

COMPAÑÍA MINERA ANTAMINA S.A.

**ADDENDUM N° 3
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

VOLUMEN II

Enero 20, 1999

Preparado para: Compañía Minera Antamina S.A.
Av. La Floresta 497 - 4^{to} Piso
Urb. Chacarilla - San Borja
Lima 41, Perú

Preparado por: Knight Piésold Consultores S.A.
Los Tucanes 136-142
Lima 27, Perú

Hallam Knight Piésold Ltda.
750 West Pender Street #1450
Vancouver, B.C. V6C 2T8
Canada

PROJECT L3409

COMPAÑIA MINERA ANTAMINA S.A.

**ADDENDUM NO. 3
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

ANEXO II – TABLA DE CONTENIDO

1.0 - INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Alcance de los Análisis Ambientales	2
1.2.1 Descripción del Proyecto.....	2
1.2.2 Investigaciones de Línea Base.....	2
1.2.3 Mitigación	2
1.2.4 Impactos Residuales	3
1.2.5 Matriz de Evaluación	3
1.3 Marco Legal.....	3
1.4 Lista de Profesionales.....	3
1.4.1 Knight Piésold Consultores S.A.....	3
1.4.2 Hallam Knight Piésold Ltd.....	4
2.0 - DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
2.1 Introducción y Ubicación del Proyecto	5
2.2 Propósito y Alternativas del Proyecto	5
2.2.1 Propósito del Proyecto.....	5
2.2.2 Alternativas del Proyecto	6
2.2.3 Medios Alternativos para llevar a cabo el Proyecto.....	6
2.3 Consideraciones de Alineación	7
2.3.1 Introducción.....	7
2.3.2 Alternativas de las rutas del concentrado	7
2.3.2.1 Alineación Compartida	7
2.3.2.2 Alineación A	7
2.3.2.3 Alineación B.....	7
2.4 Descripción de Las Instalaciones	7
2.4.1 Concentrado.....	7
2.4.1.1 Tanques de Almacenamiento de Concentrados.....	8
2.4.1.2 Concentrado.....	8
2.4.1.3 Bombas.....	8
2.4.1.4 Estaciones de Válvulas y obstrucción	9
2.4.1.5 Sistema de Control del Concentrado	9
2.4.2 Instalaciones de Filtrado y Carguío de Concentrado.....	10
2.4.2.1 Instalaciones de Recepción de Concentrado en el Puerto	10
2.4.2.2 Filtración de Concentrados.....	10

2.4.2.3 Almacenamiento y Recuperación de Concentrados	11
2.4.2.4 Tratamiento de Agua	12
2.4.2.5 Infraestructura Asociada.....	12
2.5 Fases del Proyecto y Cronograma	12
2.5.1 Programa de Construcción del Concentraducto	12
2.5.1.1 Administración de la Construcción	12
2.5.2 Cronograma de Construcción.....	13
2.5.2.1 Preparación del Lugar y Áreas Usadas Durante la Construcción.....	13
2.5.3 Plan de Operaciones del Concentraducto.....	14
2.5.3.1 Procedimientos de Operación y Mantenimiento	14
2.5.3.2 Monitoreo y Control de Operaciones	15
2.5.4 Fuerza Laboral para Construcción y Operaciones.....	15
3.0 - MEDIO AMBIENTE	16
3.1 Corredor del Concentraducto	16
3.1.1 Fisiografía y Geología	16
3.1.1.1 Mina Antamina a Yanash Allash.....	16
3.1.1.2 Yanash Allash a Laguna Conococha.....	16
3.1.1.3 Laguna Conococha a Huaricanga	17
3.1.1.4 Huaricanga a Puerto Huarmey.....	17
3.1.1.5 Laguna Conococha a Laguna Ututo	17
3.1.1.6 Laguna Ututo a San Miguel.....	18
3.1.1.7 San Miguel a Puerto Huarmey	18
3.1.1.8 Cotaparaco a Molino Pampa (via San Isidro).....	19
3.1.2 Consideraciones Geotécnicas	19
3.1.2.1 Introducción.....	19
3.1.2.2 Mina Antamina a Yanash Allash.....	20
3.1.2.3 Yanash Allash a Conococha.....	20
3.1.2.4 Conococha a Huaricanga.....	21
3.1.2.5 Huaricanga a Puerto Huarmey.....	22
3.1.2.6 Laguna Conococha a Laguna Ututo	22
3.1.2.7 Laguna Ututo a San Miguel.....	22
3.1.2.8 San Miguel a Puerto Huarmey	23
3.1.2.9 Cotaparaco a Molino Pampa (vía San Isidro).....	24
3.1.3 Suelos	25
3.1.3.1 Descripción y Capacidad del Suelo.....	25
3.1.3.2 Suelos Regionales y Capacidad de los Suelos.....	25
3.1.3.3 Descripciones de los Suelos para la Alineación del Concentraducto.....	27
3.1.3.4 Química del Suelo	31
3.1.4 Meteorología	32
3.1.4.1 Meteorología Regional	32
3.1.4.2 Temperatura.....	32
3.1.4.3 Precipitación.....	33
3.1.5 Hidrología.....	34
3.1.5.1 Descripción de la Cuenca Regional.....	34
3.1.5.2 Estaciones Regionales de Flujo de Corriente	35

3.1.5.3 Hidrología Superficial	38
3.1.6 Calidad del Agua.....	39
3.1.6.1 Introducción.....	39
3.1.6.2 Metodología	40
3.1.6.3 Criterios de Calidad de Agua	40
3.1.6.4 Resultados de Calidad de Agua.....	40
3.1.7 Recursos Acuáticos y de Peces.....	42
3.1.7.1 Antecedentes	42
3.1.7.2 Programa de Estudios de Campo.....	44
3.1.7.3 Resultados y Discusión	45
3.1.7.4 Conclusiones y Discusión	50
3.1.8 Vegetación.....	51
3.1.8.1 Descripción General de Asociaciones de Plantas.....	51
3.1.8.2 Descripción de la Vegetación de las Alineaciones del Concentraducto.....	54
3.1.8.3 Especies Raras, en Peligro y Endémicas	58
3.1.9 Vida Silvestre y Hábitat de Vida Silvestre	58
3.1.9.1 Vida Silvestre	58
3.1.9.2 Hábitat de Vida Silvestre.....	62
3.1.9.3 Especies de Animales Silvestres Raros y en Peligro.....	64
3.2 Instalaciones Portuarias	65
3.2.1 Fisiografía.....	65
3.2.2 Consideraciones Geotécnicas	66
3.2.3 Suelos	66
3.2.4 Meteorología	66
3.2.5 Calidad del Agua de Mar.....	67
3.2.6 Fauna Marina.....	67
3.2.7 Vegetación Terrestre	67
3.2.8 Vida Silvestre y Hábitat de Vida Silvestre	68
3.3 Socioeconomía	68
3.3.1 Introducción.....	68
3.3.2 Ambiente Social	69
3.3.2.1 Alineación Compartida	69
3.3.2.2 Alineación A	69
3.3.2.3 Alineación B.....	71
3.3.3 Demografía.....	72
3.3.3.1 Población.....	72
3.3.3.2 Edad.....	72
3.3.3.3 Enfermedades y Mortalidad	72
3.3.3.4 Fecundidad y Sexo	72
3.3.3.5 Inmigración y Emigración	73
3.3.3.6 Idioma.....	73
3.3.3.7 Educación	73
3.3.3.8 Salud.....	74
3.3.3.9 Religión y Superstición	74
3.3.4 Servicios Sociales.....	74
3.3.4.1 Educación	74

3.3.4.2 Salud.....	74
3.3.4.3 Grupos de Ayuda.....	75
3.3.4.4 Agua Potable	75
3.3.4.5 Energía.....	75
3.3.4.6 Transporte.....	76
3.3.4.7 Comunicaciones	76
3.3.5 Ambiente Económico	76
3.3.5.1 Introducción.....	76
3.3.5.2 Alineación Compartida	77
3.3.5.3 Alineación A	77
3.3.5.4 Alineación B.....	77
3.3.6 Empleo e Ingresos	77
3.3.7 Organización Social y Política	78
3.3.7.1 Comunidades Campesinas.....	78
3.3.7.2 Tenencia de Tierras y Estado Legal de las Comunidades Campesinas	79
3.4 Recursos Arqueológicos y Patrimoniales	79
3.4.1 Antecedentes	79
3.4.2 Antecedentes Etnográficos.....	79
3.4.3 Metodología	80
3.4.4 Resultados	80
4.0 - PLANES DE MITIGACIÓN AMBIENTAL.....	82
4.1 Generalidades	82
4.2 fase de ingeniería y diseño	82
4.2.1 Selección de Alternativas de Alineación.....	82
4.2.2 Ingeniería Preventiva.....	83
4.2.2.1 Concentraducto.....	83
4.2.2.2 Estaciones Reguladoras y de Válvulas	83
4.2.2.3 Instalaciones de Descarga de Concentrados.....	84
4.3 FASE DE Construcción	84
4.3.1 Guías de Construcción y Prescripciones Específicas del Lugar.....	84
4.3.2 Plan de Control de Erosión y Sedimentos	84
4.3.3 Supervisión y Monitoreo Ambiental	85
4.3.4 Protección Ambiental en Áreas Sensibles.....	86
4.3.4.1 Comunidades.....	86
4.3.4.2 Hábitats Sensibles	86
4.3.4.3 Áreas Geotécnicamente Inestables	87
4.3.4.4 Áreas Arqueológicas y Culturales	87
4.3.4.5 Política Ambiental Corporativa.....	87
4.4 FASE DE Operación	87
4.4.1 Recuperación y Restauración del Lugar.....	87
4.4.2 Monitoreo de las Operaciones.....	88
4.4.3 Tratamiento de Efluentes.....	88
4.5 Plan de Contingencia.....	89
5.0 - EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	91

5.1	Introducción.....	91
5.2	Impactos en el Ambiente Físico	91
5.2.1	Impactos Geotécnicos.....	91
5.2.2	Impactos en los Recursos Edáficos	92
5.3	Impactos en el Ambiente Biológico	93
5.3.1	Impactos sobre los Recursos Acuáticos y de Pesca.....	93
5.3.1.1	Introducción.....	93
5.3.1.2	Evaluación de los Impactos en los Recursos Acuáticos y de Pesca	94
5.3.2	Impactos en la Vegetación y los Ecosistemas	97
5.3.2.1	Introducción.....	97
5.3.2.2	Evaluación de los Impactos en la Vegetación y los Ecosistemas.....	97
5.3.3	Impactos en la Vida Silvestre y sus Recursos	98
5.3.3.1	Introducción.....	98
5.3.4	Impactos en el Tratamiento de Agua en el Puerto.....	101
5.4	Impactos en el Ambiente Socioeconomico	101
5.4.1	Impactos al Ambiente Social.....	101
5.4.1.1	Impactos en la Demografía.....	101
5.4.1.2	Efectos de los Campamentos Temporales de Construcción.....	102
5.4.1.3	Efectos en la Infraestructura Local.....	102
5.4.2	Impactos Económicos.....	102
5.4.3	Impactos en el Uso y Tenencia de la Tierra	103
5.4.3.1	Uso de Tierras	103
5.4.3.2	Tenencia de Tierras	103
5.4.4	Impactos en los Recursos Arqueológicos.....	103
6.0	- ANÁLISIS DE LAS RUTAS ALTERNATIVAS DEL CONCENTRADUCTO.....	105
6.1	Introducción.....	105
6.2	Metodología	105
6.3	Evaluación de las Alineaciones Alternativas	105
6.3.1	Factores de Constructibilidad.....	105
6.3.2	Factores de Suelos, Vegetación y Ecosistema.....	107
6.3.2.1	Vegetación y Ecosistemas	107
6.3.2.2	Suelos	108
6.3.3	Factores de Recursos Acuáticos y Pesca	109
6.3.4	Factor de Fauna Silvestre y su Habitat	109
6.3.4.1	Fauna SilvestreWildlife.....	109
6.3.4.2	Habitat de Fauna Silvestre.....	110
6.3.5	Factores Socioeconómicos	111
6.3.6	Factores Arqueológicos	111
6.3.7	Puntaje General de las Alineaciones	112
7.0	- ACCIDENTES Y MALFUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	113
7.1	Fase De Construcción del Concentraducto	113
7.1.1	Incendio	113
7.1.2	Derrame de Combustible y Derivados del Petróleo	113
7.1.3	Daño a los Servicios Existentes	113

7.1.4	Falla de las Medidas de Control de Sedimentos.....	114
7.2	Fase de Operación del Concentraducto	114
7.2.1	Fallas de las Medidas de Control de Erosión	114
7.2.2	Daño por Terceros al Concentraducto.....	114
7.2.3	Fallas del Sistema.....	115
7.2.4	Causas Naturales	115
8.0	- REFERENCIAS.....	116

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla #</u>	<u>Título</u>
1	Resumen de las Instalaciones del Concentraducto (Alineación A)
2	Resumen de las Instalaciones del Concentraducto (Alineación B)
3	Cronograma del Proyecto - Alineación B
4	Cronograma del Proyecto - Alineación A
5	Parámetros de la Operación de Bombeo
6	Caracterización de los Suelos de la Alineación del Concentraducto
7	Meteorología Regional y Estaciones Hidrológicas
8	Temperaturas Promedio en la Región
9	Distribución Mensual de la Precipitación Anual Promedio en la Región
10	Resumen de la Distribución de la Precipitación Anual Promedio en la Región
11	Máxima Precipitación Regional de 24 horas
12	Descripciones de las Cuencas
13	Descripciones de las Estaciones de Flujo de Corrientes
14	Flujos Anuales Promedio en la Estación de Tingo Chico - Río Marañón
15	Flujos Anuales Promedio en la Estación de Recreta - Río Santa
16	Flujos Anuales Promedio en la Estación de Querococha - Río Queracocha
17	Flujos Anuales Promedio en la Estación La Rinconada - Río Fortaleza
18	Flujos Anuales Promedio en la Estación Puente Huamba - Río Huarmey
19	Flujos Anuales Promedio en la Estación del Puente Carretera - Río Huarmey
20	Escorrentía Anual Promedio y Escorrentía del Período de Retorno en la Región
21	Máximos Flujos Estimados
22	Flujo Pico Estimado en el Período de Retorno para las Cuencas del Area del Proyecto
23	Flujos Estimados en los Principales Cruces de Ríos
24	Límites de la Calidad del Agua en el Perú según el Decreto Legislativo 17752
25	Lineamientos de la Calidad de Agua de la Organización Mundial de la Salud y de Canadá (Protección de la Vida Acuática y del Agua para Consumo Humano)
26	Mediciones de Calidad de Agua <i>in situ</i>
27	Resultados de los Análisis de Calidad de Agua
28	Clasificación Taxonómica y Nombres Comunes de los Peces Colectados Durante el Estudio
29	Lugares de Muestreo y Especies de Peces Colectadas en la Cuenca del Río Mosna
30	Lugares de Muestreo y Especies de Peces Colectados en la Cuenca del Río Vizcarra
31	Lugares de Muestreo y Especies de Peces Colectados en la Cuenca del Río Pativilca
32	Lugares de Muestreo y Especies de Peces Colectadas en la Cuenca del Río Fortaleza
33	Lugares de Muestreo y Especies de Peces Colectadas en la Cuenca del Río Santa

34	Lugares de Muestreo y Especies de Peces Colectadas en la Cuenca del Río Mosna
35	Vegetación en los Humedales Altoandinos
36	Vegetación en los Pajonales Altoandinos
37	Vegetación en los Tolares Altoandinos
38	Vegetación en las Areas de Plantas Alfombra
39	Vegetación en los Bosques de Polylepis
40	Vegetación en las Areas de Laderas Bajas
41	Vegetación en los Montes Ribereños y Zona de Matorrales
42	Cactus y Plantas Xerofíticas Dispersas
43	Plantas Raras, en Peligro o Endémicas en el Departamento de Ancash
44	Lista de Especies de Peces en la Alineación del Concentraducto
45	Lista de Especies de Vertebrados - Antamina a Yanash Allash
46	Lista de Especies de Vertebrados - Yanash Allash to Conococha
47	Lista de Especies de Vertebrados - Conococha a Chaucayán
48	Lista de Especies de Vertebrados - Chaucayán a Huaricanga
49	Lista de Especies de Vertebrados - Huaricanga a Puerto Huarmey
50	Lista de Especies de Vertebrados - Conococha a Laguna Ututo
51	Lista de Especies de Vertebrados - Laguna Ututo a San Miguel
52	Lista de Especies de Vertebrados - San Miguel a Puerto Huarmey
53	Especies Raras, en Peligro o Protegidas identificadas en el Area del Proyecto
54	Poblaciones Rural y Urbana en las Alineaciones del Concentraducto
55	Demografía por Edades por Provincia y Distritos de las Posibles Alineaciones del Concentraducto
56	Mortalidad Infantil por Provincia y Distrito de las Posibles Alineaciones del Concentraducto
57	Demografía de Nacimientos por Provincia en las Posibles Alineaciones del Concentraducto
58	Demografía por sexo por Provincia en las Posibles Alineaciones del Concentraducto
59	Instalaciones Educativas a lo largo de las Posibles Alineaciones del Concentraducto
60	Sitios Arqueológicos en la Alineación Compartida del Concentraducto (Antamina a Conococha)
61	Sitios Arqueológicos en la Alineación A del Concentraducto
62	Sitios Arqueológicos en la Alineación B del Concentraducto
63	Calidad de Agua para el Tratamiento de Efluentes en el Puerto
64	Matriz de Evaluación de la Constructibilidad
65	Matriz de Evaluación del Suelo, Vegetación y Ecosistema
66	Matriz de Evaluación de las Fuentes de Pesca y Recursos Acuáticos
67	Matriz de Evaluación de la Vida Silvestre y su Hábitat
68	Matriz de Evaluación Socioeconómica
69	Matriz de Evaluación Arqueológica
70	Matriz de Evaluación Total

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura #</u>	<u>Título</u>
1	Opción Mineroducto – Diagrama de Flujo para Filtración de Concentrado en la Planta Concentradora de 70,000 t/d
2	Diagrama de Flujo para el Tratamiento de Efluentes en el Puerto para una Producción de 70,000 t/d
3	Alineación A: Perfil y Gradientes Hidráulicas
4	Alineación B: Perfil y Gradientes Hidráulicas
5	Análisis de Regresión de Temperatura Anual Promedio en la Región
6	Análisis de Regresión de Precipitación Anual Promedio en la Región
7	Distribución Mensual de la Precipitación Anual Promedio en la Región
8	Análisis de Regresión de Temperatura Anual Promedio en la Región
9	Distribución del Flujo Mensual Promedio en el Río Marañón en la Estación de Tingo Chico
10	Distribución del Flujo Mensual Promedio en el Río Santa en la Estación de Recreta
11	Distribución del Flujo Mensual Promedio en el Río Queracocha en la Estación de Queracocha
12	Distribución del Flujo Mensual Promedio en el Río Fortaleza en la Estación La Rinconada
13	Distribución del Flujo Mensual Promedio en el Río Huarmey en la Estación de Puente Huamba
14	Distribución del Flujo Mensual Promedio en el Río Huarmey en la Estación Puente Carretera
15	Análisis de Regresión de Escorrentía en la Región
16	Análisis de Regresión del Flujo Diario Pico en el Río Queracocha en la Estación de Queracocha
17	Análisis de Regresión del Flujo Diario Pico en el Río Huarmey en la Estación Puente Carretera

LISTA DE MAPAS

<u>Mapa #</u>	<u>Título</u>
1	Mapa de las Rutas Alternativas para el Concentraducto
2	Mapa de Referencia
3	Peligros Geotécnicos: Antamina - Yanash Allash
4	Peligros Geotécnicos: Yanash Allash - Conococha
5	Peligros Geotécnicos: Conococha - Chaucayán
6	Peligros Geotécnicos: Chaucayán - Huaricanga
7	Peligros Geotécnicos: Huaricanga - Puerto Huarmey
8	Peligros Geotécnicos: Conococha - Laguna Ututo
9	Peligros Geotécnicos: Laguna Ututo - San Miguel
10	Peligros Geotécnicos: San Miguel - Puerto Huarmey
11	Peligros Geotécnicos: Cotaparaco - Molino Pampa
12	Grandes Grupos de Suelos y Sitios Arqueológicos de Antamina a Yanash Allash
13	Grandes Grupos de Suelos y Sitios Arqueológicos de Yanash Allash a Conococha
14	Grandes Grupos de Suelos y Sitios Arqueológicos de Conococha a Chaucayán
15	Grandes Grupos de Suelos, Sitios Arqueológicos y Lugares de Muestra de Suelo de Chaucayán a Huaricanga
16	Grandes Grupos de Suelos y Sitios Arqueológicos de Huaricanga a Huarmey
17	Grandes Grupos de Suelos, Sitios Arqueológicos y Lugares de Muestra de Suelo de Conococha a Laguna Ututo
18	Grandes Grupos de Suelos, Sitios Arqueológicos y Lugares de Muestra de Suelo de Laguna Ututo a San Miguel
19	Grandes Grupos de Suelos, Sitios Arqueológicos y Lugares de Muestra de Suelo de San Miguel a Huarmey
20	Grandes Grupos de Suelos, Sitios Arqueológicos y Lugares de Muestra de Suelo de Cotaparaco a Molino Pampa
21	Estaciones Hidrológicas y Meteorológicas
22	Factores Ambientales: Antamina - Yanash Allash
23	Factores Ambientales: Yanash Allash - Conococha
24	Factores Ambientales: Conococha - Chaucayán
25	Factores Ambientales: Chaucayán - Huaricanga
26	Factores Ambientales: Huaricanga - Puerto Huarmey
27	Factores Ambientales: Conococha - Laguna Ututo
28	Factores Ambientales: Laguna Ututo - San Miguel
29	Factores Ambientales: San Miguel - Puerto Huarmey
30	Factores Ambientales: Cotaparaco - Molino Pampa
31	Factores Ambientales: Río Mosna
32	Factores Ambientales: Río Andachupa
33	Ubicación de Flamencos Andinos en la Laguna Conococha
34	Características Socioeconómicas: Antamina - Yanash Allash
35	Características Socioeconómicas: Yanash Allash - Conococha

36	Características Socioeconómicas: Conococha - Chaucayán
37	Características Socioeconómicas: Chaucayán - Huaricanga
38	Características Socioeconómicas: Huaricanga - Puerto Huarmey
39	Características Socioeconómicas: Conococha - Laguna Ututo
40	Características Socioeconómicas: Laguna Ututo - San Miguel
41	Características Socioeconómicas: San Miguel - Puerto Huarmey
42	Características Socioeconómicas: Cotaparaco - Molino Pampa

LISTA DE FOTOS

<u>Fotos #</u>	<u>Título</u>
1	Topografía General de las Zonas Altoandinas (Quebrada Palmar)
2	Lago Altoandino (Laguna Canrash)
3	Topografía del Valle Tunacancha
4	Topografía del Valle de Río Pativilca Arriba
5	Laguna Conococha
6	Topografía del Valle de Río Santa y Pampa Lampas Bajo
7	Laguna Ututo
8	Topografía del Valle de Río Cotaparaco
9	Topografía General de los Valles de Elevaciones Bajas (Río Huarmey)
10	Valle de Río Huarmey cerca de la Costa
11	Muestreo de la Calidad de Agua en Río Pativilca
12	Electroshocking de Peces en Laguna Ututo
13	Habitat Humedales de Peces de Elevación Alta (Laguna Conococha)
14	Habitat Charca de Peces con Substrata de Adoquin (Río Fortaleza)
15	Unidades de Grava en Tributarios de Elevaciones Bajas (Río Fortaleza)
16	Habitat Estuario de Peces (Río Fortaleza)
17	Trucha (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)
18	Killifish (<i>Orestias agassii</i>)
19	Bagre (<i>Astroblepus simonsii</i>)
20	Unidad de Humedales Altoandinos
21	Unidad de Pajonales Altoandinos
22	Unidad de Tolares Altoandinos
23	Unidad de Plantas Almohadillas
24	Unidad de Bosque Queñua
25	Unidad de Vegetación de Laderas Bajas
26	Unidad de Plantas Matorrales y Monte Riberiño
27	Unidad de Cactus y Plantas Xerofíticas Dispersas
28	Vegetación Adaptada por Salinas, Área de la Costa
29	Flamencos Andinos (<i>Phoenicoparrus andinus</i>)
30	Ubicación del Puerto al sur del Puerto Grande

1.0 - INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Durante el proceso inicial de planeamiento, Compañía Minera Antamina S.A. examinó tres rutas alternativas para desarrollar el acceso a la mina y transportar por camiones los concentrados de cobre y zinc desde la mina hasta el puerto Huarney. En el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) presentado para la revisión y aprobación del gobierno en marzo de 1998 (Klohn Crippen, 1998), se incluye una descripción de cada una de estas tres rutas alternativas: Ruta Norte, Ruta Central y Ruta Sur. En el Estudio de Impacto Ambiental de marzo de 1998, se enfatizaba la Ruta Central, la cual atravesaba el Parque Nacional Huascarán, y fue la alternativa preferida en ese momento.

Durante el proceso de planeamiento, Compañía Minera Antamina S.A. también examinó la posibilidad de utilizar un concentrado para transportar los concentrados desde la mina hasta el Puerto Huarney. Este concentrado habría seguido la ruta de acceso Norte, que iba desde la mina, atravesaba el Parque Nacional y llegaba a Catac. Esta alineación luego seguía por el valle de Huarney, que era la ruta más directa para llegar hasta el Puerto Huarney. Sin embargo, debido a problemas de factibilidad técnica y de construcción, esta alternativa original de construir un concentrado se mantuvo en reserva ante la alternativa del transporte de concentrados por camiones utilizando una ruta de acarreo.

Posteriormente, Compañía Minera Antamina S.A. descartó las rutas de acceso Central y Norte debido a que ambas pasaban por el Parque Nacional Huascarán, una Reserva Biósfera y de la Humanidad, un lugar de Patrimonio de la Humanidad de importancia turística y de conservación internacional. En julio de 1998, se presentó un Addendum (Addendum N°2) a las autoridades para su revisión y aprobación (Knight Piésold, 1998); este Addendum trataba sobre una alineación revisada de la ruta de acceso en los límites sur del Parque Nacional Huascarán que podría ser adecuado para el tráfico pesado de camiones con concentrado y evaluaba una ruta propuesta desde Yanash Allash hasta Conococha, la cual incluía tramos de un camino existente y tres nuevas alternativas de alineación entre Suyán y Mojón. Estas alternativas se seleccionaron para evitar el difícil descenso que se atravesaba al pasar por las áreas pobladas de Aquia y Chiquián. Esta sección de la nueva ruta se denominó de la Ruta By-Pass Sur.

