Mayo



Fuente: Estudio de suelos, 2024

G. **X***: constituido por áreas donde se ubican las poblaciones.

Ilustración 4.1-52 Centro poblado



Fuente: Estudio de suelos, 2024

H. **X****: Áreas donde se lagunas o humedales que se encuentran dentro del área de estudio.

Ilustración 4.1-53 Laguna totorillayco



Fuente: INERO S.A.C, 2024


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


M. J. SANTIAGO VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP R15640

4.1.2.3.4 Uso actual de tierras

El Uso Actual de la Tierra comprende la identificación de la forma en que es aprovechado el suelo en relación con el medio en que se desarrolla. Su evaluación se realiza con la finalidad de establecer proyectos integrales para el desarrollo local

En esta sección se evalúa las formas de uso de la tierra que se presentan en el área de estudio del Proyecto “Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”. Las altitudes en el área de estudio del Proyecto varían desde los 760 hasta los 1 400 msnm, sobre un relieve de llanuras y elevaciones propias de colinas y montañas, con pendientes llanas (en ciertos tramos) e inclinadas, y con abundante cobertura vegetal debido a las condiciones climáticas, el factor de precipitación y temperatura. Estos suelos, conforman la Faja Subandina y parte de la llanura amazónica.

La clasificación del uso de la tierra se ha realizado tomando como referencia las especificaciones del sistema de clasificación de la Unión Geográfica Internacional (UGI), adaptada a la configuración geográfica del área. Es decir, que, de las campañas de investigación y recopilación de información en campo, se agregaron subcategorías de uso actual de suelo, de tal forma que la información plasmada se ajuste a la realidad del Proyecto. Con dicha adaptación, han identificado cinco (06) categorías y (11) subcategorías.

La delimitación de las unidades se realizó mediante la interpretación de imágenes de satélite del *Google Earth* e imágenes LIDAR y con una verificación en campo realizada en marzo del 2024.

A partir de esta información, se generó un mapa de uso actual de la tierra (Mapa LBF-BETA-UAT-10) a escala 1:25 000.

Anexo 4.1.11 Mapa de Uso actual de la tierra (LBF-BETA-UAT-10)

Tabla 4.1-20: Grandes grupos de Uso Actual de la Tierra

Categoría	Categorías según UGI	Subcategorías
Categoría 1	Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas	<ul style="list-style-type: none"> Centros poblados Instalaciones gubernamentales privadas
Categoría 2	Terrenos con hortalizas	<ul style="list-style-type: none"> Terrenos con cultivos de hortalizas
Categoría 3	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	<ul style="list-style-type: none"> Terrenos con cultivos frutales
Categoría 4	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Terrenos con vegetación cultivada
Categoría 5	Áreas de praderas mejoradas permanentes	<ul style="list-style-type: none"> Terrenos con pastos introducidos
Categoría 6	Áreas de praderas naturales	<ul style="list-style-type: none"> Terrenos con praderas naturales
Categoría 7	Terrenos con bosques	<ul style="list-style-type: none"> Terrenos con bosques; bosques húmedos y matorrales
Categoría 8	Terrenos hidromórficos: pantanos, ciénagas, bofedales.	<ul style="list-style-type: none"> Terrenos mal drenados

Categoría	Categorías según UGI	Subcategorías
Categoría 9	Terrenos sin Uso y/o Improductivos	Tierras sin uso y/o improductivos

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Es importante señalar que, la determinación de las categorías de clasificación de uso actual del terreno, fue basada en los resultados que se obtuvieron de la aplicación de técnicas específicas de sensoramiento remoto basado en la clasificación supervisada de imágenes satelitales, el mapa de coberturas vegetales, visitas y trabajos de reconocimiento en campo. Del análisis final se establecieron las siguientes categorías:

Tabla 4.1-21: Uso Actual de la Tierra en el área de influencia del Proyecto

Categoría	Nombre de categoría	Unidad de uso Actual del Terreno	Símbolo	Área (ha)	Porcentaje
Categoría 1	Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas	Centros Poblados	Cp	274.3	1.7%
		Instalaciones gubernamentales y privadas	Igp	13.7	0.1%
Categoría 3	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Cultivos Diversos	Cd	8837.3	56.3%
Categoría 4	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Ca	2067.8	13.2%
		Cultivos Agrícolas y Pastizales	Cap	374.7	2.4%
Categoría 6	Pastizales	Terrenos con praderas naturales	Tpn	828.1	5.3%
Categoría 7	Terrenos con bosques	Bosque Basimontano	Bba	1326.4	8.4%
		Bosques Secundarios	Bse	1867.3	11.9%
Categoría 9	Terrenos sin Uso y/o Improductivos	Río	R	47.8	0.3%
		Lagunas	La	33.4	0.2%
		Áreas en Desuso	Ad	29.5	0.2%
TOTAL				15700.0	100.0%

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.3.4.1 Categoría 1: Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas

Las áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas, clasificadas bajo la categoría de Centros Poblados, comprenden zonas dedicadas a la residencia, se caracterizan por la presencia d de viviendas, infraestructura vial y equipamientos urbanos.

- **Centros Poblados**

Las zonas identificadas como centros poblados se encuentran distribuidas en varias ubicaciones a lo largo del área de estudio.

A continuación, se presenta aquellos centros poblados donde se observa presencia antrópica, o emplazamiento más consolidado.

En la Línea de Transmisión LT 220 kV:

- Al Norte de la torre T1_C1: Centro Poblado de Indañe
- Al Este de la torre T8: Centro Poblado Las Brisas
- Al Noroeste de la torre T32: Centro Poblado Delicias de Gera
- Al Oeste y Este de la torre T35: Se presentan los Centros Poblados Alto Jerillo y Jerillo.
- Al Norte de la torre T99: Centro Poblado Pueblo Nuevo
- Al Este de las torres T117 y T120: Centro Poblado Tabalosos
- Al Noreste de la torre T137: Centro Poblado San Miguel del Río Mayo
- Al Sureste de la torre T156: Centro Poblado Santa Ana del Río Mayo
- Al Sur de la torre T161: Centro Poblado Huimba Muyuna

En zona de variante L-1018:

- Al Norte de la torre T1: Villa San César

En zona de variante L-1017

- Al Este de la torre T21: Centro Poblado Polvoriaco
- Al Este de la torre T1-V13BV-LineaExistente: Centro Poblado San Martín de Cumbaza.

Estos centros (áreas de emplazamiento) se extienden a lo largo de las vías principales y accesos vecinales (vías afirmadas y carrozables), facilitando la conexión entre áreas rurales y de producción agrícola. El relieve en estas áreas es predominantemente plano a ligeramente ondulado facilitando la construcción de viviendas, centros de comercio y otras instalaciones privadas.

En la siguiente imagen se muestra una calle en dirección centro poblado Las Brisas. Se presentan viviendas alrededor de abundante vegetación.


Ana Cusi Fernandéz
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


J. SANTOS VILLALBA
BIOLOGO
CSP N° 17540

Ilustración 4.1-54: Centro Poblado Las Brisas



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

- **Instalaciones gubernamentales y privadas**

La Subestación Fernando Belaunde Terry, ubicada en el distrito de Moyobamba sobre los 890 m.s.n.m, corresponde a un centro de transformación de energía de 220 kV que forma parte del proyecto "Línea de Transmisión Carhuaquero-Cajamarca Norte-Cáclic-Moyobamba en 220 kV", se encuentra operativa desde el 2017, por Redinter S.A (Redeia).

Se encuentra cerca de las torres T2_C1 y T1_C2. El relieve de la zona donde se encuentra la subestación es predominantemente plano. En la siguiente imagen observa la puerta de ingreso de la subestación rodeada por un muro de ladrillo y cuyo interior se encuentran torres de transmisión. En esta categoría también se incluye la faja de servidumbre de las líneas de transmisión.


Ana Cusi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


MIRTHA SANCHEZ VILLALBA
BIOLOGO
CSP N° 11540

Ilustración 4.1-55: Subestación Fernando Belaunde Terry



Fuente: INERCO

La Central Hidroeléctrica GERA, se encuentra en operatividad desde 1997 a cargo de Electro Oriente S.A, su potencia instalada es de 2 MW y cuya actividad principal es la generación de energía eléctrica para los distritos de Moyobamba y Jepelacio. Está ubicada en el Km. 506 carretera Fernando Belaunde Terry, y emplazada sobre los 900 m.s.n.m. en la cuenca hidrográfica del río Gera, distrito de Jepelacio.

Se encuentra dentro del área de estudio del Proyecto al Este de la torre T32.

Ilustración 4.1-56: Central Hidroeléctrica Gera



Fuente: INERCO S.A.C, 2024.

4.1.2.3.4.2 Categoría 3: Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes

- **Cultivos Diversos (Cd)**

Estos terrenos se encuentran ubicados en las colinas, laderas de montaña y áreas onduladas. En estas zonas se cultivan principalmente cítricos, café y plátanos. Las limitaciones incluyen pendiente, suelos y clima, requiriendo prácticas agrícolas específicas para optimizar la producción. En esta categoría se incluyen sectores de bosques secundarios de forma aleatoria.

En la siguiente imagen se observa cultivos de café y otros frutales en diferentes etapas de crecimiento. La dirección de la imagen es hacia el sur de la CP Las Brisas.

Ilustración 4.1-57: Cultivos Diversos



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.3.4.3 Categoría 4: Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)

- **Cultivos Agrícolas (Ca)**

Estos terrenos se encuentran al sureste del área de estudio, principalmente entre el tramo de las torres T172 y T39, cerca del área de emplazamiento de la nueva subestación Tarapoto Norte. El relieve es mayormente plano a ondulado, se encuentran grandes parcelas de cultivo de arroz bajo riego y maíz en mayor medida. Estas actividades agrícolas están orientadas al mercado regional y de la costa. Las propiedades están fragmentadas en pequeñas superficies de tierra por agricultor, lo que afecta la eficiencia agrícola.

Ilustración 4.1-58: Ubicación de Cultivos de Arroz (Subestación Tarapoto Norte y L-1018)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Ilustración 4.1-59: Campos de cultivos de maíz



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Cultivos Agrícolas y Pastizales (Cap)

Se caracteriza por una combinación de pequeñas parcelas de cultivos agrícolas y áreas extensas de pastizales o purmas, donde se integran también parches de bosques para la división de parcelas.

Estos terrenos se utilizan para la producción de cultivos como arroz, maíz, yuca, entre otros, así como para la cría de ganado en pastizales. La presencia de parches de bosques dentro de esta área sirve como división natural entre parcelas.

Ilustración 4.1-60: Cultivos agrícolas y pastizales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.3.4.4 Categoría 6: Pastizales

Terrenos con praderas naturales (Tpn)

Se trata de terrenos ubicados en zonas de piedemonte, ladera de montaña y lomada de colina. Son tierras que en forma natural o por procesos de ocupación y deforestación presentan extensas áreas de pastos naturales asociados a vegetación herbácea y arbustiva. Se usan para el pastoreo de ganado vacuno principalmente. Estos terrenos sufren un continuo proceso de erosión y degradación de sus suelos.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


MIRTHA SARMIENTO VILLALVA
BIOLOGO
COLEOP N° 15540

Ilustración 4.1-61: Praderas naturales



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.3.4.5 Categoría 7: Terrenos con bosques

Bosque Basimontano

Los terrenos con bosques se encuentran al oeste del área de estudio en mayor presencia en el tramo de las torres de la L.T. 220kV: T4 a T11; T15 a T17; T24 a T29 y T32.

Los bosques de estas áreas incluyen árboles grandes con alturas de 15 a 30 metros, en partes bajas con suelos profundos. En las montañas subandinas, los árboles medianos se mezclan con matorrales densos. La actividad principal es la extracción forestal y la caza.

Asimismo, se presencia zonas de matorrales en las cimas y filos de montañas, específicamente en las áreas de las torres mencionadas anteriormente. Estas áreas están cubiertas por vegetación arbustiva de 3 a 5 metros de altura y bejucos. La dificultad de acceso y la ausencia de vías carrozables limitan la población en estas áreas. Las actividades económicas incluyen la recolección de productos forestales y la caza.

La siguiente fotografía fue tomada en dirección al CP Las Brisas cercano a la torre T8 y se observa una vista panorámica en la que se aprecia una densa vegetación forestal típica de áreas montañosas con bosques y matorrales

Ilustración 4.1-62: Bosque Basimontano



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Bosques Secundarios

La categoría de terrenos con bosques secundarios se encuentra predominantemente en las zonas que han sido previamente perturbadas por actividades humanas y que actualmente están en proceso de regeneración natural. Estas áreas abarcan relieves de colinas bajas a moderadas y laderas de montañas.

Este tipo de cobertura vegetal es vital para la recuperación ecológica, ya que contribuye a la estabilización del suelo, la conservación del agua y la biodiversidad.

En estas áreas, el suelo suele ser de calidad agrológica media a baja, con limitaciones por pendientes, drenaje deficiente y susceptibilidad a la erosión. El relieve varía desde colinas suavemente onduladas hasta pendientes más pronunciadas, lo que influye en la distribución y composición de la vegetación.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Mónica J. Martínez Villalva
Bióloga
CSP N° 17540

Ilustración 4.1-63: Bosque Secundario



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.3.4.6 Categoría 9: Terrenos sin Uso y/o Improductivos

Ríos (R)

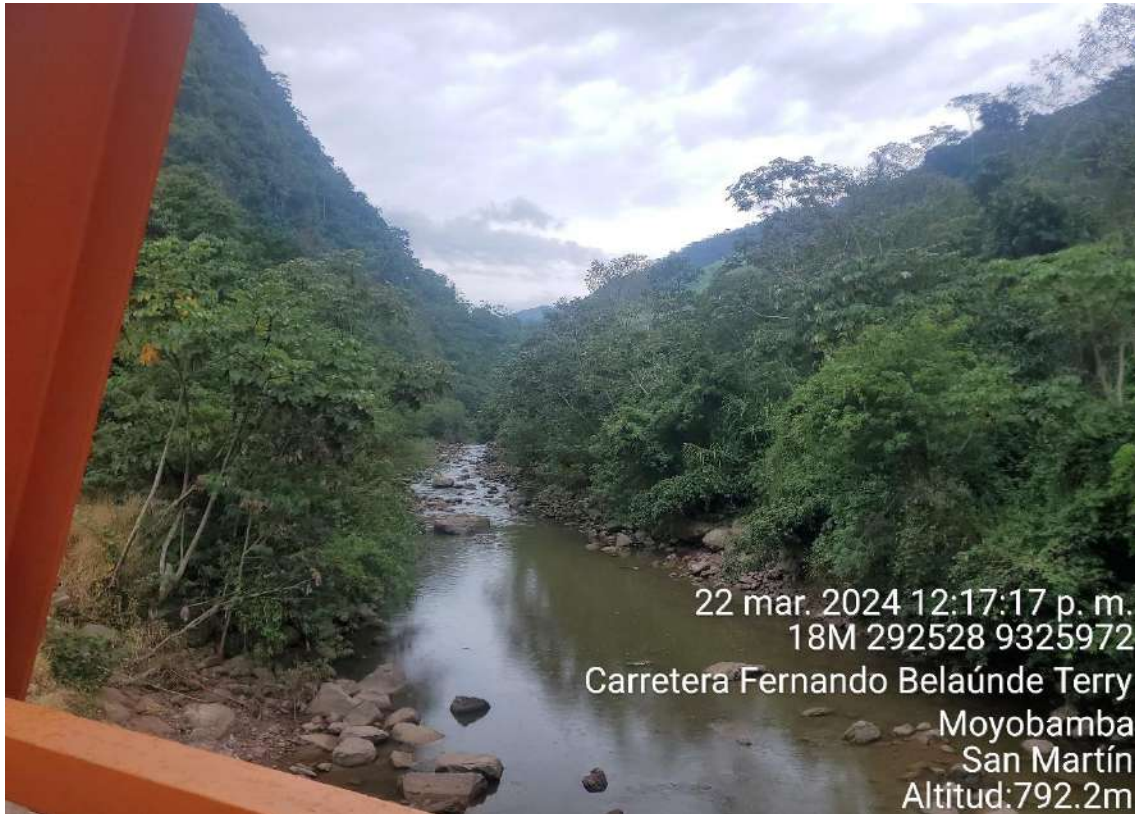
En la imagen proporcionada del río Gera, se observa un paisaje de bosque basimontano que acompaña el curso del río. Este tipo de bosque se caracteriza por su vegetación densa, con árboles de tamaño mediano y alto, que crean un entorno sombreado y fresco. El relieve es montañoso, y se nota la presencia de formaciones rocosas a lo largo del cauce, lo que sugiere que el área es adecuada para actividades recreativas y de conservación. Sin embargo, debido a la dificultad de acceso y a la topografía, el uso del suelo en esta zona es limitado y mayormente impráctico para actividades agrícolas o urbanas.


Ana Cusi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


J. SANTOS VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP R15140

Ilustración 4.1-64: Río Gera



Fuente: INERCO S.A.C, 2024.

El trazo de la L.T 220 kV cruza el río Mayo a la altura de las torres T160 y T161. Generalmente el río es utilizado para la pesca de subsistencia. Esta actividad es fundamental para el sustento de las familias locales, aunque se caracteriza por tener una productividad muy baja.

Además de la pesca, el río Mayo es ocasionalmente utilizado como vía de transporte. Los pobladores emplean embarcaciones menores, como canoas y botes con motores fuera de borda, para desplazarse a lo largo del río.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


MIRTHA SANCHEZ VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 15140

Ilustración 4.1-65: Río Mayo



Fuente: INERCO S.A.C, 2024.

Lagunas (La)

La laguna de Totorillayco (o Totorichayco), está ubicada al Sureste de la torre T4-1017-V11AV, corresponde al cuerpo de agua lótico de mayor dimensión en el área de influencia del Proyecto. Rodeada de vegetación que incluye juncos y otras plantas acuáticas. Las lagunas de este tipo suelen ser de baja productividad en términos de aporte a las actividades agrícolas, pero tienen un alto valor ecológico y recreativo para la población en el entorno. En esta categoría también se ubica la laguna Andiviela.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Profesional

Ilustración 4.1-66: Laguna de Totorillayco (Totorichayco)



Fuente: INERCO S.A.C., 2024.

Áreas en Desuso (Ad)

La subcategoría de terrenos sin uso y/o improductivos, identificada como Áreas en Desuso (Ad), se refiere a parcelas de tierra que, a pesar de estar lotizadas y parceladas, no están siendo utilizadas actualmente para actividades agrícolas, ganaderas o de cualquier otro tipo de explotación económica. Estas áreas se encuentran distribuidas a la altura de la torre T9 y T10.

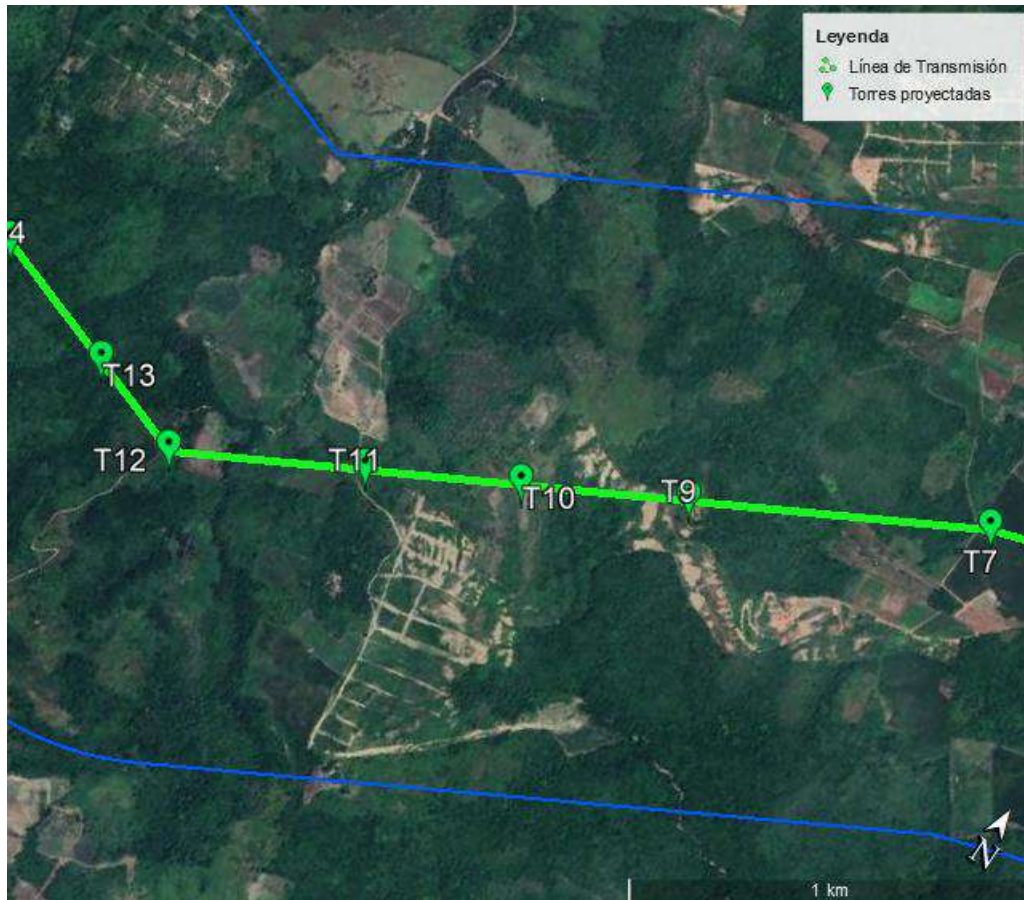

Ana Cusi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


J. SANTOS VILLALBA
BIOLOGO
CSP N° 17540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado “Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”

Ilustración 4.1-67: Áreas en Desuso



Fuente: Google Earth.

[Signature]
Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908

[Signature]
Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259

[Signature]
INGENIERO AGRÓNOMO
BIOLOGO
COL. 02747540

4.1.2.3.5 Conflicto de uso de la tierra

Las zonas de conflicto de uso de suelo, son aquellas que están siendo utilizadas en discordancia con su vocación natural o por el sobre-uso que pone en riesgo su Capacidad de regenerarse o recuperarse. En ese sentido, para identificar dichas zonas se realizó un traslape del Mapa de Uso Actual de la Tierra con el Mapa de Capacidad de Uso Mayor de la Tierra.

El conflicto de uso de suelos se puede desarrollar de la siguiente manera: Uso conforme, Sub-uso y Sobre-uso, a continuación, se describe brevemente sus características:

- Uso conforme: Indica que el suelo se está utilizado de forma correcta, lo cual expresa que el uso existente tiene exigencias similares a su potencialidad ambiental, lo que nos lleva a concluir que se encuentra en equilibrio.
- Sub-uso: Cuando las exigencias del uso son menores a las potencialidades ambientales ofertadas, se puede decir que el suelo puede dar más de lo actual.
- Sobre-uso: Cuando las exigencias del uso son mayores al potencial ambiental ofertado, es decir, el suelo está degradado o degenerado por empobrecimiento de sus condiciones iniciales.

A. Incompatibilidades en el uso de tierras

De la superposición de los mapas de Capacidad de uso Mayor y de Uso actual de Tierras, fue posible determinar incompatibilidades en las zonas correspondientes al área del Proyecto.

Tabla 4.1-22: Conflictos de uso de tierra en el área del Proyecto- Estructuras

Componentes (Estructuras- Torres)	CUM	Categoría UAT	Unidad de UAT	Conflicto de uso (actual)
Variante L-1018				
T1, T2, T3 y T4	A3s	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Uso conforme
Variante L-1017				
T10	A3s	Terrenos sin Uso y/o Improductivos	Áreas en Desuso	No aplica
T42, T43	C3s	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Sobre uso
T8, T9, T11, T14, T15, T27, T28, T29, T30, T31, T34, T35, T36, T37, T38, T39	F2se	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Sobre uso
T19, T20, T21, T22	F2se	Pastizales	Terrenos con praderas naturales	Sobre uso
T32	P3s	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Sobre uso

T3-1017-V11BV, T4-1017-V11AV, T5, T1-V13BV- LineaExistenteT2- 1017-V12VT7T23	A3s	Terrenos con bosques	Bosques Secundarios	Sub uso
T6, T33, T40, T41, T44	A3s	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Uso conforme
T12, T13, T16, T17, T18, T24, T25, T26	F2se	Terrenos con bosques	Bosques Secundarios	Uso conforme
LT 220 kV				
Pórtico C1, Pórtico C2	P3s	Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas	Instalaciones gubernamentales y privadas	No aplica
Pórtico	C3s	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Sobre uso
T128, T129, T132, T133, T134, T135, T136, T137	F2se	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Cultivos Diversos	Sobre uso
T65	F3s	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Cultivos Diversos	Sobre uso
T165 y T166	F3se	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Sobre uso
T102, T103, T104, T105, T106, T107, T108, T109, T110, T111, T112, T113, T114, T115, T116, T117, T118, T119, T12, T120, T121, T122, T123, T124, T125, T126, T127, T13, T138, T139, T14, T140, T141, T142, T143, T144, T145, T146, T147, T148, T149, T150, T151, T161, T162, T163, T164, T30, T31, T33, T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T44, T45, T46, T47, T48, T49, T50, T51, T52, T53, T54, T55, T56, T57, T58, T59, T60, T61, T62, T63, T64, T86, T87, T88, T89, T90	F3se	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Cultivos Diversos	Sobre uso


 Ana Celi Fernandez
 SOLICITANTE
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
 CAP N° 259


 J. Sebastián Villalva
 BIÓLOGO
 COLEGIO PROFESOR

T157, T158, T159, T160	F3se - Xse	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Cultivos Diversos	Sobre uso
T130, T131	P2s	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Cultivos Diversos	Sobre uso
T1_C1, T1_C2, T2_C1	P3s	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas y Pastizales	Sobre uso
T153, T155	P3se	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Cultivos Diversos	Sobre uso
T66, T67, T68, T69, T70, T71, T72, T73, T74, T75, T76, T77, T78, T78	Xse	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Cultivos Diversos	Sobre uso
T23	A3s	Terrenos con bosques	Bosque Basimontano	Sub uso
T171	A3s	Terrenos con bosques	Bosques Secundarios	Sub uso
T18, T19, T20, T21, T22	A3s	Pastizales	Terrenos con praderas naturales	Sub uso
T167, T168, T169, T170, T172, T173, T174, T175	A3s	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Uso conforme
T3_C2	A3s	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas y Pastizales	Uso conforme
T176, T177	C3s	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Cultivos Diversos	Uso conforme
T80, T81, T82, T83, T84, T85	C3se	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Cultivos Diversos	Uso conforme
T10, T11, T15, T16, T17, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T3_C1, T32, T4, T5, T6, T7, T8, T9	F3se	Terrenos con bosques	Bosque Basimontano	Uso conforme
T100, T101, T91, T92, T93, T94, T95, T96, T97, T98, T99	F3se	Terrenos con bosques	Bosques Secundarios	Uso conforme
T156	F3se - Xse	Terrenos con bosques	Bosques Secundarios	Uso conforme
T152, T154	P3se	Terrenos con bosques	Bosques Secundarios	Uso conforme

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024



Ana Cecilia Fernández
Socióloga
CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

Tabla 4.1-23: Conflictos de uso de tierra en el área del Proyecto- Subestaciones

Componentes (Subestaciones)	CUM	Categoría UAT	Unidad de UAT	Conflicto de uso (actual)
Ampliación SE Belaunde Terry	P3s	Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas	Instalaciones gubernamentales y privadas	No aplica
SE Tarapoto Norte	A3s	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Uso conforme
SE Tarapoto Norte	C3s	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	Cultivos Agrícolas	Sobre uso

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.3.6 Calidad de suelo

4.1.2.3.6.1 Generalidades

El suelo, constituye un recurso natural de gran importancia que desempeña funciones en la superficie terrestre como reactor natural y hábitat de organismos, así como soporte de infraestructura y fuente de materiales no renovables. Las características del suelo son el resultado de una larga evolución hasta alcanzar un equilibrio con las condiciones naturales. La calidad de los suelos depende de diversos factores naturales como: la constitución geológica, la fisiografía, la hidrología y el clima, así como también de las actividades antropogénicas

La evaluación de la calidad de los suelos se desarrolló sobre la base de análisis realizados en aquellos suelos que podrían ser impactados directa o indirectamente por las actividades de construcción y operación del Proyecto, con el propósito que se establezca una línea de base respecto a este componente ambiental.

El muestreo fue ejecutado por el laboratorio ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. acreditado ante la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N°30224 - Ley de creación de INACAL, y conforme al Reglamento de Organizaciones y Funciones del INACAL, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2015-PRODUCE y modificado por Decreto Supremo N°008-2015-PRODUCE, otorgando a ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. la acreditación con registro N°LE-096. El muestreo fue ejecutado durante el mes de marzo. En el Anexo 4.1.12 se presenta el Certificado de acreditación de laboratorio.

Se presenta el Mapa de Muestreo Ambiental (Mapa LBF-BETA-MA-11). As también, en el Anexo 4.1-14 se adjunta los informes de ensayo, cadenas de custodia y certificados de calibración del laboratorio acreditando la ejecución de la matriz de calidad de suelo.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD
BIOLOGO
COLECCIÓN PRIVADA

Anexo 4.1.12 Certificado de acreditación de laboratorio**Anexo 4.1.13 Mapa de muestreo ambiental (LBF-BETA-MA-11)****4.1.2.3.6.2 Metodología**

La metodología para la toma de muestreo de suelos consistió en la excavación del terreno con pala metálica, en un área de 40cm x 40cm y una profundidad de 30cm. Las muestras de suelos se recolectaron en recipientes de muestreo (vidrio o plástico) descartables y herméticos.

En la siguiente tabla se precisa el tipo de ensayo y norma de referencia empleado para la toma de muestra:

Tabla 4.1-24: Metodología para el monitoreo de calidad de suelo

Tipo de ensayo	Norma de referencia	Título
Bifenilos Policlorados (como congeneres, PCB Totales) (*)	EPA Method 8082 A 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography
Cianuro Libre (*)	EPA Method 9013A-Rev.2 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ F, 23 rd Ed.	Cyanide extraction procedure for solids and oils / Cyanide - Selective Electrode Method
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) (*)	EPA METHOD 8260D Rev. 4; 2018.	Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)
Cromo Hexavalente (*)	EPA Method 3060 Rev.1 / EPA Method 7196 Rev.1	Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / Chromium, Hexavalent (Colorimetric)
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's) (*)	EPA Method 8270 E, Rev 6, junio 2018	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS)
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10) (*)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28) (*)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40) (*)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Metales Totales en suelos ICP MS (*)	EPA METHOD 6020B, Rev.2, 2014/EPA METHOD 3050B 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.

"EPA": U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis.

"SMEWW": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL-DA.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


INSTITUTO REGISTRAL Y CATASTRAL
BOLOGO
COLEGIO PROFESOR

4.1.2.3.6.3 Parámetros de evaluación y estándares de calidad ambiental

Las concentraciones obtenidas para calidad de suelos fueron comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (ECA – Suelos) establecidos en el D. S. N° 011-2017-MINAM. Debido a que actualmente no hay un uso de suelo establecido para la zona donde se emplazará el Proyecto, se emplearon referencialmente todos los estándares establecidos para cada tipo de suelo regulado por los ECA-Suelo. En el siguiente cuadro se muestran los valores de ECA-Suelo para los tres tipos de uso de suelo indicados en la norma.

Tabla 4.1-25: Parámetros de calidad de suelo

Parámetro en mg/kg PS	Usos del Suelo			Métodos de Ensayo
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo	
Orgánicos				
Hidrocarburos Aromáticos Volátiles				
Benceno	0.03	0.03	0.03	EPA 8260 EPA 8021
Tolueno	0.37	0.37	0.37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0.082	0.082	0.082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos Poliaromáticos				
Naftaleno	0.1	0.6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0.1	0.7	0.7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de Hidrocarburo F1 (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de Hidrocarburo F2 (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de Hidrocarburo F3 (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados – PCB	0.5	1.3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0.1	0.2	0.5	EPA 8260
Tricloroetileno	0.01	0.01	0.01	EPA 8260
Inorgánicos				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario Total	750	500	2000	EPA 3050
Cadmio	1.4	10	22	EPA 3050 EPA 3051


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
 CSP N° 259


 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA
 DEMOCRACIA Y LA LIBERTAD
 COLEGIO PROFESIONAL DE ASESORES
 JURÍDICOS

Parámetro en mg/kg PS	Usos del Suelo			Métodos de Ensayo
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo	
Cromo Total	**	400	1000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0.4	0.4	1.4	EPA 3060 EPA 7199 ó DIN EN 15192
Mercurio	6.6	6.6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0.9	0.9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA- WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

Fuente: Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.3.6.4 Estaciones de monitoreo

En el área de estudio se han evaluado 6 muestras de calidad de suelo cuya ubicación cumple con los criterios adecuados de representatividad indicados en la Guía para el Muestreo de Suelos aprobada mediante R.M. N° 085-2014-MINAM y en la Guía para la Elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental - SEIA".

La metodología usada fue el muestreo de identificación, el cual tuvo la finalidad de caracterizar las áreas donde se emplazarán los componentes principales y secundarios, en los cuales posiblemente podría generarse alguna contaminación¹⁶

A. Criterios para la ubicación de estaciones de muestreo

En la siguiente tabla se presentan los criterios considerados para la ubicación de las estaciones:

Tabla 4.1-26: Estaciones de monitoreo para calidad de suelo

Código	Coordenadas UTM Datum WGS-84 Zona 18 S		Descripción (en referencia a componentes del Proyecto)	Unidad Litoestratigráfica	Uso de suelo y/o cobertura	Localidad más cercana	ECA Calidad de Suelo D.S N°011-2017-MINAM
	Este (m)	Norte (m)					Uso de suelo de referencia
CSUE-01	279735.00	9329887.00	A 21.6m al sureste de la	Depósito aluvial	Zona Industrial	Indañe	Suelo industrial (2)

¹⁶ Fecha de visita 13.05.2024. <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/preguntas-frecuentes/d-que-parametros-del-eca-suelo-se-debe-medir-en-la-linea-base-de-un-estudio-de-impacto-ambiental/>

Código	Coordenadas UTM Datum WGS-84 Zona 18 S		Descripción (en referencia a componentes del Proyecto)	Unidad Litoestratigrá fica	Uso de suelo y/o cobertura	Localidad más cercana	ECA Calidad de Suelo D.S N°011-2017- MINAM
	Este (m)	Norte (m)					Uso de suelo de referencia
			torre T1_C1, cerca de la zona de ampliación de la Subestación Belaunde Terry				
CSUE-02*	282526.00	9327250.00	Entre las torres T11N y T12 (LT 220 kV en Zona de hábitat crítico)	Formación Sarayaquillo	Bosque no amazónico	Las Brisas	Suelo agrícola (1)
CSUE-03	295534.00	9318126.00	En sitio de torre T53. Cerca al acceso proyectado CRN_T52-T53	Grupo Oriente - Formación Agua Caliente	Agricultura	Pintuyacu	Suelo agrícola (1)
CSUE-04	316916.00	9294447.00	En la torre T130. Cerca al acceso proyectado CRN_T130	Formación Vivian	Agricultura	Cacacilo	Suelo agrícola (1)
CSUE-05	339367.00	9283193.00	A las afueras de la nueva Subestación Tarapoto Norte. A 60.82 m de la torre T4 de la variante L-1018	Depósito aluvial	Agricultura	Santa Iliana	Suelo agrícola (1)
CSUE-06	342685.00	9275236.00	Entre las torres T24 y T23. Cerca de la localidad de Polvoriaco	Formación Chambira	Agricultura	Polvoriaco	Suelo agrícola (1)

(1) Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

(2) Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

En las siguientes tablas se detalla la fecha, hora y registro fotográfico del muestreo:


Tabla 4.1-27: Ubicación de la estación SUE-01

Estación	CSUE-01	
Coordenada UTM - WGS84 (Zona 18S)	E: 279735 N: 9329887	

Fecha de muestreo	26/03/2024	
Hora de inicio del muestreo	14:00	
Descripción de la estación de muestreo	A 21.6m al sureste de la torre T1_C1, cerca de la zona de ampliación de la Subestación Belaúnde Terry	

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.1-28: Ubicación de la estación SUE-02*

Estación	CSUE-02*	
Coordenada UTM - WGS84 (Zona 18S)	E: 282526 N: 9327250	
Fecha de muestreo	06/08/2024	
Hora de inicio del muestreo	13:30	
Descripción de la estación de muestreo	Entre las torres T11 y T12 (LT 220 kV en Zona de hábitat crítico)	


Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.1-29: Ubicación de la estación SUE-03

Estación	CSUE-03	
Coordenada UTM - WGS84 (Zona 18S)	E: 295534 N: 9318126	
Fecha de muestreo	30/03/2024	
Hora de inicio del muestreo	15:00	
Descripción de la estación de muestreo	En sitio de torre T53. Cerca al acceso proyectado CRN_T52-T53	

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.1-30: Ubicación de la estación SUE-04

Estación	CSUE-04	
Coordenada UTM - WGS84 (Zona 18S)	E: 316916 N: 9294447	
Fecha de muestreo	28/03/2024	
Hora de inicio del muestreo	14:30	
Descripción de la estación de muestreo	En la torre T130. Cerca al acceso proyectado CRN_T130	<p>CSUE-4 28 Mar. 2024 14:30 18M 0316916E 9294447N TABALOZO</p>


Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.1-31: Ubicación de la estación SUE-05

Estación	CSUE-05	
Coordenada UTM - WGS84 (Zona 18S)	E: 339367 N: 9283193	
Fecha de muestreo	21/03/2024	
Hora de inicio del muestreo	12:15	
Descripción de la estación de muestreo	A las afueras de la nueva Subestación Tarapoto Norte. A 60.82 m de la torre T4 de la variante L-1018	<p>CSUE-5 21 mar. 2024 12:15 18M 0339367E 9283193N TARAPOTO</p>

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.1-32: Ubicación de la estación SUE-06

Estación	SUE-06	
Coordenada UTM - WGS84 (Zona 18S)	E: 342685 N: 9275236	
Fecha de muestreo	23/03/2024	
Hora de inicio del muestreo	10:30	
Descripción de la estación de muestreo	Entre las torres T24 y T23. Cerca de la localidad de Polvoraico	<p>CSUE-6 23 Mar. 2024 10:30 18M 0342685E 9275236N</p>

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

En el Anexo 4.1.14 se presentan los informes de ensayo, cadenas de custodia, certificado de calibración de equipos y reporte fotográfico del muestreo de suelos realizados (marzo y agosto, 2024).

Anexo 4.1.14 Muestreo Ambiental – Calidad de suelos

4.1.2.3.6.5 Resultados de calidad de suelo

Para la evaluación de los parámetros de calidad de suelo, se ha elaborado una base de datos que contiene los valores resultantes de los monitoreos realizados en campo, esta base se presenta en la Tabla 4.1-33, seguidamente con la información recopilada se procedió a representar gráficamente con el fin de facilitar la comprensión y análisis de las concentraciones de los parámetros tanto orgánicos como inorgánicos relacionados a las etapas de construcción, operación y abandono del proyecto. A continuación, se presentan los resultados de monitoreo realizado en el área de estudio del proyecto.

Los resultados de calidad de suelo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4.1-33: Resultados de calidad de suelo

Parámetro	Unid.	Resultado						ECA suelo agrícola (mg/kg) D.S. N°011-2017-MINAM
		Estaciones de muestreo						
		CSUE-01	CSUE-02*	CSUE-03	CSUE-04	CSUE-05	CSUE-06	
Hidrocarburos aromáticos volátiles								
Benceno	mg/kg	<0.00081	<0.00081	<0.00081	<0.00081	<0.00081	<0.00081	0.03
Tolueno	mg/kg	<0.0091	<0.0091	<0.0091	<0.0091	<0.0091	<0.0091	0.37
Etilbenceno	mg/kg	<0.0073	<0.0073	<0.0073	<0.0073	<0.0073	<0.0073	0.082
Xilenos	mg/kg	<0.0131	<0.0131	<0.0131	<0.0131	<0.0131	<0.0131	11
Hidrocarburos poliaromáticos								
Naftaleno	mg/kg	<0.067	<0.067	<0.067	<0.067	<0.067	<0.067	0.1
Benzo(a) pireno	mg/kg	<0.051	<0.051	<0.051	<0.051	<0.051	<0.051	0.1
Hidrocarburos de petróleo								
Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)	mg/kg	<2.010	<2.010	<2.010	<2.010	<2.010	<2.010	200
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	mg/kg	<10.000	<10.000	<10.000	<10.000	<10.000	<10.000	1200
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	mg/kg	<10.000	<10.000	<10.000	<10.000	<10.000	<10.000	3000
Compuestos Organoclorados								
Bifenilos policlorados - PCB	mg/kg	<0.00347	<0.00347	<0.00347	<0.00347	<0.00347	<0.00347	0.5
Tetracloroetileno	mg/kg	<0.0098	<0.0098	<0.0098	<0.0098	<0.0098	<0.0098	0.1
Tricloroetileno	mg/kg	<0.0097	<0.0097	<0.0097	<0.0097	<0.0097	<0.0097	0.01
Inorgánicos								
Arsénico	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	50


 Ana Cecilia Fernández
 Sotilóloga
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
 CSP N° 259


 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 COLEGIO PROFESOR

Parámetro	Unid.	Resultado						ECA suelo agrícola (mg/kg) D.S. N°011-2017-MINAM
		Estaciones de muestreo						
		CSUE-01	CSUE-02*	CSUE-03	CSUE-04	CSUE-05	CSUE-06	
Bario total	mg/kg	12.18	154.55	223.12	152.63	66.76	127.30	750
Cadmio	mg/kg	<0.020	1.19	1.548	1.822	<0.020	<0.020	1.4
Cromo total	mg/kg	3.83	12.91	12.35	7.18	2.01	0.24	**
Cromo VI	mg/kg	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	0.4
Mercurio	mg/kg	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	6.6
Plomo	mg/kg	<0.20	12.37	5.71	9.38	<0.20	2.76	70
Cianuro Libre	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.9

(**): Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.3.6.6 Interpretación de resultados

En los puntos de muestreo evaluados, la concentración de los parámetros orgánicos evaluados como la fracción hidrocarburos F1, fracción hidrocarburos F2, fracción hidrocarburos F3, el benzo(a)pireno, PCBs y naftaleno, se encuentra por debajo de los estándares de calidad ambiental para uso de suelo agrícola establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo (D.S. 011-2017-MINAM).

En general, en los suelos muestreados no se detectó la presencia de metales. No obstante, solo un elemento se presentó en concentraciones por encima del ECA para suelo para uso agrícola, como se indica en la Tabla 4.1-32.

A. Parámetros inorgánicos – metales

A continuación, se presenta un análisis de los puntos de muestreo que se encuentran por encima del ECA suelos; de los 6 puntos de muestreo realizados 2 de ellos presentan concentraciones en cadmio (Cd) que está por encima del ECA suelos

Cadmio



- Los valores que exceden al ECA para suelos de categoría agrícola se presentan en las estaciones CSUE-03 y CSUE-04 con concentraciones de 1.548 mg/kg y 1.822 mg/kg, respectivamente. En el entorno de dichas estaciones no se identificó otras actividades que supongan un riesgo de contaminación “por operaciones petroleras, mineras e industriales y sus prácticas inadecuadas en el manejo y disposición final de sustancias químicas o residuos peligrosos (MINAM, 2019)¹⁷”; pero si se identifican zonas donde las

¹⁷ MINAM. (2019). Guía para la Evaluación de Sitios Contaminados y la elaboración de Planes dirigidos a la Remediación

tierras vienen siendo utilizadas para el desarrollo agrícola, por lo que se tiene un indicio de que los altos valores en concentraciones de cadmio estén asociados al uso de fertilizantes fosfatados cuya procedencia al ambiente natural se relaciona en principio al desarrollo de actividades industriales, minería, metalurgia, fabricación y la incineración de residuos urbanos y la aplicación de fertilizantes de fosfato en actividades agrícolas (Gara Sánchez, B. (2016)¹⁸. Al respecto, en el área de estudio se ha evidenciado que en las zonas de desarrollo agrícola se suele inundar las parcelas a fin de que el fosfato presente en el suelo de manera natural pueda ser puesto a disposición de los cultivos; sin embargo, llega un punto en donde este fosfato llega agotarse, por lo que es necesario compensar este déficit de nutrientes con la aplicación de agroquímicos fosfatados.

- Específicamente para el punto de monitoreo SUE-04 existen cultivos de café y palmeras que evidencian el desarrollo de actividades agrícolas en expansión, por lo que los altos valores de cadmio podrían estar asociados a estas actividades.
- Respecto al punto de monitoreo SUE-03 se evidenció la existencia de viviendas cercanas al punto de monitoreo. La presencia de viviendas puede ser asociada al desarrollo de actividades agrícolas; considerando que en el área de estudio no se ha evidenciado desarrollo de otro tipo de actividad productiva o industrial (a excepción de la hidroeléctrica Gera I y II), las excedencias en concentraciones de cadmio posiblemente estarían originadas al desarrollo agrícola.

Tabla 4.1-34: Zonas agrícolas punto SUE-04

Ortofoto del punto SUE-04	Fotografía tomada en campo del Punto SUE-04
 <p>Zona de desarrollo agrario</p>	
Ortofoto del punto SUE-03	Fotografía tomada en campo del Punto SUE-03

¹⁸ Gara Sánchez, B. (2016). Ecotoxicología del Cadmio. Universidad Complutense



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

- Se debe considerar que la presencia de cadmio en los puntos de muestreo también puede estar relacionado a orígenes litológicos o geogénicos; según la ecotoxicología del cadmio, es posible encontrar concentraciones de este metal en asociaciones de rocas calizas que pueden estar presentes en las asociaciones litológicas de las Formaciones Esperanza, que se caracteriza por formar delgadas fajas que subyacen a la formación Aguas calientes y que son fácilmente localizadas en las zonas altas de montañas estando mayor expuestas a los agentes de erosión y meteorización constante. En ese sentido, existe la posibilidad que estos materiales calizos erosionados hayan sido transportados por agentes geodinámicos externos a las unidades litológicas suprayacentes o subyacentes a la Formación Agua Caliente, por lo que las pequeñas excedencias en concentraciones de cadmio tendrían por origen los factores litológicos descritos líneas arriba.
- En contraste, al comparar con el ECA de suelos para uso industrial, se obtiene que el 100% de los resultados de calidad de suelo se encuentran por debajo de los valores de establecidos en la norma antes mencionada.

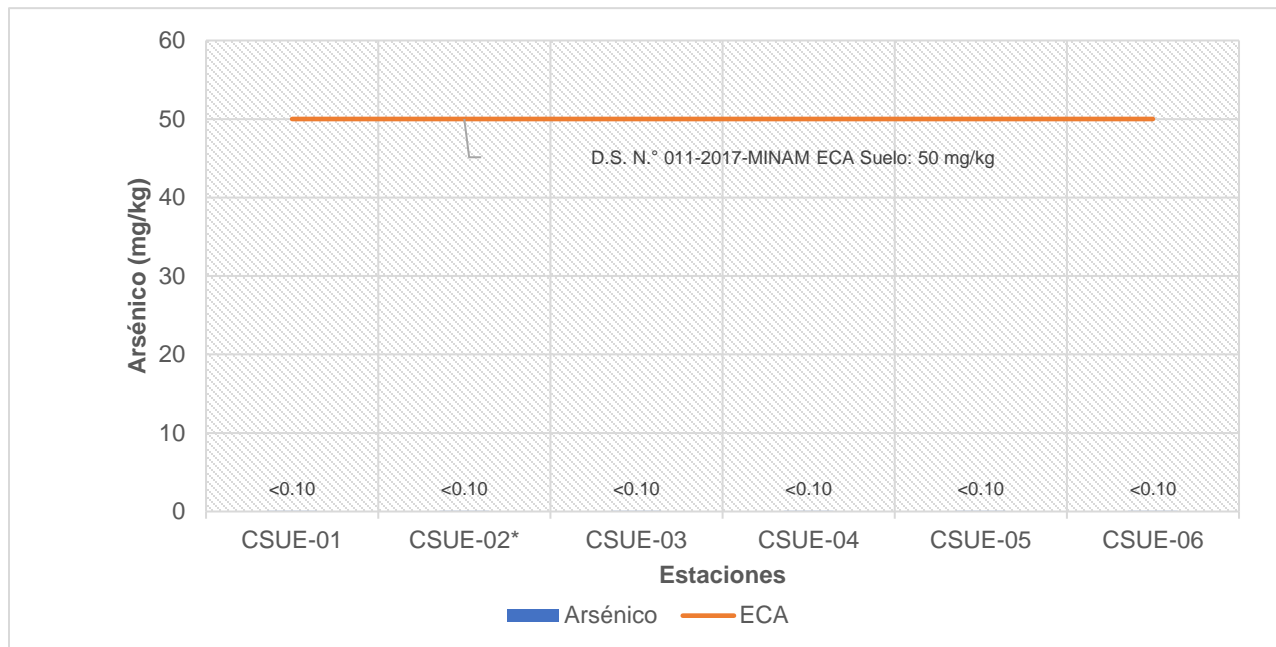
B. Parámetros orgánicos

El 100% de las concentraciones de todos los parámetros orgánicos en todos los puntos de muestreo se registraron por debajo de los límites de detección de los métodos de ensayo del laboratorio, cumpliendo con los Estándares de Calidad de Ambiental de Suelos para uso, tanto agrícola e industrial.

En los siguientes gráficos se indica las concentraciones de los parámetros inorgánicos comparados con su respectivo ECA para uso agrícola. Considerando que los todos los valores orgánicos se encuentran por debajo del límite de detección.

Se ha determinado que el Arsénico se encuentra fuera del límite de detección en el suelo, dado que se presenta en una concentración menor a **0.10 mg/kg** estando muy por debajo del valor señalado en el ECA para suelos agrícola **50 mg/kg**

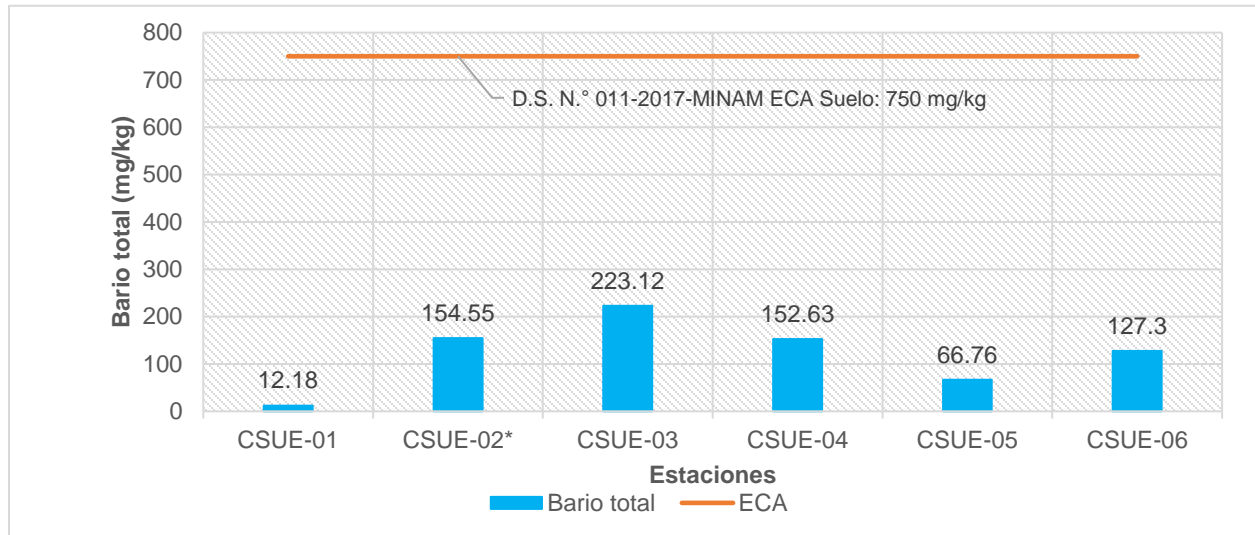
Gráfico 4.1-1: Resultados de concentración de Arsénico (mg/kg)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Fuente: IE-24-8029; IE-24-224050; IE-24-8052; IE-24-8028; IE-24-7261; IE-24-7735

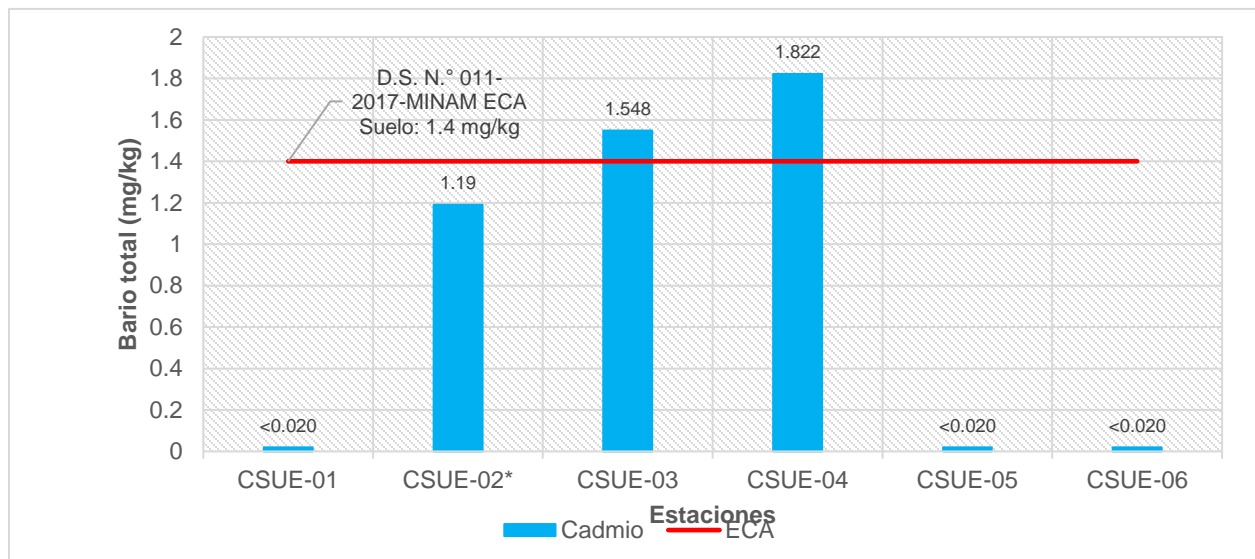
El Bario total se encuentra fuera del límite señalado en el ECA para suelo agrícola (750 mg/kg), presentando sus máximos valores para las estaciones CSUE-03 y CSUE-02* con (223.12 mg/kg) y (154.55 mg/kg) respectivamente.

Gráfico 4.1-2: Resultados de concentración de Bario total (mg/kg)


Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Fuente: IE-24-8029; IE-24-224050; IE-24-8052; IE-24-8028; IE-24-7261; IE-24-7735

Como se detalló líneas arriba, los valores de cadmio exceden al ECA para suelos agrícolas (1.4 mg/kg) en las estaciones CSUE-03 y CSUE-04, presentando valores de 1.548 mg/kg y 1.822 mg/kg respectivamente. Estas excedencias podrían estar asociadas la propia naturaleza litológica de los puntos de muestreo o al desarrollo de actividades agrícolas que emplean fertilizantes artificiales para suplir el déficit de fosfatos en la tierra.

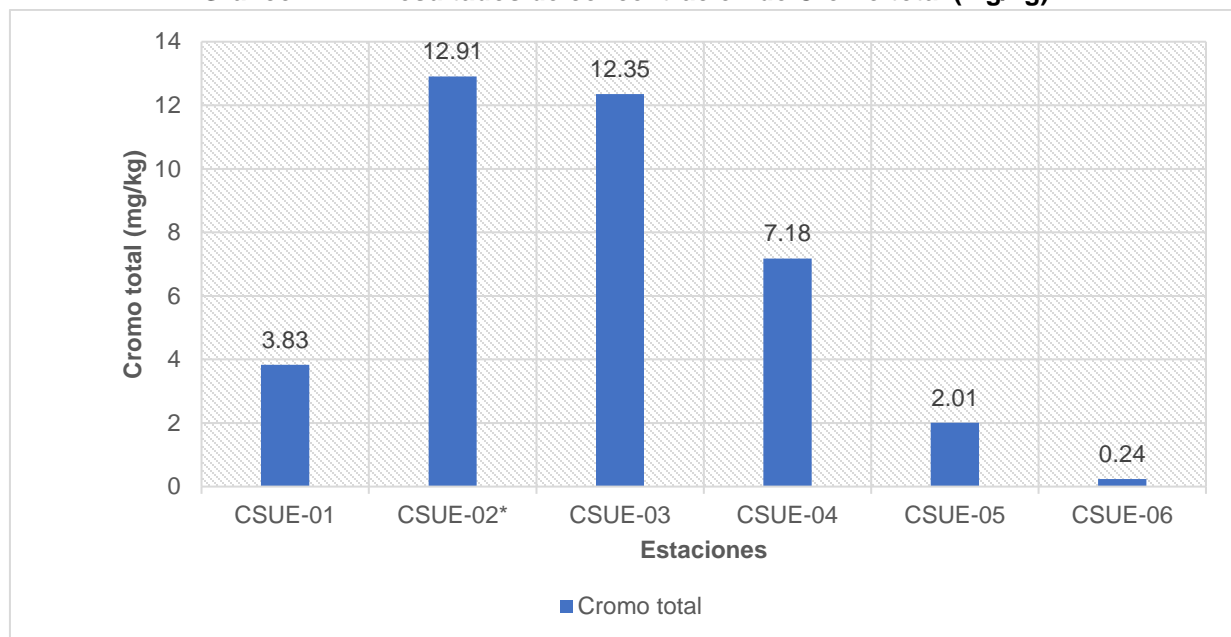
Gráfico 4.1-3: Resultados de concentración de Cadmio (mg/kg)


Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Fuente: IE-24-8029; IE-24-224050; IE-24-8052; IE-24-8028; IE-24-7261; IE-24-7735

El cromo total no presenta un estándar para la categoría de suelos agrícolas, pero si para suelos industriales, siendo su valor de 1000 mg/kg. En tal sentido, de los análisis realizados en los puntos de muestreo se verifica que los valores de concentración de cromo total tienen su valor máximo en la estación CSUE-02* (12.91 mg/kg) seguido por el valor de concentración de la estación CSUE-03 (12.35 mg/kg)

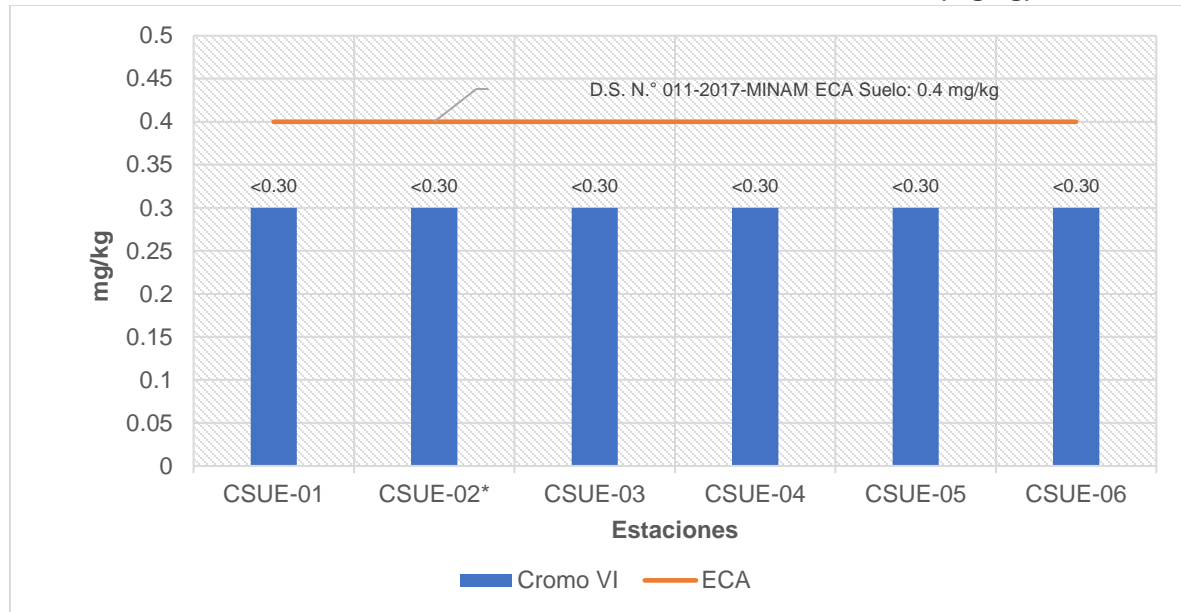
Gráfico 4.1-4: Resultados de concentración de Cromo total (mg/kg)



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Fuente: IE-24-8029; IE-24-224050; IE-24-8052; IE-24-8028; IE-24-7261; IE-24-7735.

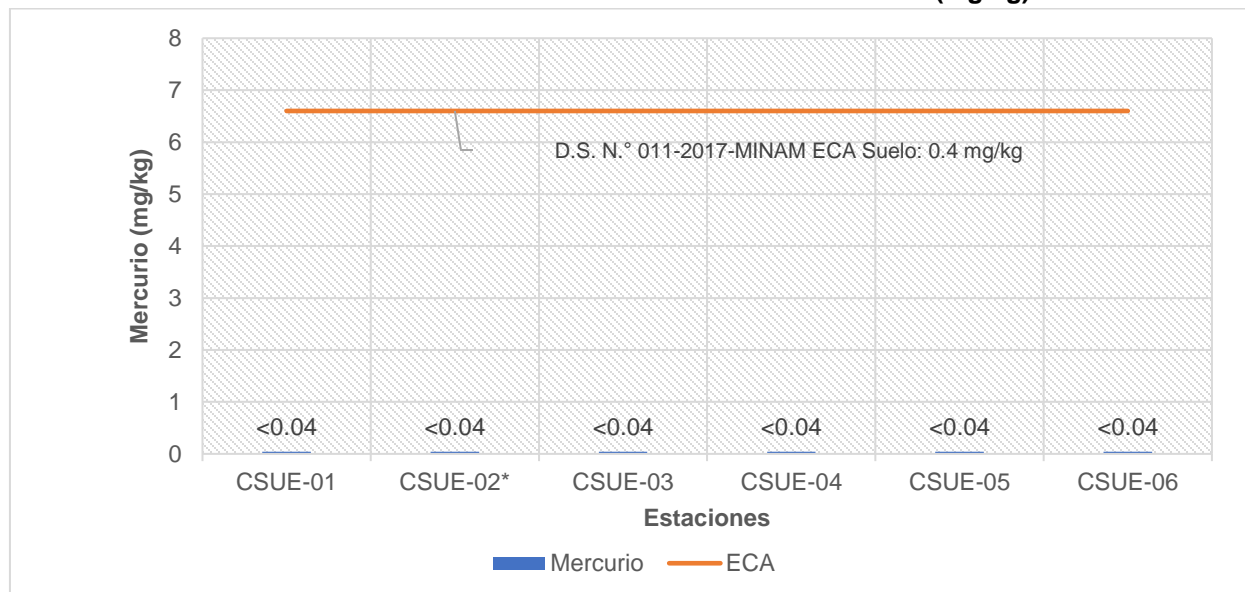
El Cromo VI se encuentra por debajo del valor límite presentado en el ECA para suelos (0.4 mg/kg). La concentración de cromo VI encontrada en todos los puntos de monitoreo se encuentran por debajo del límite de detección (<0.30 mg/kg).

Gráfico 4.1-5: Resultados de concentración de Cromo VI (mg/kg)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Fuente: IE-24-8029; IE-24-224050; IE-24-8052; IE-24-8028; IE-24-7261; IE-24-7735..

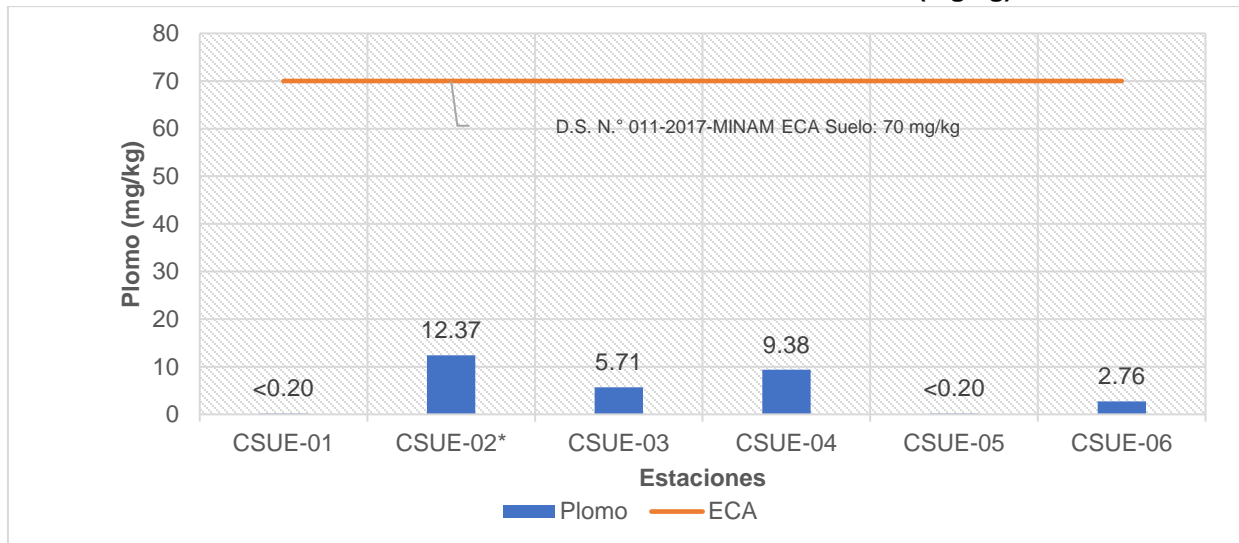
No se encontraron hallazgos de concentraciones de mercurio en el suelo. En efecto los valores de concentración determinados se encuentran por debajo del límite de detección (<0.04 mg/kg), verificándose que la concentración del mercurio se encuentra fuera de lo señalado en el ECA para suelo agrícola (6.6 mg/kg).

Gráfico 4.1-6: Resultados de concentración de Mercurio (mg/kg)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Fuente: IE-24-8029; IE-24-224050; IE-24-8052; IE-24-8028; IE-24-7261; IE-24-7735.

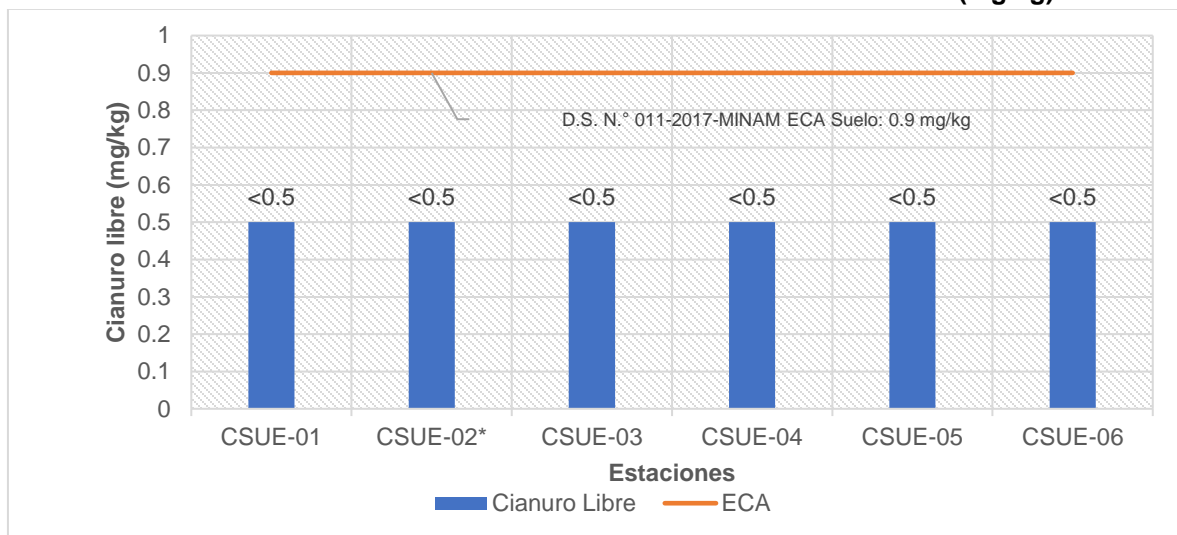
Respecto al Plomo, no se detectaron concentraciones significativas de plomo en los puntos de monitoreo. El máximo valor de concentración se presenta en las estaciones CSUE-02 y CSUE-04 con concentraciones de **12.37 mg/kg** y **9.38 mg/kg** respectivamente. En todos los casos las concentraciones detectadas no exceden lo señalado en el ECA para suelos agrícolas (**70 mg/kg**)

Gráfico 4.1-7: Resultados de concentración de Plomo (mg/kg)


Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Fuente: IE-24-8029; IE-24-224050; IE-24-8052; IE-24-8028; IE-24-7261; IE-24-7735.

Finalmente, todos los valores de concentración de cianuro libre encontraron por debajo de los señalado en el ECA para suelos agrícolas (**0.9 mg/kg**). Específicamente las concentraciones halladas se encuentran por debajo del límite de detección (**<0.5 mg/kg**).

Gráfico 4.1-8: Resultados de concentración de Cianuro libre (mg/kg)


Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Fuente: IE-24-8029; IE-24-224050; IE-24-8052; IE-24-8028; IE-24-7261; IE-24-7735.

4.1.2.3.7 Identificación de sitios contaminados

4.1.2.3.7.1 Generalidades

ISA CTM tiene previsto la construcción, operación y mantenimiento del proyecto: “Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”, cuya extensión abarca los distritos de Rumisapa, Tabalosos, Cuñumbuque, Alonso de Alvarado y Zapatero pertenecientes a la provincia de Lamas; los distritos de Jepelacio, Moyobamba para la Provincia de Moyobamba y los distritos de Tarapoto, Cacatachi, Juan Guerra, Morales en la provincia de Tarapoto. Ante ello y como parte de la elaboración de la Línea de Base ambiental, en su fase de campo en época húmeda y siguiendo los lineamientos establecidos en el Decreto Supremo N° 012-2017- MINAM, que aprueba los criterios para la gestión de sitios contaminados, se realiza la evaluación de sitios potencialmente contaminados, que comprende las siguientes fases:

- 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

4.1.2.3.7.2 Evaluación preliminar

Durante la ejecución de la evaluación preliminar, lo que se busca es determinar las existencias de indicios o evidencias que presuman una posible contaminación del suelo. Para tal efecto, se debe realizar una investigación histórica sobre la existencia de actividad antrópica, industrial y antecedentes generales del área a estudiar. Esta recopilación de información debe ser complementada con hallazgos y registros tomados en campo obtenidas mediante el levantamiento técnico de información (inspecciones), sin que ello implique la toma de muestras para un análisis en laboratorio.

Tomando como base la recopilación inicial de información se procede a determinar las áreas de potencial interés y se desarrollan los lineamientos preliminares del sitio posiblemente contaminado, en base a las siguientes consideraciones.

- Potenciales fuentes y focos de contaminación.
- Contaminantes de potencial interés.
- Posibles rutas y vías de exposición.
- Potenciales receptores


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259


J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Privado

Si del desarrollo de la investigación y evaluación preliminar se determina la inexistencia de indicios que supongan una posible contaminación del suelo, se concluye con la fase de investigación siendo no necesario el desarrollo de las siguientes fases de evaluación.

A. Investigación Histórica

El área de influencia directa del proyecto “Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas” se ubica en una zona de la selva oriental, donde los suelos se presentan conformados estructuralmente por material sedimentario y altos contenidos de material orgánica lo cual les permite el amplio desarrollo de vegetación y zonas ganaderas.

Cabe indicar que dicha área de estudio comprende también la superposición con otros proyectos de transmisión eléctrica. Las variantes 1017 y 1018 a la L.T. 138 KV Tarapoto-Moyobamba y La L.T.138 Kv Tarapoto-Aucayacu respectivamente, son evidencias específicas de la presencia de infraestructura preexistente. Asimismo, a lo largo de gran parte del recorrido de la línea de transmisión de 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte se puede verificar que la línea L.T. 138 KV Tarapoto-Moyobamba se encuentra estrechamente cercano al paso del conductor Proyectado.

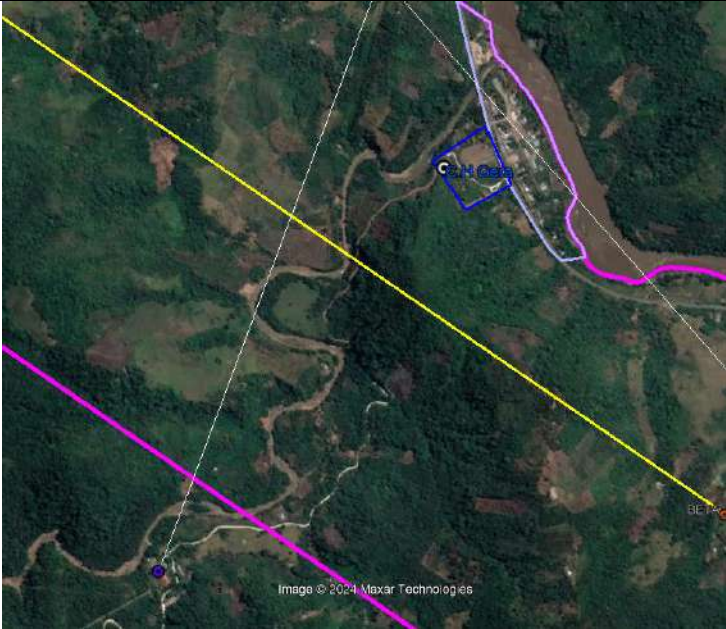
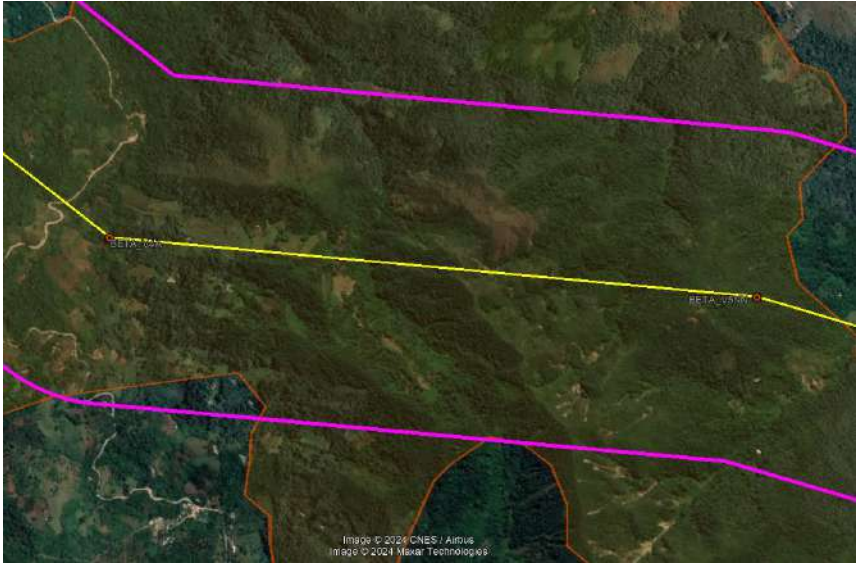
Por otro lado, durante la ejecución de las salidas de campo se identificó la existencia de infraestructura de generación eléctrica. Tal es el caso de la Central Hidroeléctrica Gera, perteneciente a la Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Oriente (Electro Oriente S.A.) que genera aproximadamente 2 MV de energía, la misma que se transporta a través de una línea de Transmisión de 60kV hacia la subestación Belaunde Terry.

A continuación, se presenta la investigación histórica del área de influencia directa del proyecto, donde de acuerdo con la revisión de las imágenes satelitales históricas y actuales (2016, 2018, 2020, 2022 y 2023) en el *Google Earth*, el suelo ha variado mínimamente respecto de sus condiciones originales. Estas variaciones van asociadas al crecimiento o expansión urbana en zonas lotizadas, presencia de actividades agrícolas y evidencia de desarrollo ganadero.

Es importante señalar que la presencia de actividades e infraestructura eléctricas, tanto en generación y transmisión, son elementos que fueron construidas y puestas en marcha desde los años 1997 y 1998 respectivamente.

Tabla 4.1-35: Vista satelital del área de influencia directa del proyecto

Subestación Belaunde Terry	
	<p>La subestación Belaunde Terry se encuentra cerca del casco urbano de la ciudad de Moyobamba. Según el análisis temporal de imágenes, se observan pequeñas viviendas dispersas que están asociadas al desarrollo de las parcelas agrícolas alrededor de la subestación Belaunde Terry. No se ha detectado ningún cambio significativo en la configuración del terreno que sugiera una posible contaminación del suelo. A pesar de que la subestación está en funcionamiento, todas sus operaciones y actividades se llevan a cabo dentro de su perímetro de instalaciones.</p>
Subestación Tarapoto Norte	
	<p>La Nueva Subestación Tarapoto Norte se ubicará en una zona donde ya existe amplias extensiones de terreno dedicadas al desarrollo agrario de cultivos permanentes y no permanentes. Asimismo, se identifican zonas que fueron lotizadas en donde se vienen desarrollando actividades constructivas.</p> <p>Los accesos son afirmados y no se registra evidencia de algún tipo de actividad industrial que pueda afectar las condiciones naturales del suelo.</p>
Presencia de la Central Hidroeléctrica Gera	


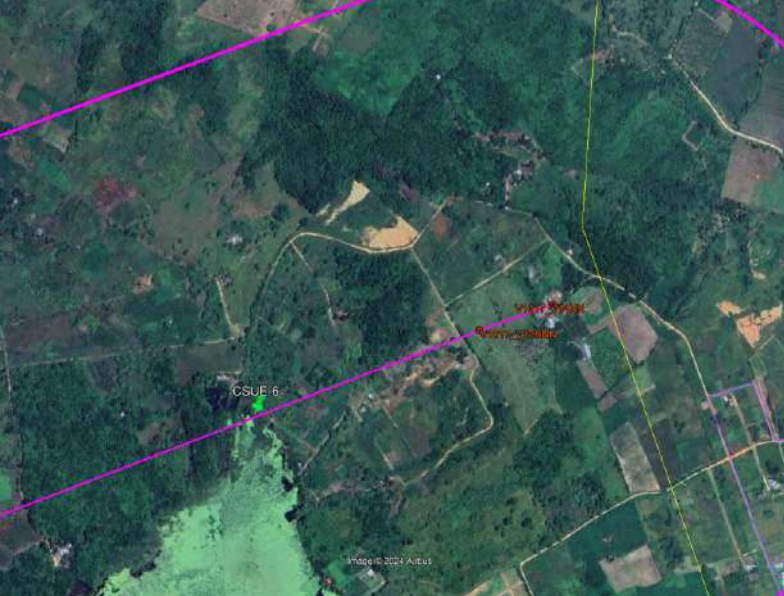
	<p>Del análisis temporal de las imágenes satelitales se evidencia amplio desarrollo agrícola en la zona, esto se asocia a la aparición de pequeñas viviendas dispersas en la zona.</p> <p>Respecto a las actividades industriales en la zona se identifica a la Central Hidroeléctrica Gera I, como la única fuente probable de generación de contaminantes al suelo. Sin embargo, según los antecedentes registrados referente a contaminación del suelo, esta central no ha presentado algún tipo de incidentes como derrames o fugas de combustible¹⁹</p>
<p>Líneas de Transmisión Existentes</p>	
	<p>Gran parte del trazo de la Línea de Transmisión Proyectada recorre por zonas antropizadas, en las que se desarrolla agricultura; en otras zonas la ubicación de las estructuras proyectadas se emplazará en zonas donde aparentemente no hay algún tipo de uso productivo o actividad industrial, correspondiente a extensiones de bosque (Hábitat crítico, bosques basimontanos, etc.), por lo que se descarta alguna fuente de contaminación hacia el suelo.</p> <p>Sin embargo, en ciertos tramos (fuera del área de influencias directa) se identifica la presencia de infraestructura eléctrica de transmisión (L.T. 138 Kv Tarapoto-Moyobamba) que acompañaría al Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte.</p>
<p>Zona de seccionamiento (Variante L-1018)</p>	

¹⁹ Según la Resolución Directoral N° 0068-2021-MINEM/DGAAE se otorga conformidad al “Informe de Identificación de Sitios Contaminados de la Central Hidroeléctrica Gera I” presentado por Electro Oriente S.A. de acuerdo a los fundamentos y conclusiones del Informe N° 0129-2021-MINEM/DGAAE-DEAE del 8 de marzo de 2021

Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259

INGENIERO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

	<p>No se ha evidenciado algún tipo de actividad industrial que presuma una afectación en el suelo en la zona de la variante 1018 hacia la nueva subestación Tarapoto Norte.</p> <p>Del análisis de imágenes satelitales se identifica zonas lotizadas y amplias extensiones de zonas agrícolas de cultivos estacionarios acompañados de algunas zonas de pastizales que serían aprovechados para el desarrollo ganadero.</p>
<p style="text-align: center;">Zona de seccionamiento (Variante L-1017)</p>	
	<p>Al igual que en la primera variante, no se identifica un área de desarrollo industrial que suponga un factor o fuente de contaminación para suelo.</p> <p>Por otro lado, se ven zonas que ya han sido lotizadas para la construcción de viviendas o recreos turísticos. Asimismo, se identifican viviendas dispersas a las que se les atribuye el cuidado y desarrollo agrario de la zona.</p>

Fuente: Imágenes Google Earth, 2023

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

B. Levantamiento Técnico

Del levantamiento técnico (inspección del área de influencia directa en evaluación) realizado entre los días 18 al 23 de marzo del 2023, se verificó la situación actual, validando la información determinada a través de las imágenes satelitales. En el recorrido de toda el área, no se identificaron evidencias de posible contaminación o puntos críticos de residuos sólidos u otras fuentes, aun incluyendo las actividades de construcción en las zonas cercanas a la futura subestación Tarapoto Norte, las vías de acceso circunscritas a la Subestación Belaunde Terry o el desarrollo de actividades de generación eléctrica en la Central Hidroeléctrica Gera I.

A continuación, se presentan lo registro fotográficos del levantamiento técnico dentro del área de Influencia directa.

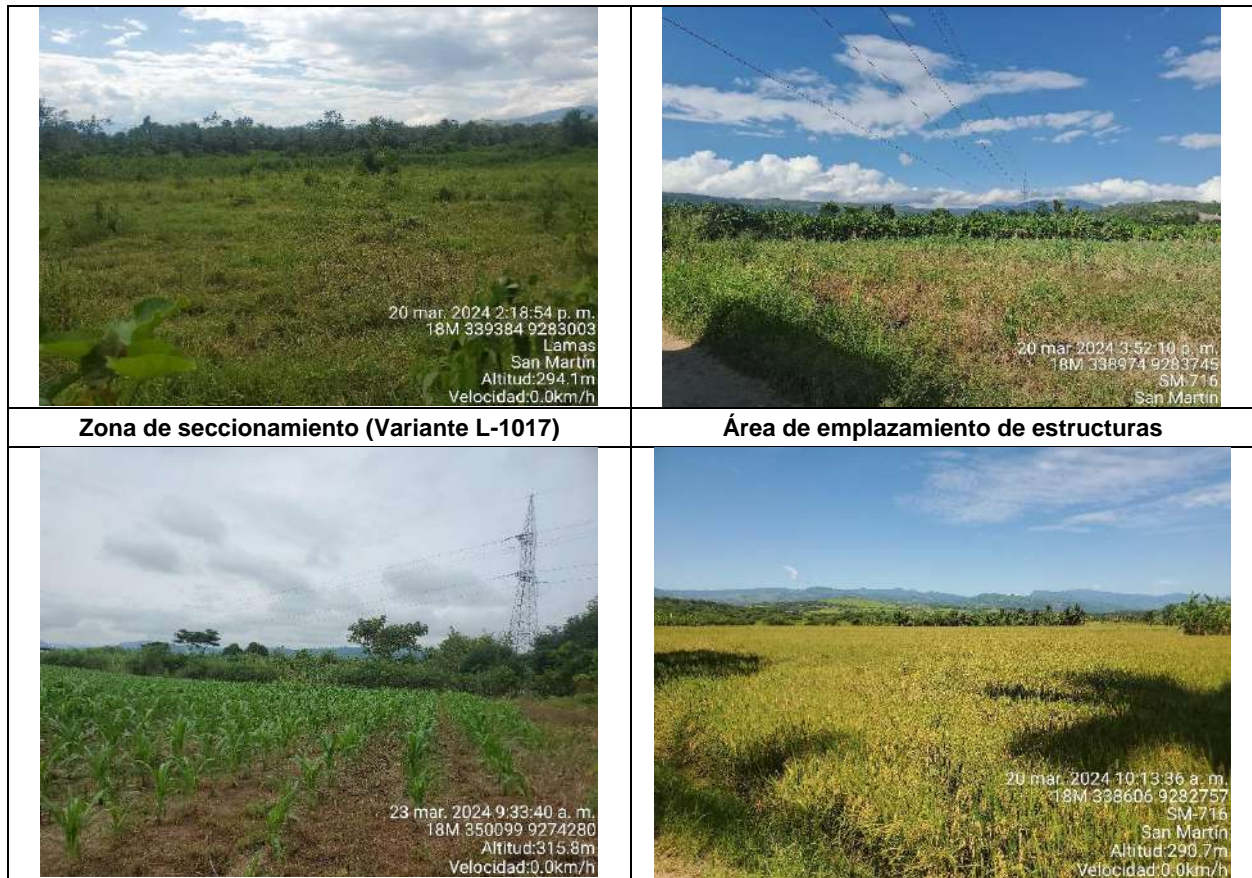
Tabla 4.1-36: Vista panorámica del área de influencia directa del proyecto

Subestación Belaunde Terry	Central Hidroeléctrica Gera I
 <p>21 mar. 2024 6:01:36 p. m. 18M 279760 9329938 Moyobamba San Martín Altitud:916.1m Velocidad:0.0km/h</p>	 <p>22 mar. 2024 12:19:44 p. m. Altitud:777.1m Velocidad:2.6km/h</p>
Zona de emplazamiento de estructuras	Cruce del Hábitat crítico con el enlace
 <p>22 mar. 2024 9:56:47 a. m. 18M 282637 9327219 Altitud:1056.5m Velocidad:0.0km/h</p>	 <p>22 mar. 2024 9:56:32 a. m. 18M 282620 9327227 Altitud:1044.5m Velocidad:1.2km/h</p>
Pastizales naturales (desarrollo ganadero)	Zona de emplazamiento de estructuras
 <p>22 mar. 2024 1:14:54 p. m. 18M 294289 9324166 83 Carretera Fernando Belaunde Terry Anex Nueva Alianza El Triunfo Moyobamba San Martín Altitud:1006.7m Velocidad:0.0km/h</p>	 <p>21 mar. 2024 2:12:50 p. m. 18M 316084 9296577 Carretera Fernando Belaunde Terry Lamas San Martín Altitud:510.1m Velocidad:43.1km/h</p>
Nueva Subestación Tarapoto Norte	Zona de seccionamiento (Variante L-1018)

Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259

WALTER SANTIAGO VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP R15540



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Finalmente, basándonos en la investigación histórica y el levantamiento técnico en capo, se puede determinar lo siguiente:

- **Potenciales fuentes y focos de contaminación**

No hay evidencia de existir fuentes potenciales de contaminación en las vías del área de influencia del proyecto, pues las características actuales son similares a las de hace más de 5 años. De la misma manera, la presencia de las infraestructuras de generación y transmisión eléctrica limitan el desarrollo de sus actividades operativas en las áreas de influencia de proyecto establecidas para cada proyecto, por lo que se descarta la afectación del suelo por la operación de estas actividades.

Pese a que se ha identificado presencia de zonas lotizadas no se ha evidenciado actividades de construcción en ejecución en alguna de ellas, las zonas lotizadas cuentan con accesos afirmados por los cuales transitan vehículos menores propios de la misma población y ocasionalmente algunas cisternas que dotan de agua potable a las viviendas ya asentadas. Además, no se ha identificado ubicación de puntos de acumulación de residuos sólidos (puntos críticos).

- **Contaminantes de potencial interés**

Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259

Ing. J. Sebastián Villalva
BIOLOGO
COLEOP R15540

No se ha registrado puntos críticos de acumulación de residuos sólidos en toda el área de influencia del proyecto, por lo que la generación de residuos no se considera como un contaminante de potencial interés. Los residuos sólidos generados en las zonas urbanizadas por el área del Proyecto son gestionados por el servicio municipal de recolección de residuos sólidos.

- **Posibles rutas y vías de exposición**

No se han identificado contaminantes o potenciales focos de contaminación, por lo cual tampoco posibles rutas y/o vías de exposición.

- **Potenciales receptores**

No se han identificado contaminantes o potenciales focos de contaminación, por lo que no hay potenciales receptores de contaminantes.

4.1.2.3.7.3 Conclusiones

Tal como se describe y evidencia lo expuesto en los párrafos que anteceden, de la evaluación preliminar se concluye que no existen suelos potencialmente contaminados, por lo que no se procederá a la siguiente etapa dentro de la fase de identificación, que consiste en el muestreo de suelos contaminados identificados a raíz de la evaluación preliminar. En ese sentido, se culmina la fase de identificación, no requiriendo caracterizar suelos contaminados, toda vez que no se identificó contaminación o potencial contaminación. Este descarte de indicios o de evidencias se respalda con los resultados del monitoreo de calidad de aire ejecutado entre el 18 al 23 de marzo del 2024.


 Ana Cusi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
 CSP N° 259


 Jhonatan Villalba
 Biólogo
 Colección N° 40

4.1.2.4 Hidrografía

El área de influencia del proyecto "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas", se encuentra en la faja Subandina, en el lado oriental de la Cordillera de los Andes del Perú, ubicada en el área de la cuenca del Río Mayo, de acuerdo con la nomenclatura establecida para las unidades hidrográficas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

4.1.2.4.1 Descripción Hidrográfica

De acuerdo con las unidades hidrográficas establecidas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el área de estudio se ubica en la Cuenca del Río Mayo codificada con el número 49844, perteneciente a la vertiente del Océano Atlántico, que abarca una gran extensión de la región centro oriental del territorio (15618.07 ha). La misma que se divide en subcuencas, sobre las que se emplazarán los diferentes componentes del Proyecto.

En el Mapa hidrográfico (LBF-BETA-HID-12) se presenta las cuencas hidrográficas respecto a la ubicación del Proyecto y distribución de los componentes.

Anexo 4.1.15 Mapa hidrográfico (LBF-BETA-HID-12)

Tabla 4.1-37: Cuenca hidrográfica del área de estudio del Proyecto

Unidad Hidrográfica		Superficie	
Código	Nombre	Área (Km ²)	%
49844	Cuenca Mayo	9722.47	100

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

A. Cuenca Mayo

La Unidad Hidrográfica Cuenca Mayo, con código Pfafstetter 49844, presenta una superficie de 9,722.00 km², según el "Estudio de Delimitación y Codificación de las Unidades Hidrográficas del Perú", aprobado con Resolución Ministerial N° 033-2008-AG20.

La forma de la unidad hidrográfica Mayo es alargada con dirección noroeste-sureste, el ancho de la cuenca es variado, en la zona alta tiene aproximadamente unos 40 km de ancho, en la zona media llega hasta los 87 km de ancho aproximadamente y se reduce en la zona baja 14 km aproximadamente. El curso principal recorre una longitud aproximada de 362 km desde su nacimiento en el cerro Cahuapanas hasta su desembocadura en el río Huallaga; la margen derecha del río Mayo está conformada por los ríos Serranoyacu, Naranjos, Túmbaro, Aguas Claras, Naranjillo, Soritor, Yuracyacu, Tónchima, Indoché, Gera, Tioyacu, Uquihua y Negro y en la

²⁰ Obtenido de Visor de cuencas <https://snirh.ana.gob.pe/VisorPorCuenca/#>

margen izquierda por los ríos Yanayacu, Huasta, Cachiyacu, Avisado, Cumbaza (donde se localiza la ciudad de Tarapoto), Shilcayo y Huascayacu.

Entre los afluentes principales del río Mayo, por la margen izquierda, se encuentran a los ríos Huasta, Avisado, Huascayacu y Cumbaza; por la margen derecha, destacan los ríos Serranayacu, Naranjos, Naranjillo, Yuracyacu, Negro, Tónchima, Indoche y Gera. Entre estos destacan las cuencas del río Huascayacu con 90 265 ha; Cumbaza, donde se localiza la ciudad de Tarapoto, con 58 718 ha; Yuracyacu, donde se realiza una intensidad actividad agrícola, con 26 615 ha e Indoche, con 52 219 ha

Según el "Diagnóstico de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo del 2020"²¹, se sectoriza a la Cuenca Mayo en un total de nueve (09) subcuencas hidrográficas, correspondientes a cada uno de sus afluentes. Esta delimitación obedece a criterios altitudinales y orográficos que están asociados a los cuerpos de agua principales que están presentes dentro de la cuenca.

Tabla 4.1-38: Cuencas (nivel 6) que conforman la cuenca Mayo

N°	Unidades hidrográficas (Nivel 6)	Código Pfafstetter	Longitud (km)	Superficie	
				Área (km ²)	Porcentaje de la U.H.
1	Alto Mayo	498449	171.47	3 398.40	35.0 %
2	Tonchima	498448	98.68	1 484.71	15.3 %
3	Medio Alto Mayo ¹	498447	12.31	359.54	3.7 %
4	Huascayacu	498446	51.51	961.58	9.9 %
5	Medio Mayo ²	498445	20.34	97.23	1.0 %
6	Indoche	498444	83.61	560.85	5.8 %
7	Medio Bajo Mayo ³	498443	149.79	2 248.60	23.1 %
8	Cumbaza	498442	39.31	570.59	5.9 %
9	Bajo Mayo	498441	9.89	40.97	0.4 %
Total				9722.47	100

Nota: La denominación de los nombres 1/, 2/, 3/ se establece según la metodología aprobada de Pfafstetter (Resolución Ministerial N.º 0332008-AG)

Estas unidades son llamadas también en otros documentos como: 1/ Mayo 498447; 2/ Mayo 498445 y 3/ Mayo 498443.

Fuente: Diagnóstico de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo (2020)

A continuación, se presentan las características morfométricas de la cuenca de estudio

Tabla 4.1-39: Características morfométricas de la Cuenca Mayo

Características Geomorfológicas de la Cuenca	Valor
Área (km ²) *	9,722.00
Perímetro (km) *	685.73
Longitud río (km) *	362.79
Pendiente cauce principal (%) **	0.41
Ancho Promedio (km) **	26.80
Índice Compacidad o coeficiente de Gravelius (kc) **	1.96

²¹ Diagnóstico de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo (2020)
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/5594>

Características Geomorfológicas de la Cuenca	Valor
Rectángulo Equivalente, lado mayor (km) **	311.67
Rectángulo Equivalente, lado menor (km) **	31.19
Tiempo de Concentración (minutos) **	3,094.00
Tiempo de Concentración (metodología) **	Kirpich

(*) Datos extraídos de documentos oficiales. El área, de la **Resolución Ministerial N° 033-2008-AG**²²

Los componentes del Proyecto se emplazan sobre las subcuencas Medio Bajo Mayo (o Intercuenca Mayo) 498443, Indoché (498444) y Cumbaza (498442). Se presenta el mapa de Cuencas hidrográficas en la que se muestra la zona de emplazamiento del Proyecto.

4.1.2.4.1.1 Inventario de fuentes de agua

Durante los trabajos de campo y visualización de imágenes de satélite se ha identificado cuerpos de aguas superficiales, como quebradas y ríos, con flujo de caudal significativo y constante, que son alimentados por los eventos de tormentas, propios de la zona de estudio. El análisis de riesgo por inundaciones correspondiente al área de estudio, corresponde a un tipo de riesgo bajo a nulo, debido a la configuración de relieves montañosos y de alta pendiente. Asimismo, según el análisis de anomalías climáticas no se tienen variaciones significativas en los regímenes de precipitación normal de la zona que puedan alterar el régimen normal de caudales.

A juzgar por las evidencias geomorfológicas, el relieve del área de estudio está constantemente afectado por procesos de geodinámica externa, principalmente generados por la dinámica pluvial prolongada y en algunos casos constante, lo cual responde a las condiciones húmedas y lluviosas de la zona que son las mismas que se encargan de la recarga de los regímenes normales de disponibilidad hídrica o caudal en los cuerpos de agua.

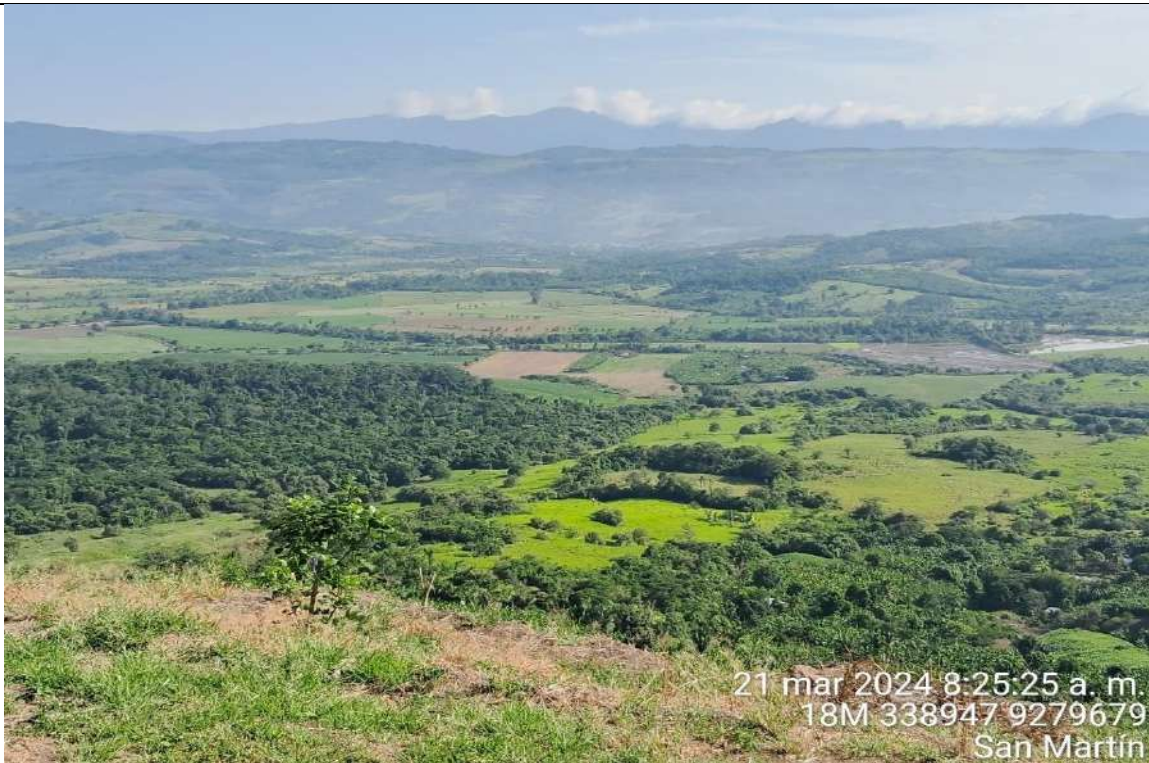
La alta precipitación que se presenta es la responsable de la generación de escorrentía superficial, por lo que es posible observar cursos de agua definidos, estacionales o permanentes. Estos flujos suelen presentarse durante todo el año.

En el mapa LBF-BETA-HID-12, también se presenta la distribución de los puntos de inventario de fuentes de agua identificadas en el área de influencia del Proyecto. Así también se presenta la ficha de inventario de fuentes de agua de los principales y más representativos cuerpos de agua en el área de estudio. Así también en el Anexo 4.1.16 se presentan las Fichas de inventario de fuentes de agua, de los cuerpos de agua más representativas del área de influencia del Proyecto. Se considera la evaluación en ambas temporadas para los cuerpos de agua más representativos, correspondiente también a las estaciones de monitoreo de agua superficial.

²² Estudio de Delimitación y Codificación de las Unidades Hidrográficas del Perú, aprobado con Resolución Ministerial N° 033-2008-AG22.

Anexo 4.1.16 Ficha de inventario de fuentes de agua

Tabla 4.1-40: Vista panorámica al interior de la cuenca Mayo
Zona de emplazamiento del Seccionamiento L-1017



Subestación Nueva Tarapoto Norte

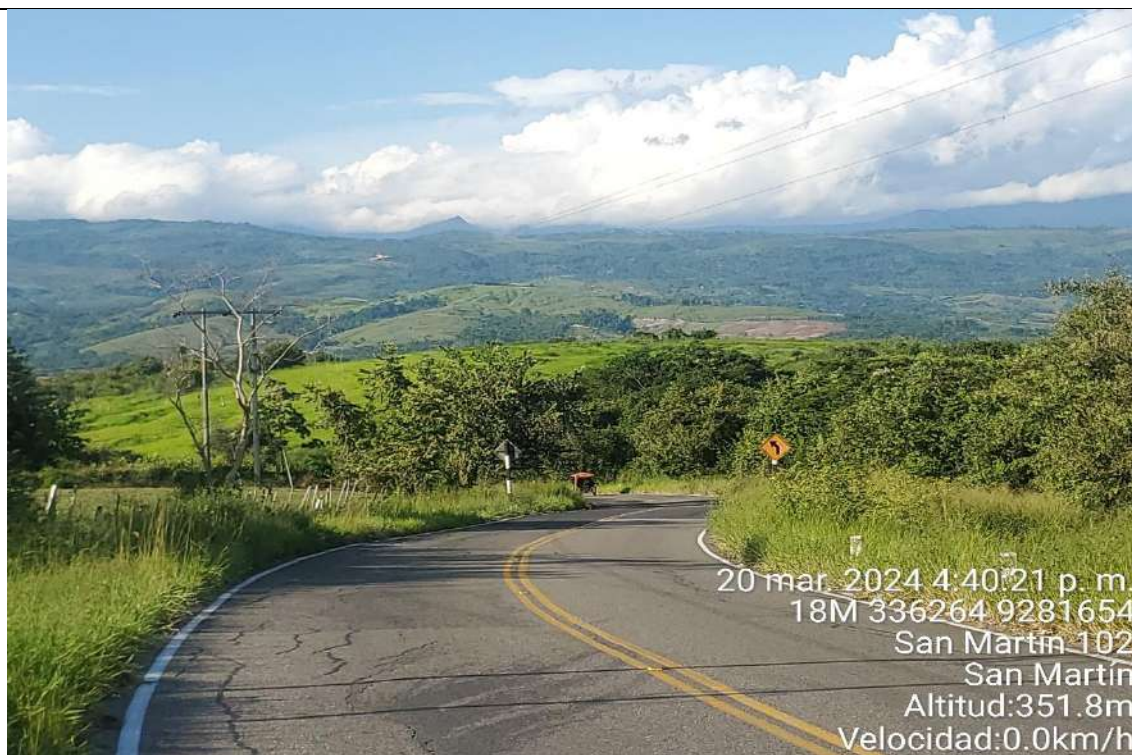

Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colección N° 40



Zona de emplazamiento del LT 220 kV – Subestación Tarapoto Norte



Vista de hábitat Crítico "Rumiyacu Mishquiyacu", cerca de la torre BETA_V4A (L.T 220 kV)


Ana Cusi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


Walter J. Santibañez Villalva
Biólogo
Colegio Profesional



Entorno de la Subestación Belaunde Terry








Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


MSc. J. Sebastián Villalva
Biólogo
Colegio Profesional





Tabla 4.1-41 Inventario de fuentes de agua (Puntos de verificación)

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
LAG-01	Laguna Totorillayco/ Totorichayco	Cuerpo lentico	Subcuenca Cumbaza	349386	9274051	L-1017: Entre T5 y T3-1017-V11VB	Pesca artesanal, agricultura	 <p>23 mar. 2024 9:48:28 a. m. 18M 349467 9273914 Altitud: 267.5m Velocidad: 0.0km/h</p>
LAG-02	Laguna S/N	Cuerpo lentico	Subcuenca Cumbaza	343314.4	9275485.8	L-1017: Entre las torres T22 y T23	Agrario	 <p>23 mar 2024 3:03:13 p. m. 18M 343305 9275583 Altitud: 322.0m Velocidad: 1.0km/h</p>
Q-01	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Subcuenca Cumbaza	322013	9276387	A 54.6 m de distancia de la torre T26 de la variante L-1017	Agrario	 <p>T27 T26</p>
LAG-03	Laguna Andiviela		Subcuenca Cumbaza	338984.1	9278713.2	En el límite del área de influencia indirecta. Entre las torres T34 y T35 de la variante L-1017	Recreacional	 <p>21 mar 2024 9:59:34 a. m. 18M 339049 9278865</p>


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Sara Vanessa Maca
CSP N° 259






Walter J. Huaduas Ylla
Ingeniero Civil
CSP N° 10440

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-02	Quebrada Chupishiña	Quebrada permanente	Subcuenca Cumbaza	339696.6	9281832.4	Entre las torres T41 y T42 de la variante L-1017	Agrario	
Q-02**	Quebrada Chupishiña	Quebrada permanente	Subcuenca Cumbaza	338621.7	9282753.6	Entre las torres T174 y T175	Agrario	
Q-02**	Quebrada Chupishiña	Quebrada permanente	Subcuenca Cumbaza	339362	9283599	Entre las torres T2 y T3 (Variante L-1018)	Agrario	
R-01	Rio Mayo	Río	Intercuenca Mayo 498443	333864	9282351	Cruce con las torres T160 y T161 (Enlace 220 kV)	Agrario	


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Gen. Carlos Vences Múch. Nayra
CSP N° 259



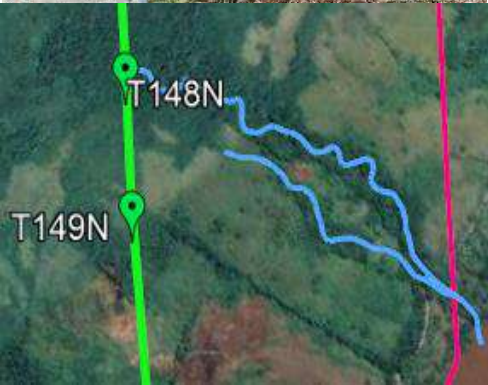


WALTER J. HUARCAYA VILLALBA
INGENIERO
CSP N° 2640

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-03	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	333645	9282609	Cruce con las torres T160 y T161 (Enlace 220 kV)	No especificado	 <p>21 mar. 2024 14:21:48 a.m. 18M 333645 9282609 7.25° S San Martín</p>
Q-04	Quebrada Talliquiwi	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	332238	9283352	Entre las torres T155 y T156 (Enlace 220 kV)	Agrario	 <p>21 mar. 2024 8:58:09 a.m. 18M 332238 9283352 Carretera Fernando Belaunde Terry</p>
Q-05	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	329424	9285519	En el límite del AI Entre las torres T147 y T148 (Enlace 220 kV)	No especificado	 <p>21 mar. 2024 09:40 a.m. 18M 329424 9285519 12.11° S Carretera Fernando Belaunde Terry Lamas San Martín</p>
Q-06	Quebrada Cachiyaku	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	324845	9287157	Entre las torres T137 y T138 (Enlace 220 kV)	Agrario	 <p>21 mar. 2024 10:46:35 a.m. 18M 324845 9287157 Altitud: 284.0m Velocidad: 0.0km/h</p>


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Sara Vanessa Maca
CSP N° 259






Walter J. Huadras Velasco
Ingeniero Civil
CSP N° 10440

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-07	Quebrada Zapoteyaku	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	324349.5	9286747.2	Entre las torres T137 y T136 (Enlace 220 kV)	Agrario	
T-01	Torrente	Cauce inactivo	Intercuenca Mayo 498443	323263	9289600	Entre las torres T131 y T132 (Enlace 220 kV)	No especificado	
Q-08	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	323034	9289906	Entre las torres T131 y T132 (Enlace 220 kV)	No especificado	
Q-09	Quebrada S/N	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	322593	9290556	Entre las torres T130 y T131 (Enlace 220 kV)	No especificado	


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Sara Vanessa Maza
CSP: 259


Walter J. Huancas Velasco
Ingeniero Civil
CSP: 10440

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-10	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	321104	9290396	Entre las torres T128 y T129 (Enlace 220 kV)	No especificado	
Q-11	Quebrada Cumpaquinua	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	320808	9290890	Entre las torres T128 y T127 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-12	Quebrada S/N	Cauce inactivo	Intercuenca Mayo 498443	318560	9292049	Entre las torres T121 y T122 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-13	Quebrada Cumbaquihui	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	317932	9292711	Entre las torres T119 y T120 (Enlace 220 kV)	Agrario	


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Sara Vanessa Maca
CSP: 259


Walter J. Huaduas Ylla
Ingeniero Civil
CSP: 17440

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-14	Quebrada Pasquillal	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	317384	9293525	Entre las torres T117 y T118 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-15	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	316586	9295697	Entre las torres T113 y T112 (Enlace 220 kV)	No especificado	
Q-06**	Quebrada Cachiyaku	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	316244.7	9296153.9	Entre las torres T111 y T112 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-16	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	315909	9298050	Entre las torres T108 y T109 (Enlace 220 kV)	No especificado	

Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988

Sara Vanessa Maca Noya
COSP N° 259





Walter J. Huilinas Velasco
Ingeniero Civil
COSP N° 10440

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-17	Quebrada S/N	Quebrada permanente (con puentes)	Intercuenca Mayo 498443	315259	9298942	Entre las torres T106 y T107 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-18	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	313968	9300853	Entre las torres T101 y T102 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-19	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	312405	9301032	Entre las torres T101 y T100 (Enlace 220 kV)	No especificado	
Q-20	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	310864	9301041	Entre las torres T98 y T99 (Enlace 220 kV)	No especificado	

Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988

Sw. Carla Vanessa Maca Neyra
COSP N° 259





WALTER J. HUARCAYA VILLALBA
INGENIERO
COSP N° 10440

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-21	Quebrada Plantayaku	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	309916	9301562	Entre las torres T95 y T96 (Enlace 220 kV)	Agrario	 <p>21 mar 2024 4:13:44 p. m. 18M 309150 9302669 Altitud: 1111.5 m Velocidad: 0.0 km/h</p>
Q-22	Quebrada S/N	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	308478	9302013	Entre las torres T92 y T93 (Enlace 220 kV)	Agrario	 <p>5 sept 2024 3:22:58 p. m. 18M 309316 9302081 258° W #341</p>
Q-23	Quebrada S/N	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	309316	9302081	Entre las torres T94 y T93 (Enlace 220 kV)	Agrario	 <p>5 sept 2024 3:23:18 p. m. 18M 309321 9302075 62° NE #341</p>
Q-24	Quebrada San Juan	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	305790	9304309	Entre las torres T84 y T85 (Enlace 220 kV)	Agrario	 <p>5 sept 2024 3:03:45 p. m. 18M 305790 9304317 #341</p>


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Sara Vanessa Maca
CSP: N° 259


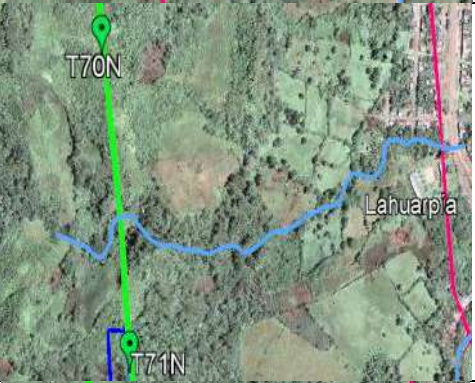



Walter J. Huilcas
Ingeniero
CSP: N° 10440

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
A-1	Acequia	---	Intercuenca Mayo 498443	304510	9305036	Entre las torres T81 y T82 (Enlace 220 kV)	No especificado	
Q-25	Quebrada Cangrejillo	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	303225	9305050	Entre las torres T80 y T79 (Enlace 220 kV)	No especificado	
Q-26	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	303233	9307215	Entre las torres T75 y T74 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-27	Quebrada La Huarpia	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	298963	9310284	Entre las torres T65 y T66 (Enlace 220 kV)	Agrario	


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Sw. Carla Vanessa Maca
COSP N° 259






WALTER J. HUARCAYA
INGENIERO
COSP N° 2640

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-28	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	298864	9310377	Entre las torres T65 y T66 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-29	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	298155	9311205	Entre las torres T62 y T63 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-30	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	297883	9311962	Entre las torres T60 y T61 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-31	Quebrada S/N	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	297500	9313499	Entre las torres T57 y T58 (Enlace 220 kV)	No especificado	


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Sr. Carla Vanessa Múcu Nuyra
CSP N° 259


Ing. J. Huayra
Ingeniero
CSP N° 1040

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-32	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	296292	9315435	Entre las torres T53 y T54 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-33	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	296158	9316679	Entre las torres T51 y T52 (Enlace 220 kV)	No especificado	
Q-34	Quebrada S/N	Quebrada intermitente (canalizada)	Intercuenca Mayo 498443	296308	9318115	Entre las torres T49 y T50 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-35	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	296463	9319071	Entre las torres T46 y T47 (Enlace 220 kV)	Agrario	


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Sw. Carla Vanessa Maca Neyra
COSP N° 259


Walter J. Huaduas Ylla
Ingeniero
COSP N° 2640







Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-36	Quebrada Quicarrumi	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	296006	9320152	Entre las torres T44 y T45 (Enlace 220 kV)	No especificado	
Q-37	Surco	Zona de surcos	Intercuenca Mayo 498443	295649	9321520	Entre las torres T41 y T42 (Enlace 220 kV)	Agrario	
T-02	Torrente S/N	Torrente inactivo	Intercuenca Mayo 498443	296152	9321947	Entre las torres T40 y T41 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-38	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	295457	9322702	Entre las torres T39 y T40 (Enlace 220 kV)	Agrario	

Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988

Sw. Carla Vanessa Maco Nuyra
COSP N° 259





WALTER J. HUANCAS VELAZCO
INGENIERO
COSP N° 10440

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-39	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	295211	9323050	Entre las torres T39 y T38 (Enlace 220 kV)	No especificado	
Q-40	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	295206	9323859	Entre las torres T37 y T38 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-41	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	293452	9325309	Entre las torres T33 y T34 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-42	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	290642	9327609	Entre las torres T26 y T27 (Enlace 220 kV)	Agrario	


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Sw. Carla Vanessa Maca
COSP N° 259


WALTER J. HUARCAYA
INGENIERO
COSP N° 2640





Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
R-02	Río Gera	Rio	Intercuenca Mayo 498443	292096	9325409	Entre las torres T31 y T32 (Enlace 220 kV)	Agrario	 <p>22 mar. 2024 12:15:33 p.m. 18M 292522 9325995 Jepelacio Moyobamba San Martín Altitud 794.1m Velocidad: 0.0km/h</p>
Q-43	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	289190	9327223	Entre las torres T24 y T25 (Enlace 220 kV)	No especificado	 <p>T24 T25 T26</p>
Q-44	Quebrada Huamachuco	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	288902	9327459	Entre las torres T23 y T24 (Enlace 220 kV)	Agrario	 <p>5 sep. 2024 9:40:22 a.m. 18M 288902 9327459 1198m Moyobamba</p>
Q-45	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	288366	9327642	Entre las torres T22 y T23 (Enlace 220 kV)	Agrario	 <p>4 sep. 2024 5:32 p.m. 18M 288366 9327642 2121.5m 2121.5m Casa Mañana Moyobamba San Martín</p>


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Gen. Carlos Vences
Máx. Nro.
CSP N° 259


WALTER J. HUAMANI
INGENIERO
CSP N° 10440



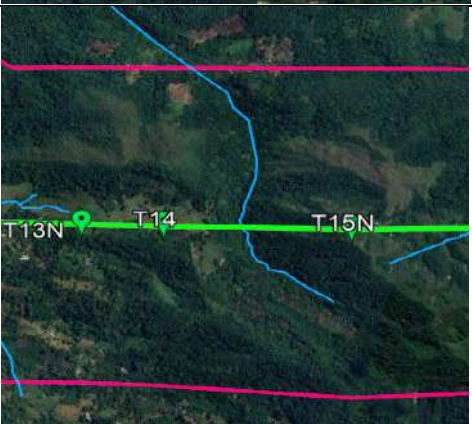

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-46	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	288343	9327690	Entre las torres T22 y T23 (Enlace 220 kV)	Agrario	
C-1	Cauce	Posible cauce generado por un reservorio de agua	Intercuenca Mayo 498443	288165	9327336	Entre las torres T22 y T23 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-47	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	287968	9327750	Entre las torres T21 y T22 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-48	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	287935	9328092	Entre las torres T21 y T20 (Enlace 220 kV)	Agrario	

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-49	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	287728	9327958	Entre las torres T21 y T20 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-50	Quebrada Carichuela	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	28696	9327762	Entre las torres T19 y T20 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-51	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	286739	9327822	Entre las torres T18 y T19 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-52	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	286253	9327871	Entre las torres T17 y T18 (Enlace 220 kV)	Agrario	


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Sra. Sara Vanessa Maca
CSP: N° 259


WALTER J. HUAMÁN VELAZCO
INGENIERO
CSP: N° 10440

Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-53	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	285705	9328197	Entre las torres T17 y T16 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-54	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	285070	9327787	Entre las torres T15 y T16 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-55	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	283981	9327408	Entre las torres T14 y T15 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-56	Quebrada Rumiyaku	Quebrada permanente	Intercuenca Mayo 498443	282684	9327249	Entre las torres T11 y T12 (Enlace 220 kV)	Agrario	


Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988


Geny Caria
Veronica Maza Noya
CSP N° 259


Walter J. Huarcaya Velasco
Ingeniero Civil
CSP N° 10440



Código	Nombre de la fuente	Tipo	Cuenca Hidrográfica	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Referencias con los componentes del Proyecto	Uso local	Vista fotográfica o imagen satelital
				Este (m)	Norte (m)			
Q-57	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	282948	9327255	Entre las torres T12 y T13	Agrario	
Q-58	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Intercuenca Mayo 498443	281634	9328133	Entre las torres T10 y T9 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-59	Quebrada Azungue	Quebrada Intermitente	Subcuenca Indoche	281390	9329394	Entre el Pórtico C2 y la torre T1_C2 (Enlace 220 kV)	Agrario	
Q-60	Quebrada S/N	Quebrada Intermitente	Subcuenca Indoche	279644	9328591	Entre las torres T6 y T5 (Enlace 220 kV)	Agrario	

(*) Datos de muestreo de calidad de agua (época húmeda); “- “: Sin información; “S/N”: Sin nombre; (**) Corresponden a puntos en donde una misma quebrada cruza en más de un punto el paso de un conductor o componente del Proyecto
Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

Ana Cevallos
Socióloga
CSP: 3988

Sara Vanessa Maca Noya
CSP: 259

Walter J. Huamán Velasco
Ingeniero Civil
CSP: 10440

4.1.2.4.1.2 Distancia de los cuerpos de agua a los componentes del Proyecto

Tabla 4.1-42 Distancia mas cercana de los cuerpos de agua a los stitio de torres

Código	Nombre de la fuente	Unidad Hidrográfica	Ubicación referencial del cuerpo de agua más cercano Proyección UTM Zona 18S, Datum WGS84		Distancia de los cuerpos de agua más cercanos a los componentes del Proyecto			
			Este (m)	Norte (m)	Referencia	Torre	Línea de transmisión	Distancia (m)
LAG-01	Laguna Totorillayco/ Totorichayco	Subcuenca Cumbaza	349386.0	9274051.0	Entre las torres T4-1017-V11AV y T3-1017-V11BV	T4-1017-V11AV	Variante L-1017	293.1
						T3-1017-V11BV	Variante L-1017	508.1
LAG-02	Laguna S/N	Subcuenca Cumbaza	343314.4	9275485.8	Entre las torres T21 y T22	T21	Variante L-1017	720.5
						T22	Variante L-1017	661.9
Q-01	Quebrada S/N	Subcuenca Cumbaza	342013.0	9276387.0	Entre las torres T26 y T125	T26	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	53.6
						T125	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	259.5
LAG-03	Laguna Andiviela	Subcuenca Cumbaza	338984.1	9278713.2	Entre las torres T35 y T36	T35	Variante L-1017	778.8
						T36	Variante L-1017	915.1
Q-21	Quebrada Chupishiña	Subcuenca Cumbaza	339696.6	9281832.4	Entre las torres T41 y T40	T41	Variante L-1017	111.3
						T40	Variante L-1017	521.9
Q-02**	Quebrada Chupishiña	Subcuenca Cumbaza	338621.7	9282753.6	Entre las torres T174 y T175	T174	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	234.4
						T175	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	177.8
Q-02**	Quebrada Chupishiña	Subcuenca Cumbaza	339362.0	9283599.0	Entre las torres T2 y T3	T2	Variante L-1018	197.2
						T3	Variante L-1018	211.5
R-01	Rio Mayo	Intercuenca Mayo 498443	333864.0	9282351.0	Entre las torres T161 y T160	T161	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	346.2
						T160	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	586.8
Q-03	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	333645.0	9282609.0	Entre las torres T161 y T160	T161	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	500.1
						T160	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	330.9
Q-04	Quebrada Talliquiwi	Intercuenca Mayo 498443	332238.0	9283352.0	Entre las torres T155 y T156	T155	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	564.9



Ana Celi Fernandez

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nerya

CSP N° 259



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

BIOLOGO

COLECCIÓN 19540

Código	Nombre de la fuente	Unidad Hidrográfica	Ubicación referencial del cuerpo de agua más cercano Proyección UTM Zona 18S, Datum WGS84		Distancia de los cuerpos de agua más cercanos a los componentes del Proyecto			
			Este (m)	Norte (m)	Referencia	Torre	Línea de transmisión	Distancia (m)
						T156	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	450.8
Q-05	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	329424.0	9285519.0	Entre las torres T147 y T148	T147	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	734.0
						T148	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	707.6
Q-06	Quebrada Cachiyaku	Intercuenca Mayo 498443	324845.0	9287157.0	Entre las torres T137 y T138	T137	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	459.4
						T138	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	558.0
Q-07	Quebrada Zapoteyaku	Intercuenca Mayo 498443	324349.5	9286747.2	Entre las torres T137 y T136	T137	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	593.7
						T136	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	749.0
T-01	Torrente	Intercuenca Mayo 498443	323263.0	9289600.0	Entre las torres T131 y T132	T131	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	749.9
						T132	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	592.7
Q-08	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	323034.0	9289906.0	Entre las torres T131 y T132	T131	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	677.1
						T132	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	911.8
Q-09	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	322593.0	9290556.0	Entre las torres T130 y T131	T130	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	956.5
						T131	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1100.6
Q-10	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	321104.0	9290396.0	Entre las torres T128 y T129	T128	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	403.4
						T129	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	301.6
Q-11	Quebrada Cumpaquinua	Intercuenca Mayo 498443	320808.0	9290890.0	Entre las torres T128 y T127	T128	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	274.4
						T127	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	462.6



 Ana Cecilia Fernández
 Socióloga
 CSP: 3998



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP: N° 259



 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
 DIRECCIÓN GENERAL DE ASSESORIA TÉCNICA
 COLEGIO PROFESIONAL DE INGENIEROS EN AMBIENTE

Código	Nombre de la fuente	Unidad Hidrográfica	Ubicación referencial del cuerpo de agua más cercano Proyección UTM Zona 18S, Datum WGS84		Distancia de los cuerpos de agua más cercanos a los componentes del Proyecto			
			Este (m)	Norte (m)	Referencia	Torre	Línea de transmisión	Distancia (m)
Q-12	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	318560.0	9292049.0	Entre las torres T121 y T122	T121	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	311.8
						T122	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	184.3
Q-13	Quebrada Cumbaquihui	Intercuenca Mayo 498443	317932.0	9292711.0	Entre las torres T119 y T120	T119	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	403.8
						T120	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	274.2
Q-14	Quebrada Pasquillal	Intercuenca Mayo 498443	317384.0	9293525.0	Entre las torres T117 y T118	T117	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	59.9
						T118	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	288.1
Q-15	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	316586.0	9295697.0	Entre las torres T113 y T112	T113	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	390.4
						T112	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	193.7
Q-06**	Quebrada Cachiyacu	Intercuenca Mayo 498443	316244.7	9296153.9	Entre las torres T111 y T112	T111	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	552.4
						T112	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	424.9
Q-16	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	315909.0	9298050.0	Entre las torres T108 y T109	T108	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	406.6
						T109	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	554.3
Q-17	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	315259.0	9298942.0	Entre las torres T106 y T107	T106	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	226.5
						T107	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	386.7
Q-18	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	313968.0	9300853.0	Entre las torres T101 y T102	T101	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1158.2
						T102	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	805.7
Q-19	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	312405.0	9301032.0	Entre las torres T101 y T100	T101	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	477.6



 Ana Cecilia Fernández

 Socióloga

 CSP: 3998



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra

 CSP N° 259



 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

 BIÓLOGO

 COLEGIO PROFESIONAL

Código	Nombre de la fuente	Unidad Hidrográfica	Ubicación referencial del cuerpo de agua más cercano Proyección UTM Zona 18S, Datum WGS84		Distancia de los cuerpos de agua más cercanos a los componentes del Proyecto			
			Este (m)	Norte (m)	Referencia	Torre	Línea de transmisión	Distancia (m)
						T100	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	732.5
Q-20	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	310864.0	9301041.0	Entre las torres T98 y T99	T98	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	104.5
						T99	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	288.5
Q-21	Quebrada Plantayacu	Intercuenca Mayo 498443	309916.0	9301562.0	Entre las torres T95 y T96	T95	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	354.4
						T96	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	399.3
Q-22	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	308478.0	9302013.0	Entre las torres T92 y T93	T92	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	211.0
						T93	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	431.9
Q-23	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	309316.0	9302081.0	Entre las torres T94 y T93	T94	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	491.3
						T93	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	543.9
Q-24	Quebrada San Juan	Intercuenca Mayo 498443	305790.0	9304309.0	Entre las torres T84 y T85	T84	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	775.0
						T85	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	689.3
A-1	Acequia	Intercuenca Mayo 498443	304510.0	9305036.0	Entre las torres T81 y T82	T81	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	686.8
						T82	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	632.1
Q-25	Quebrada Cangrejillo	Intercuenca Mayo 498443	303225.0	9305050.0	Entre las torres T80 y T79	T80	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	302.2
						T79	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	344.6
Q-26	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	303233.0	9307215.0	Entre las torres T75 y T74	T75	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1439.6
						T74	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1535.7



 Ana Cecilia Fernández
 Socióloga
 CSP: 3998



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259



 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
 BIÓLOGO
 COLECCIÓN 19540

Código	Nombre de la fuente	Unidad Hidrográfica	Ubicación referencial del cuerpo de agua más cercano Proyección UTM Zona 18S, Datum WGS84		Distancia de los cuerpos de agua más cercanos a los componentes del Proyecto			
			Este (m)	Norte (m)	Referencia	Torre	Línea de transmisión	Distancia (m)
Q-27	Quebrada Lahuarpia	Intercuenca Mayo 498443	298963.0	9310284.0	Entre las torres T65 y T66	T65	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	366.9
						T66	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	210.9
Q-28	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	298864.0	9310377.0	Entre las torres T65 y T66	T65	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	231.1
						T66	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	346.7
Q-29	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	298155.0	9311205.0	Entre las torres T62 y T63	T62	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	322.7
						T63	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	240.2
Q-30	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	297883.0	9311962.0	Entre las torres T60 y T61	T60	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	129.4
						T61	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	256.3
Q-31	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	297500.0	9313499.0	Entre las torres T57 y T58	T57	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	676.3
						T58	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	664.2
Q-32	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	296292.0	9315435.0	Entre las torres T53 y T54	T53	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	424.2
						T54	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	116.6
Q-33	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	296158.0	9316679.0	Entre las torres T51 y T52	T51	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	637.2
						T52	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	344.6
Q-34	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	296308.0	9318115.0	Entre las torres T49 y T50	T49	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	691.8
						T50	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	829.4
Q-35	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	296463.0	9319071.0	Entre las torres T46 y T47	T46	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1108.0



 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CIP: 3998



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CIP N° 259



 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS VITALES
 BIOLOGO
 COLECCIÓN 15140

Código	Nombre de la fuente	Unidad Hidrográfica	Ubicación referencial del cuerpo de agua más cercano Proyección UTM Zona 18S, Datum WGS84		Distancia de los cuerpos de agua más cercanos a los componentes del Proyecto			
			Este (m)	Norte (m)	Referencia	Torre	Línea de transmisión	Distancia (m)
						T47	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1001.7
Q-36	Quebrada Quicarrumi	Intercuenca Mayo 498443	296006.0	9320152.0	Entre las torres T44 y T45	T44	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	699.0
						T45	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	644.3
Q-37	Surco	Intercuenca Mayo 498443	295649.0	9321520.0	Entre las torres T41 y T42	T41	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	419.2
						T42	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	490.8
T-02	Torrente S/N	Intercuenca Mayo 498443	296152.0	9321947.0	Entre las torres T40 y T41	T40	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1042.9
						T41	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	968.0
Q-38	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	295457.0	9322702.0	Entre las torres T39 y T40	T39	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	414.9
						T40	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	610.2
Q-39	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	295211.0	9323050.0	Entre las torres T39 y T38	T39	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	401.6
						T38	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	414.1
Q-40	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	295206.0	9323859.0	Entre las torres T37 y T38	T37	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	959.7
						T38	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1020.7
Q-41	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	293452.0	9325309.0	Entre las torres T33 y T34	T33	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	690.4
						T34	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	887.8
Q-42	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	290642.0	9327609.0	Entre las torres T26 y T27	T26	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1341.8
						T27	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1304.3


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3998


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259


 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS VITALES
 BIOLOGO
 COLEGIO PROFESOR

Código	Nombre de la fuente	Unidad Hidrográfica	Ubicación referencial del cuerpo de agua más cercano Proyección UTM Zona 18S, Datum WGS84		Distancia de los cuerpos de agua más cercanos a los componentes del Proyecto			
			Este (m)	Norte (m)	Referencia	Torre	Línea de transmisión	Distancia (m)
R-02	Río Gera	Intercuenca Mayo 498443	292096.0	9325409.0	Entre las torres T31 y T32	T31	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	382.0
						T32	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	349.2
Q-43	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	289190.0	9327223.0	Entre las torres T24 y T25	T24	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	406.5
						T25	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	513.8
Q-44	Quebrada Huamachuco	Intercuenca Mayo 498443	288902.0	9327459.0	Entre las torres T23 y T24	T23	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	468.4
						T24	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	500.6
Q-45	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	288366.0	9327642.0	Entre las torres T22 y T23	T22	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	255.4
						T23	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	419.3
Q-46	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	288343.0	9327690.0	Entre las torres T22 y T23	T22	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	284.4
						T23	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	472.0
C-1	Cauce	Intercuenca Mayo 498443	288165.0	9327336.0	Entre las torres T22 y T23	T22	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	111.8
						T23	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	336.4
Q-47	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	287968.0	9327750.0	Entre las torres T21 y T22	T21	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	297.5
						T22	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	399.5
Q-48	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	287935.0	9328092.0	Entre las torres T21 y T20	T21	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	566.6
						T20	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	711.2
Q-49	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	287728.0	9327958.0	Entre las torres T21 y T20	T21	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	397.7



 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3998



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259



 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
 BIÓLOGO
 COLEGIO PROFESIONAL

Código	Nombre de la fuente	Unidad Hidrográfica	Ubicación referencial del cuerpo de agua más cercano Proyección UTM Zona 18S, Datum WGS84		Distancia de los cuerpos de agua más cercanos a los componentes del Proyecto			
			Este (m)	Norte (m)	Referencia	Torre	Línea de transmisión	Distancia (m)
						T20	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	466.0
Q-50	Quebrada Carichuela	Intercuenca Mayo 498443	286960.0	9327762.0	Entre las torres T19 y T20	T19	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	110.5
						T20	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	426.4
Q-51	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	286739.0	9327822.0	Entre las torres T18 y T19	T18	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	248.1
						T19	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	339.4
Q-52	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	286253.0	9327871.0	Entre las torres T17 y T18	T17	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	445.3
						T18	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	246.4
Q-53	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	285705.0	9328197.0	Entre las torres T17 y T16	T17	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	468.5
						T16	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	642.0
Q-54	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	285070.0	9327787.0	Entre las torres T15 y T16	T15	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	741.7
						T16	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	330.5
Q-55	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	283981.0	9327408.0	Entre las torres T14 y T15	T14	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	222.8
						T15	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	431.0
Q-56	Quebrada Rumiyacu	Intercuenca Mayo 498443	282684.0	9327249.0	Entre las torres T11 y T12	T11	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	407.6
						T12	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	205.7
Q-57	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	282948.0	9327255.0	Entre las torres T12 y T13	T12	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	169.0
						T13	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	452.0



 Ana Carolina

 Sotomayor

 CSP: 3998



 Geo. Carla Vanessa

 Muñoz Nery

 CSP: N° 259



 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS VITALES

 BIOLOGO

 COLEGIO PROFESOR

Código	Nombre de la fuente	Unidad Hidrográfica	Ubicación referencial del cuerpo de agua más cercano Proyección UTM Zona 18S, Datum WGS84		Distancia de los cuerpos de agua más cercanos a los componentes del Proyecto			
			Este (m)	Norte (m)	Referencia	Torre	Línea de transmisión	Distancia (m)
Q-58	Quebrada S/N	Intercuenca Mayo 498443	281634.0	9328133.0	Entre las torres T10 y T9	T10	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	745.3
						T9	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	636.2
Q-59	Quebrada Azungue	Subcuenca Indoche	281390.0	9329394.0	Entre el Pórtico C2 y la torre T1_C2	Pórtico C2	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1528.7
						T1_C2	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	1482.4
Q-60	Quebrada Almendra	Subcuenca Indoche	279644.0	9328591.0	Entre las torres T6 y T5	T6	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	306.6
						T5	LT Belaunde Terry – Tarapoto Norte (220 kV)	379.7

En el siguiente anexo se muestra la ubicación de los cuerpos de agua y los componentes del proyecto.

Anexo 4.1.17 Mapa de componentes con intersecciones en cuerpos de agua (LBF-BETA-HID-13)


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3998


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259


 J. Natividad Villalva
 Bióloga
 Colección 15140

4.1.2.4.1.3 Inventario de Infraestructura hidráulica

Se tomó como referencia la información disponible en los geoportales oficiales del estado, para el caso de este ítem, se revisaron los datos consignados en la plataforma de la Autoridad Nacional del Agua²³, donde se identificó la presencia de infraestructura hidráulica en el área de estudio, principalmente asociados a los componentes de la Central Hidroeléctrica Gera; así como también drenes y bocatmas presentes en zonas cercanas la Nueva Subestación Tarapoto Norte, que derivan las aguas de la Quebrada Chupishiña para el desarrollo de actividades agrícolas, principalmente enfocados a extensos cultivos arroz y maíz. La ubicación de la infraestructura identificada se presenta en el mapa de inventario de infraestructura hidráulica (LBF-BETA-HID-14).

Anexo 4.1.18 Mapa de inventario de infraestructura hidráulica (LBF-BETA-HID-14)

- **Hidroeléctricas**

En la cuenca Mayo existen dos centrales hidroeléctricas Gera I y Gera II, operadas por la empresa Electro Oriente S. A. Estas se ubican en la ciudad de Moyobamba, provincia de Moyobamba, departamento San Martín. Ambas hidroeléctricas utilizan las aguas del Río Gera, las cuales son acumuladas mediante gravedad en una presa de concreto que lleva el mismo nombre. Esta hidroeléctricas generan la energía suficiente para abastecer la demanda los distritos Moyobamba y Jepelacio. Es importante aclarar que la Presa Gera se ubica fuera del área de estudio, por lo que no se ha considerado como parte del inventario. A continuación, se presenta las características de las centrales hidroeléctricas:

Tabla 4.1-43 Centrales hidroléctricas

Nombre	Ubicación referencial de la fuente Proyección UTM Datum WGS84		Potencia	Rio	Empresa
	Este (m)	Norte (m)			
C.H. Gera I	291883	9324542	6 MW	Gera	Electro Oriente S.A.
C.H. Gera II	291885	9324546	2 MW	Gera	Electro Oriente S.A.

Nota: las coordenadas que se presentan otorgan ubicaciones fuera del área de estudio; sin embargo, la extensión de los componentes de ambas centrales desde las bocatmas hasta el retorno del agua por la casa de máquinas, si llega llegan superponerse con el área de estudio, por lo que si fueron considerados como parte del inventario.

Fuente: Diagnóstico de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo (2020)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

- **Canales de derivación**

Son canales construidos para desviar el flujo de agua de un curso quebradas cercanas a zonas de amplio desarrollo agrícola como lo es toda la zona del recorrido de la variante 1017, la variante

²³ Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos <https://snirh.ana.gob.pe/ConsultaIDE/Index.aspx?ID=8>, consultado el 09 de mayo del 2024

L-1018 y los alrededores de la Subestación Nueva Tarapoto Norte. Estos canales se utilizan para controlar el flujo de agua y distribuirlo según las necesidades específicas, como el riego de cultivos, el suministro de agua potable o el control de inundaciones. Los canales de derivación identificados

Estos canales varían en tamaño y diseño dependiendo de la cantidad de agua que necesiten manejar y las condiciones del terreno. Por ejemplo, a lo largo del recorrido de las variantes L-1017 y L-1018 se identifican extensas parcelas de cultivos de arroz que vienen siendo alimentadas fundamentalmente por la Quebradas Chupishiña, a través de un sistema de drenaje que es operado por la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu – Clase B, para fines del área de estudio, los principales usuarios de este tipo de infraestructuras se concentrarían en los distritos de Cacatachi y Juan Guerra.

Tabla 4.1-44: Infraestructura de derivación

Nombre Canal	Tipo Captación	Nombre Captación	Tipo	Material	Estado	Tipo Uso	Operador	Micro Cuenca	Longitud en el área del Proyecto (km)
La Unión	Bocatoma	La Unión	Tierra	N.E.	N.E.	Agrícola	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu - Clase B	Quebrada Chupishiña	3.0
Santa Rosa	Bocatoma	Santa Rosa	Tierra	N.E.	N.E.	Agrícola		Quebrada Chupishiña	0.4
La Llanura	Bocatoma	La Llanura	Tierra	N.E.	N.E.	Agrícola		Quebrada Chupishiña	2.2
Capironaico	Bocatoma	Capironaico	Tierra	Otros	Malo	Agrícola		Quebrada Ventura Rarca*	1.3
Chupishiña	Bocatoma	Chupishiña	N.E.	N.E.	N.E.	Agrícola		Quebrada Chupishiña	1.8
La Unión	Bocatoma	La Unión	Otros	Otros	Malo	Agrícola		Quebrada Chupishiña	0.4
Santa Rosa	Bocatoma	Santa Rosa	Tierra	Otros	Malo	Agrícola		Quebrada Chupishiña	1.0
La Llanura	Bocatoma	La Llanura	Otros	Otros	Malo	Agrícola		Quebrada Chupishiña	1.1
Chupishiña	Bocatoma	Chupishiña	Revestido	Concreto	Malo	Agrícola		Quebrada Chupishiña	2.9

(*): La quebrada Ventura Rarca no forma parte del inventario de fuentes de aguas superficiales, dado que no fue identificada dentro del área de estudio; sin embargo, sus aguas alimentan

CD: Canal de Derivación; N.E.: No específica

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH) – ANA

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

• Canales laterales

Los canales laterales son un tipo específico de canal de derivación que en el área de estudio se utiliza como parte del sistema de riego. Estos canales están dispuestos a lo largo de los campos agrícolas para llevar agua desde el canal de derivación principal hasta los cultivos individuales distribuyendo eficientemente el agua de riego a lo largo de los cultivos. Se ha identificado que

estos canales van acompañados por un sistema compuertas manuales dispuestas al ingreso del sistema de cultivos permitiendo un mejor manejo del control del agua.

Tabla 4.1-45: Infraestructura Hidraulica - canales laterales

Clase Canal	Nombre Canal	Tipo Captación	Nombre Captación	Tipo	Material	Estado	Tipo Uso	Operador	Longitud en el área del Proyecto (km)
L1	San Juan	Toma	San Juan	Revestido	Concreto	Malo	Agrícola	Junta De Usuarios Del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo- Mishquiyacu - Clase B	0.717
L1	Villanueva	Toma	Villanueva	Tierra	Otros	Malo	Agrícola		1.220
L1	Alfonso Silva	Toma	Alfonso Silva	Tierra	Otros	Malo	Agrícola		2.745
L1	1b	Toma	1b	Tierra	Otros	Malo	Agrícola		1.776
L1	1a	Toma	1a	Otros	Otros	Bueno	Agrícola		0.102
L1	La Marginal	Toma	La Marginal	Tierra	Otros	Malo	Agrícola		0.226
L1	Inga-Rafael	Toma	Inga-Rafael	Otros	Otros	Bueno	Agrícola		0.014

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH) - ANA

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

• Bocatomas

Durante los trabajos de campo fue posible identificar un total de las bocatomas ubicadas en las cerca de la zona de emplazamiento de la futura Subestación Tarapoto Norte. Estas tomas aprovechan el caudal de la Quebrada Chupishiña y se encuentran bajo la administración de la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo - Mishquiyacu - Clase B, esta información fue corroborada con los datos disponibles en el SNIRH (Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos)²⁴, determinándose que para el área de influencia del Proyecto se tienen un total de nueve (09) bocatomas conectadas entre sí a través de canales de derivación complementados con canales laterales hacia la zonas de cultivos. Es importante señalar que, Según el "Diagnóstico de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo" (2020), en la cuenca del Río Mayo se han identificado un total de 204 bocatomas de las cuales 85 son de tipo permanente; 10, rústico; 102, semirústico y 7 no se especifican; de todas ellas, la mayor cantidad de ellas se encuentran asociadas al Río Cumbaza, el cual es afluente del río Mayo.

²⁴ Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos <https://snirh.ana.gob.pe/ConsultaIDE/Index.aspx?ID=8>, consultado el 09 de mayo del 2024

Tabla 4.1-46: Datos generales de bocatomas

Fuente De Agua Natural	Nombre De Bocatoma	Coord Este (m)	Coord Norte (m)	Margen	Nombre del canal de derivación	Operador	Tipo	Estado	Material
Quebrada Bijahuillo	Bijahuillo	339203	9283381	Derecho	CD BIJAHUILLO	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu - Clase B	N.E.	Malo	N.E.
Quebrada Pucayacu	Pucayacu	339590	9281818	Derecho	CD PUCAYACU	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu - Clase B	N.E.	N.E.	N.E.
Manantial	Paylapozo	338897	9283218	N. E	CD PAYLAPOZO	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu - Clase B	N.E.	N.E.	N.E.
Quebrada Chupishiña	La Llanura	339203	9283381	Izquierdo	CD LA LLANURA	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu - Clase B	Permanente	Regular	N.E.
Quebrada Chupishiña	Santa Rosa	338897	9283218	Derecho	CD SANTA ROSA	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu - Clase B	Permanente	Regular	N.E.
Quebrada Chupishiña	La Unión	339590	9281818	Derecho	CD LA UNIÓN	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu - Clase B	Permanente	Regular	Mampostería
Quebrada Chupishiña	La Lanura	339201	9283378	Izquierdo	CD LA LLANURA	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu - Clase B	Permanente	N.E.	Concreto Armado
Quebrada Chupishiña	Santa Rosa	338869	9283200	Derecho	CD SANTA ROSA	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu - Clase B	N.E.	Regular	Concreto Armado
Quebrada Chupishiña	La Unión	339588	9281812	Derecho	CD LA UNION	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Bajo Mayo-Mishquiyacu - Clase B	N.E.	N.E.	Concreto Armado

CD: Canal de Derivación; N.E.: N.E.do

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH) - ANA



 Ana Cecilia Fernández
 Socióloga
 CIP: 3998



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CIP N° 259



 INSTITUTO NACIONAL DE AGUA Y PESCA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Tabla 4.1-47: Vistas de la infraestructura hidráulica en el área de estudio



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

4.1.2.4.2 Hidrología

Dentro de la cuenca del Río Mayo, existen un total de 4 estaciones hidrométricas vigentes y que presentan datos actualizados. Estas son: la estación Sóritor (cuenca Tonchima), que

mide el caudal del río Sóritor, la estación Uquihua (cuenca Rioja), que mide el caudal del río Uquihua, la estación Shanao (U. H. Medio Bajo Mayo) que mide el caudal del río Mayo y la estación Cumbaza (cuenca Cumbaza) la cual mide el caudal del río Cumbaza.

Para efectos de caracterización del área de influencia del Proyecto, la descripción de caudales se limita a las estaciones Shanao y Cumbaza, los datos de caudales fueron tomados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi) y fueron complementados con la recopilación de información secundaria, oficial y vigente, recogidos del "Diagnóstico de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo" del año 2020, elaborados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Tabla 4.1-48: Estaciones Hidrométricas – Cuenca Mayo

Nombre de la estación	Distrito Provincia Departamento	Coordenadas UTM 18S Datum WGS 84		Altitud (m.s.n.m.)	Cuerpo de agua	Variables	Estado
		Este (m)	Norte (m)				
Shanao (221802)	Shanao Lamas San Martín	323043	9290875	279	Río Mayo (Zona media cuenca Mayo)	Caudal promedio	Operativa
Cumbaza (221801)	Morales San Martín San Martín	347595	9284542	286	Río Cumbaza (Cuenca Mayo)	Caudal promedio	Operativa

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

4.1.2.4.2.1 Estación Hidrométrica Cumbaza

Esta estación registra todo el caudal descargado en el río Cumbaza, se ubica cerca de la ciudad de Tarapoto y presenta un periodo de registro comprendido entre el 2000 al 2018. Según el Diagnóstico de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo (2020) esta estación registra un caudal promedio de 5.09 m³/s.

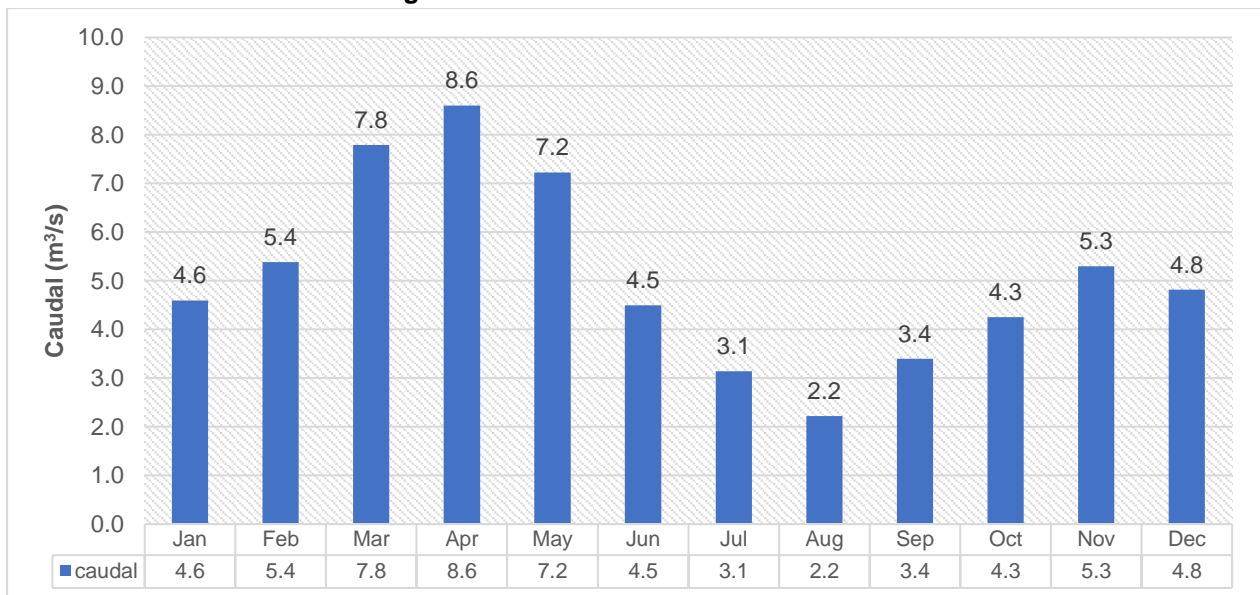
Tabla 4.1-49: Caudales medios para la cuenca Mayo - Estación Cumbaza

Año	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2000	1.63	4.42	5.80	7.05	5.37	5.63	2.56	3.33	3.90	5.84	1.04	5.98
2001	6.82	5.00	10.84	13.04	12.47	5.89	5.23	2.25	4.39	4.35	5.39	10.74
2002	2.03	5.12	5.42	8.11	6.28	3.01	7.57	2.68	3.53	5.76	7.34	5.32
2003	4.46	2.60	8.36	7.68	7.28	7.34	3.10	2.69	2.27	2.97	3.01	8.69
2004	0.95	1.85	2.24	2.17	3.41	2.83	2.81	2.35	1.73	2.88	3.94	1.91
2005	1.43	4.28	6.64	8.91	SD	4.92	3.02	0.89	1.10	7.61	8.77	0.51
2006	4.47	4.61	6.32	5.14	0.72	2.24	1.70	1.58	0.73	4.74	7.66	3.45
2007	6.46	0.61	5.42	7.45	9.43	0.82	1.21	0.99	3.12	5.44	8.02	2.87
2008	3.58	8.22	6.07	4.61	1.75	5.83	0.89	0.53	4.15	2.83	2.43	1.68
2009	5.06	6.48	8.05	11.22	9.33	5.30	2.92	4.00	5.00	2.65	2.85	1.73
2010	0.75	5.03	2.04	11.02	5.74	1.70	2.42	0.35	0.16	1.42	2.53	3.18
2011	0.82	0.97	6.37	4.52	4.02	7.39	5.50	2.70	7.60	10.36	15.28	10.56
2012	14.79	6.39	16.49	20.45	13.49	4.96	3.28	1.24	2.08	4.87	2.23	8.93
2013	SD	SD	15.93	SD	SD	7.84	6.20	8.14	11.19	6.38	10.42	5.07
2014	8.51	12.97	18.82	14.99	16.96	4.54	4.71	2.91	5.57	2.85	2.71	5.18

Año	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2015	6.17	16.63	4.39	8.36	8.06	3.90	1.26	1.03	0.36	0.56	1.92	SD
2016	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
2017	8.49	4.02	6.44	8.47	9.31	SD	0.81	0.92	0.84	0.78	4.53	1.29
2018	1.70	2.31	4.67	3.05	2.03	2.25	1.32	1.37	SD	SD	SD	SD
Prom	4.6	5.4	7.8	8.6	7.2	4.5	3.1	2.2	3.4	4.3	5.3	4.8

Fuente: Diagnóstico de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo (2020)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

Gráfico 4.1-9: Registro Histórico de caudales - Estación Cumbaza

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

4.1.2.4.2.2 Estación Hidrométrica Shanao

Es una estación convencional que se encuentra sobre el río Mayo. Esta se ubica al lado del puente Shanao en el puente Bolivia. Actualmente se encuentra operativa y presenta un registro comprendido entre los años 2000 a la actualidad; de la revisión de información secundaria se presentan datos de caudales medios correspondientes para esta estación. Precisando que en base al Diagnóstico de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo (2020) para el periodo analizado (2000 – 2018) el caudal medio anual es de 429.19 m³/s.

Tabla 4.1-50: Caudales medios para la cuenca Mayo - Estación Shanao

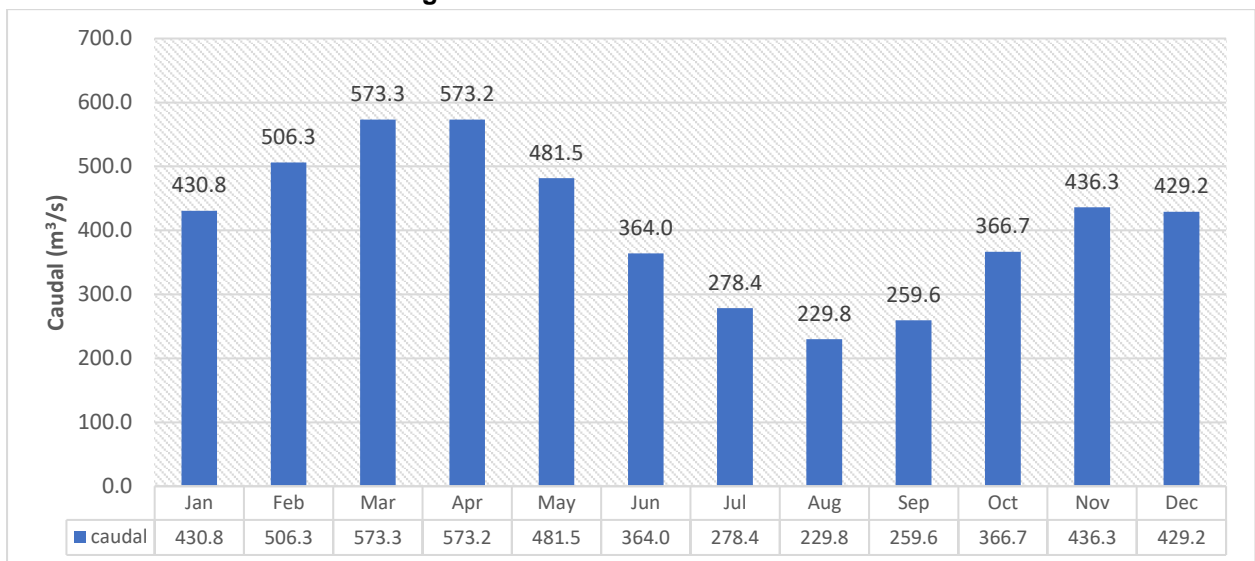
Año	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2000	1,63	4,42	5,80	7,05	5,37	5,63	2,56	3,33	3,90	5,84	1,04	5,98
2001	6,82	5,00	10,84	13,04	12,47	5,89	5,23	2,25	4,39	4,35	5,39	10,74
2002	2,03	5,12	5,42	8,11	6,28	3,01	7,57	2,68	3,53	5,76	7,34	5,32
2003	4,46	2,60	8,36	7,68	7,28	7,34	3,10	2,69	2,27	2,97	3,01	8,69
2004	0,95	1,85	2,24	2,17	3,41	2,83	2,81	2,35	1,73	2,88	3,94	1,91
2005	1,43	4,28	6,64	8,91	SD	4,92	3,02	0,89	1,10	7,61	8,77	0,51
2006	4,47	4,61	6,32	5,14	0,72	2,24	1,70	1,58	0,73	4,74	7,66	3,45

Año	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2007	6,46	0,61	5,42	7,45	9,43	0,82	1,21	0,99	3,12	5,44	8,02	2,87
2008	3,58	8,22	6,07	4,61	1,75	5,83	0,89	0,53	4,15	2,83	2,43	1,68
2009	5,06	6,48	8,05	11,22	9,33	5,30	2,92	4,00	5,00	2,65	2,85	1,73
2010	0,75	5,03	2,04	11,02	5,74	1,70	2,42	0,35	0,16	1,42	2,53	3,18
2011	0,82	0,97	6,37	4,52	4,02	7,39	5,50	2,70	7,60	10,36	15,28	10,56
2012	14,79	6,39	16,49	20,45	13,49	4,96	3,28	1,24	2,08	4,87	2,23	8,93
2013	SD	SD	15,93	SD	SD	7,84	6,20	8,14	11,19	6,38	10,42	5,07
2014	8,51	12,97	18,82	14,99	16,96	4,54	4,71	2,91	5,57	2,85	2,71	5,18
2015	6,17	16,63	4,39	8,36	8,06	3,90	1,26	1,03	0,36	0,56	1,92	SD
2016	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
2017	8,49	4,02	6,44	8,47	9,31	SD	0,81	0,92	0,84	0,78	4,53	1,29
2018	1,70	2,31	4,67	3,05	2,03	2,25	1,32	1,37	SD	SD	SD	SD
Prom	4.6	5.4	7.8	8.6	7.2	4.5	3.1	2.2	3.4	4.3	5.3	4.8

Fuente: Diagnóstico de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo (2020)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Gráfico 4.1-10: Registro Histórico de caudales - Estación Shanao



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.5 Calidad del Agua

4.1.2.5.1 Generalidades

En la presente sección se describen los resultados de la evaluación ambiental de la calidad de agua correspondiente al proyecto "Estudio de Impacto Ambiental Detallado del Proyecto: "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas", con la finalidad de incorporar resultados que permitan conocer la situación actual de los recursos hídricos superficiales ubicados en el área de influencia del proyecto.

Los muestreos de calidad de agua realizados para la época muy húmeda y húmeda se desarrollaron en marzo y agosto del 2024 respectivamente; para realizar el análisis de las muestras se seleccionó al laboratorio Analytical Laboratory (ALAB), el cual se encuentra debidamente acreditado por la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Para el análisis integral de los resultados se emplearon los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, aprobada mediante el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

En el Anexo 4.1.19, se presentan los informes de ensayo, cadenas de custodia y certificados de calibración del laboratorio acreditando la ejecución de la matriz de calidad de suelo

Anexo 4.1.19 Monitoreo Ambiental – Calidad de agua

4.1.2.5.2 Objetivos

- Conocer la situación actual e identificar las principales fuentes generadoras de contaminación a los cuerpos de agua más representativos del área de influencia del proyecto.
- Determinar las concentraciones de parámetros físicos, químicos, biológicos, etc. en los diferentes puntos de monitoreo del área de influencia del proyecto, considerando variaciones estacionales (temporada húmeda y muy húmeda).
- Analizar el grado de cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para agua aprobados mediante D.S. N° 004-2017-MINAM en el área de influencia del proyecto.

4.1.2.5.3 Metodología

El plan de muestreo fue diseñado y desarrollado empleando la metodología y procedimientos estandarizados, establecidos en el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales", aprobado mediante la Resolución Jefatural N° 010- 2016-ANA.

4.1.2.5.4 Estaciones de Monitoreo

En el proceso de establecimiento de los puntos de monitoreo de calidad de agua, se aplicaron criterios que garanticen una cobertura de análisis de calidad a los cuerpos de agua más


Ana Cecilia Fernández
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra
CSP N° 259


MSc. J. MARCO ANTONIO VILLALBA
BIOLOGO
COSP N° 15640

representativos del área de influencia del proyecto. Estos criterios se fundamentaron en la delimitación del ámbito de evaluación, accesibilidad y seguridad, la representatividad de las ubicaciones seleccionadas considerando las fuentes de agua cercanas al proyecto. Cada uno de estos aspectos fue evaluado para asegurar la idoneidad de los puntos de muestreo y la fiabilidad de los resultados obtenidos.

a) Establecimiento del ámbito de evaluación

Para el establecimiento de la red de puntos de muestreo de calidad de agua se tomó en cuenta las cuencas y subcuencas que abarcan el proyecto.

Tabla 4.1-51: Cuencas (nivel 6) que conforman la cuenca Mayo

N°	Unidades hidrográficas (nivel 6)	Código Pfafstetter
1	Intercuenca Mayo 498443	498443
2	Cuenca Cumbaza	498442
3	Cuenca Indoche	498444

Nota: La denominación de los nombres 1/, 2/, 3/ se establece según la metodología aprobada de Pfafstetter (Resolución Ministerial N.º 0332008-AG)

Estas unidades son llamadas también en otros documentos como: 1/ Mayo 498447; 2/ Mayo 498445 y 3/ Mayo 498443.

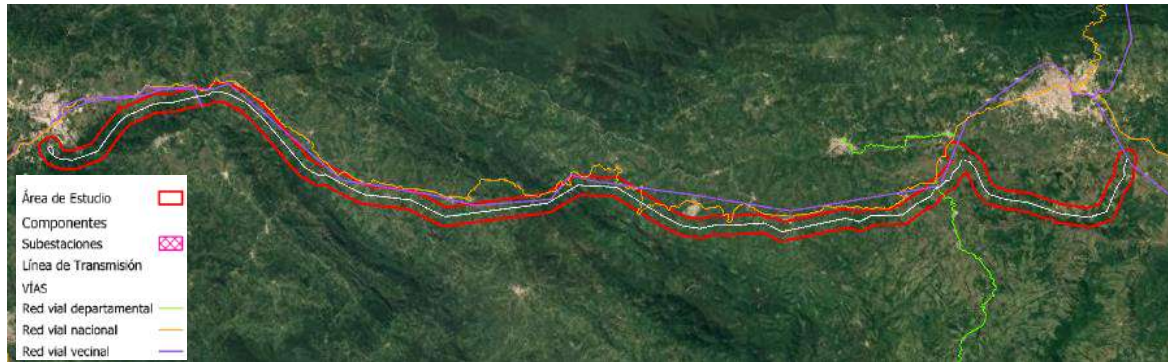
Fuente: Diagnóstico de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mayo (2020)

b) Accesibilidad y seguridad

Uno de los criterios empleados para la ubicación de los puntos de muestreo es la accesibilidad, estos fueron verificados en gabinete con el uso de herramientas informáticas. Además, se consideró la seguridad de los accesos hacia los puntos, evitando caminados empinados, rocosos y con vegetación densa. Entre las principales vías de acceso se tiene:

- Red Vial Nacional:
 - Carretera Fernando Belaunde Terry (PE-5N): Vía principal que tiene presencia en todo el largo del proyecto siendo una de las rutas que permite su llegada. Dicha carretera presenta interconexiones con vías departamentales y vecinales lo que facilita el acceso a diversos componentes del proyecto
- Red Vial Departamental:
 - Carretera hacia Baños Termales: En la parte norte conecta con la carretera Fernando Belaunde Terry (COD. PE-5N) y hacia el sur pasa por los Centros Poblados (CP) Los Algarrobos y Las Brisas. Así mismo permite el ingreso hacia la torre BETA V4A.
 - Vía hacia el Centro Poblado San Juan de Pacayzapa (COD. SM-101): En su ruta hacia el norte transita por el CP La Libertad, San Juan de Pacayzapa. y conecta con la carretera Fernando Belaunde Terry (PE-5N)
 - Vía hacia el Centro Poblado La Marginal (COD SM-102): Hacia el norte conecta con el CP mencionado y la carretera Fernando Belaunde Terry
- Red Vial Vecinal: Existen 15 vías aproximadamente de categoría vecinal que facilitan la llegada al proyecto

Ilustración 4.1-68: Redes Viales y Área de Estudio



Fuente Google Earth, MTC Vías Nacionales, Departamentales y Vecinales.

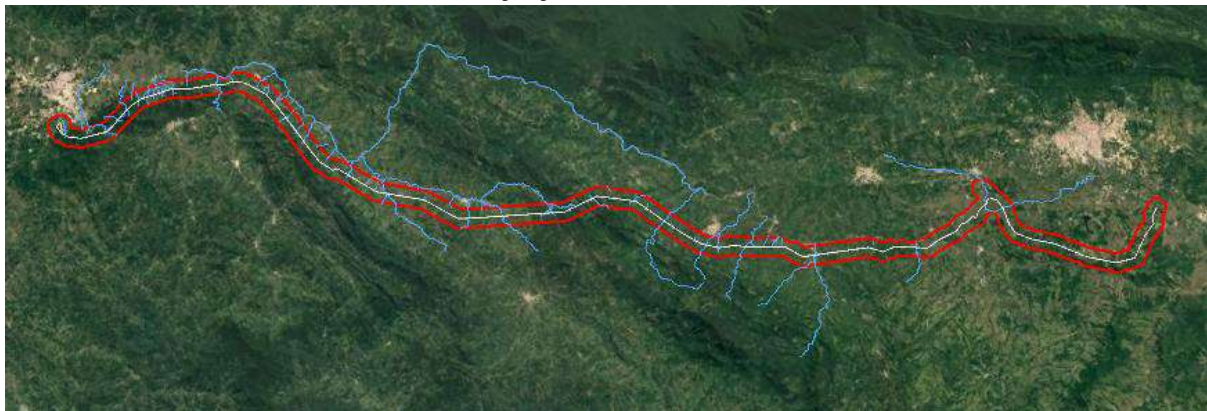
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

c) Representatividad.

Para la ubicación de los puntos de muestreo se consideraron los siguientes aspectos:

- En primer lugar, se ha identificado los cuerpos hídricos más representativos en torno al área de estudio del proyecto. Para el caso del proyecto se ha identificado la presencia del Río Mayo y afluentes, así como también de Laguna de Totorichayco/Totorillayco (que cruza el área de influencia directa del proyecto). En la siguiente imagen se puede observar al Río Mayo, afluentes y el área de estudio del proyecto.

Ilustración 4.1-69: Río Mayo y Afluentes en el Área de Estudio



Fuente Google Earth y ANA.

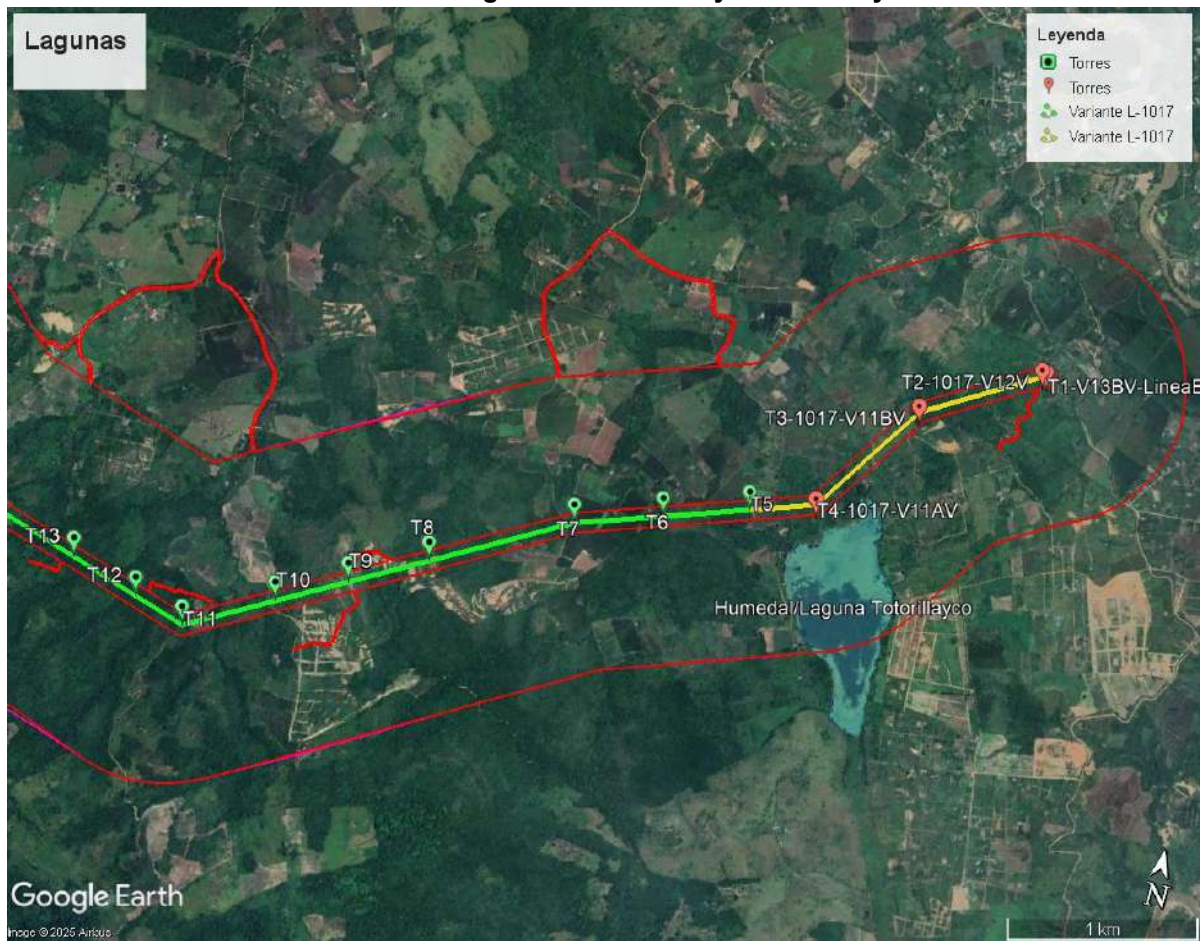
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3908

Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra
CSP N° 259

Ing. J. MARCELO VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 5640

Ilustración 4.1-70: Laguna de Totorichayco/Totorillayco

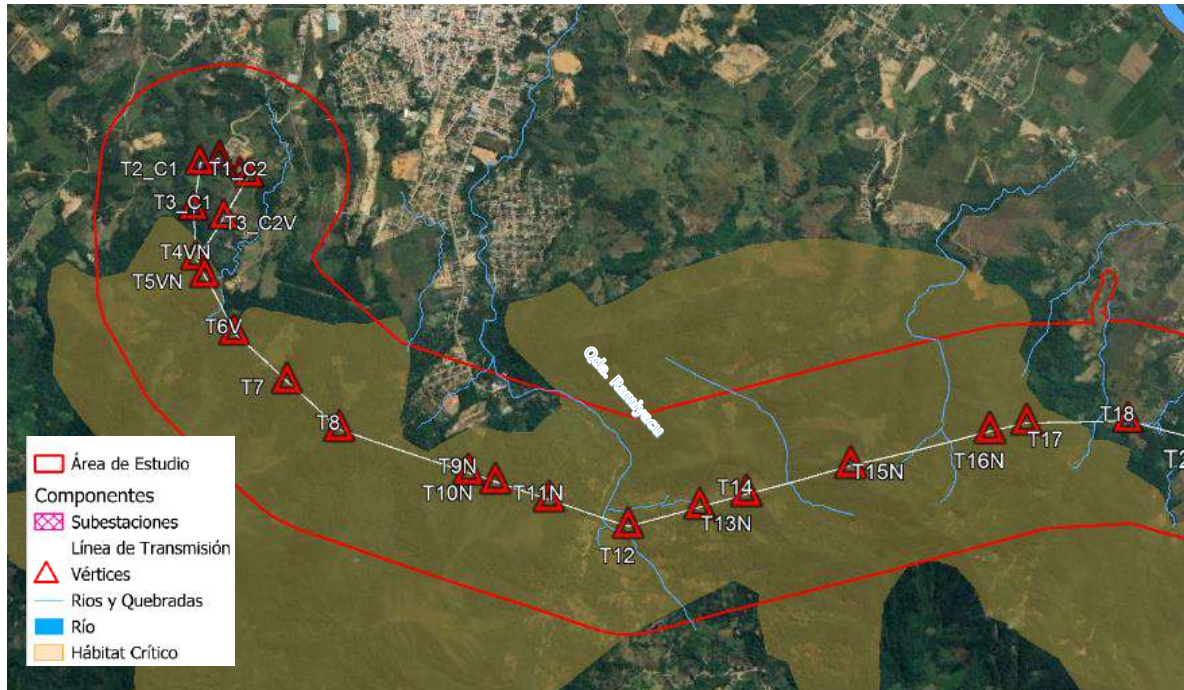


Fuente Google Earth

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

- En segundo lugar, de todos los cuerpos hídricos identificados se han considerado aquellos sean susceptibles a ser intervenidos por el proyecto, en referencia a su cercanía y cruce con los componentes del proyecto (torres y líneas de tensión). Así como también aquellos cuerpos de agua que pasen por asentamientos poblaciones o localidades cercanas cuyas aguas tengan un potencial uso con fines recreacionales, turísticos, económicas o agrícolas. En la siguiente imagen se puede observar algunas zonas que cumplen los criterios indicados en el presente párrafo.

Ilustración 4.1-71: Quebrada Rumiayacu y Área de estudio

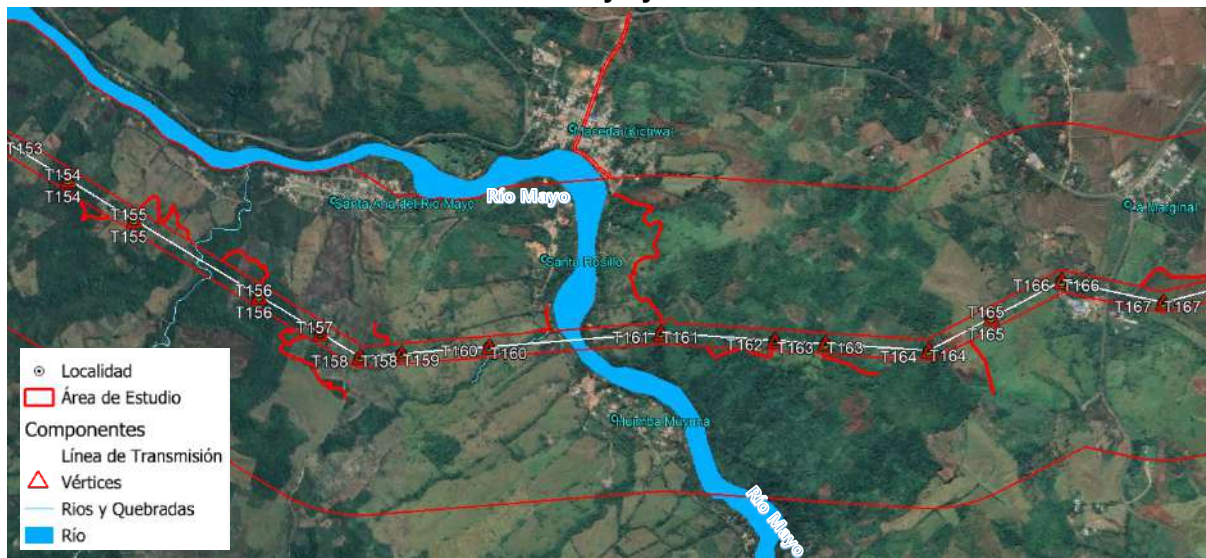


Fuente Google Earth

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Nota: Se puede observar la presencia de actividades antrópicas y viviendas en la Quebrada Rumiayacu. Los baños termales de San Mateo se encuentran al norte de la Torre Beta 9N y al borde del área de estudio. Así mismo se destaca la presencia del Hábitat crítico "Rumiayacu Mishquiyacu".