Sin embargo, desde la presentación del Estudio de Impacto Ambiental, los diferentes medios alternativos de transporte de concentrado de cobre y zinc hacia la costa han estado bajo re-evaluación. Un sistema confiable de envío de concentrado es muy importante para la viabilidad económica a largo plazo del Proyecto Antamina. Tanto la alternativa de acarreo de concentrado por camiones como la del concentrado involucran una gran inversión de capital y de costos de operaciones durante el tiempo de vida de la mina y ambas alternativas involucran transportar concentrado a grandes distancias a través de terrenos difíciles.

Se han evaluado dos alternativas para la alineación del concentrado; ambas alternativas siguen una ruta común alrededor de los límites del sur del Parque Nacional Huascarán y se bifurcan en Mojón. La alineación de la alternativa A sigue el valle del Río Fortaleza hasta llegar a la costa del Pacífico, mientras que la alineación de la Alternativa B sigue el valle del Río

Huarmey. Ambas alineaciones terminan en las instalaciones de filtrado de concentrados y carguío ubicadas en el Puerto Huarmey.

1.2 ALCANCE DE LOS ANÁLISIS AMBIENTALES

Este Addendum del EIA describe el proyecto, detalla los ambientes físicos, biológicos, socioeconómicos y arqueológicos a lo largo de ambas alineaciones alternativas, discute las medidas de mitigación de las fases de construcción y operación, evalúa los impactos residuales (impactos después que se haya concluido con las medidas de mitigación), y evalúa ambas alternativas para la alineación.

1.2.1 Descripción del Proyecto

La descripción del proyecto, Sección 2 del presente informe, incluye las consideraciones de alineación, descripción de las instalaciones, y descripciones de las fases del proyecto y del cronograma. Las consideraciones de alineación incluyen la ubicación de las instalaciones y las alineaciones alternativas. La descripción de las instalaciones incluye los estándares y especificaciones de diseño, instalaciones de control del concentrado, requerimientos de derechos de vía, y las instalaciones auxiliares. Las fases del proyecto y el cronograma incluyen los requerimientos de mano de obra para la construcción, requerimientos de mano de obra para la operación y el cronograma del proyecto.

1.2.2 Investigaciones de Línea Base

Las investigaciones de línea base establecidas en la Sección 3 de este informe proporcionan los resultados completos de las investigaciones de campo y una descripción relativamente completa de los ambientes físicos, biológicos, socioeconómicos y arqueológicos a lo largo de ambas rutas. Los aspectos físicos considerados son la topografía, geología, factibilidad geotécnica, suelos, hidrología y meteorología. Los aspectos biológicos considerados son la calidad de agua, fuentes de peces, vegetación y vida silvestre. Los aspectos socioeconómicos considerados son el uso de tierras, etnología, demografía, infraestructura y aceptación del concentrado por parte de los residentes locales. Los aspectos arqueológicos considerados son la presencia y sensibilidad de lugares arqueológicos, culturales, patrimoniales e históricos.

1.2.3 Mitigación

Las medidas de mitigación señaladas en la Sección 4 de este informe incluyen la mitigación que se va a aplicar en la fase de ingeniería y diseño, durante la etapa de construcción y durante las operaciones, para minimizar o eliminar cualquier impacto ambiental o socioeconómico lo mejor posible. La mitigación durante la fase de ingeniería y diseño incluye la selección de alineaciones alternativas que minimicen los posibles impactos y la inclusión de instalaciones o medidas para eliminar los posibles riesgos ambientales (ingeniería preventiva). La mitigación durante la fase de construcción incluye el desarrollo de prescripciones específicas para el lugar para el control de la erosión y la sedimentación, el desarrollo de lineamientos de construcción para minimizar la alteración y proteger el ambiente, y el aprovisionamiento de supervisión y monitoreo ambiental. La mitigación durante la fase de operación incluye la rehabilitación y restauración del lugar y los planes de monitoreo y de supervisión.

1.2.4 Impactos Residuales

La Sección 5 del Estudio de Impacto Ambiental de este informe presenta una evaluación de los impactos residuales del proyecto del concentrado, esto es, aquellos impactos que quedan después que se han implementado todas las medidas de mitigación.

1.2.5 Matriz de Evaluación

La Sección 6 de este informe presenta las matrices de evaluación de cada aspecto de las investigaciones de línea base para ambas alternativas de alineación del concentrado. También se incluye una matriz de evaluación general para la evaluación de cada una de las opciones.

1.3 MARCO LEGAL

No existe una entidad o ministerio único que tenga autoridad sobre la construcción y operación del concentrado. La descripción del marco legal y las diversas autoridades involucradas en el proceso de obtención del permiso se presentan en la Sección 2 del EIA original.

1.4 LISTA DE PROFESIONALES

La siguiente es una lista del personal involucrado en la elaboración de este Addendum y las calificaciones de cada uno.

1.4.1 Knight Piésold Consultores S.A.

Knight Piésold Consultores S.A. es una empresa de consultoría en ingeniería que forma parte del grupo Knight Piésold. Knight Piésold Consultores S.A. se especializa en todos los aspectos de la industria minera, desde el diseño de depósitos de relaves hasta planes de rehabilitación. Knight Piésold Consultores S.A. es la compañía que realiza las evaluaciones de impacto ambiental para el proyecto Antamina, es responsable de la coordinación general de este proyecto, las coordinaciones del trabajo de campo, y de la traducción al español del documento final. Las siguientes personas de Knight Piésold Consultores S.A., o contratados por Knight Piésold, estuvieron involucradas en la elaboración de este Addendum del EIA de Antamina.

<u>Profesional</u>	<u>Posición</u>	<u>Grado</u>
Sr. Mario Villavisencio	Gerente de Operaciones	B.Sc, M.Sc.
Sra. Liliana Unten	Química	B.Sc., M.Sc.
Srta. Cecilia Ayza	Bióloga	B.Sc.
Sr. José Dávila Flores	Biólogo	ind.
Sr. Javier I. Alcalde Gonzáles	Arqueólogo	ind.
Sra. Maria Elena del Solar Dibos	Antropóloga	ind.
Sra. Victoria Ponce del Castillo	Socióloga	ind.

1.4.2 Hallam Knight Piésold Ltd.

Hallam Knight Piésold Ltd. es una empresa ambiental de consultoría en Vancouver, Canadá, y es parte del grupo Knight Piésold. Hallam Knight Piésold Ltd. se especializa en todos los aspectos de la investigación ambiental que incluyen estudios de línea base, permisos, licencias y preparación de Estudios de Impacto Ambiental. Las responsabilidades de Hallam Knight Piésold Ltd. para el Addendum del Estudio de Impacto Ambiental de Antamina incluía el apoyo técnico a Knight Piésold Consultores S.A., y la preparación del EIA original en inglés. Las siguientes personas de Hallam Knight Piésold Ltd. estuvieron involucradas en la elaboración de este Addendum del EIA de Antamina.

<u>Profesional</u>	<u>Posición</u>	<u>Grado</u>
Mr. Robert L. Hallam	Presidente	B.Sc., P.Bio.
Mr. Aran C. Gough	Biólogo de Proyecto	B.Sc.
Mr. W. Oscar Gustafson	Biólogo de Proyecto	B.Sc., P.B.Dip.
Mr. R. Christopher Brodie	Biólogo de Proyecto	B.Sc.
Mr. Joanna L. Runnells	Geoquímico de Proyecto	B.Sc.
Ms. Sarah Wellman	Hidrólogo de Proyecto	B.A.Sc., E.I.T.
Ms. Tiffany Paul	Hidrólogo de Proyecto	B.A.Sc., E.I.T.
Mr. Dean Brox	Ingeniero Principal	M.Sc., P.Eng.

2.0 - DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 INTRODUCCIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

Las dos alternativas de alineación del concentrado y las instalaciones de filtrado y carguío se ubican en la parte sur del Departamento de Ancash. Ambas alternativas de alineación parten de la concentradora Antamina, ubicada en el valle de la Quebrada Yanacancha, unos 480 km al noreste de Lima, y siguen una ruta común alrededor del límite sur del Parque Nacional Huascarán hasta Mojión. Las dos alineaciones se dividen en Mojión: la Ruta de la Alternativa A sigue el valle del Río Fortaleza y la Ruta B sigue el valle del Río Huarmey, hasta la costa del Pacífico. Las dos alineaciones se vuelven a unir en las instalaciones de filtrado y carguío de concentrado ubicadas en el Puerto Huarmey, inmediatamente al sur de la ciudad de Huarmey, aproximadamente 293 km al norte de Lima. Las alineaciones generales de ambas rutas alternativas se presentan en el Mapa 5.1. La siguiente descripción del concentrado se basa en los siguientes tres informes: Informe Interin del Estudio de Factibilidad de la Ruta Alterna (PSI, 1998a), Dimensiones del Concentrado y Requerimientos de Derechos de Vía (PSI, 1998B) y Documento 739-G-002, Rev. A (PSI, 1998c).

2.2 PROPÓSITO Y ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

2.2.1 Propósito del Proyecto

Un medio confiable para transportar concentrados de cobre y zinc hacia la costa es un factor muy importante para la viabilidad económica a largo plazo para el Proyecto Antamina. Hasta hace poco, los asientos mineros alrededor del mundo usualmente transportaban sus concentrados en camiones desde la mina hasta las instalaciones de descarga en los terminales terrestres o puertos. Sin embargo, esta forma de transporte poco a poco ha ido tornándose menos viable a medida que los volúmenes y distancias de acarreo se incrementaban, llegando por último a un punto donde el transporte de concentrados por camiones ya no resultaba ser económico.

Con las recientes mejoras en el manejo de materiales y la tecnología de transporte de pulpas, ha surgido una tendencia de la industria con relación al envío de concentrados por medio de concentrados de pulpas. Esta tendencia ha estado en paralelo con el aumento gradual del tamaño de las operaciones mineras, el aumento de las cantidades de concentrado, el aumento de las distancias a las minas nuevas y el deseo de minimizar el tráfico pesado en la carretera.

En consecuencia, el propósito del proyecto, y el objeto de este Addendum, es obtener la aprobación para la construcción de un sistema de concentrado confiable consistente en estaciones de bombeo, tubería de acero enterrada (concentrado), estaciones de obstrucción y de válvulas, una planta de filtrado y carguío de concentrados y todas las instalaciones asociadas.

2.2.2 Alternativas del Proyecto

Existen pocas alternativas para movilizar eficientemente grandes cantidades de concentrado de cobre y zinc a largas distancias a través de un terreno montañoso y difícil. Compañía Minera Antamina S.A. ha examinado tres rutas de acceso alternativas para transportar por camiones los concentrados de cobre y zinc desde la mina hasta el Puerto Huarney. Las tres rutas examinadas fueron:

- Ruta Norte (369 km): Huarney - Conococha – Catac - Machac – Laguna Canrash – Antamina. La ruta desde Conococha hasta Antamina es de 157 km. Esta ruta cruzaría el Parque Nacional Huascarán. No se considera factible debido a las consideraciones técnicas y económicas.
- Ruta Central (358 km): Huarney - Conococha – Antarraga – Huanzalá – Laguna Canrash – Antamina. La ruta desde Conococha hasta Antamina es de 146 km. Esta ruta cruzaría el Parque Nacional Huascarán. Se considera técnicamente factible y actualmente está siendo utilizada por la Mina Huanzalá.
- Ruta Sur (344 km): Huarney - Conococha – Mojón – Suyán – Huanzalá – Laguna Canrash – Antamina. La ruta desde Conococha hasta Antamina es de 132 km. Esta ruta no cruzaría el Parque Nacional Huascarán. Se necesitaría mejorar algunos caminos existentes y construir aproximadamente 16 km de carretera nueva.

En el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) presentado a las autoridades para su revisión y aprobación en marzo de 1998 (Klohn Crippen, 1998), se incluyó una descripción de cada una de estas tres rutas de acceso. Las rutas Central y Norte se abandonaron posteriormente debido a que pasaban por el Parque Nacional Huascarán, Reserva Biósfera y de la Humanidad y un lugar de Patrimonio Mundial de importancia de conservación y turística internacional. Se observó que había valores escénicos, de conservación y patrimoniales de la Ruta Central más que en la Ruta Sur; esta última evitaba el parque. En consecuencia, se presentó un Addendum (Addendum N°2) que comprendía una alineación revisada capaz de acomodar el tráfico pesado de camiones en la ruta de acceso alrededor de los límites sur del Parque Nacional Huascarán a las autoridades para su respectiva revisión y aprobación, en julio de 1998 (Knight Piésold, 1998).

2.2.3 Medios Alternativos para llevar a cabo el Proyecto

Las dos alternativas principales para llevar a cabo el proyecto, Alternativas de alineación A y B, son materia de este Addendum. Ambas alternativas siguen una alineación común desde la mina alrededor de los límites sur del Parque Nacional Huascarán hasta Mojón. Desde allí, ambas alternativas siguen alineaciones separadas, tal como se especifica en la siguiente sección (Sección 2.3), y vuelven a juntarse en la planta de filtrado y carguío de concentrado y las instalaciones de descarga en el Puerto Huarney.

2.3 CONSIDERACIONES DE ALINEACIÓN

2.3.1 Introducción

La ubicación y diseño de las dos alternativas de alineación del concentraducto, Alternativas A y B, se basan en consideraciones geotécnicas, ambientales, socioeconómicas y arqueológicas. Ambas alineaciones han sido diseñadas para minimizar los impactos del ambiente físico, en términos de la degradación de taludes y estabilidad hidrológica; ambiente biológico, en la forma de hábitats sensibles, pérdida de hábitats y protección de especies en peligro; ambiente socioeconómico, en la forma de alteración a la agricultura, interrupción de los vertederos de irrigación y desplazamiento de personas; y aspectos arqueológicos, en la forma de alteración de los lugares culturales, arqueológicos, patrimoniales e históricos.

2.3.2 Alternativas de las rutas del concentraducto

2.3.2.1 Alineación Compartida

Las dos alternativas de alineación que están en consideración siguen una ruta común al principio, en la estación de bombeo ubicada cerca de la concentradora en el valle de la Quebrada Yanacancha, y sigue por el sur de Huanzalá, para luego alcanzar el oeste de Yanash Allash. Desde Yanash Allash, las dos alineaciones continúan siguiendo caminos existentes que van hacia la cuenca del Río Pativilca hasta Suyán. Entre Suyán y Mojó, la ruta sigue el by-pass de Chiquián.

2.3.2.2 Alineación A

Desde Mojó, la ruta alternativa A sigue el camino existente hasta Conococha; desde allí la ruta generalmente sigue la Carretera 14 hacia Huaricanga. La alineación cruza el Río Fortaleza en Huaricanga, y sigue la Quebrada Carrizal y el plano de inundación ancho de Río Seco, hasta llegar a la Carretera Panamericana. Luego, la alineación va en paralelo con la Carretera Panamericana hasta llegar a las instalaciones portuarias en Puerto Huarmey (Mapa 1). La longitud total de la Ruta A es de 296 km.

2.3.2.3 Alineación B

Desde Mojó, la ruta alternativa B sigue un antiguo riel de telégrafos que va ligeramente en paralelo con el Río Santa, aguas abajo, hasta su confluencia con la Quebrada Pucahuanca. Luego, la alineación cruza el Río Santa (y la Carretera N°2 Paramonga-Huaraz), cerca de la intersección con la Quebrada Pucahuanca. Desde el cruce del Río Santa, el concentraducto gradualmente sube los taludes orientales de la Cordillera Negra, hasta llegar a la Laguna Ututo. Desde este punto, la alineación desciende por Mashaconga y Ututopampa, Cotaparaco, Cochapetí, San Miguel, Molino Pampa y Huambas, antes de llegar a las instalaciones portuarias en Puerto Huarmey (Mapa 1). La longitud total de la Alineación B es de 280 km.

2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

2.4.1 Concentraducto

Las instalaciones asociadas al concentraducto incluyen los tanques de almacenamiento en la mina y el puerto, el concentraducto en sí, las estaciones de bombeo, las estaciones de válvula

y lugares de monitoreo de flujo lento, estaciones de obstrucción y de detección de fuga y los sistemas de control del concentrado y las telecomunicaciones. Ambas rutas alternativas necesitan una estación de bombeo de diafragma con pistón en la mina, pero la alternativa de la ruta B necesita una estación de bombeo de refuerzo adicional cerca de Huanzalá. Ambas rutas también estarán equipadas con cuatro estaciones de válvula intermedias y dos estaciones de obstrucción intermedias. En las Tablas 1 y 2, se resume las instalaciones correspondientes tanto para la ruta A como para la ruta B (PSI, 1998c).

2.4.1.1 Tanques de Almacenamiento de Concentrados

Las instalaciones de almacenamiento de concentrados en la mina consistirán en cuatro tanques de almacenamiento de acero soldado de 16 m de diámetro cada uno. Dos tanques estarán dedicados al almacenamiento de concentrado de cobre y dos al almacenamiento de concentrado de zinc. La capacidad de almacenamiento total de cada concentrado (4,500 m³) equivale a las 18 horas de producción. Cada tanque estará colocado con una pantalla de control de partículas grandes, bombas de carga, bombas de refuerzo de agua filtrada, un circuito de prueba, y un sistema de tuberías de colección en el tanque para la dosificación en el concentrado. Cada tanque estará equipado con un agitador de 113 kW. Otros tanques de dimensiones similares recibirán la pulpa en las instalaciones portuarias.

Se colocará una poza de colección de emergencia, diseñada para que contenga el 110% del contenido de todos los tanques de almacenamiento. El área que está alrededor de los tanques será protegida con bermas para asegurar la contención en el caso de una ruptura del tanque, y estará nivelado para asegurar que ninguna pérdida de pulpa irá directamente a la poza de colección de emergencia.

2.4.1.2 Concentrado

La tubería del concentrado estará diseñada para transportar concentrados de cobre y zinc a través de una línea común. El concentrado consistirá en una tubería de acero de carbón de 25 cm revestido con polietileno de alta densidad (HDPE). Las profundidades del enterramiento del concentrado serán de 1.2 m desde los cruces de carretera, de 0.9 m en suelo común y de 0.6 m en roca. Los diseños de cruce en corrientes de ríos se basarán en los aspectos hidráulicos del río específicos del lugar, la profundidad del socavamiento y la protección contra la erosión. Generalmente, la tubería estará enterrada bajo los ríos a una profundidad igual a la de socavamiento más 0.5 m cuando exista roca, y a una profundidad igual a la de socavamiento más 1.3 m cuando se encuentre en suelo. Los requerimientos de derechos de vía para el concentrado serán de 15 m en tierra de cultivo o en planicies abiertas, y menores en terrenos montañosos dependiendo de las técnicas de construcción utilizadas. En el Documento N°739-G-002 (PSI, 1998c), se señalan las descripciones detalladas de las características del concentrado.

2.4.1.3 Bombas

Se utilizará tres bombas recíprocas de diafragma de pistón para alimentar el concentrado con una bomba adicional en stand-by. A fin de desarrollar la cantidad de descarga y flujo requeridos, se instalarán algunas bombas en paralelo. La estación de bombeo intermedia de la Ruta B, localizada aproximadamente 10 km al este de la Mina Huanzalá, incluirá tres bombas

de diafragma de pistón, una bomba en stand-by, dos bombas de sumideros y una bomba de agua utilitaria con un tanque de abastecimiento de agua.

2.4.1.4 Estaciones de Válvulas y obstrucción

En el diseño, se ha incluido cuatro estaciones de válvulas intermedias para permitir la segmentación del concentraducto durante un período de paralización. La ubicación de las estaciones de válvulas y obstrucción ha sido seleccionada para minimizar los taludes aguas abajo y soportar las velocidades generadas durante las etapas de inicio y paralización de operaciones. Cada estación de válvula estará equipada con una poza de captación de pulpas con una capacidad de 300 m³ o más, dependiendo del volumen del concentraducto sobre la estación. Las estaciones estarán controladas y monitoreadas por control remoto, aunque también contarán con sistemas de control manuales.

Las estaciones de regulación intermedias estarán ubicadas en dos de las estaciones de válvulas a lo largo de ambas rutas del concentraducto. Las dos estaciones de regulación darán la presión de regreso necesaria para prevenir un flujo lento en el concentraducto. Los instrumentos de presión, aguas arriba y aguas abajo de las estaciones de regulación, se utilizarán para controlar y monitorear la regulación adecuada.

Las estaciones de válvulas de la alineación A estarán ubicadas de la siguiente manera: VS1 a aproximadamente 5 km al oeste de la Laguna Conococha, VS2 aproximadamente a 35 km al suroeste de la Laguna Conococha, VS3 aproximadamente a 12 km al noreste de Chaucayan y VS4 a aproximadamente 10 km al suroeste de Chaucayan. Las estaciones de regulación estarán ubicadas en VS2 y VS3.

Las estaciones de válvulas de la alineación B estarán ubicadas de la siguiente manera: VS1 a aproximadamente 5 km al este de Cotaparaco, VS2 aproximadamente a 30 km al oeste de Cotaparaco, VS3 aproximadamente a 3 km al este de San Miguel y VS4 a aproximadamente 5 km al oeste de San Miguel. Las estaciones de regulación estarán ubicadas en VS2 y VS3.

2.4.1.5 Sistema de Control del Concentraducto

Los siguientes párrafos describen las características generales y los componentes requeridos para la operación segura y eficiente del concentraducto.

Un sistema simple integrado de Adquisición de Datos y Control de Supervisión (SCADA) se instalará para controlar periódicamente el concentraducto. El concentraducto será monitoreado con el sistema SCADA, por un operador simple ubicado en la estación de bombeo de la mina. El operador utilizará una computadora personal que corra el programa apropiado como medio de monitoreo y control del concentraducto y tendrá la capacidad de realizar todas las operaciones del sistema normal y la mayor parte de los procedimientos de emergencia desde la consola de control ubicada en la estación de bombeo de la mina.

Se colocarán controladores lógicos programables (PLCs) en aproximadamente seis lugares principales y en seis u ocho lugares secundarios a lo largo del concentraducto, dependiendo de la ruta y la configuración seleccionadas. Todos los PLCs estarán conectados, por medio de un sistema de telecomunicaciones de fibra óptica, con el PLC principal y el sistema SCADA en

la estación de bombeo de la mina. El sistema tendrá la capacidad de controlar completamente el concentrado, solicitando datos, enviando órdenes y diagnosticando problemas con relación a los PLC ubicados a gran distancia. El sistema SCADA del concentrado será conectado al Sistema de Control Distribuido (DCS) tanto en la mina como en el puerto, pero quedará un sistema independiente apoyado por su propia fuente de energía sin interrupción.

El sistema de control tendrá tres modos de operación; remoto automático, remoto manual y local. En el modo remoto automático, las secuencias descritas por la forma de control se ejecutará automáticamente o con una orden simple del operador. En el modo remoto manual, el operador podrá operar equipos individuales en cualquier lugar del concentrado desde la ubicación central (sujeto a claves de seguridad). El control local en todos los lugares será independiente de los PLCs y por lo tanto proporcionará un medio de soporte para la operación en el caso improbable de la falla del PLC o de las telecomunicaciones. El sistema de telecomunicaciones también será preparado para que sirva como soporte en estos casos por un sistema de comunicación por radio en tierra, el cual podrá brindar comunicación por voces a cualquier lugar a lo largo del concentrado. Regularmente se realizarán inspecciones visuales en la ruta del concentrado para asegurar la operación del sistema.

El sistema estará equipado con un modelo matemático basado en un programa de cómputo del sistema del concentrado. Este modelo asistirá a los operadores, ingenieros y planificadores de producción en la toma de decisiones relacionadas a la operación del concentrado, y traerá como resultado una operación segura, proporcionará un medio de detección de fugas en el concentrado, minimizará la pérdida de tiempo de producción, minimizará la pérdida de productos y minimizará el desgaste del concentrado.

2.4.2 Instalaciones de Filtrado y Carguío de Concentrado

Ya que el concentrado será transportado como pulpa, las instalaciones de filtrado, tratamiento de agua y carguío que originalmente eran parte del proceso de molienda serán transferidas desde la mina hasta el Puerto Huarmey. Las instalaciones portuarias propuestas están ubicadas inmediatamente adyacentes al pequeño pueblo pesquero de Puerto Grande, en la Península Cabeza de Lagarto (Mapa 1). En la zona, la única actividad industrial principal es una planta de procesamiento de harina de pescado.

2.4.2.1 Instalaciones de Recepción de Concentrado en el Puerto

Al llegar a las instalaciones portuarias, los concentrados individuales de cobre y zinc se dirigirán a seis tanques de almacenamiento de pulpas construidos con acero, los cuales tendrán el mismo tamaño que los tanques de alimentación del concentrado. Estos seis tanques receptores de almacenamiento, tres de cobre y tres de zinc, también actuarán como tanques principales o tanques alimentadores del filtro.

2.4.2.2 Filtración de Concentrados

El concentrado llegará al puerto por medio del concentrado en forma de pulpa con 60% de sólidos. El concentrado deberá ser filtrado hasta un porcentaje entre 8-10% de agua para ser embarcado a los barcos contenedores. El proceso de filtrado se describe a continuación.

Existen tres filtros de presión para el concentrado de cobre y tres para el concentrado de zinc, y uno de los filtros de zinc puede ser utilizado como un filtro oscilante para el cobre. Las instalaciones de filtro incluirán compresores de aire de proceso para la presión de filtros y los requerimientos de secado, compresores de aire para los requerimientos de instrumentos y mantenimiento, y receptores de aire. El exceso de filtrado y el drenaje de filtro será colectado en sumideros respectivos y reciclados para los clarificadores correspondientes, en cada uno de los circuitos de cobre y zinc.

La planta de filtrado y el cuarto adyacente de control, de electricidad y de mantenimiento consistirán en un marco de acero estructural con techo y lados de metal, una cimentación de concreto reforzado y un eslabón de gradiente, y estarán equipados con una grúa de 3 t para propósitos de mantenimiento. Los queques del filtrado de cobre y zinc se transferirán desde los filtros hacia las fajas transportadoras y luego se transportarán a las respectivas instalaciones de almacenamiento de concentrado de cobre y zinc.

2.4.2.3 Almacenamiento y Recuperación de Concentrados

Las dos instalaciones de almacenamiento de concentrado seco tendrán un total de 160,000 t de capacidad de almacenamiento en el puerto; una de las instalaciones podrá almacenar 80,000 t de concentrados de cobre bajo en bismuto, y la otra tendrá una capacidad de almacenamiento de 40,000 t de concentrados de zinc y 40,000 t de concentraciones de cobre alto en bismuto. Las instalaciones serán construidas con un marco de acero estructural con techo y lados de metal, y estarán equipadas con un sistema de colección de polvos secos. El piso será un eslabón de concreto reforzado con paredes de concreto perimétricas de 3 m de altura, que servirán para retener las pilas de concentrado.