Ilustración 4.1-72: Río Mayo y Área de estudio



Fuente Google Earth

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Nota: Se puede observar la presencia de actividades antrópicas y viviendas. Se da mayor presencia luego del cruce de los vanos T180N y T178V y cerca al borde del área de estudio. El CCPP Santa Rosillo y Maceda se encuentran aguas arriba y el CPP Huimba Muyuna aguas abajo

- Finalmente se considera cuerpos de agua que presenten una apariencia física homogénea y presencia de caudal con un volumen considerable para el monitoreo.

En base a lo descrito previamente, se determinaron seis (6) estaciones de monitoreo, considerando los cuerpos de agua sobre los que se superpone el trazo de las líneas de transmisión proyectadas (vanos entre torres). Asimismo, se consideró la cercanía a hábitat críticos y centros poblados para captar los posibles impactos ambientales del proyecto en áreas críticas y de interés.

Entre los cuerpos hídricos se tiene al Río Mayo, principal colector de la Cuenca hidrográfica sobre la que se emplaza el Proyecto; Río Gera y quebradas (de mayor jerarquía), y Laguna de Totorillayco (o Totorichayco).

Finalmente, se precisa que, el proyecto no contempla el vertimiento de efluentes líquidos a cuerpos naturales, tampoco demandará recurso hídrico de ninguna fuente dentro del área de estudio en ninguna de las etapas del Proyecto. Por esta razón, no se contemplan estaciones de monitoreo "aguas arriba" y "aguas abajo".

En el Mapa de Muestreo Ambiental (LBF-BETA-MA-11), se presenta la distribución de los puntos de calidad de agua en torno al área de estudio considerando los criterios indicados anteriormente.

Asimismo, en la siguiente tabla se presentan información más específica sobre las estaciones de monitoreo de calidad de agua


Ana Cecilia Fernández
Socióloga
CSP: 3908
Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259
Mónica J. Sánchez Villalva
Bióloga
Colegio N° 15640

Tabla 4.1-52 Estaciones de Muestreo de Calidad de Agua Superficial

Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S		Ubicación Hidrográfica		Ubicación Política				Descripción
	Este	Norte			Departamento	Provincia	Distrito	Centro Poblado más Cercano	
			Cuerpo Hídrico	Unidad Hidrográfica (Nivel VI)					
CAS-01	282645	9327110	Qda Rumiayacu	Intercuenca Mayo 498443	San Martín	Moyobamba	Moyobamba	Las Brisas	Cruce entre los vanos T12-T11, en zona de hábitat crítico.
CAS-02	292096	9325409	Rio Gera	Intercuenca Mayo 498443	San Martín	Moyobamba	Moyobamba	Delicias del Gera	Cruce entre los vanos T31 y T32. Aguas arriba de CCPP Delicias del Gera
CAS-03	324845	9287157	Quebrada S/N*	Intercuenca Mayo 498443	San Martín	Lamas	Tabalosos	San Miguel de Mayo	Cruce entre los vanos T134-T138.Aguas arriba de San Miguel del Rio Mayo
CAS-04	333864	9282351	Rio Mayo	Intercuenca Mayo 498443	San Martín	Lamas	Cuñumbuqui	Huimba Muyuna	Cruce entre los vanos T160 y T161 Aguas arriba de CCPP Santa Rosillo
CAS-05	338895	9283211	Qda. Chupishiña	Cuenca Cumbaza 498442	San Martín	San Martín	Cacatachi	Santa Eliana	Cruza entre los vanos T188-T189 (Enlace 220kV); T2-T3 (Variante L-1018) y T41-T40 (Variante L-1017)
CAS-06	349386	9274051	Laguna de Totorichayco Totorillayco	Cuenca Cumbaza 498442	San Martín	San Martín	Juan Guerra	Totorillayco	Cruce entre los vanos T4-1017-V11AV y T3-1017-V11BV la Variante L-1017. Cerca de CCPP Totorillayco

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.



Ana Carolina Fernández

Socióloga

CSP: 3988



Gea Carolina Muñoz Ney

COP N° 259



INERCO CONSULTORÍA PERÚ S.A.C.

BIOLOGO

COLEOP N° 17545

4.1.2.5.5 Estándares de Calidad de Ambiental

La elección de los parámetros de muestreo de agua superficial se realizará de acuerdo con la normativa nacional vigente (ECA 2017). Respecto a las categorías de los cuerpos de agua, y en consecuencia las estaciones a muestrear, se identifica a partir de la Clasificación de los Cuerpos de Agua (RJ N°056-2018-ANA) y el Geoservidor de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)²⁵.

Tabla 4.1-53 Clasificación de Cuerpos de Agua

Cuerpo Hídrico	Unidad Hidrográfica	Categoría en ECA (**)	Comentario
Qda Rumiyacu	Intercuenca Mayo 498443	Categoría 3 D1	Afluente del Río Mayo. Según lo indicado en la RJ N°056-2018-ANA asume la categoría del río que tributa (Río Mayo)
Rio Gera			
Quebrada S/N*			Principal colector de la Cuenca hidrográfica sobre la que se emplaza el Proyecto BETA. Según RJ N°056-2018-ANA su categoría es 3D1.
Rio Mayo			
Qda. Chupishiña	Cuenca Cumbaza 498442	Categoría 4 E1	Afluente del Río Mayo. Según lo indicado en la RJ N°056-2018-ANA asume la categoría del río que tributa (Río Mayo)
Laguna de Totorichayco/Totorillayco	Cuenca Cumbaza 498442		Se considera de categoría 4E1

(*) Para el caso particular del Río Mayo, si bien solo cruza una vez en el Proyecto, se priorizará considerar su Categoría ya que es el río colector de cuerpos de agua en el Área de estudio.

(**) Fuente: Clasificación de los Cuerpos de Agua aprobado mediante RJ N°056-2018-ANA.

De conformidad con la normativa nacional vigente del ECA, los parámetros de calidad de agua considerados se muestran en la siguiente tabla. Cabe resaltar que de acuerdo a los TdR-ELEC-02 no se contempla el análisis de sedimentos para actividades eléctricas, ni tampoco de acuerdo a las características del Proyecto, ya que no se hará uso directo de ningún cuerpo de agua del área de influencia.

Tabla 4.1-54 Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Superficial Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
FÍSICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	5	5
Bicarbonatos	mg/L	518	518
Cianuro Wad	mg/L	0.1	0.1
Cloruros	mg/L	500	500

²⁵Geoservidores de la ANA:

- Observatorio del Agua: <https://snirh.ana.gob.pe/onrh/>
- Infraestructura de Datos Espaciales – SNIRH <https://snirh.ana.gob.pe/ConsultaIDE/Index.aspx?ID=8>

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500	2 500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2	0.2
Fenoles	mg/L	0.002	0.002
Fluoruros	mg/L	1	1
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000
Temperatura	°C	$\Delta 3$	$\Delta 3$
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0.1	0.1
Bario	mg/L	0.7	0.7
Berilio	mg/L	0.1	0.1
Boro	mg/L	1	1
Cadmio	mg/L	0.01	0.01
Cobre	mg/L	0.2	0.2
Cobalto	mg/L	0.05	0.05
Cromo Total	mg/L	0.1	0.1
Hierro	mg/L	5	5
Litio	mg/L	2.5	2.5
Magnesio	mg/L	**	**
Manganeso	mg/L	0.2	0.2
Mercurio	mg/L	0.001	0.001
Níquel	mg/L	0.2	0.2
Plomo	mg/L	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.02	0.02
Zinc	mg/L	2	2
ORGÁNICO			
<u>Bifenilos Policlorados</u>			
	-	-	-
Bifenilos Policlorados (PCB)	μ g/L	0.04	0.04
PLAGUICIDAS			
Paratión	μ g/L	35	35
<u>Organoclorados</u>			
	-	-	-
Aldrín	μ g/L	0.004	0.004


 Ana Cecilia Fernández
 Socióloga
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
 CSP N° 259


 MSc. J. Santiago Villan
 Biólogo
 Colección N° 5640

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
Clordano	µg/L	0.006	0.006
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0.001	0.001
Dieldrin	µg/L	0.5	0.5
Endosulfán	µg/L	0.01	0.01
Endrin	µg/L	0.004	0.004
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0.01	0.01
Lindano	µg/L	4	4
Carbamato	-	-	-
Aldicarb	µg/L	1	1
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100	1 000	2 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Fuente: DS-004-2017-MINAM Estándar Nacional de Calidad de Agua

Tabla 4.1-55 Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Superficial Categoría 4:
Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos
FÍSICOS- QUÍMICOS		
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5.0
Cianuro Libre	mg/L	0.0052
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)
Clorofila A	mg/L	0.008
Conductividad	(µS/cm)	1 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5
Fenoles	mg/L	2.56
Fósforo total	mg/L	0.035
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)
Nitrógeno Total	mg/L	0.315
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 a 9.0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25
Sulfuros	mg/L	0.002
Temperatura	°C	Δ 3
INORGÁNICOS		
Antimonio	mg/L	0.64
Arsénico	mg/L	0.15

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos
Bario	mg/L	0.7
Cadmio Disuelto	mg/L	0.00025
Cobre	mg/L	0.1
Cromo VI	mg/L	0.011
Mercurio	mg/L	0.0001
Níquel	mg/L	0.052
Plomo	mg/L	0.0025
Selenio	mg/L	0.005
Talio	mg/L	0.0008
Zinc	mg/L	0.12
ORGÁNICOS		
<u>Compuestos Orgánicos Volátiles</u>	-	-
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0.5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0006
<u>BTEX</u>	-	-
Benceno	mg/L	0.05
<u>Hidrocarburos Aromáticos</u>	-	-
Benzo(a)Pireno	mg/L	0.0001
Antraceno	mg/L	0.0004
Fluoranteno	mg/L	0.001
<u>Bifenilos Policlorados</u>	-	-
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0.000014
PLAGUICIDAS		
<u>Organofosforados</u>	-	-
Malatión	mg/L	0.0001
Paratión	mg/L	0.000013
<u>Organoclorados</u>	-	-
Aldrín	mg/L	0.000004
Clordano	mg/L	0.0000043
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4-DDE)	mg/L	0.000001
Dieldrín	mg/L	0.000056
Endosulfán	mg/L	0.000056
Endrin	mg/L	0.000036
Heptacloro	mg/L	0.0000038
Heptacloro Epóxido	mg/L	0.0000038
Lindano	mg/L	0.00095
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0.001
<u>Carbamato</u>	-	-
Aldicarb	mg/L	0.001
MICROBIOLÓGICO		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.



Ana Cecilia Fernández

Socióloga

CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra

CSP N° 259



MSc. J. MARCELO VILLALBA

BIOLOGO

COSP N° 15640

Fuente: DS-004-2017-MINAM Estándar Nacional de Calidad de Agua

4.1.2.5.6 Equipos de Monitoreo

En el siguiente cuadro se describe el equipo empleado para la medición de parámetros in situ: conductividad específica, oxígeno disuelto, pH y temperatura.

Tabla 4.1-56 Equipo de Medición del Muestreo de Calidad de Agua

Código Interno	Equipo	Marca / Modelo / N° de serie	N° Certificado de Calibración/verificación	Fecha de Calibración
ENV-MUL-015	Multiparámetro	HACH / HQ40d / 100300039859	LFQA-0023-2024 LFQA-0024-2024 LFQA-0022-2024 LTA-0061-2024	2024-02-28
ENV-MUL-005	Multiparámetro	HACH / HQ40d / 060700002111	LFQ-0035-2023 LFQ-0036-2023 LFQA-0142-2023 LFQA-0143-2023	2023-06-19
EM-OPE-1858	GPS	Garmin / Etrex 20 / 3886451672	LGPS-0015-2023	2023-06-21
EM-OPE-1697	Correntómetro	JDC / FLOWATCH	LVVA-0029-2024	2024-03-14

Fuente: Analytical Laboratory (ALAB), Cadenas de Custodia

4.1.2.5.7 Métodos de Análisis

A continuación, se presentan las metodologías empleadas para el análisis del agua superficial.

Tabla 4.1-57: Métodos de Ensayo – Calidad de Agua: Categoría 3D1

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Alcalinidad por Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 24th Ed. 2023.	Alkalinity. Titration Method
Aldicarb	EPA 8270E Rev.6, 2018.VALIDATED (Applied out of reach), 2019.	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry
Aniones IAS	EPA 300.0 Rev. 2.1, 1993, VALIDATED (Applied out of reach), 2019.	Determination of inorganic anions by ion chromatography
Bifenilos Policlorados (como congéneres, PCBs Totales)	EPA Method 8082 A Rev. 01. 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography.
Caudal Correntometro	UNE-EN ISO 748:2023.	Hydrometry. Measurement of liquid flow in open channels. Velocity area methods using point velocity measurements. (ISO 748:2021). 2023
Cianuro WAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ I,	Weak Acid Dissociable Cyanide. Cyanide-Selective Electrode Method

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
	F, 24th Ed. 2023.	
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 E.coli.
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24th Ed. 2023.	Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method
Conductividad	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, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.
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	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O H. 24th Ed. 2023.	Oxygen (Dissolved). Optical-Probe Method.
Pesticidas Organoclorados	EPA Method 8081B, Rev. 02, 2007.	Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography
Pesticidas Organofosforados	EPA Method 8270E, Rev. 06, 2018.	Semi-volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. 2023.	pH Value Electrometric Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 24th Ed. 2023.	Temperature. Laboratory and Field Methods.

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"ISO" : International Organization for Standardization

"APHA" : American Public Health Association

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.



Ana Cecilia Fernández

Socióloga

CSP: 3908



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra

CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

BIOLOGO

COLECCIÓN 19640

Tabla 4.1-58: Métodos de Ensayo – Calidad de Agua: CAS-06

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Aldicarb	EPA 8270E Rev.6, 2018. VALIDATED (Applied out of reach), 2019.	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry
Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 24th Ed. 2023.	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
Bifenilos Policlorados (como congéneres, PCBs Totales)	EPA Method 8082 A Rev. 01. 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography.
Caudal (Correntómetro)	UNE-EN ISO 748:2023.	Hydrometry. Measurement of liquid flow in open channels. Velocity area methods using point velocity measurements. (ISO 748:2021). 2023
Cianuro Libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN- F, 23rd Ed. 2017 / ASTM D7237-15a (VALIDADO - modificado). 2018	Cyanide-Selective Electrode Method / Standard Test Method for Free Cyanide and Aquatic Free Cyanide with Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection.
Clorofila	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10150 B, 24th Ed. 2023.	Plankton. Chlorophyll
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 E.coli.
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24th Ed. 2023.	Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method
Compuestos Organicos Volatiles (COVs)-Agua- Rev.1	EPA Method 8260D, Rev.04, 2018.	Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24th Ed. 2023.	Conductivity. Laboratory Method.
Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr-B, 24th Ed. 2023.	Chromium. Colorimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Fenol	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5530 B, D, 24th Ed. 2023.	Phenols. Cleanup Procedure. Direct Photometric Method
Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B(Item 5) y E, 24th Ed. 2023	Phosphorus. Ascorbic Acid Method
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)	EPA Method 8270E, Rev. 06, 2018.	Semi-volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10 C40)-Agua	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Metales Disueltos 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.
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.


 Ana Cecilia Fernández
 Socióloga
 CSP: 3908


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
 CSP N° 259


 MINISTERIO DEL AMBIENTE
 BLOQUE
 COLOP 115640

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ E, 24th Ed. 2023.	Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method
Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N Nitrogen C, 24th Ed., 2023.	C. Persulfate Method
Oxígeno Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O H. 24th Ed. 2023.	Oxygen (Dissolved). Optical-Probe Method.
Pentaclorofenol (PCP)	EPA Method 8270E / Rev.6 2018.	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry.
Pesticidas Organoclorados	EPA Method 8081B, Rev. 02, 2007.	Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography
Pesticidas Organofosforados	EPA Method 8270E / Rev.6 2018.	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry.
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. 2023.	pH Value Electrometric Method
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 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.
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 24th Ed. 2023.	Temperature. Laboratory and Field Methods.

"ASTM": American Society for Testing Materials

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"ISO" : International Organization for Standardization

"APHA" : American Public Health Association

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.5.8 Resultados

En los siguientes cuadros se muestran los resultados de la calidad de agua obtenidos en la en las evaluaciones realizadas en las temporadas muy húmeda y húmeda. Los documentos generados a partir del monitoreo se presentan en el Anexo 4.1.19, Monitoreo de calidad de agua.


Ana Cecilia Fernández
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


Walter J. Machuca Villan
BIOLOGO
COSP N° 17640

Tabla 4.1-59: Resultado del Monitoreo de Calidad de Agua Superficial – Temporada Muy húmeda: Estaciones CAS-01, CAS-02, CAS-03, CAS-04 y CAS-05

Parámetros	Subtipo	Unidad	Estación					ECA Agua Superficial 3D1: Riego de vegetales	
			CAS-01	CAS-02	CAS-03	CAS-04	CAS-05	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
			Muy húmeda	Muy húmeda	Muy húmeda	Muy húmeda	Muy húmeda		
			27/03/2024	29/03/2024	23/03/2024	21/03/2024 30/03/2024	22/03/2024 30/03/2024		
Físicos - Químicos	Cianuro WAD (*)	mg/L	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	0.1	0.1
	Conductividad (c) (*)	µS/cm	206.30	251.00	493.00	276.00	249.00	2 500	2 500
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	4.0	8.0	<2.0	<2.0	<2.0	15	15
	Oxígeno Disuelto (c) (*)	mg/L	7.78	7.79	7.81	7.46	7.70	≥ 4	≥ 4
	pH (c) (*)	Unidad de pH	7.70	7.99	8.14	8.06	8.11	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
	Temperatura (c) (*)	(°C)	22.4	25.2	27.4	27.6	28.6	Δ 3	Δ 3
	Aceites y Grasas (*)	mg/L	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	5	5
	Alcalinidad por Bicarbonatos (*)	mg CaCO ₃ /L	94.43	54.31	89.43	127.03	81.78	518	518
	Color (*)	(UC)	<5.0	<5.0	<5.0	14.6	<5.0	100 (a)	100 (a)
	Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	10.3	20.1	<5.0	5.4	6.4	40	40
	Detergentes (*)	mg/L	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0.2	0.2
	Fenol (*)	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.002	0.002
	Aniones IAS	Cloruro ²	mg/L	2.07	29.77	339.77	22.64	6.89	500
		Fluoruro ²	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	1
		N-Nitrito+N-Nitrato ²	mg/L	0.623	0.906	0.495	0.303	0.394	100
		Nitrito ²	mg/L	0.11	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	10
		Sulfato ²	mg/L	3.39	16.69	85.53	13.36	24.38	1 000
	Caudal Correntometro ²		m ³ /S	0.32500	0.31000	0.83400	27.44	0.15400	
Inorgánicos	Metales Totales ICP-MS	Aluminio (*)	mg/L	0.996	0.439	0.207	0.753	0.158	5
		Arsénico (*)	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.1
		Bario (*)	mg/L	0.06880	0.06530	0.09930	0.06010	0.04320	0.7
		Berilio (*)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.1
		Boro (*)	mg/L	<0.0010	0.0043	0.0219	<0.0010	<0.0010	1
		Cadmio (*)	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.01
		Cobalto (*)	mg/L	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	0.2
		Cobre (*)	mg/L	0.0015	0.0051	0.0124	0.0354	0.0349	0.05



Ana Carolina Fernández

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carlos Vela

Médico

COP: N° 259



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

COLECCIÓN N° 145

Parámetros	Subtipo		Unidad	Estación					ECA Agua Superficial 3D1: Riego de vegetales		
				CAS-01	CAS-02	CAS-03	CAS-04	CAS-05	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	
				Muy húmeda	Muy húmeda	Muy húmeda	Muy húmeda	Muy húmeda			
				27/03/2024	29/03/2024	23/03/2024	21/03/2024 30/03/2024	22/03/2024 30/03/2024			
		Cromo (*)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.1	0,1	
		Hierro (*)	mg/L	0.807	0.862	0.168	1.383	0.261	5	5	
		Litio (*)	mg/L	<0.00010	0.00140	<0.00010	<0.00010	<0.00010	2.5	2,5	
		Manganeso (*)	mg/L	0.02640	0.05250	0.01760	0.10730	0.06410	0.2	0,2	
		Mercurio (*)	mg/L	<0.000100	<0.000100	<0.000100	<0.000100	<0.000100	0.001	0,001	
		Níquel (*)	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.2	0,2	
		Plomo (*)	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.05	0,05	
		Selenio (*)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.02	0,02	
		Zinc (*)	mg/L	0.0108	0.0592	0.0185	0.0590	0.0756	2	2	
		Bifenilos Policlorados (como congeneres, PCBs Totales)	PCB 101 (*)	mg/L	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	0.04	0,04
			PCB 118 (*)	mg/L	<0.0000016	<0.0000016	<0.0000016	<0.0000016	<0.0000016	0.04	0,04
			PCB 138 (*)	mg/L	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	0.04	0,04
			PCB 153 (*)	mg/L	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	0.04	0,04
			PCB 28 (*)	mg/L	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	0.04	0,04
			PCB 52 (*)	mg/L	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	0.04	0,04
			PCB180 (*)	mg/L	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	0.04	0,04
PCBs Totales (suma de congeneres) (*)	mg/L		<0.0000115	<0.0000115	<0.0000115	<0.0000115	<0.0000115	0.04	0,04		
	Pesticidas Organoclorados	Aldrin (*)	mg/L	<0.0000011	<0.0000011	<0.0000011	<0.0000011	<0.0000011	0.004	0,004	
		Clordano (Total de Isómeros) (*)	mg/L	<0.0000022	<0.0000022	<0.0000022	<0.0000022	<0.0000022	0.006	0,006	
		DDT (Suma de 4,4- DDD y 4,4-DDE) (*)	mg/L	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	0.001	0,001	
		Dieldrin (*)	mg/L	<0.0000010	<0.0000010	<0.0000010	<0.0000010	<0.0000010	0.5	0,5	
		Endosulfan I (*)	mg/L	<0.0000013	<0.0000013	<0.0000013	<0.0000013	<0.0000013	0.01	0,01	
		Endosulfan II (*)	mg/L	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	0.01	0,01	
		Endosulfan Sulfato (*)	mg/L	<0.0000011	<0.0000011	<0.0000011	<0.0000011	<0.0000011	0.01	0,01	
		Endrin (*)	mg/L	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	0.004	0,004	
		Heptacloro + Heptacloro Epóxido (*)	mg/L	<0.0000025	<0.0000025	<0.0000025	<0.0000025	<0.0000025	0.01	0,01	
		Lindano (*)	mg/L	<0.0000010	<0.0000010	<0.0000010	<0.0000010	4	4		


 Ana Cecilia Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988


 Geo. Carlo Vanessa Muñoz Ney
 COP N° 259


 MINISTERIO AGRICULTURA
 BIÓLOGO
 COLECCIÓN N° 40

Parámetros	Subtipo		Unidad	Estación					ECA Agua Superficial 3D1: Riego de vegetales	
				CAS-01	CAS-02	CAS-03	CAS-04	CAS-05	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
				Muy húmeda	Muy húmeda	Muy húmeda	Muy húmeda	Muy húmeda		
				27/03/2024	29/03/2024	23/03/2024	21/03/2024 30/03/2024	22/03/2024 30/03/2024		
	Pesticidas Organofosforados	Parathion (*)	mg/L	<0.000091	<0.000091	<0.000091	<0.000091	<0.000091	35	35
	Carbamato	Aldicarb ²	mg/L	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	1	1
Microbiológico y Parasitológico	Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)		NMP/100mL	2 800.0	16 000.0	13.0	170.0	17 000.0	1 000	2 000
	<i>Escherichia coli</i> (NMP) (*)		NMP/100mL	2 200.0	9 200.0	7.8	130.0	13 000.0	1 000	**
	Huevos de Helmintos ²		Huevo/L	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1	1

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

2 Ensayo acreditado por el IAS

(a) : Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)."

(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."

"<" Menor que el Límite de cuantificación del método (L.C.M)

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría."

Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.


 Ana Cecilia Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988


 Gen. Carlos Vela
 CSP: 259


 WALTER J. MARTÍNEZ VILLALBA
 BIÓLOGO
 COLESP: 17540

Tabla 4.1-60: Resultado del Monitoreo de Calidad de Agua Superficial – Temporada Muy Húmeda: Categoría 4E1

Parámetro	Subtipo	Unidad	Estación	ECA Agua 4 E1: Lagunas y lagos
			CAS-06	
			Muy Húmeda 25/03/2024	
Físicos - Químicos	Amoniaco (*)	mg/L	0.137	2.39
	Cianuro Libre (*)	mg/L	<0.0010	0.0052
	Conductividad (c) (*)	µS/cm	398.00	1 000
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	<2.0	5
	Oxígeno Disuelto (c) (*)	mg/L	2.99	≥ 5
	pH (c) (*)	Unidad de pH	7.19	6.5 a 9.0
	Temperatura (c) (*)	(°C)	31.2	Δ 3
	Aceites y Grasas (*)	mg/L	<5.00	5.0
	Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	7.3	≤ 25
	Clorofila (*)	mg/L	<0.005	0.008
	Color (*)	(UC)	<5.0	20 (a)
	Cromo Hexavalente (*)	mg/L	<0.010	0.011
	Fenol (*)	mg/L	<0.100	2.56
	Fósforo Total (*)	mg/L	0.012	0.035
	Nitratos (*)	(mg NO ₃ -/L)	0.498	13
	Nitrógeno Total ²	mg/L	0.137	0.315
	Sulfuro (*)	mg/L	<0.002	0.002
	Pentaclorofenol (PCP) ²	mg/L	<0.0001	0.001
	Caudal Correntometro ²	m ³ /S	0.30000	
Inorgánicos	Metales Disueltos ICP-MS			
	Cadmio (*)	mg/L	<0.00020	0.00025
	Antimonio (*)	mg/L	<0.0020	0.64
	Arsénico (*)	mg/L	<0.0010	0.15
	Bario (*)	mg/L	0.19840	0.7
	Cobre (*)	mg/L	<0.0002	0.1
	Mercurio (*)	mg/L	<0.000100	0.0001
	Níquel (*)	mg/L	<0.0004	0.052
	Plomo (*)	mg/L	<0.0010	0.0025
	Selenio (*)	mg/L	<0.002	0.005
Orgánicos	Metales Totales ICP-MS			
	Talio (*)	mg/L	<0.0004	0.0008
	Zinc (*)	mg/L	<0.0002	0.12
	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10 C40)-Agua (*)	mg/L	<0.010	0.5
	Compuestos Organicos Volatiles (COVs)-Agua-Rev.			
	Benceno ²	mg/L	<0.0002	0.05
	Hexaclorobutadieno ²	mg/L	<0.0002	0.0006



Ana Carolina Fernandez

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carlos Vinasco Muñoz Ney

COP N° 259



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

BIOLOGO

COLECCION N° 1540

Parámetro	Subtipo		Unidad	Estación	ECA Agua 4 E1: Lagunas y lagos
				CAS-06	
				Muy Húmeda	
				25/03/2024	
	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)	Antraceno (*)	mg/L	<0.0000780	0.0004
		Benzo(a)pireno (*)	mg/L	<0.0000690	0.0001
		Fluoranteno (*)	mg/L	<0.0000800	0.001
	Bifenilos Policlorados (como congeneres, PCBs Totales)	PCB 101 (*)	mg/L	<0.0000015	0.000014
		PCB 118 (*)	mg/L	<0.0000016	0.000014
		PCB 138 (*)	mg/L	<0.0000018	0.000014
		PCB 153 (*)	mg/L	<0.0000018	0.000014
		PCB 28 (*)	mg/L	<0.0000015	0.000014
		PCB 52 (*)	mg/L	<0.0000015	0.000014
		PCB 180 (*)	mg/L	<0.0000018	0.000014
		PCBs Totales (suma de congeneres) (*)	mg/L	<0.0000115	0.000014
Plaguicidas	Pesticidas Organoclorados	Aldrin ²	mg/L	<0.0000010	0.000004
		Clordano (Total de Isómeros) ²	mg/L	<0.0000010	0.0000043
		DDT (Suma de 4,4-DDD y 4,4-DDE) ²	mg/L	<0.0000010	0.000001
		Dieldrin ²	mg/L	<0.0000010	0.000056
		Endosulfan I ²	mg/L	<0.0000010	0.000056
		Endosulfan II ²	mg/L	<0.0000010	0.000056
		Endosulfan Sulfato ²	mg/L	<0.0000010	0.000056
		Endrin	mg/L	<0.0000010	0.000036
		Heptacloro ²	mg/L	<0.0000010	0.000038
		Heptacloro epóxido ²	mg/L	<0.0000010	0.000038
		Lindano ²	mg/L	<0.0000010	0.000095
	Pesticidas Organofosforados	Malation ²	mg/L	<0.000002	0.0001
		Paratión ²	mg/L	<0.000002	0.000013
	Carbamato	Aldicarb ²	mg/L	<0.00010	0.001
Microbiológico	Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)		NMP/100mL	350.0	1 000

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

(a) : Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)."

(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."

"<" Menor que el Límite de cuantificación del método (L.C.M)


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3988


 Geo. Carlos Vazquez
 Ingeniero Civil
 CSP: 259


 M. J. Natividad Villalba
 Bióloga
 Colección N° 40



ISA CONSORCIO TRANSMANTARO

280

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry –
Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría."

Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.


Ana Cecilia Fernández
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carlo Vanessa Muñoz Ney
COP N° 299


WALTER J. HUAMANI VILLALVA
BIOLOGO
COLESP N° 17640

Tabla 4.1-61: Resultado del Monitoreo de Calidad de Agua Superficial – Temporada Húmeda: Estaciones CAS-01, CAS-02, CAS-03, CAS-04 y CAS-05

Parámetros	Subtipo		Unidad	Estación					ECA Agua Superficial 3D1: Riego de vegetales	
				CAS-01	CAS-02	CAS-03	CAS-04	CAS-05	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
				Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda		
				06/08/2024	6/08/2024	03/08/2024	02/08/2024	4/08/2024		
Físicos - Químicos	Cianuro WAD (*)		mg/L	<0.0030	<0.0030	<0.003	0.003	<0.0030	0.1	0.1
	Conductividad (c) (*)		µS/cm	353	321	600	387	151.7	2 500	2 500
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)		mg/L	<2	<2.0	<2.0	2.5	<2.0	15	15
	Demanda Química de Oxígeno (*)		mg/L	<5.0	<5.0	<5.0	5	5	15	40
	Oxígeno Disuelto (c) (*)		mg/L	6.1	7.68	6.37	6.84	5.75	≥4	≥4
	pH (c) (*)		Unidad de pH	8.24	7.92	8.16	7.81	7.72	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
	Temperatura (c) (*)		(°C)	23.9	25	32.6	29.9	31.2	Δ 3	Δ 3
	Aceites y Grasas (*)		mg/L	<5.00	<5.00	<5.0	5	<5.00	5	5
	Alcalinidad por Bicarbonatos (*)		mg CaCO3/L	164.48	64.22	79.32	114	100.42	518	518
	Color (*)		(UC)	<5.0	<5.0	<5	50.3	14.6	100 (a)	100 (a)
	Detergentes (*)		mg/L	<0.02	<0.020	<0.020	0.02	0.02	0.2	0.2
	Fenol (*)		mg/L	<0.0010	<0.0010	0.001	0.001	<0.0010	0.002	0.002
	Aniones IAS	Cloruro ²	mg/L	8.95	59.18	890.95	46.48	3.39	500	500
		Fluoruro ²	mg/L	<0.2	<0.2	<0.20	<0.20	<0.2	1	1
		N-Nitrito+N-Nitrato ²	mg/L	0.349	<0.011	0.304	0.208	0.109	100	100



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Ney
COP N° 259



UNIVERSIDAD NACIONAL
BIOLOGO
COLECCIÓN 17540

Parámetros	Subtipo		Unidad	Estación					ECA Agua Superficial 3D1: Riego de vegetales	
				CAS-01	CAS-02	CAS-03	CAS-04	CAS-05	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
				Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda		
				06/08/2024	6/08/2024	03/08/2024	02/08/2024	4/08/2024		
		Nitrito ²	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	10	10
		Sulfato ²	mg/L	5.59	20.69	97.58	27.65	12.02	1 000	1 000
		Caudal Correntometro ²	m3/S	0.438	0.7128	0.9765	23.76	0.189		
Inorgánicos	Metales Totales ICP-MS	Aluminio (*)	mg/L	0.017	<0.003	0.053	0.753	0.147	5	5
		Arsénico (*)	mg/L	<0.001	<0.001	0.001	0.001	<0.001	0.1	0,1
		Bario (*)	mg/L	0.147	0.0692	0.1	0.054	0.0425	0.7	0,7
		Berilio (*)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0003	<0.0003	0.1	0,1
		Boro (*)	mg/L	<0.001	<0.001	0.0309	0.001	0.0037	1	1
		Cadmio (*)	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0002	0.01	0,01
		Cobalto (*)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	0.2	0,2
		Cobre (*)	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0012	0.0002	<0.0002	0.05	0,05
		Cromo (*)	mg/L	<0.0003	<0.0003	0.0003	0.0003	<0.0003	0.1	0,1
		Hierro (*)	mg/L	0.0363	0.0323	0.0537	0.0974	0.127	5	5
		Litio (*)	mg/L	<0.0001	<0.0001	0.0198	0.0001	<0.0001	2.5	2,5
		Manganeso (*)	mg/L	0.0004	0.0051	0.0094	0.0053	<0.00005	0.2	0,2
		Mercurio (*)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001	<0.0001	0.001	0,001
		Níquel (*)	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0004	<0.0004	0.2	0,2


Ana Cecilia Fernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carlos Vinasca Muñoz Ney
COP N° 259


Walter J. Huamani Villalba
BIOLOGO
COLEOP N° 640

Parámetros	Subtipo		Unidad	Estación					ECA Agua Superficial 3D1: Riego de vegetales	
				CAS-01	CAS-02	CAS-03	CAS-04	CAS-05	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
				Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda		
				06/08/2024	6/08/2024	03/08/2024	02/08/2024	4/08/2024		
		Plomo (*)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.05	0,05
		Selenio (*)	mg/L	0.002	<0.002	0.002	0.002	<0.002	0.02	0,02
		Zinc (*)	mg/L	0.0672	0.1335	0.0173	0.0048	0.0418	2	2
Orgánicos	Bifenilos Policlorados (como congeneres, PCBs Totales)	PCB 101 (*)	mg/L	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	0.0000015	<0.0000015	0.04	0,04
		PCB 118 (*)	mg/L	<0.0000016	<0.0000016	<0.0000016	0.0000016	<0.0000016	0.04	0,04
		PCB 138 (*)	mg/L	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	0.0000018	<0.0000018	0.04	0,04
		PCB 153 (*)	mg/L	<0.0000018	<0.0000018	<0.0000018	0.0000018	<0.0000018	0.04	0,04
		PCB 180 (*)	mg/L	<0.0000015	<0.0000016	<0.0000015	0.0000018	<0.0000016	0.04	0,04
		PCB 28 (*)	mg/L	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	0.0000015	<0.0000015	0.04	0,04
		PCB52 (*)	mg/L	<0.0000015	<0.0000015	<0.0000015	0.0000015	<0.0000015	0.04	0,04
		PCBs Totales (suma de congeneres) (*)	mg/L	<0.0000115	<0.0000115	<0.0000115	0.0000115	<0.0000115	0.04	0,04
Plaguicidas	Pesticidas Organoclorados	Aldrin (*)	mg/L	<0.0000011	<0.0000011	<0.0000011	0.0000011	<0.0000011	0.004	0,004
		Clordano (Total de Isómeros) (*)	mg/L	<0.0000022	<0.0000022	<0.0000022	0.0000022	<0.0000022	0.006	0,006



Ana Cecilia Fernández
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carlos Vences Muñoz
CSP: 259



MINISTERIO AGRICULTURA
BIOLOGO
COLECCION N° 40

Parámetros	Subtipo		Unidad	Estación					ECA Agua Superficial 3D1: Riego de vegetales	
				CAS-01	CAS-02	CAS-03	CAS-04	CAS-05	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
				Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda		
				06/08/2024	6/08/2024	03/08/2024	02/08/2024	4/08/2024		
		DDT (Suma de 4,4-DDD y 4,4-DDE) (*)	mg/L	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	0.0000012	<0.0000012	0.001	0,001
		Dieldrin (*)	mg/L	<0.0000010	<0.0000010	<0.0000010	0.000001	<0.0000010	0.5	0,5
		Endosulfan I (*)	mg/L	<0.0000013	<0.0000013	<0.0000013	0.0000013	<0.0000013	0.01	0,01
		Endosulfan II (*)	mg/L	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	0.0000012	<0.0000012	0.01	0,01
		Endosulfan Sulfato (*)	mg/L	<0.0000011	<0.0000011	<0.0000011	0.0000011	<0.0000011	0.01	0,01
		Endrin (*)	mg/L	<0.0000012	<0.0000012	<0.0000012	0.0000012	<0.0000012	0.004	0,004
		Heptacloro + Heptacloro Epóxido (*)	mg/L	<0.0000025	<0.0000025	<0.0000025	0.0000025	<0.0000025	0.01	0,01
		Lindano (*)	mg/L	<0.0000010	<0.0000010	<0.0000010	0.000001	<0.0000010	4	4
	Pesticidas Organofosforados	Parathion (*)	mg/L	<0.000091	<0.000091	<0.000091	0.000091	<0.000091	35	35
	Carbamato	Aldicarb ²	mg/L	<0.00010	<0.00010	<0.00010	0.0001	<0.00010	1	1
Microbiológico y Parasitológico	Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)		NMP/100mL	350	240	350	23	130	1 000	2 000
	Escherichia coli (NMP) (*)		NMP/100mL	240	79	130	13	79	1 000	**



 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3988



 Geo. Carlos Vinasco Muñoz
 CSP: N° 259



 UNIVERSIDAD NACIONAL VILLUBA
 BIÓLOGO
 COLECCIÓN N° 40

Parámetros	Subtipo	Unidad	Estación					ECA Agua Superficial 3D1: Riego de vegetales	
			CAS-01	CAS-02	CAS-03	CAS-04	CAS-05	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
			Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda		
			06/08/2024	6/08/2024	03/08/2024	02/08/2024	4/08/2024		
	Huevos de Helmintos ²	Huevo/L	<1.0	<1.0	<1	1	<1	1	1

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

2 Ensayo acreditado por el IAS

(a) : Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)."

(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."

"<" Menor que el Límite de cuantificación del método (L.C.M)

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría."

Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.


Ana Cecilia Fernández
Socióloga
CSP: 3988


Gea Carla Vanessa Muñoz Ney
CSP N° 259


WALTER J. NAVARRO VILLALBA
BIOLOGO
COLESP N° 17540

Tabla 4.1-62: Resultado del Monitoreo de Calidad de Agua Superficial – Temporada Húmeda: Categoría 4E1

Parámetro	Subtipo	Unidad	Estación CAS-06	ECA Agua 4 E1: Lagunas y lagos
			Húmeda 05/08/2024	
Físicos - Químicos	Amoniaco (*)	mg/L	0.084	2.39
	Cianuro Libre (*)	mg/L	<0.0010	0.0052
	Conductividad (c) (*)	µS/cm	483.00	1 000
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	2.68	5
	Oxígeno Disuelto (c) (*)	mg/L	1.58	≥ 5
	pH (c) (*)	Unidad de pH	7.77	6.5 a 9.0
	Temperatura (c) (*)	(°C)	29.7	Δ 3
	Aceites y Grasas (*)	mg/L	<5.00	5.0
	Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	44.67	≤ 25
	Clorofila (*)	mg/L	<0.005	0.008
	Color (*)	(UC)	85.12	20 (a)
	Cromo Hexavalente (*)	mg/L	<0.010	0.011
	Fenol (*)	mg/L	<0.100	2.56
	Fósforo Total (*)	mg/L	0.16	0.035
	Nitratos (*)	(mg NO ₃ -/L)	0.216	13
	Nitrógeno Total ²	mg/L	0.153	0.315
	Sulfuro (*)	mg/L	<0.002	0.002
	Pentaclorofenol (PCP) ²	mg/L	<0.0001	0.001
Inorgánicos	Metales Disueltos ICP-MS			
	Cadmio (*)	mg/L	<0.00020	0.00025
	Antimonio (*)	mg/L	<0.0020	0.64
	Arsénico (*)	mg/L	<0.0010	0.15
	Bario (*)	mg/L	0.2021	0.7
	Cobre (*)	mg/L	<0.0002	0.1
	Mercurio (*)	mg/L	<0.000100	0.0001
	Níquel (*)	mg/L	<0.0004	0.052
	Plomo (*)	mg/L	<0.0010	0.0025
	Selenio (*)	mg/L	<0.002	0.005
Orgánicos	Metales Totales ICP-MS			
	Talio (*)	mg/L	<0.0004	0.0008
	Zinc (*)	mg/L	0.032	0.12
	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10 C40)-Agua (*)	mg/L	<0.010	0.5
	Compuestos Organicos Volatiles (COVs)-Agua-Rev.			
	Benceno ²	mg/L	<0.0002	0.05
	Hexaclorobutadieno ²	mg/L	<0.0002	0.0006



Ana Carolina Fernández
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carlos Vences Muñoz Ney
COP N° 259



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
BIOLOGO
COLEOP N° 17540

Parámetro	Subtipo		Unidad	Estación CAS-06	ECA Agua 4 E1: Lagunas y lagos
				Húmeda	
				05/08/2024	
	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)	Antraceno (*)	mg/L	<0.0000780	0.0004
		Benzo(a)pireno (*)	mg/L	<0.0000690	0.0001
		Fluoranteno (*)	mg/L	<0.0000800	0.001
	Bifenilos Policlorados (como congeneres, PCBs Totales)	PCB 101 (*)	mg/L	<0.0000015	0.000014
		PCB 118 (*)	mg/L	<0.0000016	0.000014
		PCB 138 (*)	mg/L	<0.0000018	0.000014
		PCB 153 (*)	mg/L	<0.0000018	0.000014
		PCB 28 (*)	mg/L	<0.0000015	0.000014
		PCB 52 (*)	mg/L	<0.0000015	0.000014
		PCBs Totales (suma de congeneres) (*)	mg/L	<0.0000115	0.000014
Plaguicidas	Pesticidas Organoclorados	Aldrin ²	mg/L	<0.0000010	0.000004
		Clordano (Total de Isómeros) ²	mg/L	<0.0000010	0.0000043
		DDT (Suma de 4,4-DDD y 4,4-DDE) ²	mg/L	<0.0000010	0.000001
		Dieldrin ²	mg/L	<0.0000010	0.000056
		Endosulfan I ²	mg/L	<0.0000010	0.000056
		Endosulfan II ²	mg/L	<0.0000010	0.000056
		Endosulfan Sulfato ²	mg/L	<0.0000010	0.000056
		Endrin	mg/L	<0.0000010	0.000036
		Heptacloro ²	mg/L	<0.0000010	0.0000038
		Heptacloro epóxido ²	mg/L	<0.0000010	0.0000038
	Pesticidas Organofosforados	Lindano ²	mg/L	<0.0000010	0.00095
		Malation ²	mg/L	<0.000002	0.0001
		Paratión ²	mg/L	<0.000002	0.000013
	Carbamato	Aldicarb ²	mg/L	<0.00010	0.001

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

(a) : Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)."

(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."

"<" Menor que el Límite de cuantificación del método (L.C.M)

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría."

Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3988


 Geo. Carlos Vinasco Muñoz
 Geólogo
 COP N° 259


 Walter J. Huamani Villalba
 Biólogo
 Colección N° 40

4.1.2.5.8.1 Categoría 3D1

A continuación, se presenta el análisis de resultados de los puntos de muestreo CAS-01, CAS-02, CAS-03, CAS-04 y CAS-05, que fueron comparados con los ECA para agua (D.S. N° 004-2017- MINAM), Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, subcategoría D1: Riego de vegetales No Restringido y Restringido. Cabe precisar que el muestreo en los puntos mencionados se realizó en temporada muy húmeda y húmeda.

Parámetros Físicos – Químicos

Se llevaron a cabo mediciones de varios parámetros fisicoquímicos (Cianuro WAD, Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Ph, Temperatura, Aceites y Grasas, Alcalinidad por Bicarbonatos, Color, Demanda Química de Oxígeno, Detergentes y Fenol).

En resumen, los resultados del monitoreo indican que el agua superficial analizada cumple con los estándares de calidad establecidos para la Categoría 3D1, tanto en condiciones no restringidas como restringidas, en términos de los parámetros fisicoquímicos evaluados. Los caudales registrados también proporcionan información relevante sobre el flujo de agua en las áreas de monitoreo. Cabe destacar que la temperatura no fue comparada con el ECA debido a que no se cuenta con un registro anual del área evaluada.

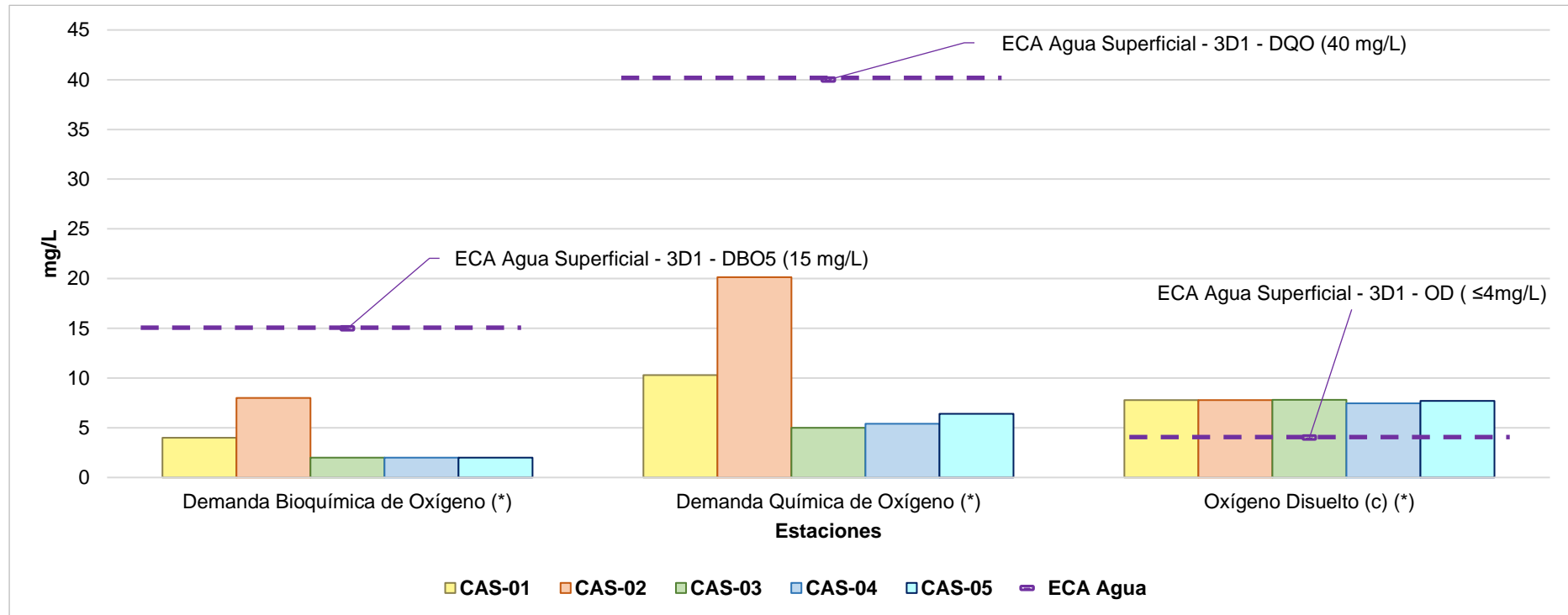
A continuación, se presenta los gráficos de los parámetros más relevantes, así como también de la medición de caudales en cada estación de monitoreo.


Ana Cecilia Fernández
Socióloga
CSP: 3908


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259

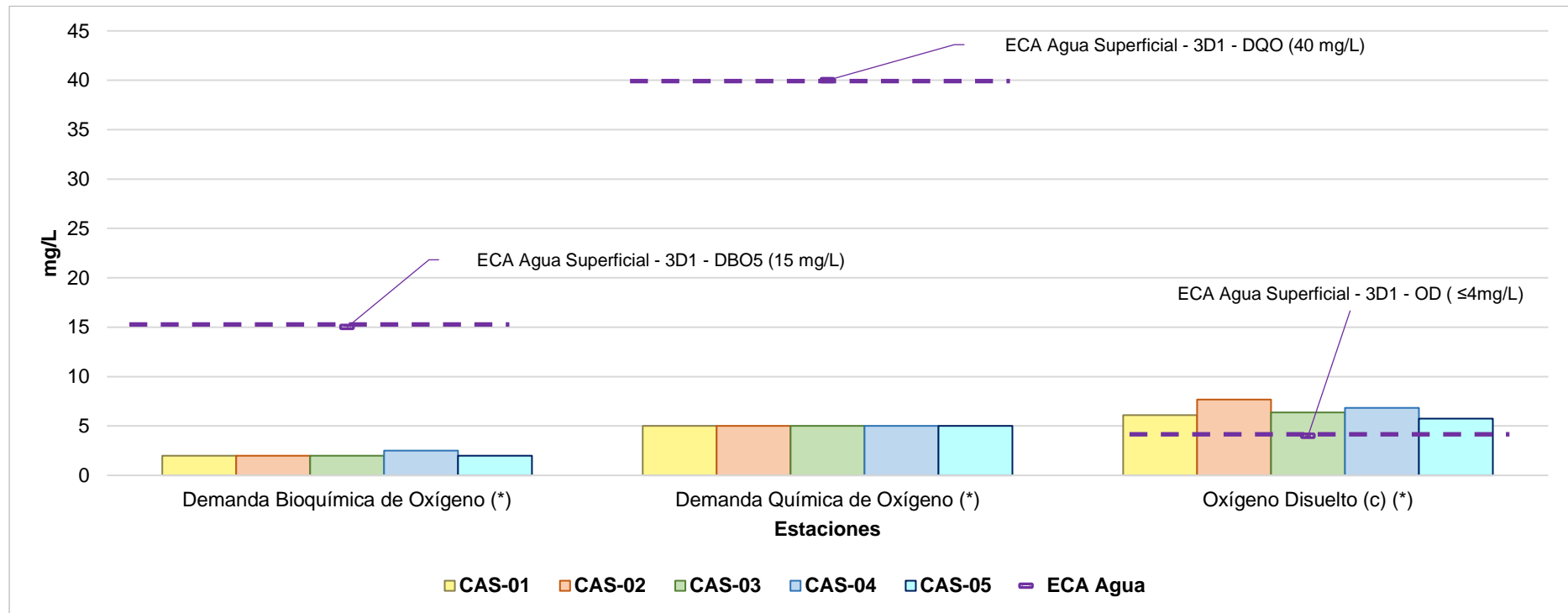

MSc. J. Maritza Villan
Bióloga
CSP N° 17640

Gráfico 4.1-11: Resultado de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Oxígeno Disuelto: Categoría 3D1 – Temporada Muy húmeda

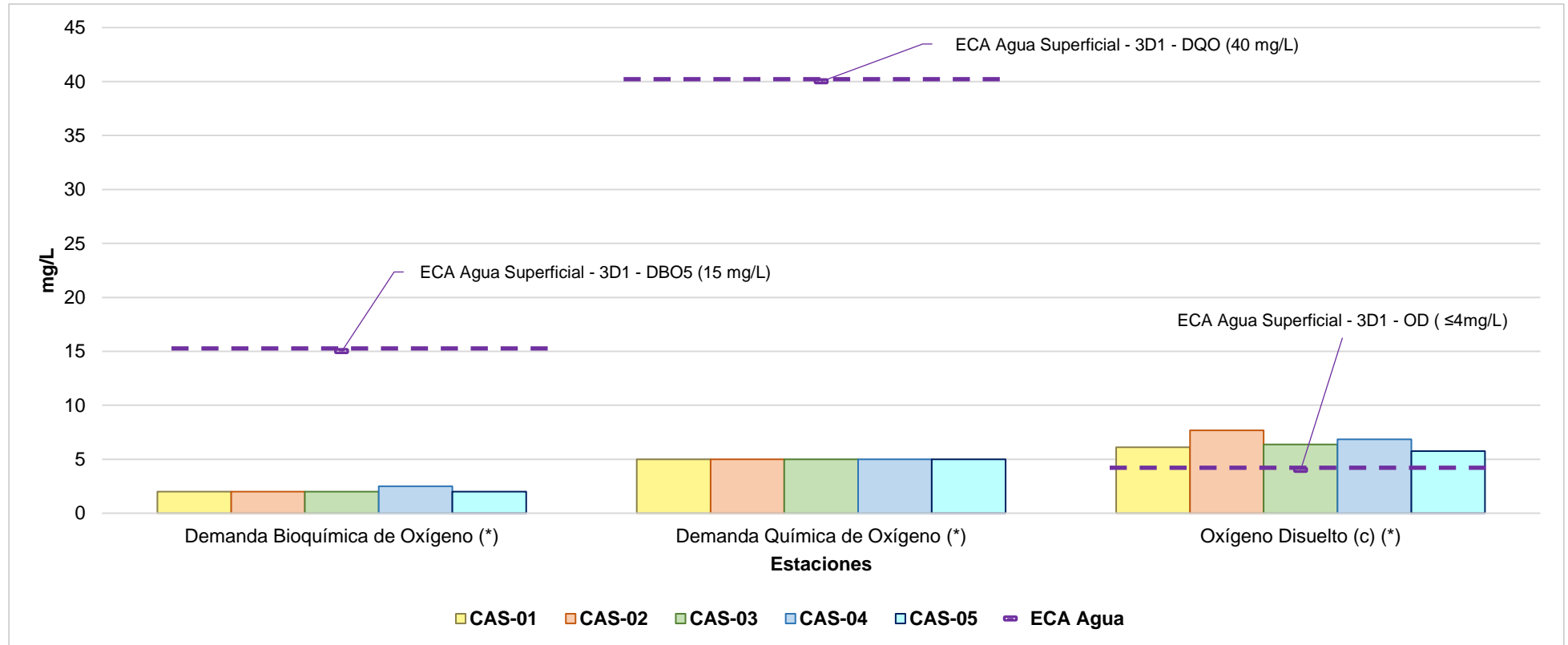


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

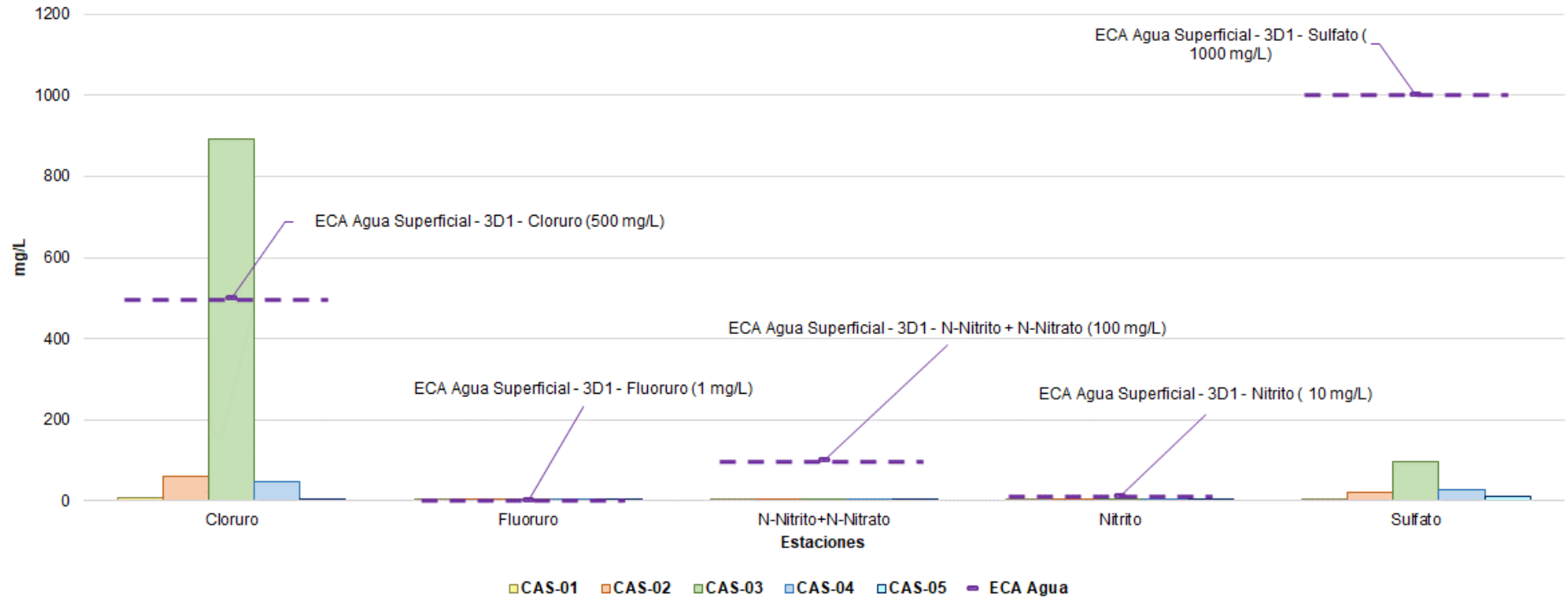
Gráfico 4.1-12: Resultado de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Oxígeno Disuelto: Categoría 3D1 – Temporada Húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

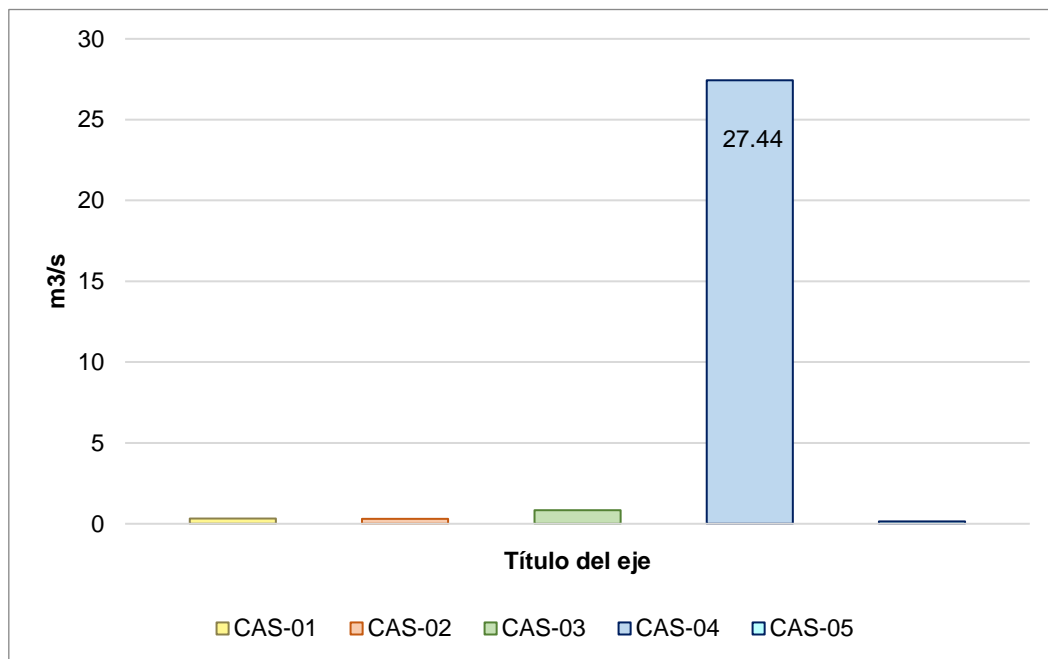
Gráfico 4.1-13: Resultado de Aniones IAS: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.1-14: Resultado de Aniones IAS: Categoría 3D1– Temporada Húmeda


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

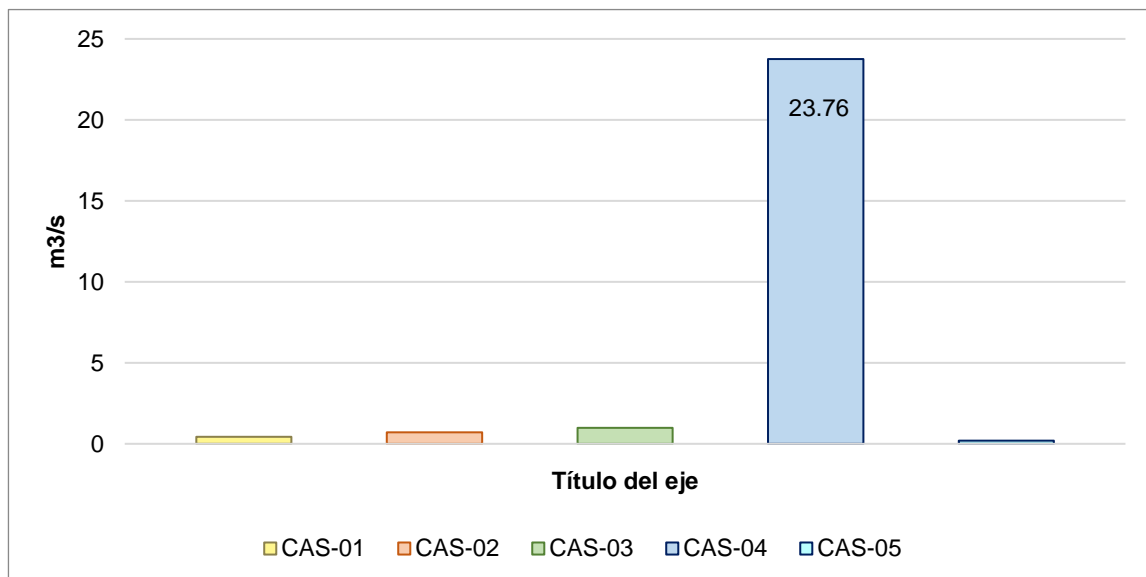
Gráfico 4.1-15: Resultado de Caudal: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.


Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Gráfico 4.1-16: Resultado de Caudal: Categoría 3D1– Temporada Húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.


Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
CSP N° 259


Mónica J. Martínez Villalva
BIOLOGO
COSP N° 17640

Parámetros Inorgánicos

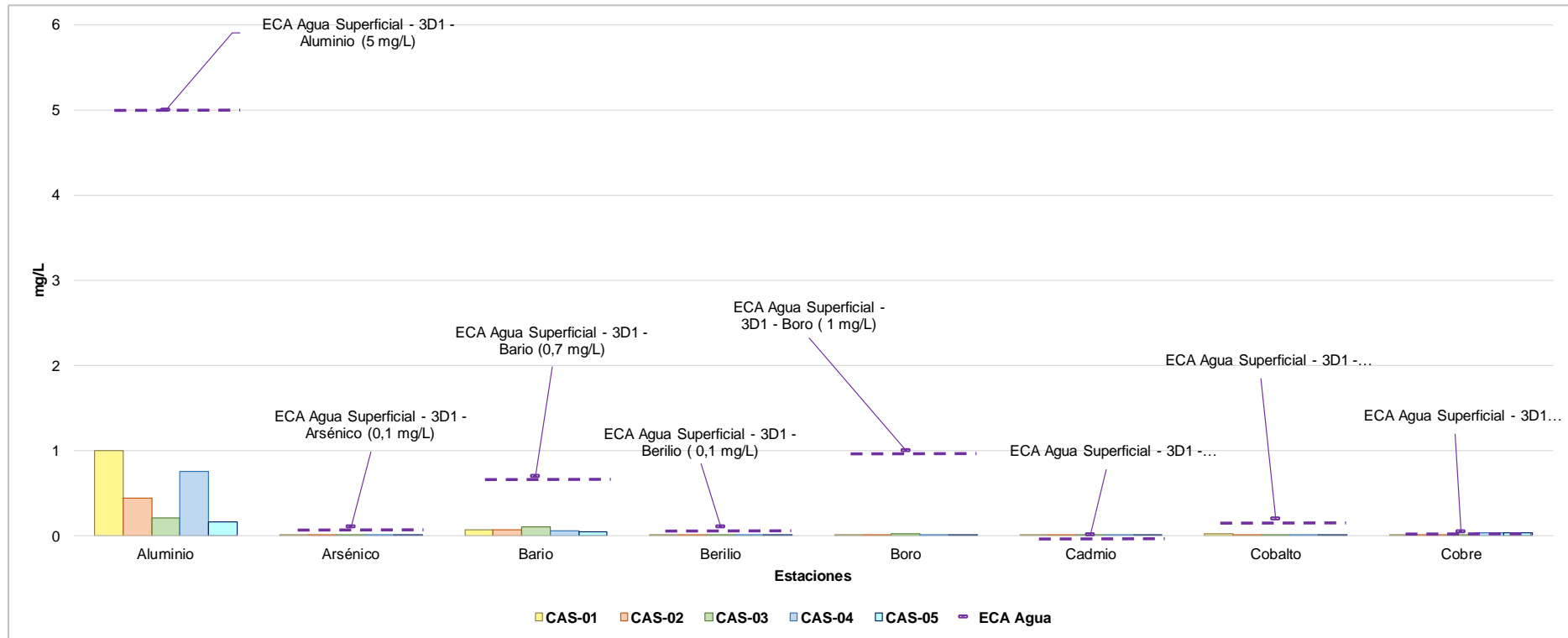
Se realizaron mediciones de metales totales mediante ICP-MS, con el objetivo de evaluar la presencia de metales en el agua destinada al riego de vegetales, tanto en condiciones no restringidas como restringidas.

En resumen, los resultados del monitoreo indican que el agua superficial analizada cumple con los estándares de calidad establecidos para el riego de vegetales, tanto en condiciones no restringidas como restringidas, en términos de los metales totales evaluados.

A continuación, se presentan los resultados en gráficos de las mediciones y las comparaciones con los límites establecidos:

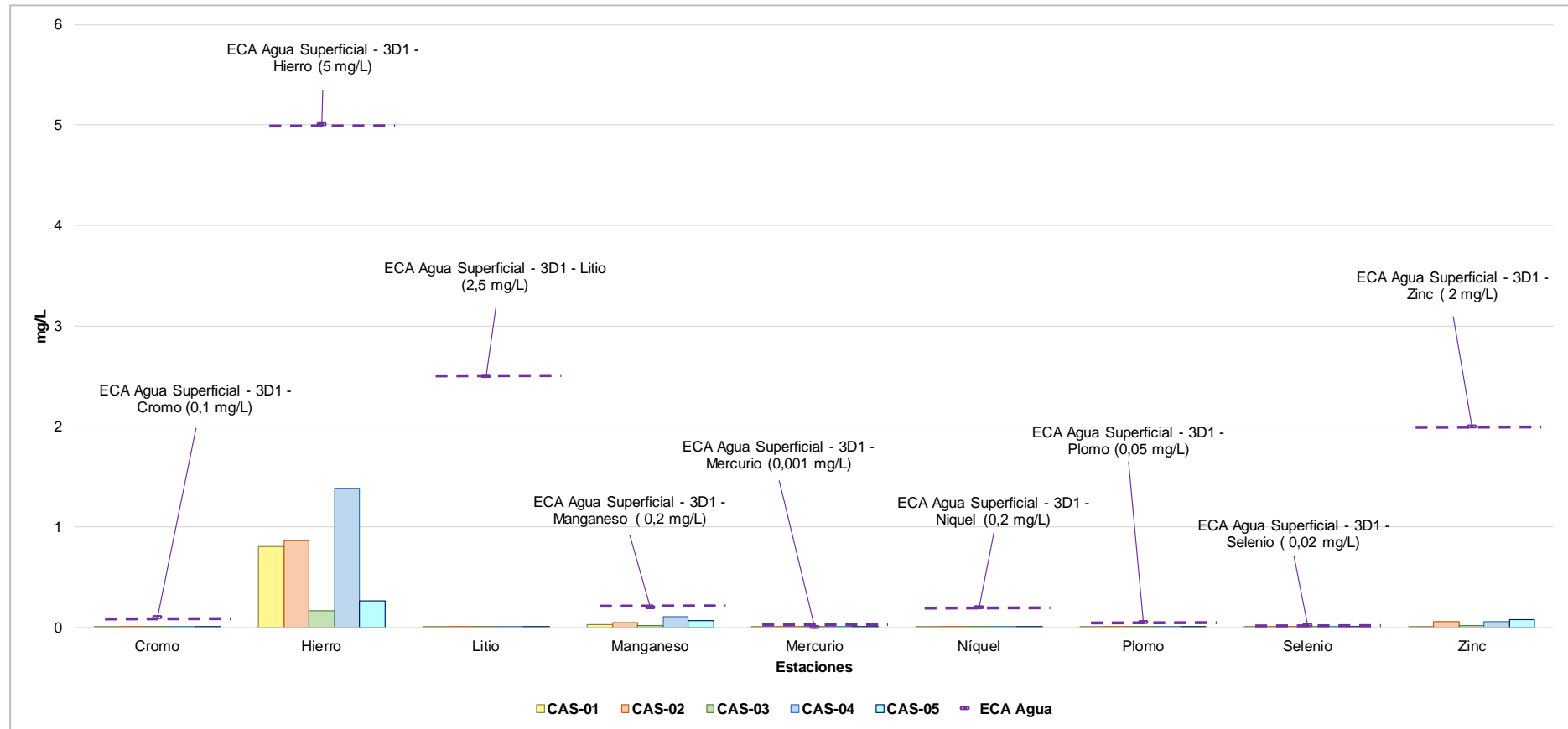

Ana Curi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988
Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
CSP N° 259
Walter J. Macdonald Villan
BIOLOGO
COSP N° 17540

Gráfico 4.1-17: Resultado de Metales Totales ICP-MS: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda



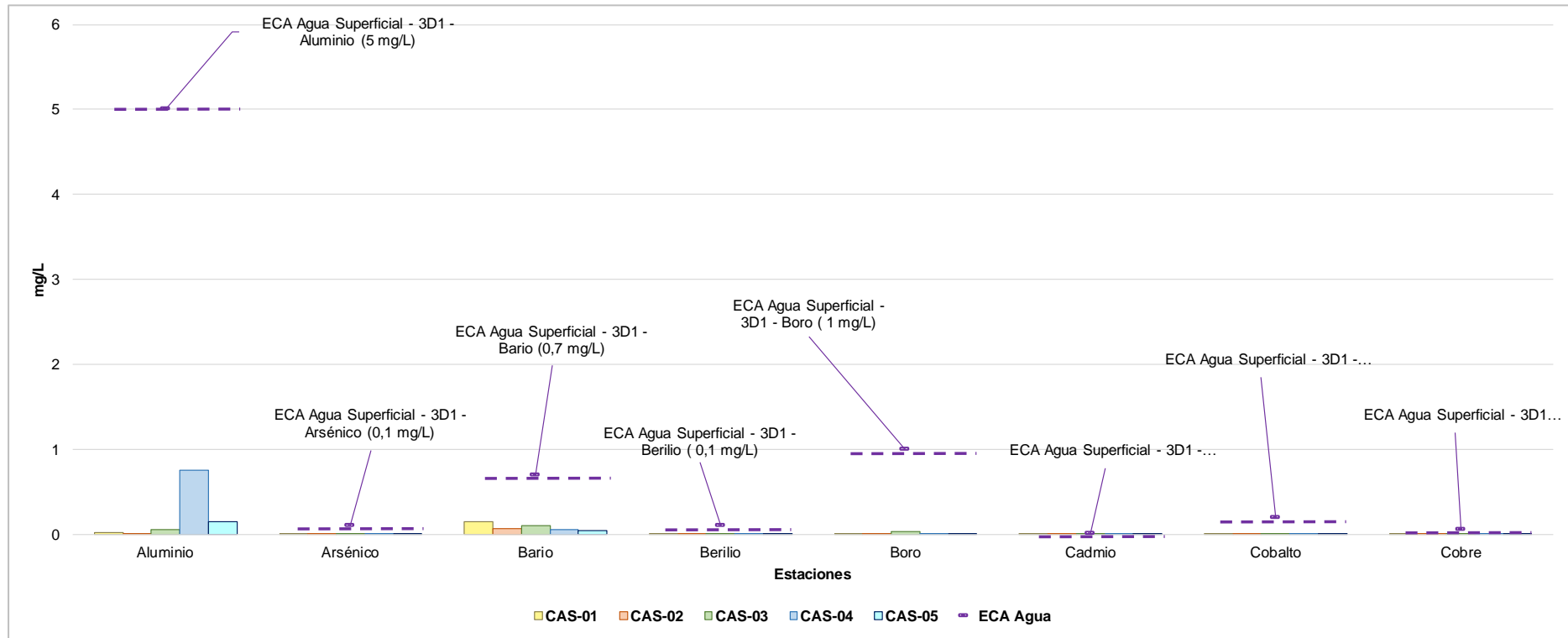
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.1-18: Resultado de Metales Totales ICP-MS: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.1-19: Resultado de Metales Totales ICP-MS: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

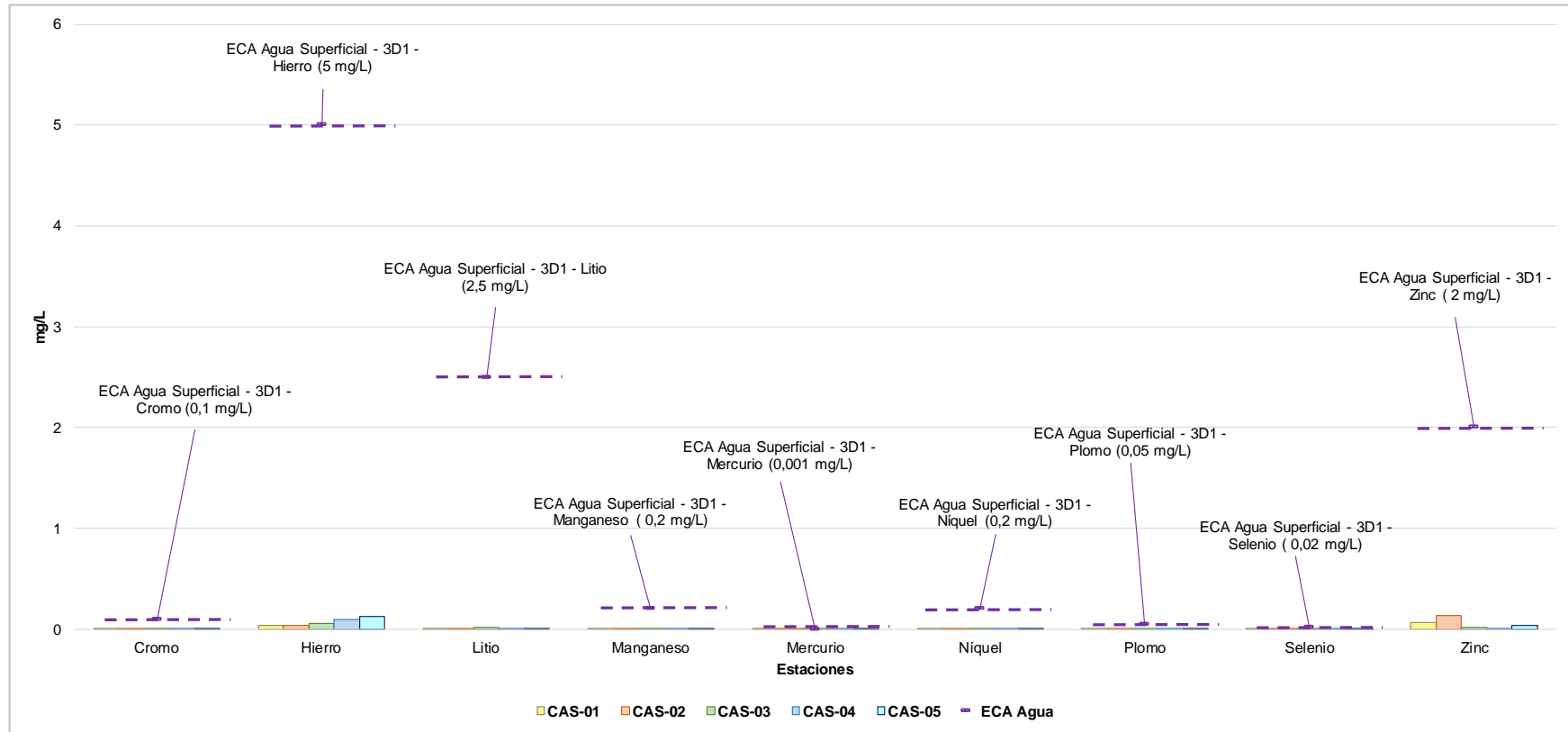
Ana C. Fernández
Socióloga
CSP: 3988

isa
TRANSMANTARO

ISA CONSORCIO TRANSMANTARO

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Gráfico 4.1-20: Resultado de Metales Totales ICP-MS: Categoría 3D1– Temporada Húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Ana C. Fernández
Socióloga
CSP: 3988

Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra
CSP: 259

Ing. J. NATALIA VILLALBA
BIÓLOGO
CSP: 17545



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Parámetros Orgánicos

Se llevaron a cabo mediciones de Bifenilos Policlorados (PCBs) con el propósito de evaluar la presencia de contaminantes orgánicos en el agua destinada al riego de vegetales, tanto en condiciones no restringidas como restringidas.

Los resultados del monitoreo muestran que el agua superficial analizada cumple con los estándares de calidad establecidos para el riego de vegetales en términos de los Bifenilos Policlorados, lo que sugiere una muy baja presencia de contaminantes orgánicos en el agua destinada a este fin, no superando los valores de ECA de referencia.

Parámetros de Plaguicidas

Se realizaron mediciones de varios plaguicidas, incluyendo pesticidas organoclorados, organofosforados y carbamatos, en las estaciones de monitoreo. El objetivo fue evaluar la presencia de estos compuestos en el agua destinada al riego de vegetales, tanto en condiciones no restringidas como restringidas.

En resumen, los resultados del monitoreo muestran que el agua superficial analizada cumple con los estándares de calidad establecidos para el riego de vegetales en términos de plaguicidas, lo que sugiere una muy baja presencia de estos compuestos en el agua destinada a este fin, no superando los valores de ECA de referencia.

A continuación, se presentan los gráficos con resultados de las mediciones y las comparaciones con los límites establecidos:

Parámetros Microbiológico y Parasitológico

Se llevaron a cabo mediciones de parámetros microbiológicos y parasitológicos con el objetivo de evaluar la calidad microbiológica del agua superficial destinada al riego de vegetales, tanto en condiciones no restringidas como restringidas. Los resultados de cada parámetro son los siguientes:

- En Coliformes Fecales (Termotolerantes): Se observó que en las estaciones CAS-01, CAS-02 y CAS-05, los niveles de coliformes fecales termotolerantes superaron los límites establecidos tanto para el riego de vegetales no restringido (1 000 NMP/100mL) como restringido (2 000 NMP/100mL).
- En *Escherichia coli*: Se encontró que en las estaciones CAS-01, CAS-02 y CAS-05, los niveles de *Escherichia coli* excedieron los límites establecidos para el riego de vegetales no restringido (1 000 NMP/100mL)
- En Huevos de Helminto: Los resultados sugieren una baja presencia o ausencia de huevos de helmintos en el agua superficial.

En resumen, los resultados del monitoreo indican que, en algunas estaciones, los niveles de coliformes fecales termotolerantes y *Escherichia coli* superan los límites establecidos para el riego de vegetales, lo que podría representar un riesgo para la salud pública y la seguridad alimentaria en caso de uso para este fin. Sin embargo, los niveles de huevos de helmintos se mantienen por debajo del límite de detección en todas las estaciones.



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

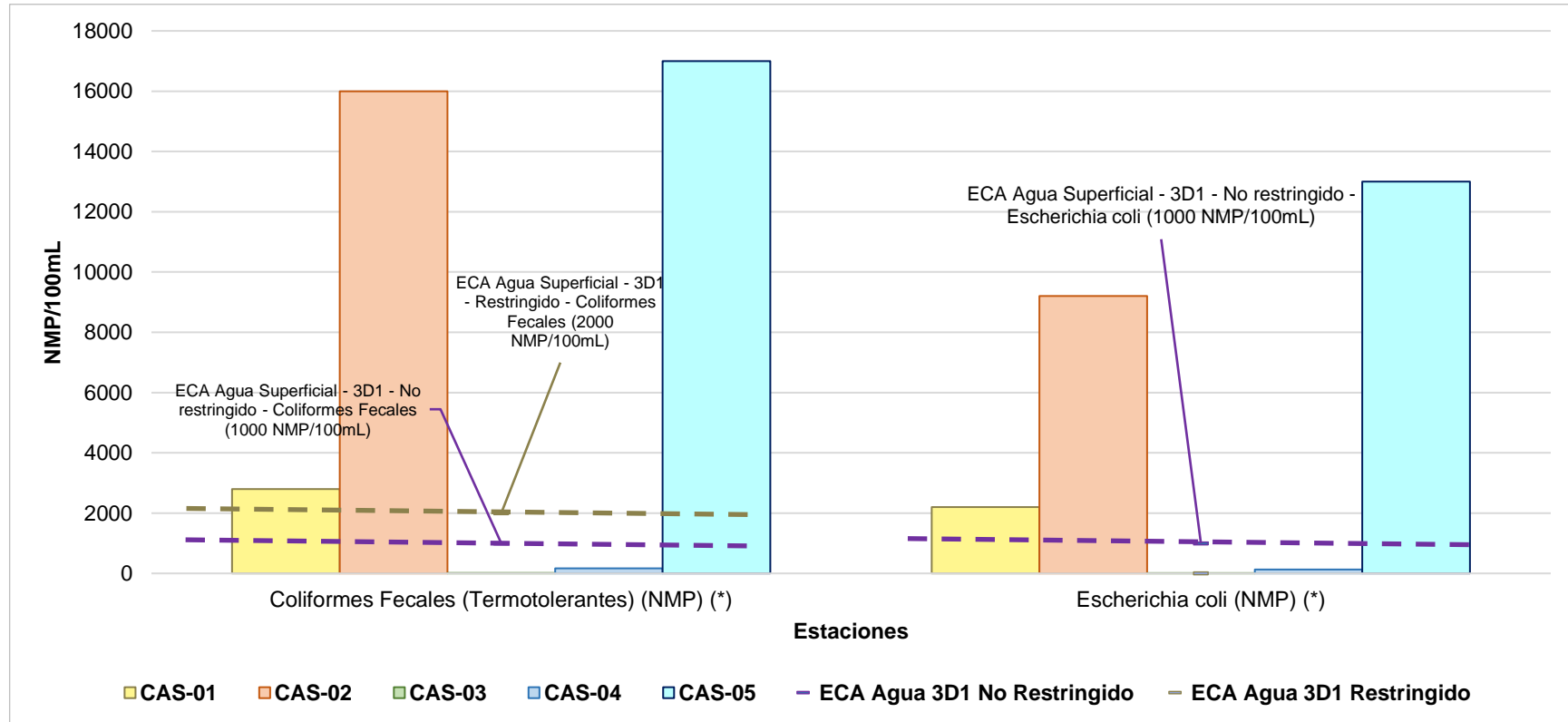


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259



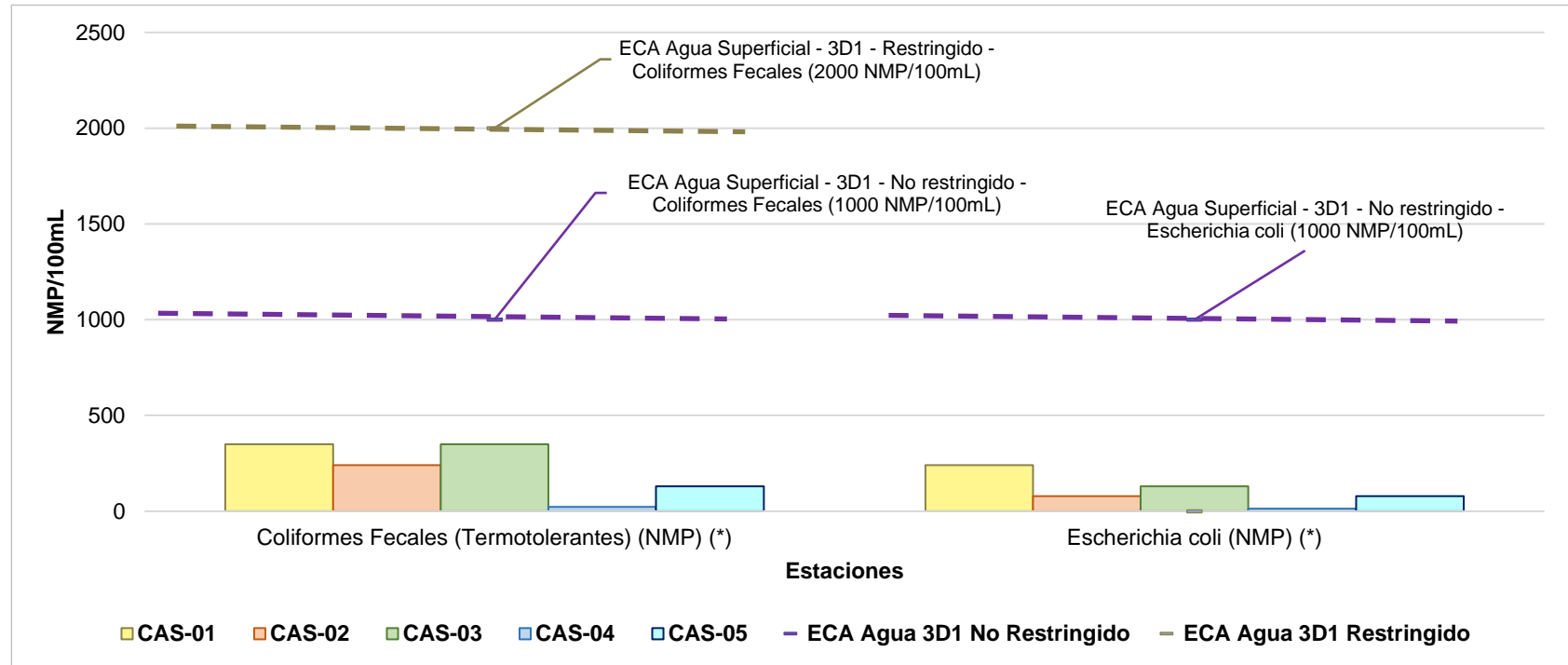
MATEO J. NARCIZA VELAZCO
BIOLOGO
COLBOP N° 6640

Gráfico 4.1-21: Resultado de Coliformes Fecales (Termotolerantes) y *Escherichia coli*: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda



Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Gráfico 4.1-22: Resultado de Coliformes Fecales (Termotolerantes) y *Escherichia coli*: Categoría 3D1– Temporada Muy húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Ana Curi Fernandez
Socióloga
ESP: 3988

Geo. Carla Vanessa Muñoz Neira
COP N° 259

Ing. J. NATANIEL VILLALBA
BIOLOGO
COP N° 17540

Ana Curi Fernandez
Socióloga
ESP: 3988



 Ana Celi Fernández

 Socióloga

 CSP: 3988

4.1.2.5.8.2 Categoría 4E1

A continuación, se presenta el análisis de resultados del punto de muestreo CAS-06, que fue comparado con el ECA para agua (D.S. N° 004-2017- MINAM), Categoría 4: Conservación del ambiente acuático y subcategoría E1: Lagunas y lagos. Cabe precisar que el muestreo en el punto mencionado se realizó en temporada muy húmeda.

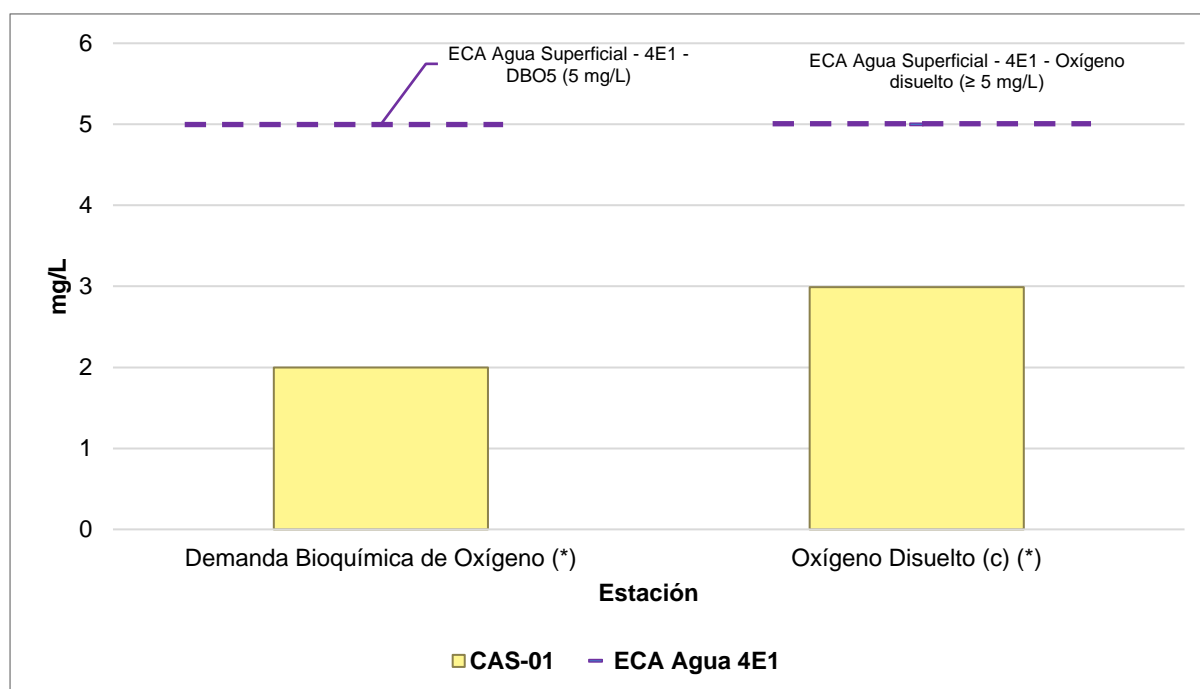
Parámetros Físicos – Químicos

Durante el proceso de monitoreo de calidad de agua en la Estación CAS-06, se llevaron a cabo mediciones de diversos parámetros físico-químicos. Estos incluyeron la concentración de amoníaco, cianuro libre, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto, pH, temperatura, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, clorofila, color, cromo hexavalente, fenol, fósforo total, nitratos, nitrógeno total, sulfuro, pentaclorofenol (PCP), y el caudal mediante correntómetro.

En cuanto a los resultados obtenidos, la mayoría de los parámetros evaluados se encontraron dentro de los límites establecidos por el ECA para lagunas y lagos. Sin embargo, se detectó una discrepancia en el nivel de oxígeno disuelto, el cual se encontró por debajo del mínimo aceptable según el ECA. A pesar de esta excepción, los demás parámetros no mostraron excedencias significativas, lo que sugiere una calidad de agua generalmente dentro de los estándares establecidos. Cabe destacar que la temperatura no fue comparada con el ECA debido a que no se cuenta con un registro anual del área evaluada.

A continuación, se presenta los gráficos de los parámetros más relevantes.

Gráfico 4.1-23: Resultado de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Oxígeno Disuelto: Categoría 4E1– Temporada Muy húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

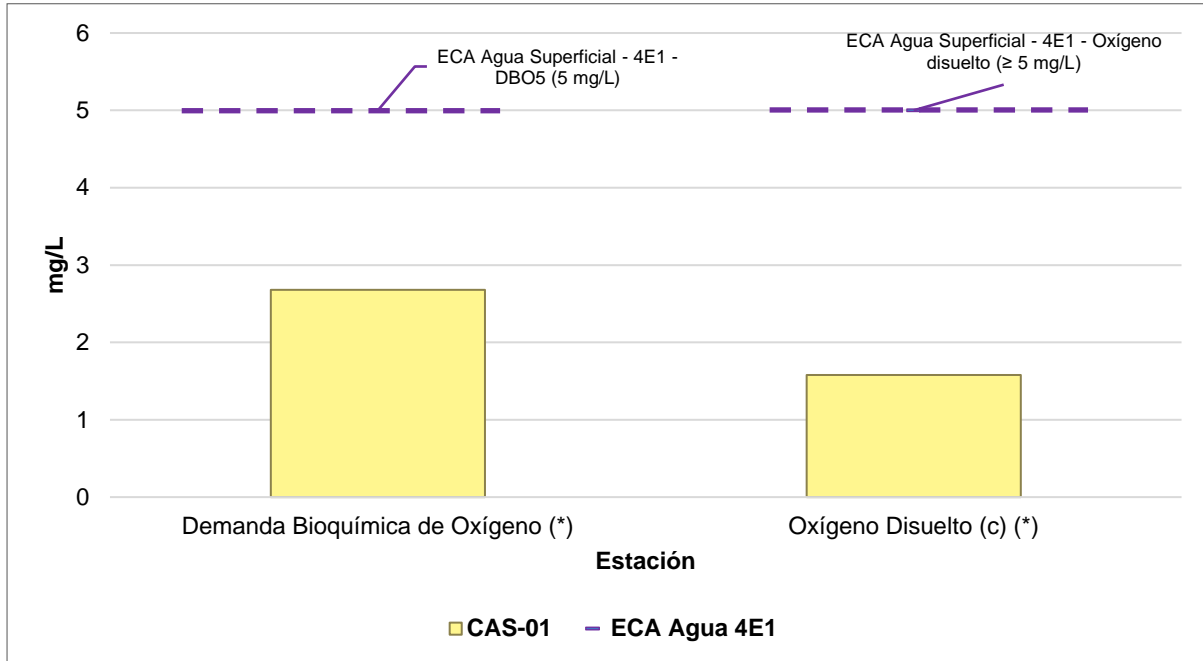


Ana Celi Fernandez

Socióloga

CSP: 3988

Gráfico 4.1-24: Resultado de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Oxígeno Disuelto: Categoría 4E1– Temporada Húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la estación CAS-06, ubicada en la Laguna de Totorichayco o Totorillayco, se observa la presencia de abundante vegetación acuática superficial. Esta vegetación puede contribuir a una disminución en los niveles de oxígeno disuelto en el cuerpo hídrico. Además, la presencia de viviendas y actividad agrícola en los alrededores de la zona puede ser otra causa posible. Como se aprecia en la imagen adjunta, es posible que se generen y viertan efluentes domésticos y residuos de fertilizantes, insecticidas, pesticidas y herbicidas, lo que incrementaría los niveles de nutrientes (nitratos y fosfatos) en la laguna, potencialmente causando eutrofización. Este fenómeno conlleva a la formación de una capa fitoplanctónica que podría reducir aún más los niveles de oxígeno disuelto.



Ana Celi Fernandez

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra

CSP N° 259

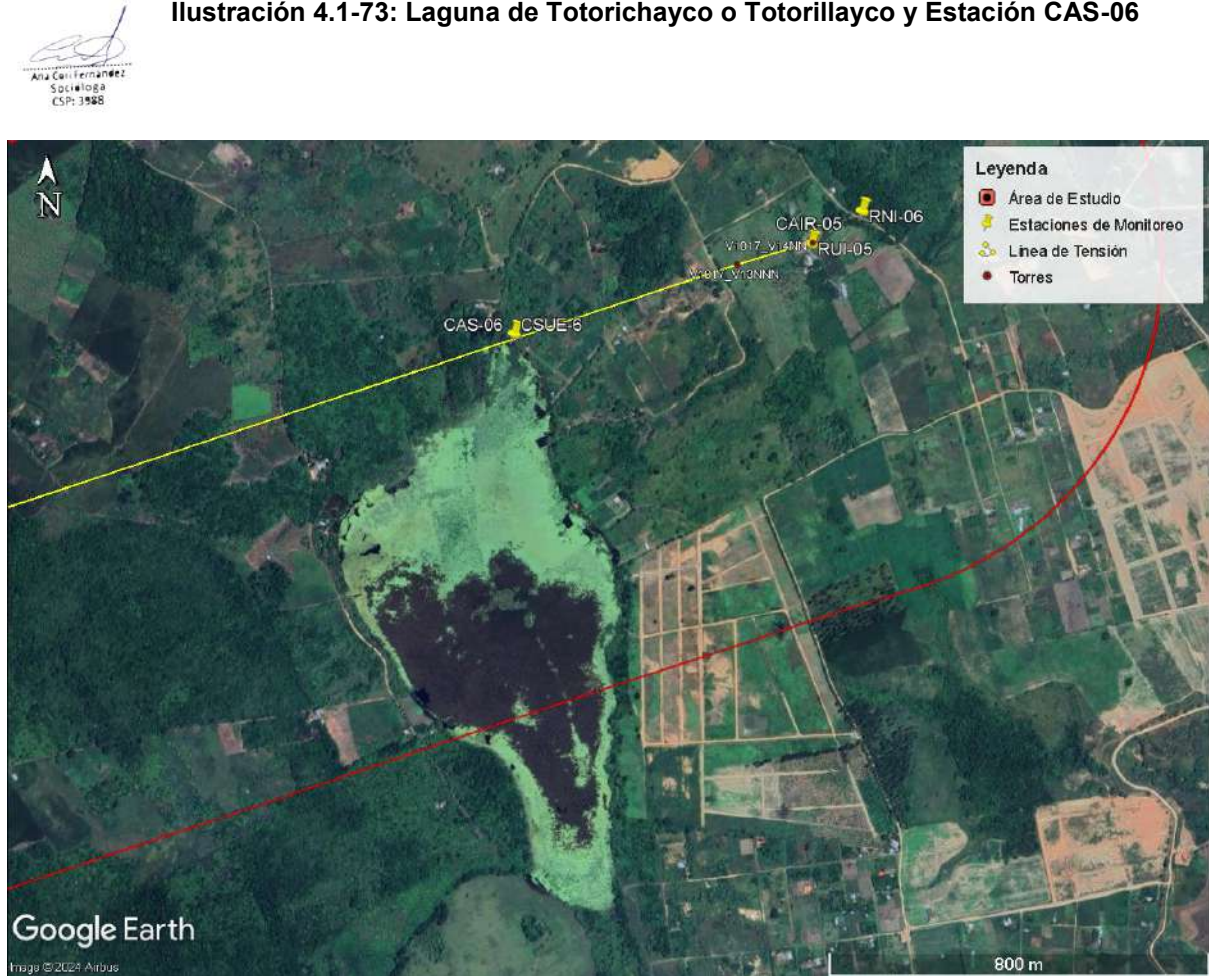


Mónica J. Sánchez Villalva

BIOLOGO

COLEOP N° 175640

Ilustración 4.1-73: Laguna de Totorichayco o Totorillayco y Estación CAS-06



Fuente Google Earth

Entre la principal importancia de laguna destaca en atractivo turístico y recreativo como se puede observar en las siguientes imágenes. Se aprecia las actividades en contacto directo con el agua. Asimismo, se observa una abundante vegetación acuática típica de laguna.

Ad
Ana Celi Fernández
Socióloga
CSP: 3988

Ilustración 4.1-74: Actividades Recreativas en la Laguna de Totorichayco o Totorillayco



Fuente: Google Maps Foto - jul 2023

Ilustración 4.1-75: Vegetación de la Laguna de Totorichayco o Totorillayco



Fuente: Google Maps Foto - ene 2024

Ad
Ana Celi Fernández
Socióloga
CSP: 3988

Carla
Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259

ef
INGENIERO J. MARCOS VILLALBA
BIOLOGO
COLBOP N° 17640



 Ana Carolina

 Socióloga

 CSP: 3988

Parámetros Inorgánicos

El monitoreo de calidad de agua en la Estación CAS-06 también abarcó la evaluación de metales disueltos y totales, utilizando la técnica de ICP-MS. Se llevaron a cabo mediciones de varios metales, incluyendo cadmio, antimonio, arsénico, bario, cobre, mercurio, níquel, plomo, selenio, talio y zinc.

Los resultados obtenidos revelan que la mayoría de los metales evaluados se encontraron dentro de los límites establecidos por el ECA para lagunas y lagos. Se observaron concentraciones aceptables de cadmio, arsénico, cobre, mercurio, níquel, selenio, talio y zinc, con valores por debajo de los umbrales máximos permitidos. Por tanto, las concentraciones de metales en agua superficial no representan un riesgo significativo en la estación monitoreada.

Parámetros Orgánicos

El monitoreo de calidad de agua en la Estación CAS-06 abarcó la evaluación de diversos parámetros orgánicos, incluyendo hidrocarburos totales de petróleo (C10-C40), compuestos orgánicos volátiles (COVs), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) y bifenilos policlorados (PCBs).

Los resultados muestran que las concentraciones de los parámetros orgánicos evaluados se mantuvieron en niveles inferiores a los límites establecidos por el ECA para lagunas y lagos. No se observaron excedencias significativas en ninguna de las sustancias analizadas, lo que sugiere que la calidad del agua en esta estación se mantiene dentro de los estándares aceptables.

Parámetros de Plaguicidas

El monitoreo de calidad de agua en la Estación CAS-06 incluyó la evaluación de diversos parámetros relacionados con la presencia de plaguicidas, específicamente pesticidas organoclorados, pesticidas organofosforados y carbamatos.

Los resultados indican que las concentraciones de plaguicidas detectadas en la Estación CAS-06 se mantuvieron por debajo de los límites establecidos por el ECA para lagunas y lagos. No se observaron excedencias significativas en ninguna de las sustancias analizadas, lo que sugiere que la calidad del agua en esta estación se mantiene dentro de los estándares aceptables. Las concentraciones de aldrin, clordano, DDT, dieldrin, endosulfan I y II, endosulfan sulfato, heptacloro, heptacloro epóxido, lindano, malation, paratión y aldicarb se encontraron por debajo de los valores límite establecidos, lo que indica un bajo riesgo de contaminación por plaguicidas en el cuerpo de agua monitoreado.

Parámetros Microbiológico

Durante el proceso de monitoreo de calidad de agua en la Estación CAS-06, se evaluó específicamente la presencia de coliformes fecales termotolerantes, un indicador microbiológico crucial para determinar la calidad sanitaria del agua.

Los resultados muestran que las concentraciones de coliformes fecales termotolerantes en la Estación CAS-06 fueron de 350 NMP/100mL, lo que indica una presencia moderada de estos



 Ana Carolina

 Socióloga

 CSP: 3988



 Geo. Carla Vanessa

 MSc. en Geología

 CSP N° 259



 MSc. J. Natividad

 Bióloga

 Colección 19640



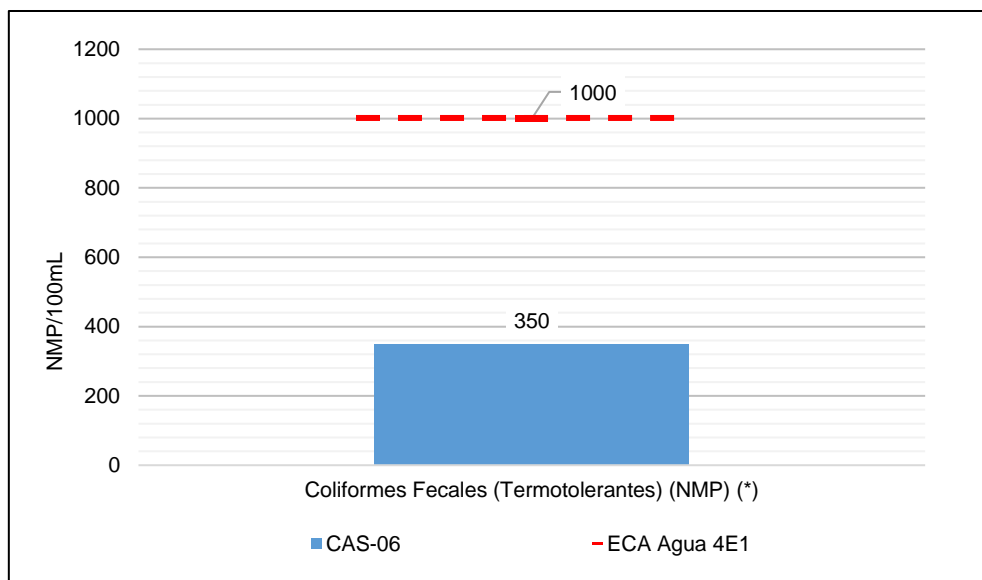
Ana Celi Fernández
Socióloga
CSP: 3988

microorganismos en el cuerpo de agua monitoreado. Sin embargo, estas concentraciones se mantuvieron por debajo del límite establecido por el ECA que es de 1000 NMP/100mL. Por lo tanto, no se observaron excedencias del ECA en esta estación, lo que sugiere que, en términos microbiológicos, el agua en esta ubicación cumple con los estándares de calidad requeridos y no representa un riesgo significativo para la salud pública en cuanto a la presencia de coliformes fecales termotolerantes.

Entre las posibles causas de la presencia de coliformes se le puede atribuir a las descargas de aguas residuales por partes de los pobladores y viviendas que se presentan alrededor de la laguna. Asimismo, las actividades agrícolas por la presencia de parcelas pueden generar efluentes que son vertidas a la laguna.

A continuación, se presenta los gráficos de los parámetros más relevantes.

Gráfico 4.1-25: Resultado Microbiológico: Estación CAS-06– Temporada Muy húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.



Ana Celi Fernández
Socióloga
CSP: 3988



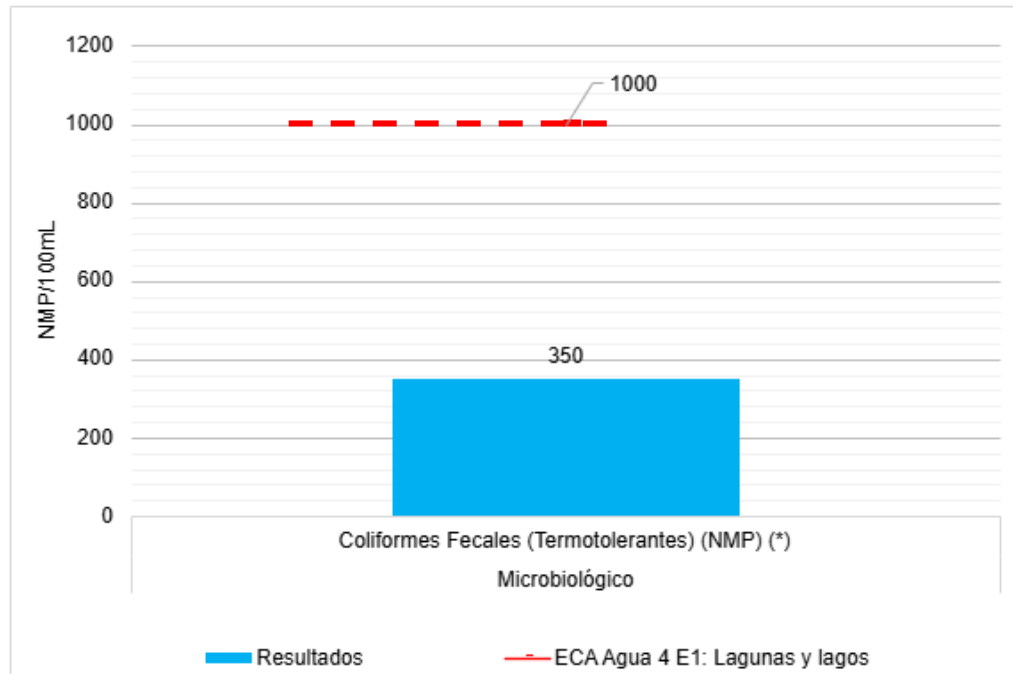
Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



MSc. J. MARCOS VILLALBA
BIOLOGO
CSP N° 17540


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Gráfico 4.1-26: Resultado Microbiológico: Estación CAS-06– Temporada Húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


MSc. J. MARCELO VILLALBA
BIOLOGO
C.O.B.I.P. N° 17640


 Ana Celi Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988

4.1.2.5.9 Conclusiones

Para las estaciones CAS-01, CAS-02, CAS-03, CAS-04 y CAS-05 (Temporada Muy Húmeda) los resultados del monitoreo indican que la calidad del agua superficial en las estaciones evaluadas cumple en su mayoría con los estándares establecidos para diversos usos, como el riego de vegetales (Categoría 3D1); sin embargo, la presencia de contaminantes microbiológicos (Coliformes Fecales Termotolerantes) y *Escherichia coli* en algunas estaciones, resalta la importancia de implementar medidas de control y monitoreo continuo.

Para la estación CAS-06 (Temporada Muy Húmeda) los resultados del monitoreo indican que la calidad del agua superficial en las estaciones evaluadas cumple en su mayoría con los estándares establecidos para lagos y lagunas (Categoría 4E1). Sin embargo, se detectaron algunas discrepancias en los resultados, especialmente en el nivel de oxígeno disuelto, que se encontró por debajo del mínimo aceptable según el ECA. Finalmente, en términos microbiológicos, se observó una presencia moderada de coliformes fecales termotolerantes en el agua, pero estas concentraciones se mantuvieron por debajo del límite establecido por el ECA.


 Ana Celi Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
 CCP N° 259


 Mónica J. Martínez Villalva
 Bióloga
 Colección N° 17640



 Ana Celi Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988

4.1.2.6 Hidrogeología

El análisis hidrogeológico consistió en recopilar información del sistema de información geográfica GEOCATMIN del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET, 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.

Asimismo, fue complementado con las investigaciones geotécnicas realizadas al área de estudio. La integración de todas las fuentes de información ha permitido identificar las unidades hidrogeológicas en función a la permeabilidad de sus formaciones geológicas.

Debe considerarse que, en la región San Martín la hidrogeología no ha sido estudiada aún con detalle, debido a que la disponibilidad de agua superficial es excesivamente grande en comparación con los posibles usos del agua subterránea²⁶.

Se ha evidenciado un amplio desarrollo de cultivos agrícolas, mayoritariamente de arroz, donde el de riego por inundación es necesario para garantizar el desarrollo del cultivo, lo cual representa un factor significativo para la recarga de los acuíferos. Las características litológicas, que se asocian a unidades estratigráficas conformada por sedimentos arenosos y gravosos también representan zonas de interés hidrogeológico.

Precisar que, debido a la alta disponibilidad de recursos hídricos superficiales, no se han identificado algún tipo de infraestructura de aprovechamiento de agua subterránea como pozos, acueductos, estanques de infiltración, entre otros. Según el Plan de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Mayo - 2023²⁷, la oferta que esta cuenca pone a disposición es de 14,169.8 hm³ lo que equivale a un caudal medio mensual de 487,58 m³/s disponibles para satisfacer una demanda hídrica total (a nivel multisectorial) de 877,23 hm³, equivalente a un caudal medio mensual de 27,86 m³/s.

Si bien la alta disponibilidad de recursos hídricos superficiales, alimentados por los recurrentes eventos de recarga, asociados las precipitaciones, y caudal constante del Río Mayo y afluentes, las aguas subterráneas representan una importante fuente de recursos hídricos, debido a los altos niveles freáticos que presenta la región. Solo por mencionar alguna de estas evidencias, se tiene a las lagunas o humedales cercanos a las localidades de Buena Vista y Andiviela (en el distrito de Juan Guerra); conocidas localmente como la Laguna Totorillayco y Laguna Andiviela.

²⁶ [Boletín N°42] Serie C Riesgo Geológico en la Región San Martín - INGEMMET

²⁷ Autoridad Nacional del Agua – ANA (2023). Plan de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Mayo – 2023. Consultado el 20.05.2024



 Ana Celi Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259



 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
 INGEMMET



 Ana Celi Fernandez

 Socióloga

 CSP: 3988

4.1.2.6.1 Caracterización Hidrogeológica

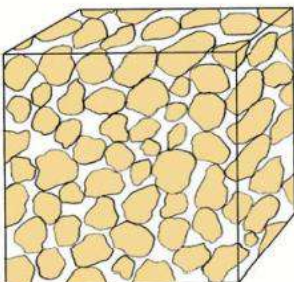
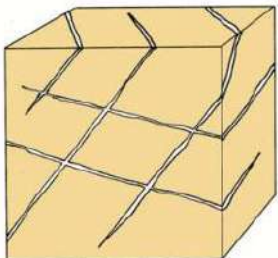
Unidad hidrogeológica

Es una formación geológica, sedimentos no consolidados, grupo de formaciones o parte de una formación que puede ser distinguida de acuerdo con la capacidad de producción y transmisión de agua subterránea. Según Alfaro et al. (2006) ²⁸, las rocas se clasifican desde el punto de vista hidrogeológico por acuífero, acuitardo, acuicludo y acuífugo, estas unidades se detallan a continuación:

- **Acuífero:** formación geológica que permite el almacenamiento y el desplazamiento del agua, proporcionando cantidades apreciables de agua para su explotación de una manera fácil y económica. Usualmente se desarrollan en depósitos cuaternarios, formaciones que contienen litológicamente grava, arena, y rocas fracturadas.
- **Acuitardo:** formación geológica de baja permeabilidad que almacena agua y la transmite con mucha dificultad, es decir, muy lentamente.
- **Acuicludo:** formación geológica que almacena agua, pero no la transmite, es decir, que por sus características no permite el movimiento o circulación del agua en su interior.
- **Acuífugo:** formación geológica que ni almacena ni transmite agua.

Dependiendo del medio geológico del entorno, éstas influirán en la dinámica de las aguas subterráneas, y también en su comportamiento hidráulico e hidroquímico durante su flujo. Estas se pueden clasificar en tres medios: Medio poroso no consolidado (conformados por rocas cuaternarias), medio kárstico por disolución y, finalmente, medio fracturado.

Tabla 4.1-63: Porosidad primaria y secundaria

Porosidad Primaria	Porosidad Secundaria
<p>Se denomina porosidad primaria a la que resulta al originarse la formación geológica</p> 	<p>Porosidad secundaria conformada por rocas con cualquier tipo de aberturas que se produzcan posteriormente.</p> 
<p>Medio poroso no consolidado Conglomerado bien clasificado y clasificado</p>	<p>Medio fracturado (Areniscas, volcánicos e intrusivos)</p>

²⁸ Martínez Alfaro, P. E. (2006). *Fundamentos de hidrogeología*. Ediciones Mundi-Prensa.



 Ana Celi Fernandez

 Socióloga

 CSP: 3988



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra

 CSP N° 259



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE Tarma

 FACULTAD DE INGENIERÍA

 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERO EN GEOTECNIA



Ana Celi Fernandez

Socióloga

CSP: 3988

Porosidad Primaria	Porosidad Secundaria
	Medio kárstico por dilución (Rocas calizas y dolomías)

Fuente: San Román, 1993²⁹

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

La clasificación de permeabilidades de las unidades hidrogeológicas se basa en clasificación de la FAO (1956): "Clasificación del terreno por su permeabilidad".

Ilustración 4.1-76: Clasificación del terreno por su permeabilidad



Fuente: FAO, 1956

4.1.2.6.1.1 Acuicludo (AC)

Esta unidad hidrogeológica se encuentra presente en las zonas de discontinuidades geológicas. Precisamente en las zonas donde se identifican fallamientos y pliegues; por lo que la unidad estratigráfica asociada a esta unidad hidrogeológica serán los domos salinos. Los acuicludos en la región San Martín están representados por los domos de sal, los cuales se caracterizan por estar compuestos de yeso, anhidrita, tienen limolitas rojizas y lodolitas, cuyas permeabilidades son bajas y porosidad media. Estas propiedades ayudan a almacenar,

²⁹ San Román, F. J. S. (1993). Hidrología-Hidrogeología. *Colomb. Pacífico*, 1, 120-134. Consultado el 20.05.2024



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

pero no a transmitir las. Este término se refiere al material o formación geológica que conteniendo agua en su interior incluso hasta la saturación, no la transmite y es incapaz de transmitir cantidades significativas de agua bajo gradientes hidráulicos normales; por lo tanto, no es posible su explotación, como en el caso de las arcillas. Sobre esta unidad se proyectan las siguientes estructuras: T11N, T102N, T103N, T104, T105N. Considerando los resultados de las investigaciones geotécnicas, no se ha identificado nivel freático en los sitios de torre proyectados, por tal motivo se no se prevé una afectación a aguas subterráneas. La profundidad de cimentación se proyecta en 2m aproximadamente a fin de evitar la afectación u obstrucción para las aguas subterráneas.

4.1.2.6.1.2 Acuífero Fisurado Sedimentario excelente (AFSe)

Esta unidad se encuentra conformada por grandes depósitos de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, llegando a conglomerádica en sus niveles inferiores y tienen intercalaciones de lutitas, limolitas y limoarcillitas que presentan coloraciones rojizas y pardas debido al alto grado de meteorización. Las propiedades de almacenamiento y transmisividad de aguas subterráneas en esta unidad son importantes debido a la presencia de fisuras. En este tipo de unidades hidrogeológicas la presencia de fracturas, grietas o fisuras en la roca o sedimentos que componen el acuífero es altamente significativa. Estas fracturas aumentan la porosidad y permeabilidad del acuífero, facilitando el movimiento y almacenamiento del agua. En un acuífero fisurado, el agua subterránea se mueve principalmente a través de estas fracturas. Obre esta unidad se ubican las siguientes unidades de torres proyectadas de la LT 220kV: T8, T12 a T15, T18, T23, T33, T34, T101 y T102. Se identificó nivel freático a 0.63 metros sitio de torre de la T53. Sin embargo, dado a la intervención puntual del proyecto, las cimentaciones de los componentes (torres) a una profundidad promedio de 2.0 metros, no generará una afectación a la calidad del agua subterránea, ni genera una barrera continua, de tal forma, que afecte la dinámica hidráulica de la zona, por lo que lo que no constituye inestabilidad para los aspectos constructivos, así como afectación a acuíferos.

4.1.2.6.1.3 Acuífero Fisurado Sedimentario Pobre (AFSp)

Esta unidad se encuentra conformada por calizas, lutitas y areniscas; calizas grises, gris pardosa, intercaladas con limoarcillitas margosas de color marrón oscuro; presentándose de manera compacta, en algunos sectores, y en otros se encuentra fracturada, lo que hace que la permeabilidad sea buena; sin embargo, la porosidad es baja, indicándonos un acuífero fisurado de baja producción. Pueden presentar características similares a la red hidrográfica superficial, debido a procesos de karstificación. La predominancia de calizas indica que lo clasificamos como un acuífero kárstico, las formaciones en donde se presenta pertenecen al Grupo Pucará (formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga), Grupo Copacabana y la Formación Chonta. Por las características hidrogeológicas lo consideramos como un acuífero fisurado con baja productividad. Esta unidad se emplaza sobre las siguientes estructuras proyectadas: T35-T55, T103 y T104. Según las investigaciones geotécnicas no se ha identificado un nivel freático en los sitios de torre; asimismo, ninguna estructura presenta condición de sumergencia que implique una afectación de inestabilidad. Considerando los criterios y diseños de cimentación, se prevé que el proceso constructivo de las cimentaciones no impacte o afecte las aguas subterráneas.



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
BOLÍLOGO
COLECCIÓN 19540



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

4.1.2.6.1.4 Acuífero Fisurado Sedimentario Regular (AFSr)

La unidad se encuentra compuesta por areniscas de grano fino a grueso (0,1 a 0,4 m de grosor) intercalados con capas de lodolitas, limolitas, limoarcillitas, areniscas rojas y areniscas cuarzosas de las formaciones Sarayaquillo y Vivian; estructuralmente se encuentra afectado por pliegues anticlinales y sinclinales que favorecen la formación de permeabilidad secundaria a través de las fisuras, tratándose de un acuífero de media producción de agua subterránea. Sobre esta unidad hidrogeológica se proyectan las siguientes torres de la LT 220kV: T35-T55, T103 y T104. Los estudios geotécnicos realizados para cada sitio de torre concluyen que sobre esta unidad no se identifican un nivel freático o condición de sumergencia, por lo que la ejecución de las actividades constructivas que consideran una profundidad de cimentación de 2 metros de profundidad no supondría un riesgo para la afectación u obstrucción al agua subterránea.

4.1.2.6.1.5 Acuífero poroso no consolidado pobre (App)

Esta unidad se caracteriza por la presencia de materiales sueltos, heterogéneos como gravas arenosas, tienen bancos de arenas y gravas, poco consolidados (depósitos fluviales), fácilmente removibles, que poseen buena porosidad y permeabilidad; lo cual favorece el almacenamiento de aguas subterráneas. Las gravas fluviales son los acuíferos de mayor productividad de la región San Martín.

También está compuesto por material de escombros y fácilmente removibles, como en el complejo Marañón, compuesto por micaesquistos, esquistos y algunas filitas, que por efecto de la meteorización lo hace un acuífero de alta producción, debido a que se trata de materiales recientes no consolidados cuyo espesor no es significativo. Se encuentran distribuidos en el flanco oeste de la Cordillera Oriental. Sobre esta unidad hidrogeológica se emplazan las siguientes estructuras de la LT 220kV: T19, T20, T21, T22, T116 y T117. Pese a que los materiales que conforman esta unidad son principalmente gravas que facilitarían el flujo del agua hacia el subsuelo, no se identificó nivel freático en los sitios de torre. Según las profundidades de cimentación determinadas en el estudio geotécnico (2m aproximadamente), no se generará una afectación a la calidad del agua subterránea, ni genera una barrera continua, de tal forma, que afecte la dinámica hidráulica de la zona, por lo que lo que no constituye inestabilidad para los aspectos constructivos, así como afectación a acuíferos

4.1.2.6.1.6 Acuífero poroso no consolidado regular (Apr)

Esta unidad constituida por acumulaciones de morrenas, las cuales se encuentran conformadas por clastos angulosos a subredondeados, englobados en matriz arenosa y limoarcillosa, poco compactos, tales como los depósitos glaciares y coluvio deluviales. Presentan poca permeabilidad, lo cual hace que esta formación sea un acuífero de baja productividad. Esto significa que el nivel freático, o la superficie superior del agua subterránea, puede ser difícil de determinar con precisión y puede variar considerablemente dependiendo de las condiciones locales y la cantidad de recarga de agua (por ejemplo, precipitaciones). Tiene una distribución restringida en las zonas más altas de la Cordillera Oriental. Sobre esta unidad hidrogeológica se determinan las siguientes estructuras: Enlace 220 kV Portico C1,



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
CSP N° 259



MINISTERIO DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURA
BOLÍLOGO
COLOMBIA



Ana Celi Ferrández
Socióloga
CSP: 3988

Portico C2, T1_C2, T3_C1, T3_C2, T166- T177, de la Variante L-1017 T39-T44, de la variante L-1018 T1-T4 y las subestaciones Tarapoto Norte y la ampliación de la Subestación Belaúnde Terry. Los estudios geotécnicos indican la presencia de nivel freático a 0.9m, 1.0 m y 3.0m para en los sitios de torre T44, T1 y T2 respectivamente. Además, se advierte que la T177 presenta condiciones de sumergencia, esto se debe a que en su zona de emplazamiento se identifican cultivos de arroz y zonas inundables. No se prevé la afectación u obstrucción de aguas subterráneas considerando que el nivel de cimentación promedio será de 2m y que a su vez esta unidad hidrogeológica presenta una limitada capacidad de almacenamiento y transmisión de agua.

4.1.2.6.1.7 Acuitardo sedimentario (ATS)

Constituidos por conglomerados y areniscas líticas semiconsolidadas; lodolitas, areniscas, margas; lodolitas, lutitas negras, arcillas y limolitas, que se encuentran intercaladas entre sí, lo cual no favorece a las características hidrogeológicas, conduciendo agua por sus partes alteradas en una forma muy lenta. Presenta una permeabilidad de moderada a baja y porosidad alta, que lo caracteriza como acuitardo e indica un buen almacenamiento, pero una dificultosa transmisibilidad. En la parte superior hay lutitas limosas intercaladas con delgadas capas de lutitas grises y limonitas, estos materiales son impermeables y condicionan el almacenamiento y la circulación de las aguas subterráneas. Además, se encuentran areniscas rojo púrpura, arcillitas rojas grises y brunáceas, con estratificación cruzada, la variación de los materiales finos condiciona la dirección de los flujos de las aguas subterráneas, comportándose como acuitardo. Esta unidad hidrogeológica se identifica casi durante todo el recorrido de la LT-1017, comprendiendo los siguientes tramos: T5-T38; T4-1017-V11AV- T1-V13BV-Línea Existente; de la LT 220 kV T58-T90 y finalmente entre T106 a T165. De acuerdo con los estudios geotécnicos (ítem 4.1.2.8), no se han identificado niveles freáticos activos en los sitios de torres que se superponen en esta unidad hidrogeológica. Asimismo, considerando la profundidad de cimentación promedio de 2m, no se generaría una afectación a la calidad del agua subterránea, ni generará una barrera continua, de tal forma, que afecte la dinámica hidráulica de la zona, por lo que lo que no constituye inestabilidad para los aspectos constructivos, así como afectación a acuíferos.

4.1.2.6.1.8 Acuífero poroso no consolidado excelente (Ape)

Esta unidad hidrogeológica se caracteriza por estar Conformado por materiales ubicados en el cauce o lecho de los ríos y/o quebradas terrazas bajas inundable y llanura de inundación. Son depósitos esterométricos constituidos por cantos y grabas. Hidrogeológicamente, esta unidad se caracteriza por la presencia de materiales heterogéneos poco consolidados fácilmente removible cuya permeabilidad y porosidad lo hace un acuífero de buena productividad. Sobre esta unidad hidrogeológica no se proyecta algún tipo de infraestructura.

La distribución de las unidades hidrogeológicas en el área de influencia del Proyecto se presenta en el "Mapa Hidrogeológico" (LBF-BETA-HGEO-15)

Anexo 4.1.20 Mapa hidrogeológico (LBF-BETA-HGEO-15)



Ana Celi Ferrández
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Noyra
CSP N° 259




MINISTERIO AGRICULTURA
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

Tabla 4.1-64: Unidades hidrogeológicas en el área de influencia del Proyecto




Caracterización Hidrogeológica	Unidad Hidrogeológica	Símbolo	Superficie (ha)	%
Acuífero	Acuífero poroso no consolidado regular	Apr	1504.1	9.6%
	Acuífero poroso no consolidado pobre	App	1342.7	8.6%
	Acuífero Fisurado Sedimentario Regular	AFSr	2191.0	14.0%
	Acuífero Fisurado Sedimentario Pobre	AFSp	503.0	3.2%
	Acuífero Fisurado Sedimentario excelente	AFSe	1186.8	7.6%
	Acuífero poroso no consolidado (excelente)	Ape	17.1	0.1%
Acuitardo	Acuitardo Sedimentario	ATS	8579.7	54.6%
Acuicludo	Acuicludo	AC	348.674	2.2%
-	Infraestructura	-	1.7	0.0%
-	Río	-	25.4	0.2%


4.1.2.6.2 Vulnerabilidad de aguas subterráneas



Habiéndose realizado un análisis de las condiciones (geotécnicas) de los suelos (Ver Anexo 4.1.27 Estudios de suelos y resistividad), respecto a la profundidad de cimentación, nos indican que los criterios a considerar durante el proceso constructivo la profundidad mínima de cimentación oscila entre los 2.5 m a 3 m, solo es posibles zonas de presencia de materiales con potencial de colapso, como en el caso de la torre T117; sin embargo, para el resto de los sitios de torre se considerará como profundidad mínima de cimentación 2 m.



Cabe precisar, que el Proyecto no tendrá interacción con aguas subterráneas, por tanto, en la representación cartográfica solo se presenta las unidades hidrogeológicas, ya que no corresponde presentar una sección hidrogeológica donde se localice puntos de observación de niveles de agua, las unidades hidrogeológicas, tipo o tipos de acuíferos hidroisohipsas, direcciones de flujo del agua subterránea y zonas de recarga y descarga al no afectar dicho factor ambiental, debido a que en el área de intervención (excavaciones y cimentaciones), no se ha identificado acuíferos existentes. Asimismo, de la revisión de información secundaria, sobre inventarios de estructuras hidráulicas de la Autoridad Nacional de Agua actualizado a octubre del 2021, como inventario de pozos del Perú, no se identificó infraestructura de aprovechamiento de recursos hídricos subterráneos (pozos) sobre el área de influencia de estudio.



Finalmente, el Proyecto no contempla vertimientos a cuerpos de agua, mucho menos se contempla realizar algún tipo de aprovechamiento o captación del recurso hídrico superficial o explotación de acuíferos (agua subterránea) en ninguna de las etapas del Proyecto, este recurso se adquirirá mediante terceros autorizados, de acuerdo a lo detallado en el capítulo 2.0 "Descripción del Proyecto".



Ana Celi Fernández
Socióloga
CSP: 3988

4.1.2.7 Atmósfera

4.1.2.7.1 Clima

En este capítulo se presenta el análisis y descripción de las principales características climáticas en el área de influencia del Proyecto. Este análisis se realizó en función a la revisión de los siguientes parámetros climáticos: *precipitación, temperatura, humedad relativa y vientos*; los mismos que condicionan las características hídricas, suelos y la cobertura vegetal. Bajo esta visión, el análisis del clima se constituye en un aspecto determinante, no sólo de la línea base física, sino también para la línea base biológica.

4.1.2.7.1.1 Factores Climáticos

Los principales factores climáticos que configuran el área de estudio están relacionados con:

- **Faja subandina**

Perteneciente al tramo final de la cordillera de los Andes, es uno de los factores climáticos dominantes en el área de estudio se asocia a la amplia influencia que ejerce sobre el clima en la región. Los amplios relieves montañosos propios del extremo norte de provoca el levantamiento de masas de aire húmedo. A medida que el aire asciende y se enfría, se produce la condensación del vapor de agua, resultando en lluvias abundantes, especialmente en las laderas orientales.

Cuando las masas de aire húmedo provenientes de la cuenca amazónica se desplazan hacia el Oeste, eventualmente se encuentran con esta cadena montañosa, lo que las obliga a ascender por las laderas de la cordillera, generando su enfriamiento y expansión a causa de la pérdida de presión. El enfriamiento del aire reduce su capacidad para contener vapor de agua, lo que lleva a la condensación del vapor en gotas de agua. Esta condensación forma nubes y, eventualmente, precipitación. Este proceso es especialmente eficiente en las laderas orientales que están presentes en gran parte del área de estudio y que han configurado el los típicos climas en la región.

- **Anticiclón del Atlántico Sur**

Funciona como un regulador climático. Sus efectos contribuyen a la estabilidad atmosférica y a la disminución de la humedad en la región. Cuando sus corrientes se extienden hacia el interior del continente; sin embargo, también puede bloquear la entrada de sistemas de baja presión, reduciendo la cantidad de lluvias en ciertas épocas del año.

- **Baja Amazónica**



Ana Celi Fernández
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Noyra
CSP N° 259



Mónica J. Martínez
BIOLOGO
COSP N° 17640



Ana Celi Ferrández
Socióloga
CSP: 3988

Es una zona de baja presión que se forma sobre la Amazonía, influenciada por la intensa evaporación y la alta humedad de la selva tropical. Esta baja presión favorece la formación de nubosidad y precipitaciones en la región de San Martín.

La humedad que se origina en la Amazonía se desplaza hacia los Andes, causando lluvias intensas, especialmente durante la temporada húmeda.

• El efecto de la cobertura vegetal

La topografía predominante va desde los 200 a 2000 m.s.n.m. presenta una densa vegetación, que actúa como un regulador climático. Esta vegetación se encarga de realizar un proceso conocido como evapotranspiración, que es la combinación de la evaporación del agua del suelo y la transpiración del agua a través de las hojas de las plantas. Este proceso libera grandes cantidades de vapor de agua a la atmósfera, aumentando la humedad relativa del aire y favoreciendo la formación de nubes que generan eventos de precipitación. Manteniendo la humedad alta y las temperaturas relativamente estables.

• Jet de Bajos Niveles (JBN)

Es una corriente de aire que se encuentra a baja altura (aproximadamente entre 1 y 3 km sobre el nivel del mar) y fluye paralela a los Andes orientales, desde la Amazonía hacia el sur del continente. Este jet actúa como un canal para la humedad amazónica, transportando grandes cantidades de aire húmedo hacia el sur. En la región de San Martín, el JBN contribuye a la intensificación de las lluvias, especialmente en las laderas orientales de los Andes, donde el aire húmedo se eleva y condensa, resultando en precipitaciones orográficas.


4.1.2.7.1.2 Clasificación climática

El tipo de clima que abarca el área de estudio donde se emplazará el Proyecto, se ha determinado en base al Mapa de Clasificación Climática del Perú elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi, 2020). Sustentada con información meteorológica de un periodo de diez años (2013 - 2023), en función de los Índices del Sistema de Warren Thornthwaite y los factores como la latitud geográfica, altitud, Cordillera de los Andes, Anticiclón del Pacífico Sur, etc.; que condicionan de modo preponderante el clima en un determinado lugar.

Las fluctuaciones térmicas van de 20°C a 32°C durante el año; llueve todo el año con acumulados anuales de 1 502 mm y dos picos máximos uno en verano, 182 mm en marzo, y el otro en primavera, 152 mm en noviembre, con un mínimo acumulado de 62 mm en agosto³⁰

De esta forma, según el método de Thornthwaite, el área de estudio se ubica sobre tres tipos de climas. Estos climas corresponden a los siguientes:

³⁰ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI (2021). Climas del Perú, 1, 95 – 97. Consultado el 21.05.2024

Tabla 4.1-65: Unidades climáticas en el área de estudio


Unidad	Símbolo	Ha	Porcentaje
Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Cálido	B (r) A'	6398.2	40.8%
Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado	B (r) B'	3336.1	21.2%
Semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Cálido	C (r) A'	5965.7	38.0%
TOTAL		15700.0	100.0%

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

A continuación, se describen los tipos de clima identificados:

- **Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Cálido – B (r) A'**

Clima de tipo lluvioso, cálido y húmedo durante todo el año. Este tipo de clima se presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 31°C a 33°C; mientras que, temperaturas mínimas varían entre los 19 °C a 23 °C. Además, se registra acumulados anuales de precipitación de 2000 mm a 3500 mm aproximadamente. Ocupa 40.8% del área de estudio y se distribuye de forma homogénea a lo largo de todo el Proyecto.

- **Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado – B (r) B'**

Clima de tipo lluvioso, templado y muy húmedo durante todo el año. Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 25°C a 29°C de y temperaturas mínimas de 11°C a 17°C y los acumulados anuales de precipitación en esta zona puede variar desde los 1200 mm hasta los 3000 mm aproximadamente. Ocupa el 21.2% del área de influencia del Proyecto.

- **Semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado – C (r) A'**

Clima de tipo semiseco, cálido y húmedo durante todo el año. Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 29°C a 33°C y temperaturas mínimas de 19°C a 23°C. Asimismo, los acumulados anuales de precipitación pueden variar entre los 900 mm y 1200 mm aproximadamente. Ocupa el 38% del área de influencia del Proyecto.

4.1.2.7.1.3 Representatividad de las estaciones meteorológicas

Es importante precisar que, las estaciones fueron seleccionadas siguiendo los criterios establecidos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), las cuales consideran que una estación meteorológica presenta características similares al entorno del área de estudio si se ubica dentro de los 30 km de radio con respecto a la misma.

- **Unidad climática**



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Como se ha detallado previamente, se verifica que las estaciones meteorológicas seleccionadas se emplazan en zonas climáticas con características similares. Por ejemplo, las estaciones Lamas y Moyobamba se encuentran dentro de la unidad climática B (r) A', mientras las estaciones Jepelacio y El Porvenir se encuentran ubicadas en las unidades climáticas B (r) B' y C (r) A', respectivamente.

La distribución de las unidades climáticas en el área de influencia del Proyecto se presenta el "Mapa de Unidades climáticas (LBF-BETA-UC-16).

Anexo 4.1.21 Mapa de Unidades climáticas (LBF-BETA-UC-16)

- **Altitud**

Respecto altitud, el proyecto se distribuye desde aproximadamente la altitud de 245 m.s.n.m hasta aproximadamente 1616 m.s.n.m; en tal sentido, las estaciones meteorológicas seleccionadas se distribuyen entre altitudes que van desde los 225 msnm hasta los 1050 msnm, siendo estas estaciones meteorológicas representativas para describir el comportamiento de los elementos climáticos. Todas las estaciones meteorológicas se encuentran dentro de los rangos altitudinales y corresponden a las mismas unidades climáticas identificadas el área de estudio.

- **Zonas de vida**

En el área de estudio se identificaron dos zonas de vida, características de las regiones de Selva Alta, con niveles de precipitación anual que superan los 900 mm hasta los 1390 mm y temperaturas que oscilan entre los 17° a 25°C. Las diferentes zonas de vida presentan microclimas específicos, con patrones de temperatura y precipitación que varían según la altitud, latitud y tipo de vegetación. Al identificar las zonas de vida se verifica que las estaciones Jepelacio y Lamas comparten la misma zona de vida correspondiente al Bosque húmedo – Premontano Tropical transicional a bosque húmedo (bh-PT); mientras que la estación El Porvenir, se superpone sobre la zona de vida Bosque Seco Tropical (bs-T). Todas las zonas de vida identificadas comparten características de densa vegetación,



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

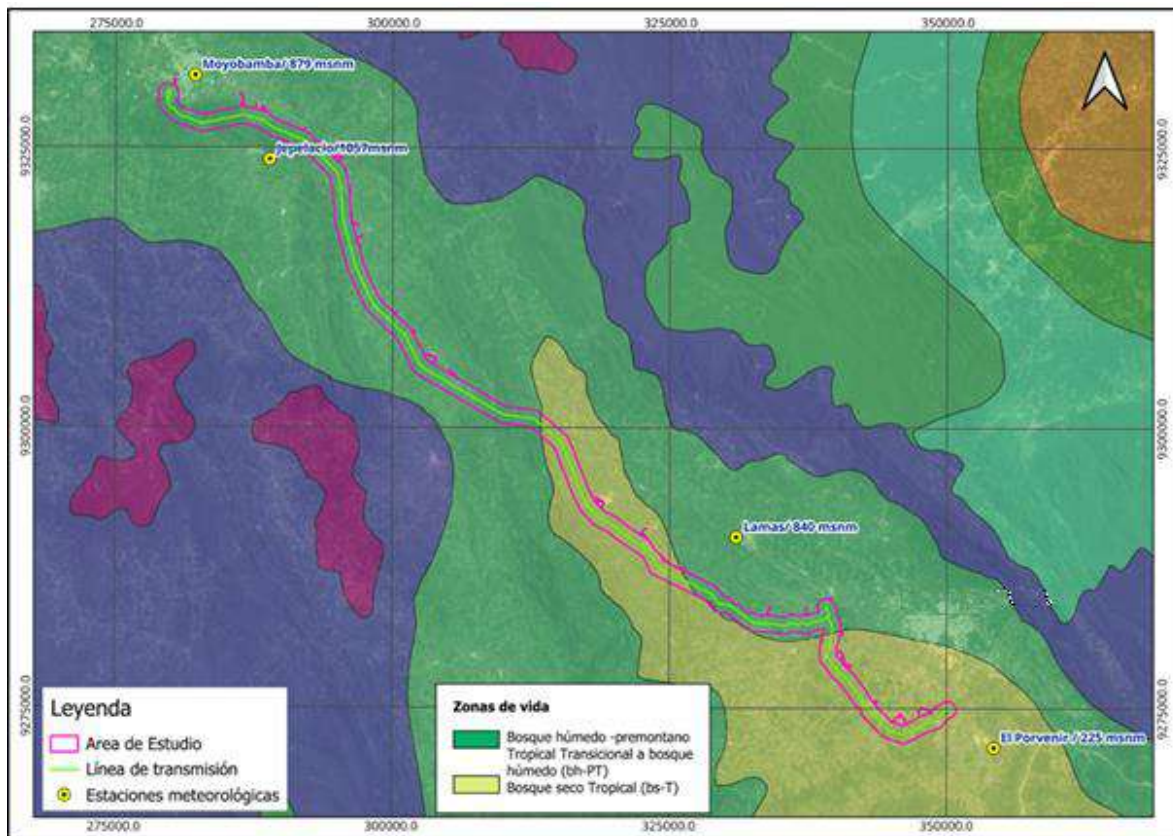


Geo. Carla Vanessa Muñoz Noyra
CSP N° 259



Walter J. Machuca Villan
BIOLOGO
COSP N° 17540

Ilustración 4.1-77: Representatividad de la estación meteorológica según Zona de Vida



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

• **Distancia respecto al área de estudio**

Se presenta la distancia aproximada de las estaciones meteorológicas hacia el área de estudio, cumpliendo con los criterios técnicos de distancia para caracterizar la Línea Base Ambiental, de acuerdo con los criterios propuestos por la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.).

Tabla 4.1-66: Criterios de representatividad de estaciones meteorológicas

Estaciones Meteorológicas	Unidad Climática	Altitud (msnm)	Cobertura vegetal	Zonas de vida	Distancia al Área de estudio*
Moyobamba	B(r)A'	879	Área de no bosque amazónico	bosque húmedo Premontano Tropical (bh-P)	2.0 km
Lamas		840			4.7 km
Jepelacio	B(r)B'	1057			2.0 km
El Porvenir	C (r) A'	225		bosque seco Tropical (bs-T)	4.6 km

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

4.1.2.7.1.4 Parámetros meteorológicos



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Para la caracterización meteorológica, fue necesario tomar como referencia información de los registros de las estaciones meteorológicas más representativas para el área de influencia del Proyecto, con la finalidad de que reflejen el comportamiento de la atmósfera y sus componentes meteorológicos.

En ese sentido, fue necesario procesar y recopilar datos meteorológicos comprendidos en un periodo de diez (10) años de 4 estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo del Proyecto.

En la siguiente tabla se detalla las ubicaciones y datos generales de las estaciones consideradas para este estudio:

Tabla 4.1-67: Parámetro meteorológicos

Estación Moyobamba			
Departamento	Provincia	Distrito	Coordenadas UTM 18 S Datum WGS84
San Martín	Moyobamba	Moyobamba	E: 354262.9 N: 9271486.2 Alt: 879 m.s.n.m.
Temperatura media, máxima y mínima	Precipitación total mensual	Humedad relativa	Dirección y velocidad del viento
Periodo evaluado			
2014-2023	2014-2023	2014-2023	2014-2023
Estación Jepelacio			
Departamento	Provincia	Distrito	Coordenadas UTM 18 S Datum WGS84
San Martín	Moyobamba	Jepelacio	E: 288891.1 N: 9323957.4 Alt: 1057 m.s.n.m.
Temperatura media, máxima y mínima	Precipitación total mensual	Humedad relativa	Dirección y velocidad del viento
Periodo evaluado			
2014-2023	2014-2023	2014-2023	2014-2023
Estación Lamas			
Departamento	Provincia	Distrito	Coordenadas UTM 18 S Datum WGS84
San Martín	Lamas	Lamas	E: 331017.1 N: 9290254.8 Alt: 840 m.s.n.m.
Temperatura media, máxima y mínima	Precipitación total mensual	Humedad relativa	Dirección y velocidad del viento
Periodo evaluado			
2014-2023	2014-2023	2014-2023	2014-2023
Estación El Porvenir			
Departamento	Provincia	Distrito	Coordenadas UTM 18 S Datum WGS84



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Noyra
CSP N° 259



MINISTERIO AGRICULTURA
BIOLOGO
COLBOP 115640


 Ana Celi Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988

San Martín	San Martín	Juan Guerra	E: 354262.9 N: 9271486.2 Alt: 255 m.s.n.m.
Temperatura media, máxima y mínima	Precipitación total mensual	Humedad relativa	Dirección y velocidad del viento
Periodo evaluado			
2014-2023	2014-2023	2014-2023	2014-2023

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

De acuerdo al análisis realizado se procedió con la adquisición de data disponible de la autoridad competente (Senamhi), esta se presenta en el Anexo 4.1.22. Así también se presenta el mapa con la ubicación de estaciones meteorológicas (LBF-BETA-EM-17) representativas para el proyecto, en el Anexo 4.1.23

Anexo 4.1.22 Datos meteorológicos**Anexo 4.1.23 Mapa de Estaciones meteorológicas (LBF-BETA-EM-17)****A. Precipitación**

La precipitación es el término con el cual se denominan a las formas de agua que caen directamente sobre la superficie terrestre. está influenciada por varios factores climáticos y geográficos. Las corrientes de aire húmedo provenientes de la cuenca amazónica y el efecto orográfico de las montañas, que provocan el enfriamiento y la condensación del aire ascendente, son determinantes clave.

- Precipitación total mensual

En las siguientes tablas se presenta las precipitaciones totales mensuales de las estaciones meteorológicas en evaluación, estos valores se calcularon a partir del análisis de la precipitación total diaria la serie temporal considerada para el análisis comprende un periodo de diez (10) años, específicamente entre el 2014 al 2023.

Tabla 4.1-68: Precipitación total mensual - Estación Moyobamba

Año*	Precipitación total mensual (mm)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	192.4	133.3	255.4	210.6	59.5	73.4	52.1	82.1	63.0	187.6	169.8	193.9	139.4
2015	216.5	162.5	220.3	146.3	114.5	42.7	96.9	82.3	40.7	141.2	167.4	242.7	139.5
2016	66.6	212.4	180.8	184.9	96.1	43.0	26.6	59.5	146.9	S/D	42.4	167.9	111.6
2017	170.7	241.1	104.7	41.5	138.9	196.9	19.4	95.6	106.1	114.0	149.4	95.1	122.8


 Ana Celi Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
 CSP N° 259


 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
 BLOQUE
 COLECCIÓN



Ana Celi Ferrández

Socióloga

CSP: 3988

Año*	Precipitación total mensual (mm)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2018	219.9	148.0	150.6	128.9	118.1	32.9	38.2	71.5	103.5	167.4	130.9	179.0	124.1
2019	176.3	271.7	123.5	92.7	176.5	57.0	161.4	47.1	67.4	83.3	229.4	235.5	143.5
2020	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2021	115.3	194.0	294.7	108.0	61.2	93.7	59.4	50.5	121.0	68.1	142.2	164.8	122.7
2022	108.6	85.8	165.2	97.1	83.6	71.6	57.0	85.6	99.7	112.4	106.8	99.4	97.7
2023	153.0	128.9	356.3	171.6	76.2	7.9	30.8	48.1	50.4	57.7	163.3	186.7	119.2
Promedio	157.7	175.3	205.7	131.3	102.7	68.8	60.2	69.1	88.7	116.5	144.6	173.9	124.5

(*) No hay información disponible (2020)

S/D: Sin Datos Disponibles; x: Precipitación media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024.

Tabla 4.1-69: Precipitación media - Estación Jepelacio

Año	Precipitación total mensual (mm)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	138.9	151.8	239.9	168.7	54.4	74.9	42.0	63.9	72.8	211.9	301.6	240.4	146.8
2015	181.1	186.8	215.1	183.1	152.9	52.5	65.6	43.7	102.2	161.4	173.6	S/D	138.0
2016	55.8	176.9	150.5	123.0	84.7	44.9	15.2	26.9	121.5	149.8	48.8	138.7	94.7
2017	164.4	225.7	174.8	66.3	150.4	132.2	19.8	100.2	127.0	84.4	70.6	81.5	116.4
2018	193.2	106.6	163.6	99.3	122.8	24.6	39.0	71.5	111.5	113.2	111.4	136.7	107.8
2019	214.7	229.8	196.7	163.1	164.3	87.5	138.5	86.7	146.1	186.5	209.0	148.8	164.3
2020	174.7	201.9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	41.8	130.0	96.4	167.2	128.7	134.4
2021	151.7	223.3	279.3	71.3	99.2	192.4	66.3	63.6	117.4	126.4	168.1	119.1	139.8
2022	S/D	141.0	179.9	130.2	119.6	84.5	47.9	60.8	119.3	141.2	44.5	41.4	100.9
2023	105.3	52.7	110.1	73.6	112.5	20.0	26.4	54.0	42.6	23.8	42.2	88.9	62.7
Promedio	153.3	169.7	190.0	119.8	117.9	79.3	51.2	61.3	109.0	129.5	133.7	124.9	120.6

S/D: Sin Datos Disponibles; x: Precipitación media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024.

Tabla 4.1-70: Precipitación media mensual - Estación Lamas

Año	Precipitación total mensual (mm)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2015	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D



Ana Celi Ferrández

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery

CSP N° 259



INERCO CONSULTORÍA PERÚ

S.A.C.

BOLOGNO

COLBOP N° 5640



Ana Celi Fernández

Socióloga

CSP: 3988

Año	Precipitación total mensual (mm)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2016	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2017	230.4	182.4	249	111.1	162.9	18.9	61.6	95.1	144	114.4	211.8	101	1682.6
2018	225.7	108.1	243.6	154.5	116.9	78.6	89.0	68.3	53.7	152.1	76.3	133.4	1500.2
2019	174.3	216.2	159.2	164.2	131.0	55.0	150.9	45.1	213.4	295.3	191.6	182.6	1978.8
2020	93.5	83.0	69.5	S/D	S/D	S/D	S/D	31.9	143.1	155.4	151.1	48.5	776
2021	146.2	183.8	230.0	45.6	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	605.6
2022	S/D	S/D	S/D	10.9	138.8	96.2	75.8	69.6	106.3	168.4	160.3	71.6	897.9
2023	225.9	175.1	326.3	151.6	129.4	18.0	137.0	79.5	70.6	86.2	206.2	243.1	1848.9
Promedio	156.6	135.5	182.5	91.1	97.0	38.1	73.5	55.6	104.4	162.0	166.2	130.0	1327.1

S/D: Sin Datos Disponibles; X: Precipitación media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Tabla 4.1-71: Precipitación total mensual - Estación Tarapoto

Año*	Precipitación total mensual (mm)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	143.4	101.5	228.1	137.1	80.8	61.9	83.2	56.9	112.5	155.4	180.4	89.8	119.3
2015	218.9	222.7	175.1	284.8	143.7	106.4	62.3	74.8	49.7	134.9	144.7	S/D	147.1
2016	24.2	229.2	249.6	135.7	126.0	69.4	21.8	47.0	74.1	174.2	65.9	154.4	114.3
2017	230.4	182.4	250.4	111.1	160.2	92.5	59.7	94.6	131.2	114.3	194.9	72.0	141.1
2018	223.7	116.9	243.6	154.5	117.8	78.6	89.1	68.2	55.3	152.1	79.1	140.3	126.6
2019	174.3	222.1	159.2	164.2	134.8	55.0	150.9	47.6	218.3	295.3	192.6	165.6	165.0
2020	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	S/D	S/D	S/D	138.8	96.2	71.9	69.6	106.3	100.0	111.8	69.0	95.5
2023	136.4	166.3	341.8	S/D	129.4	16.0	135.0	54.1	71.1	84.5	205.6	184.9	138.6
Promedio	164.5	177.3	235.4	141.1	128.9	72.0	84.2	64.1	102.3	151.3	146.9	125.1	130.9

S/D: Sin Datos Disponibles; X: Precipitación media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Tabla 4.1-72: Precipitación media: Estación El Porvenir

Año	Precipitación total mensual (mm)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	109.3	102.0	163.4	134.3	91.4	45.7	76.3	70.8	128.8	130.0	102.7	78.5	102.8



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3988

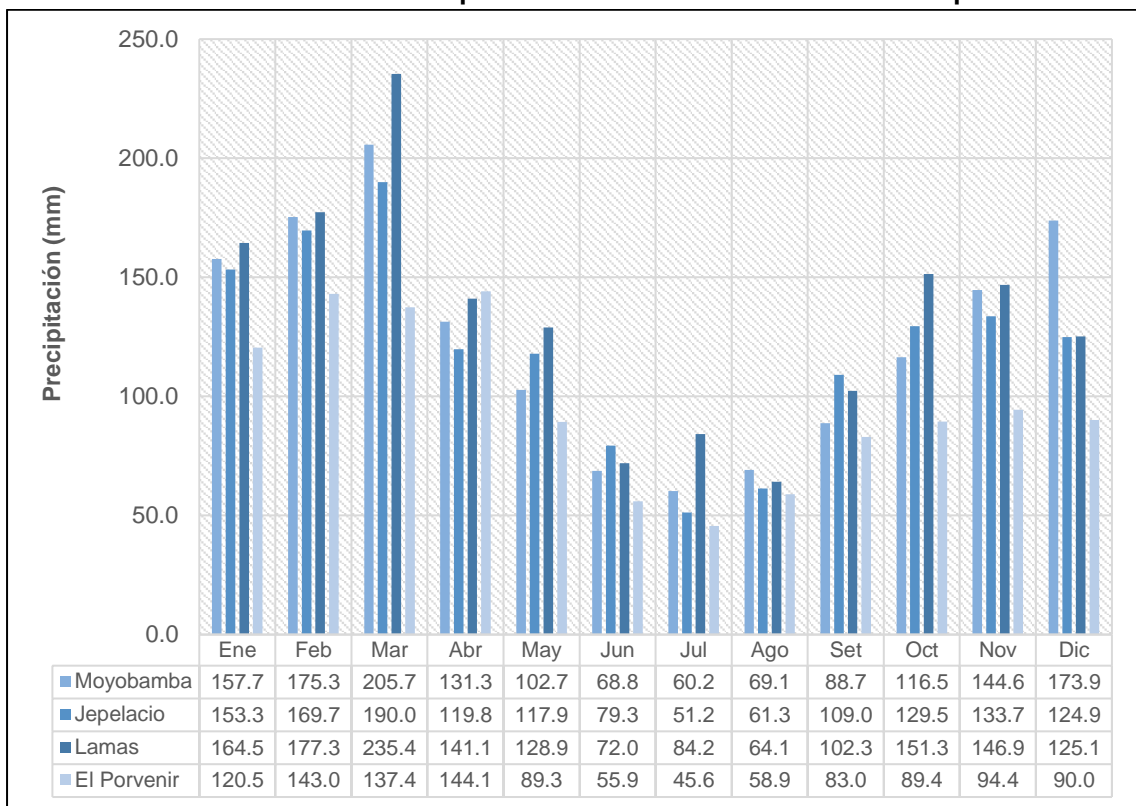
2015	96.5	190.0	109.8	240.4	96.6	68.4	33.0	36.4	41.0	152.7	87.5	S/D	104.8
2016	13.9	123.0	169.5	64.0	114.1	32.7	33.1	50.8	74.9	89.3	29.5	61.7	71.4
2017	158.7	135.2	109.7	76.0	79.2	71.1	33.5	78.5	75.7	31.3	92.6	107.3	87.4
2018	171.1	122.1	126.4	237.4	75.0	61.9	29.8	76.4	71.1	88.3	68.0	91.2	101.6
2019	119.7	232.5	S/D	S/D	89.1	27.0	107.8	37.2	90.5	85.4	129.3	73.7	99.2
2020	198.4	56.3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	60.8	129.5	49.4	111.9	101.1
2021	97.9	231.1	132.9	159.0	30.4	86.3	40.0	47.1	107.7	77.5	92.5	94.0	99.7
2022	61.3	148.6	150.0	117.3	146.8	53.7	25.1	71.0	109.7	71.1	80.7	27.6	88.6
2023	177.9	89.2	S/D	124.5	81.4	56.3	31.7	62.1	70.1	38.5	211.7	164.5	100.7
Promedio	120.5	143.0	137.4	144.1	89.3	55.9	45.6	58.9	83.0	89.4	94.4	90.0	95.7

S/D: Sin Datos Disponibles; X: Precipitación media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024.

Gráfico 4.1-27: Precipitación media mensual- Estación Tarapoto



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024.



Ana Celi Fernández

Socióloga

CSP: 3988

Las condiciones de abundante precipitación persisten durante todo el año en torno al área de influencia del proyecto, siendo los meses comprendidos entre enero a marzo (correspondientes al verano austral) los de mayor concentración, por ella esta temporada se denomina como "muy húmeda", siendo el valor máximo registrado, en la estación Lamas, de 235.4 mm. Asimismo, se identifican los meses de junio a agosto como la temporada donde se registra menos precipitación, denominado como "húmeda", siendo la estación El Porvenir aquella donde se tiene el valor de precipitación más bajo registrado con un total multianual de 45.6 mm.

B. 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 en torno 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

En las siguientes tablas se presenta la temperatura máxima media mensual de las estaciones meteorológicas en evaluación, estos valores se calcularon a partir del análisis de las temperaturas máximas diarias.

Tabla 4.1-73: Temperatura máxima - Estación Moyobamba

Año	Temperatura máxima mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	27.8	26.7	27.8	28.0	28.9	28.3	29.0	29.0	29.0	29.2	29.4	27.9	28.4
2015	26.8	28.4	28.3	28.1	27.7	28.0	28.6	29.5	30.6	30.4	30.2	28.0	28.7
2016	31.2	28.3	28.8	29.1	29.0	28.1	29.1	29.9	29.6	29.6	30.9	28.9	29.4
2017	27.4	28.0	27.8	28.7	28.8	28.3	28.6	30.0	29.0	29.3	29.3	28.4	28.6
2018	27.1	27.4	27.7	27.9	28.6	28.1	28.7	28.5	30.0	28.4	28.9	26.8	28.2
2019	27.7	27.5	28.3	28.9	28.8	29.1	28.1	29.2	29.9	28.5	28.9	28.5	28.6
2020	28.0	28.3	29.7	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	29.0	30.1	30.1	28.7	29.1
2021	28.6	28.3	27.2	28.3	29.1	27.6	28.3	29.6	29.8	30.5	29.0	29.4	28.8
2022	29.6	28.0	27.9	28.1	28.1	28.6	29.9	29.0	30.5	30.2	29.9	30.1	29.2



Ana Celi Fernández

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya

CSP N° 259



MINISTERIO AGRICULTURA

BIOLOGO

COLBOP N° 15640



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

2023	28.4	27.3	27.1	27.9	28.9	28.3	29.7	31.2	31.1	31.3	29.7	28.2	29.1
Promedio	28.3	27.8	28.1	28.3	28.7	28.3	28.9	29.5	29.9	29.8	29.6	28.5	28.8

S/D: Sin Datos Disponibles; X: Temperatura máxima media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.1-74: Temperatura máxima media multianual - Estación Jepelacio

Año*	Temperatura máxima mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2015	26.6	27.8	27.4	27.3	27.1	27.3	27.5	28.5	29.1	29.3	29.2	27.0	27.8
2016	29.0	27.3	27.3	27.9	27.6	26.0	27.5	29.2	29.3	29.0	29.6	27.7	28.1
2017	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2018	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2019	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2020	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2023	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Promedio	27.8	27.6	27.4	27.6	27.4	26.7	27.5	28.9	29.2	29.2	29.4	27.4	28.0

S/D: Sin Datos Disponibles; X: Temperatura máxima media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.1-75: Temperatura máxima media multianual - Estación Lamas

Año*	Temperatura máxima mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	28.3	28.0	27.5	27.4	28.1	27.8	28.0	28.6	28.9	28.7	28.8	S/D	28.2
2015	S/D	S/D	28.2	27.7	27.2	27.6	27.9	29.5	30.8	30.0	29.9	28.5	28.7
2016	31.3	27.9	28.2	28.5	27.7	27.7	28.5	29.8	29.3	29.7	29.9	28.4	28.9
2017	27.1	27.3	27.2	27.8	27.5	27.0	27.2	28.9	28.1	28.5	28.9	28.6	27.8
2018	27.5	28.2	27.9	27.5	28.1	27.3	27.5	28.3	30.1	28.6	29.0	27.7	28.1
2019	28.3	27.8	27.8	28.0	28.0	27.9	27.8	28.8	29.1	28.0	28.9	28.6	28.3
2020	28.7	29.0	29.9	S/D	S/D	S/D	S/D	29.3	29.2	29.5	29.9	28.4	29.2
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.
BOLOGNO
COLBOP N° 15640



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

2022	S/D	S/D	S/D	S/D	27.7	27.4	29.0	29.1	30.5	29.9	29.8	29.7	29.1
2023	28.4	28.1	27.5	27.7	28.6	28.0	28.7	29.6	S/D	S/D	S/D	S/D	28.3
Promedio	28.5	28.0	28.0	27.8	27.9	27.6	28.1	29.1	29.5	29.1	29.4	28.6	28.5

S/D: Sin Datos Disponibles; X: Temperatura máxima media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.1-76: Temperatura máxima media multianual - Estación El Porvenir

Año	Temperatura máxima mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	33.3	32.9	32.0	32.2	32.7	33.0	33.1	33.2	34.3	32.8	33.2	33.6	33.0
2015	32.7	32.5	32.4	31.9	32.1	32.2	32.6	34.6	36.3	35.0	34.9	33.7	33.4
2016	36.9	33.5	33.2	33.5	33.1	32.9	33.9	35.2	35.0	35.1	35.6	35.0	34.4
2017	32.7	32.9	32.4	33.5	33.0	32.9	33.2	34.7	33.8	34.8	34.6	34.5	33.6
2018	32.8	33.7	33.0	32.4	33.0	32.5	33.2	34.2	35.7	34.4	35.0	33.7	33.6
2019	33.1	33.0	S/D	33.2	33.0	33.5	32.9	34.0	34.9	33.6	34.4	34.1	33.6
2020	34.2	33.8	33.8	S/D	S/D	S/D	S/D	34.7	34.2	34.0	34.8	34.0	34.2
2021	34.1	33.9	32.4	32.4	33.1	31.8	32.0	34.3	34.6	34.9	34.8	34.5	33.6
2022	35.5	33.0	31.7	31.6	31.4	31.3	33.3	34.0	35.2	34.4	34.2	35.4	33.4
2023	33.8	33.3	S/D	31.6	32.8	32.5	34.1	36.1	36.4	37.2	34.8	33.6	34.2
Promedio	33.9	33.3	32.6	32.5	32.7	32.5	33.1	34.5	35.0	34.6	34.6	34.2	33.7

S/D: Sin Datos Disponibles; X: Temperatura máxima media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

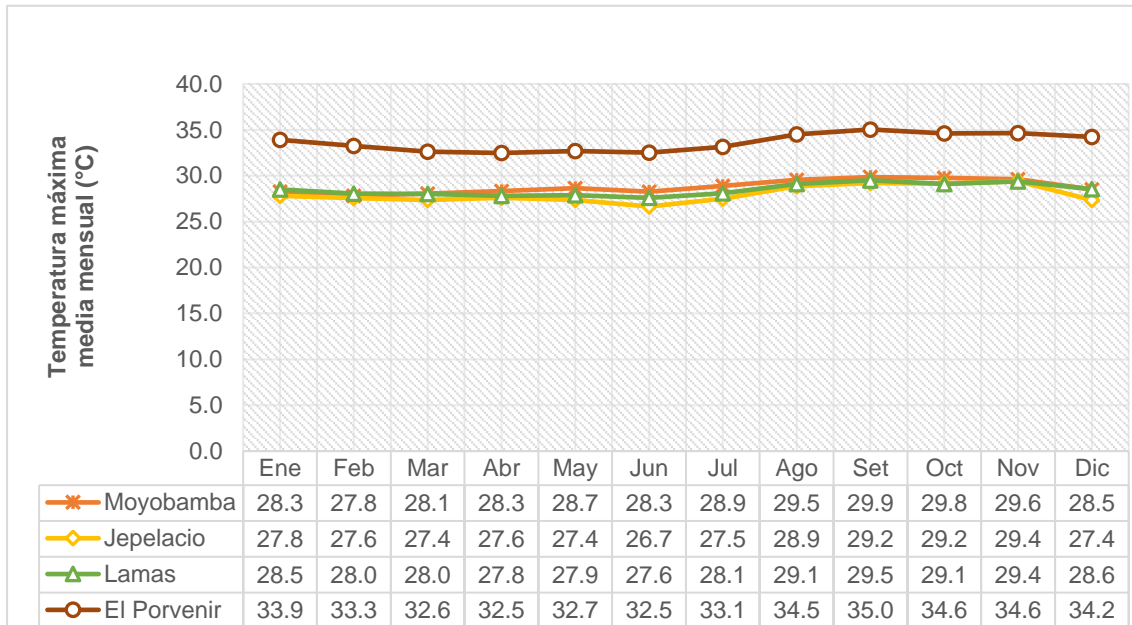


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLBOP N° 259

Gráfico 4.1-28: Distribución de la temperatura Máxima



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Se puede verificar que la estación El Porvenir presenta los mayores valores de temperatura máxima, en respecto a las otras estaciones, llega a presentar un valor máximo de 35.0 °C en el mes de setiembre. De otro lado, se identifica a la estación Jepelacio como la estación que presenta los valores más bajos de temperatura máxima con un valor de 26.7 °C en el mes de junio.

- Temperatura mínima

En las siguientes tablas se presenta la temperatura mínima media mensual de las estaciones meteorológicas consideradas

Tabla 4.1-77: Temperatura mínima - Estación Moyobamba

Año	Temperatura mínima mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	19.3	19.1	19.4	19.2	19.5	18.9	18.0	17.8	18.1	18.7	20.1	19.7	19.0
2015	18.9	19.7	19.2	19.2	19.1	17.9	18.1	18.3	18.4	19.5	20.1	19.4	19.0
2016	20.3	20.2	20.4	20.0	19.5	18.3	18.0	17.8	18.6	19.3	20.0	19.4	19.3
2017	19.5	19.6	19.4	19.3	19.4	18.9	17.3	18.3	18.3	19.2	19.9	19.5	19.1
2018	18.9	19.3	19.2	19.5	19.5	18.3	17.9	17.7	18.6	19.9	20.2	19.5	19.0
2019	19.8	19.9	20.0	19.6	19.5	18.9	17.9	17.4	18.5	19.0	19.7	19.9	19.2
2020	20.0	20.1	20.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	18.7	18.8	19.6	19.8	19.6



Ana Celi Fernandez

Socióloga

CSP: 3988

Año	Temperatura mínima mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2021	19.7	19.8	19.5	19.6	19.1	18.7	17.3	18.1	18.8	19.9	19.8	20.1	19.2
2022	19.6	19.6	19.6	19.6	19.2	18.2	18.6	17.6	18.3	19.5	19.2	19.3	19.0
2023	19.1	19.5	19.6	19.6	19.9	18.9	18.8	18.5	19.3	20.2	20.5	20.5	19.5
Promedio	19.5	19.7	19.6	19.5	19.4	18.6	18.0	17.9	18.6	19.4	19.9	19.7	19.2

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Temperatura mínima media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

Tabla 4.1-78: Temperatura mínima media multianual - Estación Jepelacio

Año*	Temperatura mínima mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	18.2	18.1	18.5	17.7	18.1	17.4	16.3	16.1	15.1	16.3	18.0	17.5	17.3
2015	17.2	18.0	17.4	17.1	17.2	15.6	17.0	16.8	17.0	18.1	19.0	17.9	17.4
2016	18.7	19.1	18.9	18.5	17.3	16.6	14.7	16.7	16.4	18.1	S/D	S/D	17.5
2017	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2018	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2019	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2020	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2023	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Promedio	18.0	18.4	18.3	17.8	17.5	16.5	16.0	16.5	16.2	17.5	18.5	17.7	17.4

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Temperatura mínima media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

Tabla 4.1-79: Temperatura mínima media multianual - Estación Lamas

Año*	Temperatura mínima mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2015	17.4	17.5	19.4	19.8	19.9	19.3	19.5	19.9	20.4	20.4	21.2	20.1	19.6
2016	21.9	20.4	20.4	20.2	20.1	19.3	19.5	19.4	19.9	20.4	21.6	20.9	20.3
2017	20.3	20.8	20.6	20.6	20.5	19.9	19.3	20.4	20.1	20.6	21.0	21.3	20.5
2018	20.3	20.9	19.9	19.7	19.9	18.9	19.3	18.6	20.3	20.1	20.6	20.6	19.9
2019	20.5	20.4	20.3	19.7	20.1	19.9	19.1	18.9	19.7	19.7	20.3	20.1	19.9



Ana Celi Fernandez

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya

CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

BOLÍLOGO

COL. BOP 175640



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Año*	Temperatura mínima mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2020	20.8	20.0	20.0	S/D	S/D	S/D	S/D	19.7	19.4	19.9	20.2	20.3	20.0
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	S/D	S/D	S/D	19.1	18.7	20.3	19.9	20.3	21.0	21.1	21.6	20.3
2023	20.3	20.0	19.3	19.3	20.7	21.0	21.3	22.2	22.0	22.2	21.1	21.1	20.9
Promedio	20.2	20.0	20.0	19.9	20.0	19.6	19.8	19.9	20.3	20.5	20.9	20.8	20.2

S/D: Sin Datos Disponibles; x: Temperatura mínima media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

Tabla 4.1-80: Temperatura mínima media multianual - Estación El Porvenir

Año	Temperatura mínima mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	21.9	21.6	21.8	21.4	21.7	20.8	20.1	19.6	20.8	21.4	22.4	22.3	21.3
2015	21.6	21.7	21.6	21.4	21.4	20.5	20.3	20.2	21.4	22.5	23.0	22.3	21.5
2016	22.8	22.6	22.4	22.0	21.0	19.4	19.2	19.4	20.8	22.2	22.6	22.3	21.4
2017	21.7	21.7	21.0	21.1	20.7	19.7	18.5	20.3	20.9	21.5	22.2	21.9	20.9
2018	20.8	20.8	20.9	20.5	20.3	19.5	19.1	19.3	20.5	21.8	22.0	21.4	20.6
2019	21.3	21.7	S/D	21.4	21.1	20.3	19.6	18.9	21.0	21.4	21.9	22.2	21.0
2020	22.0	22.1	22.2	S/D	S/D	S/D	S/D	20.1	21.0	21.5	22.1	21.8	21.6
2021	21.5	21.6	21.3	21.5	20.8	20.4	19.0	19.9	20.9	22.1	22.2	22.4	21.1
2022	21.9	21.6	21.5	21.3	20.9	19.7	20.2	19.4	20.7	21.7	21.5	21.9	21.0
2023	21.0	21.5	S/D	21.5	21.9	20.3	20.5	21.0	22.0	23.0	23.0	22.7	21.7
Promedio	21.7	21.7	21.6	21.3	21.1	20.1	19.6	19.8	21.0	21.9	22.3	22.1	21.2

S/D: Sin Datos Disponibles; x: Temperatura mínima media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

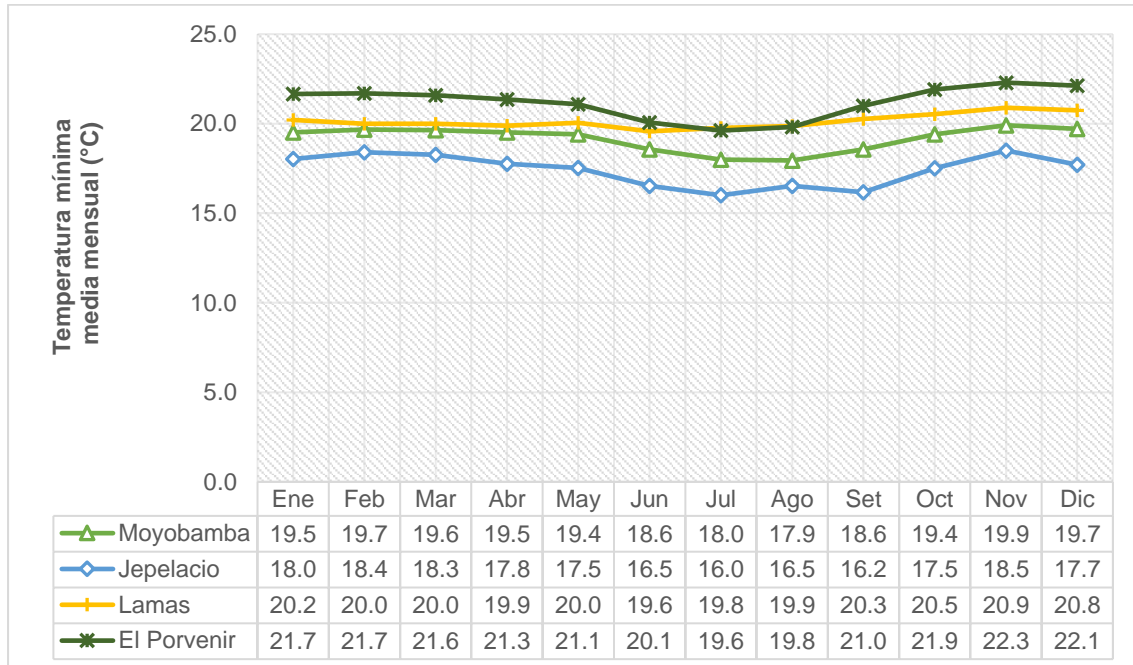


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BOLÍLOGO
COLECCIÓN 19540

Gráfico 4.1-29: Distribución de la temperatura mínima media mensual



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

Respecto a las temperaturas mínimas de las estaciones consideradas para el área de estudio, se identifica que en la estación Jepelacio se registran los valores más bajos, con un registro de 16.0 °C para el mes de julio. De otro lado, se tiene a la estación El Porvenir con cuyos valores son más altos respecto a la temperatura mínima; esta estación presenta un registro de 22.3 °C, para el mes de noviembre. Esta diferencia de valores de temperatura guarda relación con los valores de altitud en los que se encuentran cada estación.