El queque filtrado se transportará hacia las instalaciones de almacenamiento de concentrado por medio de fajas transportadoras, donde brazos mecánicos colocados en cada faja transportadora distribuirán el concentrado sobre las pilas alargadas. La faja transportadora de concentrados de cobre ha sido diseñada para descargar concentrados de cobre bajo en bismuto en las instalaciones de almacenamiento de concentrado de cobre y para descargar concentrados de cobre alto en bismuto en una faja transportadora transversal, el cual los depositará en pilas de almacenamiento separadas, adyacentes a las instalaciones de almacenamiento de concentrado de zinc.

Los concentrados se recuperarán de las pilas de almacenamiento utilizando cargadores frontales que colocarían el concentrado sobre una de las tres tolvas de recuperación de 70 t de capacidad. Cada tolva estará equipada con un alimentador de correa de recuperación, el cual descargará en una faja transportadora de recuperación común. La faja transportadora de recuperación incluirá un sistema de muestreo automático en línea y una balanza de correa, y transferirá el concentrado a una faja transportadora de alimentación para el cargador del barco. Todo este sistema ha sido diseñado para que tenga la capacidad de cargar un barco con concentrado proveniente de diferentes pilas de almacenamiento, permitiendo una combinación.

2.4.2.4 Tratamiento de Agua

El agua de alimentación entre los lotes de concentrados se dirigirá a los clarificadores de concentrados de cobre y zinc (Figura 1). Se espera que la concentración máxima de sólidos de esta agua sea de 5%. El rebose proveniente de los clarificadores de concentrado y filtrado se dirigirá como efluente no tratado a una poza de colección revestida de 15,000 m³ de capacidad. Se tomará la previsión de que el rebose de la poza de colección se dirija a una poza de emergencia. Esta poza de emergencia también puede servir como una poza de escorrentía de agua de tormenta en el lugar en el caso poco probable de que un evento de tormenta produzca altos volúmenes de escorrentía y se garantice la retención de la misma.

El efluente proveniente de la poza de colección se sujetará a cuatro etapas de tratamiento: oxidación con peróxido de hidrógeno, precipitación de metales, clarificación/sedimentación y filtración de arena. Primero, el efluente será tratado con peróxido de hidrógeno en dos etapas de reactores para oxidar el cianuro residual. Los metales disueltos se precipitarán como hidróxidos de metales con un pH alto, y se adicionará lechada de cal hidratada durante el proceso (Figura 2).

El efluente proveniente del reactor de la segunda etapa descargará por gravedad a un clarificador de efluente no tratado para la remoción de los precipitados de hidróxido metálico. El underflow del clarificador, que contiene precipitados de hidróxido de metales, será bombeado de manera intermitente hacia el tanque de alimentación de cobre o zinc y añadido al queque de concentrado.

El rebose proveniente del clarificador (concentración máxima de sólidos de 10 ppm), pasará por un filtro de arena y luego será almacenado en un tanque de almacenamiento de agua tratada con una capacidad de 400 m³. Luego, esta agua se utilizará como agua de proceso. Cualquier exceso de agua se bombeará hacia los campos de irrigación. Se ha tomado las previsiones del caso para descargar el exceso de agua tratada, en caso de emergencia, en el océano, en un punto simple cerca al terminal de carga.

2.4.2.5 Infraestructura Asociada

La infraestructura de soporte de las instalaciones portuarias incluirá un camino de acceso de 6 km que conectará el lugar con la Carretera Panamericana y una línea de transmisión de energía de 66 kV de 5.5 km de largo, conectada a la subestación de Huarney.

2.5 FASES DEL PROYECTO Y CRONOGRAMA

2.5.1 Programa de Construcción del Concentraducto

2.5.1.1 Administración de la Construcción

La construcción del concentraducto será administrada desde una oficina de proyectos ubicada en Lima o en Huaraz. La oficina estará conformada por un gerente de proyecto, un ingeniero de proyecto, un contador, un comprador, y personal administrativo y de asistencia. El personal de supervisión del contratista en campo estará conformado por un Superintendente General, tres Superintendentes Asistentes, un Ingeniero de Proyecto en Campo, un Gerente de Oficina, un Cronometrista, una persona que esté permanentemente en campo, un Monitor

Ambiental, y personal de apoyo secretarial. Aunque la oficina principal de construcción se establecerá en Huaraz, la mayor parte del personal estará buena parte de su tiempo en campo, ya sea administrando a los sub-contratistas aprobados y/o coordinando las siguientes tareas principales:

- Planeamiento/cronograma.
- Mediciones de progreso/monitoreo.
- Aprobación por parte de las autoridades antes y durante la construcción.
- Coordinación/Supervisión de las actividades de construcción.
- Documentación.
- Seguridad.
- Aseguramiento de calidad y control de calidad.

2.5.2 Cronograma de Construcción

Ambas rutas tienen un cronograma similar y tomarán aproximadamente dos años y medio en terminarse (PSI, 1998c). El término de la fase de diseño de detalle de la Alternativa A está programado para fines del tercer trimestre de 1999, habiéndose terminado la procuración a mediados del cuarto trimestre del año 2000. Se ha programado que el inicio de la construcción de la Alternativa A proceda en el segundo trimestre de 1999 y estaría finalizando en el segundo trimestre del año 2001 (Tabla 3).

El término de la fase de diseño de la Alternativa B está programado para el tercer trimestre de 1999, habiéndose terminado la procuración a mediados del cuarto trimestre del año 2000. Se ha programado que el inicio de la construcción de la Alternativa B proceda en el segundo trimestre de 1999 y estaría finalizando el segundo trimestre del año 2001 (Tabla 4).

El cronograma de las Alternativas A y B permiten el inicio de las operaciones a más tardar el segundo trimestre del año 2001.

2.5.2.1 Preparación del Lugar y Áreas Usadas Durante la Construcción

Durante el período de construcción del concentrado, se utilizarán campamentos portátiles que se moverán periódicamente a lo largo del derecho de vía a medida que se vaya avanzando con los trabajos. El tiempo máximo de movimiento de estos campamentos es de una hora. Habrá tres establecimientos diferentes de campamentos en la construcción del concentrado, a saber:

- Se requerirá un campamento para 200 hombres, que se movilizará a dos o tres lugares y se utilizarán para los trabajos pequeños en áreas de caminos nuevos o caminos existentes no pavimentados. Estos campamentos se movilizarán desde la mina hasta el oeste de Mojón.
- Dependiendo de la ruta alternativa seleccionada, se establecerá ya sea un campamento de 120 hombres o un campamento de 250 en uno o dos lugares. El campamento de 120 hombres será necesario para los trabajos pequeños a lo largo de los caminos pavimentados, en caso se seleccione la Alternativa A. El

campamento de 250 hombres se necesitará para los derechos de vía y para el personal que trabaje en el acarreo de desechos en el terreno montañoso de la Alternativa B.

- Un tercer campamento, con una capacidad total de aproximadamente 600 camas, se moverá conjuntamente con los obreros. Estos campamentos consistirán en dos establecimientos de unidades nucleares y uno o dos “campamentos volantes” funcionarán como “comodines” a lo largo del derecho de vía para proporcionar hospedaje a los obreros, según sea necesario.

2.5.3 Plan de Operaciones del Concentraducto

El concentraducto será diseñado para una operación normal y continua, con una capacidad de emergencia en caso de paralización. Las pulpas de cobre y zinc se obtendrán de un par de tanques llenos hasta que éstos estén casi vacíos. El agua será bombeada entre los lotes de zinc y cobre para minimizar la contaminación por mezcla y también se puede utilizar para acomodar las diferencias entre la producción de molienda y la capacidad el concentraducto.

Cuando sea necesario, el concentraducto se paralizará por el cierre subsecuente de las estaciones de válvulas. El reinicio de las operaciones necesitará también que las estaciones de válvulas sean abiertas secuencialmente y que a esto prosiga el inicio lento y medido de las estaciones de bombeo. En el caso de una paralización extensa o planeada, el concentraducto debe limpiarse con agua. Se anticipa que las paralizaciones extensas no serán muy frecuentes.

2.5.3.1 Procedimientos de Operación y Mantenimiento

El sistema del concentraducto es un sistema de flujo variable. A fin de que el sistema opere sobre un rango de sólidos relativamente amplio, el sistema emplea reguladores fijados y reguladores móviles para controlar la presión (flujo lento) en cada estación de regulación (Figuras 3 y 4). Los criterios de diseño son una gravedad específica de sólidos de 4.14, una concentración de pulpas de 57% y un tonelaje de 250 t/h a un flujo de 249m³/h (Tabla 5). El protocolo de operación del concentraducto será de la siguiente manera:

- Cuando se bombee el concentrado de cobre, si el almacenamiento de concentrado de zinc llega a ser mayor a 95% de la capacidad de almacenamiento total del zinc, el concentraducto debe conectarse al bombeo de agua por una hora (el lote de agua de separación es de una hora), y luego se iniciará la extracción del concentrado de zinc inmediatamente después, para evitar un reboce del tanque. Esta lógica también se aplica cuando se bombea concentrado de zinc. El tiempo mínimo de alimentación de pulpas es de 20 horas.
- El concentraducto bombeará agua si es que el almacenamiento activo de pulpas llega a cero (nivel del tanque a su nivel más bajo). Cuando se bombee el agua, se levantará el nivel del tanque de zinc y del tanque de cobre. El tiempo mínimo de bombeo de agua es de 8 horas. Las bombas no pararán de bombear agua hasta que el almacenamiento del tanque de zinc o el almacenamiento del tanque de cobre sea mayor a 40% de su capacidad total.

- Si la tasa de alimentación del concentrado de cobre más el concentrado de zinc es mayor al flujo de diseño de 249 m³/h (250 t/h), y al menos uno de los tanques de almacenamiento está a un nivel mayor al 95%, las bombas bombearían a su capacidad máxima de 264 m³/h (265 t/h). Si el índice de alimentación del cobre más el concentrado de zinc está entre 215 t/h y 250 t/h, el concentrado bombeará a su tasa de flujo de diseño de 249 m³/h. Si la tasa de alimentación es menor a 215 t/h desde el concentrador, la tasa de flujo será de 228 m³/h.

En el Informe N° 739-G-002 (PSI, 1998c), se presentan los procedimientos operacionales detallados para el inicio, operaciones normales y paralizaciones; cronograma de mantenimiento para las bombas y las válvulas de pulpas; y los requerimientos de reconocimiento y monitoreo del desgaste del regulador y de las inspecciones de la ruta del concentrado.

A fin de cumplir con la capacidad de diseño establecida, el concentrado debe tener un 98% de disponibilidad, limitando así el tiempo muerto a un máximo de 16 horas en una estación de bombeo y 24 horas en una estación de válvulas. Los programas de mantenimiento recomendados han sido diseñados para minimizar el tiempo muerto para reparaciones de emergencia y reemplazos debido a que pueden tener un impacto mayor en la disponibilidad del concentrado.

2.5.3.2 Monitoreo y Control de Operaciones

El sistema de Adquisición de Datos y Control de Supervisión (SCADA) será el componente más importante en la seguridad del concentrado. El sistema de control está diseñado para monitorear todos los puntos críticos del concentrado y constantemente ajustará las velocidades de bombeo y regulará las configuraciones basándose en los puntos establecidos por el operador automáticamente. Toda la información pertinente al concentrado estará disponible al operador. El sistema también podrá establecer automáticamente alarmas y alertar inmediatamente al operador si es que ocurrieran algunas condiciones de emergencia, como pulpas fuera de la especificación, una fuga, o un tapón en el concentrado.

2.5.4 Fuerza Laboral para Construcción y Operaciones

Para la construcción de la alineación de la Alternativa A, se requerirá una fuerza laboral de aproximadamente 750 personas. Pasados los dos años y medio necesarios para el término del proyecto, éste podría generar aproximadamente 2,000,000 horas hombre de empleo. El concentrado de la Alternativa A requeriría una fuerza laboral operacional de aproximadamente 35 personas (PSI, 1998c).

La construcción de la alineación de la Alternativa B requerirá una fuerza laboral de aproximadamente 900 personas, y generará aproximadamente 2,500,000 horas hombre de empleo durante los dos años y medio de construcción. El concentrado de la Alternativa B, requerirá una fuerza operacional de aproximadamente 51 personas a causa de la estación de bombeo adicional (PSI, 1998c).

3.0 - MEDIO AMBIENTE

3.1 CORREDOR DEL CONCENTRADUCTO

3.1.1 Fisiografía y Geología

Para los fines de descripción fisiográfica, la alineación propuesta para el concentraducto, que incluye las alternativas de alineación A y B, se ha dividido en nueve segmentos. Dos de estos segmentos cubren la alineación entre Antamina y Conococha, tres cubren la Alternativa de alineación A, tres la Alternativa de alineación B, y una cubre la variación de la alineación de la Alternativa B. En los Mapas 3 a 11, se presenta un resumen de todos los taludes inestables y las áreas con posible socavamiento en las vertientes. En el Mapa 2, se presenta una referencia de estos mapas, la cual muestra la ubicación de cada segmento con relación a las alternativas de alineación del concentraducto como un todo.

3.1.1.1 Mina Antamina a Yanash Allash

La fisiografía entre el asiento minero y Yanash Allash se caracteriza por su topografía bastante abrupta de bandas de espinazos y valles orientados en dirección noroeste-sureste, a elevaciones que van desde 3,800 msnm hasta 4,800 msnm (Foto 1). Este segmento se localiza a lo largo del flanco oriental de la Cordillera Blanca.

La morfología actual es el resultado de los procesos glaciales del Pleistoceno, los cuales formaron valles en forma de U que se caracterizan por sus fondos planos y sus flancos empinados. Las crestas y los flancos empinados de los valles están formados por caliza masiva de la Formación Jumasha. Los valles consisten en calizas y margas de la Formación Celendín, las cuales son altamente susceptibles a la intemperización y erosión. Las lagunas de la zona son relativamente pequeñas y están formadas en circos glaciales y valles donde el drenaje natural se ha visto bloqueado por morrenas o material coluvial. Las lagunas principales que se encuentran a lo largo de este segmento son Huayoccocha, Lucía, Vinchos, Minascocha, Juytoccocha, Canrash (Foto 2) y Huachoccocha.

3.1.1.2 Yanash Allash a Laguna Conococha

La fisiografía entre Yanash Allash y la Laguna Conococha se caracteriza por sus altas montañas y valles glaciales en la zona central y por el gran flanco occidental de la Cordillera Blanca (Foto 3-5). La topografía de la Cordillera Blanca central es muy escarpada y tiene más de 30 picos con alturas mayores a los 6,000 msnm. La Cordillera Blanca se ve interrumpida por numerosos valles angostos y largos, que son el resultado de la erosión glacial y glacial-fluvial. En la parte sur de la Cordillera Blanca, los valles tienen forma de U en las secciones de corte y sus taludes son de 30% a 60%, con un relieve significativo.

Las formaciones geológicas de la Cordillera Blanca comprenden calizas, areniscas, cuarcitas, carbón, esquistos y esquistos calcáreos, así como granodioritas y granitos. Los suelos dominantes en varias de estas formaciones son las calizas y otras rocas calcáreas. Esto se debe en gran parte a la naturaleza altamente calcárea de varios suelos en la zona de proyecto y a su alto pH, alcalinidad, conductividad y contenido de calcio, que se aprecian en el Río Pativilca y el Río Santa. El flanco occidental de la Cordillera Blanca está cubierto por un

depósito extensivo de morrenas que abarca desde la Cordillera Blanca hasta las terrazas ribereñas del Río Santa.

3.1.1.3 Laguna Conococha a Huaricanga

La fisiografía entre Laguna Conococha y Huaricanga se caracteriza por su alto relieve y sus valles empinados en forma de V en la parte superior del Río Fortaleza. Este segmento del concentrado propuesto sigue la carretera existente y se ubica a lo largo del flanco occidental de la Cordillera Negra. El cambio total de la elevación es de aproximadamente 3,800 msnm. Entre la división de la cuenca cerca de Conococha y Cajacay, se presenta un cambio drástico en la elevación de 1,400 m, sobre aproximadamente 20 km de distancia de la carretera. El término oficial de Río Fortaleza, con respecto a la nomenclatura, se ubica justo aguas abajo de Cajacay, en un valle angosto. El plano de inundación se va ampliando gradualmente de 1 a 2 km a medida que se desciende hacia Huaricanga, y las paredes del valle constrictivo se abre tornándose de taludes empinados a taludes moderadamente inclinados. Cerca de Huaricanga, el plano de inundación tiene aproximadamente 2 km de ancho y está rodeado por taludes moderadamente empinados.

La geología entre la Laguna Conococha y Huaricanga comprende andesitas volcánicas, dacitas, y riolitas del Grupo Callipuy que subyacen bajo material coluvial superficial.

3.1.1.4 Huaricanga a Puerto Huarmey

La fisiografía entre Huaricanga y el Puerto Huarmey se caracteriza por un valle ancho en forma de U y por los taludes grandes que se presentan a lo largo de la Quebrada Carrizal, así como por el plano de inundación de Río Seco y las planicies y colinas desérticas en la región costera a lo largo de la Carretera Panamericana.

La geología a lo largo de Quebrada Carrizal comprende taludes descubiertos de andesitas volcánicas, dacitas y riolitas el Grupo Callipuy. La geología a lo largo del plano de inundación del Río Seco comprende depósitos fluviales que contienen de manera variada cantos rodados y boleos en una matriz de arena uniforme. A lo largo de la Carretera Panamericana hasta Huarmey, la geología comprende depósitos eólicos extensivos con frecuentes afloramientos de roca andesítica. La geología en Puerto Huarmey comprende roca andesítica que subyace bajo una capa bastante delgada de roca madre completamente intemperizada por el viento.

3.1.1.5 Laguna Conococha a Laguna Ututo

La fisiografía entre la Laguna Conococha y Pachacoto se caracteriza por sus grandes taludes en el flanco occidental de la Cordillera Blanca y el valle del Río Santa ([Foto 6](#)), ubicado a una elevación aproximada de 4,000 msnm. Una parte de este plano se conoce como Pampa Lampas Bajo. Desde Pachacoto hasta la Laguna Ututo, la fisiografía comprende el flanco oriental de la Cordillera Negra, el cual se levanta gradualmente hasta la Laguna Ututo. Esta laguna se localiza en la división de la Cordillera Negra a una elevación aproximada de 4,500 msnm ([Foto 7](#)).

El flanco occidental de la Cordillera Blanca está cubierto por un depósito extensivo de morrenas y se extiende desde la Cordillera Blanca hasta las terrazas del Río Santa. El piso del valle del Río Santa es plano y está formado por depósitos glaciofluviales sobre los cuales está construida la carretera existente. El flanco oriental de la Cordillera Negra está formado por andesitas volcánicas, dacitas y riolitas del Grupo Callipuy que subyacen bajo material coluvial superficial.

3.1.1.6 Laguna Ututo a San Miguel

La fisiografía entre la Laguna Ututo y San Miguel se caracteriza por sus valles en forma de V con bastante relieve (Foto 8). Este segmento se localiza a lo largo del flanco occidental de la Cordillera Negra y tiene un cambio de elevación total de aproximadamente 3,300 msnm. Entre la Laguna Ututo y Cotaparaco, la carretera existente va en paralelo con la Quebrada Grillos, la cual tiene taludes de 100% a 150%. No existe ningún camino entre Cotaparaco y Cochapetí. El relieve que se aprecia a lo largo de esta parte de la alineación es de más de 1,500 m y en este lugar el Río Cotaparaco contiene secciones de cañones empinados. La fisiografía entre Cochapetí y San Miguel a lo largo del Río Quehuap es bastante similar, pues tiene taludes empinados y relieve pronunciado. Aguas arriba de Pampap, cerca de Huataspín, existe una gran área de terrazas planas. Varias quebradas grandes drenan hacia los taludes que se encuentran a lo largo de este segmento.

La geología entre Laguna Ututo y Cotaparaco comprende andesitas volcánicas, dacitas y riolitas del Grupo Callipuy que subyacen bajo algunas zonas de taludes con material coluvial extensivo. Desde Cotaparaco hasta Cochapetí, la geología comprende lavas de flujo volcánico, brechas y tipos de roca chert de las Formaciones Junco y Cochapunta. Estos tipos de suelo y roca subyacen bajo los taludes superiores que están conformados por material coluvial superficial y a lo largo de taludes más bajos que tienen frecuentes áreas de material aluvial profundo.

3.1.1.7 San Miguel a Puerto Huarmey

La fisiografía entre San Miguel y Puerto Huarmey se caracteriza por los planos de inundación moderadamente anchos a bastante anchos del Río Malvas y del Río Huarmey (Foto 9), y por sus superficies onduladas en el lado oeste de la Carretera Panamericana en el Puerto Huarmey (Foto 10). San Miguel se localiza en la confluencia de dos quebradas en el norte y por el Río Malvas por el este, sobre una terraza elevada de depósitos fluviales. El Río Malvas ha erosionado la extensión hacia el sur de esta terraza y está rodeado por el sur por taludes de roca empinados.

Inmediatamente aguas abajo de San Miguel, el plano de inundación se abre rápidamente 1 km de ancho con taludes de roca empinados en los lados. El plano de inundación del Río Malvas se abre más en su confluencia con el Río Cotaparaco en Molino Pampa, y de nuevo con el Río Aijo en Santiago de Huina. En este punto, que es el inicio del Río Huarmey, el plano de inundación tiene 1 km más de ancho. El plano de flujo del Río Huarmey se va ampliando gradualmente a más de 2 km en el Puerto Huarmey. Desde San Miguel hasta cerca de Huarmey, el plano de inundación está rodeado por taludes de roca relativamente empinados con alturas de más de 500 m aproximadamente. En el lado occidental de la Carretera Panamericana, existe un pequeño terreno montañoso con taludes pronunciados,

intermezclados con áreas más planas que se extienden por más de 1 km hacia la línea costera y forma riscos de más de 80 m de altura.

La geología entre San Miguel y Puerto Huarmey está compuesta por depósitos aluviales a lo largo de los planos de inundación y de andesita de la Formación La Zorra, en Puerto Huarmey. Los depósitos fluviales están compuestos por una mezcla de cantos rodados y boleos de diferentes tamaños (hasta de 1 m) conjuntamente con gravas bien graduadas, un alto porcentaje de arena uniforme y porcentajes más pequeños de limo y arcilla. Los taludes de roca empinados de los lados de los planos de inundación están compuestos por lavas y brechas de la Formación Lupin, conjuntamente con granitos intrusivos y granodioritas. La roca andesita que se encuentra en el Puerto Huarmey subyace bajo una capa muy delgada de material coluvial erosionado por el viento.

3.1.1.8 Cotaparaco a Molino Pampa (via San Isidro)

La fisiografía entre Cotaparaco y Molino Pampa se caracteriza por sus valles en forma de V con relieve pronunciado. Este segmento se ubica a lo largo del flanco occidental de la Cordillera Negra y el cambio total de su elevación es de aproximadamente 2,500 m.

Desde Cotaparaco hasta San Isidro, no hay un camino existente y los taludes empinados a lo largo del valle del Río Cotaparaco tienen gradientes de 100% a 150%. El relieve a lo largo de esta sección, que pasa a lo largo del valle del Río Cotaparaco, es de más de 1,500 m y puede describirse como un desfiladero. Desde inmediatamente aguas arriba de San Isidro hasta Molino Pampa, el valle del Río Cotaparaco se expande significativamente a casi un kilómetro de ancho en algunos lugares, teniendo taludes adyacentes menos empinados y un relieve uniforme.

Desde Cotaparaco hasta Molino Pampa, la geología está compuesta por lavas de flujo volcánico y tipos de roca chert de las Formaciones Junco y Cochapunta. Las zonas más altas de taludes del Río Cotaparaco subyacen bajo material coluvial superficial donde los taludes más bajos tiene varias zonas con lóbulos profundos de material coluvial.

3.1.2 Consideraciones Geotécnicas

3.1.2.1 Introducción

A finales del mes de julio y a principios del mes de agosto de 1998, se realizó un análisis de las imperfecciones fatales de las dos rutas alternativas. Si bien no se encontró aspectos geotécnicos significativos en ese momento que podrían perturbar el desarrollo de cualquiera de las rutas, existen algunas consideraciones geotécnicas claves que pueden verse durante la construcción. Por ejemplo, las excavaciones en roca de más de 10 m de altura estarán geotécnicamente diseñadas para evitar la inestabilidad e incluirán bermas de captación de caída de rocas donde sea estrictamente necesario. Las excavaciones en suelos y/o material coluvial también estarán diseñadas para evitar la falla de taludes e incluirá canales de drenaje arriba del talud y protección de la superficie. El amontonamiento de los suelos en montículos de los suelos estará limitado a las gradientes máximas de 65% (33°). A partir de las rutas del concentrado alternativo, se obtuvo un total de nueve muestras de suelo representativas, las cuales fueron llevadas a la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima, para su análisis

químico y granulométrico. Los resultados de los análisis granulométrico y químico están reportados en la Sección 5.3.1.3.

3.1.2.2 Mina Antamina a Yanash Allash

La alineación del concentrado corre en paralelo con la nueva vía de acceso desde la mina hasta Huanzalá y Yanash Allash. Esta sección de la ruta pasa por valles en forma de U que se caracterizan por sus pronunciados taludes estables compuestos de depósitos de material coluvial y glacial-fluvial. La ruta atravesará algunas secciones empinadas de roca que necesitarán ser voladas. Sin embargo, no se espera que haya problemas geotécnicos ni a lo largo de la ruta ni a través de estas secciones de roca. Será necesario que las prácticas de voladura controladas prevengan la roca volante excesiva, principalmente en zonas pobladas y agrícolas.

Existen varias depresiones bajas que se caracterizan por ser hábitats de plantas almohadilla alrededor y a lo largo de la ruta hacia la Laguna Canrash. La profundidad de los suelos orgánicos asociados a estas plantas almohadilla es desconocida; sin embargo, se cree que se extienden hasta varios metros. Estas áreas serán evitadas o circundadas en la medida de lo posible, debido a que si se construye en el hábitat de las plantas almohadilla rellenas con suelo orgánico, es posible que haya posteriores problemas geotécnicos.

3.1.2.3 Yanash Allash a Conococha

La alineación del concentrado corre en paralelo con el camino existente desde Yanash Allash hasta Suyán. Esta sección de la alineación cruza depósitos glacial-fluviales y aluviales, escombros de falda y afloramientos de roca. Aunque en esta sección de la alineación no existen problemas geotécnicos de importancia, existen áreas que estarán sujetas a flujos morrénicos y huaycos.

El concentrado correrá en paralelo con la nueva ruta de acceso desde Suyán hasta Pacarenca, tomando como referencia la ruta by-pass del sur. Esta parte del concentrado cruzará campos de cultivo y será necesario que se hagan cortes en terreno de material coluvial-aluvial. Aunque no se ha anticipado problemas geotécnicos durante la etapa de construcción, esta sección de la alineación debe ser cuidadosamente diseñada para evitar que haya una concentración de escorrentía que pueda provocar desestabilización de taludes. Zanjales, canales de derivación y alcantarillas serán necesarios para transportar la escorrentía a lugares apropiados de descarga. En esta parte de la alineación, existe también un número de canales de irrigación que deben ser considerados durante la ingeniería de detalle del camino. Algunos de estos canales han contribuido a los huaycos en el pasado.

Desde Pacarenca, la alineación del concentrado sigue su recorrido alrededor de los taludes menores de Cerro Shullupacanga y a través de la Quebrada Shegue. Los taludes de ambos márgenes de la Quebrada Shegue son extremadamente empinados. La roca madre está clasificada como caliza de alta calidad. La excavación de roca a través de esta sección requerirá diseños geotécnicos para taludes de roca, los cuales podrían incluir también bermas de captación de caída de rocas. Para cruzar la quebrada, se requerirá realizar ingeniería de detalle para una cuneta o un puente. Al sur del Cerro Shullupunga, se ha identificado una falla previa de un bloque de roca, que parece ser estable.

Desde la Quebrada Shegue, el concentraducto propuesto sube por un área de taludes bajos (5% a 10%) por aproximadamente 2 km, para luego atravesar el flanco suroriental del Cerro Regreshpunta, donde los taludes se incrementan a 20-40%, antes de alcanzar Mojón. En las secciones superiores de la alineación del camino, a más de 4,250 m de elevación, se puede observar la presencia de humedales y áreas de filtración. Estas áreas de filtración y sus problemas geotécnicos o de inestabilidad asociados han sido evitados ubicando el concentraducto sobre estas áreas.

Entre Mojón y Conococha, el concentraducto corre en paralelo con la carretera existente sobre un terreno relativamente plano. No se espera que haya problemas geotécnicos a lo largo de esta parte de la ruta, debido al terreno de taludes bajos y a la geología superficial que consiste principalmente en material coluvial y morrena glacial compacta.

3.1.2.4 Conococha a Huaricanga

En la mayor parte de la alineación entre Conococha y Huaricanga (Alternativa A), el concentraducto se ubicará a lo largo de los bordes internos de la carretera existente del valle del Río Fortaleza. Los cortes del camino existente a lo largo de la sección superior de la carretera son inestables; además, ya han ocurrido varios deslizamientos en material coluvial y roca, aparte de las recientes caídas de roca. La carretera existente cruza el Río Fortaleza en varios lugares en la sección superior del valle. El Río Fortaleza está sujeto a inundaciones rápidas y variaciones estacionales importantes en los flujos. Aunque se ha programado nivelar los puentes que se construyan en estos cruces, el concentraducto estará ubicado en zanjas profundas aguas arriba de los puentes, independientes a éstos. La profundidad del enterramiento y de la protección contra el socavamiento se basará en los análisis de los datos hidrológicos conservadores.

La carretera existente está deteriorada en grandes secciones a lo largo de la parte inferior del valle del Río Fortaleza y, en algunos casos, en todo el ancho de la carretera. Estas áreas de erosión se presentan en secciones que están en paralelo al Río Fortaleza, en la intersección de las quebradas principales, y en secciones directamente opuestas a dichas quebradas. Se requerirá que se proporcione una adecuada protección contra el socavamiento y la erosión en forma de riprap y gaviones, a lo largo de estas secciones de la ruta del concentraducto. Estas medidas de protección contra la erosión y el socavamiento se diseñarán sobre la base de los datos y análisis hidrológicos conservadores.

En la parte inferior del valle del Río Fortaleza, también existen varias extensiones de taludes de roca inestable a lo largo de la carretera. Algunos de estos taludes incluyen voladizos donde parece que las fallas de roca ocurren con frecuencia. En estas secciones, se espera que el concentraducto se coloque a lo largo de los bordes internos del camino existente. Sin embargo, en estas áreas existe el riesgo de que la vibración de martillos hidráulicos o de los explosivos pueda provocar fallas de los taludes locales y fallas de roca durante la construcción. Por eso, será necesario tomar medidas de seguridad temporales como protección contra caída de rocas, cercos de seguridad y/o enmallamiento en estas zonas.

3.1.2.5 Huaricanga a Puerto Huarmey

Desde Huaricanga, la ruta del concentraducto cruzará el Río Fortaleza, siguiendo a lo largo de la Quebrada Carrizal, pasando por el plano de inundación ancho de Río Seco y llegando en paralelo a la Carretera Panamericana hasta el Puerto Huarmey. Se espera que no haya importantes problemas geotécnicos a lo largo de cualquiera de estas secciones de la alineación propuesta. El túnel del camino al norte de Gramadal se cruzará fácilmente alineando el concentraducto sobre la colina poco inclinada que se ubica inmediatamente al este del túnel.

3.1.2.6 Laguna Conococha a Laguna Ututo

La alineación del concentraducto de la Alternativa B doblará al noroeste de Mojón y cruzará un terreno plano, yendo hacia el límite del Parque Nacional Huascarán, cerca al Río Santa. Esta alineación, que evita todas las zonas pantanosas que alimentan la Laguna Conococha, está compuesta por material coluvial y morrena glacial muy dura y densa. Se espera que no haya problemas geotécnicos a lo largo de esta sección de la ruta.

Luego, el concentraducto cruzará el Río Santa, cerca de la confluencia de la Quebrada Pucahuanca. En esta ubicación, el Río Santa está sujeto a flujos estacionales altos y a inundaciones periódicas, por lo que el concentraducto tendrá que estar enterrado en un pozo excavado en una zanja debajo del fondo del río. El diseño del cruce del Río Santa se basará en la hidráulica de ríos específica del lugar, las velocidades de socavamiento y la protección apropiada contra la erosión.

Desde el cruce del Río Santa, el concentraducto gradualmente sube por los taludes orientales de la Cordillera Negra hasta llegar a la Laguna Ututo. La alineación a lo largo de esta sección atraviesa taludes no muy empinados que consisten en profundidades variables de material coluvial y roca. Se espera que no haya problemas geotécnicos a lo largo de esta sección de la alineación.

3.1.2.7 Laguna Ututo a San Miguel

Desde la Laguna Ututo, el concentraducto corre en paralelo a una gran parte del camino existente a lo largo de las Quebradas Grillos, Yanarangra y Parin, hasta llegar a Cotaparaco. Los taludes a lo largo de las secciones superiores de estas quebradas, los cuales son estables y no muy pronunciados, no conllevan a problemas geotécnicos específicos. Sin embargo, los taludes se vuelven más empinados en las secciones más bajas de estas quebradas y algunos de ellos están subyaciendo bajo capas delgadas de material coluvial. Algunos de estos taludes han sido desestabilizados en los lugares donde el camino existente corta las zonas cruzadas del material coluvial. Se puede esperar que haya problemas adicionales de estabilidad de taludes donde sea necesario que haya cortes grandes para la construcción del concentraducto. Por eso, la alineación actual evita estas zonas profundas de material coluvial lo mejor que puede. En zonas con material coluvial profundo, se incorporará diseños detallados de taludes de suelos, planes de control de erosión y sedimentación, drenaje aguas arriba del talud y medidas de protección de la superficie.

Inmediatamente aguas arriba de Cotaparaco, la alineación sigue la carretera existente, que llega por un terreno empinado hasta el pueblo de Cotaparaco. La alineación cruza Cotaparaco

en el lado norte, en su carretera que va hacia Cochapetí. El talud empinado que se encuentra inmediatamente aguas arriba del pueblo de Cotaparaco consiste en material coluvial profundo, el cual muestra signos de inestabilidad a lo largo de algunas partes del camino existente. Se puede esperar que los cortes grandes nuevos que se tengan que hacer para el concentrado puedan causar problemas de inestabilidad de taludes a lo largo de esta sección. Tal como en el caso de las partes superiores de esta sección del camino, será necesario tomar medidas especiales en las zonas de material coluvial profundo que deben cruzarse. Estas medidas incluirían diseños detallados de taludes, planes de control de erosión por drenaje arriba del talud y de sedimentación y protección de la superficie.

Los taludes laterales del Río Cotaparaco que se encuentran entre Cotaparaco y Cochapetí y entre Cochapetí y San Miguel son bastante empinados (70%, 35°) y subyacen bajo material coluvial profundo que muestra signos de inestabilidad en zonas locales. Sin embargo, muchos de los taludes superiores que albergan una capa superficial de material coluvial sobre roca madre o afloramientos de roca son estables. Será necesario elaborar diseños de taludes de roca adecuados que incluyan bermas de captación de caídas de roca a fin de evitar que haya problemas de estabilidad de taludes en zonas donde será necesario hacer grandes cortes. Si es que el material excedente de estos cortes se coloca a lo largo de estas secciones empinadas probablemente el material rodará completamente hacia abajo, cayendo en el Río Cotaparaco y el Río Quehuap. La colocación de suelos a lo largo de esta sección se limitará a gradientes máximas de 65% (33°).

En la zona de Huataspín, existen indicios de una zona de deslizamiento post-glacial adyacente a un talud de roca/morrena caída. Esta zona de deslizamiento, que es bastante grande, se le considera estable hasta el momento. Aunque no se espera que la construcción del concentrado a lo largo de esta área reactive los deslizamientos, es recomendable que esta condición sea sometida a una evaluación geotécnica adicional. Esta acción requerirá hacer una serie completa de perforaciones a través de los deslizamientos para confirmar las características de la base y sus condiciones de estabilidad.

A lo largo de esta sección de la alineación, también se observa un gran número de quebradas que contiene significativas cantidades de morrena. Los diseños que se efectúan para la protección del concentrado en estos cruces debe basarse en datos hidrológicos conservadores.

3.1.2.8 San Miguel a Puerto Huarmey

Desde San Miguel hasta el Puerto Huarmey, la alineación corre en paralelo a una gran parte del camino existente, a lo largo del lado norte de los valles del Río Malvas y el Río Huarmey. Inmediatamente aguas arriba de San Miguel, el concentrado cruzará el Río Quehuap. Las medidas de protección del concentrado en este cruce se deben basar en datos hidrológicos conservadores.

Entre San Miguel y Chocopampa, existen varias secciones a lo largo del camino existente donde se aprecia un socavamiento significativo y la erosión parcial del camino. Se ha identificado que varias secciones adicionales a lo largo de esta parte de la ruta también son susceptibles al socavamiento y la erosión. Para prevenir que haya más socavamiento y

erosión en estas secciones del camino, así como en otras secciones susceptibles, se deben tomar medidas de protección contra el socavamiento y la erosión en forma de riprap y/o gaviones, los cuales proporcionarán una protección adecuada al concentraducto. Estas medidas de protección contra el socavamiento y la erosión se diseñarán sobre la base de datos hidrológicos conservadores.

Desde Chocopampa hasta Huarmey, el plano de inundación del Río Huarmey se amplía de manera significativa, observándose taludes de roca empinados con bloques inestables en los lados del valle. El concentraducto estará ubicado a lo largo del lado norte del valle. En esta zona, la vibración que se haya debido al uso de martillos hidráulicos o explosivos durante la construcción de la zanja del concentraducto, puede provocar la inestabilidad de los taludes locales o caídas de roca. Por eso, durante la construcción del concentraducto en estas zonas, será necesario tomar medidas de seguridad temporales, las cuales comprenderán protección contra la caída de rocas, cercos de seguridad, y/o enmallamiento del talud de roca.

Entre Chocopampa y Huarmey, también existen varias secciones del Río Huarmey donde se puede apreciar un socavamiento significativo y una erosión parcial del camino existente. Se ha identificado que varias secciones adicionales a lo largo de esta parte de la ruta también son susceptibles al socavamiento y la erosión. Para proteger el concentraducto, se necesitará riprap en las áreas que sean sujeto o sean susceptibles al socavamiento y la erosión de la carretera. Estas medidas de protección contra el socavamiento y/o la erosión deben diseñarse sobre la base de análisis y datos hidrológicos conservadores.

Esta sección del Río Huarmey ha sido canalizada y el camino existente se ha visto erosionado en varias zonas. Lo que queda de camino a lo largo de esta sección de la alineación probablemente necesitará ser levantado, reconstruido y protegido adecuadamente contra la erosión y el socavamiento. En algunos casos, se requerirá la protección con riprap en ambos lados del camino para proteger el concentraducto. La protección contra el socavamiento y la erosión se diseñará sobre la base de datos hidrológicos conservadores.

3.1.2.9 Cotaparaco a Molino Pampa (vía San Isidro)

Esta sección es una variación de la Alternativa B, y está alineada hacia el sur, desde Cotaparaco hasta San Isidro, y luego hacia el norte, hacia Molino Pampa. Los lados de las montañas del Río Cotaparaco entre Cotaparaco y Molino Pampa son empinados (75%, 35°) e inestables en zonas donde se aprecia la presencia de material coluvial profundo. Al igual que en la alineación principal, los taludes superiores son más estables debido a que en gran parte están cubiertos con material coluvial superficial sobre roca madre. Se pueden esperar problemas de estabilidad si es que se hicieran cortes grandes a lo largo de estas secciones. Si se construye en este lugar, será necesario hacer diseños detallados de los taludes de roca y suelo, medidas de drenaje arriba del talud, protección de la superficie y bermas de captación de caída de rocas.

En el caso que la ruta del concentraducto siga el valle del Río Cotaparaco, se recomienda que la alineación corra a lo largo de los taludes superiores, donde la profundidad del material coluvial es más superficial. La selección de una alineación superior podría ayudar a minimizar la posibilidad de que se presenten problemas de estabilidad de taludes. Si es que el

material excedente se coloca a lo largo de estas secciones empinadas probablemente el material rodará hacia abajo y caerá en el Río Cotaparaco. Los taludes máximos que se forman por acumulación de material por este método estarán limitados a 65% (33°) en todas las áreas.

3.1.3 Suelos

3.1.3.1 Descripción y Capacidad del Suelo

La descripción de los suelos para el concentrado propuesto se basa en los tipos y capacidades de los suelos. Los tipos de suelo se basan en la formación del paisaje, la morfología externa y los procesos formativos del suelo. Para la descripción de suelos, se utilizan los términos edáficos propuestos por la FAO (1990), en su Clasificación de Suelos y Mapa Mundial. La capacidad del suelo hace referencia a una evaluación de la capacidad que tiene cada tipo de suelo para sostener varias formas de vegetación. Las Clases de Uso principales, según lo define el Ministerio de Agricultura (1975) son: cultivo, forestación, pastoreo, crecimiento natural, protección de cuencas y/o sostenimiento de vegetación natural, y sin capacidad de uso. Las Clases de Uso principales se definen de la siguiente manera:

- **Clases I a V:** Uso Agrícola; son los suelos que pueden soportar diversos tipos de agricultura, desde la intensiva hasta la permanente.
- **Clase VI:** Pastoreo; son los suelos que pueden soportar tierras de pastoreo y algunas formas de agricultura marginal.
- **Clase VII:** Uso Forestal; son los suelos que pueden soportar forestación y/o sirven como protección de cuencas.
- **Clase VIII:** Sin Uso o Suelos Eriazos; son los suelos que no pueden soportar agricultura, forestación o pastoreo.

3.1.3.2 Suelos Regionales y Capacidad de los Suelos

Los siguientes tipos de suelos y sus capacidades correspondientes se identificaron basados en la elevación en la que se encuentran, entre la mina y la costa.

Suelos de Alta Elevación

Los suelos de alta elevación consisten en su mayoría en paramosoles éutricos, gleysoles y litosoles andinos dístricos, y en general se encuentran en áreas de gran elevación, como la mina Antamina y Yanash Allash. En su mayoría, estos suelos pertenecen a la Clase VIII de la capacidad de suelos debido a las condiciones climáticas. Sin embargo, en algunas zonas localizadas, estos suelos pueden clasificarse dentro de la Clase VI o de la Clase VII.

Paramosoles Éutricos

Estos suelos generalmente se encuentran en condiciones climáticas superhúmedas y frías y están clasificados como paramosoles turbosos altoandinos. Estos suelos usualmente se presentan en relieves ondulados o planos y en depresiones húmedas (humedales o humedales altoandinos), en asociación con otros tipos de suelo como gleysoles. Su capacidad de suelo se ubica en la Clase VIII, pero localmente pueden ser de la Clase VI o VII.

Gleysoles

Los gleysoles son suelos característicos de las depresiones húmedas altoandinas y generalmente se encuentran bajo una capa de turba. Usualmente están asociados con el substrato de los paramosoles éutricos y dan soporte a bofedales y humedales altoandinos. Su capacidad de suelo corresponde a la Clase VI.

Litosoles Andinos Dístricos

Los litosoles andinos dístricos normalmente están asociados con paramosoles éutricos y gleysoles de la región altoandina. No están muy desarrollados, pero tienen un alto contenido orgánico (turba). Su capacidad de suelo generalmente corresponde a la Clase VIII.

Suelos de Baja Elevación

Los suelos de bajas elevaciones consisten principalmente en litosoles andinos dístricos, kastanozems, paramosoles dístricos, paramosoles andosoles y fluvisoles éutricos. Estos suelos generalmente son más productivos que los que se encuentran en elevaciones altas, debido a las mejores condiciones climáticas que ofrecen las elevaciones bajas. Los siguientes suelos se pueden encontrar en zonas de elevación moderada, como en los alrededores de Conococha, hasta en pisos de valles de baja elevación, como en Huaricanga.

Litosoles Andinos Dístricos

Los litosoles andinos dístricos de baja elevación son similares a los de alta elevación, donde están pobremente desarrollados. Sin embargo, en comparación con los litosoles andinos dístricos de alta elevación que tienen estratos orgánicos bien desarrollados, los litosoles andinos dístricos de baja elevación tienen poco o ningún contenido de materia orgánica. Estos suelos generalmente están asociados a los kastanozems, pero se pueden encontrar de manera individual. La capacidad de suelo de los litosoles andinos dístricos de baja elevación se clasifica en la Clase VIII, pero puede estar en las Clases VI o VII si es que están asociados con otros tipos de suelo.

Kastanozems

Los kastanozems son suelos castaños y melánicos, capaces de soportar agricultura de subsistencia. Son suelos naturales de los Andes, particularmente de los valles interandinos. En zonas montañosas subhúmedas, estos suelos pueden clasificarse dentro de la Clase IV o VII y se considera que son capaces de soportar la agricultura de subsistencia aún en zonas empinadas o moderadamente empinadas. Estos suelos son adecuados para la forestación, plantación de árboles introducidos o para la protección de cuencas.

Paramosoles Dístricos

Los paramosoles dístricos generalmente están compuestos de suelos coluviales y residuales con turba, que generalmente se derivan y están asociados con litosoles andinos dístricos. Debido a las condiciones climáticas, la capacidad de estos suelos se restringe a la Clase VI y más comúnmente a la Clase VIII.

Paramosoles Andosoles

Los paramosoles andosoles son tipos de suelos dominantes de los paramosoles altoandinos y generalmente se encuentran en zonas relativamente planas o en mesetas altoandinas. Están desprovistos de capas orgánicas distinguibles y no se pueden clasificar como éutricos o dístricos. Los andosoles generalmente están asociados con litosoles andinos dístricos y su capacidad de suelo corresponde a la Clase VIII o VII en áreas localizadas, especialmente en áreas reforestadas.

Fluvisoles Éutricos

Los fluvisoles éutricos generalmente se presentan en valles con un relieve topográfico local que varía de plano a ondulado. Generalmente son suelos aluviales irrigados que se encuentran en climas áridos, por lo cual su capacidad de suelo varía desde la Clase I a la III. Se considera que estos suelos son muy buenos para la agricultura intensiva.

Suelos Costeros y Desérticos

Los suelos costeros y desérticos están compuestos principalmente de litosoles desérticos y solonchaks. Sus capacidades de suelo son bajas.

Litosoles Desérticos

Los litosoles desérticos, también llamados litosoles, se encuentran sobre roca madre y generalmente están formados por procesos eólicos. Generalmente, estos suelos tienen una capacidad que corresponde a la Clase VIII, pero en algunas áreas pueden ser de la Clase VII.

Solonchaks

Los solonchaks generalmente se encuentran en zonas de estuarios y litorales. Son suelos salinos con poca o ninguna capacidad para la agricultura, excepto cuando son tratados. Se considera que tienen una capacidad de suelos que corresponde a la Clase VIII.

Formaciones Líticas

Las formaciones líticas son formaciones de roca no edáficas (suelos), que pueden estar cubiertas por trazas de litosoles desérticos. Estas formaciones se presentan en bloques o montículos compuestos por regolitos pequeños. Su capacidad de suelo corresponde a la Clase VIII.

3.1.3.3 Descripción de los Suelos para la Alineación del Concentraducto

Antamina a Yanash Allash

La parte superior de la alineación del concentraducto se caracteriza por tener climas superhúmedos y fríos, los cuales han producido paramosoles éutricos (Pe) como el tipo de suelo dominante. Estos suelos generalmente se presentan en relieves ondulados y planos. Usualmente se presentan en asociación con gleysoles en depresiones húmedas, bofedales, humedales altoandinos -como aquéllos que se encuentran cerca de la Laguna Canrash y otros

cuerpos de agua menores-, y/o en zonas húmedas de afloramientos o deshielos. Las zonas contiguas más grandes de paramosoles éutricos en este segmento se localizan en la vecindad de la Laguna Canrash y en el valle del Río Mosna, al oeste de Antamina (Mapa 12).

Yanash Allash a Conococha

La parte de la alineación del concentrado entre Yanash Allash y Conococha está dominada por litosoles andinos dístricos (Lad; Mapa 13), Algunos grupos de *Polylepis* se han establecido en algunas zonas localizadas, por lo que la capacidad de estos suelos puede clasificarse dentro de la Clase VII en estas áreas. Los suelos dominantes en las zonas de elevación más baja, como en el valle del Río Pativilca entre la confluencia de la Quebrada Quit Quit y el sur de Chiquián, son los litosoles andinos dístricos (Lad) con inclusiones subdominantes de kastanozen. Esta zona es mucho más productiva que las zonas de elevaciones más altas y la agricultura está mucho más orientada a la agricultura que a la ganadería.

Los suelos que se presentan entre Mojón y Conococha generalmente son suelos coluviales y residuales, donde predominan los paramosoles dístricos asociados con litosoles andinos dístricos. Estos suelos se encuentran en zonas muy húmedas y frías, lo cual limita su potencial agrícola. Los paramosoles dístricos (Pd) son los suelos dominantes que se encuentran en los alrededores de la Laguna Conococha y están asociados a un bofedal grande e importante. Esta zona, que ha sido bastante usada para pastoreo, ha sido degradada en gran extensión debido a la disturbancia del suelo.

Conococha a Chaucayán

Los suelos predominantes entre Conococha y Cajacay son litosoles andinos dístricos (Mapa 14), que corresponden a zonas subhúmedas y frías. Los suelos predominantes desde Cajacay hasta Pillocancha son los litosoles que se encuentran en taludes montañosos y empinados.

En las zonas adyacentes al Puente Huerta, Puente Chuccho, Puente Luis Pardo, Raquia y en los valles, los suelos dominantes son los fluviosoles éutricos. Estos suelos son secos y requieren una irrigación constante para dar soporte a la agricultura. La capacidad de suelo de estas áreas corresponde a la Clase IV cuando son irrigados, o a la Clase VIII en zonas donde hay un abastecimiento de agua inadecuado. En los taludes montañosos y ondulados desérticos adyacentes a las tierras agrícolas, los suelos dominantes son los litosoles desérticos.

Chaucayán a Huaricanga

Los suelos dominantes en la zona del valle en los alrededores de Chaucayán son los fluviosoles éutricos secos, los cuales requieren una irrigación constante (Mapa 15). Los suelos dominantes en las zonas desérticas adyacentes a los utilizados en la agricultura son los litosoles.

En el plano de inundación del Río Fortaleza, en los alrededores de Huaricanga, los suelos dominantes son los fluviosoles éutricos irrigados. Estas áreas tienen suelos que son desde muy buenos hasta moderadamente buenos para el cultivo intensivo. Los suelos dominantes en los taludes montañosos y ondulados desérticos adyacentes a las tierras agrícolas son los

litosoles desérticos. Las plantaciones forestales se encuentran en zonas localizadas e indican una capacidad de suelo correspondiente a la Clase VII.

Huaricanga a Puerto Huarmey

Los suelos dominantes en el plano de inundación de la cuenca del Río Fortaleza son los fluviosoles éutricos, que tienen una capacidad agrícola de buena a moderadamente buena (Mapa 16). Los suelos dominantes en las partes más bajas del valle del Río Fortaleza, desde Huaricanga hasta la margen occidental de las colinas costeras, son los litosoles desérticos. Gran parte de esta zona está esparcida con rocas y boleos, además de algunas arenas compactadas o disgregadas.

Los suelos dominantes a lo largo de la costa y particularmente en el estuario del Río Fortaleza son los solonchaks o suelos salinos. La condición salina de los suelos solonchak inhibe el uso de los mismos para fines agrícolas, aunque algunas plantas adaptadas a la sal como la *Salicornia* y la *Distichia* han colonizado algunas partes de esta zona.

Conococha a Laguna Ututo

El clima de este segmento se caracteriza por ser frígido y bastante húmedo; su relieve topográfico es extremadamente empinado. Esto ha dado como resultado un dominio de los paramosoles dístricos, los cuales están compuestos por suelos coluviales y residuales, con algunas inclusiones de litosoles andinos dístricos subdominantes (Mapa 17). Estos suelos son comunes desde Conococha hasta las zonas adyacentes al puente Ucush Chaca, a lo largo del Río Santa, y en los alrededores de la Laguna Ututo. En este segmento, la tierra se usa principalmente para el pastoreo del ganado, aunque algunas áreas tienen potencial forestal, y otras, como a lo largo del Río Santa, tienen potencial para ser utilizadas como protección de cuencas.

Entre el puente Ucush Chaca, Peque Pallca y Rachacoca, sólo se presentan litosoles andinos dístricos. Aunque algunas zonas localizadas pueden utilizarse para el pastoreo, en general estos suelos no son utilizados. Las operaciones mineras en la región de la Laguna Ututo han provocado una disturbancia de los suelos como resultado de las actividades mineras, disposición de relaves y quema de la vegetación.

Laguna Ututo a San Miguel

Los suelos dominantes desde el medio del valle hasta las elevaciones en la cima del espinazo entre la Laguna Ututo y Cotaparaco son los litosoles andinos dístricos (Mapa 18). Los usos principales en estas zonas incluyen el pastoreo limitado del ganado, agricultura bastante limitada y forestación localizada. Se puede apreciar un bosque remanente natural de *Polylepis* en este tipo de suelo, en el valle de la Quebrada Quenua, al noreste de Cotaparaco.