- Temperatura media

Tabla 4.1-81: Temperatura media multianual - Estación Moyobamba

Año	Temperatura media mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	22.7	22.3	22.8	22.7	23.1	22.9	22.4	22.7	22.6	23.5	23.9	23.0	22.9
2015	21.7	23.2	22.7	22.8	22.4	22.3	22.7	23.2	23.9	23.9	24.3	23.0	23.0
2016	25.1	23.1	23.5	23.5	23.4	22.5	22.9	23.1	23.3	23.7	24.9	23.6	23.6
2017	22.7	23.1	22.7	22.9	23.2	22.9	22.4	23.5	22.8	23.2	24.1	23.4	23.1
2018	22.5	22.9	22.8	22.8	23.2	22.5	22.6	22.4	23.5	23.4	23.8	22.5	22.9
2019	23.0	22.6	23.0	23.5	23.3	23.1	22.4	22.5	23.2	22.8	23.4	23.5	23.0
2020	23.4	23.4	23.8	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	22.6	23.5	24.1	23.6	23.5
2021	23.2	23.5	22.7	23.3	23.0	22.2	22.3	22.9	23.8	24.2	23.6	24.1	23.2
2022	24.1	23.3	22.8	22.8	23.0	22.5	23.4	23.1	23.8	24.4	24.2	24.4	23.5



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3988

Año	Temperatura media mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2023	23.3	23.0	23.1	22.9	23.6	22.9	23.5	24.3	24.4	24.9	24.1	23.5	23.6
\bar{x}	23.2	23.0	23.0	23.0	23.1	22.6	22.7	23.1	23.4	23.8	24.0	23.5	23.2

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Temperatura media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.1-82: Temperatura media multianual - Estación Lamas

Año*	Temperatura media mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	24.1	24.1	23.6	23.3	23.9	23.6	23.4	23.6	23.9	24.1	24.7	24.4	23.9
2015	23.9	24.0	23.6	23.5	23.4	23.3	23.4	24.5	25.3	24.9	25.2	24.2	24.1
2016	26.4	24.0	24.1	24.2	23.8	23.2	23.7	24.2	24.1	24.5	25.3	24.4	24.3
2017	23.5	23.7	23.6	23.8	23.8	23.5	23.0	24.4	23.6	24.3	24.5	24.5	23.9
2018	23.5	24.1	23.6	23.3	23.6	22.9	23.2	23.3	25.1	23.8	24.4	23.8	23.7
2019	23.9	23.8	23.9	23.7	23.9	23.8	23.4	23.6	24.2	23.5	24.5	24.2	23.9
2020	24.7	24.5	24.8	S/D	S/D	S/D	S/D	24.6	23.9	24.6	24.8	24.3	24.5
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	S/D	S/D	S/D	23.6	23.0	24.6	24.6	25.3	25.4	25.1	25.6	24.7
2023	24.3	24.0	23.2	23.4	24.4	24.3	24.9	26.3	26.4	26.8	25.2	24.9	24.8
Promedio	24.3	24.0	23.9	23.6	23.7	23.3	23.5	24.1	24.4	24.4	24.8	24.4	24.2

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Temperatura media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Tabla 4.1-83: Temperatura media multianual - Estación El Porvenir

Año	Temperatura media mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	27.2	26.8	26.5	26.2	26.6	26.5	26.3	25.7	26.8	26.5	27.8	27.5	26.7
2015	26.9	26.6	26.1	26.0	26.1	25.7	26.0	26.9	28.5	28.4	28.6	27.3	26.9
2016	30.0	27.6	27.2	26.9	26.5	25.6	25.9	26.7	27.5	28.3	28.7	28.2	27.4
2017	26.8	27.0	26.1	26.3	26.0	25.4	25.4	27.3	26.8	27.5	27.8	27.6	26.7
2018	26.6	27.0	26.7	25.7	26.2	25.4	25.8	26.2	27.5	27.2	27.8	27.2	26.6
2019	26.6	26.8	S/D	26.6	26.7	26.4	25.9	26.1	27.2	26.8	27.4	27.4	26.7
2020	27.7	27.7	27.2	S/D	S/D	S/D	S/D	27.4	27.3	27.6	28.1	27.6	27.6
2021	27.5	27.7	26.3	26.7	26.6	25.9	25.6	27.0	27.3	27.9	28.3	28.2	27.1



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery

CSP N° 259



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

BIOLOGO

COLBOP N° 5640


Ana Celi Fernández
Socióloga
CSP: 3988

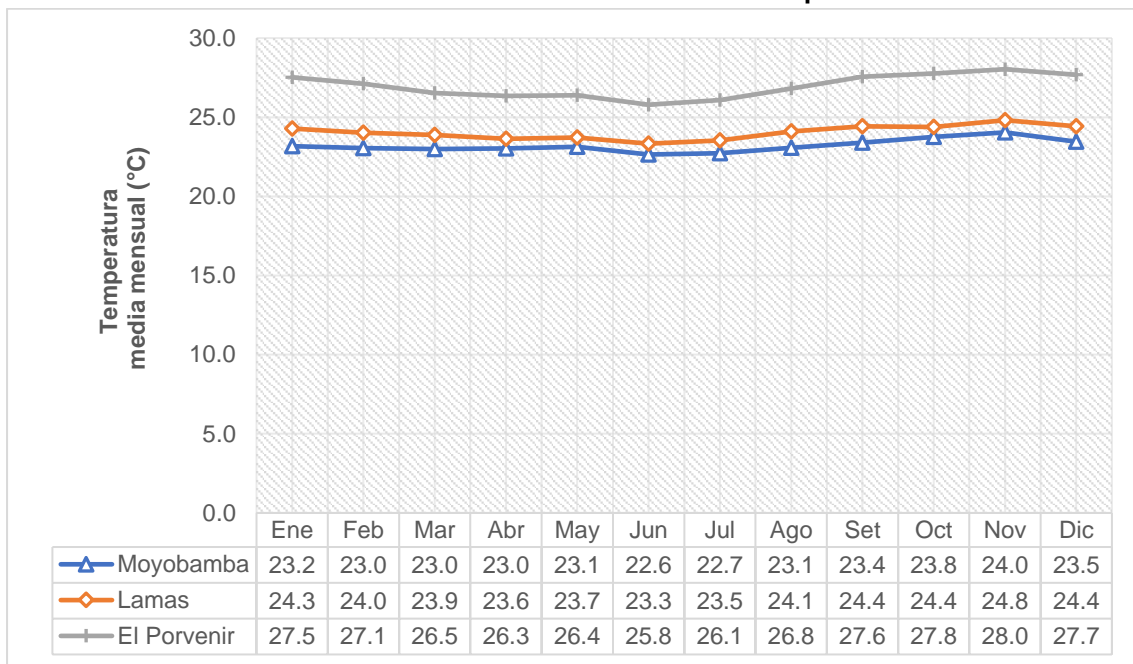
Año	Temperatura media mensual (°C)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2022	28.5	27.1	26.2	26.4	25.9	25.3	26.7	26.6	27.8	27.8	27.6	28.1	27.0
2023	27.3	26.8	S/D	26.3	26.9	25.9	27.2	28.3	28.9	29.7	28.2	27.7	27.6
Promedio	27.5	27.1	26.5	26.3	26.4	25.8	26.1	26.8	27.6	27.8	28.0	27.7	27.0

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Temperatura media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

Gráfico 4.1-30: Distribución mensual de la temperatura media



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

De acuerdo con los datos históricos de las estaciones evaluadas, en el régimen de temperaturas se evidencia claramente del efecto de variación altitudinal de la temperatura, identificando que las estaciones Moyobamba y Lamas tendrían valores relativamente más bajos considerando que ambas estaciones se encuentran a mayor altitud; mientras que las estaciones El Porvenir, no supera los 500 m.s.n.m.

C. Humedad relativa

La humedad relativa sigue una marcha inversa, en general, a la temperatura. Esto es así, porque, al aumentar la temperatura, se incrementa la presión de saturación, con lo que la humedad relativa disminuye. Si, por el contrario, la temperatura desciende, disminuye también la presión de saturación, con lo que la humedad relativa aumenta. En el área de



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

estudio las condiciones de humedad se ven ampliamente favorecidas por la densidad de vegetación y los procesos de evapotranspiración que incrementan el nivel de humedad en la atmósfera. La proximidad a la selva tropical y la cercanía al ecuador también contribuyen a un clima cálido y húmedo durante todo el año.

Tabla 4.1-84: Humedad relativa multianual - Estación Moyobamba

Año*	Humedad relativa media mensual (%)												
	Meses												Prom. anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2014	84.0	87.9	84.3	85.3	83.8	82.3	81.3	79.5	81.7	79.6	80.4	83.4	82.8
2015	87.2	83.3	86.1	84.4	86.1	83.5	82.4	80.1	77.8	81.3	81.0	84.2	83.1
2016	76.9	86.2	86.3	85.0	83.3	80.4	79.0	78.8	79.5	80.6	76.0	80.1	81.0
2017	83.8	83.5	85.7	84.3	84.7	85.9	78.6	78.0	82.7	81.6	80.3	81.2	82.5
2018	85.0	83.3	85.7	84.2	82.8	81.6	84.9	83.3	79.8	82.3	80.6	84.6	83.2
2019	85.0	86.1	85.0	82.2	83.0	80.5	82.7	80.0	79.9	82.9	83.8	83.1	82.9
2020	80.6	83.6	83.3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	83.8	79.8	76.9	80.3	81.2
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2023	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Promedio	83.2	84.8	85.2	84.2	84.0	82.4	81.5	80.0	80.7	81.2	79.9	82.4	82.4

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Humedad relativa media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

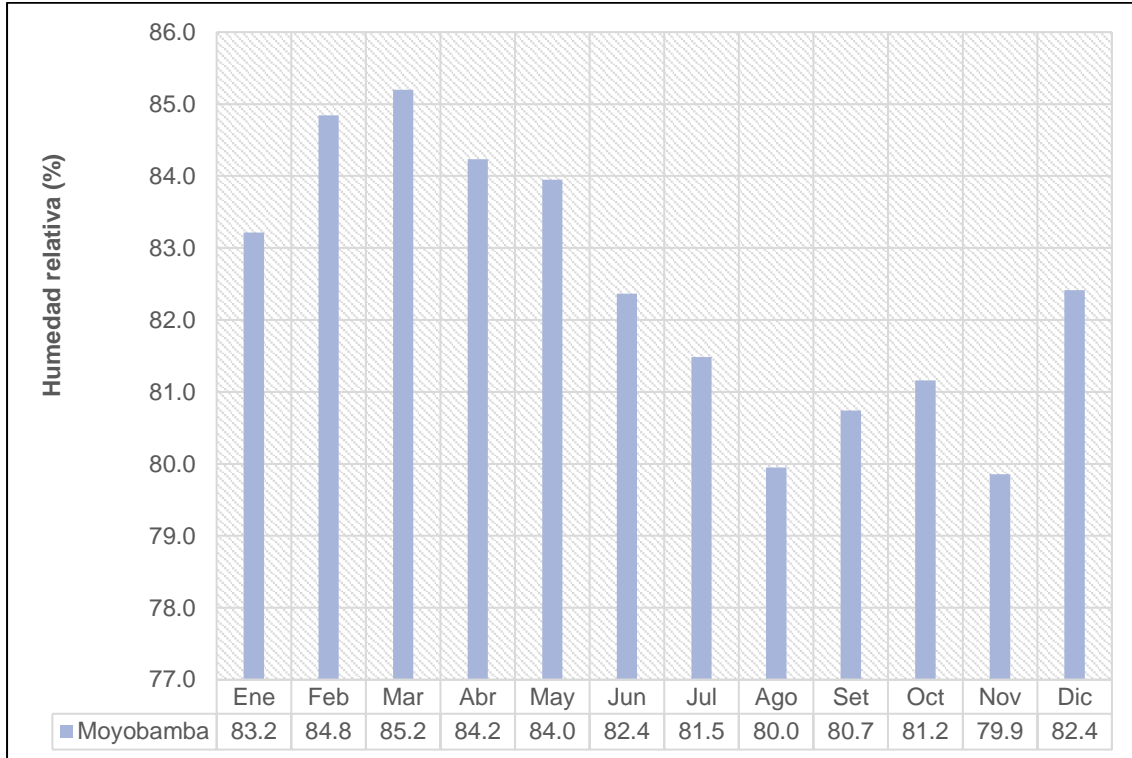


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



MSc. J. Natividad Villan
BIOLOGO
COLBOP N° 17540

Gráfico 4.1-31: Distribución mensual de la Humedad Relativa (%)



S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Temperatura máxima media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Se identifica que durante los meses donde la precipitación es más significativa (enero a marzo), también se presentan altos valores de humedad relativa. En efecto, la lluvia y la evaporación de la vegetación contribuyen a mantener niveles elevados de humedad en el aire. Por otro lado, aún durante los meses de la temporada menos húmeda (agosto a noviembre), la región sigue experimentando una alta humedad relativa debido a la evapotranspiración constante de la vegetación tropical. De las estación evaluada, se presenta el mayor registro multianual de humedad relativa, de 85.2% en el mes de marzo.

D. Dirección y velocidad del viento

De acuerdo con el periodo de tiempo (2014-2023) analizado para la Estación Moyobamba, se identifica que las velocidades entre las que oscila el viento van desde 0.6 m/s a 3.1 m/s, que de acuerdo con la escala de Beaufort oscilan entre calmas a ventoleras. Así también se identifica la predominancia de dirección de viento Este y Oeste.

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Tabla 4.1-85: Velocidad Media de Viento - Estación Moyobamba



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Año	Velocidad media mensual del viento (m/s)											
	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2014	1.5	1.4	1.4	1.4	1.2	1.9	1.7	2.2	1.1	1.5	2.3	1.8
2015	1.4	1.8	1.6	2.0	1.2	1.8	1.6	1.4	1.7	1.6	1.5	1.0
2016	1.8	1.0	1.5	2.0	1.7	2.2	1.2	1.2	1.6	1.7	2.1	1.6
2017	1.2	1.4	1.3	1.7	1.4	1.4	2.7	1.5	1.7	1.7	1.5	1.6
2018	0.9	1.2	0.9	1.8	1.4	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0	1.4	0.6
2019	0.9	1.2	1.3	1.2	1.4	1.6	1.6	2.3	1.1	1.0	1.4	1.2
2020	1.6	0.9	1.2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.1	1.8	1.7	0.7
2021	1.0	1.0	0.0	1.0	1.6	1.2	1.7	1.0	0.8	1.0	1.0	1.4
2022	1.5	1.1	0.8	1.3	1.8	2.0	1.4	2.4	1.5	1.3	3.1	1.4
2023	1.2	0.9	1.1	1.9	1.4	2.4	1.7	1.5	0.8	0.9	0.8	0.9

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Humedad relativa media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Tabla 4.1-86: Dirección Media de Viento - Estación Moyobamba

Año	Dirección media del Viento											
	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2014	W	W	W	E	E	E	E	E	E	E	W	W
2015	NW	NW	W	E	W	E	NE	NE	E	E	NW	W
2016	W	E	E	E	E	E	E	NE	NE	E	W	W
2017	W	NW	NW	E	E	E	E	E	E	E	W	W
2018	W	W	NW	E	E	E	E	E	E	E	W	W
2019	W	W	E	E	E	E	E	E	NE	E	E	W
2020	W	W	E	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	E	E	E	NW
2021	NW	W	C	E	E	E	E	NE	NE	E	NW	NW
2022	NW	NW	NW	NE	NE	E	NE	E	E	E	E	NW
2023	NW	NW	W	E	E	E	NE	NE	E	NW	NW	W

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Humedad relativa media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024



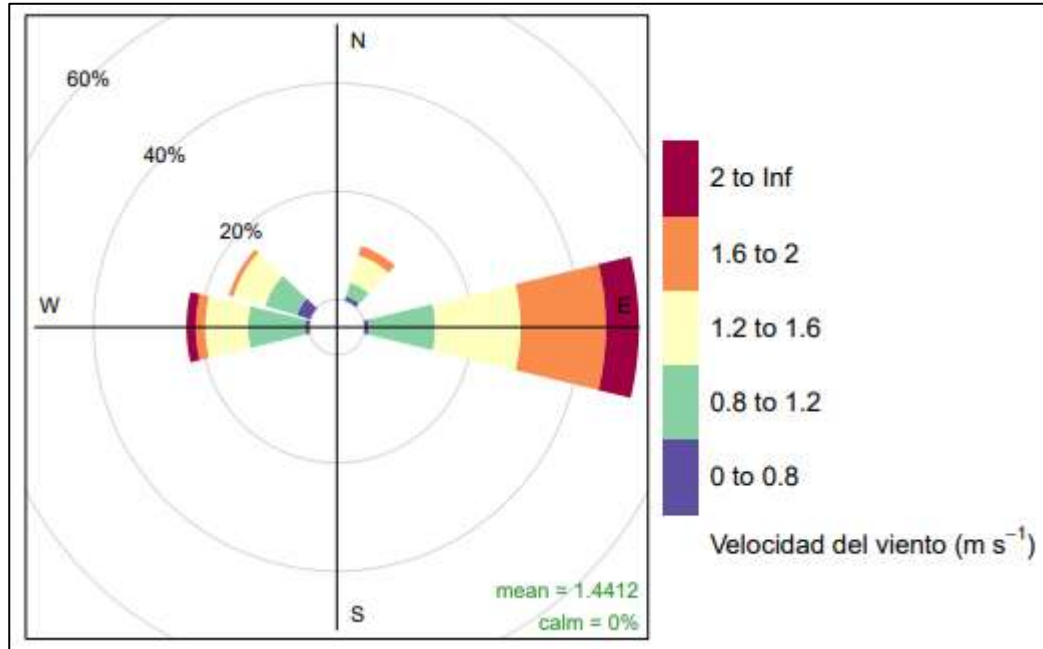
Geo. Carla Vanessa Muñoz Noyra
CSP N° 259



MINISTERIO AGRICULTURA
BIOLOGO
COLBOP 115640

Ilustración 4.1-78: Rosa de Vientos - Estación Moyobamba


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

En la Estación Jepelacio, se analizó un periodo similar, en el que se presentan similares condiciones, de acuerdo con la escala de Beaufort, oscilan entre calmas y ventoleras, con vientos de velocidades menor a 2 m/s; mientras la predominancia de dirección de vientos es Oeste.

Tabla 4.1-87: Velocidad Media de Viento - Estación Jepelacio

Año*	Velocidad media mensual del viento (m/s)											
	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2014	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2015	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2016	1.6	1.0	1.5	1.0	1.1	1.4	1.3	1.4	0.8	0.7	0.7	1.1
2017	1.1	1.3	1.3	1.3	1.4	1.1	1.0	1.0	1.1	1.2	S/D	S/D
2018	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	S/D
2019	1.1	1.0	0.9	0.9	1.0	S/D	1.4	1.7	1.8	1.8	1.7	S/D
2020	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	1.6	1.6	1.1	1.6	0.9	0.9	1.1	1.2	1.1	1.4	1.5
2023	1.7	1.2	1.2	1.3	1.2	1.1	1.0	1.2	1.1	1.1	1.0	1.2



Ana Celi Fernández

Socióloga

CSP: 3988

(*) No hay información disponible (2014-2015, 2020-2021)

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Humedad relativa media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

Tabla 4.1-88: Dirección Media de Viento – Estación Jepelacio

Año*	Dirección media del Viento											
	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2014	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2015	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2016	W	W	W	W	E	E	W	W	W	W	W	W
2017	W	W	W	W	W	W	W	E	E	W	S/D	S/D
2018	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	SE	S/D
2019	W	W	W	E	W	S/D	W	W	W	W	W	S/D
2020	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	E	E	W	W	W	W	W	W	W	W	W
2023	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W

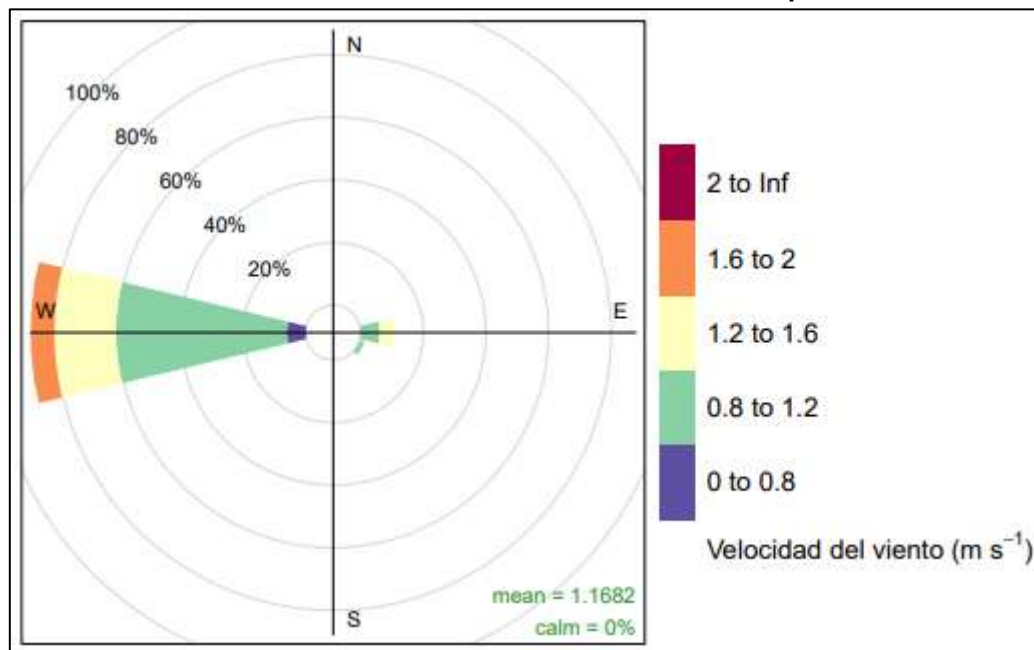
(*) No hay información disponible (2014-2015, 2020-2021)

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Humedad relativa media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

Ilustración 4.1-79: Rosa de Vientos – Estación Jepelacio



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024



Ana Celi Fernández

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya

CSP N° 259



INSTITUTO REGISTRAL Y CATASTRAL

BOLOGNO

COLOP N° 15640



Ana Celi Ferrández

Socióloga

CSP: 3988

El análisis de comportamiento de vientos para la Estación El Porvenir presenta condiciones similares a las anteriores, respecto a la velocidad de vientos; mientras que si se observa un cambio en la dirección de vientos, siendo predominantes los vientos hacia el Noreste – Nor noreste.

Tabla 4.1-89: Velocidad Media de Viento - Estación El Porvenir

Año	Velocidad media mensual del viento (m/s)											
	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2014	1.3	1.5	0.9	0.8	1.0	1.0	1.1	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1
2015	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.1
2016	2.0	0.9	0.9	1.1	1.3	1.3	1.2	1.5	1.9	1.5	1.6	1.6
2017	1.3	1.2	1.1	1.3	1.2	1.3	1.2	1.6	1.2	1.3	1.7	1.3
2018	1.3	1.4	1.1	1.2	1.2	1.4	1.5	1.4	1.4	1.7	1.6	1.5
2019	1.4	1.3	S/D	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4
2020	1.5	1.3	1.1	S/D	S/D	S/D	S/D	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8
2021	1.6	1.3	1.3	1.2	1.3	1.1	1.3	1.4	1.4	1.5	1.7	1.5
2022	1.6	1.4	1.3	1.1	1.1	1.2	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.7
2023	1.5	1.3	S/D	0.8	1.1	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	0.9	0.9

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Humedad relativa media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

Tabla 4.1-90: Dirección Media de Viento – Estación El Porvenir

Año	Dirección media mensual del viento (grados sexagesimales °)											
	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2014	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2015	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2016	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NNE
2017	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
2018	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
2019	NNE	NNE	S/D	NNE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2020	NE	NE	NE	S/D	S/D	S/D	S/D	NE	NE	NE	NE	NE
2021	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2022	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2023	NE	NE	S/D	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

S/D: Sin Datos Disponibles; \bar{x} : Humedad relativa media multianual.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024



Ana Celi Ferrández

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Noyra

CSP N° 259



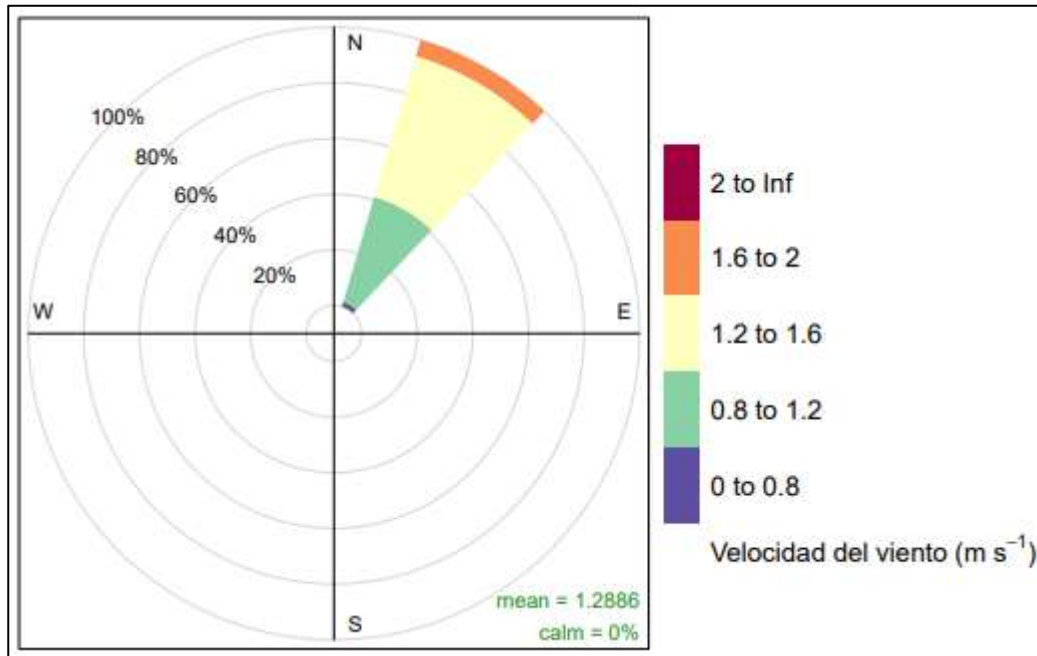
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

BOLÍLOGO

COLECCIÓN 195640

Ilustración 4.1-80: Rosa de Vientos – Estación El Porvenir


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988



Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

4.1.2.7.1.5 Anomalías climáticas

• Fenómeno “El Niño” y “La Niña”

El Fenómeno “El Niño” genera el calentamiento de la superficie de las aguas del Pacífico que afectan directamente el Sureste Asiático, Australia y Sudamérica. Es un fenómeno a gran escala, responsable de cambios de efecto global a corto, mediano y largo plazos y que se manifiesta por la presencia de agua con temperaturas anómalamente elevadas en el Océano Pacífico frente a Ecuador y Perú, durante un período de tres a cuatro meses consecutivos. Los efectos de estos eventos climáticos dependerán de la intensidad de los mismos. A nivel nacional este tipo de fenómenos climáticos se caracterizó por un fuerte aumento en la temperatura normal del mar, lo cual trae como consecuencia significativas alteraciones en los niveles de precipitación en el litoral nacional. Así como eventos de sequías extremas en diversas zonas andinas del Perú.

A continuación, se describen las anomalías climáticas generados por los fenómenos del niño de nivel “extraordinario”.

• Evento de 1982 – 1983

Transcurría el segundo gobierno del arquitecto Fernando Belaúnde Terry cuando se presentaron fuertes lluvias e inundaciones en el sur del Ecuador. En los últimos meses de 1982 las lluvias se extendieron a la costa norperuana, especialmente a los departamentos de


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Noyra
CSP N° 259


Ing. J. Natividad Villan
BIOLOGO
COSP N° 15640



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Tumbes y Piura, y al avanzar el año 1983 se produjeron con gran fuerza en otros lugares del territorio nacional. Las lluvias en la costa norperuana no cesaron hasta seis o siete meses después.

Se supo entonces que durante el año hidrológico 1982-1983 se había producido una severa modificación generalizada del clima en gran parte del Océano Pacífico, que abarcó principalmente desde Australia hasta América del Sur, y que causó considerables daños en el Perú y en otras partes del mundo.

Se trataba, como se supo después, del Meganiño 1982-83 (FEN 83), uno de los de mayor magnitud e intensidad de que se tiene noticia, que abarcó varios continentes, causó enormes daños y que ha sido llamado "La madre de todos los Niños". Fue uno de los diez grandes eventos lluviosos ocurridos en los últimos cinco siglos y el segundo de los tres que hubo en el siglo XX en la costa norte peruana.

La modificación del clima antes mencionada tuvo diversas manifestaciones. En el Perú hubo una tropicalización del clima de la costa norte, caracterizada por un notable incremento de la temperatura del mar y del ambiente, fuertes lluvias a lo largo de varios meses y grandes descargas de los ríos. En el altiplano hubo coincidentemente, aunque no necesariamente ligada causalmente al FEN, una severa sequía, lo que significó para el país una gran acumulación de daños³¹.

Sin embargo, en referencia al área de estudio, se verifica que este evento climático no tuvo impactos significativos, dado que las anomalías de precipitación superaron ligeramente el régimen normal histórico de precipitación, principalmente en las zonas de menor altitud (bajo los 300 m.s.n.m.); mientras que, en zonas de mayor altitud, cercanos a la Subestación Belaunde Terry (provincia de Moyobamba), las anomalías de precipitación se mantuvieron dentro de sus parámetros normales. En la siguiente figura, se muestra gráficamente las zonas focalizadas de dichas anomalías en relación al área de estudio.



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988



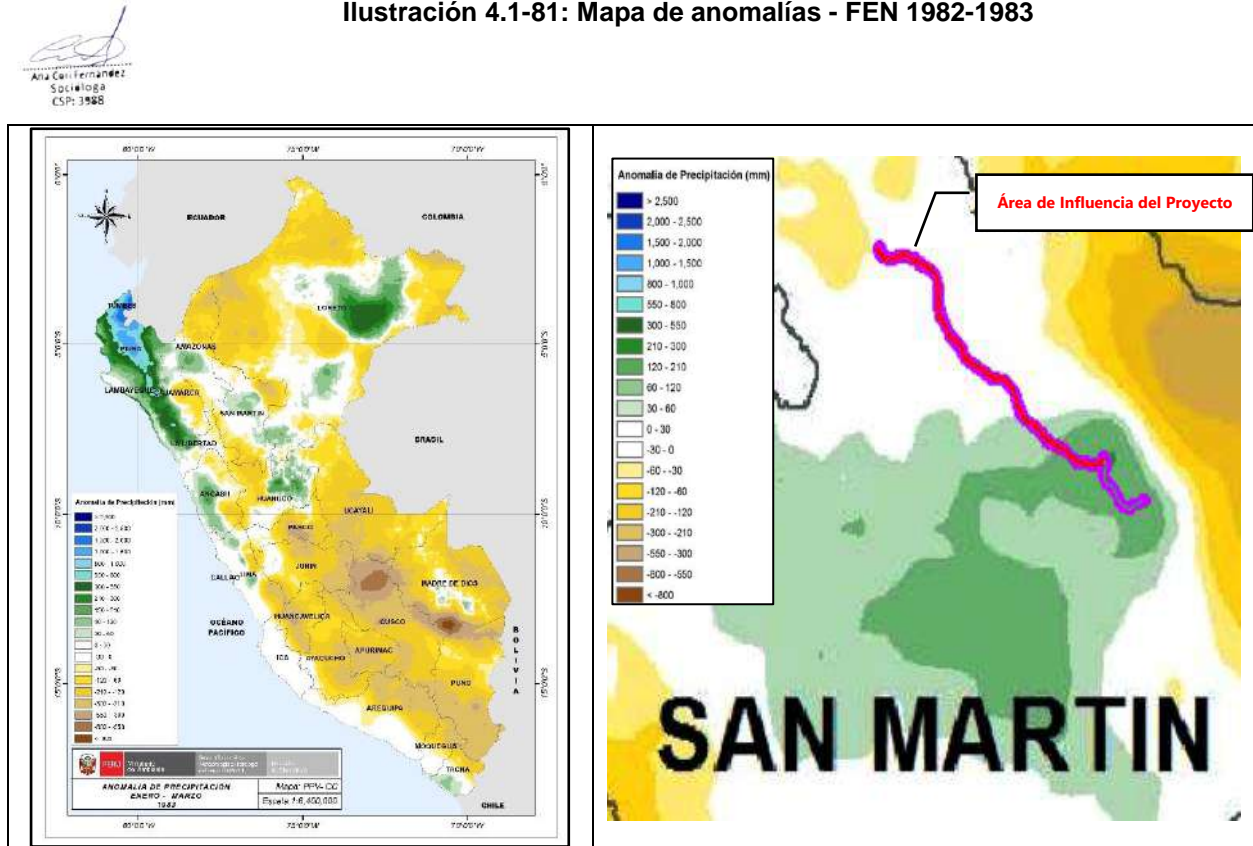
Geo. Carla Vanessa Muñoz Noyra
CSP N° 259



Walter J. Machuca Villan
BIOLOGO
COSP N° 17540

³¹ Felices, I. A. R. EL MEGANIÑO 1982-83, "LA MADRE DE TODOS LOS NIÑOS".

Ilustración 4.1-81: Mapa de anomalías - FEN 1982-1983



Fuente: Catálogo de metadatos cartográficos SENAMHI – PERU³².

[Catálogo de Metadatos Cartográficos - SENAMHI](#)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C, 2024

• Evento del 1997 – 1998

En el Perú el Meganiño 1997-98 empezó a sentirse con toda nitidez desde mediados de 1997. El invierno había sido bastante cálido en la costa norte. La temperatura se encontraba 5 °C por encima del promedio, lo que presagiaba la ocurrencia de “El Niño”, a lo que se sumó la persistencia de valores negativos del Índice de Oscilación Sur, y la información proveniente de

otros indicadores. Al avanzar el año 1997 y durante gran parte de él la temperatura del mar estuvo por encima de sus valores promedios, pero no lo suficientemente alta como para que se produzcan lluvias en la costa norperuana. Al desarrollarse el MN 1998 la temperatura superficial del mar tuvo fuertes anomalías positivas de larga duración³³.

Según los registros del SENAMHI. Frente a las costas de Sudamérica, continuó observándose la columna de aguas cálidas, abarcando desde la superficie hasta los 200 m, registrando temperaturas superiores hasta 11°C sobre su promedio climatológico. En el último trimestre del año 1997, la formación de “El Niño 97/98” alcanzó su máximo desarrollo, lo que

³²Catálogo de metadatos cartográficos SENAMHI – PERU. Consultado en marzo del 24.05.2024

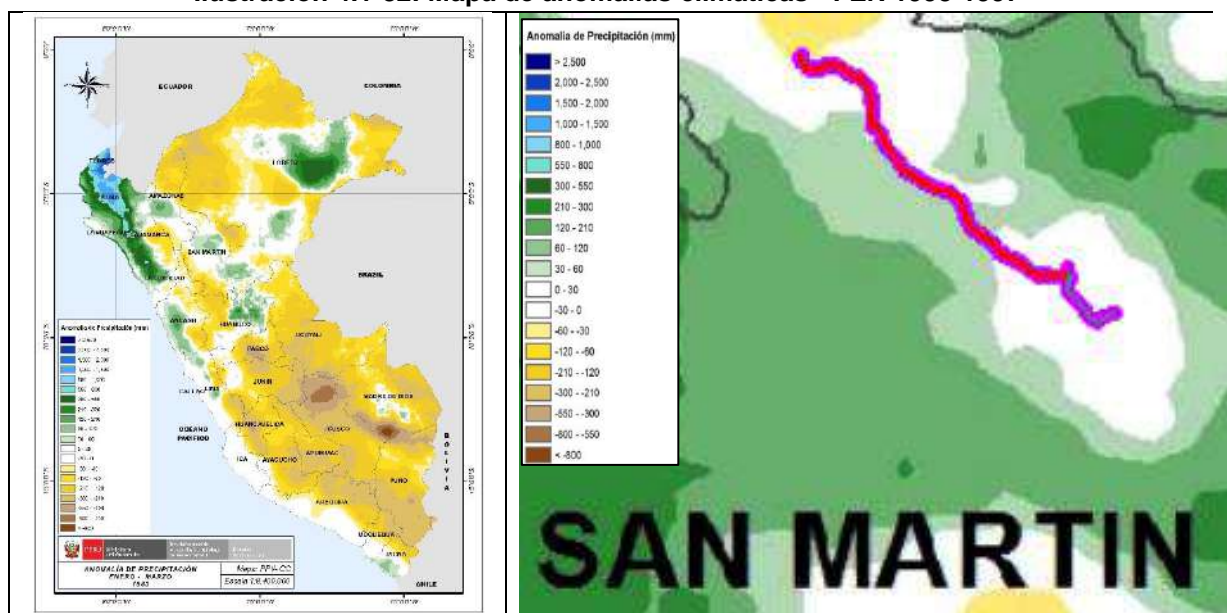
³³ Felices, A. R. (2017). EL MEGANIÑO 1997-98.


Ana C. Fernández
Socióloga
CSP: 3988

indicó la finalización de la fase madura. En los meses del verano austral de 1998, la disminución de TSM, tanto en intensidad como en cobertura, indicó la fase de declinación de "El Niño 97/98", fase que se caracterizó por la liberación de energía acumulada durante el año 1997; en nuestro país, la liberación de energía se tradujo en la presencia de lluvias e incremento en la temperatura del aire, especialmente en la costa peruana.

Respecto al área de estudio, se puede verificar que los efectos de "El Niño 97/98" no tuvo efectos significativos, dado que durante dicho evento se presentaron anomalías de la precipitación negativas, es decir, llovió menos de lo normal en relación con sus normales históricas. Asimismo, en ciertos sectores focalizados las anomalías fueron levemente considerable.

Ilustración 4.1-82: Mapa de anomalías climáticas - FEN 1998-1997



Fuente: Catálogo de metadatos cartográficos SENAMHI – PERU³⁴.

[Catálogo de Metadatos Cartográficos - SENAMHI](#)

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.7.2 Calidad del Aire

4.1.2.7.2.1 Generalidades

En la presente sección se describen los resultados de la evaluación ambiental de la calidad de aire, con la finalidad de incorporar resultados que permitan conocer la situación actual de los niveles de concentración de material particulado y gases en el área de influencia del proyecto.

³⁴Catálogo de metadatos cartográficos SENAMHI – PERU. Consultado en marzo del 24.05.2024



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

El monitoreo de calidad de aire en el área del proyecto se realizó entre en marzo y a fines de diciembre del 2024 y principios de enero del 2025, correspondiente a la temporada muy húmeda, y entre agosto y setiembre del 2024, para la temporada húmeda. El monitoreo estuvo a cargo de Analytical Laboratory (ALAB), el cual se encuentra debidamente acreditado por la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Para la evaluación se consideraron los lineamientos del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante el D.S. N° 010-2019-MINAM. Asimismo, para el análisis integral y la comparación de los resultados se consideraron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, aprobados mediante el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

4.1.2.7.2.2 Objetivos

Los objetivos del monitoreo de calidad de aire son:

- Conocer la situación actual e identificar las principales fuentes generadoras de emisiones de gases de combustión y material particulado en el área de influencia del proyecto.
- Determinar las concentraciones de material particulado y gases de combustión en los diferentes puntos de monitoreo del área de influencia del proyecto, considerando variaciones estacionales (temporada húmeda y muy húmeda).
- Analizar el grado de cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire (D.S. N° 003-2017-MINAM) en el área de influencia del proyecto.

4.1.2.7.2.3 Metodología

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (D.S. N° 010-2019-MINAM).
- Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire (D.S. N° 003-2017-MINAM).

4.1.2.7.2.4 Estaciones de Monitoreo

La selección y distribución de los puntos de monitoreo para la evaluación de la calidad de aire están en función al emplazamiento físico de los componentes principales del proyecto y áreas auxiliares; así como, del ámbito de sus actividades en sus distintas etapas. Para la definición de puntos se tomó en cuenta los siguientes criterios:

a) Ubicación de los componentes del Proyecto

Los principales componentes el proyecto son: las líneas de transmisión (torres), subestaciones y las áreas auxiliares. En ese sentido, se considerará la ubicación de las estaciones de monitoreo cercano a estos, y cruce por posibles receptores sensibles (como asentamientos poblacionales).

b) Existencia de fuentes antrópicas



Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra
CSP N° 259



Geó. Carlos Martínez
BIOLOGO
COSP N° 17640



Ana Celi Fernandez

Socióloga

CSP: 3988

Mediante imágenes de satélite disponible, mapa de cobertura vegetal (MINAM, 2015) existente y visitas en campo se verificó que el área del estudio corresponde en su mayoría a zonas rurales.

c) Receptores Sensibles

La ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire considerará la cercanía a los receptores sensibles en torno al área de emplazamiento de componentes, como: asentamientos poblacionales (localidades y poblados); vías de acceso, por las cuales se realizará el transporte de materiales, personal y otros; y áreas de importancia biológica y/o de conservación, como el Hábitat crítico "Rumiyacu Mishquiyacu"³⁵.

d) Dirección de los vientos.

Para determinar la ubicación de los puntos de monitoreo del proyecto, se consideró también la dirección de los vientos, en base a los análisis meteorológicos

e) Accesibilidad y Seguridad

Se priorizará zonas accesibles, seguras y sin obstáculos, para el desplazamiento de los especialistas durante la evaluación y muestreo.

f) Criterios técnicos para la instalación de los equipos de monitoreo

Se tomó en cuenta los criterios técnicos para la instalación de los equipos de monitoreo de acuerdo a lo indicado en el "Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Aire" (D.S. N° 010-2019-MINAM); siendo estos criterios

En el Mapa de Muestreo Ambiental (LBF-BETA-MA-11), se presenta la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de agua.

Tabla 4.1-91: Criterios técnicos para la instalación de los equipos de monitoreo

Características	Criterios Técnicos
Altura de la entrada de la muestra (sobre el suelo).	Mínimo 1.5m y máximo 15m
Distancia horizontal con respecto a obstáculos más altos que el equipo de monitoreo	Mayor o igual a 2.5 veces la diferencia de las alturas
Distancia horizontal respecto de fuentes de emisión cercanas	Mayor o igual a 20m, o desde los linderos hacia el exterior, en el caso de actividades extractivas, productivas o de servicios ubicados en zonas urbanas
Distancia horizontal entre dos equipos de monitoreo en la misma estación	Mayor o igual a 2 m, cuando uno de los equipos de monitoreo utilice flujos mayores a 200 litros por minuto Mayor o igual a 1m, cuando ambos equipos de monitoreo utilicen flujos menos o iguales a 200 litros por minuto
Restricciones de flujo de aire hacia la estación de monitoreo	La estación de monitoreo debe estar ubicada de tal manera que los obstáculos no eviten el ingreso de flujos de aire en al menos 3 de los 4 cuadrantes (norte, oeste, este y sur)

Fuente: D.S. N° 010-2019-MINAM

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024., 2024.

³⁵ RDE N° 139-2019-MINAGRI-SERFOR-DE: Lista de Hábitats Críticos a cargo del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR



Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3988

La frecuencia mínima por muestra o registro será de cinco (05) muestras diarias contiguas en cumplimiento de los requisitos de frecuencia y periodos para el monitoreo de áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y de servicios del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire.

De los criterios indicados, a continuación, se detalla la ubicación de las estaciones de monitoreo:


 Ana Celi Fernandez
 Socióloga
 CSP: 3988


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
 CGP N° 259


 WALTER J. MACDONALD VILLAN
 BIOLOGO
 COLEOP N° 175640

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Tabla 4.1-92: Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire

Estaciones	Coordenadas UTM		Ubicación Política				Criterios de Ubicación				
	WGS-84 Zona 18 S						Fuentes de emisión		Receptores sensibles (Población)	Accesibilidad, y Seguridad	Estación Meteorológica Referencial
	Este (m)	Norte (m)	Departamento	Provincia	Distrito	Centro Poblado más Cercano	Futura*	Existente			
CAIR-01	279975	9329794	San Martín	Moyobamba	Moyobamba	Indañe	A 35 m al Suroeste de la torre T1_C2	A 36.02 m al Oeste de la Subestación Belaunde Terry	Viviendas a 241.93 m al Noreste de Ecolodge "Selva Mayo" y cultivos	Zona accesible y sin obstáculos	Moyobamba
CAIR-02	282619	9327136	San Martín	Moyobamba	Moyobamba	Los Algarrobos	A 222.77 m al Noreste de la torre T12, en zona de Hábitat Crítico	Contigua a vía de acceso (afirmada)	Zona de Hábitat crítico	Zona accesible y sin obstáculos	Moyobamba
CAIR-03	338691	9282909	San Martín	San Martín	Cacatachi	Santa Iliane	A 131 m al Sur de la Torre T175	Contigua a vía de acceso (afirmada)	En torno a cultivos y viviendas del poblado Santa Iliane	Zona accesible y sin obstáculos	Lamas
CAIR-04	339087	9283997	San Martín	San Martín	Cacatachi	Villa San César	A 61.10 m al Noreste de Torre T1 de la L-1018	Contigua a vía de acceso (afirmada)	En torno a cultivos y viviendas del poblado Villa San César	Zona accesible y sin obstáculos	Lamas


 Ana Carolina
 Socióloga
 CIP: 3988


 Geo. Carlos
 CIP: 259


 Walter J. Natividad
 Biólogo
 Colección 17542


 Ana Carolina
 Socióloga
 CIP: 3988


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988

Estaciones	Coordenadas UTM		Ubicación Política				Criterios de Ubicación				
	WGS-84 Zona 18 S		Departamento	Provincia	Distrito	Centro Poblado más Cercano	Fuentes de emisión		Receptores sensibles (Población)	Accesibilidad, y Seguridad	Estación Meteorológica Referencial
	Este (m)	Norte (m)					Futura*	Existente			
CAIR-05	350012	9274222	San Martín	San Martín	Juan Guerra	Totorillayco	Al Sureste del acceso existente CRN_T1 V13BV-T2 V12V, aproximadamente a 232 m	A 44 m de vías afirmadas de tránsito vehicular Presencia de áreas de cultivo y viviendas	En torno a cultivos y viviendas del sector Buenavista (de Totorillayco)	Zona accesible y sin obstáculos	El Porvenir
CAIR-06	349326	9274320	San Martín	San Martín	Juan Guerra	Buena Vista	A 269 m al Noreste de la Torre T3-1017-V11BV	Contigua a vía de acceso (afirmada)	En torno a viviendas y cultivos del poblado Totorillayco.	Zona accesible y sin obstáculos	El Porvenir
CAIR-07	336239	9282658	San Martín	San Martín	Cacatachi	La Marginal	A 173 m al Noroeste de la Torre T166	A 191.04 m al Sur de Leche Gloria.	En torno a viviendas y cultivos del poblado La Marginal.	Zona accesible y sin obstáculos	Lamas

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024., 2024.

En el Mapa de Muestreo Ambiental (LBF-BETA-MA-11) se presenta la distribución de las estaciones en el área de influencia del Proyecto.


Geo. Carlos
Sociólogo
CSP: 259


Walter J. Natividad
Biólogo
CSP: 17540


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988



 Ana Celi Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988

4.1.2.7.2.5

Estándares de Calidad Ambiental

Los parámetros considerados para evaluar la calidad del aire contemplan los establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire, aprobados mediante D.S. N° 003-2017-MINAM y Decreto Supremo N.º 0011-2023-MINAM, excepto los siguientes parámetros de acuerdo con las características del Proyecto: Benceno (C_6H_6), mercurio gaseoso total y cadmio, arsénico y cromo (en PM_{10})³⁶.

En específico el primero, Benceno (C_6H_6), es un hidrocarburo aromático que se forma a través de varios procesos, incluyendo la emisión de hidrocarburos volátiles y óxidos de nitrógeno (NO_x) en la atmósfera. Es importante destacar que su formación puede ser indirecta, ya que el benceno puede generarse a partir de reacciones fotoquímicas en la atmósfera, donde los hidrocarburos y los NO_x interactúan bajo la influencia de la radiación solar.

En este contexto, el procesamiento y la distribución de hidrocarburos en la industria juegan un papel crucial en la generación de benceno. Durante la extracción, refinación y transporte de petróleo y sus derivados, se liberan compuestos volátiles que pueden contribuir a la formación de benceno. Además, las actividades industriales, como la producción de plásticos, detergentes y otros productos químicos, a menudo implican el uso de benceno o sus precursores, lo que aumenta las emisiones en el aire y, en consecuencia, la formación de este contaminante.

Por otro lado, el benceno puede liberarse a la atmósfera durante procesos de combustión, como los que ocurren en plantas de energía. La quema incompleta de combustibles fósiles puede liberar hidrocarburos aromáticos, incluido el benceno, lo que resalta la importancia de controlar las emisiones en estos procesos.

Basándonos en esta premisa, y que no se prevén actividades asociadas a este tipo de procesos, en ninguna de las etapas del proyecto, siendo principales actividades dentro del proceso constructivo del Proyecto: el desbosque y desbroce en áreas de componentes; montaje y armado de estructuras (torres); instalación de equipos electromecánicos; obras civiles (construcción de componentes y áreas temporales); izaje y tendido de cableado. Corresponden en su mayoría actividades de índole mecánica, más que de algún tipo de proceso industrial; al igual que las actividades previstas en la etapa de operación y mantenimiento. Por lo antes expuesto no se considera necesario evaluar dichos parámetros.

En el caso de la manipulación de algún químico durante el mantenimiento de la infraestructura (limpieza y pintado de torres en posibles puntos de oxidación), se prevé desarrollarlo bajo los estándares de seguridad. Por tal motivo, no se prevé que se puedan generar emisiones que contengan mercurio o cadmio, arsénico y cromo, debido a que las principales fuentes de emisión de estos elementos están asociadas a fuentes antropogénicas como: áreas industriales, industria minera, industria metalúrgica (extracción de minerales y fundición de metales); producción de energía, en dependencia de combustibles fósiles (en particular del

³⁶ Decreto Supremo N.º 0011-2023-MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de aire de los parámetros cadmio, arsénico y cromo en material particulado menor a diez micras (PM_{10}).



 Ana Celi Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259



 WALTER MACHUCA VILLAN
 BIÓLOGO
 COLBOP N° 6640



Ana Celi Ferrnandez

Socióloga

CSP: 3988

carbón), además del tratamiento de desechos e incineración de productos que contienen mercurio.

Las emisiones de elementos contaminantes como mercurio, cadmio, arsénico y cromo están generalmente asociadas a diversas actividades antropogénicas.

Entre las principales fuentes de emisión podemos encontrar:

Áreas Industriales: La producción industrial, especialmente en fábricas que utilizan o generan metales pesados, es una fuente significativa de estos contaminantes.

Industria Minera: La extracción de minerales puede liberar metales pesados en el medio ambiente, ya sea a través de procesos de extracción, procesamiento o transporte.

Industria Metalúrgica: Las operaciones de fundición de metales y otros procesos metalúrgicos también contribuyen a la emisión de estos elementos.

Producción de Energía: La generación de energía, especialmente a partir de combustibles fósiles como el carbón, puede liberar mercurio y otros contaminantes al ambiente.

Tratamiento de Desechos: La incineración de productos que contienen metales pesados y el tratamiento inadecuado de desechos son fuentes importantes de emisiones.

En el contexto del proyecto, se llevará a cabo el mantenimiento de la infraestructura, que incluye la limpieza y el pintado de torres en posibles puntos de oxidación. Estas actividades se realizarán bajo estrictos estándares de seguridad, con el fin de prevenir la liberación de emisiones contaminantes. Debido a las precauciones implementadas y la naturaleza de los materiales que se utilizarán, se prevé que no se generen emisiones que contengan mercurio, cadmio, arsénico o cromo. Esto garantiza que las actividades del proyecto se ejecuten de manera segura y minimizando el impacto ambiental.

Durante el monitoreo también, se realizó la instalación de una estación meteorológica (ETM) para cada estación de calidad de aire que servirá para el registro de los parámetros meteorológicos de forma simultánea a las mediciones. El monitoreo de las condiciones meteorológicas orienta la interpretación sobre la dispersión, deposición, origen y transporte de los contaminantes atmosféricos evaluados durante el periodo de medición. Los parámetros evaluados en las estaciones fueron: temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección de viento.

Tabla 4.1-93: Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m3]
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	10000
Ozono (O ₃)	8 horas	100
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Anual	0,5



Ana Celi Ferrnandez

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra

CSP N° 259



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

BIOLOGO

COLECCIÓN 19540



Ana Celi Fernández
Socióloga
CSP: 3988

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m3]
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Fuente: D.S N° 003-2017-MINAMEstándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

4.1.2.7.2.6 Equipos de Monitoreo

En el siguiente cuadro se describen los equipos empleados para la medición de calidad de aire. En el siguiente Anexo 4.1.24, se presentan los certificados de calibración de los equipos.

Tabla 4.1-94: Equipo de Medición del Monitoreo de Calidad de Aire

Código Interno	Equipo	Marca / Modelo / N° de serie	N° Certificado de Calibración	Fecha de Calibración
EM-OPE-1016	Hi-Vol PM10	Thermo Scientific / VFC / P9027 X	LCA-0115-2024	2024-03-14
EM-OPE-1849	Hi-Vol PM10	Tish Environmental / TE-10557PM10X / P11201X	MA-202306082	2023-06-21
EM-OPE-1022	Hi-Vol PM10	Thermo Scientific / No indica / PA342X	LCA-0012-2024	2024-01-10
ENV-ELOW-006	Low-Vol PM _{2.5}	Rupprecht & Patashnick C.O / Partisol 2000 / 200FA203729909	LCA-0362-2023	2023-12-11
EM-OPE-1649	Low-Vol PM _{2.5}	BGI / PQ200 / No indica	LCA-0389-2023	2023-07-15
EM-OPE-1564	Low-Vol PM _{2.5}	Thermo Scientific / Partisol 2000 / 200FB207500612	LCA-0278-2023	2023-09-08
EM-OPE-1962	Analizador Automático de CO	Thermo Electron Corporation / 48C / 0415506576	LGA-0180-2023	2023-06-22
EM-OPE-1879	Analizador Automático de CO	Thermo Scientific / 48i / 1334059973	LGA-0150-2023	2023-06-21
EM-OPE-2055	Analizador Automático de CO	THERMO ENVIRONMENTAL INSTRUMENTS / 48C / 48CTL-71551-369	LGA-0232-2023	2023-08-17
EM-OPE-1293	Analizador Automático de NO ₂	42C / 42CHL-68190-359	LGA-0029-2024 LGA-0030-2024	2024-01-21
EM-OPE-1694	Analizador Automático de NO ₂	TELEDYNE ADVANCED POLLUTION INSTRUMENTATION / T200 / No indica	LGA-0032-2024	2024-01-21
EM-OPE-954	Analizador Automático de O ₃	TELEDYNE API / 400E / 118	LG-0056-2023	2023-06-21
EM-OPE-952	Analizador Automático de O ₃	TELEDYNE API / 400E / 869	LG-0037-2023	2023-06-20



Ana Celi Fernández
Socióloga
CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Noyra
CSP N° 259



MATEO J. NARCIZA VILLALBA
BIOLOGO
COLBOP N° 6640



Ana Celi Fernández

Socióloga

CSP: 3988

Código Interno	Equipo	Marca / Modelo / N° de serie	N° Certificado de Calibración	Fecha de Calibración
EM-OPE-428	Analizador Automático de O ₃	THERMO ENVIRONMENTAL INSTRUMENTS / 49C / 49C-66891-354	LG-0023-2023	2023-06-21
EM-OPE-16	Estación Meteorológica	Davis Instruments / Vantage Pro 2 / AK130321055	LVVA-0008-2024 LVVA-0007-2024 LHA-0043-2024 LPA-0044-2024 LVA-0045-2024	2024-01-17 al 2024-01-20
EM-OPE-1876	Estación Meteorológica	Davis Instruments / Vantage Pro 2 / BF220822014	LPA-0144-2023 LVVA-0074-2023 LDV-0064-2023 LHA-0223-2023	2023-06-21 al 2023-06-23
EM-OPE-1338	Estación Meteorológica	Davis Instruments / Vantage Pro 2 / No indica	LVVA-0083-2023 LDV-0073-2023 LHA-0285-2023 LPA-0180-2023	2023-08-03 al 2023-08-09
EM-OPE-1975	Manómetro	HTI / HT-1890 / 2022040011970	LPA-0187-2023	2023-08-15
EM-OPE-1340	Rotámetro	Dwyer / VFB-60-SS / No indica	LCA-0208-2023	2023-07-21
EM-OPE-1858	GPS	Garmin / Etrex 20 / 3886451672	LGPS-0015-2023	2023-06-21

Fuente: Cadenas de Custodia (Analytical Laboratory - ALAB), 2024.

4.1.2.7.2.7 Métodos de Análisis

A continuación, se presentan las metodologías empleadas para el análisis del agua superficial.

Tabla 4.1-95: Métodos de Ensayo – Calidad de Aire

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
Dióxido de Azufre (SO ₂)	EPA CFR Title 40. Appendix A-2 to part 50. 2022.	Reference method for the determination of sulfur dioxide in the atmosphere. (Pararosaniline método).
Dióxido de Nitrógeno	NTP ISO 7996, 2019.	Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia.
Material particulado PM ₁₀ Alto volumen	NTP 900.030; 2018.	MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL. Calidad de aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM10 en la atmósfera. 2ª Edición.



Ana Celi Fernández

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery

CSP N° 259



ANITA C. FERNÁNDEZ

BIOLOGO

COLECCIÓN 195640



Ana Celi Fernández

Socióloga

CSP: 3988

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
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.
Mediciones Meteorológicas	ASTM D5741-96 (2017).	Meteorological Parameters: Environmental Temperature, Relative Humidity, Environmental Pressure, Wind Speed, Wind Direction (Wind Rose) Standard Practice for Characterizing Surface Wind Using a Wind Vane and Rotating Anemometer
Metales Totales - Aire HV icp-oes	EPA Compendium Method IO-3.4, June 1999 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: SiO ₂), 2021.	Determination Of Metals In Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.
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.	Calidad de aire. Determinación de ozono en aire ambiental. Método por fotometría ultravioleta.
Sulfuro de Hidrógeno	COVENIN 3571: 2000. (VALIDADO - modificado). 2015.	Determinación de la concentración de sulfuro de hidrógeno (H ₂ S) en la atmósfera

"ASTM": American Society for Testing Materials

"EPA": U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"NTP": Norma Técnica Peruana

ISO: International Organization for Standardization

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.7.2.8 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la calidad de aire realizados en la temporada muy húmeda y húmeda. Así mismo, en el Anexo 4.1.24, se presenta los informes de ensayo y resultados, cadenas de custodia, certificados de calibración y reporte fotográfico de los monitoreos realizados.

Anexo 4.1.24 Monitoreo ambiental – Calidad de aire



Ana Celi Fernández

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery

CSP N° 259



Walter J. Narváez Villan

BIOLOGO

COSP N° 17640

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Tabla 4.1-96: Resultado del Monitoreo de Calidad de Aire – Temporada Muy Húmeda

Temporada	Estación		Ensayo							
			Material particulado PM10 Alto volumen (*)	Material Particulado PM2.5. Bajo volumen (*)	Dióxido de Azufre (SO ₂) ²	Sulfuro de Hidrógeno (*)	Metales Totales - Aire HV icp-oes (Plomo)	Monóxido de Carbono (CO)	(NO ₂) Dióxido de Nitrógeno	(O ₃) Ozono
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Muy Húmeda	CAIR-01	26/03/2024	25.57	15.64	<13.00	<7.00	<0.020	783.950	1.208	7.561
		27/03/2024	23.05	10.44	<13.00	<7.00	<0.020	704.102	1.290	6.673
		28/03/2024	17.39	8.86	<13.00	<7.00	<0.020	740.972	1.229	7.973
		29/03/2024	22.74	15.97	<13.00	<7.00	<0.020	855.231	1.124	7.322
		30/03/2024	20.59	10.23	<13.00	<7.00	<0.020	846.550	1.371	9.486
	CAIR-02	26/03/2024	15.18	10.02	<13.00	<7.00	<0.020	739.776	7.314	7.632
		27/03/2024	23.91	14.30	<13.00	<7.00	<0.020	808.821	3.290	7.513
		28/03/2024	23.48	15.09	<13.00	<7.00	<0.020	761.853	3.364	6.468
		29/03/2024	25.01	15.01	<13.00	<7.00	<0.020	792.212	4.185	8.337
		30/03/2024	27.90	15.34	<13.00	<7.00	<0.020	797.858	3.682	7.331
	CAIR-03	21/03/2024	67.60	15.22	<13.00	<7.00	<0.020	894.219	4.003	7.880
		22/03/2024	24.58	10.15	<13.00	<7.00	<0.020	961.930	4.490	8.907
		23/03/2024	25.57	15.22	<13.00	<7.00	<0.020	876.741	4.175	8.286
		24/03/2024	26.06	15.84	<13.00	<7.00	<0.020	842.613	3.495	7.183
		25/03/2024	20.03	10.85	<13.00	<7.00	<0.020	914.387	3.508	6.916
	CAIR-04	20/03/2024	20.46	16.80	<13.00	<7.00	<0.020	795.500	4.298	9.770
		21/03/2024	23.60	18.05	<13.00	<7.00	<0.020	915.518	3.988	7.948
		22/03/2024	1.04	0.83	<13.00	<7.00	<0.020	830.626	3.418	6.955
		23/03/2024	17.27	10.52	<13.00	<7.00	<0.020	818.119	3.500	6.428


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3568


Geo. Carlos
Vanessa Muñoz Neyra
CSP: 259


Walter J. Navarro Villalba
BIOLOGO
COLESP: 17540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Temporada	Estación		Ensayo							
			Material particulado PM10 Alto volumen (*)	Material Particulado PM2.5. Bajo volumen (*)	Dióxido de Azufre (SO2) ²	Sulfuro de Hidrógeno (*)	Metales Totales - Aire HV icp-oes (Plomo)	Monóxido de Carbono (CO)	(NO2) Dióxido de Nitrógeno	(O3) Ozono
			µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
		24/03/2024	20.03	10.56	<13.00	<7.00	<0.020	827.132	3.316	7.363
CAIR-05	25/03/2024	22.00	10.60	<13.00	<7.00	<0.020	780.038	3.122	7.067	
	26/03/2024	14.50	5.45	<13.00	<7.00	<0.020	777.433	3.256	6.678	
	27/03/2024	10.88	5.16	<13.00	<7.00	<0.020	776.388	3.517	7.235	
	28/03/2024	10.57	5.86	<13.00	<7.00	<0.020	774.428	3.764	7.361	
	29/03/2024	23.23	11.89	<13.00	<7.00	<0.020	855.231	3.357	7.361	
CAIR-06	27/12/2024	17.27	10.52	<13.00	<7.00	<0.020	818.119	3.500	6.428	
	28/12/2024	20.03	10.56	<13.00	<7.00	<0.020	827.132	3.316	7.363	
	29/12/2024	26.43	15.88	<13.00	<7.00	<0.020	888.800	1.461	9.470	
	30/12/2024	23.49	14.55	<13.00	<7.00	<0.020	768.600	1.340	8.720	
	31/12/2024	28.45	16.63	<13.00	<7.00	<0.020	878.500	1.420	9.850	
CAIR-07	27/12/2024	15,61	5,82	<13.00	<7.00	<0.020	790.630	4.262	9.340	
	28/12/2024	20,16	10,81	<13.00	<7.00	<0.020	858.180	4.000	9.130	
	29/12/2024	23.22	13.59	<13.00	<7.00	<0.020	785.140	3.970	7.640	
	30/12/2024	21.10	10.66	<13.00	<7.00	<0.020	969.970	3.650	8.810	
	31/12/2024	30.48	15.39	<13.00	<7.00	<0.020	827.61	4.37	8.71	
ECA Aire			100	50	250	150	1.5	10000	200	100

* D.S N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

"<" Menor que el Límite de cuantificación del método (L.C.M)

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.


Ana Cusi-Fernandez
Socióloga
CSP: 1568


Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra
COP N° 259


WALTER J. MARTÍNEZ VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Tabla 4.1-97: :Resultado del Monitoreo de Calidad de Aire – Temporada Húmeda

Temporada	Estación		Ensayo							
			Material particulado PM10 Alto volumen (*)	Material Particulado PM2.5. Bajo volumen (*)	Dióxido de Azufre (SO ₂) ²	Sulfuro de Hidrógeno (*)	Metales Totales - Aire HV icp-oes (Plomo)	Monóxido de Carbono (CO)	(NO ₂) Dióxido de Nitrógeno	(O ₃) Ozono
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Húmeda	CAIR-01	2/08/2024	20.77	14.14	<13.00	<7.00	<0.020	868.24	1.34	7.63
		3/08/2024	18.44	13.47	<13.00	<7.00	<0.020	658.26	1.32	7.02
		4/08/2024	22.68	17.84	<13.00	<7.00	<0.020	607.34	1.31	7.97
		5/08/2024	20.63	15.31	<13.00	<7.00	<0.020	694.35	1.22	7.66
		6/08/2024	17.83	10.62	<13.00	<7.00	<0.020	650.88	1.15	7.61
	CAIR-02	3/08/2024	26.3	18.84	<13.00	<7.00	<0.020	741.5	3.45	7.93
		4/08/2024	28.58	19.34	<13.00	<7.00	<0.020	705.37	3.38	8.43
		5/08/2024	23.61	17.38	<13.00	<7.00	<0.020	702.15	3.25	7.69
		6/08/2024	27.32	18.27	<13.00	<7.00	<0.020	751.39	3.22	7.59
		7/08/2024	20.49	15.46	<13.00	<7.00	<0.020	721.11	3.33	7.6
	CAIR-03	31/07/2024	30.42	17.88	<13.00	<7.00	<0.020	1024.61	3.55	6.7
		1/08/2024	35.71	20.08	<13.00	<7.00	<0.020	1139.3	3.58	8.66
		2/08/2024	27.41	20.79	<13.00	<7.00	<0.020	1041.12	4.05	8.07
		3/08/2024	30.48	22.58	<13.00	<7.00	<0.020	1040.75	3.51	8.21
		4/08/2024	27.95	17.15	<13.00	<7.00	<0.020	1138.62	3.72	8.93
	CAIR-04	31/07/2024	20.22	10.4	<13.00	<7.00	<0.020	956.39	4	9.28
		1/08/2024	23.72	11.19	<13.00	<7.00	<0.020	828.95	3.38	7.82
		2/08/2024	20.71	15.76	<13.00	<7.00	<0.020	1149.44	3.56	8.4
		3/08/2024	23.23	16.26	<13.00	<7.00	<0.020	917.21	3.93	7.71
		4/08/2024	20.46	14.68	<13.00	<7.00	<0.020	908.7	3.99	8.66


Ana Cusi-Fernandez
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carlo Vanessa Muñoz Neyra
CSP: N° 259


WALTER J. HUAMANI VILLALBA
BIOLOGO
COLESP N° 540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Temporada	Estación		Ensayo							
			Material particulado PM10 Alto volumen (*)	Material Particulado PM2.5. Bajo volumen (*)	Dióxido de Azufre (SO ₂) ²	Sulfuro de Hidrógeno (*)	Metales Totales - Aire HV icp-oes (Plomo)	Monóxido de Carbono (CO)	(NO ₂) Dióxido de Nitrógeno	(O ₃) Ozono
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
	CAIR-05	01/08/24	20.59	10.44	<13.00	<7.00	<0.020	922.73	4.34	9.37
		2/08/2024	20.53	12.48	<13.00	<7.00	<0.020	915.13	3.69	7.75
		3/08/2024	22.31	15.8	<13.00	<7.00	<0.020	921.48	3.78	8.31
		4/08/2024	17.76	10.58	<13.00	<7.00	<0.020	967.35	4.31	7.64
		5/08/2024	20.23	11.86	<13.00	<7.00	<0.020	987.06	4.18	8.59
	CAIR-06	19/09/2024	26.55	10.77	<13.00	<7.00	<0.020	814.72	1.44	9
		20/09/2024	27.41	15.39	<13.00	<7.00	<0.020	729.36	1.53	7.94
		21/09/2024	27.65	15.34	<13.00	<7.00	<0.020	768.6	1.46	8.72
		22/09/2024	35.46	18.71	<13.00	<7.00	<0.020	888.8	1.34	8.72
		23/09/2024	17.39	10.35	<13.00	<7.00	<0.020	878.5	1.42	9.85
	CAIR-07	19/09/2024	30.17	20.33	<13.00	<7.00	<0.020	763.82	4.12	9.03
		20/09/2024	35.21	22.41	<13.00	<7.00	<0.020	837.83	3.9	8.91
		21/09/2024	30.42	17.47	<13.00	<7.00	<0.020	785.14	3.97	7.64
		22/09/2024	20.03	13.68	<13.00	<7.00	<0.020	969.97	3.65	8.81
		23/09/2024	17.45	10.77	<13.00	<7.00	<0.020	827.61	4.37	8.71
	ECA Aire		100	50	250	150	1.5	10000	200	100

* D.S N° 003-2017-MINAMEstándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

"<" Menor que el Límite de cuantificación del método (L.C.M)

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.


Ana Cusi-Fernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra
COP N° 259


WALTER J. HUATIMAY VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 540

4.1.2.7.2.8.1 Material Particulado

El monitoreo de material particulado se realizó en ambas temporadas, se llevaron a cabo mediciones de material particulado en siete estaciones (CAIR-01 a CAIR-04). Los resultados indican lo siguiente:

- **PM₁₀:**

- *Temporada Muy Húmeda:*

El valor máximo de PM₁₀ registrado fue de 67.60 µg/m³ en la estación CAIR-03 (21/03/2024). Este nivel es significativamente mayor en comparación con las otras estaciones. La posible razón podría estar relacionada con la proximidad de la estación a una fuente de emisión directa, como mayor tránsito vehicular.

Aunque los valores son variados, ninguno supera el Estándar de Calidad Ambiental para (100 µg/m³). Esto sugiere que la calidad del aire para PM₁₀ se mantuvo dentro de los límites establecidos durante el periodo de monitoreo.

- *Temporada Húmeda:*

El valor máximo de PM₁₀ registrado fue de 35.71 µg/m³ en la estación CAIR-03 (01/08/2024). Todos los valores de PM₁₀ se encuentran por debajo del ECA de 100 µg/m³. Las estaciones CAIR-03, CAIR-06 y CAIR-07 muestran las concentraciones más altas, lo que probablemente podría estar relacionado con el tránsito vehicular o actividades industriales. Sin embargo, las concentraciones se mantienen dentro de los límites permisibles, lo que indica una calidad del aire aceptable respecto a este contaminante.

Promedio de las estaciones en ambas temporadas:

Tabla 4.1-98: :Resultado del PM₁₀ – Promedio

Estaciones	Promedios	
	Temporada Muy Húmeda	Temporada Húmeda
CAIR-01	21.868 µg/m ³	20.070 µg/m ³
CAIR-02	23.096 µg/m ³	25.260 µg/m ³
CAIR-03	32.768 µg/m ³	30.394 µg/m ³
CAIR-04	16.48 µg/m ³	21.668 µg/m ³
CAIR-05	16.236 µg/m ³	20.284 µg/m ³
CAIR-06	24.954 µg/m ³	26.892 µg/m ³
CAIR-07	24.933 µg/m ³	26.656 µg/m ³

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

La concentración de PM₁₀ en las estaciones:

- CAIR-01: Los resultados en ambas temporadas se mantuvieron estables; sin embargo, se registró una leve disminución en los valores en la temporada húmeda.


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla
Venissa Muñoz Nayra
CSP N° 259


M. J. SANCHEZ
BIOLOGO
COLECCIÓN 15640

Esto indica que la calidad del aire se mantiene con niveles bajos y dentro del límite permitido por el ECA ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

- CAIR-02: Se observa un ligero incremento en la concentración de PM_{10} durante la temporada húmeda, el cual podría estar relacionado con cambios en las actividades antrópicas en el entorno y/o o de las condiciones meteorológicas, que podrían influir en la concentración de partículas en el aire. Aun así, los valores se mantienen por debajo del ECA ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- CAIR-03: Si bien existe una ligera disminución en los valores registrados durante la temporada húmeda, se siguen mostrando las concentraciones más altas de PM_{10} en ambas temporadas. Esto podría estar relacionado con actividades cercanas que generan material particulado, como tránsito vehicular. Sin embargo, los valores aún están lejos del límite del ECA ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- CAIR-04: Esta estación muestra incremento notable en la concentración de PM_{10} en la temporada húmeda. El aumento podría estar vinculado a actividades locales (tránsito vehicular) y/o al cambio en las condiciones meteorológicas que favorezcan en la acumulación de partículas en el aire. A pesar del aumento, los niveles siguen por debajo del ECA ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- CAIR-05: Se observa un ligero incremento en la concentración de PM_{10} durante la temporada húmeda, el cual podría estar relacionado con cambios en las condiciones meteorológicas, que podrían influir en la concentración de partículas en el aire. Aun así, los valores se mantienen por debajo del ECA ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- CAIR-06: Se indican niveles moderados de material particulado. Los valores siguen por debajo del ECA ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- CAIR-07: Se presentan concentraciones moderadas de PM_{10} en la temporada húmeda, los valores sugieren una calidad del aire aceptable.

• PM2.5

- *Temporada Muy Húmeda:*

El valor máximo registrado fue de $18.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CAIR-04 (21/03/2024). Lo cual podría estar relacionada a que la estación se encuentra ubicada en una zona más expuesta a las actividades agrícolas, lo que podría haber contribuido al aumento temporal de material particulado en el aire. Cabe resaltar que, los niveles de $\text{PM}_{2.5}$ también se mantienen por debajo del Estándar de Calidad Ambiental ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lo que indica que la concentración de partículas finas es baja o no presenta un riesgo significativo en las estaciones monitoreadas.

- *Temporada Húmeda:*

El valor máximo registrado fue de $22.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CAIR-03 (03/08/2024). Los niveles de $\text{PM}_{2.5}$ se mantienen por debajo del ECA ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), se mantiene la tendencia de baja concentración de partículas finas en la temporada húmeda.

Promedio de las estaciones en ambas temporadas:


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla Venessa Muñoz Nery
CSP N° 259


M. J. SANCHEZ VILLALBA
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR
CSP N° 259

Tabla 4.1-99: Resultado del PM_{2.5} – Promedio

Estaciones	Promedios	
	Temporada Muy Húmeda	Temporada Húmeda
CAIR-01	12.228 µg/m ³	14.276 µg/m ³
CAIR-02	13.952 µg/m ³	17.858 µg/m ³
CAIR-03	13.456 µg/m ³	19.696 µg/m ³
CAIR-04	11.352 µg/m ³	13.658 µg/m ³
CAIR-05	7.792 µg/m ³	12.232 µg/m ³
CAIR-06	14.236 µg/m ³	14.112 µg/m ³
CAIR-07	13.213 µg/m ³	16.932 µg/m ³

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

La concentración de PM_{2.5} en las estaciones:

- CAIR-01: Se presente un aumento moderado en la concentración de PM_{2.5} en la temporada muy húmeda. Aunque el valor sigue muy por debajo del ECA (50 µg/m³), el incremento podría deberse a factores como la menor dispersión de partículas en la atmósfera al corresponder a una temporada "más seca".
- CAIR-02: Se presenta un aumento significativo en la concentración de PM_{2.5} en la temporada húmeda. Esto sugiere la posible aparición de una fuente de emisión adicional (aumento en el tránsito vehicular en vía contigua) y/o condiciones climáticas que favorezcan la concentración de partículas finas en el aire. Aun así, los valores están dentro de los límites aceptables establecidos por el ECA (50 µg/m³).
- CAIR-03: En esta estación se registran valores notables de PM_{2.5} en ambas temporadas. La estación destaca por registrar la mayor concentración de PM_{2.5} en la temporada húmeda, lo que podría estar asociado a actividades industriales, aumento de tránsito y/o condiciones meteorológicas desfavorables. A pesar de esto, los valores se mantienen por debajo del límite, lo que indica que la calidad del aire sigue siendo aceptable.
- CAIR-04: el incremento de esta estación es leve, lo que indica que la calidad del aire se mantiene bastante estable entre las dos temporadas, con una ligera tendencia al aumento. Los valores de PM_{2.5} siguen siendo bajos y dentro del ECA (50 µg/m³).
- CAIR-05: En esta estación se registran valores bajos de PM_{2.5} en ambas temporadas. Los valores se mantienen por debajo del límite, lo que indica que la calidad del aire sigue siendo aceptable, muy por debajo del ECA (50 µg/m³).
- CAIR-06: En la temporada húmeda, esta estación reporta niveles moderados de PM_{2.5}. No se cuenta con datos de la temporada muy húmeda para compararlos, pero los niveles observados están en un rango dentro de los límites del ECA (50 µg/m³).
- CAIR-07: El promedio registrado en la temporada húmeda es más alto que en otras estaciones, aunque sigue dentro de los límites permisibles, esto podría estar asociado a los incendios forestales que se desarrollaron en la región durante este periodo, por lo que se podría haber generado mayor presencia de material particulado en la zona.

• **Plomo en PM₁₀**

- *Temporada Muy Húmeda:*


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla
Venezia Muñoz Nayra
CSP N° 259


Mónica
BIOLOGO
COSP N° 15640

Todos los resultados fueron $<0.020 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que no se puede calcular un promedio significativo. Por otro lado, en todas las estaciones, los niveles de plomo fueron inferiores al Límite de Detección del Método ($<0.020 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Este hecho es consistente en todas las mediciones, lo cual indica una muy baja presencia de plomo en el aire.

Los niveles de plomo son significativamente inferiores al Estándar de Calidad ambiental ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Esto sugiere que no existen fuentes significativas de emisión de plomo en la zona durante el periodo de monitoreo.

- *Temporada Húmeda:*

Todos los resultados fueron $<0.020 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiores al límite de detección. Al igual que en la temporada anterior, los niveles de plomo son indetectables ($<0.020 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lo que indica una ausencia de fuentes significativas de emisión de este metal. El ECA de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no se supera, lo que implica que no hay riesgo por este contaminante.



Ana Carolina Fernández
Socióloga
CSP: 3588



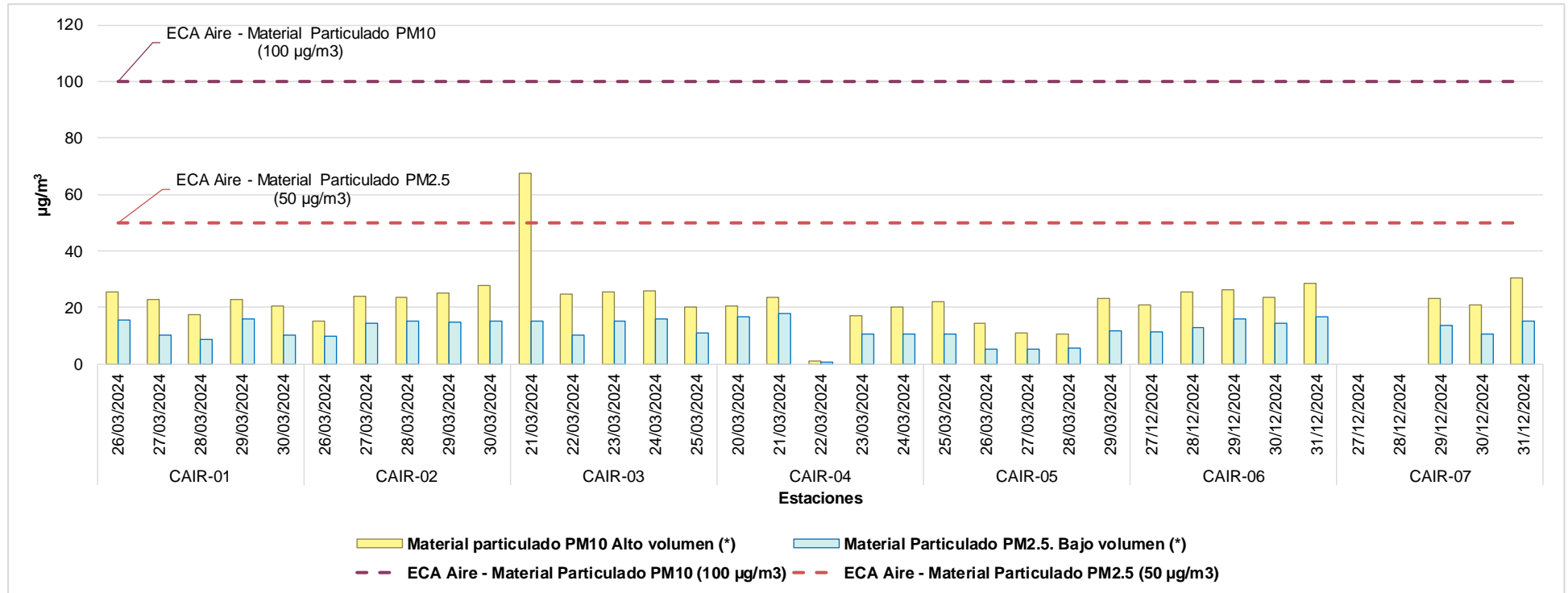
Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
CSP N° 259



Mónica J. Sánchez Villalva
BIOLOGO
COSP N° 17540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Gráfico 4.1-32: Resultados de PM10 y PM2.5 – Temporada Muy Húmeda

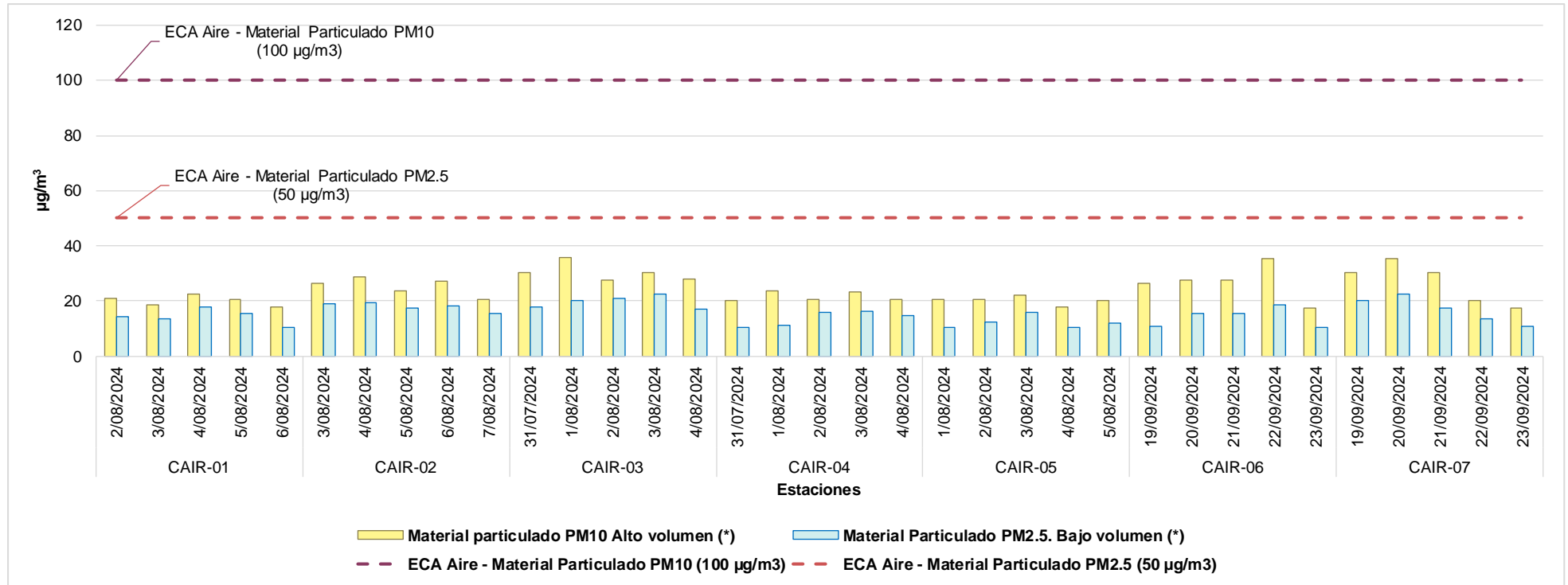


* D.S N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

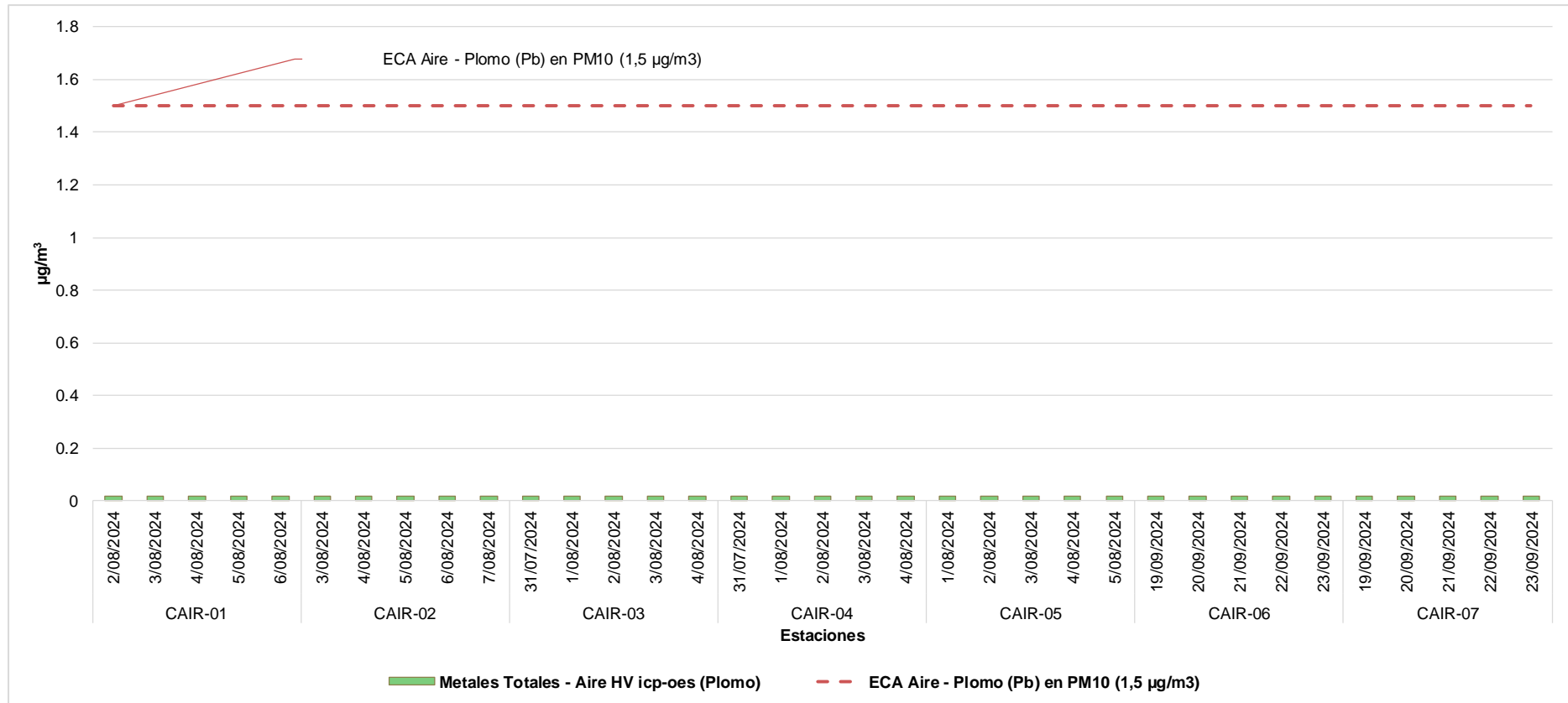
Gráfico 4.1-33: Resultados de PM10 y PM2.5 – Temporada Húmeda



* D.S. N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire
 Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Gráfico 4.1-34: Resultados de Plomo en PM10 – Temporada Muy Húmeda



* D.S N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

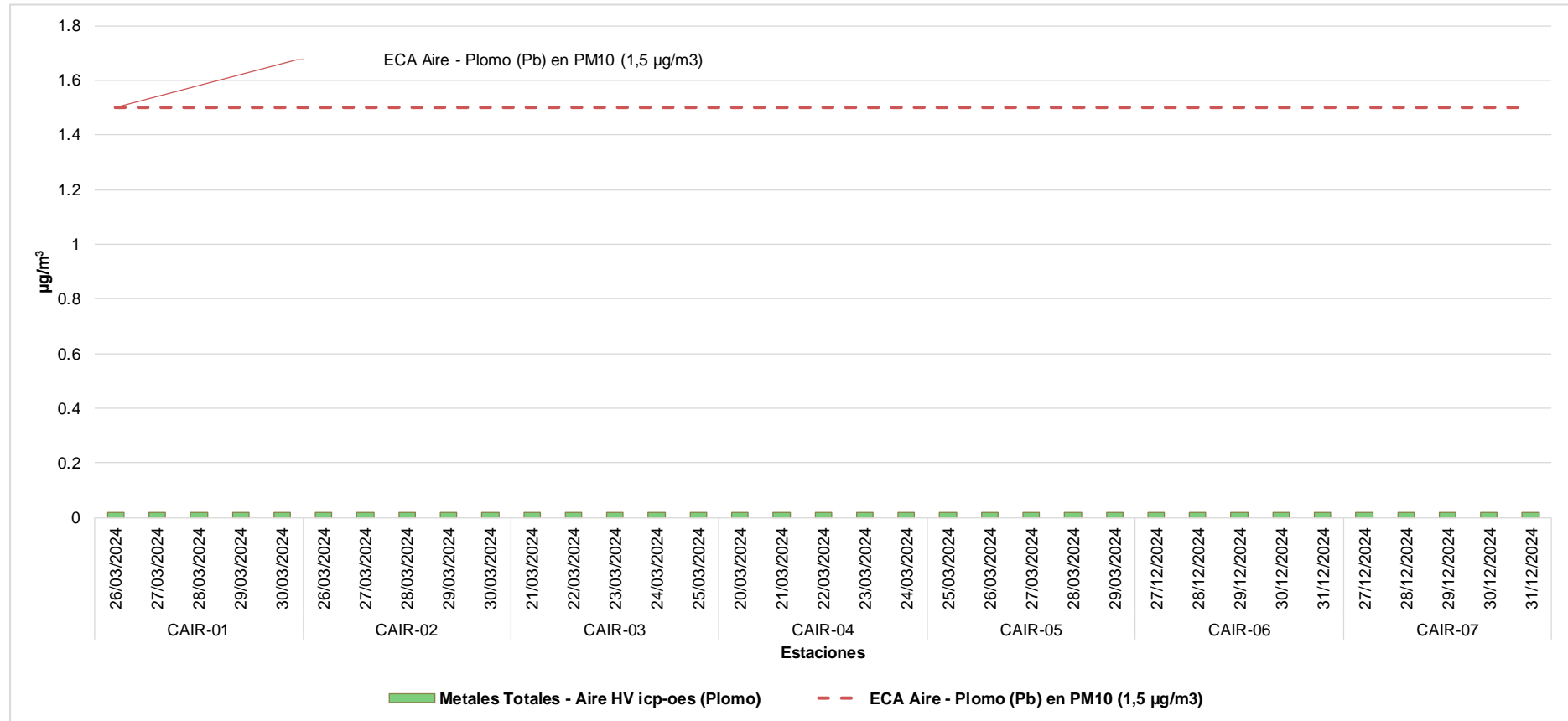

Ana Cordero
Socióloga
CSP N° 3988


Geo. Carlo Vanessa Muñoz Neyra
CSP N° 259


Mónica J. Navarro Villalba
Biólogo
Colegio N° 17540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Gráfico 4.1-35: Resultados de Plomo en PM₁₀ – Temporada Húmeda



* D.S N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.