Los suelos dominantes desde el medio del valle hasta las elevaciones del centro del valle alrededor de Cotaparaco y en los alrededores de Cochapetí son los paramosoles dístricos asociados con litosoles andinos dístricos. Los usos principales del suelo en esta zona son la forestación y la agricultura. La forestación consiste en plantaciones de pino y eucalipto, así como cultivos de plantas naturales de *Polylepis*.

Aunque ambos tipos de estos suelos son característicos de ambientes semiáridos a subhúmedos fríos, y generalmente tienen capacidades de suelo de Clase VII a VIII, en el valle de Quebrada Paria, estos, los suelos tienen una capacidad de uso correspondiente a la Clase IV. Se cree que la presencia de árboles de *Polylepis* en los taludes superiores del valle ayuda al incremento de la productividad del suelo como resultado del aumento de la estabilidad del talud, la intercepción de las precipitaciones pluviales, y la reducción de la escorrentía (Hjarsen, 1998). No existen plantaciones de *Polylepis* cerca de Cochapetí, aunque la tierra está en la cima de un espinazo y ha sido altamente modificada por el terrazamiento. Ésta puede ser la razón del aumento de la capacidad del suelo en esta zona.

Las formaciones líticas y los litosoles desérticos se presentan desde la Quebrada Shiguay hasta Molino Pampa. El clima árido, los taludes empinados y la topografía accidentada hace que los suelos no puedan soportar ningún tipo de uso, excepto en el plano de inundación del Río Huarmey.

San Miguel a Puerto Huarmey

Los fluvisoles éutricos son los suelos dominantes en los valles y en las áreas planas o ligeramente onduladas entre San Miguel y Puerto Huarmey (Mapa 19). El clima cálido y seco y el continuo abastecimiento de agua proveniente del Río Huarmey hace que estos suelos puedan soportar la agricultura comercial.

Una sección de 15 km del Valle del Río Huarmey, entre la Hacienda Chilcal y la Hacienda Mandingo, se caracteriza por sus formaciones líticas y sus litosoles desérticos superficiales. Sin embargo, los márgenes del camino existente soportan forestación de especies introducidas, principalmente de eucalipto.

Desde la carretera Panamericana en Paypay hasta Puerto Huarmey, se aprecian suelos solonchak y pequeñas formaciones líticas asociadas a litosoles desérticos. Los suelos solonchak están restringidos a las zonas litorales mareales y al estuario del Río Huarmey, y tienen poca o ninguna capacidad para soportar vegetación. Algunas especies adaptadas a la sal, como la *Salicornia* y *Distichia*, han colonizado los tramos del estuario y algunas zonas de abrigo a lo largo de la costa. A lo largo de los lados de la carretera Panamericana, en los litosoles desérticos altamente irrigados, se ha plantado algunos cultivos de caña de azúcar.

Cotaparaco a Molino Pampa

Los litosoles andinos dístricos son los tipos de suelo dominantes en Cotaparaco y en las áreas adyacentes a lo largo del Río Cotaparaco (a Santa Cruz). Estos suelos tienen capacidad agrícola marginal sólo en zonas localizadas (Mapa 20).

Desde Santa Cruz hasta Molino Pampa (a lo largo del Río Malvas), se presentan formaciones líticas y litosoles desérticos, debido al clima árido y a la topografía accidentada. Al igual que los litosoles andinos dístricos, estos suelos se han adaptado para el uso para la agricultura marginal en zonas localizadas.

3.1.3.4 Química del Suelo

Se obtuvieron muestras de suelo representativas de nueve lugares a lo largo de las rutas alternativas del concentrado, las cuales se llevaron a la Universidad Nacional Agraria La Molina, en Lima, para ser sometidas a análisis químicos y de distribución granulométrica (Mapas 12 a 20). Se registraron los tipos de suelo para cada ubicación muestreada. Las características químicas incluyeron la conductividad eléctrica, textura del suelo y porcentaje del contenido de arena, limo y arcilla. Las características químicas incluyeron el pH, el porcentaje de carbonato de calcio (CaCO_3), porcentaje de molibdeno (Mo), concentración de fósforo (P), y concentración de óxido de potasio (K_2O).

Se encontró que los fluviosoles éutricos irrigados tienen textura arenosa con un alto contenido de arena, bajo de limo y bajo de arcilla (Tabla 6). Las muestras indicaron un pH neutro, aunque la cantidad de CaCO_3 disponible para el amortiguamiento no es muy significativa. Se encontró que su conductividad eléctrica era de moderada, es decir de 0.31 a 0.41 mmhos/cm. Las concentraciones de fósforo y macronutrientes de potasio fueron bajas, así como los micronutrientes de molibdeno. La relativa escasez de nutrientes en estos suelos refleja el grado de fertilización que se necesita para que sean utilizados con fines agrícolas.

Se encontró que los litosoles andinos dístricos son extremadamente variables, lo cual sugiere que existe un gran grado de variedad dentro de las clasificaciones más finas de este suelo. Las texturas del mismo variaron desde suelo suelto a suelo arenoso suelto con algún contenido de arena, limo y cal (Tabla 6). La conductividad eléctrica varió de 0.07 a 1.08 mmhos/cm. Las concentraciones de CaCO_3 fueron muy pequeñas, lo cual produjo un pH moderadamente ácido en todas las muestras. Los niveles de macronutrientes y de micronutrientes en estos suelos también fueron bajos, hecho que reflejaba sus bajos índices de capacidad de uso de suelo.

La textura de los suelos de los paramosoles dístricos o andinos variaron desde arenosos sueltos a sueltos arenosos y también variaron en su contenido de arena, limo y arcilla (Tabla 6). La conductividad eléctrica varió desde 0.2 a 0.45 mmhos/cm. Las concentraciones de CaCO_3 fueron bajas a insignificantes, aunque el pH del suelo fue consistentemente neutral. Los niveles de macronutrientes y micronutrientes variaron de bajos en las muestras obtenidas en los pisos del valle a moderados en las muestras obtenidas en los lados del valle. Los valores más altos en el lado del valle del Río Cotaparaco pueden presentarse debido a la influencia de la presencia natural de plantas *Polylepis* en la parte superior de los taludes.

Sólo se colectó una muestra de litosol desértico. Esta muestra mostró una textura arenosa con una composición casi completamente de arena. La conductividad eléctrica fue moderada, de 0.34 mmhos/cm. La concentración de CaCO_3 fue baja, en el rango de 2.28%, pero fue suficiente para amortiguar el pH a neutral (7.8). Los niveles de macronutrientes y micronutrientes fueron moderadamente bajos, lo cual reflejaba la pobre capacidad que tenían los litosoles desérticos.

A pesar que había una tendencia observable en las muestras que sugieran cualquier correlación con la elevación, parece ser que si existe una correlación entre los niveles de macronutrientes y micronutrientes y la capacidad del suelo, y entre el contenido de CaCO_3 y pH del suelo.

3.1.4 Meteorología

3.1.4.1 Meteorología Regional

Las rutas alternativas propuestas para el concentraducto atraviesan una gran variedad de zonas climáticas, que van desde el nivel del mar hasta 4,270 msnm en el asiento minero. Las características meteorológicas varían en gran manera a lo largo de ambas rutas, debido a los grandes cambios en la elevación y la topografía. Las clasificaciones climáticas de la región son Desierto Frío de Altitud Media a lo largo del Pacífico, Tropical en elevaciones medias y Tundra de las Altas Montañas en los Andes altos (Klohn Crippen, 1998). El Desierto Frío de Altitud Media se caracteriza por sus temperaturas anuales cálidas y sus muy pocas precipitaciones, mientras que la Tundra de las Altas Montañas se caracteriza por sus temperaturas frías y su poca precipitación. La zona Tropical tiene temperaturas anuales que van desde las temperaturas de la costa hasta de las altas regiones montañosas y recibe una precipitación pluvial de moderada a fuerte.

La temperatura anual promedio es de aproximadamente 7°C en la mina y 19°C a nivel del mar. Existe una muy pequeña fluctuación estacional en la temperatura, pero las variaciones de temperatura diarias pueden ser significativas. En las zonas montañosas, las temperaturas pueden ser bastante heladas durante la noche, y se levantan hasta más de 20°C durante el día (Knight Piésold, 1998).

A lo largo de la costa, la precipitación pluvial es mínima y se deriva principalmente de nubes cargadas de rocío. Gran parte de la precipitación pluvial en los Andes es el resultado de la precipitación orográfica y de convección; las lluvias caen durante los períodos de verano (octubre a abril). Los vientos provenientes del este traen consigo aire caliente y húmedo desde las regiones del ecuador, liberando la precipitación a lo largo de los taludes orientales de la Cordillera Blanca y en todo lo ancho de la región del Río Marañón. El valle del Río Santa entre la Cordillera Blanca y la Cordillera Negra recibe la mayor parte de esta precipitación como resultado de un proceso de convección. Las nubes se forman en el calor de las tardes de verano, produciendo tormentas con truenos y lluvias bastante fuertes o, en todo caso, nieve en las elevaciones más altas (Knight Piésold, 1998). El lado oeste de la Cordillera Negra, o la dirección hacia la que sopla el viento, recibe precipitaciones orográficas provenientes de los vientos del Océano Pacífico. Se espera que la precipitación anual principal a lo largo de las rutas alternativas para el concentraducto sea del rango de menos de 10 mm en la costa a más de 1,500 mm en la mina. Se espera que la precipitación máxima de 24 horas esté en el rango de 7.5 mm a lo largo de la costa hasta aproximadamente 100 mm en las regiones montañosas.

La información meteorológica se obtuvo a partir de informes previos (Klohn Crippen, 1997a; Klohn Crippen, 1997b; Klohn Crippen, 1998; Knight Piésold, 1998), y se presenta en las siguientes subsecciones como una serie de tablas y gráficos. En la Tabla 7, se presenta una descripción de las estaciones meteorológicas regionales y en el Mapa 21, se presenta sus ubicaciones con relación a la zona del proyecto.

3.1.4.2 Temperatura

Los registros de la temperatura de las diferentes estaciones regionales a lo largo de los corredores alternativos para el concentraducto se resumen en la Tabla 8. Se espera que las

temperaturas anuales promedio estén en el rango de 7°C en la mina hasta 19°C en la Costa del Pacífico. Los análisis de regresión indican una relación lineal entre la elevación y la temperatura anual promedio ($R^2=0.82$), permitiendo que las temperaturas se estimen para cada ubicación seleccionada a lo largo de las rutas alternativas (Figura 5). También se presenta una envolvente de las temperaturas mensuales máximas y mínimas promedio, sobre la base de esta relación lineal. Se espera que las temperaturas mensuales máximas promedio estén en el rango de 12°C en la mina a 28°C en la costa. Se espera también que las temperaturas mensuales mínimas promedio estén en el rango de 3°C en la mina y 16°C en la costa (Figura 5).

3.1.4.3 Precipitación

El área de estudio ha sido subdividida en cuatro regiones para el análisis de las precipitaciones, según su topografía y aspecto.

- Región Río Marañón – se ubica al este de la Cordillera Blanca y drena por el Río Amazonas hasta el Océano Atlántico. La región, dentro de la cual se encuentra el asiento minero, tiene un aspecto de levantamiento en dirección sur-oeste.
- Región Interior – se expande desde la Cordillera Blanca hacia el este y desde la Cordillera Negra hacia el oeste. La región incluye una estación meteorológica ubicada en las cuencas del Río Santa y del Río Pativilca. La región tiene un aspecto de dirección noroeste y yace casi perpendicular al eje normal de flujo de aire este-oeste.
- Región Montañosa de la Costa del Pacífico – se extiende desde los picos de la Cordillera Negra y baja hasta aproximadamente 2,000 msnm, donde la topografía cambia de montañas a planicies ondulantes. Esta región drena hacia el oeste del Océano Pacífico y tiene un aspecto de levantamiento que va de norte a este.
- Costa del Pacífico – esta región incluye todas las estaciones que se encuentran al oeste de la Cordillera Negra, a elevaciones menores a los 2,000 msnm.

Precipitación Media Anual

En la Tabla 9, se presenta la precipitación anual promedio de la región. Los análisis de regresión (Figura 6) indican que existen fuertes relaciones exponenciales entre la elevación y la precipitación anual promedio para la región del Río Marañón ($R^2 = 0.94$) y la región Costa del Pacífico/Montañosa Costera ($R^2 = 0.85$). No existe una relación directa entre la elevación y la precipitación en la región interior debido a las fuerzas de convección y a los efectos de la sombra de lluvia de la cordillera. La región Costa del Pacífico recibe la menor precipitación pluvial, con una precipitación anual promedio de 16.1 mm para las diez estaciones examinadas; la región del Río Marañón recibe la mayor precipitación pluvial con una precipitación anual promedio de 998.6 mm para las cinco estaciones examinadas. La región de las Montañas de la Costa del Pacífico y la región Interior tienen un promedio de 317 mm (9 estaciones) y de 694.8 mm (13 estaciones) de precipitación, respectivamente (Tabla 10).

Distribución de Lluvia y Nieve

La precipitación a lo largo de las rutas alternativas propuestas para el concentrado se presenta en su mayoría a manera de lluvia, aunque en las elevaciones más altas se presentan a manera de nieve. En las estaciones meteorológicas, no se han registrado datos de precipitaciones de nieve. Los datos colectados en la mina Antamina en 1997 sugieren que aproximadamente el 2% de la precipitación anual a una elevación de 4,270 msnm puede caer a manera de nieve (Knight Piésold, 1998). A partir de los análisis de regresión de la temperatura regional, se concluyó que las temperaturas anual promedio a 5,000 msnm pueden ser bastantes bajas, permitiendo la acumulación de nieve a largo plazo y la formación de glaciales. Sin embargo, no es probable que la nieve se acumule hasta un punto en que se puedan formar grandes planicies, ni tampoco es probable que haya eventos de lluvia debido a la ausencia de una variación de temperatura estacional significativa. Para este análisis, se asumió que la precipitación de nieve es muy pequeña en la zona de los corredores propuestos para el concentrado.

Distribución de Precipitación Mensual

En la Tabla 10, se presenta la distribución mensual promedio de precipitación para las cuatro regiones, la cual se ilustra gráficamente en la Figura 7. La mayor parte de la precipitación cae entre octubre y abril en las cuatro regiones; la precipitación pluvial pico se presenta en marzo.

Precipitación Diaria Máxima

En las cuatro regiones de precipitaciones pluviales, se presenta una precipitación intensa como resultado de las tormentas de convección y el levantamiento orográfico. La precipitación máxima registrada de 24 horas (Tabla 11) ocurrió en la estación de Tapacocha, en la cuenca del Río Huarmey (102.3 mm) y la más baja ocurrió en la estación del Puente Carretera, cerca de la boca del Río Huarmey (7.5 mm). Los análisis de regresión (Figura 8) sugieren que la intensidad de la precipitación regional se incrementa exponencialmente según la elevación ($R^2 = 0.66$).

3.1.5 Hidrología

3.1.5.1 Descripción de la Cuenca Regional

Las alineaciones propuestas para el concentrado pasan por cinco grandes vertientes, que son el Río Marañón, el Río Pativilca, el Río Santa, el Río Fortaleza y el Río Huarmey. Los límites de las cuencas principales han sido identificados en un mapa de escala 1:100,000 (Mapa 21). En la Tabla 12, se aprecia las descripciones de las cuencas regionales. Existen catorce cruces de ríos principales a lo largo de la alineación de la Alternativa A y once a lo largo de la Alternativa B (Tabla 13).

La información hidrológica se obtuvo a partir del SENAMHI, de la Oficina General de Estadística e Informática, en Lima, y del INRENA, de la Dirección General de Aguas y Suelos del Ministerio de Agricultura, en Lima. Información hidrológica adicional se obtuvo a partir

de informes previos (Klohn Crippen, 1997a; Klohn Crippen, 1997b; Klohn Crippen, 1998, PSI-JRI, 1998c; Knight Piésold, 1998), los cuales fueron presentados conjuntamente con las siguientes subsecciones en una serie de tablas y figuras.

3.1.5.2 Estaciones Regionales de Flujo de Corriente

Se colectó información del flujo de corrientes de cuatro de las cinco vertientes principales: estación Tingo Chico, en la cuenca del Río Marañón; las estaciones de Querococha y Recreta, en la cuenca del Río Santa; la estación La Rinconada, en la cuenca del Río Fortaleza; y las estaciones Puente Huamba y Puente Carretera, en la cuenca del Río Huarmey. En la Tabla 14, se puede apreciar una descripción de las estaciones hidrológicas, y en las Tablas 15 a 20, se puede apreciar la información del flujo anual para cada estación. Los hidrográficos de cada estación ilustran la distribución de flujo anual (Figuras 9 a 14).

Río Alto Marañón

El Río Alto Marañón tiene un área de cuenca de aproximadamente 31,920 km², un canal principal de aproximadamente 1,500 km de longitud, y una inclinación promedio de 0.4%. El río drena en dirección norte-oeste hacia la cuenca del Amazonas. La topografía de la cuenca varía de taludes moderados en las partes más altas de la subcaptación del Río Mosna, hasta taludes empinados en la subcaptación Rangracancha. Los suelos de las captaciones más altas generalmente están saturados durante la estación húmeda, dando como resultado altos coeficientes de escorrentía (Klohn Crippen, 1997a). El flujo promedio de la salida de la cuenca es de 751 m³/s (Klohn Crippen, 1998).

La estación hidrológica de Tingo Chico se ubica en la cuenca de captación del Río Alto Marañón, aguas arriba de la confluencia del Río Mosna-Puchca con el Río Marañón, y tiene un área de captación de 4,376 km². En la Tabla 15, se presenta un resumen de la información del flujo anual de esta estación. El flujo anual medio es de 77.56 m³/s y la escorrentía anual media es de aproximadamente 18 L/s/km² (Tabla 21). Los flujos mensuales promedio de esta estación varían de 25 m³/s en agosto a 180 m³/s en marzo (Figura 9). El flujo mensual mínimo promedio registrado es de 15.82 m³/s, ocurrido en setiembre de 1992, y el flujo mensual mínimo promedio registrado es de 277.97 m³/s, ocurrido en marzo de 1975 (Klohn Crippen, 1997a). Se estima que los flujos diarios picos en una base de uno en diez años, serán de 473 m³/s (Tabla 22).

Río Pativilca

El Río Pativilca drena un área de aproximadamente 4,788 km², tiene un canal principal de 172 km de longitud, y una inclinación promedio de 3% (Knight Piésold, 1998). El Río Pativilca se origina en la confluencia de dos vertientes, la Quebrada Pichcaragra y la Quebrada Tunacancha, en la Cordillera Blanca, y fluye de sur a oeste hacia el Océano Pacífico. Los tributarios principales del Río Pativilca incluyen el Río Achin, el Río Quero, el Río Gorgor y el Río Ocos. Los brazos superiores de la cuenca tienden a ser empinados, con un régimen de flujo irregular. El flujo promedio en la salida del Río Pativilca es de aproximadamente 49 m³/s (Klohn Crippen, 1998).

La ruta propuesta para el concentraducto cruzará varios tributarios pequeños del Río Pativilca, con cuencas que varían de 2 km² a 90 km² de dimensión. Los taludes en estas pequeñas cuencas son bastante empinados, algunos de ellos con más de 20% de inclinación. Se espera que en estas quebradas los flujos sean bastante irregulares (las más pequeñas con flujo seco, excepto durante los eventos de tormenta). Se espera que los flujos diarios pico varíen de 0.2 m³/s en la Quebrada Rumichaca a 24 m³/s en la Quebrada Pichcaragra (Tabla 22).

Río Santa

El Río Santa drena un área de aproximadamente 12,200 km², tiene un canal principal de 370 km de longitud, y una inclinación promedio de 1.1% (Knight Piésold, 1998). El Río Santa se origina en la salida de la Laguna Conococha y colecta una gran parte de su agua a partir de los humedales extensivos que rodean la laguna, y del Parque Nacional Huascarán, en la Cordillera Blanca. La Laguna Conococha cubre un área de aproximadamente 170 ha y drena más de 2,000 ha de humedales. Estos humedales, que se extienden por 9 km aguas arriba, brindan una capacidad de detención y atenúan la escorrentía proveniente de las montañas circundantes de bajo relieve. La alineación de la Alternativa B cruzará el Río Santa en su confluencia con la Quebrada Pucahuanca, bajo la Laguna Conococha. Los flujos del Río Santa son regulares, y tiene flujos de base constantes y picos modestos durante la estación húmeda. El derretimiento de nieve y los glaciales juegan un papel importante en el régimen hidrológico debido a las elevaciones altas. El Río Santa fluye en dirección noroeste, entre la Cordillera Blanca y la Cordillera Negra, pasa los pueblos de Recuay y Huaraz y luego se torna hacia el oeste, para luego fluir por una zona de cañones empinados, antes de alcanzar el Océano Pacífico (Knight Piésold, 1998).

La estación Recreta tiene un área de captación de 103 km² y está ubicada en el Río Santa, a una elevación similar a la del cruce del concentraducto propuesto. En la Tabla 16, se aprecia un resumen de la información del flujo anual en esta estación. El flujo anual medio es de 3.15 m³/s, y la escorrentía anual media está estimada en 11 L/s/km² (Tabla 21). Los flujos mensuales promedio en esta estación varían de 0.6 m³/s a 11.0 m³/s (Figura 10). El flujo mensual promedio mínimo registrado fue de 0.31 m³/s, ocurrido en noviembre de 1973, y el flujo mensual promedio máximo registrado fue de 49.14 m³/s, ocurrido en febrero de 1967 (SENAMHI).

La estación hidrológica de Querococha está ubicada en la Quebrada Querococha, un tributario del Río Santa, y tiene un área de captación de 66 km². En la Tabla 17, se presenta un resumen de la información del flujo anual en esta estación, y en la Figura 11, se presenta la distribución del flujo anual. Los flujos anuales medios son de aproximadamente 1.73 m³/s, mientras que la escorrentía anual promedio es de aproximadamente 26 L/s/km² (Tabla 21). El flujo diario máximo promedio registrado fue de 9.76 m³, ocurrido en marzo de 1975, y el flujo diario mínimo promedio registrado fue de 0.22 m³/s, ocurrido en agosto de 1953 (Klohn Crippen, 1997a). Se estima que el flujo diario pico en una base de uno en diez años será de 9 m³/s (Tabla 22).

Río Fortaleza

El Río Fortaleza tiene un área de captación total de aproximadamente 2,340 km², un canal principal de 105 km de longitud, y una inclinación promedio de 4%. El río se origina en las lagunas Huamblac y Macato y está rodeado por taludes empinados que crean un valle de río confinado. La Figura 15 muestra un perfil del Río Fortaleza desde su nacimiento hasta Matacancha, al suroeste de Conococha, conjuntamente con los valores de precipitación y escorrentía por unidad de área en diferentes elevaciones. Los tributarios principales del Río Fortaleza incluyen el Río Huayllapampa, el Río Purísima, el Río Cajacay y el Río Marca. Se estima que los flujos diarios máximos promedio en el Río Fortaleza durante la estación seca están en el rango de 3 a 8 m³/s en las captaciones más altas, y entre 20 y 56 m³/s en la costa (Tabla 21). Muchas de las quebradas de este sistema se secan durante los meses de invierno, pero puede volverse torrentes en las estaciones de lluvia. Varias partes de la carretera que pasa el valle del Río Fortaleza se han visto deterioradas debido a los eventos de inundación, particularmente en las confluencias de las quebradas. Estas secciones, así como otras identificadas como susceptibles al socavamiento, necesitarán de medidas de protección extensivas contra el socavamiento y el deterioro, para prevenir el daño del concentrado.

La estación hidrológica La Rinconada se ubica a 350 msnm, en el Río Fortaleza y tiene un área de captación de 1,662 km². En la Tabla 18, se presenta un resumen de la información de flujo anual en esta estación. El flujo anual medio en La Rinconada es de 3.4 m³/s y la escorrentía anual media es de aproximadamente 2 L/s/km² (Tabla 21). Los flujos mensuales promedio varían entre 0.2 m³/s en setiembre, a 13.9 m³/s, en marzo (Figura 12). El flujo mensual mínimo promedio registrado fue de 0 m³/s, y el flujo máximo mensual promedio registrado fue de 45.41 m³/s, ocurrido en febrero de 1984 (Klohn Crippen, 1997a). Se estima que el flujo diario pico en una base de uno en diez años será de 69 m³/s (Tabla 22).

Río Huarmey

El área total de captación del Río Huarmey es de aproximadamente 2,046 km², la longitud de su rama principal es de 97 km y su inclinación promedio es de 4.5%. Las áreas de las cuencas con elevaciones medias a altas se caracterizan por sus secciones de canales empinados con una inclinación promedio de 9.3%, mientras que las áreas de las cuencas con elevaciones bajas a medias se caracterizan por sus fondos de valle de baja gradiente y anchos, los cuales tienen una inclinación promedio de 0.9% (Knight Piésold, 1998). La Figura 16 presenta un perfil del Río Huarmey desde la nacimiento del extremo superior de la Quebrada Huichicanha, incluyendo el Río Malvas, el Río Cotaparaco y la Quebrada Parín, conjuntamente con la precipitación proyectada y la escorrentía por unidad de área para varias elevaciones. Los canales de los ríos principales están confinados y parecen cambiar su curso anualmente durante los eventos de inundación. Durante la estación húmeda, la inundación es severa, y las zonas de baja elevación se ven inundadas con agua. Se estima que el flujo diario máximo promedio en Huarmey durante la estación húmeda está en el rango de 13 a 37 m³/s en las captaciones más altas hasta 33 a 90 m³/s en los brazos ribereños más bajos (Tabla 21).

La estación hidrológica de Puente Huamba está ubicada aguas arriba de la boca del Río Huarmey (550 msnm) y tiene un área de captación de 1,120 km². En la Tabla 19, se presenta un resumen de la información del flujo anual en esta estación. El flujo anual medio es de

aproximadamente $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$ y se estima que la escorrentía anual promedio es de 4.1 L/s/km^2 (Tabla 21). Los flujos mensuales promedio son menores de julio a noviembre ($0.1 \text{ m}^3/\text{s}$) y alcanzan su flujo máximo en marzo ($22.4 \text{ m}^3/\text{s}$) (Figura 13). El flujo mensual mínimo promedio registrado fue de $0 \text{ m}^3/\text{s}$ y el flujo mensual máximo promedio registrado fue de $68.58 \text{ m}^3/\text{s}$, ocurrido en marzo de 1972 (Klohn Crippen, 1997a). Se estima que el flujo diario pico en una base de uno en diez años será de $89 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tabla 22).

La estación Puente Carretera localizada en la boca del Río Huarmey (50 msnm) tiene un área de captación de $2,046 \text{ km}^2$. Generalmente, los flujos son menores en Puente Carretera que en Puente Huamba, debido a la pérdida de agua por evaporación y las rutas de irrigación, en la medida que los ríos pasan por planicies costeras calientes y áridas, hasta alcanzar el Océano Pacífico. Sin embargo, durante los eventos de tormenta pico, los flujos serán mayores que en Puente Carretera. En la Tabla 20, se presenta un resumen de la información del flujo anual de esta estación. El flujo anual medio es de aproximadamente $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$, y se estima que la escorrentía anual media en la cuenca es de 1.7 L/s/km^2 (Tabla 21). Entre julio y noviembre, el río tiende a secarse, mientras que en marzo, ocurren los flujos mensuales máximos promedio ($16.5 \text{ m}^3/\text{s}$) (Figura 14). En esta época, muchas de las quebradas de las montañas tienen flujos torrenciales. El flujo mensual mínimo promedio registrado fue de $0 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que el flujo mensual máximo promedio registrado fue de $150 \text{ m}^3/\text{s}$, ocurrido en marzo de 1972 (Klohn Crippen, 1997a).

3.1.5.3 Hidrología Superficial

Escorrentía Anual

A partir de datos regionales de flujos de corrientes, se ha estimado la escorrentía anual media y la escorrentía en un período de retorno de 1 en 10 en años secos y húmedos, para las rutas alternativas del concentrado (Tabla 21). La escorrentía anual media fue la más alta en la estación de Querococha, ubicada en los altos de la Cordillera Blanca, que daba un aproximado de 26.2 L/s/km^2 , y la más baja fue en la estación Puente Carretera, ubicada en la boca del Río Huarmey, con un aproximado de 1.7 L/s/km^2 . Los análisis de regresión del promedio anual y la escorrentía de 1 en 10 años indican que la escorrentía se incrementa exponencialmente con el aumento de la elevación ($R^2 = 0.96$) (Figura 17). Más precisamente, la escorrentía anual media aumenta con el aumento del coeficiente de escorrentía, el cual se determina sobre la base de la topografía, uso o cubierta de tierra y tipo de suelo. La escorrentía será la más alta en terrenos empinados con poca cubierta vegetal y en suelos de baja permeabilidad. Debido a que estos factores correlacionan bien con las elevaciones de estas regiones, es posible correlacionar de manera simple la escorrentía con la elevación. Las Figuras 15 y 16 ilustran el aumento de la escorrentía anual media con la elevación del Río Fortaleza y el Río Huarmey. La escorrentía anual media que se aprecia en las Figuras 15 y 16 se calcularon a partir de la línea de tendencia exponencial determinada a partir de los análisis de regresión regionales (Figura 17).

Distribución del Flujo Mensual

Las Figuras 9 a 14 muestran la distribución de flujo mensual en las estaciones de cuatro de las cuencas principales. Generalmente, los flujos pico se presentan entre febrero y abril, y son

extremadamente bajos entre julio y setiembre. La diferencia entre los flujos mensuales promedio durante el año y los flujos mínimos y máximos en cualquier mes indican la naturaleza de inundación instantánea del sistema. El Río Marañón en Tingo Chico tiene flujos altos estáticos (Figura 9). La estación Recreta del Río Santa tiene altos flujos moderados de enero a mayo, pero tiene flujos extremadamente bajos durante el resto del año (Figura 10). La estación Querococha tiene flujos bajos estáticos (Figura 11). Tanto el Río Fortaleza como el Río Huarmey muestran flujos máximos y mínimos extremos, lo cual indica que los sistemas están propensos a eventos de inundación rápidos (Figuras 12 a 14).

Flujos Pico

Los estimados de los flujos pico del Río Huarmey y el Río Fortaleza se basan en los datos de flujo de la estación Puente Carretera. Los flujos se estimaron sobre la base del área de captación y a los coeficientes de escorrentía derivados de la estación Puente Carretera (Tabla 23). Los flujos pico en un período de retorno anual para los ríos principales de la zona de proyecto se han calculado sobre la base de los flujos diarios y mensuales promedio de cuatro de las estaciones de flujo de corriente (Tabla 22). Los análisis de regresión sugieren que existe una relación lineal ($R^2=0.88$) entre el flujo diario pico y el flujo mensual promedio en la estación Querococha (Figura 18). Esta relación fue utilizada para estimar los flujos diarios pico a partir de los datos de flujo mensuales promedio en Tingo Chico, ya que la información diaria no estuvo disponible en esta estación. Los análisis de regresión de la estación Puente Carretera sugieren que existe una relación lineal ($R^2=0.76$) entre el flujo diario pico y el flujo mensual máximo promedio (Figura 19), relación que se utilizó para estimar los flujos diarios pico en las estaciones Puente Huamba y La Rinconada. Los flujos pico de un período de retorno anual son sólo aproximados, debido a la incertidumbre de la información del flujo diario pico generado. Los flujos promedio de las quebradas pequeñas en la cuenca Pativilca se calcularon utilizando el Método Racional. La precipitación diaria máxima en un período de retorno corregido, conjuntamente con los coeficientes de escorrentía calibrados se utilizó para calcular los flujos diarios pico para un rango de períodos de retorno (Tabla 22). Los coeficientes de escorrentía estimados se determinaron comparando los valores estándares con las características de la cuenca arriba de cada cruce. Se estima que los flujos instantáneos pico son dos o tres veces los flujos diarios picos, dependiendo de las características de la cuenca. Estos flujos pueden utilizarse para una comparación en flujos de diseño de 1 en 1,000 años, calculados por PSI-JRI (1998c), para los cruces de ríos principales (Tabla 13).

3.1.6 Calidad del Agua

3.1.6.1 Introducción

El agua es un componente esencial en todos los ecosistemas. La superficie de agua que se encuentra a lo largo de la ruta propuesta para el concentrado se utiliza para propósitos de almacenamiento de agua fresca, uso residencial y comercial, irrigación de cultivos y como fuente de abastecimiento de agua para el ganado, los animales silvestres, peces y otros recursos acuáticos. En consecuencia, la protección de la calidad del agua aguas abajo es esencial. Para caracterizar los valores de línea base, se obtuvieron muestras de calidad de agua de los sistemas de drenaje que se encuentran a lo largo de la ruta propuesta para la alineación, incluyendo ambas Alternativas (A y B), durante un período que abarcó desde el 24 de julio al 10 de agosto de 1998.

3.1.6.2 Metodología

La temperatura, pH, conductividad y alcalinidad se midieron in situ en 32 lugares (Mapas 22 a 32), utilizando: un electrodo de pH WTW pH 320/SET, con un sensor de temperatura integrado SenTix 97T; un electrodo de oxígeno disuelto WTW Oxi 320; un conductímetro TDS Testr3 (rango de 0 a 1,990 μ S); y un juego de medición de alcalinidad Hach. En 14 de estos 32 lugares, se colectaron muestras en botellas (Foto 11), las cuales posteriormente se llevaron a la Pontificia Universidad Católica del Perú para realizar análisis de laboratorio detallados. Las muestras se colectaron en botellas nuevas lavadas con ácido que fueron proporcionadas por el laboratorio encargado del análisis. Estas botellas se enjuagaron tres veces con el agua del río en cada estación antes de ser llenadas, y el agua enjuagada fue desechada aguas abajo del punto de muestreo para prevenir la contaminación. Las muestras fueron preservadas en campo inmediatamente y transportadas a Lima en congeladores para sus respectivos análisis, con un período de 96 horas a partir del momento de la colección de la muestra. Las muestras se analizaron según los procedimientos descritos en los “Métodos Estándar para la Evaluación de Aguas y Aguas de Desechos”, decimoctava edición (APHA, 1992).

3.1.6.3 Criterios de Calidad de Agua

La Tabla 24 presenta los criterios peruanos para la calidad de agua, establecidos en Decreto ley N° 17752 (1969) y Títulos I, II y III del Decreto Supremo N° 007-83-S.A. Según la Ley Peruana, se aplican criterios diferentes de calidad de aguas para las aguas que se utilizan para diferentes propósitos. Los criterios de uso de aguas Clase I (uso doméstico, con desinfección simple), Clase II (uso doméstico, con tratamiento primario), Clase III (irrigación y agua para los alimentos del ganado) y Clase IV (protección de vida silvestre acuática y fuentes de pesca), son los criterios más apropiados para este proyecto. Los límites establecidos por la Ley de Aguas Peruana para los nitratos y el níquel son bastante bajos y están por debajo de los límites internacionales. Los criterios de calidad de aire del Perú no brindan los criterios para el contenido máximo de metales totales, pero sí para los metales disueltos. Durante la colección de datos de línea base, no se terminaron los análisis para los metales disueltos, por lo que no se pudo hacer comparaciones de estos metales según los criterios peruanos. La Tabla 25 presenta los criterios de calidad de agua del Consejo de Recursos y Ministerios Ambientales de Canadá (1996) y la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas (1984).

3.1.6.4 Resultados de Calidad de Agua

En general, las aguas superficiales de las rutas alternativas propuestas son bastante alcalinas, con alto contenido de oxígeno disuelto y bajo contenido de metales. Las temperaturas estuvieron entre los 4°C y 10°C en lugares con alta elevación y aumentaron a más de 20°C a elevaciones más bajas.

Mientras que por un lado todos los sistemas de drenaje muestreados mostraron medidas similares, por otro, las corrientes que se encuentran dentro del ámbito de la Alineación B (vía el Río Huarmey) parecen tener menores excedentes en relación a los criterios de calidad de agua y pueden considerarse más prístinos. Además, la Alineación B tiene más posibilidad de afectar un gran número de drenajes que la Alineación A.

En las Tablas 26 y 27, se presenta los resultados completos del programa de calidad de agua superficial. Los excedentes con relación a los criterios de calidad de agua peruanos, canadienses o de la Organización Mundial de la Salud están resaltados. Las concentraciones de nitrito y nitrato estuvieron por encima de los criterios peruanos en todos los casos donde se hicieron mediciones. En las siguientes subsecciones, divididas por cuencas, se presenta una discusión de cada segmento de la alineación del concentrado, incluyendo ambas alineaciones.

Antamina a Conococha

Río Mosna y Río Vizcarra

Tanto el Río Mosna como el Río Vizcarra drenan hacia el Río Alto Marañón; a continuación, se hace una descripción de las cuencas de ambos ríos en conjunto. Estas cuencas se localizan entre Antamina y Conococha; son alcalinas, exceptuando algunos sistemas de drenaje que se encuentran cerca de áreas mineras existentes o antiguas. En los Mapas 22 a 31, se ilustra la ubicación de las muestras. La Laguna Canrash (WQI) tuvo un pH de 8.54 (Tabla 26), y ninguno de sus parámetros medidos excedía los criterios de calidad de agua para el agua fresca o el agua para la protección de vida acuática. La Laguna Canrash drena hacia el Río Mosna, el cual se mostró bastante alcalino (Tabla 26). Se notó un drenaje ácido, particularmente cerca de Huanzalá, donde se registró un pH de 5.5 en un tributario sin nombre de la Quebrada Torres. Aguas abajo, la Quebrada Torres confluye con la Quebrada Santa Rosa, donde se midió un pH de 4.5 en el reservorio de una presa de relaves activa. Las aguas de la Quebrada Santa Rosa se mostraron extremadamente ácidas, con un pH de 3.59 (Tabla 26) más aguas abajo, en un área que ha estado sujeta al derrame de relaves. Este lugar (WQ 2) excedió los criterios de calidad de agua internacionales en 12 de los 27 parámetros medidos (Tablas 26 y 27), más notablemente en el aluminio (9.95 mg/L), cobre (2.85 mg/L), hierro (41.74 mg/L) y zinc (64.58 mg/L). Las medidas que se tomaron en el Río Vizcarra, el cual recibe el agua de la Quebrada Santa Rosa, mostró un incremento del pH a 7.51, factor que indica que es posible la dilución para limitar la contribución de la Quebrada Santa Rosa.

Río Pativilca

Las medidas de calidad de agua tomadas en las nacientes del Río Pativilca muestran un pH típicamente alto de 8.56 (Tabla 26). Esto es consistente con los hallazgos previos donde se mostró que el Río Pativilca tenía alta turbidez y bajo contenido de metales (Knight Piésold, 1998). También se muestreó la boca del Río Pativilca en el cruce con la Carretera Panamericana (WQ3). Este muestreo indicó un aumento del nivel de plata y zinc, y, por otro lado, tenía concentraciones de metales en las secciones más bajas del Río Huarmey y el Río Fortaleza.

Alineación A

Río Fortaleza

Las mediciones de calidad de agua que se tomaron en la parte más alta del Río Fortaleza (WQ5) indican condiciones bastante típicas, con un pH de 8.18 y una concentración de oxígeno disuelto de 8.21 mg/L. Las medidas que se tomaron a lo largo de los canales

principales del Río Fortaleza continuaron mostrando una calidad de agua típica de pH alto (8.56 promedio) y un alto contenido de oxígeno disuelto (8.49 mg/L promedio; Tabla 26).

El contenido de oxígeno disuelto en el Río Pativilca aumentó (promedio de 9.65 mg/L) en elevaciones más bajas (estaciones WQ6 y WQ7). La conductividad se mostró bastante alta (740 μ S) en el cruce de la carretera Panamericana (WQ7), de manera correspondiente, el contenido de sólidos suspendidos fue alto (266 mg/L). Otros excesos en la parte más baja del Río Fortaleza incluyeron el contenido de aluminio, hierro, manganeso y plata (Tabla 27).

Alineación B

Río Santa

La Laguna Conococha (WQ4) tuvo el pH más alto medido en la zona (9.08 in situ), y un contenido de oxígeno disuelto bastante bajo de 3.69 mg/L (Tabla 26). Aunque este contenido de oxígeno disuelto está por debajo de los criterios peruanos para la vida acuática, la zona sostiene una gran fuente de peces así como una gran comunidad de algas. Las bajas concentraciones de oxígeno pueden ser un factor de la alta demanda de oxígeno biológico.

Las nacientes del Río Santa mostraron condiciones de calidad de aguas típicas de la zona de drenajes, con un alto pH y un alto contenido de oxígeno disuelto (Tabla 27). La mayoría de los parámetros medidos en los lugares WQ8 y WQ9 estuvieron dentro de los criterios para el agua fresca y del agua para la protección de la vida acuática (Tabla 26), con excepción del aluminio, hierro y manganeso. Esto es similar a los hallazgos de las muestras tomadas en mayo de 1998 (Knight Piésold, 1998). Las muestras que se tomaron en el Río Santa y en Catac mostraron un alto contenido de sólidos suspendidos (22 mg/L). La Quebrada Utcuyacu drena hacia el Río Santa, y se encontró que ambos tienen una calidad de agua similar. La Laguna Ututo se distingue por su conductividad extremadamente baja de 50 μ S, y por sus bajas concentraciones de oxígeno disuelto de 4.98 mg/L (Tabla 26).

Río Huarmey

Existe una tendencia al aumento de la conductividad en las aguas de la Quebrada Grillos (50 μ S), en dirección a la Quebrada Ichimayo (210 μ S). Aguas arriba del Río Cotaparaco, la conductividad en el Río Malvas es mayor aún (456 μ S) antes de caer ligeramente (320 μ S) en las nacientes cerca de San Miguel, en la estación WQ10 (Tabla 26). Las muestras del Río Cotaparaco (WQ12) contenían concentraciones de sólidos suspendidos y plata que estuvieron por encima de los criterios establecidos (Tabla 27).

Se muestrearon tres ubicaciones (WQ13, WQ14, WQ15) a lo largo del Río Huarmey, al sur de su confluencia con el Río Malvas (Tabla 26 y 27). Todos los lugares se caracterizaron por tener alta conductividad (promedio 570 μ S), y en todos los lugares se excedió los criterios de calidad de agua con respecto a la plata. Además, el lugar WQ14 mostró un alto contenido de manganeso (Tabla 27).

3.1.7 Recursos Acuáticos y de Peces

3.1.7.1 Antecedentes

El corredor propuesto para el concentraducto se origina en las nacientes del sistema de drenaje del Amazonas y atraviesa la Divisoria Continental antes de alcanzar la costa del Pacífico del

Perú. Las nacientes de las cuencas están asociadas con la Puna, una región altitudinal que se encuentra entre las pendientes orientales y occidentales de los Andes Centrales. Los Andes del Perú incluyen valles de ríos profundamente cortados, los cuales se formaron por la acción combinada de la erosión fluvial y el levantamiento tectónico. Las elevaciones de 4,000 msnm se presentan dentro de los 100 km de la costa del Pacífico y es por esta razón que el flujo que va hacia el oeste atravesando la cadena de montañas costeras empinadas tienen partes de grandes gradientes, que frecuentemente se manifiestan en cañones de lados empinados. En el lado Atlántico de la Divisoria Continental, se presentan gradientes similares entre áreas de alta elevación y áreas de tierras bajas extensivas en el Amazonas.

Las secciones empinadas que son características de los drenajes andinos imponen barreras a la migración de los peces y otra fauna acuática aguas arriba. De esta manera, la fauna acuática que se encuentra en las zonas de nacientes de estos sistemas de ríos está geográfica y genéticamente aislada de la fauna que se encuentra en las elevaciones más bajas aguas abajo. La Divisoria Continental es una barrera física que impide el intercambio de fauna acuática entre la cuenca del Amazonas y los taludes de drenaje del Pacífico (Eigenmann y Allen, 1942). El clima y la temperatura del agua son altamente variables en la región de los Andes, hecho que limita la distribución de especies de peces que ya se han adaptado a un rango específico de condiciones ambientales.

En general, las nacientes de los sistemas ribereños sostienen pocas especies de peces. La diversidad taxonómica observada en las áreas de las nacientes frecuentemente es el resultado de condiciones de hábitat marginal, bajas temperaturas del agua y el limitado potencial de la colonización de las especies. Las especies que están aisladas en mecanismos y condiciones de hábitat marginales en los Andes han dado como resultado una fauna acuática de pocas especies. Entre los géneros endémicos limitados, el grupo más diverso es el género *Orestias*, el cual se considera comprende hasta 43 especies de peces (Parenti, 1984).

El rango y la distribución de fauna de peces en agua fresca en el Perú no están bien documentados, y muchas especies, particularmente las del género *Orestias*, aún no están descritas. En la zona de estudio, se han llevado a cabo algunos estudios. Sifuentes (1992) ha estudiado la ictiofauna del Río Santa detalladamente; él colectó nueve especies de la cuenca del Río Santa, entre la Laguna Conococha y la costa del Pacífico.

La trucha, *Oncorhynchus mykiss*, ha sido ampliamente introducida en el Perú, tanto para la producción de la acuicultura como para establecer fuentes de pesca tierra adentro, en los lagos principales. La trucha es muy común en los Andes peruanos y parece ser que se ha adaptado bien a las condiciones locales. En general, su distribución está restringida a elevaciones mayores a los 2,000 msnm, debido principalmente a las temperaturas elevadas de las aguas que se encuentran aguas abajo. Las especies nativas que ocupan el mismo nicho ecológico que la trucha pueden verse desplazadas por medio de una competencia directa. Por ejemplo, se presume que el *Orestias cuvieri* está extinto en las aguas del Lago Titicaca. Se cree que los adultos grandes de esta especie estaban en competencia directa con la nueva trucha introducida (Parenti, 1984). La trucha, mientras que por un lado es predominantemente insectívoro, se alimenta de manera oportunista, y puede consumir otros peces, incluso individuos jóvenes de su propia especie.

3.1.7.2 Programa de Estudios de Campo

Los estudios de línea base de los recursos pesqueros se dirigieron a las zonas acuáticas que se encontraban aguas abajo de los cruces principales del concentraducto. Además, estos estudios se diseñaron para proporcionar una evaluación general de la presencia/ausencia de peces a lo largo de los corredores del concentraducto.

Los objetivos del programa de muestreo de las fuentes de pesca incluyeron lo siguiente:

- Registrar la ausencia/presencia de especies de peces de la región que no están documentadas con anterioridad.
- Proporcionar una evaluación general de la presencia de peces y la distribución de la fauna de peces en las cuencas que potencialmente podrían verse afectadas por el concentraducto propuesto.
- Caracterizar el hábitat de los peces y el potencial de las fuentes de pesca a lo largo de las rutas alternativas para el concentraducto.
- Identificar los valores de las fuentes de pesca a lo largo de la ruta del concentraducto.
- Identificar los posibles conflictos entre el desarrollo del concentraducto propuesto y los valores de las fuentes de pesca existentes.

Metodología de Muestreo

Se utilizó un equipo electrofisher backpack modelo 12B Smith-Root para muestrear las poblaciones de peces en 38 lugares a lo largo de las alineaciones alternativas propuestas (Foto 12) para el concentraducto (Mapas 22 a 32). El muestreo se realizó en los lugares donde se observaron condiciones óptimas de hábitat de peces, como a lo largo de bancos socavados, estanques profundos y en los extremos aguas abajo de los rápidos, o en los lugares donde la gradiente del canal ha impuesto barreras de velocidad para los peces. La estrategia de muestreo se diseñó para detectar la presencia/ausencia de peces en el nivel de la región, haciendo un mínimo esfuerzo para su obtención.

Cuando el tiempo lo permitió, se colectó una muestra representativa de peces para análisis. Se utilizó dióxido de carbono (Alka-seltzer) para anestésiar al pez antes de manipularlo. La población de muestra se identificó y enumeró por especies, y se midió al milímetro (longitud de horca o longitud estándar) y se pesó con un margen de error de 0.1 gramos, utilizando una balanza electrónica A&D EK-1200A. El pez se manipuló lo menos posible y se colocó en una cubeta de recuperación por varios minutos antes de ser liberado nuevamente a su hábitat natural.

Se registró las observaciones de los hábitats de peces en cada ubicación de muestreo. Se evaluó la abundancia de invertebrados bénticos, algas y macrofitos acuáticos como indicador general de la salud ecológica del ambiente béntico. También se registró la presencia de especies de vida silvestre en los alrededores del lugar de muestreo. Cuando se presentó la oportunidad, se preguntó a los residentes acerca del número de especies de peces presentes en la región. Además, se les solicitó que brindaran información histórica acerca del tiempo de introducción de los peces (especialmente del *O. Mykiss*) en las cuencas locales.

3.1.7.3 Resultados y Discusión

Descripción del Hábitat Regional

Nacientes

Las cuencas que se encuentran a lo largo del desarrollo del concentraducto propuesto se originan en la Puna, a elevaciones por encima de los 4,000 msnm. Las nacientes, los valles en forma de U, los humedales estacionales, las corrientes de alimentación glacial y las mesetas de pastizales son aspectos característicos de las áreas de alta elevación. Los brazos de corrientes de baja gradiente, los cuales están separados por secciones de cascadas empinadas, son muy comunes en los valles ribereños empinados. Las condiciones de hábitat estable para los peces se presenta en las lagunas y en los brazos de corrientes de baja gradiente, donde los flujos de corriente mínimos son suficientes para sostener poblaciones de peces durante todo el año (Foto 13).

En los lagos, el hábitat óptimo para los peces se presenta en las márgenes de los mismos y en los arrecifes, donde la penetración de luz es suficiente para sostener varias especies de macrofitos acuáticos que dan cobertura a los peces y son un sustrato de invertebrados acuáticos. Los macrofitos acuáticos se presentaron en altas densidades a lo largo de las márgenes de las lagunas Canrash, Conococha y Ututo. Las salidas de las lagunas probablemente brindan un mejor hábitat para el desove para la trucha residente en las lagunas de alta elevación.

Los brazos de baja gradiente generalmente contienen canales de meandros con morfología que incluye rápidos y estanques. El medio de los peces está cubierto por estanques profundos, bancos socavados, boleos y cantos rodados. Los depósitos de grava donde existen estanques o rápidos poco profundos se presentan como hábitats excelentes para el desove.

Durante el estudio, las temperaturas del agua en el día variaron de 4.6°C en las nacientes del Río Santa a 9.1°C en la Laguna Canrash. Las bajas temperaturas del agua son un factor limitante para el desarrollo de poblaciones de peces, pues reducen la productividad y la producción de una segunda fuente de alimentación relacionada a las áreas más cálidas.

Elevaciones Media a Alta

En las laderas del Pacífico de la Divisoria Continental, la ruta propuesta para el concentraducto desciende hacia el valle del Río Pativilca, a una elevación de 3,400 msnm, antes de subir nuevamente hacia el talud oeste del valle y cruzar la cuenca superior del Río Santa. Los brazos más altos del Río Pativilca brindan un ambiente relativamente inestable para las poblaciones de peces. El Río Pativilca está localizado dentro de un valle de lados empinados. Los tributarios tienen, característicamente, gradientes altas y flujos intermitentes. Las montañas que rodean el valle tienen capacidades de retención de agua bastante pequeñas, mientras que la escorrentía descarga rápidamente durante los eventos de lluvia. Así, el Río Pativilca lleva consigo altas cargas de sedimentos y está propenso a los eventos de inundación rápida.

Después de cruzar la cuenca superior del Río Santa, se proponen dos rutas alternativas para el concentraducto. En general, la Alternativa A sigue la cuenca del Río Fortaleza, mientras que la Alternativa B sigue la cuenca del Río Huarmey hasta llegar a la Costa del Pacífico. Los dos sistemas de ríos son similares en el sentido que ambos descienden hacia el centro de los valles

en forma de V de lados empinados en sus secciones superiores desde elevaciones que están por encima de los 4,000 msnm hasta por debajo de los 1,000 msnm. En estas secciones, se presentan cañones de manera intermitente. A aproximadamente 1,000 msnm de elevación, ambos sistemas ribereños ingresan a zonas de transición donde los valles se vuelven más anchos y las gradientes de los canales se reducen.

La calidad de hábitat es marginal en las secciones de canales empinados que caracterizan las áreas de cuencas de media y alta elevación. Los tipos de sustratos predominantes son la roca madre, boleos y cantos rodados, mientras que por otro lado, la morfología del canal está compuesta predominantemente por estanques o cascadas (Foto 14). Los estanques profundos, algunos bancos socavados, boleos, cantos rodados y la limitada vegetación ribereña brindan una cubierta interior. Las condiciones del hábitat son relativamente inestables durante la época húmeda, que es cuando las fuertes lluvias que caen sobre las montañas provocan eventos de inundaciones rápidas en el fondo del valle. No se observó hábitat fuera del canal, ni en las secciones de media a alta elevación en el Río Fortaleza ni en las cuencas del Río Huarmey. Durante las condiciones de flujo alto, no existe un hábitat de refugio estable disponible para los peces.

Durante el estudio la temperatura del agua varió de 13.0°C en la Quebrada Ichicmayo (elevación de 3,150 msnm) a 25.4°C en la confluencia del Río Malvas con el Río Cotaparaco (elevación de 850 msnm). Se reportó que hay presencia de truchas en las cuencas superiores del Río Fortaleza y del Río Huarmey. El límite de su distribución aguas abajo está restringido por las altas temperaturas del agua.