Ana Cordero
Socióloga
CSP N° 3988


Geo. Carlo Vanessa Muñoz
CSP N° 259


M. J. NATIVIDAD VILLALBA
BIÓLOGO
COSP N° 17540

4.1.2.7.2.8.2 Gases Atmosféricos

Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

- Dióxido de Azufre (SO_2): Las concentraciones de SO_2 fueron consistentemente inferiores al Límite de Detección del Método ($13.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en todas las estaciones y fechas monitoreadas. Estos valores están muy por debajo del límite del estándar de calidad ambiental para aire ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$), indicando una baja concentración de SO_2 en el área.
- Sulfuro de Hidrógeno (H_2S): Todas las concentraciones de sulfuro de hidrógeno estuvieron por debajo del Límite de Detección del Método ($7.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$), indicando niveles no detectables o muy bajos de este gas. El estándar de calidad ambiental para aire establece un límite de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que estos resultados muestran una conformidad con la normativa.
- Monóxido de Carbono (CO): Los valores de monóxido de carbono fluctuaron entre $607.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $1149.44 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El valor más alto se registró en la estación CAIR-04 (02/08/2024). Todos los valores estuvieron muy por debajo del límite establecido por el Estándar de calidad ambiental para aire ($10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Dióxido de Nitrógeno (NO_2): Las mediciones de NO_2 variaron entre $1.124 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $7.314 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El valor más alto se observó en la estación CAIR-02 (26-27/03/2024); sin embargo, el valor registrado se encuentra muy por debajo del estándar de calidad ambiental para aire ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Ozono (O_3): Las concentraciones de ozono oscilaron entre $6.428 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $9.850 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El valor máximo se registró, en ambas temporadas, para la estación CAIR-06 (23/09/2024 y 31/12/2024). Todos los valores estuvieron significativamente por debajo del límite del estándar de calidad ambiental para aire ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Dióxido de Nitrógeno (NO_2)**

- *Temporada Muy Húmeda:*

El valor máximo fue de $7.314 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en CAIR-02 (26/03/2024). Esto posiblemente podría relacionarse con el tránsito vehicular, según las características del área, ya que se encuentra contiguo a una vía principal (pavimentada) que conecta a la población de San Vicente y Jepelacio hacia el poblado de Baños Tarmales.

Los niveles de NO_2 se encuentran significativamente por debajo del límite del Estándar de Calidad Ambiental ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lo que indica un bajo riesgo por este contaminante.

- *Temporada Húmeda:*

El valor máximo fue de $4.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en CAIR-07 (23/09/2024). A pesar de ello los niveles de NO_2 se mantienen considerablemente bajos en comparación con el ECA ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Promedio de las estaciones en ambas temporadas:


 Ana Carolina
 Socióloga
 CSP: 3988


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259


 Mónica
 Bióloga
 Colección 19540

Tabla 4.1-100: Resultado del NO₂ – Promedio

Estaciones	Promedios	
	Temporada Muy Muy húmeda	Temporada Húmeda
CAIR-01	1.244 µg/m ³	1.268 µg/m ³
CAIR-02	4.367 µg/m ³	3.326 µg/m ³
CAIR-03	3.934 µg/m ³	3.682 µg/m ³
CAIR-04	3.704 µg/m ³	3.772 µg/m ³
CAIR-05	3.403 µg/m ³	4.060 µg/m ³
CAIR-06	1.450 µg/m ³	1.438 µg/m ³
CAIR-07	4.050 µg/m ³	4.002 µg/m ³

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

 La concentración de NO₂ en las estaciones:

- CAIR-01: Los valores de NO₂ registrado en esta estación son muy bajos y presentan una variación mínima entre ambas temporadas. Esto indica que las fuentes de emisión de NO₂ en esta área son limitadas.
- CAIR-02: Aunque hay una ligera disminución de NO₂ en la temporada húmeda, los valores siguen siendo bastante bajos en esta estación. Lo que sugiere que, aunque puede haber fuentes de emisión de NO₂, la calidad del aire sigue siendo buena.
- CAIR-03: Presenta un leve aumento en la concentración de NO₂ durante la temporada húmeda, lo cual podría estar relacionado con condiciones climáticas que favorecen la concentración de este gas. Sin embargo, los niveles siguen siendo bajos en comparación con el ECA (200 µg/m³).
- CAIR-05: Los valores de NO₂ registrado en esta estación, presentan una serie de valores más altos que en otras estaciones en la temporada húmeda, presentan una variación mínima en la temporada muy húmeda.
- CAIR-04: Esta estación muestra estabilidad en los niveles de NO₂ entre ambas temporadas, con un leve aumento en la temporada húmeda. Aun así, los valores de NO₂ son muy bajos en comparación con el ECA (200 µg/m³).
- CAIR-06: Los valores de NO₂ en la temporada húmeda son muy bajos. Esto refleja una baja presencia de fuentes emisoras de NO₂ en esta área.
- CAIR-07: Se presentan valores bajos de NO₂ durante la temporada húmeda. Al igual que las demás estaciones, el promedio registrado está muy por debajo del ECA (200 µg/m³).

• Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)

- *Temporada Muy Húmeda:*

En todas las estaciones los valores fueron inferiores al límite de detección (<7.00 µg/m³) durante todo el periodo de monitoreo, por lo que no se puede calcular un promedio significativo. Por otro lado, no se registraron valores por encima del límite de detección



 Ana Carolina

 Socióloga

 CSP: 3988



 Geo. Carla

 Venessa Muñoz Nayra

 CSP N° 259



 J. Sánchez

 Biólogo

 Colección N° 259

en ninguna estación. Esto indica la ausencia significativa de fuentes de emisión de sulfuro de hidrógeno en el área.

El Estándar de Calidad Ambiental para el sulfuro de hidrógeno es de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y todos los resultados están muy por debajo de este límite. Esto sugiere que no hay presencia detectable de sulfuro de hidrógeno en el área de estudio.

- *Temporada Húmeda:*

En todas las estaciones los resultados fueron de $<7.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiores al límite de detección. No se detectó sulfuro de hidrógeno en ninguna estación, lo que indica la ausencia de fuentes de emisión de este gas.

• **Dióxido de Azufre (SO_2)**

- *Temporada Muy Húmeda:*

Los resultados para el dióxido de azufre también fueron consistentemente inferiores al límite de detección ($<13.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en todas las estaciones durante el periodo de monitoreo, por lo que no se puede calcular un promedio significativo.

- *Temporada Húmeda:*

Todos los resultados de dióxido de azufre fueron de $<13.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiores al límite de detección. Los niveles de SO_2 permanecen indetectables, lo que sugiere la ausencia de fuentes de emisión de este contaminante.

En ambas temporadas, en ninguna estación se registraron valores por encima del límite de detección. Esto es indicativo de una baja presencia de sulfuro de dióxido de azufre, lo que posiblemente estaría relacionado con la ausencia de fuentes relevantes de este contaminante.

El Estándar de Calidad Ambiental para SO_2 es de $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, todos los resultados están significativamente por debajo de este límite, lo que sugiere que no hay niveles preocupantes de dióxido de azufre en el área de estudio.

• **Ozono (O_3)**

- *Temporada Muy Húmeda:*

El valor máximo de $9.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se registró en CAIR-06 el día 31/12/2024. Lo razon probable de este valor podría deberse a que la estación se encuentra en una zona con mayor radiación solar y presencia de contaminantes precursores del ozono (NO_2 y compuestos orgánicos volátiles). Sin embargo, estos niveles siguen siendo muy bajos.

El Estándar de Calidad Ambiental para el ozono es de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y todos los resultados están muy por debajo de este límite. Los niveles bajos registrados indican que, durante el



 Ana Cusi-Fernández
 Socióloga
 CSP: 3988



 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
 CSP N° 259



 Mónica J. Martínez Villalva
 Bióloga
 Colección R5640

periodo de monitoreo, las condiciones no favorecieron a la formación significativa de ozono.

- *Temporada Húmeda:*

El valor máximo de $9.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se registró en CAIR-06 el día 23/09/2024. A pesar de ello los niveles de ozono son bajos y están muy por debajo del ECA ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Promedio de las estaciones en ambas temporadas:

Tabla 4.1-101: Resultado del Ozono (O3) – Promedio

Estaciones	Promedios	
	Temporada Muy Húmeda	Temporada Húmeda
CAIR-01	$7.803 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$7.578 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-02	$7.456 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$7.848 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-03	$7.834 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$8.114 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-04	$7.693 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$8.374 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-05	$7.140 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$8.332 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-06	$9.040 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$8.846 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-07	$8.726 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$8.620 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

La concentración de O3 en las estaciones:

- CAIR-01: los niveles de ozono para esta estación son relativamente estables entre ambas temporadas, con una ligera disminución en la temporada húmeda.
- CAIR-02: esta estación muestra un ligero aumento en la concentración de ozono durante la temporada húmeda. Sin embargo, los niveles siguen siendo bajos en comparación al ECA.
- CAIR-03: esta estación presenta un incremento leve en los niveles de ozono en la temporada húmeda. Al igual que en las estaciones anteriores, los promedios son bajos.
- CAIR-04: Se observa un aumento en la concentración de ozono durante la temporada húmeda, aunque sigue siendo un nivel bajo. Esto podría relacionarse con cambios en las condiciones atmosféricas que facilitan la formación de ozono.
- CAIR-05: Se observa un aumento en la concentración de ozono durante la temporada húmeda, aunque sigue siendo un nivel bajo. Esto podría relacionarse con cambios en las condiciones atmosféricas que facilitan la formación de ozono.
- CAIR-06: el valor del resultado en la temporada húmeda de esta estación es bajo.
- CAIR-07: esta estación presenta el promedio más alto de ozono entre las estaciones monitoreadas, pero aun así se mantiene dentro de un rango aceptable.

• **Monóxido de Carbono (CO)**

- *Temporada Muy Húmeda:*


Ana Cusi-Fernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Mónica J. Sánchez Villan
BIOLOGO
COSP N° 15640

El valor máximo de $969.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se registró en CAIR-07 (30/12/2024). Esto se debe posiblemente a la cercanía de la estación a áreas una vía de acceso de alto tránsito vehicular y procesos de combustión.

Todos los niveles de CO están muy por debajo del límite del Estándar de Calidad Ambiental ($10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lo que sugiere que no existen concentraciones significativas de este gas en la atmósfera durante el monitoreo.

- *Temporada Húmeda:*

El valor máximo de $1149.44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se registró en CAIR-04 (2/08/2024). Posiblemente por la cercanía de la estación a áreas con mayor tráfico vehicular. Aunque los niveles de CO son más elevados en comparación con otros contaminantes, siguen estando muy por debajo del ECA ($10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Promedio de las estaciones en ambas temporadas:

Tabla 4.1-102: Resultado del Monóxido de Carbono (CO) – Promedio

Estaciones	Promedios	
	Temporada Muy Húmeda	Temporada Húmeda
CAIR-01	$786.161 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$695.814 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-02	$780.104 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$724.304 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-03	$897.978 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$1076.880 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-04	$837.379 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$952.138 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-05	$792.703 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$942.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-06	$822.098 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$815.996 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CAIR-07	$846.306 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$836.874 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

La concentración de CO en las estaciones:

- CAIR-01: En esta estación se observa una disminución en los niveles de monóxido de carbono durante la temporada húmeda. Aunque ambos promedios son relativamente altos, la reducción sugiere que las condiciones ambientales podrían haber influido en la dispersión de CO.
- CAIR-02: Esta estación también presenta una reducción en los niveles de CO de la temporada muy húmeda a la húmeda. Sin embargo, los niveles siguen siendo elevados, lo que podría indicar fuentes de emisión persistentes en el área.
- CAIR-03: en esta estación se observa un aumento significativo en los niveles de CO en la temporada húmeda. Este incremento podría estar asociada con actividades locales, como el tráfico o la industria, que emiten CO.
- CAIR-04: Se presenta un aumento en los niveles de CO durante la temporada húmeda. Al igual que la estación CAIR-03, este aumento podría ser indicativo de una mayor actividad que genera emisiones de CO.


Ana Cusi-Fernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


MATEO J. MARCOS YILUAY
BIOLOGO
COLEOP N° 5640

- CAIR-05: Similar comportamiento al de la estación CAIR-04, se registra un aumento en la temporada húmeda; sin embargo, es notablemente por debajo del ECA ($10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- CAIR-06: el promedio en la temporada húmeda de esta estación es alto. Lo que sugiere que hay una fuente continua de emisión de CO en esta área.
- CAIR-07: al igual que en la estación CAIR-06, en la estación CAIR-07 también se muestra un nivel elevado de CO.



Ana Cusi-Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

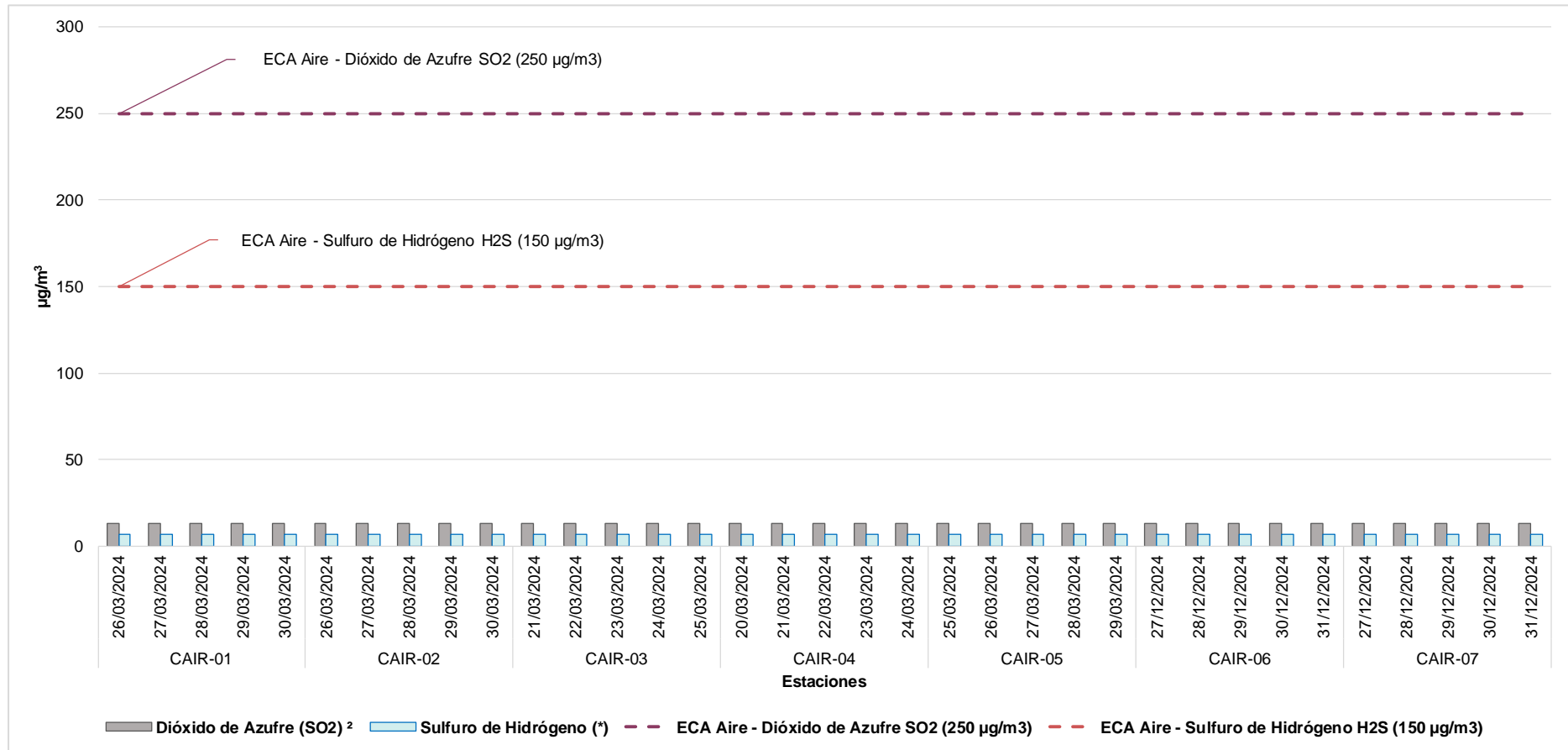


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259



Mónica J. Martínez Villan
BIOLOGO
COSP N° 17640

Gráfico 4.1-36: Resultados de Dióxido de Azufre (SO₂) y Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) – Temporada Muy Húmeda

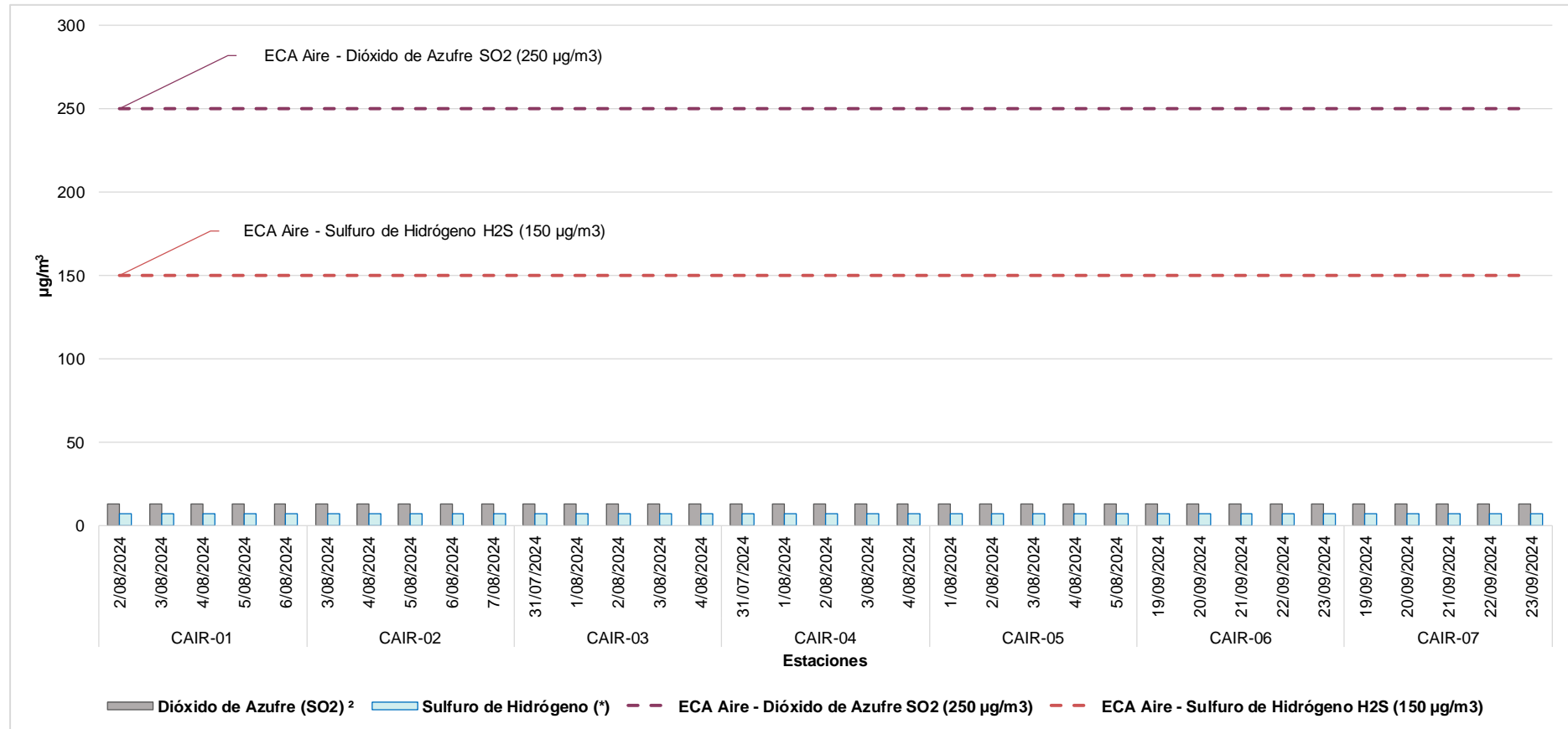


* D.S N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra
COP N° 259

Ing. J. NATANIEL VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 540

Gráfico 4.1-37: Resultados de Dióxido de Azufre (SO₂) y Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) – Temporada Húmeda



* D.S. N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

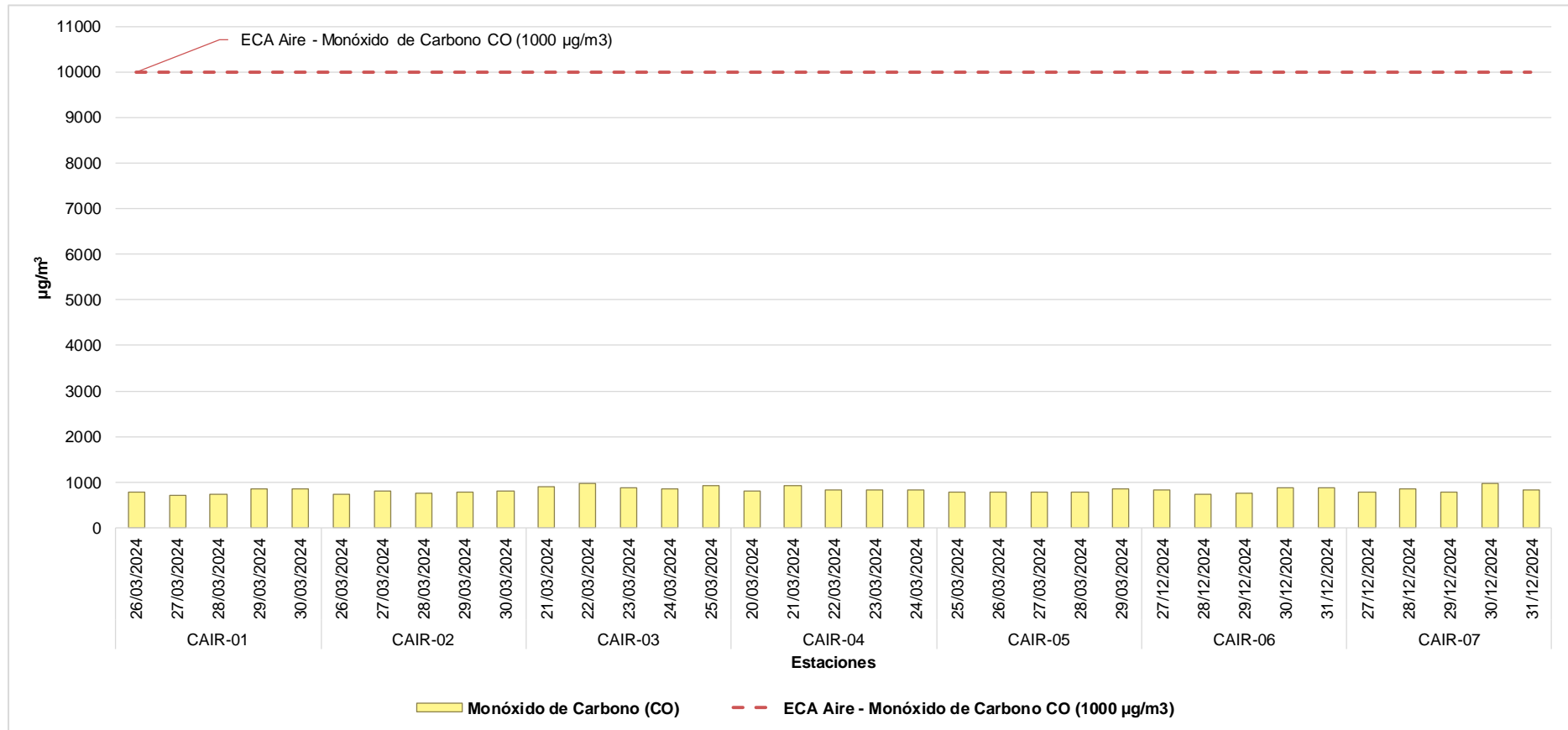
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Geo. Carla Vanessa Muñoz Neyra
COP N° 259

Ing. J. NATANIEL VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Gráfico 4.1-38: Resultados de Monóxido de Carbono (CO) – Temporada Muy Húmeda



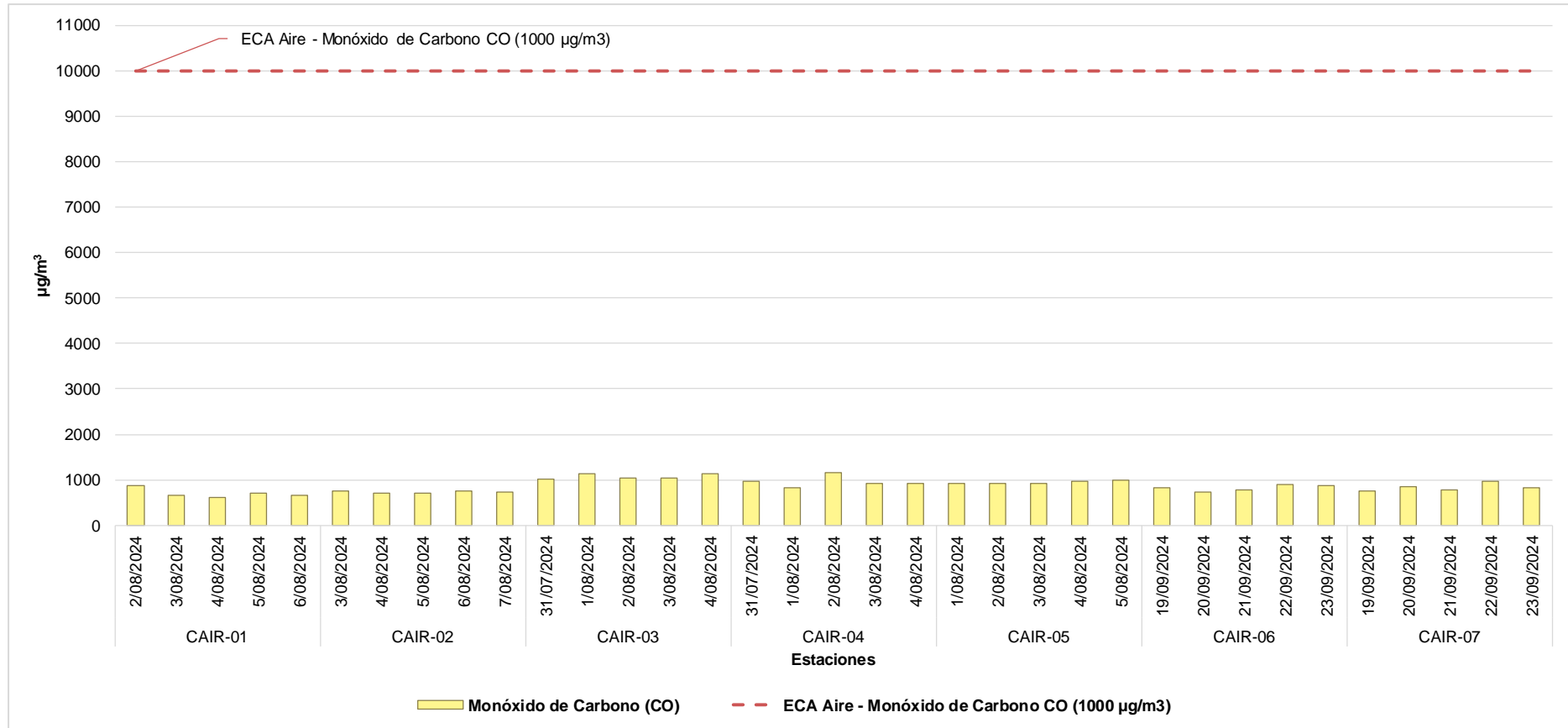
* D.S N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Geo. Carla Vanessa Muñoz Neira
COP N° 259

Ing. J. NATANIEL VILLALBA
BIOLOGO
COP N° 17540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

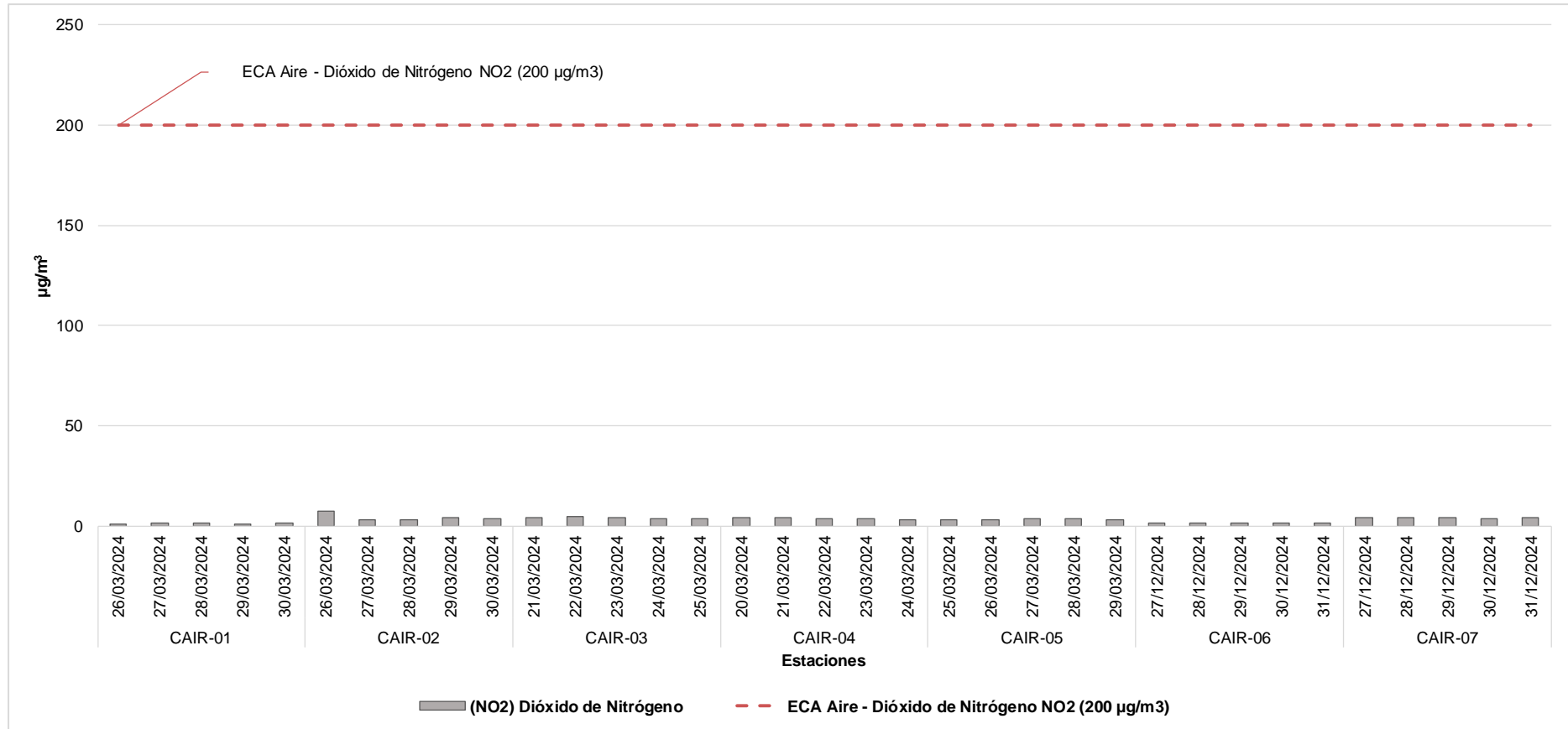
Gráfico 4.1-39: Resultados de Monóxido de Carbono (CO) – Temporada Húmeda



* D.S. N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Gráfico 4.1-40: Resultados de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) – Temporada Muy Húmeda



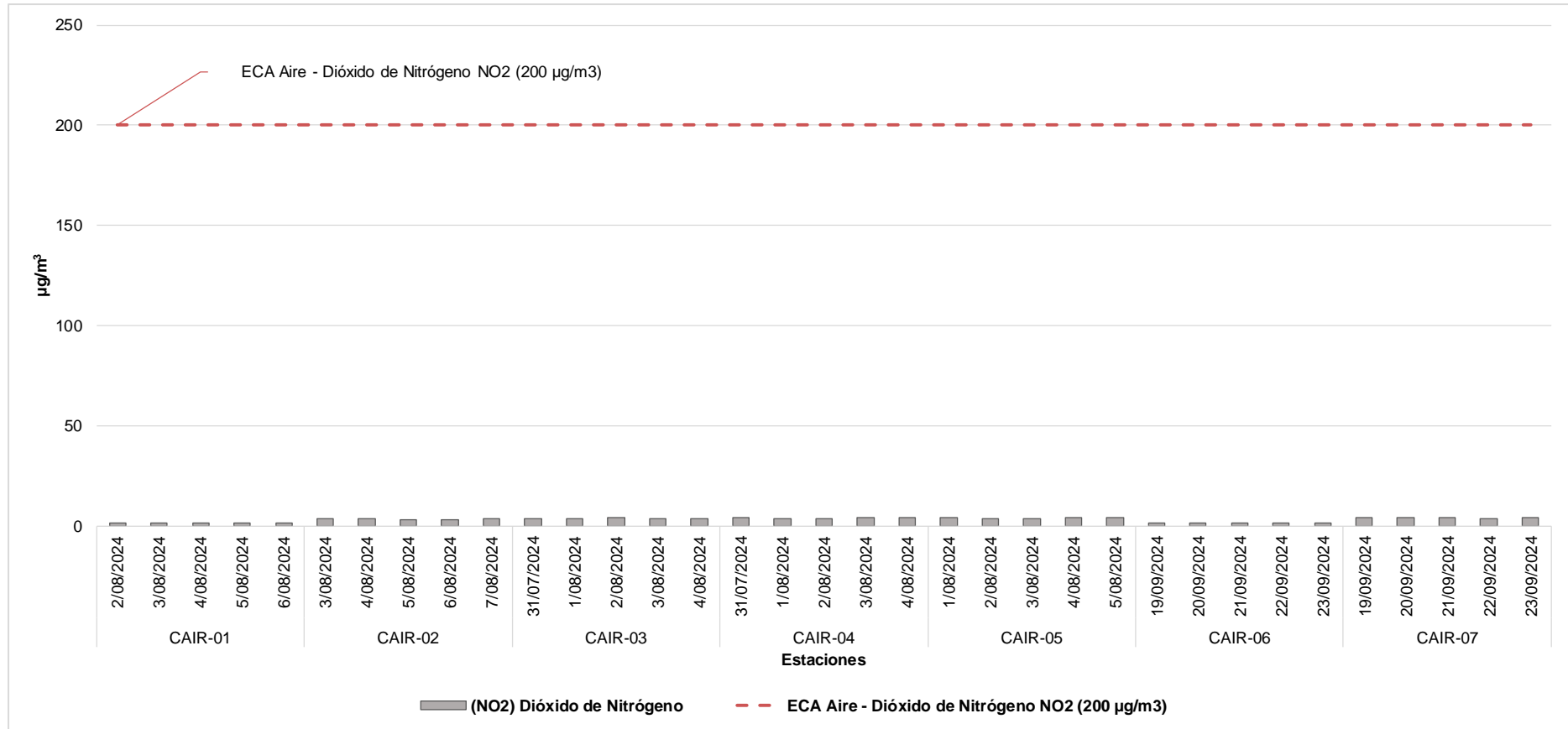
* D.S N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Geo. Carla Vanessa Muñoz Neira
COP N° 259

Ing. J. NATIVIDAD VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 640

Gráfico 4.1-41: Resultados de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) – Temporada Húmeda



* D.S N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

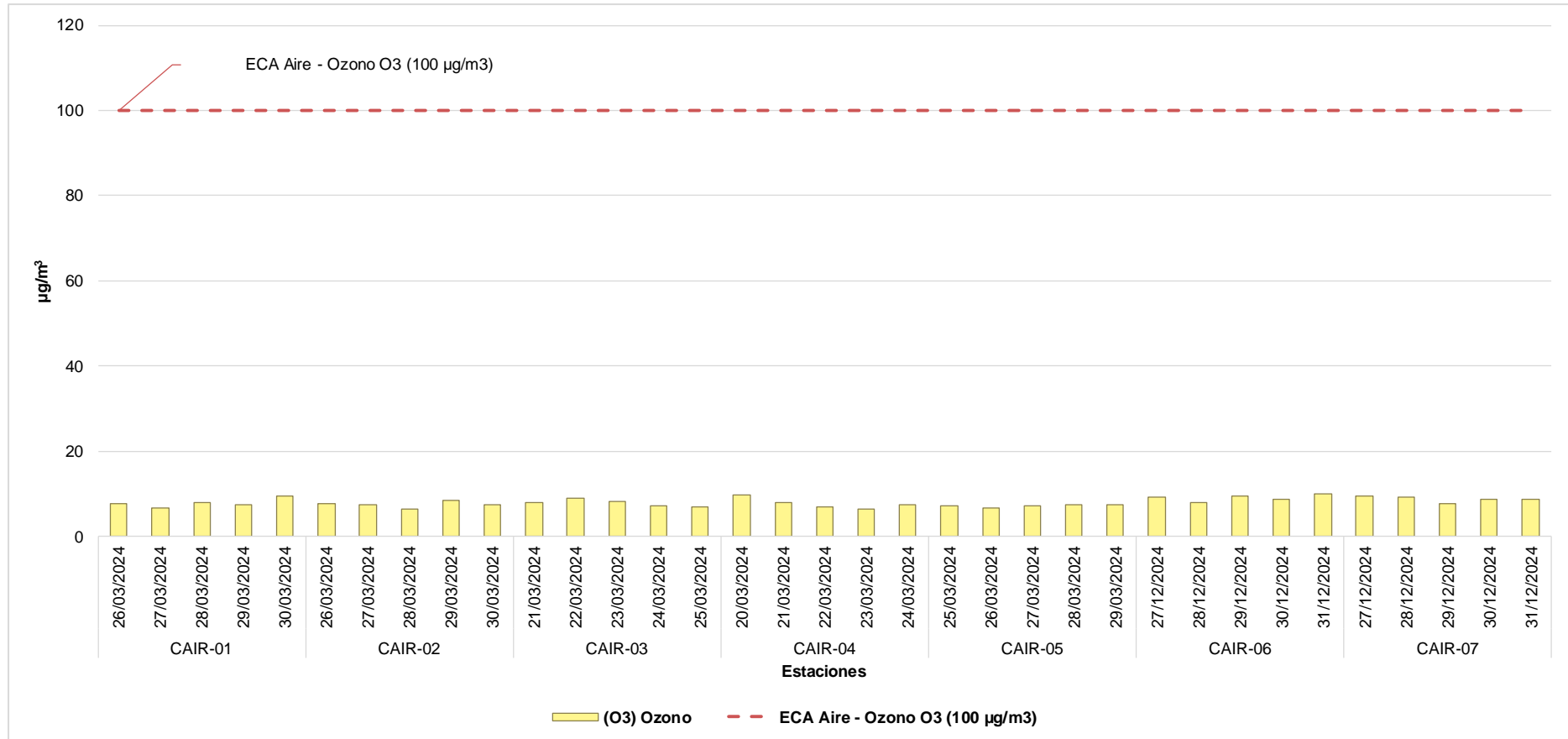
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Geo. Carla Vanessa Muñoz Neira
COP N° 259

Ing. J. NATIVIDAD VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 17540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Gráfico 4.1-42: Resultados de Ozono (O3) – Temporada Muy Húmeda



* D.S N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

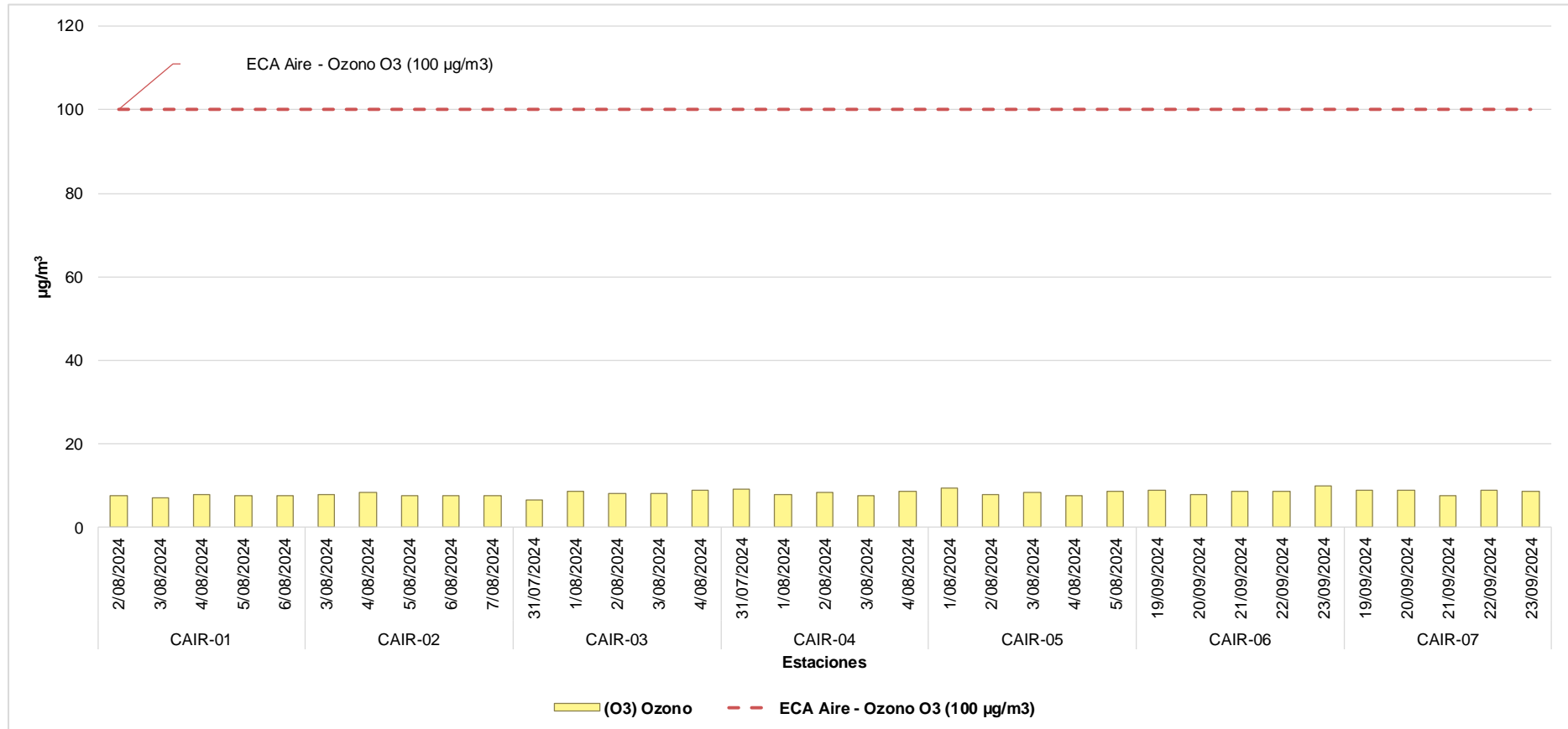
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Geo. Carla Vanessa Muñoz Neira
COP N° 259

Ing. J. NATANIEL VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Gráfico 4.1-43: Resultados de Ozono (O₃) – Temporada Húmeda



* D.S. N° 003-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.7.2.9 Conclusiones

Los resultados del monitoreo indican que, durante la temporada húmeda, las concentraciones de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), plomo en PM₁₀ y gases atmosféricos (SO₂, sulfuro de hidrógeno, CO, NO₂ y O₃) en las estaciones monitoreadas (CAIR-01 a CAIR-07) se mantuvieron dentro de los límites establecidos por los estándares de calidad ambiental para aire. Esto sugiere que la calidad del aire en el área de influencia del proyecto es buena y no representa un riesgo significativo para la salud pública ni para el medio ambiente en el periodo monitoreado.

En conclusión, los resultados del monitoreo de la calidad del aire durante ambas temporadas (muy húmeda y húmeda) indican que las concentraciones de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), plomo en PM₁₀ y gases atmosféricos (SO₂, Sulfuro de hidrógeno, CO, NO₂ y O₃) en las todas las estaciones monitoreadas se mantuvieron consistentemente dentro de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para el aire. Estos hallazgos son altamente significativos, ya que reflejan una calidad de aire favorable en el área de influencia del proyecto, lo que no representa un riesgo considerable para la salud pública ni para el medio ambiente en ambos periodos evaluados. No obstante, es recomendable continuar con el monitoreo regular para asegurar el mantenimiento de estos estándares.

4.1.2.7.3 Ruido

4.1.2.7.3.1 Generalidades

En la presente sección se describen los resultados de la evaluación del ruido ambiental en el área de influencia del proyecto, con la finalidad de incorporar resultados que permitan conocer la situación actual en referencia a los niveles de presión sonora.

El monitoreo de ruido ambiental en el área del se realizó entre en marzo y a fines de diciembre del 2024, correspondiente a la temporada muy húmeda, y entre agosto y setiembre del 2024, para la temporada húmeda. Para realizar el análisis de las muestras se seleccionó al laboratorio Analytical Laboratory (ALAB), el cual se encuentra debidamente acreditado por la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Posteriormente, se realizó el análisis integral de la información obtenida en campo, dichos resultados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido, aprobada mediante el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

4.1.2.7.3.2 Objetivos

El objeto del presente estudio es el establecimiento de las condiciones previas a la construcción y puesta en marcha del Proyecto "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas" en materia de ruido.

Los objetivos del monitoreo del ruido ambiental son:



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa

Médico

CSP N° 259



MINISTERIO DE SALUD

BIOLOGO

COLEGIO PROFESIONAL

- Conocer la situación actual e identificar las principales fuentes generadoras de ruido en el área de influencia del proyecto.
- Determinar los niveles de ruido ambiental en los diferentes puntos de monitoreo del área de influencia del proyecto, considerando variaciones temporales (diurno y nocturno) y estacionales (temporada húmeda y muy húmeda).
- Analizar el grado de cumplimiento normativo de los niveles de ruido ambiental con respecto a los valores ECA de Ruido definidos en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

4.1.2.7.3.3 Metodología

La metodología y criterios para determinar y evaluar los niveles de ruido se basaron en la normativa nacional e internacional.

- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N°085-2003-PCM): Establece los Estándares de Calidad Ambiental Para Ruido, los lineamientos para no excederlos, tomando en cuenta las zonas de aplicación y horarios.
- Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental (NTPISO 1996-1:2020) Parte 1: "Índices básicos y procedimiento de evaluación. 2ª Edición".
- Descripción medición y evaluación del ruido ambiental. (NTPISO 1996 - 2: 2021) Parte 2: "Determinación de los Niveles de Ruido Ambiental" (actualizada en versión internacional a ISO 1996-2:2017 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of sound pressure levels: La cual en base a recomendaciones permite seleccionar estaciones de monitoreo, la incertidumbre de los niveles de presión sonora y el intervalo de tiempo de medida

4.1.2.7.3.4 Estaciones de Monitoreo

Los criterios empleados para la ubicación de los equipos de medición de ruido ambiental son los siguientes:

a) Proximidad a la población

Se consideró la localización de potenciales receptores, como asentamientos poblacionales, más cercanos y que podrían ser afectados por ruido generado por las actividades del proyecto. Por tanto, se identificaron los centros poblados más cercanos a la zona de emplazamiento de los componentes del proyecto.



Ana Cordero

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya

CGP N° 259

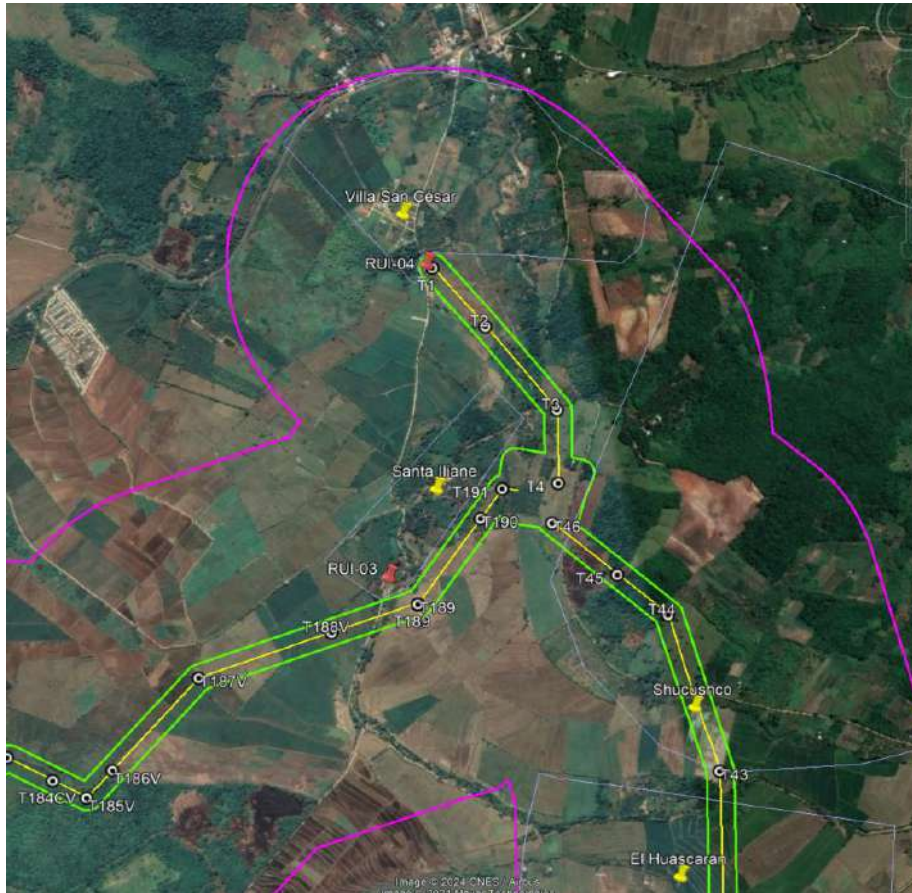


M. J. MACHUCA VILLALBA

BIOLOGO

COLECCIÓN 195640

Ilustración 4.1-83: Zona de emplazamiento de Subestación Tarapoto Norte y Variante L-1018



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

b) Fuentes de generación de ruido

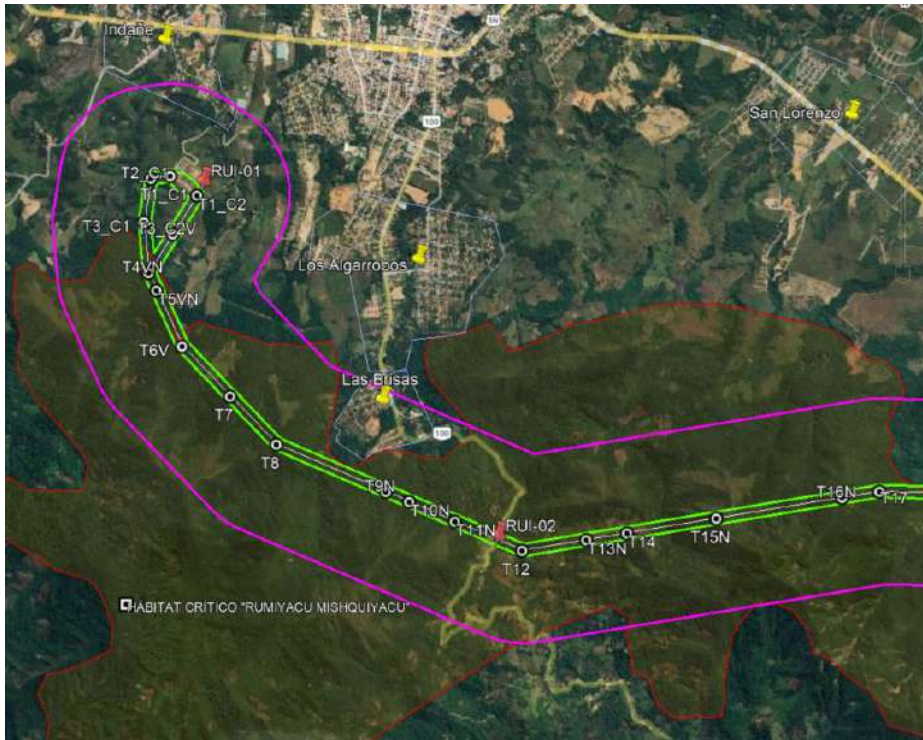
Se consideraron las fuentes potenciales de generación de ruido, relacionadas principalmente a componente existente (Subestación Belaunde Terry) y proyectados (Subestación Tarapoto Norte, Torres y Líneas de Tensión) en los que se realizarán actividades que posiblemente, puedan incrementar los niveles de ruido, durante algunas etapas del proceso constructivo.


Ana Cárdenas
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Noyra
CCP N° 259


Mónica J. Sánchez Villalva
BIOLOGO
COLP N° 17640

Ilustración 4.1-84: Línea de Transmisión 220 kV y Subestación Belaunde Terry



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Ilustración 4.1-85: Zona de ampliación de la Subestación Belaunde Terry



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Alta Carri Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nayra
CCP N° 259

Ing. J. MARCO VILLALBA
BIOLOGO
COLBOP N° 6640

c) Accesibilidad y seguridad

Las estaciones de monitoreo fueron ubicadas en lugares accesibles, totalmente descubiertos, alejado de árboles, edificios o cualquier elemento que interfiera con la toma de muestras.

A continuación, se presentan las estaciones establecidas para realizar el monitoreo de línea base para ruido.

En el Mapa de Muestreo Ambiental (LBF-BETA-MA-11), se presenta la distribución de los puntos de medición de ruido ambiental


Ana Celi Fernandez
Socióloga
CSP: 3988
Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
CCP N° 259
Walter J. Macdonald Villan
BIOLOGO
COLEOP N° 640

Tabla 4.1-103: Estaciones de medición – Calidad Ambiental para de Ruido

Estaciones	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 S		Ubicación Política				Fuentes de emisión	
	Este (m)	Norte (m)	Departamento	Provincia	Distrito	Centro Poblado más Cercano ⁽¹⁾	Futura ⁽²⁾	Existente
RUI-01	279975	9329794	San Martín	Moyobamba	Moyobamba	Indañe	A 36 m al Suroeste de la torre T1-C2	A 33 m al Oeste de la Subestación Belaunde Terry. Presencia de actividad agrícola
RUI-02	282618	9327131	San Martín	Moyobamba	Moyobamba	Los Algarrobos	A 225 m al oeste de la torre T12	A 2 m de vías afirmadas de tránsito vehicular Presencia abundante vegetación arbórea, arbustiva generando posible ruido ambiente.
RUI-03	338685	9282896	San Martín	San Martín	Cacatachi	Santa Iliane	A 134 m al Noreste de la Torre T1175 A 700 m al Suroeste de la Subestación Tarapoto Norte	A 3m de vías afirmadas de tránsito vehicular. Presencia abundante vegetación arbórea, arbustiva, posible ruido ambiente. Presencia de establos de crianza de animales
RUI-04	339097	9284014	San Martín	San Martín	Cacatachi	Villa San César	A 45 m al este de la Torre T1 de la L-1018	A 3m de vías afirmadas de tránsito vehicular Presencia de animales de crianza (aves de corral, vacas) y viviendas
RUI-05	350012	9274222	San Martín	San Martín	Juan Guerra	Totorillayco	Al Sureste del acceso existente CRN_T1 V13BV-T2 V12V, aproximadamente a 232 m	A 44 m de vías afirmadas de tránsito vehicular Presencia de áreas de cultivo y viviendas
RUI-06	349326	9274320	San Martín	San Martín	Juan Guerra	Totorillayco	A 287 m al este de Torre T3-1017-V11BV	A 12 m al este de actividad agrícola A 96 m de viviendas
RUI-07	336239	9282656	San Martín	San Martín	Cacatachi	La Marginal	A 826 m de la Torre T164	A 196 m de instalaciones de empresa Gloria S.A. Presencia abundante vegetación arbórea, arbustiva, posible ruido ambiente.

(1) Se considera a los Centro Poblados más como receptores sensibles.

(2) Forma parte del presente Proyecto

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Gen. Carla Vanessa Muñoz Neira
COP N° 259

Ing. J. NATANIEL VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP N° 540

4.1.2.7.3.5 Estándares de Calidad de Ambiental

Este decreto establece los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM) y los cuales representan los niveles máximos de ruido en el ambiente (LAeq,T) que no deben excederse para proteger la salud humana.

La clasificación de las zonas de monitoreo de ruido ambiental en categorías industriales y residenciales se basa en la naturaleza del uso del suelo en cada área. Con respecto a la justificación de los puntos de monitoreo, y su zona de aplicación del proyecto, se considera lo siguiente:

1. Zona Industrial: La estación RUI-01 ha sido clasificada bajo la categoría de zona industrial según el ECA Ruido DS N.º 085-2003-PCM. Esta clasificación se justifica por la presencia de la subestación eléctrica Belaunde Terry e infraestructuras industriales que representan fuentes de generación de ruido.
2. Zona Residencial: Las estaciones RUI-02, RUI-03, RUI-04, RUI-06 y RUI-07 han sido clasificadas bajo la categoría de zona residencial según el ECA Ruido DS N.º 085-2003-PCM. Esta clasificación se justifica principalmente debido a su proximidad a Centro Poblados (Indañe, Las Brisas, Santa Eliana, San José de la Llanura y Buena Vista) y su lejanía relativa a zonas industriales.

Tabla 4.1-104: Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido Ambiental

Zonas de aplicación	Valores expresados en dBA LAeqT (1)(2)	
	Horario Diurno 7:01-22:00	Horario Nocturno 22:01-7:00
Zona Residencial	60	50
Zona industrial	80	70

(1) Mediciones a 1.5 m de altura.

(2) Periodos de medición 24h continuo

Fuente: Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.7.3.6 Equipos de Monitoreo

En el siguiente cuadro se describen los equipos empleados para la medición del ruido ambiental. En el siguiente anexo se presentan los certificados de calibración de los equipos.

Tabla 4.1-105: Equipo de Medición del Monitoreo de Ruido Ambiental

Código Interno	Equipo	Marca / Modelo / N° de serie	N° Certificado de Calibración/verificación	Fecha de Calibración
EM-OPE-2086	Sonómetro	LARSON DAVIS / LxT1 / 0004991	LAA-0078-2023	2023-12-07
EM-OPE-1858	GPS	Garmin / Etrex 20 / 3886451672	LGPS-0015-2023	2023-06-21
EM-OPE-792	Calibrador	LARSON DAVIS /	CLC-1048-001-23	2023-08-02

Código Interno	Equipo	Marca / Modelo / N° de serie	N° Certificado de Calibración/verificación	Fecha de Calibración
	Acústico	CAL 200 / 7245		
EM-OPE-1338	Estación Meteorológica	Davis Instruments / Vantage Pro 2 / No indica	LVVA-0083-2023 LDV-0073-2023 LHA-0285-2023 LPA-0180-2023	2023-08-03 al 2023-08-09

Fuente: Analytical Laboratory (ALAB), Cadenas de Custodia

4.1.2.7.3.7 Métodos de Análisis

Respecto al periodo de medición de los niveles de ruido se consideró un periodo de registro continuo (24 horas), por tanto, se abarco el horario diurno y horario nocturno. En la siguiente tabla se precisa el tipo de ensayo y norma de referencia empleado para la toma de muestra:

Tabla 4.1-106: Métodos de Ensayo - Ruido Ambiental

Tipo de ensayo	Norma de referencia	Título
Ruido ambiental	NTP-ISO 1996-1, 2020 NTP-ISO 1996-2, 2021.	ACOUSTICS. Description. measurement and assessment of environmental noise. Part1: Basic quantities and assessment procedures / ACOUSTICS. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 2: Determination of environmental noise levels.

"ISO": International Organization for Standardization

"NTP": Norma Técnica Peruana

4.1.2.7.3.8 Resultados

Conforme los resultados obtenidos en la matriz de calidad de ruido se procederán a realizar la comparación con el ECA de Ruido, Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Los documentos generados a partir del monitoreo se presentan en el siguiente anexo.

Anexo 4.1.25 Monitoreo ambiental – Niveles de ruido

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Tabla 4.1-107: Resultado del Monitoreo de Ruido Ambiental (Continuo) – Temporada Múy Humeda

Ensayo	Tiempo de Medición	Tipo de Resultado	Unidad	Estación	ECA Ruido - Zona Industrial *	Estación						ECA Ruido - Zona Residencial *
				RUI-01		RUI-02	RUI-03	RUI-04	RUI-05	RUI-06	RUI-07	
				26/03/2024		27/03/2024	25/03/2024	24/03/2024	29/03/2024	28/12/24	27/12/2024	
Ruido Ambiental Diurno	15 horas	Lmax Prom	dB	62.4	-	65.5	-	65	62.1	55.3	52.4	-
		Lmín Prom	dB	34	-	35.8	-	35.4	33.9	30.1	41.7	-
		LAeqT Corregido Prom	dB	56.7	80	59.6	60	59.1	56.5	50.4	46.9	60
Ruido Ambiental Nocturno	9 horas	Lmax Prom	dB	48.7	-	60.2	-	57.2	51.7	47.0	41.7	-
		Lmín Prom	dB	26.5	-	32.8	-	31.2	28.2	25.5	26.1	-
		LAeqT Corregido Prom	dB	44.2	70	54.7	50	52	47.0	42.8	37.0	50

* Decreto Supremo N° 085-2003-PCM

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Tabla 4.1-108: Resultado del Monitoreo de Ruido Ambiental (Continuo) – Temporada Húmeda

Ensayo	Tiempo de Medición	Tipo de Resultado	Unidad	Estación	ECA Ruido - Zona Industrial *	Estación						ECA Ruido - Zona Residencial *
				RUI-01		RUI-02	RUI-03	RUI-04	RUI-05	RUI-06	RUI-07	
				2/08/2024		3/08/2024	1/08/2024	31/07/2024	20/09/2024	20/09/2024	21/09/2024	
Ruido Ambiental Diurno	15 horas	Lmax Prom	dB	57.3	-	62.3	59.9	56.6	53.3	53.3	56.7	-
		Lmín Prom	dB	31.4	-	34	32.7	30.9	29.1	31.5	31.5	-
		LAeqT Corregido Prom	dB	52.3	80	56.7	54.4	51.4	48.5	47.7	51.6	60
Ruido Ambiental Nocturno	9 horas	Lmax Prom	dB	54.9	-	63	58.3	53.9	53.9	42.6	48.4	-
		Lmín Prom	dB	30	-	34.4	31.8	29.4	29.4	26.9	26.9	-
		LAeqT Corregido Prom	dB	49.9	70	57.3	53	49	49	37.8	44.1	50

* Decreto Supremo N° 085-2003-PCM

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las siguientes gráficas se presentan los resultados obtenidos y el estándar de referencia:

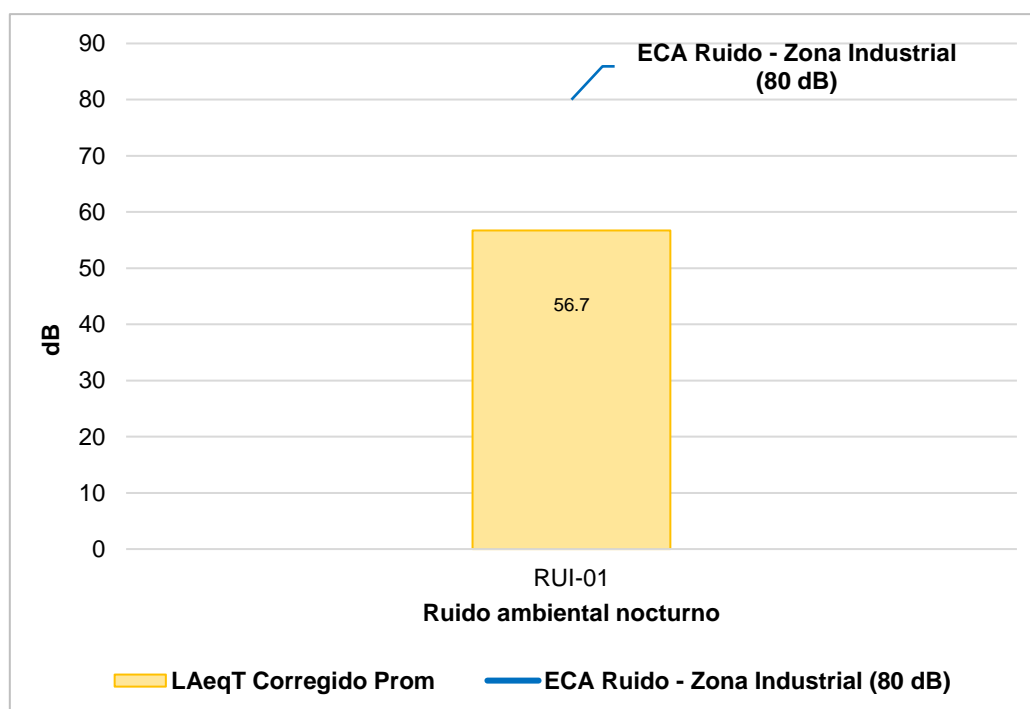
4.1.2.7.3.8.1 Zonificación Industrial

La estación RUI-01, se encuentra ubicada a 36 m al Suroeste de la torre T1-C2, y entre sus principales emisores de ruido se encuentra la actividad industrial que se realiza en la Subestación Belaunde Terry, tránsito vehicular por vías afirmadas y actividad agrícola por la presencia de parcelas en la parte este y sur. Para dicha estación se comparó sus resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos para zonas industriales según la normativa vigente.

- Temporada Muy Húmeda

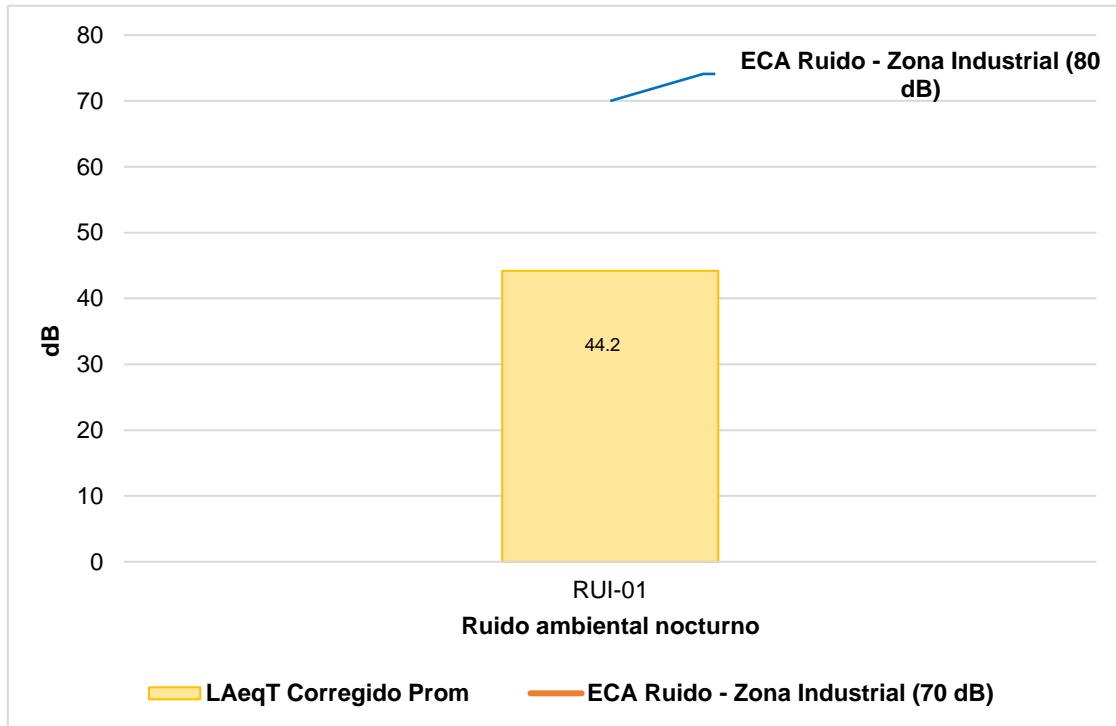
Los resultados obtenidos indican que el nivel de ruido en la estación RUI-01 fue de 56.7 dB, para el LAeqT corregido promedio, durante el periodo de medición diurno. Esta cifra se encuentra por debajo del límite establecido por el ECA para zonas industriales, fijado en 80 dB. Además, se registró un valor de 44.2 dB durante el periodo nocturno, también por debajo del ECA.

Gráfico 4.1-44: Resultado de Ruido Ambiental Diurno (Continuo) – Estación RUI-01 - Temporada Muy Húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.1-45: Resultado de Ruido Ambiental Nocturno (Continuo) – Estación RUI-01 - Temporada Húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

- Temporada Húmeda

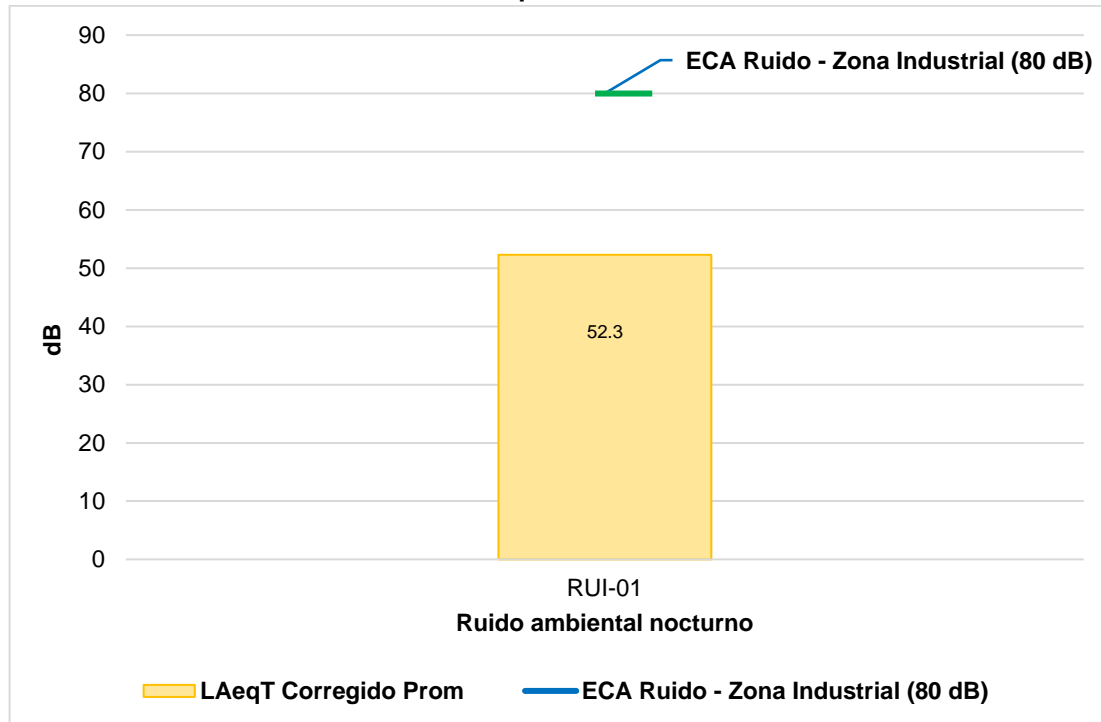
Los resultados indican que el nivel de ruido para la estación RUI-01 fue de 52.3 dB, para el LAeqT corregido promedio, durante el periodo de medición diurno. Esta cifra se encuentra por debajo del límite establecido por el ECA para zonas industriales, fijado en 80 dB. Además, se registró un valor de 49.9 dB durante el periodo nocturno, también por debajo del ECA.


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
CSP N° 259

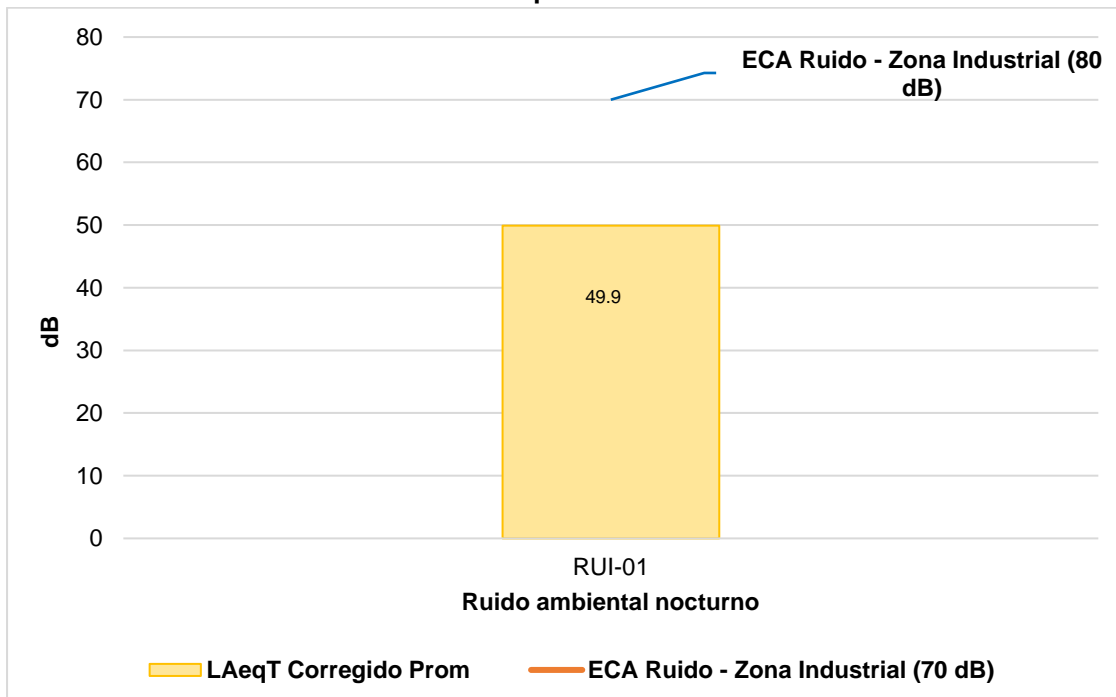

Mónica
BIOLOGO
COLEOP N° 259

Gráfico 4.1-46: Resultado de Ruido Ambiental Diurno (Continuo) – Estación RUI-01 – Temporada Húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.1-47: Resultado de Ruido Ambiental Nocturno (Continuo) – Estación RUI-01 – Temporada Húmeda



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.7.3.8.2 Zonificación Residencial

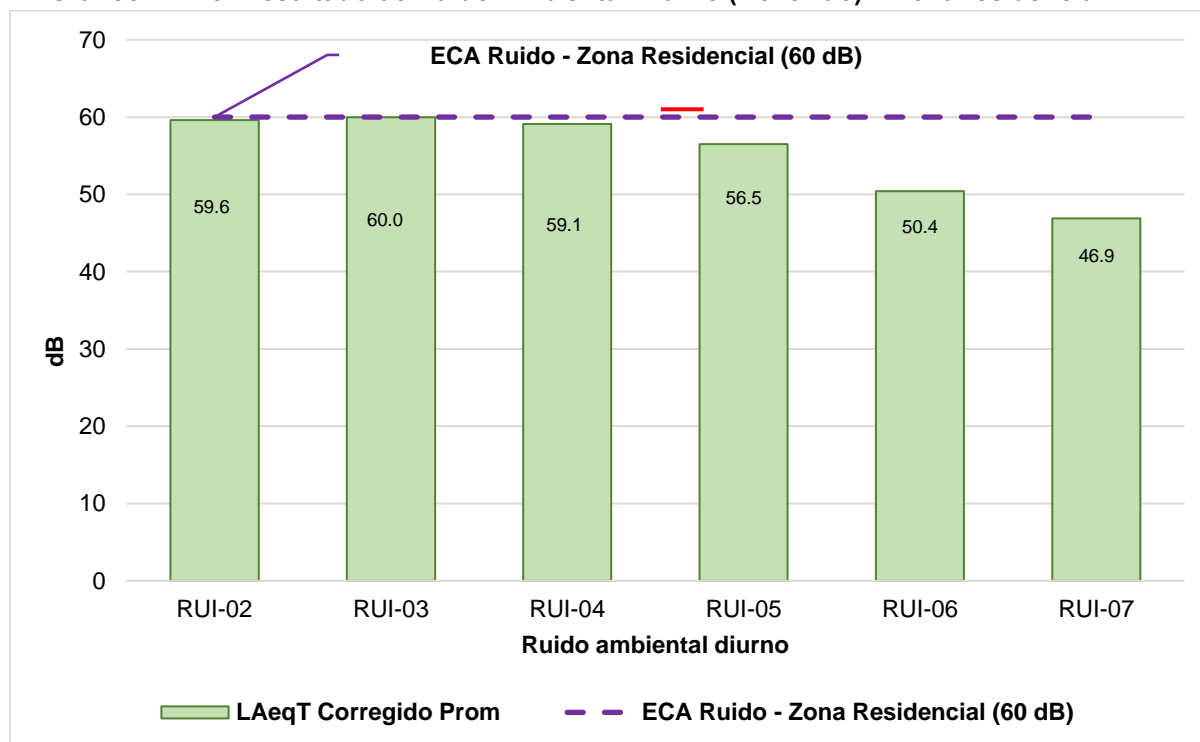
Las estaciones se encuentran ubicadas en futuros emplazamiento de torres. Alrededor de esta ubicación y partir del registro fotográfico del monitoreo se puede observar presencia de actividades generadoras de ruidos tales como el tránsito de vehículos por vías y accesos existente de tipo afirmada, presencia y tránsito de personas y animales (avícolas, bovinos) y cercanía a viviendas rurales donde se presencia abundante vegetación arbórea, arbustiva y cultivos agrícolas. Para estas estaciones los resultados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos para zonas residenciales según la normativa vigente.

• Temporada Muy Húmeda

Durante el periodo diurno, las estaciones registraron niveles de ruido LAeqT corregido promedio de 59.6 dB, 60 dB, 59.1 dB, 50.4 dB y 46.9 dB respectivamente. Estos valores se encuentran por debajo del ECA de 60 dB establecido para zonas residenciales durante el día.

Si bien se identifica que en la estación RUI-03 se encuentra al mismo nivel permitido por el Estándar de Calidad Ambiental, está asociado a su ubicación en una vía de alto tránsito de vehículos motorizados, cerca de viviendas rurales.

Gráfico 4.1-48: Resultado de Ruido Ambiental Diurno (Continuo) – Zona residencial



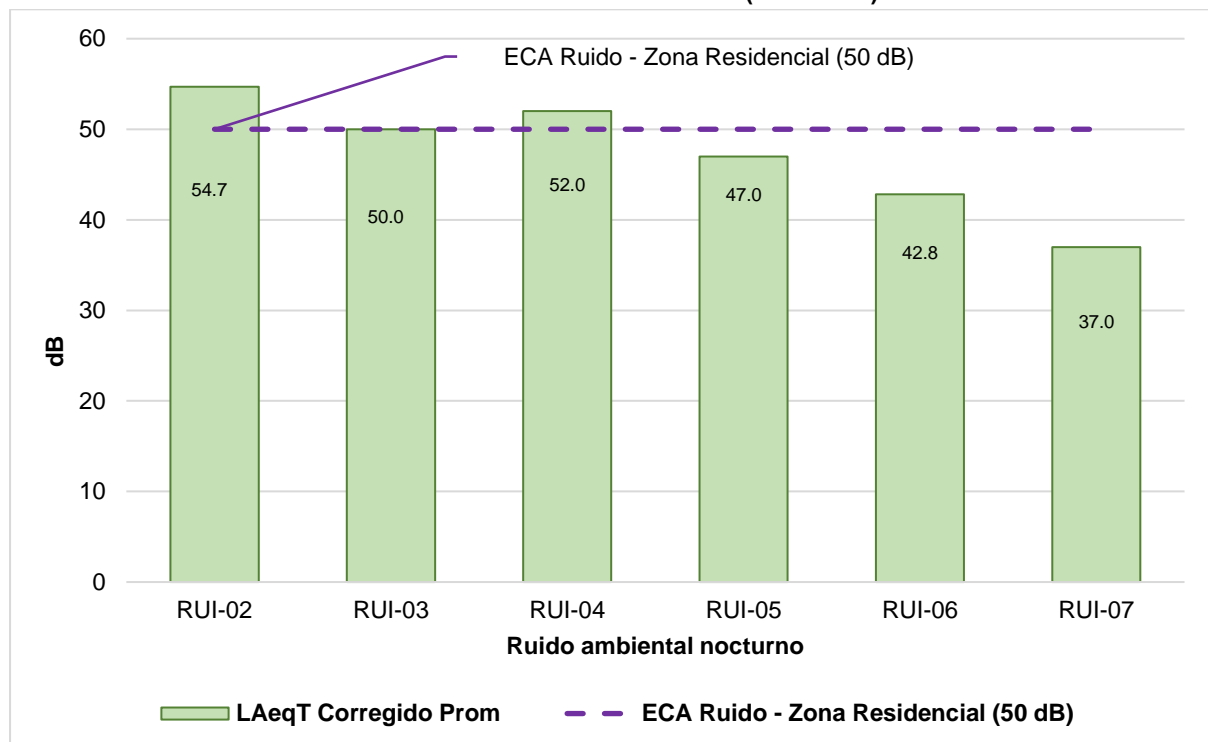
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Durante el periodo nocturno, las mediciones mostraron que los niveles de ruido en las mismas estaciones fueron de 54.7 dB, 50.0 dB, 52.0 dB, 47 dB, 42.8 dB y 37.0 dB respectivamente.

Estos valores estuvieron por encima del ECA de 50 dB establecido para zonas residenciales durante la noche.

Estos resultados podrían estar asociados a la cercanía de las estaciones a las fuentes de emisión, como tránsito vehicular por vías afirmadas existente, tránsito de personas y granjas (porcinos y bovinos) y cercanía a viviendas rurales donde se presencia abundante vegetación arbórea, arbustiva y cultivos agrícolas, contribuye a estos niveles de ruido.

Gráfico 4.1-49: Resultado de Ruido Ambiental Nocturno (Continuo) – Zona residencial

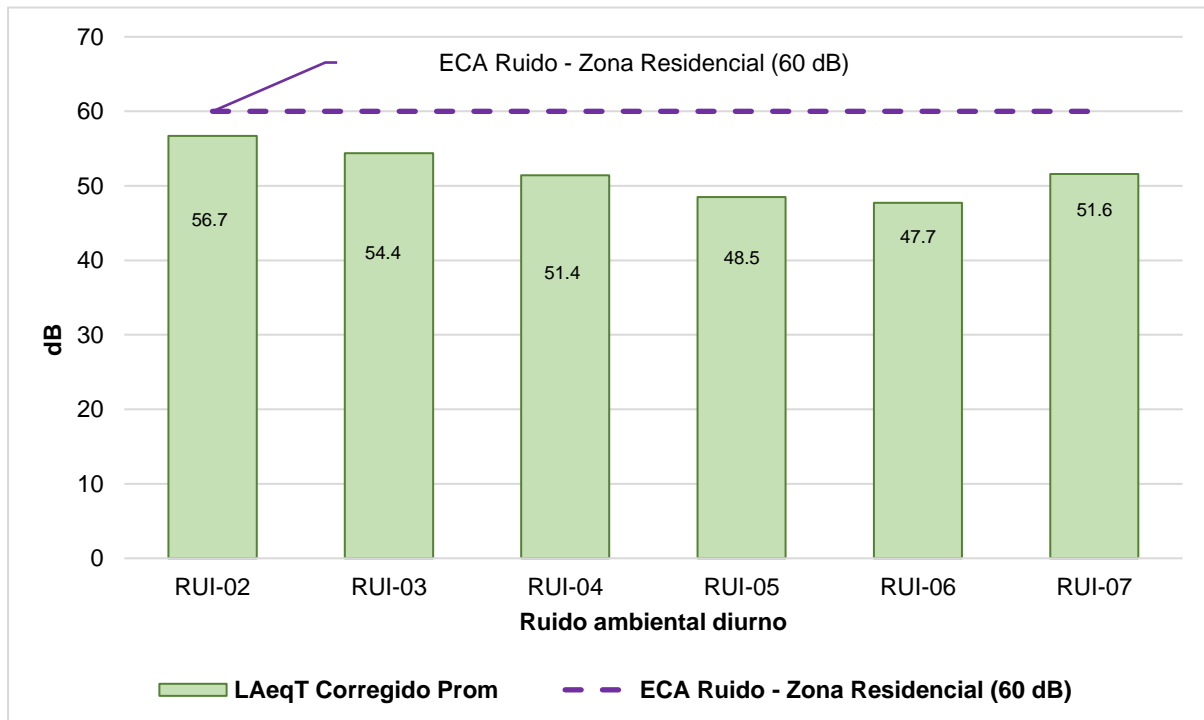


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

• Temporada Húmeda

Durante el periodo diurno, las estaciones registraron niveles de ruido LAeqT corregido promedio de 56.7 dB, 54.4 dB, 51.4 dB, 48.5 dB, 47.7 dB y 51.6 dB respectivamente. Estos valores se encuentran por debajo del ECA de 60 dB establecido para zonas residenciales durante el día.