Elevaciones Baja a Media

Por debajo de los 1,000 msnm de elevación, la ruta de la Alternativa A para el concentrado sigue el Río Fortaleza hasta llegar a Huaricanga, mientras que la Alternativa B sigue el Río Huarmey. Estas secciones incluyen fondos de valle anchos y de baja gradiente. Los canales ribereños principales están confinados y parecen cambiar su curso anualmente durante los eventos de inundación. Durante la estación húmeda, la inundación es severa, y las áreas de baja elevación se ven inundadas con agua. En los lugares donde los canales principales del río se unen con los lados del valle, se puede apreciar un socavamiento y erosión extensivos. Durante la estación seca, las condiciones en el canal ribereño principal son estables y el agua es relativamente clara.

La calidad del hábitat varía considerablemente a través de las secciones de baja elevación. En los lugares donde se presenta vegetación acuática y ribereña en los perímetros húmedos, existe una cobertura excelente para los peces. Sin embargo, durante los flujos bajos, bastas secciones de los canales principales se ven bordeadas por barras de grava seca (Foto 15). Estas áreas brindan poca o ninguna cobertura para los peces. Los materiales dominantes del sustrato son los cantos rodados, gravas y arenas. Los boleos de gran tamaño son relativamente comunes y parecen haber sido transportados hacia aguas abajo durante los eventos de inundación severa. En el sustrato, las algas de filamentos verdes y marrones son muy comunes; éstas dan cobertura y a la vez sirven de fuente de alimento para los peces y crustáceos.

Durante el estudio, la temperatura del agua en estas secciones varió de 20.4°C en el Río Huarmey (elevación de 390 msnm) a 26.4°C en el Río Fortaleza, cerca de Huaricanga (elevación de 70 msnm). Las temperaturas cálidas del agua reflejan las condiciones desérticas del área circundante.

Estuarios y Planos de Inundación de Baja Elevación

Aunque los brazos más bajos del Río Fortaleza y del Río Huarmey no están directamente relacionados con las rutas alternativas para el concentraducto, existen áreas ecológicas y agrícolas importantes aguas abajo. Así, debido a que estas áreas pueden verse afectadas por el desarrollo del concentraducto, se ha considerado necesario incluirlas dentro de esta evaluación.

Los brazos más bajos del Río Fortaleza y del Río Huarmey son típicos de estuarios de agua salobre (Foto 16). Las gradientes bajas causan la deposición de sedimentos suspendidos, por lo que los sustratos están comprendidos en su integridad por barro y arena. El socavamiento localizado a lo largo de los bancos ribereños crea un excelente hábitat para los peces, como resultado de los estanques profundos, los bancos socavados y la proximidad a la vegetación ribereña. Los canales de agua de retorno proporcionan condiciones de hábitat estables durante los flujos altos.

Durante el estudio, las temperaturas de agua variaron de 23.9°C en el Río Huarmey, en el puente de la Carretera Panamericana, a 26.2°C en el estuario del Río Fortaleza. Mientras que por un lado el agua del Río Huarmey fue relativamente clara, el agua del Río Fortaleza se mostró altamente turbia.

Inventario de Peces

En la Tabla 28, se presenta un resumen de los resultados del inventario de las fuentes de pesca en la zona. Se hicieron pruebas con electricidad en 38 lugares durante el estudio. Estos lugares incluyeron 10 sitios en la cuenca del Río Mosna, 6 sitios en la cuenca del Río Vizcarra, 2 sitios en la cuenca del Río Pativilca, 5 sitios en la cuenca del Río Santa, 9 sitios en la cuenca del Río Huarmey, y 6 sitios en la cuenca del Río Fortaleza. Anteriormente, se realizaron estudios en las fuentes de pesca de las cuencas del Río Santa y del Río Pativilca (Knight Piésold, 1998). Durante el estudio, se colectaron trece especies de trece familias representativas de peces. En las siguientes secciones, se incluye un breve resumen de los datos de los inventarios de peces registrados en cada lugar de muestreo por cuenca.

Cuenca del Río Mosna

Se colectaron peces en cada uno de los nueve lugares muestreados en la cuenca del Río Mosna (Tabla 29). Las elevaciones de los lugares muestreados variaron de 3,050 msnm en el Río Mosna, cerca a Tanin, hasta 4,420 msnm en la Laguna Condorcocha. Se colectaron tres especies de peces en la cuenca del Río Mosna. La especie más común fue la trucha (Foto 17), la cual se encuentra presente en siete de los nueve lugares muestreados. Una especie de pez del género *Orestias* (Foto 18) se colectó en cada una de las cuatro lagunas muestreadas en la cuenca. Se documentó la presencia del bagre *Astroblepus simonsii* (Foto 19) en un lugar del Río Mosna.

Cuenca del Río Vizcarra

Se colectaron peces en cinco de los seis lugares muestreados en la cuenca del Río Mosna (Tabla 30). Las elevaciones de muestreo variaron de 3,350 msnm en el Río Lampas, a 4,310 msnm en la Laguna Minascococha. Se colectó truchas en cuatro lugares. Asimismo, se colectó una especie de *Orestias* en la salida de la Laguna Minascococha. Se documentó la presencia del bagre *Astroblepus simonsii* en un lugar del Río Lampas. Aguas abajo de la mina existente, en Huanzalá, se encontró que la calidad de agua no era favorable para la presencia de peces.

Cuenca del Río Pativilca

Se colectaron peces en uno de los dos lugares muestreados en la cuenca del Río Pativilca (Tabla 31). Las elevaciones de los lugares de muestreo fueron de 15 msnm y 4,050 msnm, respectivamente. Aunque el lugar de la zona baja del Río Pativilca no se encuentra dentro de la ruta propuesta para el concentraducto, esta zona puede verse afectada por el desarrollo del concentraducto. Se colectó tres especies de peces en este lugar: la especie *Bryconamericus puruansus*, *Mugil curema* y *Trichomycterus punctulatus*. Se sabe de la presencia de truchas en la cuenca superior del Río Pativilca. (Knight Piésold, 1998).

Cuenca del Río Santa

Se muestrearon cinco lugares en la cuenca del Río Santa, desde una elevación de 3,640 msnm, cerca de Catac, hasta 4,010 msnm en la Laguna Conococha (Tabla 32). En la salida de la Laguna Conococha, se colectó trucha y la especie *Orestias agassii*. También se colectó *Orestias agassii* en los altos del Río Santa. Se advirtió la presencia de trucha en cuatro de los cinco lugares muestreados, incluyendo la Quebrada Utcuyacu. No se colectaron peces en el Río Santa, cerca a Catac. El muestreo de peces en este lugar fue complicado, debido a la alta turbidez, canalización y laderas interiores.

Cuenca del Río Huarmey

Los residentes locales de Huarmey, informaron acerca de la presencia de trucha y *Orestias* en la Laguna Ututo, en las nacientes de la subcuenca del Río Malvas, a una elevación de 4,420 msnm. El muestreo que se realizó a lo largo de las márgenes de la laguna dieron como resultado la colección de una especie de *Orestias* (Tabla 33). También se muestreó en el Río Malvas, a una elevación de 1,210 msnm, cerca de San Miguel. Aunque se informó de la presencia de truchas en este brazo de corriente, no se muestreó ningún pez en este lugar. En el Río Malvas, a una elevación de 850 msnm, se colectó una especie de pez joven, justo arriba de la confluencia de este río con el Río Cotaparaco.

Se muestrearon dos lugares en la subcuenca del Río Cotaparaco, los cuales se localizaron en la Quebrada Grillos y en la Quebrada Ichicmayo, a elevaciones de 3,100 msnm y 4,150 msnm, respectivamente. No se colectaron peces en estos lugares. Los residentes de Cotaparaco informaron acerca de la presencia de truchas en el Río Cotaparaco, en el brazo de corriente que se encuentra adyacente al centro poblado.

En el Río Huarmey, entre Malpaso y la costa del Pacífico, se muestrearon cinco lugares, a elevaciones de 390 msnm, 45 msnm, 15 msnm y 5 msnm. En total, se colectaron siete especies de peces y una especie de crustáceo. Las especies de peces incluyeron *Dormitator latifrons*, *Bryconamericus puruansus*, *Mugil curema*, *Lebiasina bimaculatus*, *Pimelodella*

yuncensis, *Poecilia velifera*, y *Trichomycterus punctulatus*. Las especies más comunes fueron las *B. puruansus* y *T. Punctulatus*, las cuales se colectaron en los cuatro puntos de muestreo. Tres especies, *D. latifrons*, *M. curema* y *P. velifera*, estaban confinadas a los brazos más bajos del Río Huarmey. En el estuario del Río Huarmey, se observó la presencia de *M. curema*.

Cuenca Del Río Fortaleza

En el Río Fortaleza, entre Apac y Pomay, se muestrearon dos lugares, a elevaciones de 2,150 msnm y 1,510 msnm, respectivamente (Tabla 34). En total, se muestrearon tres especies de peces. En el lugar de muestreo más alto, se colectó un espécimen simple de *Basilichthys semotilus*. En el lugar de muestreo más bajo, se colectó dos especies de peces, que incluyeron el *Bryconamericus puruansus* y el *Trichomycterus punctulatus*. Los residentes locales informaron acerca de la presencia de truchas en los brazos superiores de las cuencas.

Del medio a la zona baja del Río Fortaleza, entre Mandahuas y la costa del Pacífico, cuatro lugares fueron muestreados. A pesar que estos lugares no están directamente relacionados a la ruta propuesta para el concentraducto, el muestreo se realizó aguas abajo de Huaricanga. Las elevaciones de los lugares de muestreo fueron de 480 msnm, 70 msnm, 15 msnm y 5 msnm. En total, se colectaron siete especies de peces y una especie de crustáceo en estos cuatro lugares de muestreo. Las especies de peces incluyeron *Aequidens rivulatus*, *Awaos transandeanus*, *Bryconamericus puruansus*, *Mugil curema*, *Lebiasina bimaculatus*, *Poecilia velifera*, y *Trichomycterus punctulatus*. En el estuarion del Río Fortaleza, se observó la presencia de *M. curema* en grandes cardúmenes. Las especies más comunes fueron *B. puruansus*, *L. bimaculatus* y *T. punctulatus*. Estas especies estuvieron presentes en tres de los cuatro lugares de muestreo. En el Río Fortaleza, a una elevación de 480 msnm, se colectó un espécimen simple de *A. transandeanus*.

Pesca y Piscicultura de Subsistencia

Las especies de peces que se encuentran en las cuencas de baja elevación no se consideran importantes como fuente de alimentación de los residentes locales, debido a su tamaño reducido. La trucha introducida se utiliza como alimento de subsistencia en los lugares donde se encuentra presente, es decir, en las áreas de media y alta elevación. La pesca como actividad recreacional es una práctica poco común en la región de Ancash.

Las truchas en muchos de los ríos, particularmente aquellos a altas elevaciones, adyacentes a pequeñas comunidades son usadas por los residentes de los alrededores como alimento de subsistencia. En general, los residentes están bien informados acerca de la distribución local de la trucha, lo cual sugiere que este pez se utiliza como fuente alimenticia. Durante las épocas de flujos bajos, el curso principal de los ríos es desviado alrededor de una gran piscina, ya sea por el banco izquierdo o derecho, con canto rodado. Las truchas arcoiris que habitualmente se mueven aguas arriba hacia las pozas más profundas debido a la disminución del flujo y en busca de refugio, son capturadas a mano. La pesca manual y muchas desviaciones construidas anteriormente fueron observadas durante la evaluación. Los peces son altamente valorados ya que su densidad es baja.

En Racra Chaca, en el lado este del Río Pativilca, se encuentra una instalación para la piscicultura. Este lugar produce varias toneladas de trucha anualmente, la mayoría de las cuales se venden a las operaciones mineras existentes. La fuente de agua para estas pozas se obtiene de manantiales. Los efluentes de las pozas son descargados directamente al Río

Pativilca, sin tratamiento. Las truchas que escapan de las instalaciones podrían sobrevivir para reabastecer el Río Pativilca.

3.1.7.4 Conclusiones y Discusión

Distribución de Peces y Abundancia Relativa

Las áreas de las nacientes de las cuencas que se investigaron durante el estudio tienen faunas de peces consistentes en pocas especies, tal como se esperaría de estas altas elevaciones. En esta zona de nacientes, se colectaron dos especies, que incluyeron la trucha, la *Oncorhynchus mykiss*, que se encontró presente en todas las cuencas de nacientes, y la especie de carachi *Orestias agassii*, que se encontró en varias lagunas de altas elevaciones y en los brazos más altos del Río Santa. Las especies de bagre *Astroblepus simonsii* y *Trichomycterus* se colectaron en las cuencas más altas del Río Mosna durante estudios previos (Klohn Crippen - SVS, 1998).

Las zonas de cuencas de elevaciones medias también contienen pocas especies de peces. Durante la realización del estudio, sólo se colectaron especies de *Basilichthys semotilus*, *Astroblepus simonsii* y *Oncorhynchus mykiss* en las zonas de cuencas de elevación media. Las elevadas temperaturas del agua limitan la distribución de truchas aguas abajo, en las elevaciones medias. La calidad del hábitat de peces por lo general es bastante pobre en estas áreas, debido a los canales de moderadas gradientes y de corrientes entrampadas.

Se encontró que las áreas de cuencas de baja elevación son las que tienen mayor diversidad de especies. Esto se debe a la presencia de condiciones de hábitats más diversos y a la ausencia de barreras físicas para la colonización de las especies marinas. Los canales de agua de retorno y la vegetación acuática brindan condiciones favorables para las especies de agua salobre. Las algas filamentosas interiores brindan cobertura y son una fuente de alimentación para las especies consumidoras de plantas. Las especies marinas jóvenes utilizan los estuarios del Río Fortaleza y del Río Huarmey para su desarrollo a peces adultos.

Importancia Regional

Actualmente, no existe una lista oficial de especies de peces raras, en peligro, o en peligro de extinción en el Perú. Las especies de peces colectadas en la zona de estudio no son endémicas de la Cordillera Blanca o del departamento de Ancash o Huari. La trucha, como especie introducida y ampliamente introducida en el Perú, no garantiza el estatus de conservación. La especie de carachi *Orestias agassii*, mientras que por un lado es una especie endémica de la Puna y las regiones del Altiplano del Perú, del oeste de Bolivia y del norte de Chile, es también la especie más distribuida, abundante y de especies variables dentro del género de *Orestias* (Parenti, 1984). El bagre *Astroblepus simonsii* también es considerada como una especie endémica de los altos Andes del Perú. Las 10 especies restantes de peces colectadas durante el estudio están ampliamente distribuidas en los drenajes costeros de la parte occidental del Perú.

El género *Orestias* es un género endémico de las montañas andinas del Perú, Bolivia y Chile (Parenti, 1984). El hábitat preferido de estos géneros es el macrofito acuático, que se presenta en lagos y corrientes de baja gradiente de los Andes. La preferencia de esta especie en un hábitat angosto ha dado como resultado la colonización de las lagunas que se encuentran a altas elevaciones y la población reproductivamente aislada. La posibilidad del desarrollo de

especies alopátricas dentro del género de las *Orestias* es bastante grande. Es por eso que esta especie debe considerarse regionalmente importante y de importancia de manejo.

La trucha es utilizada como fuente alimenticia por algunos residentes de la zona de estudio. Su importancia como alimento garantiza algún estatus de manejo, en un esfuerzo por sostener las poblaciones. En los lugares donde se utiliza la trucha como fuente alimenticia, se debe hacer esfuerzos para mantener la viabilidad de las poblaciones existentes durante la construcción del concentrado.

3.1.8 Vegetación

Por naturaleza, las especies típicamente se agrupan en comunidades basándose en la homogeneidad florística, ecológica y fisiológica de un área (Roig, 1989). Con frecuencia, se hace referencia a estas especies como “asociaciones de plantas” o “formaciones vegetales”.

Este estudio identifica las comunidades de plantas a lo largo de la alineación del concentrado principalmente en términos de su composición florística. En los Andes y las regiones costeras del Perú, la composición florística puede utilizarse para describir la homogeneidad fisiológica y ecológica de cada comunidad. También se presenta información de las interacciones antrópicas y naturales dentro de cada comunidad. En las Tablas 35 a 42, se indican las especies características y otras especies asociadas por cada asociación de planta.

3.1.8.1 Descripción General de Asociaciones de Plantas

Asociación de Plantas Humedales Altoandinos

Los humedales altoandinos (Foto 20), la asociación de plantas dominantes en la mina y en las partes montañosas de esta área del proyecto, típicamente se presentan desde los 3,500 msnm a 5,000 msnm y se han desarrollado en respuesta a la alta humedad y a las temperaturas frías. La asociación de plantas de humedales altoandinos está dominada por pastos (típicamente *Stipa* y *Calamagrostis*) de las especies del género *Distichia* y *Oxycloe* y otras especies de pastos que representan las familias *Poaceae*, *Juncaceae*, *Scrophulariaceae* y *Fabaceae* (Tabla 35). Esta asociación de plantas típicamente se encuentra relacionada con zonas hidromórficas como deshielos de aguas subterráneas, rezumaderos y humedales.

La vegetación de los humedales altoandinos brinda un excelente hábitat para la vida silvestre, particularmente a las aves acuáticas migratorias, y de alguna manera contribuye a algunas formas de economía para las comunidades agro-pastorales pequeñas. Estas tierras de pasto sirven de fuente alimenticia para los animales domesticados y no domesticados que se usan para la subsistencia humana.

El ecosistema de los humedales altoandinos es muy sensible a la disturbancia. El sobrepastoreo puede causar un daño a las zonas de cultivo de algunas especies de plantas y el excesivo número de animales puede dañar el sistema de raíces, dando como resultado la compactación del suelo y la alteración del mismo. Los depósitos excesivos de desechos fecales pueden reducir la fertilidad y, por lo tanto, la fertilidad de estas áreas.

Asociación de Plantas Pajonales Altoandinos

En los Andes, existen grandes áreas de tierras de pastoreo naturales. La asociación de plantas pajonales altoandinos (Foto 21) generalmente se presenta entre los 3,000 msnm y los 5,000

msnm, y está compuesta por diversas especies de pastos (familia *Poaceae*), que incluyen especies de *Stipa*, *Calamagrostis*, *Festuca* y *Agrostis* (Tabla 36). Los pajonales altoandinos proporcionan hábitat para la vida silvestre, incluyendo pequeños mamíferos como tarucas, aves de los andes como los tñamos y reptiles como las lagartijas. Frecuentemente, los residentes locales utilizan estas áreas para el pastoreo del ganado, o los recursos de ésta como material de construcción para sus casas. La práctica de la incineración de pastos de tallos grandes para promover el crecimiento del ganado, con frecuencia favorece la destrucción del hábitat.

Asociación de Plantas Tolares Altoandinos

La asociación de plantas de tolares altoandinos (Foto 22) generalmente se presenta entre los 3,000 msnm y los 4,500 msnm, y está dominada por especies de arbustos resinosos como la *Arastrephia*, *Baccharis*, *Muhlenbergia* y *Tetraglochin* (Tabla 37). Con frecuencia, los arbustos son utilizados como leña, pero una vez extraídos, no vuelven a recolonizar el área sin ayuda. Las áreas de donde se ha extraído los arbustos normalmente son reemplazadas con pajonales altoandinos o en todo caso quedan sin vegetación y por lo tanto expuestas a los procesos de erosión eólico e hídrico.

Asociación de Plantas Almohadilla

La vegetación de plantas almohadilla y cespitosa o asociación de plantas almohadilla (Foto+23) se presentan en zonas localizadas sobre los 4,000 msnm. Los tipos de vegetación cespitosa están dominados por *Stipa*, *Festuca* y *Calamagrostis*, mientras que el tipo de vegetación almohadilla está dominada por *Pycnophyllum* y *Oxycloe*. Las especies más comunes de estas asociaciones de plantas incluyen el *Senecio*, *Perezia*, *Stangea*, *Werneria*, *Chersodoma*, *Bartsia*, *Nototriche*, *Plantago*, y algunas especies de cactus (Tabla 38).

Asociación de Plantas Bosque de Queñoa (Polylepis)

La asociación de plantas Bosque *Polylepis* (Foto 24), localmente llamadas queñoa, se presentan entre los 3,000 msnm y los 4,500 msnm, y es un complejo de bosques altoandinos naturales. Estos bosques generalmente crecen en taludes de talus empinados y en gradientes empinados. Los árboles de *Polylepis* toman entre 160 a 200 años para alcanzar un diámetro de 50 cm (diámetro en altura de pecho) y forman una parte importante en el proceso de estabilización de taludes naturales. En esta asociación de plantas, la especie dominante es la *Polylepis*, aunque con frecuencia los bosques comprenden una gran diversidad de especies que pueden incluir, por ejemplo, la *Mutisia*, *Solanum*, *Epidendrum*, y la *Calceolaria* (Tabla 39).

Los bosques de *polylepis* brindan un hábitat de alta calidad para la vida silvestre; sin embargo, estos bosques también son valorados por los residentes como fuentes de leña, de material de construcción y una gama de otros usos. Los bosques de *polylepis* en las áreas que serán cruzadas por la alineación del concentrador no tienen la misma presión de conservación y protección que en otras regiones del Perú. En algunas partes del Perú, todas las especies del género *polylepis* están protegidas por ley. Según lo estipulan las leyes de Flora y Fauna del Perú, es ilegal extraer árboles de *polylepis* para cualquier otro propósito que no sea el de la investigación científica (Decreto Ley N°21147, Artículo 29; Decreto Ley N°21798; y Resolución Ministerial N° 1082-90-AG/DGFF). En la sección 3.1.8.3 se presenta una discusión más detallada respecto a las especies de plantas raras o en peligro de extinción.

Asociación de Plantas de Laderas Bajas

La asociación de plantas laderas bajas (Foto 25) se presenta sobre los 1,200 msnm, en asociación con tierras de cultivo y pastizales, en las zonas de elevación media y alta de los Andes. Esta asociación de plantas consiste en plantas individuales o pequeños grupos de plantas, principalmente de *Furcrarea*, *Calceolaria*, *Puya* y *Austrocilindropuntia*, aunque también incluye *Senecio*, *Oxalis*, *Gynoxis*, *Solanum* y *Masdevalia* (Tabla 40).

Estas asociaciones de plantas son importantes para la estabilización de taludes en las áreas de elevación media, más de lo que lo son las *Polylepis* en elevaciones más altas, y brindan hábitat a los diversos grupos de vida silvestre. Varias especies de plantas espinosas, incluyendo la *Puya* y la *Austrocilindropuntia*, son utilizadas por los granjeros como material para construir sus cercos. A lo largo de las puntas de los cercos de roca, se colocan plantas vivas u hojas de plantas rodeando las tierras de cultivo, para evitar la entrada del ganado. No existen problemas de conservación relacionados a esta asociación de plantas.

Asociación de Plantas Matorrales y Monte Ribereño

La asociación de plantas matorrales y monte ribereño (Foto 26) consiste en una mezcla de especies de todos los estratos de vegetación (árboles, arbustos, hierbas y pastos). Estas asociaciones de plantas generalmente se presentan en las cercanías de un río o un lecho de río y son las asociaciones más comunes que se encuentran en las elevaciones media y alta de los Andes (por debajo de los 3,500 msnm). El aspecto más característico de esta asociación de plantas es la presencia de una gran variedad de especies de árboles que incluyen, por ejemplo, especies representativas de *Schinus*, *Prosopis*, *Alnus*, *Caesalpinia*, *Salix* y *Acacia* (Tabla 3.36). Normalmente, también se encuentra desarrollado un estrato de arbustos que incluye especies como *Baccharis*, *Calceolaria*, *Valeriana* y *Cortaderia*. Las hierbas incluyen la *Lupinus*, *Mutisia*, *Loasa* y *Kageneckia*.

La distribución de los diferentes tipos de estratos de vegetación no es mutuamente exclusiva y pueden encontrarse ya sea de manera separada o superpuestos unos sobre otros, dando la apariencia de parches que van desde áreas abiertas con pastos a áreas densamente pobladas de árboles. La distribución de especies en esta asociación de plantas está determinada por la elevación, por lo que la composición floral puede cambiar drásticamente desde el fondo de una cuenca hasta una cima. Estas características hacen que la asociación de plantas matorrales y monte ribereño sea la menos homogénea de todas las formaciones de la zona de estudio. Aunque la composición floral en estas zonas cambia, las características fisiológicas y los nichos ecológicos empleados por las especies en toda el área ribereña se mantienen constantes.

En algunas áreas, principalmente en las secciones de elevación media, esta asociación de plantas ha sido derivada a la agricultura y está siendo utilizada por los agricultores de manera intensiva. La mayor parte de estas tierras se han utilizado para cultivar vegetales, granos comerciales, alimentos para animales y como huertos. Los cultivos de los huertos incluyen el mamón (*Annona cordifolia*), la papaya de las montañas (*Carica pubescens*), guava (*Inga feullei*), zapotillo (*Lucuma ovata*), palta (*Persea americana*) y cereza peruana (*Sambucus Peruviana*). En algunas áreas, las prácticas agrícolas y/o el Fenómeno del Niño han provocado una erosión extensiva del suelo, de tal manera que la tierra ya no es apropiada para el cultivo.

Asociación de Plantas Xerofíticas y Cactus

La asociación de plantas que se encuentran dispersas en las zonas de elevación más bajas a lo largo de las alineaciones del concentrado está compuesta por cactus y plantas xerofíticas dispersas (Foto 27). Estas plantas están adaptadas a vivir en un ambiente árido a semiárido y son más comunes en el desierto o en zonas semi-desérticas, cerca de la costa. Las plantas características de esta formación incluyen los pastos *Aristida* y *Sporobolus*, especies de *Lycopersicum* y *Baccharis*, parches de pasto de *Tillandsia*, el cactus *Weberbauerocereus* y la *Opuntia* (Tabla 3.37).

En las zonas donde los suelos dominantes son los solonchak (salinos o estuarios), la vegetación es bastante escasa y generalmente se restringe a zonas que están protegidas contra la acción de las olas y del viento. Las especies adaptadas a la sal típicas que pueden encontrarse en estas zonas incluyen los pastos *Distichia*, *Sporobolus* y *Salicornia* (Foto 28). En las zonas estuarias, estas especies pueden incluir *Phragmites* y *Thypha*.

Las zonas costeras desérticas que se encuentran en las proximidades de los grandes estuarios, incluyendo el Río Fortaleza y el Río Huarmey se han convertido en tierras de uso agrícola, lo cual fue posible por las fuentes confiables de agua para la irrigación; estas zonas están siendo utilizadas intensamente para la actividad agrícola. Los cultivos más comunes que crecen en estas zonas modificadas incluyen la caña de azúcar, tubérculos, ají, y algunas plantaciones forestales.