Gráfico 4.1-50: Resultado de Ruido Ambiental Diurno (Continuo) – Zona residencial

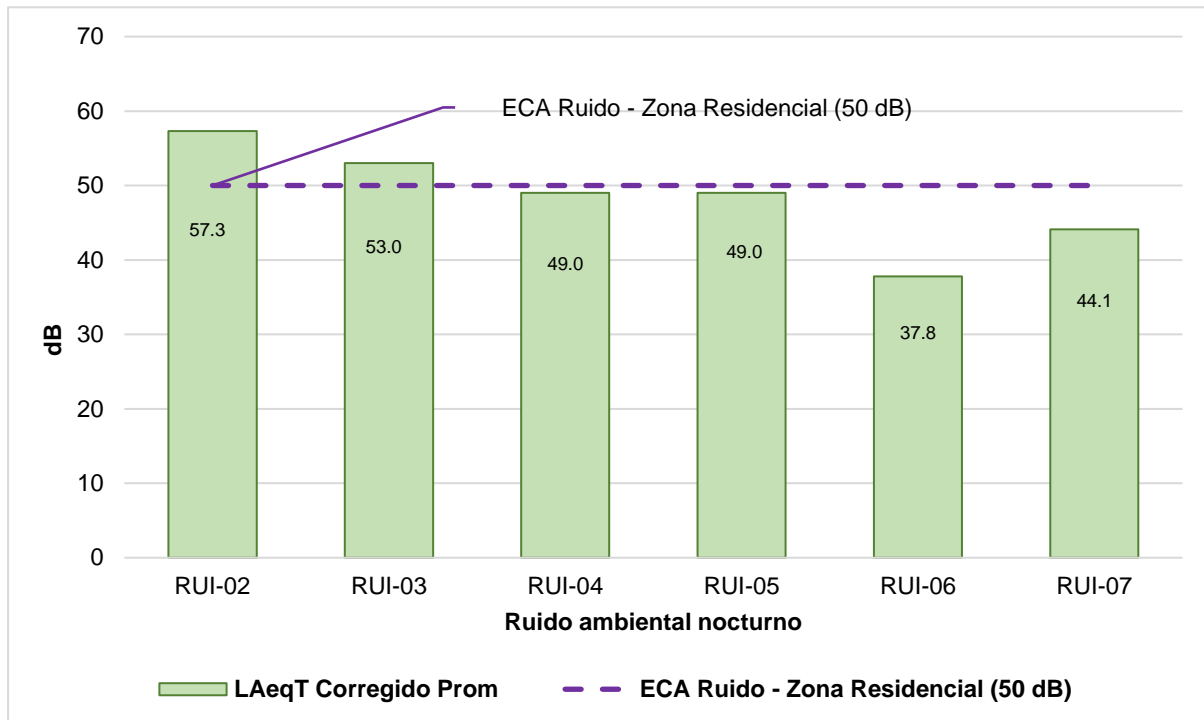


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Durante el periodo nocturno, las mediciones mostraron que los niveles de ruido en las mismas estaciones fueron de 57.3 dB, 53 dB, 49 dB, 49 dB, 37.8 dB y 44.1 dB respectivamente. En su mayoría, los valores registrados en las estaciones, en su mayoría, estuvieron por debajo del ECA de 50 dB establecido para zonas residenciales durante la noche.

Los resultados señalan que durante el periodo nocturno se registraron niveles de ruido que superan los límites permitidos en las áreas evaluadas. Esta situación se podría deber a la proximidad de las estaciones a diversas fuentes de emisión, como el tránsito vehicular en vías afirmadas, el movimiento de personas y granjas (porcinas y bovinas), así como la cercanía a viviendas rurales rodeadas de abundante vegetación arbórea, arbustiva y cultivos agrícolas, factores que contribuyen a los niveles de ruido observados.

Gráfico 4.1-51: Resultado de Ruido Ambiental Nocturno (Continuo) – Zona residencial



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.7.3.9 Conclusiones

En ambas temporadas, muy húmeda y húmeda, los niveles de ruido registrados en las estaciones de monitoreo han mostrado un comportamiento distintivo en relación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

- La estación RUI-01 se destacó por mantener niveles de ruido consistentemente por debajo de los límites establecidos para zonas industriales, tanto durante el día como la noche.
- En contraste, las estaciones RUI-02, RUI-03, RUI-04 y RUI-05 aunque cumplieron con los límites diurnos establecidos para zonas residenciales, experimentaron excedencias en los niveles de ruido durante la noche. Este aumento nocturno puede atribuirse a la cercanía de estas estaciones a fuentes de emisión, como el tránsito vehicular, diversas actividades humanas y ruidos del ambiente (emitido por fauna en el entorno).
- Respecto a las estaciones RUI-06 y RUI-07 en ambas temporadas presentan resultados favorables, registrando niveles de ruido dentro de los límites permitidos tanto durante el día como la noche.

4.1.2.7.4 Radiaciones No ionizantes

4.1.2.7.4.1 Generalidades

En la presente sección se describen los resultados de la evaluación de las Radiaciones No Ionizantes en el área de influencia del proyecto. Las Radiaciones No Ionizantes (RNI) corresponden a las radiaciones electromagnéticas que no tienen la energía suficiente para ionizar la materia, y, por lo tanto, no pueden afectar el estado natural de los tejidos vivos. Constituyen, la parte del espectro electromagnético cuya energía fotónica es débil para romper enlaces atómicos; entre estas cabe citar la radiación ultravioleta, la luz visible, la radiación infrarroja, los campos de radiofrecuencias y microondas, y los campos de frecuencias extremadamente bajas.

La evaluación de fuentes de radiación no ionizante en el área del proyecto se realizó en marzo y diciembre del 2024, para la temporada muy húmeda y entre los meses de agosto y setiembre del 2024, para la temporada húmeda. Asimismo, para el monitoreo y análisis se optó por el laboratorio Analytical Laboratory (ALAB), el cual se encuentra debidamente acreditado por la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Finalmente, se realizó el análisis integral de la información obtenida en campo, cuyos resultados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Radiaciones No Ionizantes aprobada mediante el Decreto Supremo N° 010-2005-PCM.

4.1.2.7.4.2 Objetivos

- Identificar las principales fuentes generadoras (infraestructura existente) de radiaciones no ionizantes en el área de influencia del proyecto.
- Cuantificar los niveles de radiaciones electromagnéticas no ionizantes en diferentes puntos del área de influencia del proyecto, en torno a fuentes existentes y áreas proyectadas para el emplazamiento de componentes, considerando variaciones temporales (horas punta y horas fuera de punta) y estacionales (temporada húmeda y muy húmeda).
- Analizar el grado de cumplimiento los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes (D.S. N° 010-2005-PCM).

4.1.2.7.4.3 Metodología

La metodología y criterios para determinar y evaluar los diferentes parámetros de radiaciones no ionizantes se basaron en normativa nacional.

- D.S N° 011-2022-MINAM: Protocolo de medición de radiaciones no ionizantes en los sistemas eléctricos de corriente alterna

4.1.2.7.4.4 Estaciones de Monitoreo

Los criterios empleados para la selección de estaciones de monitoreo, por consiguiente, la ubicación de los equipos de medición de radiaciones no ionizantes, son los siguientes:

a) Proximidad a la población

Se consideró la localización de potenciales receptores sensibles, como asentamientos poblacionales más cercanos a la zona donde se emplazarán los componentes del proyecto.

b) Fuentes de generación de radiaciones no ionizantes

Se consideraron las fuentes existentes (infraestructura), como líneas de transmisión y subestaciones, que se encuentren operando actualmente, y potenciales, de generación de radiación, relacionadas principalmente en torno a la zona de emplazamiento de componentes del proyecto.

Se verificó la presencia de infraestructura en el portal oficial de Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin) y verificación en Mapa del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional" (SEIN,2024).³⁷ Entre la principal infraestructura identificado se obtuvieron los siguientes:

- L.T. 138 KV Tarapoto-Moyobamba (L-1018)
- L.T.138 KV Tarapoto-Aucayacu (L-1017)
- L-6090 60kV C.H. Gera – S.E. Moyobamba
- LT-1049
- LT-2194

Ilustración 4.1-86 Mapa del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)



Fuente: Portal Web del COES SINAC (Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional), 2024.

Estas fuentes de generación de radiaciones no ionizantes se presentan en el Mapa de Monitoreo Ambiental (Mapa LBF-BETA-MA-11).

c) Accesibilidad y seguridad

Las estaciones de monitoreo fueron ubicadas en zonas seguras y accesibles, para el desplazamiento del personal encargado de la evaluación. Considerando como criterios, ubicarse en áreas despejadas (libre de vegetación), edificios u otros elementos que interfiera con la toma de datos (medición).

³⁷ Actualizado al 11 de abril del 2024.



Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Cada una de las estaciones fueron georreferenciadas en unidades UTM, utilizando el DATUM WGS84. A continuación, se presentan las estaciones establecidas para realizar el monitoreo de radiaciones no ionizantes.

El mapa con la ubicación de las estaciones se presenta en el Mapa de Muestreo Ambiental (LBF-BETA-MA-11) en el área de influencia del Proyecto.


Ana Carolina Fernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


Mónica J. Martínez Villalpando
BIOLOGO
COSP N° 17640

Tabla 4.1-109: Estaciones de medición – Radiaciones No Ionizantes

Puntos de Medición	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Ubicación Geográfica				Fuentes de Generación de RNI		Descripción
	Este	Norte	Departamento	Provincia	Distrito	Centro Poblado más Cercano ⁽¹⁾	Futura ⁽²⁾	Existente	
RNI-01	279756	9329908	San Martín	Moyobamba	Moyobamba	Indañe	A 33m al oeste de la torre T1_C1	Subestación Belaunde Terry	A 21 m al Este de zona de ampliación en Subestación Belaunde Terry.
RNI-02	282648	9327219	San Martín	Moyobamba	Moyobamba	Los Algarrobos	A 222 m al este de la red de tensión de la torre T12	Ninguna	En zona de Hábitat Crítico Mishquiyacu Rumiyaqu.
RNI-03	324611	9287282	San Martín	Lamas	Tabalosos	San Miguel de Mayo	A 200 m al oeste de la Torre T37	Ninguna	A 200 m al oeste de la Torre T155V
RNI-04	339440	9283177	San Martín	San Martín	Cacatachi	Shucushco	A 154m al noroeste de la futura Subestación Tarapoto Norte (3)	Ninguna	A 154 m al Noroeste de la futura Subestación Tarapoto Norte y a 233 m al noreste de la torre T3.
RNI-05	339133	9284036	San Martín	San Martín	Cacatachi	Villa San César	A 6m al Noroeste del de la Torre T1 de la variante L-1018	L.T. 138 KV Tarapoto-Moyobamba (L-1018)	A 6 m al Noroeste del cruce de la L.T. 138 KV Tarapoto-Moyobamba (L-1018) con la futura torre T1 (Seccionamiento de la variante L-1018)
RNI-07	349360	9274328	San Martín	San Martín	Juan Guerra	Buena Vista	A 257 m al noreste del vértice T3-1017-V11BV	Ninguna	A 14 m de área de actividad agrícola.
RNI-08	336286	9282569	San Martín	San Martín	Cacatachi	La Marginal	A 936 m al noroeste de la torre T164	Ninguna	A 110 m de las instalaciones de planta industrial de la empresa Gloria S.A.

(1) Se considera a los Centro Poblados más como receptores sensibles.

(2) Forma parte del presente Proyecto

(3) Forma parte de otro proyecto

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.7.4.5 Estándares de Calidad Ambiental

El Decreto Supremo N° 010-2005-PCM, aprueba los estándares nacionales de calidad ambiental para Radiaciones no ionizantes, estableciendo los niveles máximos de las intensidades, cuya presencia en el ambiente en su calidad de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgos a la salud humana y el ambiente.

Tabla 4.1-110: Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Radiaciones No Ionizantes

Parámetro	Rango de Frecuencias (f) (0.025 - 0.8 kHz) (1)	Frecuencia del Proyecto	ECA RNI
Intensidad de Campo Eléctrico (E) (V/m)	250 / f	60 hercios= 0.06 Kiloherzio	Entonces 250/f resulta ser $250/0.06 = 4166.67 \text{ V/m}$
Intensidad de Campo Magnético (H) (A/m)	4 / f		Entonces 4/f resulta ser $4/0.06 = 66.67 \text{ A/m}$
Densidad de Flujo Magnético B) (μT)	5/ f		Entonces 5/f resulta ser $5/0.06 = 83.33 \mu\text{T}$
Densidad de Potencia (S_{eq}) (W/m^2)	*		(2)

(1) Principales aplicaciones (no restrictiva): Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video

(2) El estándar de calidad de radiaciones no ionizantes no precisa fórmula para Densidad de Potencia.

Fuente: Decreto Supremo N° 010-2005-PCM

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C 2024

4.1.2.7.4.6 Equipos de monitoreo

En el siguiente cuadro se describen los equipos empleados para la medición de Radiaciones no ionizantes empleados en campo.

Tabla 4.1-111: Equipo de medición del Monitoreo de Radiaciones No Ionizantes

Código Interno	Equipo	Marca / Modelo / N° de serie	N° Certificado de Calibración/verificación	Fecha de Calibración
ENV-CEM-003	Medidor de Campos Electromagnéticos	Wavecontrol / SMP3 WP400-3 / 24SL0450 24WP120152	24/10231	16/02/2024
EM-OPE-1858	GPS	Garmin / Etrex 20 / 3886451672	LGPS-0015-2023	2023-06-21

Fuente: Analytical Laboratory (ALAB), Cadenas de Custodia.

4.1.2.7.4.7 Métodos de Análisis

A continuación, se presentan las metodologías empleadas para el análisis de radiaciones no ionizantes

Tabla 4.1-112: Métodos de Ensayo – Radiaciones No Ionizantes

Tipo de ensayo	Norma de referencia	Título
Radiación Electromagnética No Ionizante IEEE	IEEE STD. 644.2019	IEEE Standard for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines.

IEEE Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields From AC Power Lines

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.7.4.8 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de Radiaciones No Ionizantes obtenidos en la respectiva campaña de monitoreo (medición). Los informes de ensayo y resultados, cadenas de custodia, certificados de calibración y reporte fotográfico de los monitoreos realizados se presentan en el Anexo 4.1.26.

Anexo 4.1.26 Monitoreo ambiental – Radiaciones no ionizantes

Tabla 4-113: Resultado del Monitoreo de Radiaciones No Ionizantes – Temporada Muy Húmeda

Estación de Monitoreo			Ensayo		
Código	Fecha	Horario	Densidad de Flujo Magnético - DFM	Intensidad de Campo Eléctrico - ICE	Intensidad de Campo Magnético - ICM
			(uT)	(V/m)	(A/m)
RNI-01	26/03/2024	HFP	0.0009544	1.17668	0.00312
		HP	0.0020206	0.599826	0.0015911
RNI-02	27/03/2024	HFP	0.003772	1.1197203	0.0029701
		HP	0.0018299	0.5432136	0.0014409
RNI-03	23/03/2024	HFP	0.0049995	1.4841006	0.0039366
		HP	0.0032433	0.962774	0.0025538
RNI-04	21/03/2024	HFP	0.0026781	0.7950009	0.0021088
		HP	0.0033972	1.0084616	0.002675
RNI-05	20-21/03/2024	HFP	0.0042728	1.2683747	0.0033644
		HP	0.002336	0.6934461	0.0018394
RNI-07	28/12/2024	HFP	0.0038849	1.1532284	0.0030590
		HP	0.0020963	0.6222820	0.0016506
RNI-08	28/12/2024	HFP	0.0040162	1.1922156	0.0031624
		HP	0.0023743	0.7048259	0.0018696
ECA RNI			83.33	4166.67	66.67

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Horas de punta (HP): Periodo comprendido entre las 17:00 horas a 23:00 horas de cada día del año

Horas fuera de punta (HFP): Resto de horas del día no comprendidas en las horas de punta.


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla
Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259


J. Sebastián
BIOLOGO
COLEOPHYSIC

Tabla 4.1-114: Resultado del Monitoreo de Radiaciones No Ionizantes – Temporada Húmeda

Estación de Monitoreo			Ensayo		
Código	Fecha	Horario	Densidad de Flujo Magnético - DFM	Intensidad de Campo Eléctrico - ICE	Intensidad de Campo Magnético - ICM
			(uT)	(V/m)	(A/m)
RNI-01	7/08/2024	HFP	0.0008509	0.2526021	0.00067
		HP	0.0006604	0.1960337	0.00052
RNI-02	6/08/2024	HFP	0.0008775	0.2604852	0.0006909
		HP	0.0008137	0.2415458	0.00016407
RNI-03	3/08/2024	HFP	0.0058366	1.7325894	0.0045957
		HP	0.001631	0.4841483	0.0012842
RNI-04	4/08/2024	HFP	0.0027102	0.8045358	0.002134
		HP	0.0021948	0.6515173	0.0017282
RNI-05	3/08/2024	HFP	0.0102055	3.0294917	0.0080358
		HP	0.0091953	2.7296164	0.0072404
RNI-07	20/09/2024	HFP	0.0041123	1.2207447	0.0032381
		HP	0.0023014	0.6831714	0.0018121
RNI-08	19/09/2024	HFP	0.0039299	1.1666069	0.0030944
		HP	0.0020481	0.6079702	0.0016127
ECA RNI			83.33	4166.67	66.67

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Horas de punta (HP): Periodo comprendido entre las 17:00 horas a 23:00 horas de cada día del año

Horas fuera de punta (HFP): Resto de horas del día no comprendidas en las horas de punta.

4.1.2.7.4.8.1 Densidad de Flujo Magnético (DFM)

- Temporada Muy Húmeda*

Los resultados del monitoreo de la densidad de flujo magnético durante la temporada muy húmeda muestran variaciones entre las mediciones realizadas en horas punta (HP) y fuera de horas punta (HFP) en las diferentes estaciones de medición. En general, se observa que los valores de DFM oscilan entre 0.00066 uT y 0.001021 uT. En general los resultados indican que las radiaciones magnéticas están dentro de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para radiaciones no ionizantes, que es de 83.33 uT.

- Temporada Húmeda*

Los resultados del monitoreo de la Densidad de Flujo Magnético (DFM) durante la temporada húmeda revelan variaciones significativas entre las mediciones realizadas en horas punta (HP) y


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla
Yanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259

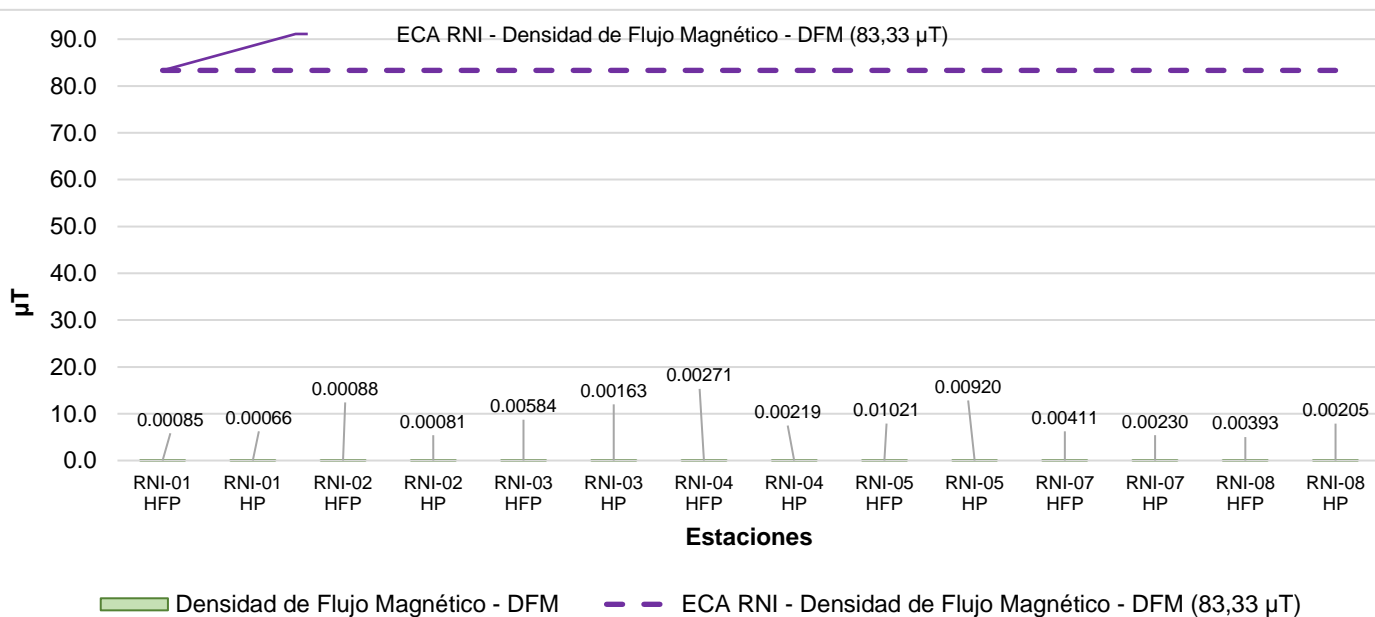

INSTITUTO DE ESTUDIOS DE LA UNIVERSIDAD
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

fuera de horas punta (HFP) en las diversas estaciones de monitoreo. En particular, se observa que los valores de DFM oscilan entre un mínimo de 0.00095 μT y un máximo de 0.00500 μT . Estas variaciones reflejan las fluctuaciones en la exposición a radiaciones magnéticas en diferentes momentos del día, probablemente influenciadas por factores como la demanda energética y la cercanía a fuentes de emisión.

A pesar de las diferencias entre HP y HFP, los resultados indican que están muy por debajo del límite establecido por los Estándares de Calidad ambiental (ECA) para radiaciones no ionizantes, que es de 83.33 μT .

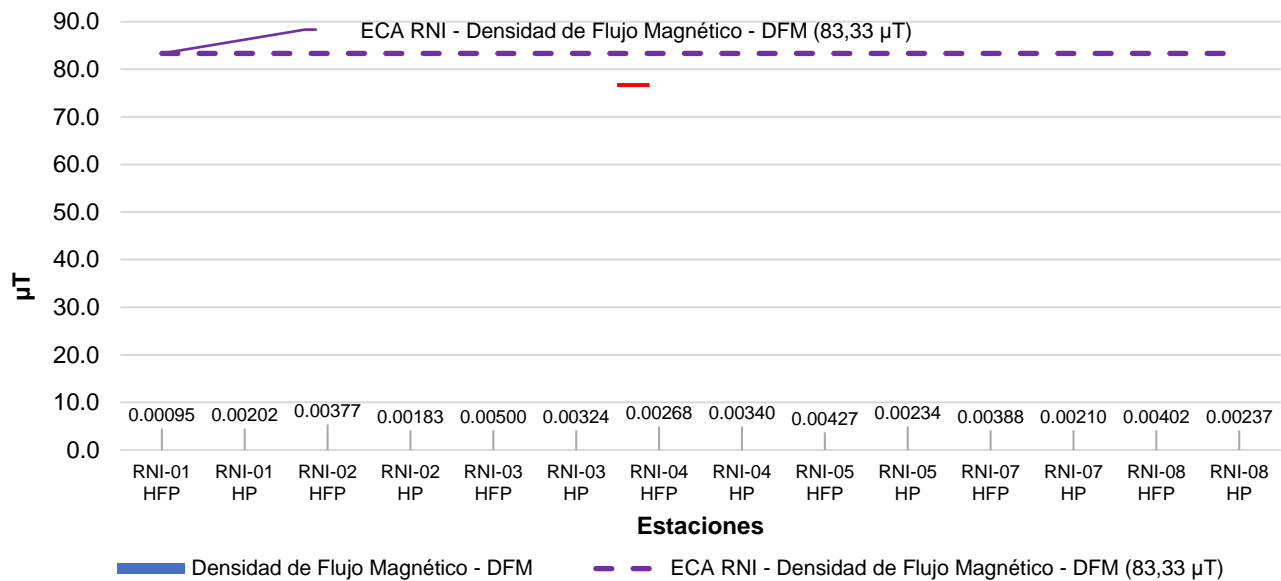
A continuación, se presentan gráficas que ilustran de manera más clara los resultados obtenidos, destacando tanto las variaciones en las mediciones como la comparación con el estándar de referencia de los ECA para radiaciones no ionizantes.

Gráfico 4.1-52: Resultado de Densidad de Flujo Magnético (DFM) – Temporada Muy Húmeda



Nota: HFP: Horas Fuera de Punta, HP: Horas de Punta
 Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.1-53: Resultado de Densidad de Flujo Magnético (DFM) – Temporada Húmeda



Nota: HFP: Horas Fuera de Punta, HP: Horas de Punta
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.7.4.8.2 Intensidad de Campo Eléctrico (ICE)

- *Temporada Muy Húmeda*

Durante la temporada muy húmeda, los registros de Intensidad de Campo Eléctrico (ICE) revelan una notable variabilidad en los valores medidos a través de las distintas estaciones de monitoreo, así como en las comparaciones entre las mediciones realizadas durante las horas punta (HP) y fuera de horas punta (HFP). Los valores de ICE oscilan entre 0.1960337 V/m y 3.0294917 V/m. Es importante destacar que todos los valores obtenidos se mantienen significativamente por debajo del límite establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para radiaciones no ionizantes, que es de 4166.67 V/m.

- *Temporada Húmeda*

En cuanto a la Intensidad de campo eléctrico, se observa una amplia variación en los valores registrados en las diferentes estaciones y entre Horas punta y fuera de Horas punta. Los valores de ICE oscilan entre 0.5432136 V/m y 1.4841006 V/m. Todos los valores, de los resultados obtenidos, se encuentran por debajo del ECA de Radiaciones No Ionizantes (4166.67 V/m).

Gráfico 4.1-54: Resultado de Intensidad de Campo Eléctrico – ICE - Temporada Muy húmeda

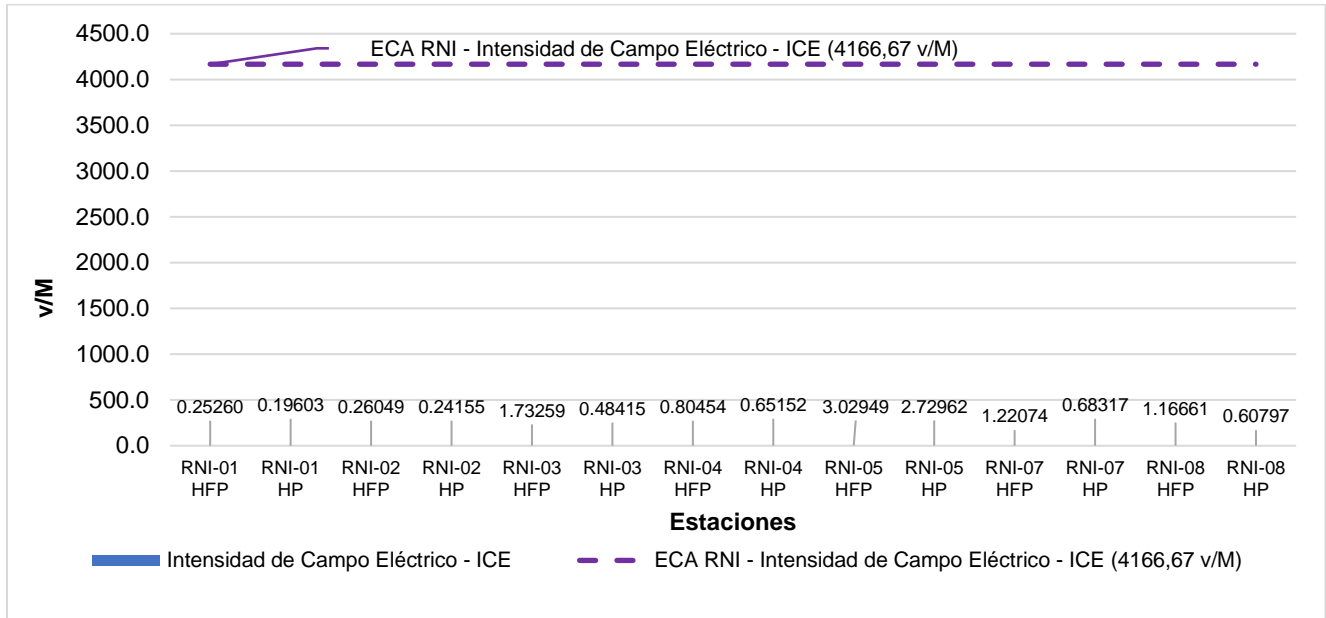
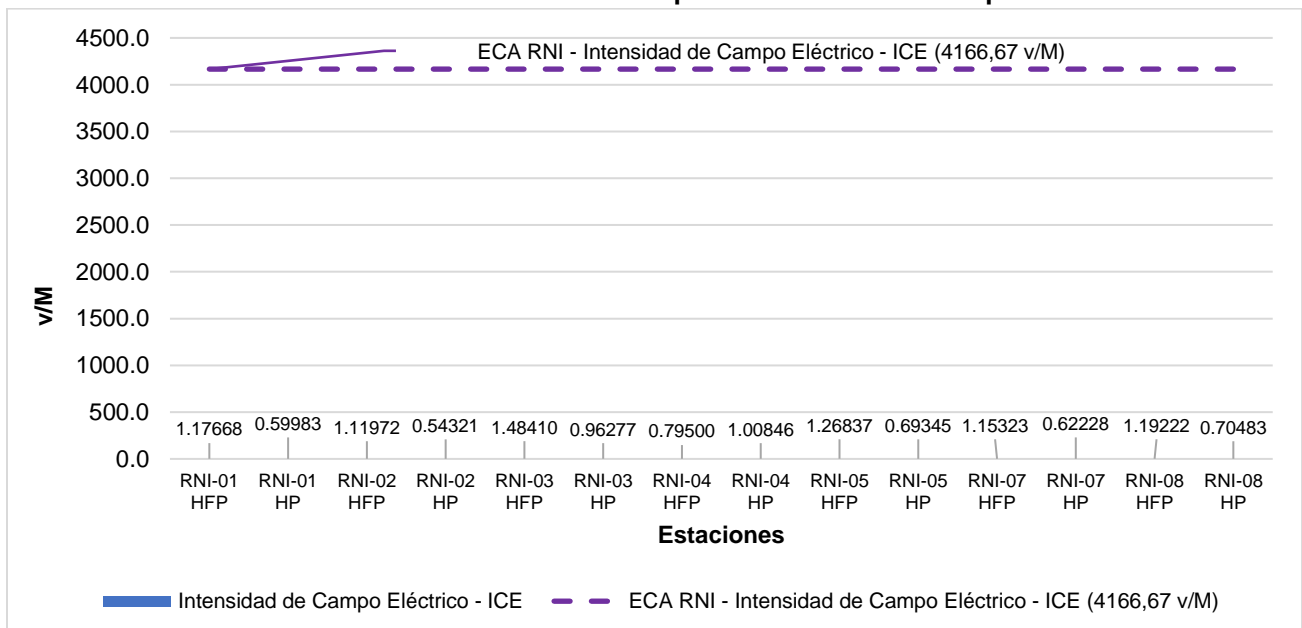


Gráfico 4.1-55: Resultado de Intensidad de Campo Eléctrico – ICE – Temporada Húmeda



4.1.2.7.4.8.3 Intensidad de Campo Magnético (ICM)

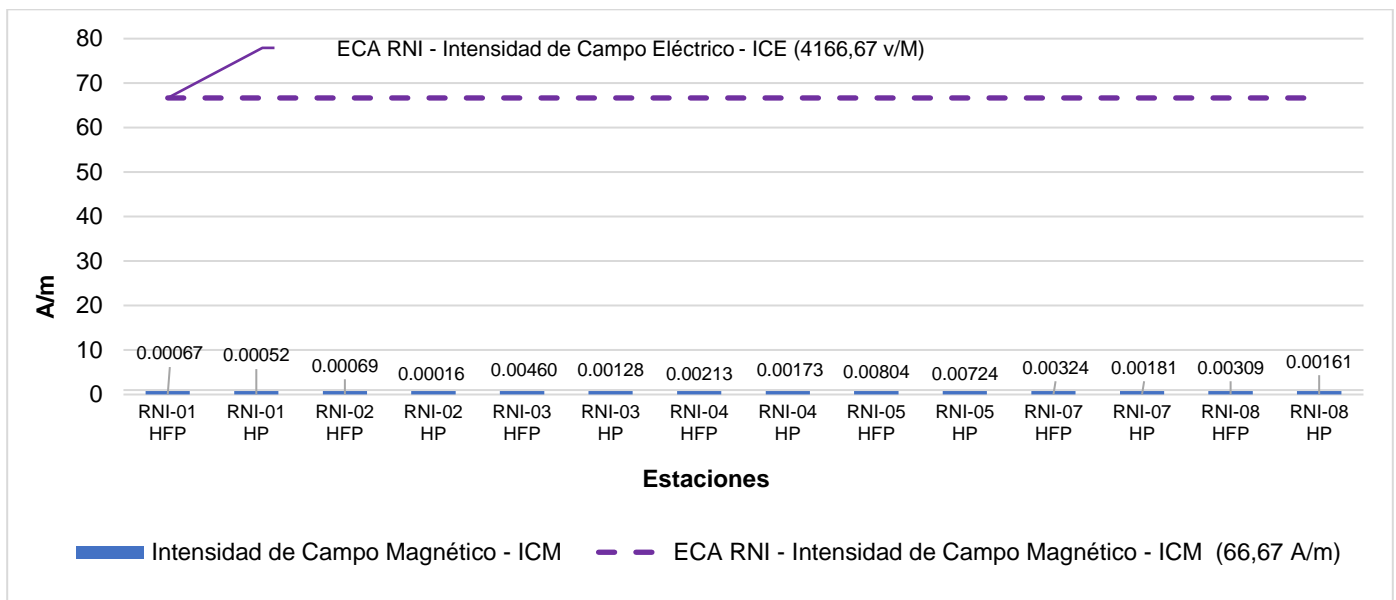
- *Temporada Muy Húmeda*

Los resultados obtenidos para la Intensidad de Campo Magnético (ICM) revelan una variación similar a los otros parámetros evaluados. Los valores registrados oscilan entre 0.00016407 A/m y 0.0080358 A/m. Estos resultados demuestran que la intensidad de campo magnético se encuentra muy por debajo de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para radiaciones no ionizantes, que es de 66.67 A/m.

- *Temporada Húmeda*

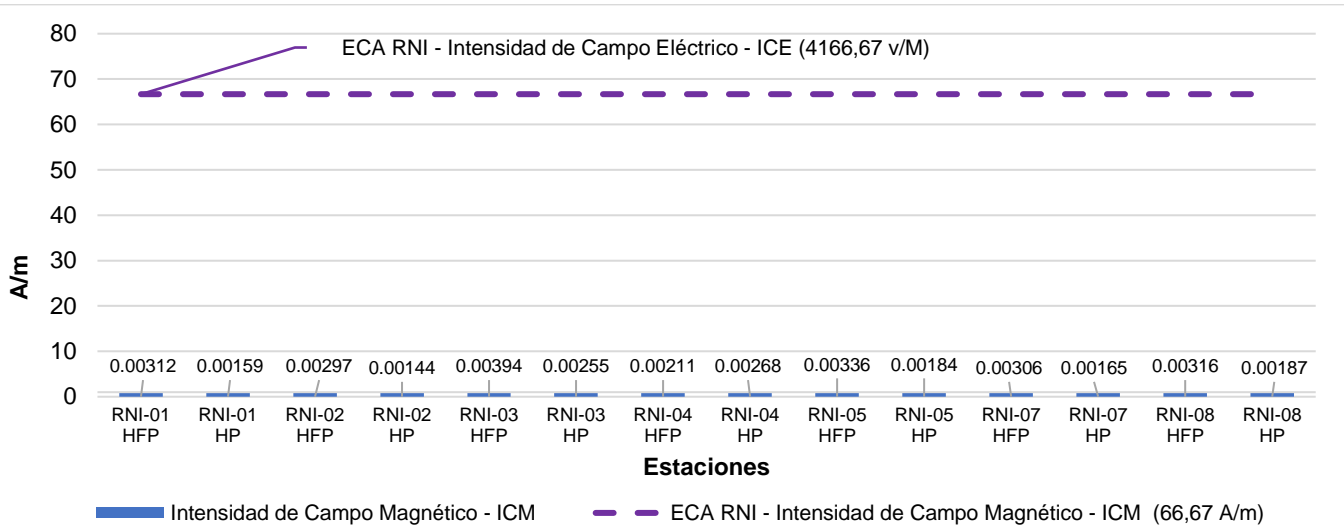
Los resultados de la intensidad de campo magnético muestran una variación similar a los otros parámetros evaluados. Los valores de ICM oscilan entre 0.0014409 A/m y 0.00394 A/m. Estos resultados indican que las radiaciones magnéticas están dentro de los límites establecidos por los ECA para radiaciones no ionizantes, que es de 66.67 A/m.

Gráfico 4.1-56: Resultado de Intensidad de Campo Magnético – ICM Temporada Muy Húmeda



Nota: HFP: Horas Fuera de Punta, HP: Horas de Punta
 Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.1-57: Resultado de Intensidad de Campo Magnético – ICM – Temporada Húmeda



Nota: HFP: Horas Fuera de Punta, HP: Horas de Punta
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.1.2.7.4.9 Conclusiones

En conclusión, el monitoreo de radiaciones no ionizantes realizado durante las temporadas muy húmeda y húmeda indica que los niveles de exposición se mantienen dentro de los límites permitidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Este hallazgo sugiere un bajo riesgo para la salud en las áreas evaluadas.

No obstante, se recomienda llevar a cabo un seguimiento continuo, especialmente cuando los componentes del proyecto estén en operación. Esta vigilancia constante permitirá asegurar el cumplimiento sostenido de los Estándares de Calidad Ambiental, garantizando así la protección de la salud y del medio ambiente a largo plazo. Además, el monitoreo proactivo ayudará a identificar posibles cambios en los niveles de exposición y permitirá implementar medidas correctivas si es necesario, contribuyendo a la mitigación de riesgos asociados a las radiaciones no ionizantes.

4.1.2.8 Geotecnia

Con la finalidad de evaluar las condiciones geotécnicas del área donde se implementarán los componentes del Proyecto, se realizó la zonificación geotécnica de acuerdo con las características de estabilidad; asimismo, se determinó la capacidad portante del suelo donde se ubicarán los componentes del Proyecto y también se tomaron muestras de suelo para la ejecución de los ensayos para determinar la mecánica del suelo.

4.1.2.8.1 Ubicación de los puntos de exploración geotécnica

Para la caracterización geotécnica se llevó a cabo un programa de investigación geotécnica del subsuelo con fines de ingeniería, mediante la ejecución de exploración directa (mediante sondeos mecánicos y manuales) y exploración indirecta con estudios geofísicos (líneas de refracción sísmica MASW). Adicionalmente, se realizaron ensayos de resistividad eléctrica del suelo en cada uno de los sitios de torre por el Método Wenner con lecturas en dos direcciones perpendiculares. En los numerales siguientes se presenta en detalle las características de cada uno de estos tipos de exploración, los ensayos e informes de resultados se presentan en el Anexo 4.1.27 "Estudios de suelos y resistividad", para líneas de transmisión y subestaciones. Así también se presenta la distribución de las exploraciones geotécnicas realizados, en el Anexo 4.1.28.

Anexo 4.1.27 Estudio de suelos y resistividad

Anexo 4.1.28 Mapa de ubicación de exploraciones geotécnicas (LBF-BETA-EG-18)

Con la finalidad de caracterizar adecuadamente las zonas de emplazamiento de torres e infraestructura eléctrica del Proyecto, fue necesario establecer puntos de exploración directa del subsuelo, los cuales se agrupan de la siguiente manera:

A. Exploración directa del Subsuelo – Variantes 138 kV L-1017 y L-1018

La exploración del subsuelo se realizó mediante sondeos manuales de hasta 4.5 m y mecánicos de hasta 12.0 m, sumando un total de 60 sondeos (45 manuales y 6 mecánicos). En sitios de torre específicos (T1, T2, T3, T4 y la variante L-1017) no fue posible explorar por problemas prediales. Se llevaron a cabo ensayos de campo como el SPT (ensayo de penetración estándar) y el uso de un penetrómetro de bolsillo, así como pruebas de veleta en niveles arcillosos blandos. En casos donde no se alcanzó la profundidad proyectada, se hicieron 15 sondeos de verificación. La ubicación de los puntos de ensayo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4.1-115 Ubicación de sitios de exploración geotécnica

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Variante	Coordenadas UTM ZONE 18S/ WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático
				Este (m)	Norte (m)		
T5	T5	Manual	L-1017	348785	9273849	4.5	-
T6	T6	Manual	L-1017	348357	9273718	4.5	-
T7	T7	Manual	L-1017	347912	9273575	4.5	-
T9	T8	Manual	L-1017	347268	9273221	1	-
T9 Verificación	T8	Manual	L-1017	347252	9273226	0.9	-
T10	T9	Manual	L-1017	346902	9273027	4.5	-
T11N	T10	Manual	L-1017	346557	9272850	4.5	-
T12	T11	Manual	L-1017	346137	9272633	2.9	-

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Variante	Coordenadas UTM ZONE 18S/ WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático
				Este (m)	Norte (m)		
T12 Verificación	T11	Manual	L-1017	346149	9272624	3.18	-
T13	T12	Manual	L-1017	345897	9272718	1.7	-
T13 Verificación	T12	Manual	L-1017	345886	9272712	4.5	-
T14	T13	Manual	L-1017	345556	9272834	3.72	-
T14 Verificación	T13	Manual	L-1017	345542	9272826	3.2	-
T15	T14	Manual	L-1017	345128	9272981	1.5	-
T15 Verificación	T14	Manual	L-1017	345118	9272976	2.1	-
T16	T15	Manual	L-1017	344727	9273120	1.45	-
T16 Verificación	T15	Manual	L-1017	344725	9273105	0.9	-
T17	T16	Manual	L-1017	344449	9273397	2.17	-
T17 Verificación	T16	Manual	L-1017	344454	9273380	2.43	-
T18N	T17	Manual	L-1017	344144	9273703	2.51	-
T18N Verificación	T17	Manual	L-1017	344129	9273700	2.32	-
T19	T18	Manual	L-1017	343799	9274052	4.5	-
T20	T19	Manual	L-1017	343641.2	9274192.3	4.5	-
T21	T20	Manual	L-1017	343298	9274537	1.9	-
T21 Verificación	T20	Manual	L-1017	343282	9274537	1.02	-
T22	T21	Manual	L-1017	342983	9274846	4.5	-
T23N	T22	Manual	L-1017	342903.6	9274964.3	4.5	-
T24	T23	Manual	L-1017	342541.9	9275503.4	4.5	-
T25N	T24	Manual	L-1017	342266.3	9275914.2	4.5	-
T26	T25	Manual	L-1017	342110.5	9276146.5	4.5	-
T27	T26	Manual	L-1017	341964.5	9276364	4.5	-
T28	T27	Manual	L-1017	341674.5	9276796.3	4.5	-
T29	T28	Manual	L-1017	341533.2	9277006.9	4.5	-
T30	T29	Manual	L-1017	341444.2	9277139.6	4.5	-
T31N	T30	Manual	L-1017	341088	9277488	1.78	-
T31N Verificación	T30	Manual	L-1017	341087	9277502	2.43	-
T32N	T31	Manual	L-1017	340954	9277617	1.6	-


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla
Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


Mónica
BIOLOGO
COLEOP 19540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Variante	Coordenadas UTM ZONE 18S/ WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático
				Este (m)	Norte (m)		
T32N Verificación	T31	Manual	L-1017	340959	9277627	1.1	-
T33N	T32	Manual	L-1017	340472	9278115	2.08	-
T33N Verificación	T32	Manual	L-1017	340457	9278115	2.85	-
T34	T33	Manual	L-1017	340155	9278413	1.6	-
T34 Verificación	T33	Manual	L-1017	340157	9278425	2.8	-
T35	T34	Manual	L-1017	339997	9278644	0.8	-
T35 Verificación	T34	Manual	L-1017	339991	9278684	1	-
T36	T35	Manual	L-1017	339585	9279202	4.5	-
T37	T36	Manual	L-1017	339334	9279559	4.5	-
T38	T37	Manual	L-1017	339339	9279912	4.5	-
T39	T38	Manual	L-1017	339337	9280483	4.5	-
T40	T39	Manual	L-1017	339445	9280846	4.5	-
T41		Manual	L-1017	339547	9281226	4.5	-
T42N	T40	Manual	L-1017	339573	9281333	4.5	-
T43	T41	Manual	L-1017	339695	9281932	5	-
T44	T42	Manual	L-1017	339660	9282563	4.5	0.9
T45	T43	Manual	L-1017	339511	9282760	4.5	-
T46	T44	Manual	L-1017	339334	9282996	4.5	-
SP-01		Mecánico	L-1018	339111	9283975	12	-
SP-02		Mecánico	L-1017	339595	9282295	12	-
SP-03		Mecánico	L-1017	340528	9278049	12	-
SP-04		Mecánico	L-1017	342594	9275278	12	-
SP-05		Mecánico	L-1017	348905	9273897	12	-
SP-06		Mecánico	L-1017	349927	9275341	12	-
T1	T1	Manual	L-1018	339131	9284042	7	1
T2	T2	Manual	L-1018	339274	9283761	8	3
T3	T3	Manual	L-1018	339462	9283417	1.3	-
T3 Verificación	T3	Manual	L-1018	339450	9283406	2.26	-
T4	T4	Manual	L-1018	339400	9283139	4.5	-

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

B. Exploración directa del Subsuelo – Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte

La exploración del subsuelo se realizó mediante 179 sondeos manuales hasta 4.5 m o hasta alcanzar rechazo en el ensayo SPT, en los sitios de torre, y 14 sondeos mecánicos con profundidades de entre 8.0 y 12.0 m, en ubicaciones determinadas por la sectorización geológica. No se ejecutaron 27 sondeos debido a problemas prediales en sitios específicos. Además, se realizaron 81 sondeos de verificación en lugares donde no se alcanzó la profundidad proyectada, y 4 de ellos fueron verificados por segunda vez. En la siguiente tabla se muestran la ubicación de los sondeos considerados para la caracterización geotécnica de los sitios de torre correspondientes al enlace 220 kV.

Tabla 4.1-116 Ubicación de sitios de exploración geotécnica – Enlace 220 kV

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático
				Este (m)	Norte (m)		
T1_C1	T1_C1	Manual	Enlace 220 kV	279726	9329899	4.5	-
T2_C1	T2_C1	Manual	Enlace 220 kV	279572	9329876	4.5	-
T3_C1	T3_C1	Manual	Enlace 220 kV	279541	9329512	0.95	-
T3_C1 Verificación 1	T3_C1	Manual	Enlace 220 kV	279546	9329519	0.9	-
T1_C2	T1_C2	Manual	Enlace 220 kV	279955	9329759	4.5	-
T3V_C2	T3_C2	Manual	Enlace 220 kV	279782	9329444	4.5	-
T4VN	T4	Manual	Enlace 220 kV	279619	9329108	5	-
T5VN	T5	Manual	Enlace 220 kV	279703	9328968	4.5	-
T6	T6	Manual	Enlace 220 kV	279946	9328537	4.5	-
T7	T7	Manual	Enlace 220 kV	280376	9328161	4.5	-
T8	T8	Manual	Enlace 220 kV	280779	9327813	4.5	-
T9N	T9	Manual	Enlace 220 kV	281696	9327504	4.5	-
T10N	T10	Manual	Enlace 220 kV	281892	9327444	0.5	-
T10N Verificación 1	T10	Manual	Enlace 220 kV	281902	9327429	0.6	-
T12	T12	Manual	Enlace 220 kV	282850	9327125	4.5	-
T13N	T13	Manual	Enlace 220 kV	283357	9327250	4.5	-
T14	T14	Manual	Enlace 220 kV	283680	9327328	5.5	-



Ana Carolina

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa

CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

BOLOGO

COLECCIÓN 19540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático o
				Este (m)	Norte (m)		
T15N	T15	Manual	Enlace 220 kV	284392	9327509	3.65	-
T15N Verificación 1	T15	Manual	Enlace 220 kV	284400	9327518	2.3	-
T16N	T16	Manual	Enlace 220 kV	285408	9327767	4.5	-
T17	T17	Manual	Enlace 220 kV	285701	9327846	0.72	-
T17 Verificación 1	T17	Manual	Enlace 220 kV	285701	9327849	0.76	-
T18	T18	Manual	Enlace 220 kV	286504	9327880	1.2	-
T18 Verificación 1	T18	Manual	Enlace 220 kV	286501	9327889	1.5	-
T19	T19	Manual	Enlace 220 kV	287073	9327738	1.5	-
T19 Verificación 1	T19	Manual	Enlace 220 kV	287060	9327730	1.2	-
T20	T20	Manual	Enlace 220 kV	287378	9327661	3.95	-
T20 Verificación 1	T20	Manual	Enlace 220 kV	287371	9327665	4.5	-
T21N	T21	Manual	Enlace 220 kV	287743	9327567	4.5	-
T26	T25	Manual	Enlace 220 kV	289485	9326876	1	-
T26 Verificación 1	T25	Manual	Enlace 220 kV	289485	9326876	0.6	-
T27N	T26	Manual	Enlace 220 kV	289889	9326605	1	-
T27N Verificación 1	T26	Manual	Enlace 220 kV	289888	9326594	0.76	-
T28	T27	Manual	Enlace 220 kV	290207	9326383	4.5	-
T29N	T28	Manual	Enlace 220 kV	290710	9326169	0.5	-
T29N Verificación 1	T28	Manual	Enlace 220 kV	290702	9326159	0.77	-
T30N	T29	Manual	Enlace 220 kV	291008	9326037	2.65	-


 Ana Carolina
 Socióloga
 CSP: 3988


 Geo. Carla
 Geóloga
 CSP: 259


 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 COLECCIÓN 1954/0

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático
				Este (m)	Norte (m)		
T30N Verificación 1	T29	Manual	Enlace 220 kV	290995	9326042	1.15	-
T31N	T30	Manual	Enlace 220 kV	291195	9325954	1.3	-
T31N Verificación 1	T30	Manual	Enlace 220 kV	291193	9325965	0.6	-
T32	T31	Manual	Enlace 220 kV	291831	9325689	4.5	-
T34VN		Manual	Enlace 220 kV	292960	9325255	0.95	-
T34VN Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	292950	9325265	1.5	-
T35		Manual	Enlace 220 kV	293273	9325089	0.9	-
T35 Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	298275	9325073	0.83	-
T36		Manual	Enlace 220 kV	293702	9324757	1.3	-
T36 Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	293702	9324736	2.8	-
T37		Manual	Enlace 220 kV	294035	9324498	4.5	-
T38		Manual	Enlace 220 kV	294112	9324379	4.5	-
T39		Manual	Enlace 220 kV	294335	9324050	4.5	-
T40N		Manual	Enlace 220 kV	294498	9323738	3.25	-
T40N Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	294509	9323732	0.75	-
T41N		Manual	Enlace 220 kV	294780	9323213	4.5	-
T42	T38	Manual	Enlace 220 kV	294908	9322964	3.5	-
T42 Verificación 1	T38	Manual	Enlace 220 kV	294896	9322955	4.5	-
T43	T39	Manual	Enlace 220 kV	295057	9322684	4.5	-
T44N	T40	Manual	Enlace 220 kV	295125	9322191	4.5	-


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Mónica
BIOLOGO
COLEOP R15140

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático o
				Este (m)	Norte (m)		
T45	T41	Manual	Enlace 220 kV	295243	9321623	1.8	-
T45 Verificación 1	T41	Manual	Enlace 220 kV	295236	1321613	2.65	-
T46	T42	Manual	Enlace 220 kV	295334	9321152	1.3	-
T46 Verificación 1	T42	Manual	Enlace 220 kV	295328	9321142	0.65	-
T47N	T43	Manual	Enlace 220 kV	295350	9320911	0.44	-
T47N Verificación 1	T43	Manual	Enlace 220 kV	295338	9320917	0.43	-
T48	T44	Manual	Enlace 220 kV	295379	9320451	3	-
T48 Verificación 1	T44	Manual	Enlace 220 kV	295372	9320454	3	-
T49	T45	Manual	Enlace 220 kV	295417	9319896	4.5	-
T50	T46	Manual	Enlace 220 kV	295442	9319503	0.28	-
T50 Verificación 1	T46	Manual	Enlace 220 kV	295436	9319491	0.76	-
T51	T47	Manual	Enlace 220 kV	295471	9319137	4.5	-
T52	T48	Manual	Enlace 220 kV	295523	9318381	4.5	-
T53		Manual	Enlace 220 kV	295535	9318119	4.5	-
T54N		Manual	Enlace 220 kV	295570	9317701	0.5	-
T54N Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	295561	9317706	1.5	-
T55N		Manual	Enlace 220 kV	295593	9317315	4	-
T55N Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	295592	9317322	4.5	-
T56		Manual	Enlace 220 kV	295621	9317024	0.75	-
T56 Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	295612	9317026	1	-


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla
Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


Mónica
BIOLOGO
COLEOP R15140

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático o
				Este (m)	Norte (m)		
T57		Manual	Enlace 220 kV	295664	9316527	0.4	-
T57 Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	295563	9316534	0.8	0.63
T58N		Manual	Enlace 220 kV	295727	9315728	0.97	-
T58N Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	295716	9315710	1.2	-
T59		Manual	Enlace 220 kV	295735	9315617	0.63	-
T59 Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	295726	9315608	0.76	-
T60		Manual	Enlace 220 kV	295771	9315155	1.1	-
T60 Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	295761	9315143	0.47	-
T63	T56	Manual	Enlace 220 kV	296723	9314149	0.1	-
T63 Verificación 1	T56	Manual	Enlace 220 kV	296719	9314150	0.1	-
T63 Verificación 2	T56	Manual	Enlace 220 kV	296725	9314152	0.1	-
T64N	T57	Manual	Enlace 220 kV	296890	9313793	2.1	-
T64N Verificación 1	T57	Manual	Enlace 220 kV	296885	9313793	4.5	-
T65N	T58	Manual	Enlace 220 kV	297328	9312855	1	-
T65N Verificación 1	T58	Manual	Enlace 220 kV	297323	9312864	1	-
T65N Verificación 2	T58	Manual	Enlace 220 kV	297320	9312856	1.1	-
T66N	T59	Manual	Enlace 220 kV	297456	9312590	2	-
T66N Verificación 1	T59	Manual	Enlace 220 kV	297446	9312583	4.5	-
T67		Manual	Enlace 220 kV	297560	9312358	1.5	-


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Mónica
BIOLOGO
COLEOP 19540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático o
				Este (m)	Norte (m)		
T67 Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	297553	9312350	0.93	-
T68	T60	Manual	Enlace 220 kV	297753	9311987	0.61	-
T68 Verificación 1	T60	Manual	Enlace 220 kV	297755	9311971	0.4	-
T69	T61	Manual	Enlace 220 kV	297903	9311703	1.15	-
T69 Verificación 1	T61	Manual	Enlace 220 kV	297894	9311713	2	-
T70	T62	Manual	Enlace 220 kV	298006	9311498	2	-
T70 Verificación 1	T62	Manual	Enlace 220 kV	298006	9311486	2	-
T71N	T63	Manual	Enlace 220 kV	298266	9310993	4.5	-
T72	T64	Manual	Enlace 220 kV	298319	9310900	3.11	-
T72 Verificación 1	T64	Manual	Enlace 220 kV	298309	9310899	3.85	-
T73N	T65	Manual	Enlace 220 kV	298702	9310536	0.4	-
T73N Verificación 1	T65	Manual	Enlace 220 kV	928699	9310543	1.58	-
T73N Verificación 2	T65	Manual	Enlace 220 kV	928698	9310532	0.71	-
T74	T66	Manual	Enlace 220 kV	299109	9310140	4.5	-
T75N	T67	Manual	Enlace 220 kV	299523	9309754	0.38	-
T75N Verificación 1	T67	Manual	Enlace 220 kV	299523	9309743	0.75	-
T76N	T68	Manual	Enlace 220 kV	299768	9309524	4.5	-
T77		Manual	Enlace 220 kV	299993	9309295	4.5	-
T78N	T69	Manual	Enlace 220 kV	300116	9309196	4.5	-
T79N	T70	Manual	Enlace 220 kV	300806	9308536	4.5	-


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP: 259


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BOLOGO
COLECCIÓN 19540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático o
				Este (m)	Norte (m)		
T80	T71	Manual	Enlace 220 kV	301075	9308287	4.5	-
T81N	T72	Manual	Enlace 220 kV	301182	9308075	4.5	-
T82N	T73	Manual	Enlace 220 kV	301382	9307699	4.5	-
T83	T74	Manual	Enlace 220 kV	301707	9307081	4.5	-
T84N		Manual	Enlace 220 kV	301767	9306959	4.5	-
T85N	T75	Manual	Enlace 220 kV	302082	9306360	4.5	-
T86N	T76	Manual	Enlace 220 kV	302290	9305960	0.38	-
T86N Verificación 1	T76	Manual	Enlace 220 kV	302276	9305962	0.74	-
T87	T77	Manual	Enlace 220 kV	302389	9305768	4.5	-
T88N	T78	Manual	Enlace 220 kV	302521	9305509	0.9	-
T88N Verificación 1	T78	Manual	Enlace 220 kV	302530	9305501	0.48	-
T89	T79	Manual	Enlace 220 kV	302934	9305226	0.49	-
T89 Verificación 1	T79	Manual	Enlace 220 kV	302925	9305227	4.5	-
T90N	T80	Manual	Enlace 220 kV	303477	9304898	4.5	-
T91N	T81	Manual	Enlace 220 kV	303952	9304632	0.8	-
T91N Verificación 1	T81	Manual	Enlace 220 kV	303959	9304624	0.72	-
T92	T82	Manual	Enlace 220 kV	304148	9304523	4.5	-
T93		Manual	Enlace 220 kV	304397	9304379	0.9	-
T93 Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	304396	9304367	0.32	-
T94	T83	Manual	Enlace 220 kV	304683	9304217	0.48	-
T94 Verificación 1	T83	Manual	Enlace 220 kV	304674	9304208	0.45	-


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla
Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


J. M. S. VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP 19540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático o
				Este (m)	Norte (m)		
T95N	T84	Manual	Enlace 220 kV	305089	9303979	4.5	-
T96	T85	Manual	Enlace 220 kV	305244	9303886	4.5	-
T97	T86	Manual	Enlace 220 kV	305936	9303493	4.5	-
T98	T87	Manual	Enlace 220 kV	306202	9303321	4.5	-
T99	T88	Manual	Enlace 220 kV	306632	9303075	4.5	-
T100N	T89	Manual	Enlace 220 kV	306825	9302974	4.5	-
T101N	T90	Manual	Enlace 220 kV	307166	9302779	3.25	-
T101N Verificación 1	T90	Manual	Enlace 220 kV	307152	9302772	3.18	-
T102N	T91	Manual	Enlace 220 kV	307881	9302369	4.5	-
T103N		Manual	Enlace 220 kV	307952	9302312	4.5	-
T104	T92	Manual	Enlace 220 kV	308297	9302117	4.5	-
T105N	T93	Manual	Enlace 220 kV	308850	9301801	4.5	-
T106N	T94	Manual	Enlace 220 kV	309166	9301605	5	-
T107N	T95	Manual	Enlace 220 kV	309635	9301352	4.5	-
T108		Manual	Enlace 220 kV	309770	9301276	0.83	-
T108 Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	309754	9301261	0.48	-
T109	T96	Manual	Enlace 220 kV	309952	9301168	0.46	-
T109 Verificación 1	T96	Manual	Enlace 220 kV	309942	9301159	0.44	-
T110N	T97	Manual	Enlace 220 kV	310347	9301112	4.5	-
T111	T98	Manual	Enlace 220 kV	310765	9301059	4.5	-
T112N	T99	Manual	Enlace 220 kV	311145	9301011	4.5	-
T113	T100	Manual	Enlace 220 kV	311671	9300928	0.39	-


 Ana Carolina
 Socióloga
 CSP: 3988


 Geo. Carla
 Verónica Muñoz Nery
 CSP: 259


 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 COLECCIÓN 1954/40

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático o
				Este (m)	Norte (m)		
T113 Verificación 1	T100	Manual	Enlace 220 kV	311681	9300942	0.9	-
T114	T101	Manual	Enlace 220 kV	312807	9300780	0.72	-
T114 Verificación 1	T101	Manual	Enlace 220 kV	312819	9300783	0.76	-
T115N		Manual	Enlace 220 kV	312950	9300670	0.49	-
T115N Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	312947	9300655	0.75	-
T116N	T102	Manual	Enlace 220 kV	313479	9300207	0.3	-
T116N Verificación 1	T102	Manual	Enlace 220 kV	313492	4300207	0.32	-
T117N	T103	Manual	Enlace 220 kV	314111	9299681	4.5	-
T118N	T104	Manual	Enlace 220 kV	314387	9299449	4.5	-
T119N	T105	Manual	Enlace 220 kV	314741	9299144	4.5	-
T120N	T106	Manual	Enlace 220 kV	315235	9298713	4.5	-
T121	T107	Manual	Enlace 220 kV	315307	9298554	4.5	-
T122	T108	Manual	Enlace 220 kV	315503	9298034	4.5	-
T123N		Manual	Enlace 220 kV	315635	9297724	1.58	-
T123N Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	315620	9297731	3.25	-
T124N	T109	Manual	Enlace 220 kV	315705	9297533	4.5	-
T125	T110	Manual	Enlace 220 kV	315903	9297014	4.5	-
T126	T111	Manual	Enlace 220 kV	316048	9296677	3.05	-
T126 Verificación 1	T111	Manual	Enlace 220 kV	316039	9296663	4.5	-
T127N	T112	Manual	Enlace 220 kV	316406	9295768	2	-


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla
Vanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259


Mónica
MARTÍNEZ MONTAÑA VILLALBA
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático o
				Este (m)	Norte (m)		
T127N Verificación 1	T112	Manual	Enlace 220 kV	316403	9295768	2	-
T128N	T113	Manual	Enlace 220 kV	316584	9295314	4.5	-
T129	T114	Manual	Enlace 220 kV	316760	9294835	4.5	-
T130	T115	Manual	Enlace 220 kV	316925	9294442	2.8	-
T130 Verificación 1	T115	Manual	Enlace 220 kV	316922	9294441	4.5	-
T131	T116	Manual	Enlace 220 kV	317186	9293919	4.5	-
T132N	T117	Manual	Enlace 220 kV	317355	9293582	3.3	-
T132N Verificación 1	T117	Manual	Enlace 220 kV	317361	9293579	4.5	-
T133	T118	Manual	Enlace 220 kV	317517	9293278	4.5	-
T134	T119	Manual	Enlace 220 kV	317655	9293000	4.5	-
T135N	T120	Manual	Enlace 220 kV	318122	9292506	1	-
T135N Verificación 1	T120	Manual	Enlace 220 kV	318109	9292504	2.22	-
T135N Verificación 2	T120	Manual	Enlace 220 kV	318114	9292514	0.6	-
T136N	T121	Manual	Enlace 220 kV	318351	9292275	2.22	-
T136N Verificación 1	T121	Manual	Enlace 220 kV	318338	9292279	1.87	-
T137	T122	Manual	Enlace 220 kV	318695	9291919	3.5	-
T137 Verificación 1	T122	Manual	Enlace 220 kV	318680	9291917	2.95	-
T138	T123	Manual	Enlace 220 kV	319070	9291732	4.5	-
T139	T124	Manual	Enlace 220 kV	319610	9291479	4.5	-
T140	T125	Manual	Enlace 220 kV	319806	9291397	4.5	-


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla
Yanessa Muñoz Nerya
CSP N° 259


J. M. S. VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP RVS/40

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático o
				Este (m)	Norte (m)		
T141	T126	Manual	Enlace 220 kV	320088	9291177	4.5	-
T142	T127	Manual	Enlace 220 kV	320355	9290947	4.5	-
T143	T128	Manual	Enlace 220 kV	320758	9290617	2.75	-
T143 Verificación 1	T128	Manual	Enlace 220 kV	320774	9290621	4.5	-
T144N		Manual	Enlace 220 kV	321232	9290317	0.95	-
T144N Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	321241	9290303	0.48	-
T145	T129	Manual	Enlace 220 kV	321351	9290227	4.5	-
T146		Manual	Enlace 220 kV	321424	9290185	4.5	-
T147	T130	Manual	Enlace 220 kV	322010	9289802	4.5	-
T148N		Manual	Enlace 220 kV	322272	9289628	2.95	-
T148N Verificación 1		Manual	Enlace 220 kV	322297	9289630	4.5	-
T149N	T131	Manual	Enlace 220 kV	322530	9289458	5	-
T150	T132	Manual	Enlace 220 kV	323210	9289007	1.8	-
T150 Verificación 1	T132	Manual	Enlace 220 kV	323199	9289014	2.62	-
T151	T133	Manual	Enlace 220 kV	323432	9288561	2.85	-
T151 Verificación 1	T133	Manual	Enlace 220 kV	323426	9288555	4.5	-
T152	T134	Manual	Enlace 220 kV	323650	9288120	4.5	-
T153	T135	Manual	Enlace 220 kV	323924	9287582	1	-
T153 Verificación 1	T135	Manual	Enlace 220 kV	323911	9287581	2.05	-
T154V	T136	Manual	Enlace 220 kV	324155	9287473	4.5	-
T155V	T137	Manual	Enlace 220 kV	324424	9287330	0.5	-


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla
Vanessa Muñoz Nery
CSP: 259


INSTITUTO REGISTRAL Y CATASTRAL
BOLOGNO
COLECCIÓN 19540

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático
				Este (m)	Norte (m)		
T155V Verificación 1	T137	Manual	Enlace 220 kV	324419	9287343	0.75	-
T156V	T138	Manual	Enlace 220 kV	325345	9286900	4.5	-
T157V	T139	Manual	Enlace 220 kV	325637	9286757	3.22	-
T157V Verificación 1	T139	Manual	Enlace 220 kV	325634	9286757	3.5	-
T158V	T140	Manual	Enlace 220 kV	326296	9286435	4.5	-
T159V	T141	Manual	Enlace 220 kV	326511	9286333	4.5	-
T160V	T142	Manual	Enlace 220 kV	326803	9286196	4.5	-
T161V	T143	Manual	Enlace 220 kV	327256	9285976	3	-
T161V Verificación 1	T143	Manual	Enlace 220 kV	327248	9285968	4.5	-
T162V	T144	Manual	Enlace 220 kV	327378	9285907	4.5	-
T163V	T145	Manual	Enlace 220 kV	328002	9285613	4.5	-
T164V	T146	Manual	Enlace 220 kV	328275	9285477	4.5	-
T165V	T147	Manual	Enlace 220 kV	328734	9285254	3	-
T165V Verificación 1	T147	Manual	Enlace 220 kV	328745	9285258	3	-
T166V	T148	Manual	Enlace 220 kV	329160	9285055	4.5	-
T168N		Manual	Enlace 220 kV	329855	9284643	4.5	-
T169N		Manual	Enlace 220 kV	330025	9284520	4.5	-
T170N	T152	Manual	Enlace 220 kV	330552	9284140	4.5	-
T171N	T153	Manual	Enlace 220 kV	331088	9283744	0.85	-
T171N Verificación 1	T153	Manual	Enlace 220 kV	331090	9283732	0.48	-
T172	T154	Manual	Enlace 220 kV	331377	9283525	4.5	-



UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES
WALTER J. HEALING'S VALLAVA
BIOLOGO
COLLEGE N5640

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático o
				Este (m)	Norte (m)		
T173	T155	Manual	Enlace 220 kV	331671	9283322	4.5	-
T174N	T156	Manual	Enlace 220 kV	332238	9282909	4.5	-
T175V	T157	Manual	Enlace 220 kV	332516	9282711	4.5	-
T176N	T158	Manual	Enlace 220 kV	332690	9282567	3.15	-
T176N Verificación 1	T158	Manual	Enlace 220 kV	332701	9282572	4.5	-
T177V	T159	Manual	Enlace 220 kV	332899	9282574	4.5	-
T178N	T160	Manual	Enlace 220 kV	333318	9282558	3.1	-
T178N Verificación 1	T160	Manual	Enlace 220 kV	333309	9282566	4.5	-
T179	T161	Manual	Enlace 220 kV	334144	9282550	0.45	-
T179 Verificación 1	T161	Manual	Enlace 220 kV	334139	9282558	0.9	-
T180N	T162	Manual	Enlace 220 kV	334685	9282480	3.65	-
T180N Verificación 1	T162	Manual	Enlace 220 kV	334680	9282472	4.5	-
T181N	T163	Manual	Enlace 220 kV	334921	9282435	3.65	-
T181N Verificación 1	T163	Manual	Enlace 220 kV	334914	9282432	4.5	-
T182	T164	Manual	Enlace 220 kV	335418	9282367	4.5	-
T188	T174	Manual	Enlace 220 kV	338477	9282712	5.5	-
T189	T175	Manual	Enlace 220 kV	338789	9282811	4.5	-
T190	T176	Manual	Enlace 220 kV	339085	9283078	6	-
T191	T177	Manual	Enlace 220 kV	339189	9283159	4.5	-
SP-1		Mecánico	Enlace 220 kV	279811	9330054	10	-
SP-2		Mecánico	Enlace 220 kV	287304	9327675	8	-


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla
Vanessa Muñoz Nery
CSP: 259


J. M. S. VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP: 19540

Nombre de sondeo	Torre asociada	Tipo de Exploración	Línea de transmisión	Coordenadas – UTM ZONA 18S, WGS 84		Profundidad (m)	Nivel freático
				Este (m)	Norte (m)		
SP-3		Mecánico	Enlace 220 kV	289416	9327245	10	-
SP-4		Mecánico	Enlace 220 kV	292365	9325132	12	-
SP-5		Mecánico	Enlace 220 kV	293220	9324413	12	-
SP-6		Mecánico	Enlace 220 kV	294246	9324181	8	-
SP-7		Mecánico	Enlace 220 kV	298546	9310687	12	-
SP-8		Mecánico	Enlace 220 kV	303175	9305075	8	-
SP-9		Mecánico	Enlace 220 kV	309051	9301680	12	-
SP-10		Mecánico	Enlace 220 kV	324589	9287239	12	-
SP-11		Mecánico	Enlace 220 kV	332670	9282585	12	-
SP-12		Mecánico	Enlace 220 kV	333664	9282584	11.6	-
SP-13		Mecánico	Enlace 220 kV	335472	9282354	12	-
SP-14		Mecánico	Enlace 220 kV	338540	9282676	12	-

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.8.2 Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte

4.1.2.8.2.1 Zonificación Geotécnica

La zonificación geotécnica del área donde se emplazarán los componentes del Proyecto se realizó en base al mapeo geológico, se hizo correlaciones entre los registros de calicatas, los ensayos geotécnicos hechos en campo y los resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras de suelo y roca. Las unidades geotécnicas fueron zonificadas en base a las unidades geológicas, el análisis de los resultados de los ensayos geofísicos, las características y propiedades geotécnicas y la experiencia profesional. Para el área del proyecto se determinaron cuatro (4) zonas geotécnicas cuyas características se describen a continuación:

Tabla 4.1-117 Zonificación geotécnica Enlace 220 kV Belaunde Terry - Tarapoto Norte

Unidad geológica	Zona	Descripción	Sondeos ejecutados	Sitios de torres asociados
ENLACE 220 Kv BELAUNDE TERRY – TARAPOTO NORTE				
Ki-cu, Js-s, Kis-ch, PN-ch, P-y, Ki-	1	Corresponde a una zona donde se presentan intercalaciones de materiales de comportamiento cohesivo y granulares. Los	176 Sondeos	175 sitios de torre

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Unidad geológica	Zona	Descripción	Sondeos ejecutados	Sitios de torres asociados
ac, Ki-e, Nmp-i, P-poz		<p>materiales de comportamiento cohesivo se componen de niveles de limos con arenas (ML), de color marrón, con plasticidad media y los materiales de comportamiento granular se componen de niveles de arena limosa (SM) de color marrón grisáceo.</p> <p>La topografía del terreno varía de ligeramente plana a fuertemente escarpada. La zona no es susceptible a condiciones de sumergencia.</p> <p>A partir de los 2.0 m de profundidad se registraron datos del ensayo de SPT con valores de Ncampo que mayoritariamente varían entre 6 y 98 golpes/pie para materiales granulares; es decir, que presentan una compacidad suelta a muy densa. Para materiales cohesivos varía entre 3 y 99 golpes/pie cuya consistencia es de blanda a dura.</p> <p>En cuanto a las condiciones especiales de los suelos, se identificó dos materiales con potencial de colapso en los sondeos T102N y T103N (se recomienda una profundidad de cimentación de 2.5 m); no se identificaron materiales susceptibles a licuación y tampoco materiales expansivos.</p>	T1_C1 T2_C1 T4VN a T18 T26 a T56 T58N a T130 T133 a T182 SP-1 SP-3 a SP-9 SP-11, SP-13	T1_C1 T2_C1 T4 a T18 T23 a T52 T54 a T115 T118 a T165
Ki-ac	2	<p>Corresponde a una zona donde predominan materiales de comportamiento granulares, se compone de niveles de fragmentos y bloques de arenisca con matriz conformada por arenas limosas de grano fino, de color marrón oscuro. La topografía del terreno moderadamente inclinada. La zona es susceptible a condiciones de sumergencia.</p> <p>En el primer metro de profundidad se registraron datos del ensayo de SPT altos presentando rechazo; por lo tanto, los materiales identificados presentan una compacidad muy densa.</p> <p>En cuanto a las condiciones especiales de los suelos, no se identificaron materiales expansivos, ni susceptibles a licuación y tampoco con potencial de colapso.</p>	1 sondeo T57	1 sitio de torre T53
Qh-al, Qh-cl	3	<p>Corresponde a una zona de depósitos aluviales y coluviales donde se presentan intercalaciones de materiales de comportamiento cohesivo y granulares. Los materiales de comportamiento cohesivo se componen de niveles de arcilla con arenas (CL), de color marrón, con plasticidad media y los materiales de comportamiento granular se componen de niveles de arenalimosa (SM) de color marrón grisáceo.</p>		



 Ana Carolina

 Socióloga

 C.S.P. 3988



 Geo. Carla Vanessa

 MSc. en Geología

 C.S.P. N° 259



 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

 COLECCIÓN 195/40

Unidad geológica	Zona	Descripción	Sondeos ejecutados	Sitios de torres asociados
		La topografía del terreno varía de ligeramente inclinada a ligeramente escarpada. La zona no es susceptible a condiciones de sumergencia. A partir de los 2.0 m de profundidad se registraron datos del ensayo de SPT con valores de N campo que mayoritariamente varían entre 8 y 94 golpes/pie para materiales granulares; es decir, que presentan una compacidad suelta a muy densa. Para materiales cohesivos varía entre 8 y 92 golpes/pie cuya consistencia es rígida a dura. En cuanto a las condiciones especiales de los suelos, se identificó un material con potencial de colapso en el sondeo T132N (se recomienda una profundidad de cimentación de 3.0 m); no se identificaron materiales susceptibles a licuación y tampoco materiales expansivos.		
Qh-al	4	<p>Corresponde a una zona de depósitos aluviales donde predominan materiales de comportamiento cohesivo, se compone de niveles de arcilla con arenas (CL), de color marrón, con plasticidad media. La topografía del terreno varía de ligeramente plana a fuertemente inclinada. La zona es susceptible a condiciones de sumergencia. A partir de los 2.0 m de profundidad se registraron datos del ensayo de SPT con valores de N campo que mayoritariamente varían entre 4 y 23 golpes/pie; de acuerdo con lo anterior, la consistencia de los materiales identificados varía de media a muy rígida.</p> <p>En cuanto a las condiciones especiales de los suelos, no se identificaron materiales expansivos ni colapsables; sin embargo, en el sitio de torre T190 y T191 se presenta susceptibilidad a licuación; por lo tanto, se debe implementar una cimentación especial.</p>	5 Sondeos T188 a T191 SP-14	12 sitios de torre T166 a T177

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Se recalca que para la caracterización geotécnica del suelo se establecieron un total de 260 puntos de muestreo en cada sitio de torre. Los resultados de las exploraciones geotécnicas revelan sitios de torre con suelos estratificados con material de carácter granular y cohesivo. Por tal motivo, a fin de facilitar el manejo de datos durante la caracterización geotécnica a cada uno de los estratos establecidos tanto cohesivos como granulares se le asignó un número de identificación, de tal manera que para los materiales de comportamiento cohesivo, se les asignó los códigos 1MC, 2MC, 3MC, 4MC y 5MC para los diferentes estratos limosos de baja plasticidad que varían en su consistencia, y 1CC, 2CC, 3CC y 4CC para arcillas limosas de plasticidad media que varían en su consistencia, y 1SC, 2SC y 3SC para arenas limosas con fracción fina de


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN 195/40

plasticidad media. Para el caso de los materiales granulares se les asignó los códigos 1SG, 2SG, 3SG, 4SG y 5SG para los distintos niveles de arenas limosos que varían en su compacidad y 1MG, 2MG y 3MG para los diferentes estratos limo arenosos que no presentan plasticidad.

4.1.2.8.2.2 Investigaciones en campo

Se presentan los resultados de los ensayos de campo realizados durante la campaña de exploración geotécnica, los cuales correspondieron principalmente a ensayos de penetración estándar SPT, y lecturas de la resistividad eléctrica del suelo Método Wenner.

A. Ensayo de penetración estándar

Para el desarrollo del presente proyecto se realizaron ensayos de penetración estándar en cada uno de los sitios de torre cada 50 cm hasta alcanzar la profundidad de exploración o hasta obtener la condición de rechazo³⁸

Tabla 4.1-118 Conclusiones del ensayo SPT

SPT en suelos cohesivos	SPT en suelos granulares
Los valores mínimos de Ncampo aumentan con la profundidad, indicando suelos de compacidad suelta hasta 4 m (2-7 golpes/pie), media entre 4 y 6 m (hasta 29 golpes/pie), y muy densa a partir de 9 m (Ncampo > 50 golpes/pie). Los valores máximos varían entre 78 y 100 golpes/pie hasta 4.5 m (materiales sobreconsolidados y muy densos), disminuyen a 49 golpes/pie entre 4.5 y 8 m, y vuelven a ser muy densos a mayores profundidades. En general, los materiales granulares presentan una compacidad de media a muy densa, indicando buena capacidad de soporte, con valores de rechazo frecuentes desde el primer metro de profundidad.	Los valores de Ncampo aumentan con la profundidad, indicando suelos de compacidad suelta hasta 4 m, media entre 4 y 6 m, y muy densa a partir de 9 m. Los valores máximos varían entre 78 y 100 golpes/pie hasta 4.5 m, disminuyen a 49 golpes/pie entre 4.5 y 8 m, y vuelven a ser muy densos a mayores profundidades. En general, los materiales presentan buena capacidad de soporte, con valores de rechazo frecuentes desde el primer metro de profundidad.

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Los resultados de los ensayos SPT se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.1-119 Valores de SPT

Código del estrato	Zonificación geotécnica	Ensayo SPT (Golpes/pie)			
		Ncampo	N1 ₄₅	N1 ₅₅	N1 ₆₀
1SG	1	5	6	5	5
2SG	1	15	19	16	14

³⁸ De acuerdo con lo señalado en la norma ASTM D1586, el rechazo en el ensayo de penetración estándar se presenta cuando se cumple alguna de las siguientes condiciones: i) la aplicación de 50 golpes en cualquiera de los tres avances de 6 pulgadas del ensayo, ii) no se observa avance del muestreador durante la aplicación de 10 golpes consecutivos, iii) se han aplicado un total de 100 golpes durante la ejecución del ensayo.

Código del estrato	Zonificación geotécnica	Ensayo SPT (Golpes/pie)			
		Ncampo	N1 ₄₅	N1 ₅₅	N1 ₆₀
3SG	1	36	40	33	30
4SG	1	72	88	72	66
5SG	1	59	87	71	65
1SC	1	8	10	8	8
2SC	1	18	19	15	14
3SC	1	58	68	56	51
1MC	1	6	8	7	6
2MC	1	10	14	12	11
3MC	1	19	23	19	17
4MC	1	48	48	39	36
5MC	1	53	77	64	58
1MG	1	8	11	8	8
2MG	1	20	18	14	13
3MG	1	58	81	66	61
1CC	1	6	9	7	6
2CC	1	10	14	11	10
3CC	1	20	23	19	17
4CC	1	52	57	46	42
5SG	2	59	88	72	66
1CC	2	7	10	8	7
1SG	3	4	6	5	4
2SG	3	18	21	17	15
3SG	3	44	39	32	29
4SG	3	62	56	46	42
5SG	3	59	88	72	66
1SC	3	5	7	6	5
2SC	3	19	22	18	16
1MC	3	5	7	6	5
2MC	3	14	21	17	15
3MC	3	18	22	18	16
5MC	3	53	79	65	59
1MG	3	8	11	9	8
3CC	3	24	23	19	17
4CC	3	44	33	27	25
1SG	4	3	4	3	3
2SG	4	11	15	13	12
1SC	4	4	5	4	4
2SC	4	12	14	11	10
1MC	4	5	7	6	5
3MC	4	15	14	12	11
1CC	4	5	6	5	5
2CC	4	9	11	9	8
3CC	4	14	19	15	14

4.1.2.8.2.3 Ensayos de laboratorio

De las muestras recuperadas durante la fase de exploración de campo se seleccionaron aquellas que fueran representativas de cada uno de los estratos identificados, sobre las cuales se realizaron ensayos de laboratorio, tendientes a la caracterización física y estimación de los parámetros de resistencia y deformabilidad. Los ensayos se programaron cada 1.5 m de profundidad o cada cambio de material, de acuerdo con la calidad y cantidad de muestras de cada estrato.

Tabla 4.1-120 Tipo y cantidad de ensayos de laboratorio ejecutados

Ensayos de laboratorio	Cantidad
Humedad natural	1557
Límites de Atterberg	1557
Granulometría	1558
Compresión inconfiada	38
Peso unitario total	189
Peso unitario suelto	23
Gravedad específica	526
Proctor modificado	84
Corte directo consolidado drenado	23
Consolidación unidimensional rápida	13
Expansión libre	12
pH	470
Cloruros	217
Sulfatos	217

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

A continuación, se presentan algunos de los resultados obtenidos del análisis de laboratorio que permitieron caracterizar las características geomecánicas del área de estudio. Las memorias de cálculo y resultados detallados se presentan en el Anexo 4.1.28 Estudio de suelos y resistividad.

4.1.2.8.2.3.1 Ensayos índices en muestras de suelos

Para la caracterización física de las muestras de suelo se llevaron a cabo ensayos estándar de laboratorio con fines de identificación y clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Se siguieron los procedimientos de la norma ASTM

A. Humedad y límites de Atteberg

A fin de caracterizar y clasificar los diferentes materiales encontrados en cada uno de los sondeos realizados, se realizaron ensayos de límites de consistencia (límites de Atterberg) y humedad natural a diferentes profundidades. A partir de estos ensayos se estableció la variación en función de la profundidad de la humedad natural, límite líquido y límite plástico cada 50 cm.

I. Suelos cohesivos

Tabla 4.1-121 Límites de Atteberg

Contenido de Humedad	la humedad natural de los suelos cohesivos varía entre 1.8% y 6.9% hasta 4.5 m de profundidad, aumentando entre 11.5% y 24.6% hasta 12 m, con una excepción a 6.5 m (4%). Esto indica una variación de humedad de baja a alta.
Límite líquido (LL)	El límite líquido de los materiales cohesivos, puede variar entre 16% y 19% hasta 7 m, y entre 22% y 42% hasta 12 m, indicando baja compresibilidad
Límite Plástico (LP)	El límite plástico, según la Figura 5.13, varía entre 10% y 17% hasta 7 m, y entre 18% y 30% hasta 12 m.
Índice de plasticidad (IP)	es mayor en los primeros 2.5 m (38%-45%), disminuyendo a 17%-33% a mayores profundidades, indicando materiales de plasticidad media a alta.
Índice de liquidez (IL)	la gran mayoría de los suelos (91.6%) tienen una consistencia muy dura, mientras que una minoría (1.0%) presenta una consistencia blanda. Esto indica que la mayoría de los suelos en la zona de estudio tienen una baja liquidez, lo que significa que son menos susceptibles a cambios de volumen con variaciones en el contenido de humedad.

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

II. Suelos granulares

Contenido de humedad: En los materiales granulares, la humedad varía entre 2.9% y 6.6% en los primeros 5 m, y entre 8.5% y 14.9% a mayores profundidades, mostrando una tendencia a aumentar

B. Clasificación de suelos SUCS

A partir de los resultados de los ensayos de gradación y límites de Atterberg se realizó la clasificación de los suelos de acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (USCS, *Unified Soil Classification System*, norma ASTM D 2487), obteniéndose que, en los primeros metros de profundidad, predominan las arenas limosas (SM) y limos de baja compresibilidad (ML) para el caso de los materiales con comportamiento granular y cohesivo, respectivamente. Para los casos de los suelos granulares, existen un porcentaje importante de limos (ML) hasta los 6.0 m de profundidad (entre 13 y 33%), seguido de arenas limosas pobremente gradadas (SP-SM, entre 6 y 21%). Para los materiales cohesivos, se destaca en contenido de arcillas de baja compresibilidad (CL) que varía entre 27 y 35% hasta 8.0 m de profundidad y posteriormente, un estrato de 0.50 m de espesor del 100%; en general, las fracciones granulares en estos materiales corresponde a arenas limosas (SM) o mal gradadas (SP).

Las propiedades índices de las muestras ensayados se detallan en la siguiente tabla:


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
Socióloga
CSP N° 259


Geom. J. Sebastián Villalva
BIOLOGO
COLEOP 19540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Tabla 4.1-122 Índices de suelos muestreados

Código del estrato	Granulometría (%)			Límites (%)				W (%)	SUCS	Zona geotécnica
	Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP	IL			
1SG	0.0	71.3	28.7	N.L	N.P	NA	NA	14.6	SM	1
2SG	1.8	65.7	32.4	N.L	N.P	NA	NA	11.8	SM	1
3SG	0.0	77.1	22.9	N.L	N.P	NA	NA	9.6	SP-SM	1
4SG	3.0	69.2	27.8	N.L	N.P	NA	NA	9.8	SM	1
5SG	7.0	47.7	45.3	N.L	N.P	NA	NA	12.8	SM	1
1SC	0.0	59.1	40.9	22	17	5	-0.7	13.1	SM	1
2SC	8.0	52.2	39.9	28	19	9	-0.8	12.4	SM-SC	1
3SC	0.0	56.4	43.6	29	20	9	-0.7	14.0	SM-SC	1
1MC	0.0	16.1	83.9	43	30	13	-0.4	24.8	ML	1
2MC	0.2	14.9	85.0	50	34	17	-0.4	26.1	ML	1
3MC	0.0	10.5	89.5	47	31	15	-0.6	22.0	ML	1
4MC	0.3	10.2	89.5	45	30	15	-0.8	18.6	ML	1
5MC	7.6	22.5	70.0	36	24	11	-0.9	14.1	ML	1
1MG	0.0	42.2	57.8	N.L	N.P	NA	NA	21.1	ML	1
2MG	0.0	33.2	66.8	N.L	N.P	NA	NA	14.1	ML	1
3MG	0.0	27.2	72.8	N.L	N.P	NA	NA	11.2	ML	1
1CC	0.0	18.4	81.6	36	22	14	-0.3	18.6	CL	1
2CC	0.0	22.6	77.4	37	23	14	-0.3	18.6	CL	1
3CC	1.5	19.6	79.0	33	21	12	-0.2	17.7	CL	1
4CC	0.6	12.9	86.6	34	22	12	-0.6	14.5	CL	1
5SG	7.0	47.7	45.3	N.L	N.P	NA	NA	12.8	SM	2
1CC	0.0	35.5	64.5	36	23	13	0.5	29.0	CL	2
1SG	0.0	77.4	22.6	N.L	N.P	NA	NA	9.6	SM	3
2SG	0.0	76.6	23.4	N.L	N.P	NA	NA	9.9	SM	3
3SG	2.0	60.4	37.6	N.L	N.P	NA	NA	12.3	SM	3
4SG	6.1	64.5	29.4	N.L	N.P	NA	NA	12.1	SM	3
5SG	0.0	66.7	33.3	N.L	N.P	NA	NA	14.9	SM	3
1SC	0.0	59.0	41.0	19	15	4	0.0	14.7	SM-SC	3
2SC	0.0	67.3	32.8	18	14	3	-0.5	12.7	SM-SC	3
1MC	0.0	17.0	83.0	53	31	22	-0.1	28.6	MH	3
2MC	0.0	15.0	85.0	48	29	19	-0.2	24.5	ML	3
3MC	24.5	12.5	63.0	36	25	11	-0.8	15.8	ML	3
5MC	0.0	55.5	44.5	24	19	5	-1.2	13.1	ML	3
1MG	0.0	47.8	52.3	N.L	N.P	NA	NA	13.5	ML	3
3CC	0.0	32.3	67.8	36	22	14	-0.1	20.3	CL	3
4CC	0.5	14.4	85.2	33	22	11	-0.5	17.0	CL	3
1SG	0.0	62.0	38.0	N.L	N.P	NA	NA	21.9	SM	4
2SG	1.8	74.5	23.7	N.L	N.P	NA	NA	10.7	SM	4
1SC	13.5	54.0	32.5	22	15	7	0.6	19.4	SM-SC	4
2SC	0.0	42.3	57.7	29	20	10	0.2	21.7	SM-SC	4
1MC	0.0	14.0	86.0	53	33	20	0.4	40.5	MH	4
3MC	0.0	4.6	95.4	61	40	21	-0.4	30.7	MH	4
1CC	0.0	42.0	58.0	26	17	9	1.0	25.9	CL	4
2CC	0.0	27.2	72.8	28	19	9	0.8	26.2	CL	4
3CC	0.0	18.2	81.8	41	25	16	0.4	31.4	CL	4

Abreviaturas:

LL: Límite Líquido;

LP: Límite Plástico;

NP: No Plástico;

W: Humedad;

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BOLOGO
COLECCIÓN 1954/0

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.8.2.3.2 Ensayos de gravedad específica de sólidos

se utiliza para calcular las relaciones de fases de suelos tales como relación de vacíos y grado de saturación; así como la densidad de los sólidos del suelo, multiplicando su gravedad específica por la densidad del agua. Se contó con resultados de varios ensayos de gravedad específica para suelos granulares y cohesivos; así como de un ensayo de consolidación unidimensional programado en suelos blandos. Los valores de los materiales cohesivos varían entre 2.51 y 2.82, y los granulares entre 2.55 y entre 2.78.

Tabla 4.1-123 Gravedad específica de sólidos

Código del estrato	Zonificación geotécnica	SUCS	Gravedad específica
1SG	1	SM	2.678
2SG	1	SM	2.672
3SG	1	SP-SM	2.671
4SG	1	SM	2.660
5SG	1	SM	2.675
1SC	1	SM	2.660
2SC	1	SM-SC	2.670
3SC	1	SM-SC	2.660
1MC	1	ML	2.681
2MC	1	ML	2.681
3MC	1	ML	2.679
4MC	1	ML	2.670
5MC	1	ML	2.674
1MG	1	ML	2.696
2MG	1	ML	2.690
3MG	1	ML	2.678
1CC	1	CL	2.669
2CC	1	CL	2.683
3CC	1	CL	2.679
4CC	1	CL	2.684
5SG	2	SM	2.705
1CC	2	CL	2.660
1SG	3	SM	2.660
2SG	3	SM	2.660
3SG	3	SM	2.660
4SG	3	SM	2.705
5SG	3	SM	2.660
1SC	3	SM-SC	2.660
2SC	3	SM-SC	2.660
1MC	3	MH	2.660
2MC	3	ML	2.660
3MC	3	ML	2.660


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla
Yanessa Muñoz Nayra
CSP N° 259


Jhon
INGENIERO EN CIENCIAS FÍSICAS
BIOLOGO
COLEGIO PROFESOR

Código del estrato	Zonificación geotécnica	SUCS	Gravedad específica
5MC	3	ML	2.660
1MG	3	ML	2.660
3CC	3	CL	2.660
4CC	3	CL	2.690
1SG	4	SM	2.660
2SG	4	SM	2.660
1SC	4	SM-SC	2.660
2SC	4	SM-SC	2.660
1MC	4	MH	2.660
3MC	4	MH	2.660
1CC	4	CL	2.660
2CC	4	CL	2.660
3CC	4	CL	2.660

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988

4.1.2.8.3 Análisis de la cimentación

A continuación, se presenta el análisis de cimentación, desarrollado sobre la base de los resultados de los ensayos de laboratorio acreditado ante INACAL (Certificado de Acreditación de Laboratorio Geotécnico) y la descripción in situ del terreno)

4.1.2.8.3.1 Profundidad de cimentación

De acuerdo con los análisis de suelos especiales presentados en el numeral 7 se tiene que para los sitios de torre T91 y T92 la profundidad mínima de cimentación debe ser de 2.5 m por presencia de materiales colapsables; para el caso de la torre T117 debe ser de 3.0 m para mitigar la susceptibilidad de materiales con potencial de colapso; mientras que, para los sitios de torre T176 y T177 se debe implementar cimentación especial tipo pilotes por la presencia de fenómenos de licuación en el sitio T176 y de licuación y colapso en el sitio T177. Para el resto de los sitios de torre, la profundidad mínima de cimentación recomendada es de 2.0m.

4.1.2.8.3.2 Capacidad portante

Los análisis de capacidad portante se realizaron para las condiciones drenada y no drenada de acuerdo con los materiales predominantes presentes a nivel de fundación en cada zona geotécnica, bien sea de tipo granular o cohesivo. Dado que en una misma zona geotécnica se pueden presentar perfiles estratigráficos granulares y/o cohesivos, los análisis se realizan para ambos casos subdividiendo las zonas de la siguiente manera:

Tabla 4.1-124 Clasificación geotécnica según tipo de suelo

Zona geotécnica	Material	Condición de análisis	Observaciones
1A - I	Cohesivo	No drenada	Materiales de consistencia media a rígida.


Geo. Carla
Ingeniera de Suelos
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
COLEGIO PROFESOR

Zona geotécnica	Material	Condición de análisis	Observaciones
1A - II	Cohesivo	No drenada	Materiales de consistencia muy rígida.
1A - III	Cohesivo	No drenada	Materiales de consistencia dura.
1B	Granular	Drenada	--
1C	Cohesivo	No drenada	Materiales cohesivos con presencia de fragmentos y bloques de roca que dificultan la excavación manual.
1D	Granular	Drenada	Materiales granulares con presencia de fragmentos y bloques de roca que dificultan la excavación manual.
2	Granular	Drenada	Materiales granulares con presencia de fragmentos y bloques de roca que dificultan la excavación manual y condición de sumergencia.
3A	Cohesivo	No drenada	--
3B	Granular	Drenada	--
3C	Cohesivo	No drenada	Materiales cohesivos con presencia de fragmentos y bloques de roca que dificultan la excavación manual.
3D	Granular	Drenada	Materiales granulares con presencia de fragmentos y bloques de roca que dificultan la excavación manual.
4A	Cohesivo	No drenada	--
4B	Cohesivo	No drenada	Presentado a manera informativa, zona correspondiente al sitio T190 con cimentación especial.
4C	Granular	Drenada	Presentado a manera informativa, zona correspondiente al sitio T191 con cimentación especial.

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Considerando las condiciones de suelo previamente mostradas, se definen los valores de capacidad portante, su distribución en torres se ha presentado en la Tabla de 4.1-127 zonificación geotécnica Enlace 220 kV Belaunde Terry - Tarapoto Norte.

Tabla 4.1-125 Valores de capacidad portante

Zona geotécnica	Material predominante	Sitio de exploración geotécnica*	q , kPa
1A-I	Cohesivo	7 sitios T5VN, T6V, T14, T23 a T25, T53	85
1A-II	Cohesivo	30 sitios T7, T9N, T11N, T12, T16N, T40N, T41, T44, T52, T64,	157

Zona geotécnica	Material predominante	Sitio de exploración geotécnica*	q , kPa
		T74, T76N, T84N, T96 a T98, T106, T107N, T110N, T112N, T117, T126, T130, T137, T140, T167V, T168V, T178V, T182N, T182AV	
1A-III	Cohesivo	85 sitios T1_C1, T2_C1, T4VN, T8, T13N, T15N, T28, T32, T32AV, T38, T39, T42, T43, T45, T48, T49, T51, T55N, T66N, T70N a T73N, T78N a T83, T85N, T87, T89, T90N, T92, T95N, T99 a T101, T111, T118N, T120N a T125, T127N a T129, T133 a T135V, T138, T139, T141 a T143, T145 a T148N, T150 a T154V, T156V a T159V, T161V a T166V, T169V, T170V, T172V a T177V, T180N, T181N	207
1B	Granular	14 sitios. T30N, T35V a T37, T46, T69, T102N a T105N, T119N, T136N, T149N, T160V	244
1C	Cohesivo	16 sitios T18, T33V, T34V, T54N, T58N, T75N, T91N, T93, T94, T108, T109, T113, T115, T144N, T155V, T171V	598
1D	Granular	23 sitios T10N, T17, T26, T27N, T29V, T31N, T47N, T50, T56, T58V a T63, T65N, T67, T68, T86N, T88N, T114, T116N, T179V	1472
2	Granular	1 sitio T57	752
3A	Cohesivo	2 sitios. T1_C2 y T131	253
3B	Granular	5 sitios. T3_C2V, T20 a T22N, T132N	412
3C	Cohesivo	1 sitio T3_C1	609
3D	Granular	1 sitio. T19	1470
4A	Cohesivo	10 sitios de torre. T183V a T189	77

(*) Las exploraciones y/o sondeos realizadas en los sitios indicados están asociados a las torres indicadas en la Tabla 4.1-115.

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.8.4 Variantes 138 kV L-1017 y L-1017

4.1.2.8.4.1 Zonificación geotécnica

La zonificación geológico - geotécnica del área del proyecto se realizó considerando zonas de comportamiento homogéneo, para lo cual se tomó como insumo la información geológica, geomorfológica, el modelo digital de elevación, las pendientes en cada sitio de torre, zonas potencialmente inundables, zonas de condiciones especiales y el comportamiento geomecánico de los materiales determinado a partir de los resultados de la exploración del subsuelo, ensayos de laboratorio y caracterización de materiales

Tabla 4.1-126 Zonificación geotécnica - Variantes L-1017 y L-1018

Unidad geológica	Zona	Descripción	Sondeos ejecutados	Sitios de torres asociados
VARIANTE L-1018				
Depósito aluvial (Qhal)	1	<p>Corresponde a una zona de depósitos aluviales donde predominan materiales de comportamiento cohesivo, se compone de niveles de arcillas de color marrón oscuro con algo de arena; algunos niveles presentan baja plasticidad (CL) de consistencia blanda a rígida y otros de alta plasticidad (CH) de consistencia blanda a media.</p> <p>La topografía del terreno varía de ligeramente inclinada a fuertemente inclinada; sin embargo, no es susceptible al desarrollo de fenómenos de remoción en masa. La zona no es susceptible a condiciones de sumergencia; sin embargo, se identifican niveles freáticos 1.0 y 3.0 m.</p> <p>A partir de los 2.0 m de profundidad se registraron datos del ensayo de SPT con valores de Ncampo que mayoritariamente varían entre 4 y 14 golpes/pie; de acuerdo a lo anterior, la consistencia de los materiales identificados varía de blanda a media.</p> <p>En cuanto a las condiciones especiales de los suelos, no se identificaron materiales expansivos ni susceptibles a licuación; sin embargo, si se presenta potencial de colapso. En esta zona geotécnica se debe implementar una cimentación especial.</p>	T1 SP-01 T2	T1 T2
Depósito aluvial (Qhal)	2	<p>Corresponde a una zona de depósitos aluviales donde predominan materiales de comportamiento cohesivo, se compone de niveles de arcillas de color marrón oscuro con algo de arena; algunos niveles presentan baja plasticidad (CL) de consistencia media a rígida y otros de alta plasticidad (CH) de consistencia media a muy rígida.</p> <p>La topografía del terreno varía de moderadamente inclinada a fuertemente inclinada; sin embargo, no es susceptible al desarrollo de fenómenos de remoción en masa. No se identificaron niveles freáticos y la zona no es susceptible a condiciones de sumergencia.</p> <p>A partir de los 2.0 m de profundidad se registraron datos del ensayo de SPT con valores de Ncampo que varían entre 12 y 22 golpes/pie; de acuerdo con lo anterior, la consistencia de los materiales identificados varía de rígida a muy rígida.</p> <p>En cuanto a las condiciones especiales de los suelos, no se identificaron materiales expansivos, ni susceptibles a licuación y tampoco con potencial de colapso.</p>	T3 y T4	T3 y T4
VARIANTE L-1017				
Formación Chambira (PN-ch) y Depósito aluvial (Qhal)	1	<p>Corresponde a una zona donde se identifican materiales de comportamiento cohesivo, se compone de varios niveles de arcillas de color marrón oscuro y algunas vetas blancas con algo de arena de grano fino; la mayoría de los niveles presentan baja plasticidad (CL) y otros en menor cantidad tienen alta plasticidad (CH).</p>	SP-05, T5, T6, T7, T9, T11N, T13, T14, T17, T18N, T19, T20, T21, T23N, SP-4	T1-V13BV- LineaExistente , T2-1017- V12V, T3- 1017-V11BV, T4-1017- V11AVT5, T5 T6, T7,T8, T9,


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Unidad geológica	Zona	Descripción	Sondeos ejecutados	Sitios de torres asociados
		<p>La topografía del terreno varia de ligeramente plana a fuertemente inclinada; sin embargo, no es susceptible al desarrollo de fenómenos de remoción en masa. No se identificaron niveles freáticos y la zona no es susceptible a condiciones de sumergencia.</p> <p>A partir de los 2.0 m de profundidad y hasta los 4.5 m se registraron datos del ensayo de SPT con valores de N campo que mayoritariamente varían entre 10 y 60 golpes/pie; de acuerdo a lo anterior, la consistencia de los materiales identificados varia de rígida a dura. Después de los 4.6 m, los valores presentan magnitudes entre 10 y 30 golpes/pie, demostrando materiales de consistencia rígida a muy rígida.</p> <p>En cuanto a las condiciones especiales de los suelos, no se identificaron materiales expansivos ni susceptibles a licuación; sin embargo, si se presenta potencial de colapso.</p>	T24, T26, T27, T28, T29, T30, T31N, T32N, SP-03, T33N, T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42N, T45, T46	T10, T12, T13, T16, T17, T18, T19, T20, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T30, T31, T32, T33, T34, T36, T37, T38, T39, T40, T43, T44
	2	<p>Corresponde a una zona donde se identifican materiales residuales de comportamiento granular, se compone de dos niveles de arena limosa de grano fino de color marrón claro a blanco que presentan un aumento en la resistencia con la profundidad; la fracción fina es de comportamiento no plástico.</p>	T10N T12 T15 T16 T22 T25	T10 T12 T15 T16 T21 T24
	3	<p>La topografía del terreno varia de moderadamente inclinada a fuertemente inclinada; sin embargo, no es susceptible al desarrollo de fenómenos de remoción en masa. No se identificaron niveles freáticos y la zona no es susceptible a condiciones de sumergencia.</p> <p>A partir de los 2.0 m de profundidad se registraron datos del ensayo de SPT con valores de Ncampo que mayoritariamente varían entre 18 y 63 golpes/pie; de acuerdo a lo anterior, la compacidad de los materiales identificados varia de media a muy densa. En cuanto a las condiciones especiales de los suelos, no se identificaron materiales susceptibles a licuación.</p>	T43 SP-02	T41
Depósito aluvial (Qhal)	4	<p>Corresponde a una zona de depósitos aluviales donde predominan materiales de comportamiento cohesivo, se compone de un perfil estratigráfico de arcillas de color marrón con algo de arena, con humedad alta, plasticidad alta (CH) y consistencia blanda a rígida. La topografía del terreno en el sitio de torre es plana a ligeramente plana. No se identificaron niveles freáticos y la zona no es susceptible a condiciones de sumergencia.</p> <p>En el sitio de exploración se registraron datos de Ncampo del ensayo de SPT menores a 10 golpes/pie en los primeros 4.5 m; en algunas profundidades se registraron valores bajos hasta de 4 golpes/pie lo que permite concluir que el perfil estratigráfico ofrece la menor capacidad de carga de la variante.</p> <p>En cuanto a las condiciones especiales de los suelos, no se identificaron materiales expansivos, ni susceptibles a licuación y tampoco con potencial de</p>	T44	T42


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


Ing. María
BIOLOGO
COLEOP 115140

Unidad geológica	Zona	Descripción	Sondeos ejecutados	Sitios de torres asociados
		colapso; sin embargo debido a la alta compresibilidad de los materiales se debe implementar una		

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.8.4.2 Investigaciones en campo

Se presentan los resultados de los ensayos de campo realizados durante la campaña de exploración geotécnica, los cuales correspondieron principalmente a ensayos de penetración estándar SPT

A. Ensayo SPT

Para el desarrollo del presente proyecto se realizaron ensayos de penetración estándar en cada uno de los sitios de torre cada 50 cm hasta alcanzar la profundidad de exploración o hasta obtener la condición de rechazo

Tabla 4.1-127 Conclusiones del ensayo SPT

SPT en suelos cohesivos	SPT en suelos granulares
En la variante L-1017, los valores del ensayo SPT muestran un aumento de resistencia a la penetración hasta los 4.5 m, con valores de Ncampo superiores a 50 golpes/pie desde el primer metro, indicando materiales duros. En la variante L-1018, los valores SPT indican una leve tendencia de aumento de resistencia en los primeros 2.5 m, con valores mínimos de 3 a 7 golpes/pie y máximos de 6 a 65 golpes/pie, señalando materiales de consistencia media a muy rígida. Los sondeos T9, T17, T18N, T21, T31N a T35 alcanzaron valores de rechazo (N>50 golpes/pie) antes de 4.5 m de profundidad.	En la variante L-1017, los valores del ensayo SPT en materiales granulares muestran una leve tendencia de aumento en la resistencia a la penetración después de 1.5 m de profundidad, con valores máximos de hasta 96 golpes/pie y algunos casos de rechazo, indicando materiales de compacidad muy dura. Los valores mínimos varían entre 17 y 55 golpes/pie, los promedios entre 27 y 65 golpes/pie, y los máximos entre 46 y 91 golpes/pie, sugiriendo una compacidad de media a muy densa. En la variante L-1018 no se identificaron suelos granulares. Los sondeos T12, T14, T15 y T16 alcanzaron valores de rechazo (N>50 golpes/pie) antes de 4.5 m de profundidad, confirmados en sondeos de verificación.

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

El detalle de los resultados para las investigaciones en campo se presenta en el Anexo 4.1.28, Estudio de resistividad y suelos para las Líneas de transmisión.

4.1.2.8.4.3 Ensayos en laboratorio

De las muestras recuperadas durante la fase de exploración de campo se seleccionaron aquellas que fueran representativas de cada uno de los estratos identificados, sobre las cuales se realizaron ensayos de laboratorio, tendientes a la caracterización física y estimación de los parámetros de resistencia y deformabilidad. Los ensayos se programaron cada 1.5 m de

profundidad o cada cambio de material, de acuerdo con la calidad y cantidad de muestras de cada estrato.

Tabla 4.1-128 Tipo y cantidad de ensayos de laboratorio ejecutados

Ensayo	Total de Ensayos Realizados L-1017	Total de Ensayos Realizados L-1018
Humedad natural	118	70
Límites de Atterberg	117	70
Granulometría	117	70
Compresión inconfiada	9	27
Peso unitario total	99	62
Peso unitario suelto	15	1
Proctor modificado	19	2
Corte directo consolidado drenado	6	7
Consolidación unidimensional	3	5
Expansión	1	7
pH	111	56
Cloruros	43	18
Sulfatos	43	3

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

El detalle de los resultados de laboratorio obtenidos de las exploraciones geotécnicas se presenta en el Anexo 4.1.28.

4.1.2.8.5 Análisis de cimentación

A continuación, se presenta el análisis de cimentación, desarrollado sobre la base de los resultados de los ensayos de laboratorio acreditado ante INACAL (Certificado de Acreditación de Laboratorio Geotécnico) y la descripción in situ del terreno

4.1.2.8.5.1 Profundidad de cimentación

De acuerdo con los análisis de suelos especiales presentados en el numeral 7 se tiene algunos sitios podrían presentar potencial expansivo, lo cual requerirá un análisis detallado por sitio de torre para corroborar. Si es el caso, el tratamiento se podrá realizar mediante adición de cal en un espesor de 100 cm. Teniendo en cuenta que en el caso en el que se presente esta condición, se podría realizar un tratamiento, se recomienda establecer una profundidad mínima de cimentación de -2.0 m respecto a la superficie actual del terreno para la totalidad de los sitios explorados, a excepción de la zona 1 de la variante L-1018 (según zonificación presentada en numeral 10.1, la cual requiere uso de cimentaciones especiales dada la presencia de suelos blandos y con potencial de colapsabilidad.

4.1.2.8.5.2 Capacidad portante

Los análisis de capacidad portante se realizaron para las condiciones drenada de acuerdo con el material predominante presente a nivel de fundación, suelos granulares o cohesivos. Para ambos casos se utilizaron las parametrizaciones de cálculo establecidos en el Std 691-2001 de la IEEE. A continuación, se definen los valores de capacidad portante:

Tabla 4.1-129 Valores de capacidad portante para las variables L-1017 y L-1018

Variante	Zona geotécnica	Grupos según la capacidad admisible q_{adm} , kPa	Sitio de exploración	Cantidad de torres	Porcentaje de torres
L-1017	1A	200	T7, T9, T11N, T13, T14, T17, T18N, T20, T21, T23N, T24, T26, T28, T29, T30, T31N, T32N, T33N, T34, T35, T36N, T37, T38, T45	24	52.2
L-1017	1B	150	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T19, T27, T39, T40, T42N, T46	12	26.1
L-1017	2	200	T10N, T12, T15, T16, T22, T25	6	13.0
L-1017	3	100	T43	1	2.2
L-1017	4	200	T44	1	2.2
L-1018	2	200	T3, T4	2	4.3

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Elaborado por: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.8.6 Conclusiones geotécnicas

Para el caso de la Línea de Transmisión de 220 kV Belaunde Terry -Tarapoto

- Se llevó a cabo un plan de exploración directa del subsuelo para caracterizar los materiales en cada sitio de torre. Este plan incluyó la ejecución de 179 sondeos manuales y 14 perforaciones mecánicas. Los sondeos manuales alcanzaron profundidades de hasta 4.5 metros, aunque algunos llegaron hasta 6.0 metros. Además, se realizaron 81 sondeos de verificación adicionales en sitios donde no se alcanzó la profundidad proyectada debido a rechazo en la prueba SPT. Las perforaciones mecánicas alcanzaron profundidades entre 8.0 y 12.0 metros. En cada sitio de perforación, se tomaron muestras de suelo para ensayos de clasificación, resistencia y deformabilidad.
- Se encontró nivel freático en el sondeo T57 a una profundidad de 0.63 metros. Sin embargo, esta condición podría variar debido a la variabilidad climática en la zona de estudio. Adicionalmente, se identificaron zonas potencialmente inundables, especialmente en áreas bajas con cuerpos de agua ocasionales y cultivos de arroz. Los sitios de torre donde se presentan estas condiciones incluyen T53, T166, T167, T168, T169, T170, T171, T172, T173, T174, T175, T176, T177.

- Existen torres que pueden estar presentes en condiciones de inestabilidad, bajo efecto de licuación, esta condición se presenta en los sitios de torre T175, T176 y T177.
- Se realizaron estimaciones de capacidad portante admisible para una profundidad mínima de cimentación de -2.0 metros, considerando zapatas de 2.0 metros de lado.

Variantes L-1017 y L-1018

- Se realizó un plan de exploración del subsuelo en sitios de torre, con 45 sondeos manuales (hasta 4.5 m) y 6 sondeos mecánicos (hasta 12.0 m), además de 15 sondeos de verificación. Se tomaron muestras de suelo para ensayos de laboratorio y se realizaron pruebas de veleta de campo y penetrómetro de bolsillo en algunos sitios.
- El nivel freático se detectó en tres sondeos (T42, T1 y T2) entre 0.9 y 1.0 m de profundidad, con variabilidad climática posible.
- Se identificaron condiciones de inestabilidad en suelos con potencial de expansión, recomendándose tratamiento con cal en varios sitios. También se encontraron materiales colapsables en la variante L-1018, requiriendo cimentación especial tipo pilotes en T1 y T2.
- Se estimaron capacidades portantes para cimentaciones a -2.0 m de profundidad, con zapatas de 2.0 m de lado. En la variante L-1017, el 79.5% de las torres pueden cimentarse en zapatas o pila campana, y en la línea L-1018, el 50% en zapatas y el 50% en pilotes.



Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988

4.1.2.9 Paisaje

El desarrollo de este capítulo se realiza con base en los lineamientos técnicos establecidos en la "Guía para la elaboración de la Línea Base en el Marco del sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental –SEIA. En base a estos se aplicaron las metodologías para determinar las Unidades paisajísticas y Cuencas visuales en el área de influencia del Proyecto.

El análisis del paisaje se aborda desde dos perspectivas, por un lado: como un escenario natural, que ha sufrido modificaciones resultado de diferentes dinámicas (la presión urbana sobre áreas rurales, la simplificación de la matriz productiva, el avance de las áreas agrícolas sobre las áreas naturales, etc.). Para determinar el grado de intervención antrópica o, visto de otra manera, el grado de conservación de la estructura natural del paisaje, se determina la calidad visual de las unidades de paisaje.

El proceso de análisis se realiza, primero, en función de las "Unidades de paisaje generadas a partir de geoformas y coberturas de la tierra, sobre las cuales se evalúa calidad visual y capacidad de absorción. Adicionalmente se realiza un análisis de visibilidad de la zona con base en el modelo digital del terreno del área de influencia indirecta, cuya unidad de evaluación serán las Cuencas visuales, delimitadas desde puntos de observación de importancia para el área donde se emplazará el Proyecto.



Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
BIOLOGO
COLECCIÓN 1954/40

Finalmente se presenta un análisis de la incidencia del proyecto dentro del contexto de la zona y la identificación de sitios de interés paisajístico, para identificar las potenciales alteraciones de su entorno asociados a las actividades por el desarrollo del proyecto.

En tal sentido, el orden para la elaboración del presente capítulo se menciona a continuación:

1. Identificación de Unidades paisajísticas.
2. Determinación de los puntos de observación y cuencas visuales

La metodología de análisis se complementa con las matrices presentadas en el Anexo 4.1.29, Metodología de Análisis de Paisaje.

Anexo 4.1.29 Metodología de Análisis de Paisaje

4.1.2.9.1 Unidades de paisaje

Las unidades paisajísticas corresponden a delimitación de una porción del territorio con una coherencia visual y estructura definida. En cada unidad se prevé una respuesta visual similar a las posibles actuaciones que se realicen en ella, de manera que un cambio en las características visuales de una de las partes, modificará los valores paisajísticos del conjunto.

Las unidades paisajísticas se delimitaron principalmente en base a las características del relieve, elemento base del paisaje, el mismo que en la mayoría de los casos es el que proporciona los principales atributos de los paisajes rurales y naturales. Por ello, el relieve es el elemento clave para la diferenciación paisajística en sus primeros niveles. En segundo término, se incorporan los atributos provenientes de los elementos de la cobertura vegetal y del uso de la tierra. Finalmente, se emplean otros elementos, como los climáticos e hidrográficos.

$$CVP = M+V+A+C+E+R+H$$

4.1.2.9.1.1 UP 01: Paisajes de montaña con bosque basimontano

Esta unidad abarca extensas áreas del margen derecho del río Mayo, ubicado en el distrito de Moyobamba, Jepelacio y Tabalosos. Configurada por las montañas estructurales en roca sedimentaria, con pendientes moderadamente empinadas a empinada (mayores a 45%). Estas montañas llegan a superar los 1000 metros sobre la (altitud) base local, en la que se identifican procesos erosivos y de meteorización. Esta unidad se encuentra principalmente al norte del área de estudio.



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla

Yanessa Muñoz Nuyra

CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES

BIOLOGO

COLECCIÓN 19540

La cobertura de esta unidad corresponde a bosques con dosel cerrado, con 3 estratos distinguibles, especies de árboles que alcanzan los 6 m a 27 m. Los niveles de riqueza florística son altos, se caracteriza por presentar especies botánicas tanto en la Amazonía baja con de la yunga, además cuenta presencia moderada de epífitas (Bromeliaceae y Orchidaceae).

Las tonalidades verdes intensas predominan en esta unidad. Asimismo, La visibilidad no es amplia debido a la vegetación tupida y muy alta que ocupa todo el campo visual, esta cualidad sirve como barrera visual natural.

Ilustración 4.1-87: Paisajes de montaña con bosque basimontano



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.1.2 UP 02: Paisajes de montañas de selva alta con zonas agrícolas y pecuarias

Esta unidad se ubica principalmente sobre las laderas del complejo de montañas en el sector Noroeste del área de influencia del Proyecto, abarcando los distritos de Moyobamba, Jepelacio, Alonso de Alvarado, Tabalosos y Zapatero. Está configurada por montañas estructurales sedimentarias con pendientes moderadamente empinadas a empinadas.

Las parcelas de cultivo de esta unidad son pequeñas y se intercalan con parches de bosque secundario y pastizales, se encuentran cultivos de maíz, café y cacao. Los pastizales son usados para la ganadería vacuna.

Ilustración 4.1-88: Paisajes de montañas de selva alta con zonas agrícolas y pecuarias



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

4.1.2.9.1.3 UP 03: Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias

Configurado por los relieves de transición entre las laderas de montañas, los valles y zonas llanas adyacentes a cuerpos de agua. Formado por depósitos coluvio-deluviales, poseen en su mayoría pendientes suaves de hasta 5%.

Son áreas aprovechadas para las actividades agropecuarias, cubiertas principalmente por parches de cultivos diversos, pastizales e instalaciones de viviendas, también se pueden observar pequeños parches de bosque secundario. La calidad del paisaje se ve altamente intervenida por las actividades de la población.

Ilustración 4.1-89: Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.1.4 UP 04: Paisajes de colina de selva alta con vegetación mixta

Esta unidad está conformada por colinas estructurales en roca sedimentaria con orientación NO-SE, con formas alargadas y de distintas alturas debido a procesos erosivos. En esta unidad predominan las laderas con cimas redondeadas, con pendientes que van de fuertemente inclinada a moderadamente empinada (8%-25%). La cobertura vegetal está conformada por cultivos permanentes y transitorios (maizales, cacao y café), pastizales en pequeñas extensiones y en áreas mayores vegetación secundaria o purma.


Ana Carifernández
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP: N° 259


MIRTHA SARMIENTO VILLALVA
BIOLOGO
COSP: 115540

Ilustración 4.1-90: Paisaje de colinas de selva alta con vegetación mixta



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.1.5 UP 05: Paisajes de colina de selva alta con bosque secundario

Esta unidad se encuentra ubicada al margen del río Mayo en la provincia de San Martín y Lamas, en los distritos de Morales, Juan Guerra, Cuñumbuqui y Zapatero, formado por colinas estructurales de roca sedimentaria con pendientes fuertemente inclinadas a moderadamente empinadas (15%-25%), con altitudes que varían desde los 20 a 80 en colinas bajas y en colinas altas de 80m hasta 300m. Sigue las direcciones preferenciales de las principales estructuras que dominan el relieve andino. Se encuentra cubierta por bosques secundarios, puede presentar de 3 a 4 estratos en un dosel o cúpula de árboles, en las cumbres el bosque tiene menor altura o vigor.

Ilustración 4.1-91: Paisajes de colina de selva alta con bosque secundario



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.1.6 UP 06: Paisajes de lomadas con vegetación mixta

Esta unidad se caracteriza por presentar colinas con cumbres y laderas de superficies amplias, compuestas por formaciones rocosas sedimentarias, con pendientes suaves (ligeramente inclinada a moderadamente inclinada), ubicada al sur del Área de Estudio del Proyecto. Se encuentra cubierta por pastizales para ganado bobino, cultivos permanentes (frutales) y transitorios (maíz). También se pueden encontrar parches de vegetación arbórea y arbustos.


Ana Carifernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


MIRTHA SARMIENTO VILLALVA
BIOLOGO
COSP N° 17540

Ilustración 4.1-92: Paisajes de lomadas con vegetación mixta



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.1.7 UP 07: Paisajes de llanura aluvial con áreas agrícolas y pecuarias

Esta unidad se encuentra ubicada en los valles de los ríos, caracterizado por la sucesión de terrazas bajas incluyendo el lecho actual. Se caracteriza por presentar pendientes llanas de 1% a 5%. En épocas de lluvias se encuentra expuesta a inundaciones. La cobertura de esta unidad corresponde a vegetación joven, pastizales y terrenos de cultivo, permanentes (papaya, plátano y palma) y transitorios (arrozales). En esta unidad las parcelas de cultivos se encuentran bien definidas y suelen ser de gran extensión.


Ana Carolina
CSP: 3988


Geo. Carla
CSP: 259


MARIA SANCHEZ VILLALBA
BIOLOGO
COSP: 17540

Ilustración 4.1-93: Paisaje de llanura aluvial con áreas agrícolas y pecuarias



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.1.8 UP 08: Paisajes de llanura inundable

Esta unidad se caracteriza por encontrarse en terrenos de relieve llanos, adyacentes a ríos y en el mismo curso fluvial (como las playas que forman parte del lecho fluvial), constituida por material no consolidado y removible proveniente de la denudación de montañas y colinas. Se encuentra sujeta a inundaciones recurrente, estos relieves presentan pendientes menores a 2 % de inclinación.

Se identifican parches de vegetación ribereña contiguas, o casi nula, contigua a los cuerpos de agua y/o áreas sin cobertura, debido a su exposición a los procesos erosivos.

Ilustración 4.1-94: Paisaje de llanura inundable (Río Mayo)



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.1.9 UP 09: Áreas Antrópicas

En esta unidad de paisaje se agrupan las áreas que se caracterizan por su alto grado de intervención, es decir que han sido modificadas fuertemente por la actividad humana. Corresponde a terrenos ocupados por instalaciones privadas (áreas industriales), infraestructura (torres de transmisión y vías de acceso) y emplazamiento de viviendas. En su mayoría está configurado por zonas de pendientes muy inclinadas a planas, correspondiente a zonas de colinas bajas, piedemontes y llanuras aluviales.


Ana Carri Fernandez
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259


BIOLOGO
COLEOP H/1640

Ilustración 4.1-95: Paisajes de áreas antrópicas



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

En el Anexo 4.1.30 se presenta el Mapa de Unidades paisajística delimitadas en el área de estudio.

Alia Carrizosa
Alia Carrizosa
Socióloga
CSP: 3988

Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
Geo. Carla Vanessa Muñoz Noya
CSP N° 259

ef
INSTITUTO NACIONAL DE
BIOLOGÍA
COLECCIÓN DE
MATERIALES
CSP N° 15540

Anexo 4.1.30 Mapa de unidades paisajísticas (LBF-BETA-PAI-19)

4.1.2.9.2 Cuencas visuales

Tévar Sanz (1996) define las Cuencas visuales como: “el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación o, dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto”, además precisa que constituyen un conjunto de herramientas importante para el análisis del paisaje visual.

Para determinar la ubicación de las cuencas se tomaron los siguientes criterios:

- Se definen a partir de los puntos de observación ubicados en miradores naturales o puntos de concentración visual del paisaje.
- Considerar que las cuencas visuales abarquen todas las unidades paisajísticas identificadas en el área de estudio.

En tanto, basado en la guía del SEIA y las características particulares del área de estudio se consideraron los siguientes criterios que garantizan la representatividad tanto de los puntos de observación como de las cuencas visuales:

- Los puntos de observación se emplazan en zonas cercanas a las áreas concentración visual, como los centros poblados, vías de comunicación y miradores naturales o construidos y la accesibilidad visual.
- Las cuencas visuales en su conjunto abarcan todas las unidades paisajísticas, tal como se detalla en la tabla.
- Las unidades de paisaje presentan elementos homogéneos tales como relieve, cobertura y clima, siendo estas representativas para todas las unidades de la misma denominación.

Las cuencas visuales se obtuvieron mediante un software de geoprocésamiento, utilizando un DEM y curvas de nivel del área de estudio. Cabe precisar que, si bien la Guía para Elaboración de Línea Base en el marco SEIA – acápite de Paisaje, indica que los puntos de observación para el caso particular de Líneas de Transmisión deben tomar como referencia la altura de las cotas de las torres, esta premisa no es definitiva ya que se tiene un número de torres considerable (65). Asimismo, la adaptación de dicha guía ha sido tomada como referencia para la determinación de los puntos de observación y las cuencas visuales, adecuando al caso particular del proyecto e incorporando criterios que garanticen la representatividad.

De acuerdo a lo mencionado en la metodología se determinaron doce (12) cuencas visuales. En el presente ítem se muestran las figuras relacionadas a las cuencas visuales y en la siguiente tabla se ubicación, corroboradas durante la etapa de campo.



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla

Vanessa Muñoz Nuyra

CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

BIOLOGO

COLECCIÓN 19540

Tabla 4-130 Puntos de observación

Punto de observación	Coordenadas UTM		Ubicación (Sector o Localidad)	Distrito	Provincia	Cuenca Visual
	Este (m)	Norte (m)				
PO-01	279856.00	9329682.00	Subestación Belaunde Terry	Moyobamba	Moyobamba	CV-1
PO-02	281404.00	9328117.00	Las Brisas	Moyobamba	Moyobamba	CV-2
PO-03	282807.00	9326645.00	Carretera de acceso	Moyobamba	Moyobamba	CV-3
PO-04	289026.00	9327432.00	Carretera de acceso	Moyobamba	Moyobamba	CV-4
PO-05	295045.00	9324150.00	Jerillo	Jepelacio	Moyobamba	CV-5
PO-06	298770.00	9311488.00	Lahuarpia	Jepelacio	Moyobamba	CV-6
PO-07	318465.00	9293057.00	Tabalosos	Tabalosos	Lamas	CV-7
PO-08	325032.00	9287893.00	San Miguel de Mayo	Tabalosos	Lamas	CV-8
PO-09	336269.00	9282466.00	Carretera de acceso	Cacatachi	San Martín	CV-9
PO-10	339098.00	9284185.00	San José de la Llanura	Cacatachi	San Martín	CV-10
PO-11	343627.00	9275023.00	Polvoriaco	Morales	San Martín	CV-11
PO-12	349323.00	9274319.00	Totoillayco	Juan Guerra	San Martín	CV-12

Elaborado por: INERCO CONSULTORÍA PERÚ S.A.C., 2024

En el mapa de cuencas visuales (LBF-BETA-PAI-20) se presentan los puntos de observación seleccionados y la distribución de las cuencas visuales sobre las unidades paisajísticas identificadas para el área de influencia del Proyecto.

Anexo 4.1.31 Mapa de Cuencas visuales (LBF-BETA-PAI-20)

4.1.2.9.2.1 CV-1

Esta cuenca visual se formó a partir del punto de observación PO-1 ubicado en la subestación Belaunde Terry, en el distrito de Moyobamba, a una altitud aproximada de 914 m.s.n.m. La región en la que se ubica es Yunga (Selva Alta).

Desde esta cuenca es posible apreciar algunos tramos de la Línea de Transmisión de 220 kV, entre las torres T2_C1 y T1_C1 y la zona de ampliación en la Subestación Belaunde Terry.

Por otro lado, las unidades paisajísticas que se observan corresponden a los paisajes de montaña con bosque basimontano (UP-01), Paisajes de montañas de selva alta con zonas



Ana Carolina

CSP: 3988



Geo. Carla

CSP: 259



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

BOLOGO

COLECCIÓN 1954/40

agrícolas y pecuarias (UP-02) y Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias (UP-03).

Ilustración 4.1-96: Cuenca Visual CV-1



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.2.2 CV-2

Esta cuenca visual se cerca de la localidad Las Brisas, en el distrito de Moyobamba, a una altitud aproximada de 994 m.s.n.m. La región en la que se ubica es Yunga (Selva Alta).

Desde esta cuenca se puede apreciar la Línea de Transmisión de 220 kV en pequeños tramos, entre el vértice T8 y el T12. Por otro lado, las unidades paisajísticas que se observan corresponden a los paisajes de montaña con bosque basimontano (UP-01), Paisajes de montañas de selva alta con zonas agrícolas y pecuarias (UP-02) y Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias (UP-03).

Ilustración 4.1-97: Cuenca Visual CV-2



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

[Signature]
Ana Carolina Fernández
Socióloga
CSP: 3988

[Signature]
Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259

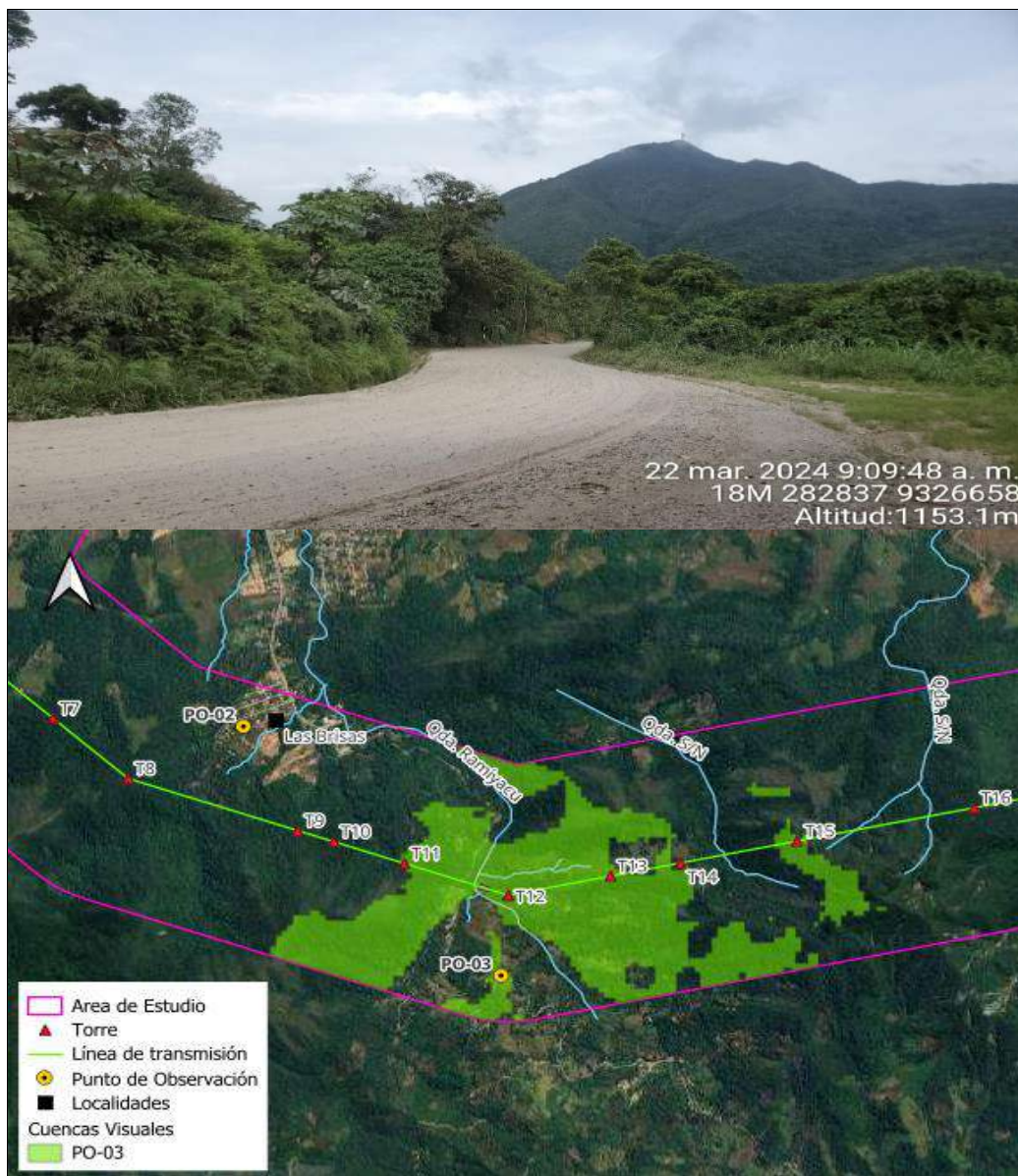
[Signature]
INGENIERO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS
BIOLOGO
COLBOP 141540

4.1.2.9.2.3 CV-3

Esta cuenca visual se formó a partir del punto de observación PO-3 ubicado en carretera de acceso, en el distrito de Moyobamba, a una altitud aproximada de 1153 m.s.n.m. La región en la que se ubica es Yunga (Selva Alta).

En esta cuenca visual sería posible visualizar la torre T12, y el tramo comprendido hasta la torre T14. Las unidades paisajísticas que se observan corresponden a paisajes de montaña con bosque basimontano (UP-01).

Ilustración 4.1-98: Cuenca Visual CV-3



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Alia Cori Fernandez
Alia Cori Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259

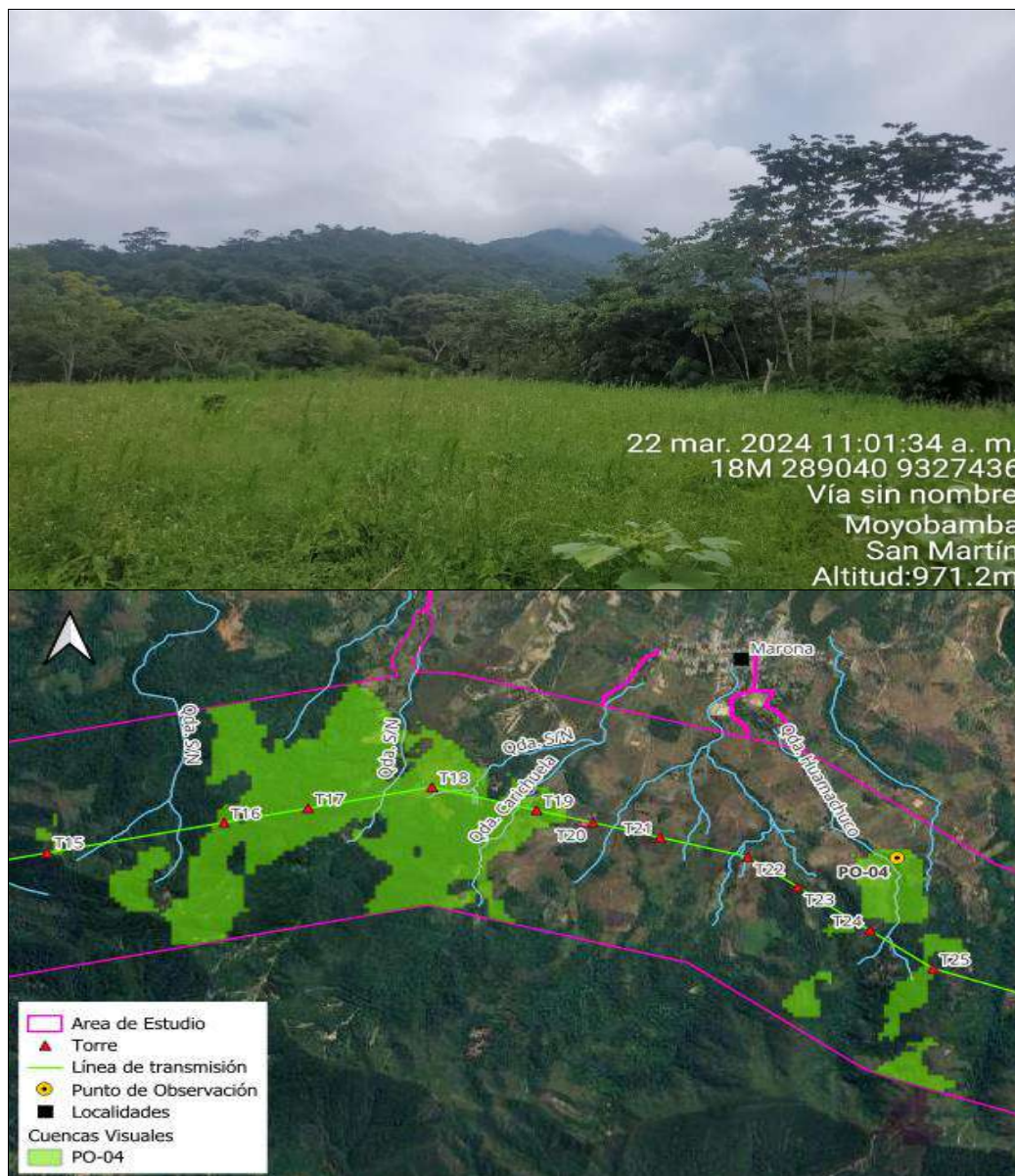
WALTER SANCHEZ VILLALBA
WALTER SANCHEZ VILLALBA
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

4.1.2.9.2.4 CV-4

Esta cuenca visual se formó a partir del punto de observación PO-4 ubicado en una vía de acceso vecinal, en el distrito de Moyobamba, a una altitud aproximada de 971 m.s.n.m. La región en la que se ubica es Yunga (Selva Alta).

Desde esta cuenca es posible apreciar las torres T16 a T19 y T25, las unidades paisajísticas que se observan corresponden a paisajes de montaña con bosque basimontano (UP-01) y paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias (UP-03).

Ilustración 4.1-99: Cuenca Visual CV-4



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Alia Carri Fernandez
Alia Carri Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259

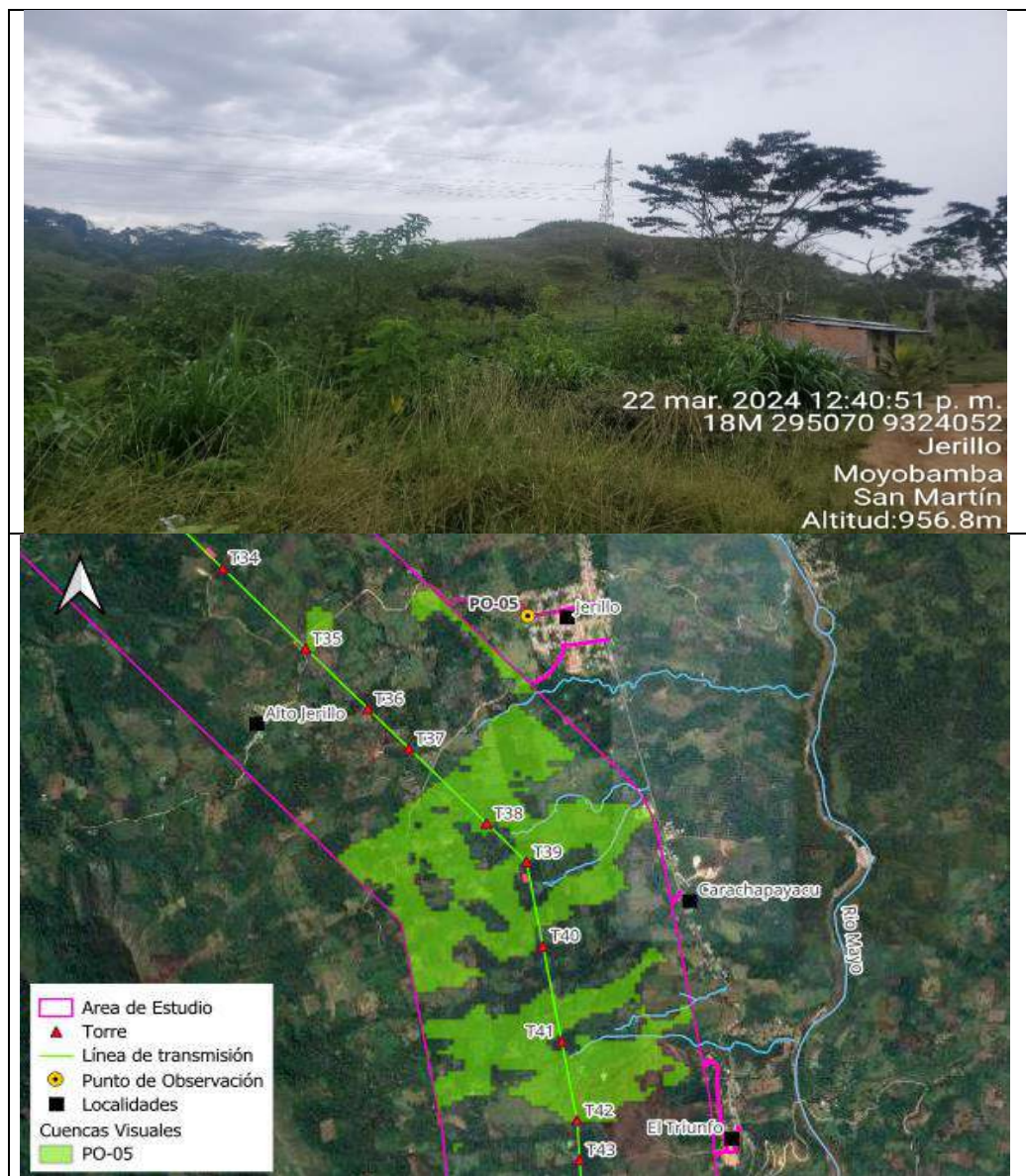
Ing. María Victoria Villalba
INGENIERA EN SISTEMAS VILLALBA
BIOLOGO
COLCOP N° 15540

4.1.2.9.2.5 CV-5

Esta cuenca visual se ubica en la localidad Jerillo, en el distrito de Jepelacio, a una altitud aproximada de 956 m.s.n.m. La región en la que se ubica es Yunga (Selva Alta).

Desde esta cuenca es posible apreciar la línea de transmisión en un pequeño tramo, entre las torres T38 y T35. Por otro lado, las unidades paisajísticas que se observan corresponden a paisajes de colina con vegetación mixta (UP-04). También se puede observar desde esta cuenca visual una línea de transmisión existente.

Ilustración 4.1-100: Cuenca Visual CV-5



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Alia Cori Fernandez
Socióloga
CSP: 3588

Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259

INSTITUTO NACIONAL DE
BIOLOGÍA
COLECCIÓN 19540

4.1.2.9.2.6 CV-6

Esta cuenca visual se formó a partir del punto de observación PO-6 que se ubica en la localidad Lahuarpia, en el distrito de Jepelacio, a una altitud aproximada de 828 m.s.n.m. La región en la que se ubica es Yunga (Selva Alta).

Desde esta cuenca se aprecia la torre T62 y T64. Por otro lado, las unidades paisajísticas que se observan corresponden a paisajes de colina con vegetación mixta (UP-03) y paisajes de piedemonte con vegetación secundaria (UP-02). También es posible observar una torre de la L.T Tarapoto-Moyobamba.

Ilustración 4.1-101: Cuenca Visual CV-6



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

Desde esta cuenca se puede apreciar la torre T122 y un tramo corto de la LT 220 kV, desde la torre T119 a la T121. Por otro lado, las unidades paisajísticas que se observan corresponden a paisajes de montaña con bosque basimontano (UP-01) y paisajes de colina con vegetación mixta (UP-03).

Ilustración 4.1-102: Cuenca Visual CV-7

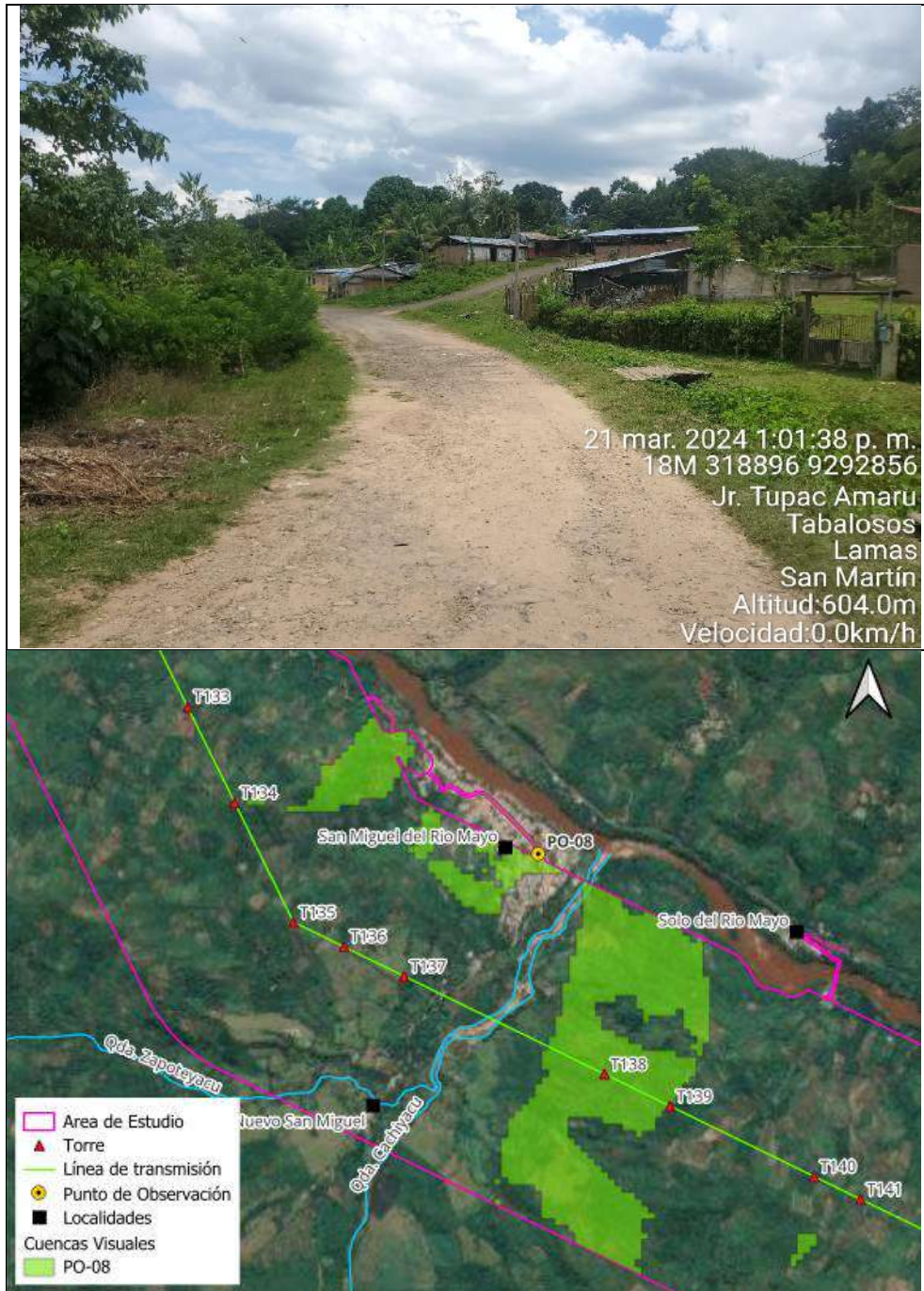


Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.2.8 CV-8

En esta cuenca no se observan componentes del proyecto. Las unidades paisajísticas que se observan que corresponden a paisajes de montaña con bosque basimontano (UP-01).

Ilustración 4.1-103: Cuenca Visual CV-8



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.2.9 CV-9

Esta cuenca visual se formó a partir del punto de visualización PO-9, ubicado en carretera de acceso, en el distrito de Cacatachi, a una altitud aproximada de 300 m.s.n.m. La región en la que se ubica es Yunga (Selva Alta).

Desde esta cuenca se puede apreciar las torres T165 y T166, al tratarse de una zona de llanura el alcance visual es mayor, por lo que también se observan parcialmente las torres T175, T176 y T177 de la LT 220kV y T43 y T42 de la variante L-1017. Por otro lado, las unidades paisajísticas que se observan corresponden a paisajes de colina con vegetación mixta (UP-03) y paisaje de llanura aluvial con cultivos paisajes de llanura aluvial con vegetación mixta de áreas agrícolas y pastizales (UP-05). La visibilidad de las unidades paisajísticas y los componentes del Proyecto se ven limitadas por la presencia de árboles y vegetación densa en zonas de poca pendiente como esta cuenca visual.



Ana Carri Fernandez
Socióloga
CSP: 3988

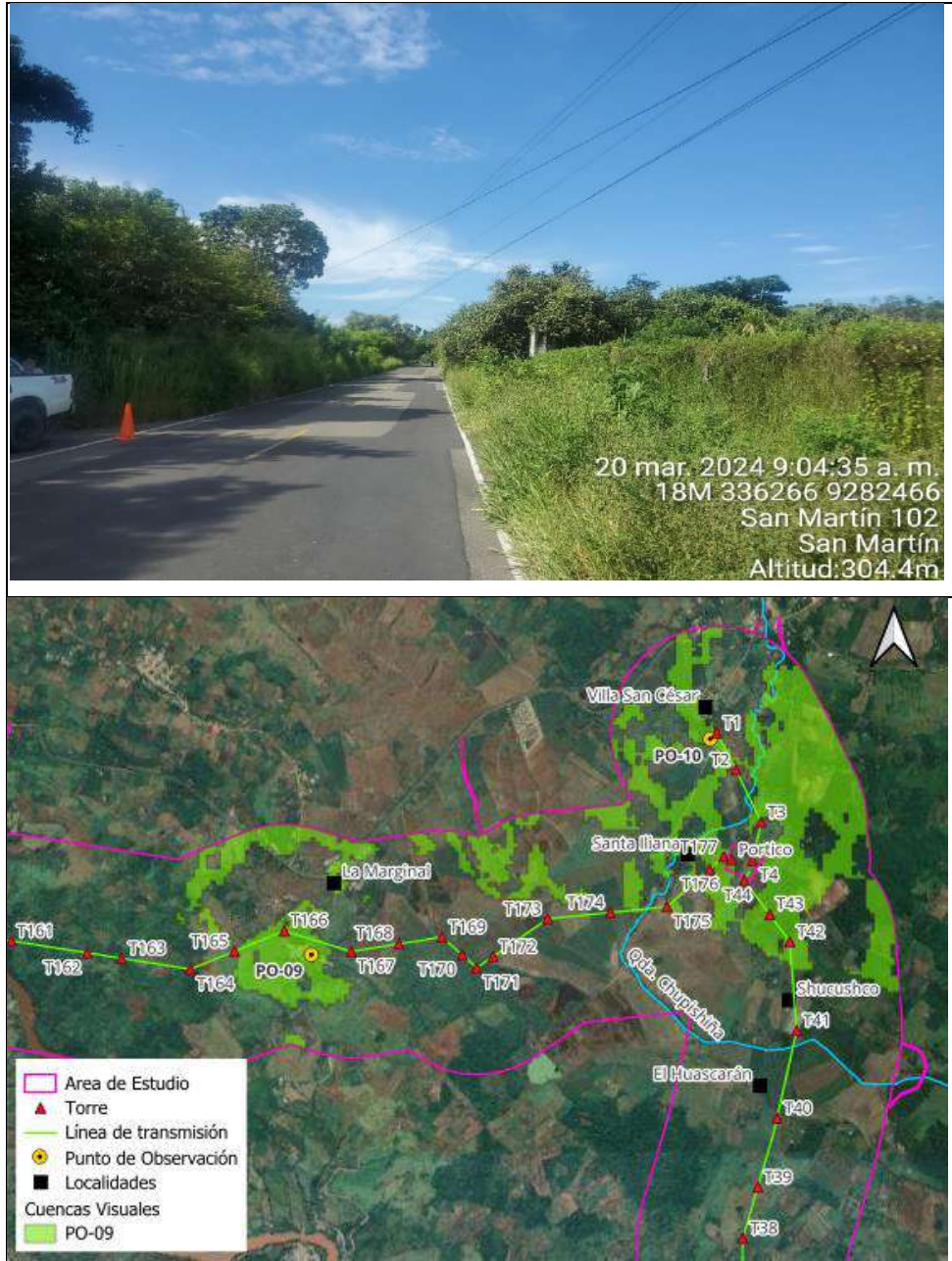


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259



MIRTHA SANCHEZ VILLALBA
BIOLOGO
COSP N° 17540

Ilustración 4.1-104: Cuenca Visual CV-9



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.2.10 CV-10

Esta cuenca visual se formó a partir del punto de visualización PO-10, ubicado en carretera de acceso, en el distrito de Cacatachi, a una altitud aproximada de 295 m.s.n.m. La región en la que se ubica es Yunga (Selva Alta).

Desde esta cuenca se pueden apreciar las torres T1, T2 y T3, de la Variante L-1018. Al tratarse de una zona de llanura el alcance visual es mayor, por lo que también se observan parcialmente las torres T1 (L-1018), T165-T167 y T174 (LT 220 kV) y T44 -T43 (L-1017).

Por otro lado, las unidades paisajísticas que se observan corresponden a paisajes de llanura aluvial con vegetación mixta de áreas agrícolas y pastizales (UP-05) y paisajes de lomadas con vegetación mixta (UP-04). La presencia de árboles y cultivos de la zona disminuye la visibilidad de las unidades paisajísticas y los componentes del Proyecto.



Ana Carifernandez
 Socióloga
 CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
 CSP N° 259



MIRTHA SANCHEZ VILLALBA
 BIOLOGO
 COLECCIÓN 175/40

Estudio de Impacto Ambiental Detallado “Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”

Ilustración 4.1-105: Cuenca Visual CV-10



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.2.11 CV-11

Esta cuenca visual se formó a partir del punto de visualización PO-11, ubicado en la localidad Polvoraico, en el distrito de Cacatachi, a una altitud aproximada de 346 msnm. La región en la que se ubica es Yunga (Selva Alta).

Desde esta cuenca es posible observar las torres T20, T21, T22, T24 y T25. Entre las unidades paisajísticas presentes en esta cuenca se encuentran los paisajes de colina con vegetación mixta (UP-03).

Ilustración 4.1-106: Cuenca Visual CV-11




Ana Carifernández
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259


MIRTHA SANTIAGO VILLALBA
BIOLOGO
COLEOP R15540



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

4.1.2.9.2.12 CV-12

Esta cuenca visual se formó a partir del punto de visualización PO-12, ubicado en una vía de acceso entre las torres proyectadas T3-1017-V11BV y T4-1017-V11AV, en el distrito de Juan Guerra, a una altitud aproximada de 297 msnm. La región en la que se ubica es Yunga (Selva Alta).

Desde esta cuenca visual se aprecia los siguientes componentes, la torre T4-1017-V11AV, T5, T6, T7 y T8. Las unidades paisajísticas que se observan corresponden a paisajes de llanura aluvial con vegetación mixta de áreas agrícolas y pastizales (UP-05).


 Ana Carolina
 Socióloga
 CSP: 3588


 Geo. Carla Vanessa Muñoz Nuyra
 CSP N° 259


 MÓNICA SANCHEZ VILLALBA
 BIÓLOGO
 COLECCIÓN 15/140

Ilustración 4.1-107: Cuenca Visual CV-12



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024.

En el Mapa de Cuencas visuales (LBF-BETA-PAI-20) se presenta el alcance de las cuencas visuales para los puntos de observación identificados en referencia a la zona de emplazamiento de los futuros componentes del Proyecto.

Anexo 4.1.32 Mapa de Cuencas visuales (LBF-BETA-PAI-21)

4.1.2.9.3 Calidad visual del paisaje

La calidad del paisaje se refiere a la mayor o menor presencia de valores estéticos presentes en la unidad a evaluar. Los valores están constituidos por aspectos naturales como la morfología, vegetación, agua, fondo escénico, rareza y la actuación humana.

Para el análisis de la calidad visual del paisaje se utilizó una adaptación del método indirecto propuesto por *Bureau of Land Management* (BLM, 1980), denominado Matriz para la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje. Esta metodología se basa en la evaluación independiente de los principales componentes del paisaje y en las cualidades intrínsecas del espacio visual.

En el siguiente cuadro se presentan las características de cada uno de los componentes calidad visual del paisaje, donde se indica los atributos más característicos de cada uno de ellos.

Tabla 4-131 Calidad visual de las unidades de paisaje

Código	Unidad del paisaje	Área (ha)	M	V	A	C	E	R	H	Total	Calidad visual
UP01	Paisajes de montaña con bosque basimontano	1859.5	5	5	0	5	5	2	0	22	ALTA
UP02	Paisajes de montañas de selva alta con zonas agrícolas y pecuarias	5853.9	3	5	0	5	3	2	-	18	MEDIA
UP03	Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias	1034.8	1	3	0	3	3	1	0	11	BAJA
UP04	Paisajes de colina de selva alta con vegetación mixta	4302.7	5	5	0	5	3	2	0	20	ALTA
UP05	Paisajes de colina de selva alta con bosque secundario	562.0	5	5	0	5	5	2	0	22	ALTA
UP06	Paisajes de lomadas con vegetación mixta	517.7	1	3	3	3	3	2	0	15	MEDIA
UP07	Paisajes de llanura aluvial con áreas agrícolas y pecuarias	1251.2	1	3	3	3	3	2	-	15	MEDIA
UP 08	Paisajes de llanura inundable	75.0	1	3	5	3	3	1	-	16	MEDIA
UP 09	Áreas Antrópicas	128.6	1	1	0	3	3	1	-	9	BAJA

Elaborado por: INERCO CONSULTORÍA PERÚ S.A.C., 2024

Morfología (M); Vegetación (V); Agua (A); Color (C); Fondo escénico (E); Rareza (R); Actuación humana (H)

De acuerdo con el análisis realizado se obtuvo la caracterización de los niveles de calidad visual para cada unidad paisajística:

A. UP 01: Paisajes de montaña con bosque basimontano

La calidad visual de esta unidad es "ALTA". Se caracteriza por su relieve montañoso y la gran variedad de tipo de vegetación que alberga, el color verde intenso le otorga un contraste alto resaltando la calidad del paisaje. Los cuerpos de agua existentes son imperceptibles, por lo que no realzan la calidad visual de esta unidad. Estos paisajes se encuentran ampliamente distribuidos en las zonas de selva alta del territorio peruano.

B. UP 02: Paisajes de montañas de selva alta con zonas agrícolas y pecuarias

La calidad visual de esta unidad es "MEDIA". El relieve de esta unidad es montañoso. La variedad de vegetación es moderada ya que los bosques naturales han sido reemplazados por coberturas de áreas agrícolas y pecuarias. Los cuerpos de agua son inapreciables. Este paisaje es común en la región de selva alta del territorio peruano. Las modificaciones por la actividad humana son intensas.

C. UP 03: Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias

La calidad visual de esta unidad es "BAJA". El relieve de esta unidad es poco interesante, la vegetación está conformada de pastizales asociados a vegetación herbácea y arbustiva dispersa, formados principalmente por procesos de ocupación y deforestación principalmente, la ausencia de cuerpos de agua y el bajo contraste de colores disminuye considerablemente la calidad visual. Sin embargo, el paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto. Las modificaciones por deforestación son extensas lo que reduce considerablemente la calidad escénica.

D. UP 04: Paisajes de colina de selva alta con vegetación mixta

La calidad visual de esta unidad es "ALTA". Debido al relieve interesantes con terrenos empinados, la vegetación es variada, arbórea principalmente, con áreas de cultivos y pastizales aleatorios, lo que le otorga formas y texturas interesantes. Los cuerpos de agua no están presentes o a simple vista son inapreciables. El color verde y el fondo escénico produce un contraste agradable. Se tratan de paisajes distribuidos ampliamente a lo largo del territorio peruano en selva alta, esta condición hace que estos paisajes sean comunes lo que reduce en parte la calidad paisajística.

E. UP 05: Paisajes de colina de selva alta con bosques secundarios

La calidad visual de esta unidad es "ALTA". Debido al relieve interesantes con terrenos empinados, la vegetación es diversa al tratarse de un bosque secundario, lo que le otorga formas y texturas interesantes. No se encuentran cuerpos de agua o a simple vista son inapreciables. Este paisaje es común en la región de selva alta del territorio peruano., lo que reduce su calidad paisajística.

F. UP 06: Paisajes de lomadas con vegetación mixta



Ana Carolina

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa

CSP N° 259



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES

BIOLOGO

COLECCIÓN 19540

La calidad visual de esta unidad es "MEDIA". Esto se debe a que presenta colinas suaves con cumbres y laderas amplias, donde la vegetación presenta alguna variedad, presentando parches de bosque secundario que realzan la calidad visual mientras que las zonas de áreas agrícolas y pecuarias, la ausencia de cuerpos de agua la reducen considerablemente. El fondo escénico realza la belleza escénica, por la presencia de colinas y la laguna Totorillayco.

G. UP 07: Paisajes de llanura aluvial con áreas agrícolas y pecuarias

La calidad visual de esta unidad es "MEDIA". Debido a la presencia de valles planos con formas de relieve poco interesantes. La vegetación presenta poca variedad debido al intenso desarrollo agrícola y pecuario. La presencia la laguna Totorillayco y la quebrada Chupishiña realza la calidad visual, pero no es dominante en el paisaje. El contraste dolores es bajo, mientras que el fondo escénico realza la belleza paisajística al conferirle formas interesantes al paisaje plano. Este tipo de paisaje se distribuye ampliamente en el territorio peruano y la actuación humana es muy intensa en esta unidad lo que reduce la calidad visual considerablemente.



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3588

H. UP 08: Paisajes de llanura inundable

La calidad visual de esta unidad es "MEDIA". Debido a su morfología de fondos de valles planos, con formas poco interesantes, la vegetación poco diversa, el contraste bajo de colores disminuyen de forma moderada la calidad paisajística. Mientras que el fondo escénico y la presencia de cuerpos de agua como el Río Mayo y quebradas realza la belleza paisajística de esta unidad. Además, se tratan de paisajes comunes distribuidos ampliamente en el territorio peruano.



Geo. Carla

Yanessa Muñoz Nayra

CSP N° 259

I. UP 09: Áreas Antrópicas

La calidad visual de esta unidad es "BAJA". Esto se debe a que esta unidad se ubica en zonas planas con pocos detalles. La poca variedad de vegetación, ausencia de cuerpos de agua y el poco contraste reducen la calidad visual considerablemente. Sin embargo, el paisaje adyacente potencia mucho la calidad visual.



J. J. S. S.

INGENIERO EN SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

BIOLOGO

COLEGIO PROFESOR

4.1.2.9.4 Capacidad de absorción y fragilidad del paisaje

La capacidad de absorción visual (CAV) debe ser entendida como inversamente proporcional a la fragilidad de un paisaje. En este sentido, la CAV se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan alteraciones en su carácter visual. La capacidad de absorción del paisaje se determinará de acuerdo a la metodología de Yeomans (1986), el que consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados definitorios en las características del paisaje. Luego de obtener la valoración nominal que para el

caso se le identifica con la simbología "N1" y numérica, identificada con la simbología "N2" sobre la capacidad de absorción, esta se suma y finalmente se define el valor final.

Cálculo de la CAV:

$$CAV = P \times (E+R+D+C+V)$$

Dónde:

P = Pendiente

E = Estabilidad del suelo y erosionabilidad

R = Potencial Estético

D = Diversidad de vegetación

C = Contraste de color roca – suelo

V = Contraste suelo – vegetación

El resultado obtenido se compara finalmente con una escala de referencia. En el siguiente cuadro se presenta los factores considerados, las condiciones en que se presentan y los puntajes asignados a cada condición.

C. UP 01: Paisajes de montaña con bosque basimontano

La capacidad de absorción de esta unidad de paisaje es "MEDIA". La pendiente es algo inclinada (25-50%). Existen riesgos altos de erosión de laderas con deslizamientos y caídas de rocas. La vegetación es diversificada al tratarse de un bosque basimontano. El contraste suelo-vegetación es alto y el potencial de regeneración de la vegetación es moderado ya que la cobertura incluye árboles adultos de gran tamaño, cuyo crecimiento es lento. Finalmente, el contraste entre la roca y el suelo es moderado.

D. UP 02: Paisajes de montañas de selva alta con zonas agrícolas y pecuarias

La capacidad de absorción de esta unidad de paisaje es "MEDIA". La pendiente es algo inclinada (25-50%). Los riesgos de erosión de laderas con deslizamientos y caídas de rocas son altos debido a la pendiente y el cambio de cobertura de suelo en este paisaje. La vegetación le confiere una diversidad moderada, el contraste visual suelo-vegetación es alto y el potencial de regeneración de la vegetación es moderado. Finalmente, el contraste de color entre la roca y el suelo es moderado.

E. UP 03: Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias



Ana Carolina

Socióloga

CSP: 3988



Geo. Carla Vanessa

Morfología

CSP: 2519



Mónica

BIOLOGO

COLECCIÓN

La capacidad de absorción de esta unidad de paisaje es "MEDIA". La pendiente de esta unidad es poco inclinada (<25%). Posee restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial. La actividad agrícola y pecuaria le confiere una diversidad de vegetación baja, el contraste suelo-vegetación es moderado al igual que el contraste entre la roca y el suelo.

F. UP 04: Paisajes de colina de selva alta con vegetación mixta

La capacidad de absorción de esta unidad de paisaje es "MEDIA". La pendiente es poco inclinada (8-25%), esta característica del terreno restringe moderadamente la estabilidad del suelo, asociado a riesgos de erosión e inestabilidad con regeneración potencial. La vegetación presente es diversificada e interesante, el contraste visual que realiza con el suelo es alto y el potencial de regeneración de su vegetación es moderada. Finalmente, el contraste entre la roca y el suelo es moderado.



Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3588

G. UP 05: Paisajes de colina de selva alta con bosque secundario

La capacidad de absorción de esta unidad de paisaje es "MEDIA". La pendiente es poco inclinada (8-25%), esta característica del terreno restringe moderadamente la estabilidad del suelo, asociado a riesgos de erosión e inestabilidad con regeneración potencial. La vegetación diversificada tiene un alto contraste con el suelo y su potencial de regeneración es moderado. Finalmente, el contraste entre la roca y el suelo es moderado.

H. UP 06: Paisajes de lomadas con vegetación mixta

La capacidad de absorción de esta unidad de paisaje es "ALTA", debido a las pendientes poco inclinadas (0-8%). Presenta poca restricción por riesgos bajos a erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial. La combinación de parches de bosques secundarios y las actividades agrícolas y pecuarias le confiere una diversidad de vegetación moderada. El contraste vegetación- suelo y el potencial de regeneración de la vegetación también son moderados. Finalmente, el contraste entre la roca y el suelo es moderado.



Geo. Carla
Yanessa Muñoz Nuyra
CSP N° 259

I. UP 07: Paisajes de llanura aluvial con áreas agrícolas y pecuarias

La capacidad de absorción de esta unidad de paisaje es "MEDIA". Debido a que la pendiente del terreno es casi plana. Presenta poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial. La diversidad de vegetación es baja por la intensa actividad agrícola, lo que le da un contraste moderado con el suelo. Finalmente, el potencial de regeneración de la vegetación y el contraste suelo-roca es moderado.



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN 19540

J. UP 08: Paisajes de llanura inundable

La capacidad de absorción de esta unidad de paisaje es "MEDIA". La pendiente del terreno es casi plana, debido a la cercanía de ríos y quebradas podría presentar ciertos riesgos de erosión. Presenta una diversidad de vegetación moderada, contraste moderado entre el suelo y la vegetación adyacente, regeneración moderadamente alta y un contraste moderado de color roca-suelo.

K. UP 09: Áreas Antrópicas

La capacidad de absorción de esta unidad de paisaje es "MEDIA", debido a que se encuentra en terrenos poco inclinados (<25%), con restricción baja por riesgos de erosión e inestabilidad. La diversidad de vegetación es baja al igual que su contraste con el suelo. Finalmente, la vegetación posee regeneración baja y el contraste roca-suelo es moderado.

Tabla 4-132 Capacidad de absorción visual del paisaje

Código	Unidad del paisaje	Área (ha)	P	E	D	V	R	C	CAV	Descripción
UP01	Paisajes de montaña con bosque basimontano	1859.5	2	1	3	3	2	2	22	MEDIA
UP02	Paisajes de montañas de selva alta con zonas agrícolas y pecuarias	5853.9	2	1	2	3	2	2	20	MEDIA
UP03	Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias	1034.8	3	2	1	2	2	2	27	MEDIA
UP04	Paisajes de colina de selva alta con vegetación mixta	4302.7	2	2	3	3	2	2	24	MEDIA
UP05	Paisajes de colina de selva alta con bosque secundario	562.0	2	2	3	3	2	2	24	MEDIA
UP06	Paisajes de lomadas con vegetación mixta	517.7	3	3	2	2	2	2	33	ALTA
UP07	Paisajes de llanura aluvial con áreas agrícolas y pecuarias	1251.2	3	3	1	2	2	2	30	MEDIA
UP 08	Paisajes de llanura inundable	75.0	3	2	2	2	2	2	30	MEDIA
UP 09	Áreas Antrópicas	128.6	3	3	1	1	1	2	24	MEDIA

Elaborado por: INERCO CONSULTORÍA PERÚ S.A.C., 2024

Donde: P: Pendiente; E: Estabilidad del suelo y erosionabilidad; D: Diversidad de vegetación; V: Contraste suelo – vegetación; R: Regeneración potencial de la vegetación; C: Contrastes de color roca – suelo

4.1.2.9.5 Análisis de sensibilidad visual

Los resultados del análisis de calidad y fragilidad visual son integrados con la finalidad de tener en cuenta los valores paisajísticos de cada unidad paisajística. Este análisis indica la sensibilidad, vulnerabilidad o grado de restricción de un paisaje para diferentes actividades que en éste pudieran desarrollarse, tales como la incorporación de nuevos elementos en el paisaje y desarrollo de proyectos.

De acuerdo a las características del Proyecto y su interacción con el entorno, se presenta la valoración de las unidades delimitadas en el Mapa de Fragilidad Visual (LBF-BETA-PAI-22). Para esta clasificación se emplean las 5 clases determinadas por Ramos (1980).

Tabla 4-133 Integración de la calidad y la capacidad de absorción del paisaje

Código	Unidad del paisaje	Calidad visual	Fragilidad	Valor paisajístico
UP01	Paisajes de montaña con bosque basimontano	ALTA	MEDIA	CLASE 2
UP02	Paisajes de montañas de selva alta con zonas agrícolas y pecuarias	MEDIA	MEDIA	CLASE 3
UP03	Paisajes de piedemonte con zonas agrícolas y pecuarias	BAJA	MEDIA	CLASE 4
UP04	Paisajes de colina de selva alta con vegetación mixta	ALTA	MEDIA	CLASE 2
UP05	Paisajes de colina de selva alta con bosque secundario	ALTA	MEDIA	CLASE 2
UP06	Paisajes de lomadas con vegetación mixta	MEDIA	BAJA	CLASE 3
UP07	Paisajes de llanura aluvial con áreas agrícolas y pecuarias	MEDIA	MEDIA	CLASE 3
UP08	Paisajes de llanura inundable	MEDIA	MEDIA	CLASE 3
UP09	Áreas Antrópicas	BAJA	MEDIA	CLASE 4

Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

Anexo 4.1.33 Mapa de Fragilidad Visual (LBF-BETA-PAI-22)

De acuerdo al análisis realizado, se identifica que en su mayoría las unidades de paisaje presentan un valor paisajístico diferenciado:

CLASE 2

Zonas de alta calidad y fragilidad media o baja, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística y causen impactos de poca entidad en elementos del paisaje. Su grado de restricción de uso es alto dando prioridad a proyectos de bajo impacto o que agreguen valor paisajístico.

CLASE 3

Zonas de calidad media o alta y de fragilidad variable, que pueden incorporarse a las anteriores clases cuando alguno de los elementos evaluados requiera protección por su valor individual. Las circunstancias lo aconsejen. Su grado de restricción variable permite un nivel mayor de presión sobre el paisaje, pero no acepta fuertes impactos paisajísticos.

CLASE 4

Zonas de calidad baja y fragilidad media o alta, que pueden incorporarse a la Clase 5 cuando sea preciso. Su grado de restricción es bajo por lo que permite un nivel de alteración mayor.


Ana Carolina
Socióloga
CSP: 3988


Geo. Carla Vanessa Muñoz Nery
CSP N° 259


INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
BIOLOGO
COLECCIÓN 195640

4.1.2.9.6 Sitios de interés paisajístico

En el área de influencia del proyecto se identificaron algunos sitios de importancia o interés paisajístico para la población local y foránea. Tal es el caso de las lagunas de Totorillayco y Andiviela, espacios que por su atractivo escenario sirven como áreas de esparcimientos para la población local y sus cuidados responden a gestión local y organización vecinal, sin embargo, no están conectadas a circuitos turísticos de la región.

Así también, ubicamos al "Mirador Santa Elena", sitio concurrido por grupos de turistas y población local, desde donde se puede divisar gran parte del valle del río Mayo, hasta la ciudad de Tarapoto. Se puede resaltar que desde este sector es posible observar los cambios en las dinámicas de uso de suelo (de tierras), de esta parte de la región, como la expansión de la frontera agrícola y acelerado proceso de urbanización.

Ilustración 4.1-108: Laguna de Totorillayco



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024


Ana Carolina
CSP: 3988


Geo. Carla
CSP: 259


M. J. S. VILLALBA
BIOLOGO
COLEOPHILUS

Estudio de Impacto Ambiental Detallado "Enlace 220 kV Belaunde Terry – Tarapoto Norte (2 Circuitos), Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

Ilustración 4.1-109: Laguna de Andiviela



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024

[Signature]
Ana Carifernandez
Socióloga
CSP: 3988

[Signature]
Geo. Carla Vanessa Muñoz Niyra
CSP N° 259

[Signature]
INGENIERO EN SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERO EN SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
COSP N° 17540

Ilustración 4.1-110: Vistas desde el Mirador Santa Elena



Fuente: INERCO Consultoría Perú S.A.C., 2024