3.1.8.2 Descripción de la Vegetación de las Alineaciones del Concentrado

Las siguientes subsecciones describen la ubicación y la frecuencia con que aparece cada asociación de planta dentro de los nueve segmentos de la alineación del concentrado. Sin embargo, desde una perspectiva florística, la subdivisión de la alineación por segmentos coloca barreras artificiales y en muchos casos, una asociación de planta específica es continua entre varios segmentos, por lo que una asociación puede presentarse en varios segmentos o en uno solo. La ubicación de cada asociación de planta se muestra en los Mapas 22 al 32.

Alineación Compartida: Antamina a Yanash Allash

Entre Antamina y Yanash Allash, se presentan las siguientes asociaciones de plantas:

- Asociación de Plantas Humedales Altoandinos: esta asociación de plantas se presenta en las zonas montañosas alrededor de la Laguna Canrash, en varios lagos pequeños, en barrancos y cuencas, y a lo largo de algunas secciones del camino existente.
- Asociación de Plantas Pajonales Altoandinos: esta asociación de plantas se presenta a lo largo de la alineación desde Antamina hasta Yanash Allash.
- Asociación de Plantas Almohadilla: esta asociación de plantas se presenta en zonas adyacentes a los humedales andinos y donde existe humedad en las áreas elevadas. También se encuentran en los fondos de las quebradas y en las áreas onduladas y/o planas, como en el norte de la Laguna Canrash.

Alineación Compartida: Yanash Allash a Conococha

Entre Yanash Allash y Conococha, se pueden encontrar las siguientes asociaciones de plantas:

- Asociaciones de Plantas Pajonales Altoandinos: esta asociación de plantas se presenta en todo el segmento, especialmente en las zonas más elevadas.
- Asociación de Plantas Tolares Altoandinos: existen unos pequeños parches de vegetación de tolares altoandinos cerca a Mojón.
- Asociación de Plantas Humedales Altoandinos: la ubicación más conspicua de esta asociación de plantas es en la Laguna Conococha. El humedal de la Laguna Conococha comprende un área de 1.5 km² en la planicie de Conococha, al sur del Parque Nacional Huascarán. La vegetación de los humedales que se encuentran en el lado norte de la laguna se ha visto fuertemente consumida por el ganado. Este sobrepastoreo ha dado como resultado una ligera degradación del humedal, y ha producido la compactación y por lo tanto la alteración del suelo.

Alineación A: Conococha a Chaucayán

Entre Conococha y Chaucayán, se presentan las siguientes asociaciones de plantas:

- Asociación de Plantas Humedales Altoandinos: la ubicación más conspicua de esta asociación de plantas es en la Laguna Conococha. El humedal de la Laguna Conococha comprende un área de 1.5 km² en la planicie de Conococha, al sur del Parque Nacional Huascarán. La vegetación de los humedales que se encuentran en el lado norte de la laguna actualmente se está utilizando para actividades de pastoreo. Este sobrepastoreo ha dado como resultado una ligera degradación del humedal y ha producido la compactación y por lo tanto la alteración del suelo.
- Asociación de Plantas Pajonales Altoandinos: esta asociación de plantas alterna con la asociación de plantas de tolares altoandinos entre Pillo Cancha y Cajacay. La asociación se presenta sola entre Cajacay y Conococha.
- Asociación de Plantas Tolares Altoandinos: esta asociación de plantas se presenta en las zonas que se encuentran entre Cajacay y Pillo Cancha y alterna con las asociaciones de planta de pajonales altoandinos.
- Asociación de Plantas Laderas Bajas: esta asociación de plantas se presenta en los taludes o en las márgenes de los caminos, especialmente en los alrededores de los puentes Huerta, Chuccho y Luis Pardo, y entre Raquia y Chaucayán.
- Asociación de Plantas Matorrales y Monte Ribereño: esta asociación de plantas se encuentra de manera adyacente a Pillo Cancha, Cajacay, Raquia y Chaucayán, y alterna con áreas agrícolas.

Alineación A: Chaucayán a Huaricanga

Entre Chaucayán y Huaricanga, se presentan las siguientes asociaciones de plantas:

- Asociación de Plantas Laderas Bajas: esta asociación de plantas se presenta desde Huaricanga hasta Chaucayán, particularmente en el lado izquierdo del valle del Río Fortaleza (mirando hacia aguas abajo).
- Asociación de Plantas Matorrales y Monte Ribereño: esta asociación de plantas se presenta en la margen derecha de la carretera Fortaleza (mirando hacia aguas abajo). Entre Huaricanga y Chasquitambo, esa asociación de plantas alterna con las áreas agrícolas costeras que se encuentren entre Chasquitambo y Chaucayán y alterna con quebradas y áreas agrícolas piedemonte.

Alineación A: Huaricanga a Puerto Huarmey

Entre Huaricanga y Puerto Huarmey, se presentan las siguientes asociaciones de plantas:

- Asociación de Plantas Matorrales y Monte Ribereño: esta asociación de plantas se presenta cerca a Huaricanga, donde la elevación del valle del Río Fortaleza es lo suficientemente alto como para sostener asociaciones de estas plantas. Esta asociación de plantas alterna con áreas cultivadas, aunque en algunas áreas los fenómenos naturales (como El Niño) han destruido la vegetación natural y cultivada, dejando las áreas absolutamente desérticas.
- Asociación de Plantas Xerofíticas Dispersas y Cactus: esta asociación de plantas se presenta a lo largo de gran parte de la alineación desde Huaricanga hasta Puerto Huarmey. Frecuentemente alterna con áreas de cultivo localizadas o con áreas desérticas.

Alineación B: Conococha a Laguna Ututo

Entre Conococha y la Laguna Ututo, se presentan las siguientes asociaciones de plantas:

- Asociación de Plantas Pajonales Altoandinos: esta asociación de plantas se presenta entre Conococha y la Laguna Ututo, y alterna con asociaciones de plantas tolares altoandinos.
- Asociación de Plantas Tolares Altoandinos: esta asociación de plantas se presenta entre Conococha y la Laguna Ututo, y alterna con asociaciones de plantas pajonales altoandinos.
- Asociación de Planta Humedales Altoandinos: esta asociación de plantas se presenta en los alrededores de las márgenes de la Laguna Conococha, la Laguna Mashacocha y la Laguna Ututo.

Alineación B: Laguna Ututo a San Miguel

Entre la Laguna Ututo y San Miguel, se presentan las siguientes asociaciones de plantas:

- Asociación de Plantas Laderas Bajas: esta asociación de plantas se presenta en los taludes bastante empinados entre la Laguna Ututo, Cotaparaco y Cochapetí. En el valle de la Quebrada Paria, se aprecia la presencia local de *Polylepis*.
- Asociación de Plantas Bosques de *Polylepis*: los bosques de *polylepis* se presentan en los taludes superiores del valle de la Quebrada Paria, y en la vecindad de la Quebrada Quenua y Cotaparaco.
- Asociación de Plantas Matorrales y Monte Ribereño: esta asociación de plantas se presenta en las zonas ribereñas del Río Cotaparaco, la Quebrada Quechuap y el Río Malvas. En los tres valles, esta asociación de plantas sirve como sostenimiento de áreas localizadas para la actividad agrícola.

Alineación B: San Miguel a Puerto Huarmey

Entre San Miguel y Puerto Huarmey, se presentan las siguientes asociaciones de plantas:

- Asociación de plantas Matorrales y Monte Ribereño: esta asociación de plantas se presenta en las zonas ribereñas del Río Malvas y del Río Huarmey. Generalmente, estas plantas están reemplazadas con cantidades crecientes de tierra de cultivo aguas abajo de Molino Pampa, yendo hacia Huarmey.
- Asociación de Plantas Laderas Bajas: esta asociación de plantas se presenta en todo el valle del Río Huarmey, aguas arriba de la vegetación agrícola y ribereña y de la Hacienda Mandingo.
- Asociación de Plantas Xerofíticas Dispersas y Cactus: esta asociación de plantas se presenta a lo largo de 14 km del valle de Huarmey, entre la Hacienda El Chilcal y la Hacienda Mandingo. A lo largo de la carretera, se han plantado árboles para estabilizar el camino y reducir la erosión. En algunas áreas, los fenómenos naturales han destruido tanto la vegetación natural como la cultivada.

Variante de la Alineación B: Cotaparaco a Molino Pampa

Entre Cotaparaco y Molino Pampa, se presentan las asociaciones de plantas que veremos a continuación. Este segmento cubre el valle del Río Cotaparaco hasta su confluencia con el Río Malvas (cerca a Molino Pampa).

- Asociación de Plantas Laderas Bajas: esta asociación de plantas se presenta desde Santa Cruz (San Miguel) hasta Molino Pampa. Se encuentra en los taludes altamente disectados y está dominada por pastos alternados con arbustos.

- Asociación de Plantas Bosque de *Polylepis*: esta asociación de plantas se presenta a manera de parches en los bosques altoandinos, en las áreas adyacentes, y aguas arriba, de Cotaparaco.
- Asociación de Plantas Matorrales y Monte Ribereño: esta asociación de plantas se presenta en los taludes más bajos del valle de la cuenca del Río Cotaparaco. Esta asociación de plantas se ha visto reemplazada por la agricultura, particularmente en los alrededores de Santa Cruz (San Miguel), San Isidro, Acopampa, Huantun, San José, Medio Mundo, Pirauya, Santa María, Hiuchay y Molinopampa.

3.1.8.3 Especies Raras, en Peligro y Endémicas

La Clasificación Oficial de las Especies de Flora y Fauna en Peligro en el Perú (Resolución Ministerial N° 1710-77-AG/DGFF, 1977), incluye las especies *Polylepis*, *Buddleja* y *Puya raimondii*, como “especies de plantas en peligro de extinción”. Las especies de plantas en peligro de extinción se definen como “plantas que están en peligro inmediato de desaparecer y cuya supervivencia es imposible si los factores responsables de la actual condición de las especies continúa”. Del Carpio y CDC-UNALM (1996) también han publicado una lista de especies raras, en peligro o endémicas para el Departamento de Ancash. Esta lista, la cual incluye las especies *Polylepis*, *Buddleja* y *Puya Raimondii*, indica que existen 15 especies de plantas con problemas de manejo (Tabla 43). Esta clasificación de cada especie se basa en las recomendaciones de especialistas, revisión de bibliografía, grado de endemnicidad, grado de restricción de distribución y cantidad de destrucción de hábitat.

Existen cuatro especies de *Polylepis* descritas para el Departamento Ancash: *P. incana*, *P. racemosa*, *P. sericea*, y *P. weberbaueri*; y 3 especies de *Buddleja*: *B. bullata*, *B. coriacea*, y *B. incana* (Brako y Zarucchi, 1993). Las leyes que protegen las especies *Polylepis*, y *Buddleja* no son aplicables a todas las zonas del Perú. En algunas regiones, estas especies están protegidas, mientras que en otras no. La Resolución Ministerial No 1082-90-AG/DGFF no especifica si las especies *Polylepis* y *Buddleja* están protegidas en el Departamento Ancash, o si todas las especies de *Polylepis* y *Buddleja* están protegidas. En este estudio, las especies *Polylepis* y *Buddleja* están consideradas como especies en peligro de extinción y deben ser protegidas.

Mientras la Resolución Ministerial 1710-77-AG/DGFF coloca en su lista a la *Puya raimondii* como especie “en peligro”, Del Carpio y CDC-UNALM la colocan como especie “vulnerable”. Sin embargo, en este estudio se consideró que la *Puya raimondii* es una especie “en peligro” y debe ser protegida. En las cercanías de Pachapaqui, se puede observar un pequeño bosquecito de “rodales” de *Puya raymondii*. Sin embargo, este bosquecito será colocado en otro lugar, lejos de la alineación, y la construcción del concentrado no lo afectará.

3.1.9 Vida Silvestre y Hábitat de Vida Silvestre

3.1.9.1 Vida Silvestre

La vida silvestre registrada a lo largo de las rutas alternativas propuestas para el concentrado incluyó 62 especies de aves, 12 especies de mamíferos, 3 especies de anfibios, y por lo menos 2 especies de reptiles que no incluyeron serpientes (Tabla 44). La única

especie registrada que está considerada como especie rara o en peligro por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) fue el flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*). Otra especie, el zorro andino (*Pseudalopex culpaeus*) se encuentra en la lista de la Convención de Comercio Internacional de Especies en Peligro (CITES) como especie amenazada por el drástico descenso de su población en un período bastante corto (5 años). Siete especies identificadas en el área del proyecto, incluyendo el flamenco andino, están protegidas por las leyes peruanas (Resolución Ministerial N°1082-90-AG/DGFF). Todas las otras especies identificadas o reportadas por los residentes locales son especies comunes o se encuentran presentes en una gran variedad de zonas geográficas.

Métodos

El reconocimiento de la vida silvestre se llevó a cabo durante dos visitas de campo, una realizada a fines de mayo de 1998 y la otra a fines de julio del mismo año. Los métodos utilizados incluyeron observaciones directas (visuales y conteos de llamadas) e indirectas (señales, rastros, huellas), reconocimiento en diferentes puntos y entrevistas con los residentes. Todas las observaciones incluyeron hora, fecha, ubicación georeferencial, especies observadas, número de individuos, tipo de hábitat y tipo de observación (visual, conteo de llamadas, rastros, huellas u otra clase de signos). Las especies de aves se identificaron utilizando los métodos propuestos por Fjeldsa y Krabbe (1990), Braulio y Guillermo (1992) y De la Peña y Rumboll (1998).

Resultados

Las siguientes secciones se crearon sobre la base de la geografía de las alineaciones del concentrado y no son contingentes con los cambios de la vegetación y del hábitat de los animales silvestres. Sin embargo, para esta discusión, se corta la alineación en segmentos convenientes para una adecuada descripción.

Alineación Compartida: Antamina a Yanash Allash

Se identificó o informó que existen 21 especies de aves y 10 especies de mamíferos en la zona de la alineación del concentrado entre el asiento minero y Yanash Allash (Tabla 45). Toda la alineación de esta sección se encuentra dentro del ecosistema Puna y se caracteriza por sus agrupaciones de pastos de las especies *Stip* y *Calamagrostis* y sus plantas almohadilla de especies *Pycnophyllum* y *Oxychloe*. El hábitat más importante a lo largo de esta sección de la alineación es la Laguna Canrash, la cual sostiene numerosas poblaciones de especies de aves, que incluyen la focha gigante (*Fulica gigantea*), el ganso andino (*Chloephaga melanoptera*), el colimbo plateado (*Podiceps occipitalis*) y los cinclodes (*Cinclodes fuscus*)

Alineación Compartida: Yanash Allash a Conocochoa

Se identificó o reportó que existen 40 especies de aves y 6 especies de mamíferos a lo largo de la alineación entre Yanash Allash y Conocochoa (Tabla 46). La alineación de esta sección se encuentra dentro de los ecosistemas Puna y Páramo. El hábitat más importante en esta sección de la alineación es la Laguna Conocochoa. Esta laguna abriga poblaciones de dos especies de flamencos, el flamenco andino (especie que se encuentra en la lista roja de la IUCN) (Mapa 33) y el flamenco andino (*Phoenocopterus chilensis*), y otras especies. Los

humedales que se encuentran en los alrededores de la laguna y que bordean el Río Santa aguas abajo de la laguna son hábitats muy importantes para un número de especies que viven en humedales, entre las cuales destacan el ibis de la Puna (*Plegadis ridgwayi*), el ganso andino, el avefría andina (*Vanellus resplendens*), y otras especies migratorias más grandes, como el zarapito (*Tringa melanoleuca*), la garza bueyera (*Bubulcus ibis*) y la garza nocturna de cabeza negra (*Nycticorax nycticorax*). Una población de vicuñas (*Vicugna vicugna*) también ha sido reportado de frecuentar el área entre Chiquian y Conococha (Jorge Recharte, com. pers.).

Alineación A: Conococha a Chaucayán

A lo largo de la alineación del concentrado, desde Conococha hasta Chaucayán, se identificaron 14 especies de aves. Aunque no se identificó ninguna especie de mamífero en esta sección, se espera que por lo menos 7 especies de mamíferos habiten el área (Tabla 47). El hábitat en esta sección de la alineación es una mezcla de pajonales altoandinos, tolales y vegetación de matorrales y montes ribereño. Las especies dominantes que se encuentran en esta zona son grupos mezclados de pinzones amarillos (*Sicalis spp.*), anis de pico suave, atrapamoscas y varias especies de gorriones. También se espera que las ratas negras (*Rattus rattus*) y las ratas arroceras (*Oryzomys spp.*) sean especies comunes en estas zonas agrícolas.

Alineación A: Chaucayán a Huaricanga

En esta sección del concentrado que abarca desde Chaucayán hasta Huaricanga, se identificaron 12 especies de aves (Tabla 48). Esta área es similar a la sección que abarca desde San Miguel hasta Huarmey en el sentido de que ambas tienen crecimiento de vegetales que se restringe a la zona del plano de inundación. Los hábitats que se encuentran a lo largo de la alineación de esta sección incluyen los pajonales altoandinos, tierras agrícolas irrigadas y no irrigadas, vegetación de matorrales y monte ribereño, y vegetación de laderas bajas. Entre las especies comunes, se aprecian el ani de pico suave, el buitre negro, el cernícalo americano, y la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*). Se espera que las ratas blancas y las ratas arroceras sean especies comunes presentes en las zonas agrícolas y urbanas.

Alineación A: Huaricanga a Puerto Huarmey

En las zonas agrícolas, a lo largo de la alineación entre Huaricanga y Puerto Huarmey, se identificaron 5 especies de aves y 4 especies de mamíferos (Tabla 49). La mayor parte del área de este segmento es un desierto costero y es inadecuado como hábitat de animales silvestres. La mayor parte de las observaciones que se hicieron en este segmento se hicieron en la zona baja del valle del Río Fortaleza. Las especies dominantes fueron la garza bueyera, el buitre negro y el ani de pico suave. Se espera que en esta zona la presencia de ratas negras y ratas arroceras sea bastante común. La enfermera del centro de salud local indicó que ocasionalmente se encontraban serpientes en los campos, pero que en general no eran venenosas (Familia Colubridae). Asimismo, también se ha observado ocasionalmente la presencia de zorros, probablemente *Pseudalopex griseus*. La muerte de algunos chagas (*Trypanosoma cruzi*) ha provocado problemas en la comunidad.

Alineación B: Conococha a Laguna Ututo

En el área que se encuentra entre Conococha y La Laguna Ututo, se han identificado 13 especies de aves, 1 especie de mamífero y 1 especie de anfibio (Tabla 50). Se espera que en la zona también se encuentren varias especies de mamíferos. Esta sección de la alineación se encuentra dentro del ecosistema Puna. El hábitat más importante a lo largo de este segmento de la alineación es la Laguna Ututo, la cual alberga a poblaciones de fochas gigantes, fochas andinas (*Fulica ardesiaca*), garzas nocturnas de cabeza negra y gaviotas andinas (*Larus serranus*). Varias áreas que se encuentran a lo largo de esta parte de la ruta presentan características de rocas grandes que probablemente sirven de hábitat a varias especies de aves pequeñas, incluyendo cinclodes, tiranos de tierra de la Puna (*Muscisaxicola juninensis*) y mineros de Puna (*Geositta punensis*).

Alineación B: Laguna Ututo a San Miguel

En la alineación que comprende desde la Laguna Ututo hasta San Miguel, se identificaron 14 especies de aves, 2 especies de anfibios y 2 especies de lagartijas (Tabla 51). La mayoría de las aves que se observaron en esta zona estuvieron dentro del área del valle de la Quebrada Quehuap, al oeste de Cochapetí, aunque la diversidad de las especies que se encuentran en los valles de la Quebrada Quehuap y del Río Cotaparaco es similar. En la Laguna Ututo y Cotaparaco existen varios ecosistemas, entre los cuales están la Puna, Bosque Húmedo y la Montañas de Estepas. Los tipos de hábitat presentes en la zona incluyen los humedales altoandinos, pajonales altoandinos, plantas almohadilla, tolares, bosques de *Polylepis*, vegetación de matorrales y monte ribereño, y una reducida vegetación de taludes cubiertos.

A lo largo de la ruta existente que lleva a Cotaparaco, se encuentra un bosque remanente de árboles de *Polylepis*. En este bosque remanente, la fauna de aves fue mucho más diversa que en las zonas no forestadas, e incluyó especies como el pinzón con capucha (*Spinus magellanicus*), gorrión amarillo verdoso (*Sicalis olivascens*) y varias especies de colibrís.

En el valle de la Quebrada Quehuap hay tres ecosistemas representados: Puna, Monte de Estepas y Estepa Espinosa, con variantes locales en cada uno de ellos. Los tipos de hábitats presentes en esta zona incluyen el hábitat de matorrales y monte ribereño, pajonales altoandinos y un reducido hábitat de taludes cubiertos. La diversidad de especies de aves y la abundancia de reptiles fueron mayores en el hábitat de matorrales y monte ribereño.

Alineación B: San Miguel a Puerto Huarmey

En la sección de la alineación entre San Miguel y Puerto Huarmey, se identificaron 29 especies de aves, 2 especies de anfibios y 2 especies de lagartija (Tabla 52). Se espera que en el área hayan por lo menos 7 especies de mamíferos. En esta sección, existen cuatro hábitats: hábitat de laderas bajas en los lados del valle de elevación media, tierras agrícolas irrigadas y no irrigadas en el plano de inundación y cactus y plantas xerofíticas dispersas en las zonas desérticas y a lo largo de la costa. Aguas abajo de San Miguel, justo donde la Quebrada Quehuap se une con el Río Cotaparaco, la gradiente del río se torna menos empinada y el valle se vuelve más ancho, permitiendo un mayor uso del plano de inundación para la agricultura. Esto ha dado como resultado el aumento de la cantidad de disturbancia en los suelos que

sirven de sustento para las especies de animales silvestres. Las especies más comunes en esta región fueron el ani de pico suave (*crotophaga sulcirostris*), el cernícalo americano (*Falco sparverius*), el buitre negro (*Coragyps atratus*) y la garza bueyera. También se espera que las ratas negras (*Rattus rattus*) y las ratas arroceras (*Orizomys spp.*) sean comunes en las zonas agrícolas.

3.1.9.2 Hábitat de Vida Silvestre

El hábitat de los animales silvestres generalmente está de acorde con los tipos de vegetación (asociaciones de plantas) que se encuentran a lo largo de la alineación del concentrado. Existen 5 tipos de hábitat identificados en las elevaciones más altas a lo largo de la alineación del concentrado, que son: Humedales Altoandinos, Pajonales Altoandinos, Plantas Almohadilla, Tolares Altoandinos y Bosques de *Polylepis*. También existen cinco tipos de hábitats en las zonas de elevación más bajas, que son: tierras agrícolas irrigadas intercaladas con vegetación natural, tierras agrícolas no irrigadas intercaladas con vegetación natural, vegetación de matorrales y monte ribereño, plantas xerofíticas dispersas y cactus, y vegetación de laderas bajas.

Humedales Altoandinos

El hábitat de los humedales altoandinos se caracteriza por la presencia de pastos de *puna* (*Stipa*, *Calamagrostis*, *Distichia* y *Oxycloe*) y está tipificada por la Laguna Conococha, Laguna Mashacoccha y los humedales de la Laguna Ututo. Los habitantes comunes de estas zonas incluyen el ganso andino, el cinclode, el avefría andina, y el negrito de espalda rufa (*Lessonia rufa*). También es posible encontrar especies migratorias como los grandes zarapitos (*Tringa melanoleuca*) y la garza nocturna de cabeza negra (*Nycticorax nycticorax*) en este hábitat durante la estación de invierno en Norteamérica. La Laguna Conococha también proporciona fuentes de alimento a dos especies de flamencos, el flamenco andino que se encuentra en la lista roja de la UICN, y el flamenco chileno.

Pajonales Altoandinos

El hábitat de los pajonales altoandinos puede estar formado por pastizales o tierras de cultivo, dependiendo de la elevación, capacidad de suelo y requerimientos de uso de las comunidades agrícolas locales. Los cultivos en altas elevaciones incluyen avena, cebada, arvejas y heno. Los cultivos en elevaciones moderadas incluyen maíz, frejoles, cebada, trigo y papas. En estas elevaciones también se pueden encontrar plantaciones de eucalipto y pino. El ganado está compuesto principalmente de ovejas, aunque también se observan vacas, cabras, cerdos, burros y caballos. Las especies de animales silvestres características de la zona incluyen los pinzones amarillo verdosos, el tirano de tierra de la Puna (*Muscisaxicola juninensis*), el cernícalo americano y el pájaro carpintero andino (*Colaptes rupicola*). La vicuña (*Vicugna vicugna*) también habita en este tipo de habitat entre Chiquian y Conococha (Jorge Recharte, com. pers.).

Plantas Almohadillas

El hábitat de plantas almohadilla se caracteriza por estar dominadas por dos especies de plantas almohadilla, que son la *Pycnophyllum* y el *Oxychloe*. Estas especies puede formar

grandes conjuntos de “matas” o “almohadilla” de vegetación con profundidades de hasta 30 cm. La vida silvestre típica en este hábitat incluye el ganso andino, el tirano de tierra de la Puna, el minero de la Puna, y el gorrión amarillo verdoso. Gran parte de las observaciones de gansos andinos al norte de la Laguna Conococha fue dentro del tipo de hábitat de plantas almohadilla.

Tolares Altoandinos

Los tolares altoandinos se caracterizan por la presencia de especies de arbustos resinosos altoandinos como la *Parastrephia*, *Baccharis Muhlenbergia* y *Tetraglochin*. Los animales silvestres característicos de la zona son el gorrión amarillo verdoso, el pinzón con capucha, el cernícalo andino y el zorro andino.

Bosque de Queñoa (Polylepis) Forest

En algunas áreas de taludes empinados de talus, a lo largo de la alineación del concentrado, existen algunos bosques remanentes de *Polylepis*. Estos bosques se caracterizan por la presencia de árboles de *Polylepis* con una subplantación bien desarrollada de arbustos y hierbas. No existe una especie dominante de *Polylepis*, pero sí una colección de varias especies. Los animales silvestres característicos de la zona son el pinzón con capucha (*Carduelis magellanica*), varias especies de gorriones amarillos, varias especies de colibrís, incluyendo el colibrí de cola de metal negro (*Metallura phoebe*) y el zorro andino. En los bosques de *Polylepis*, se han realizado varios estudios, incluyendo los efectuados por Fjeldsa (1993) y Hjarsen (1998).

Tierras Agrícolas Irrigadas

Las tierras agrícolas irrigadas se encuentran a lo largo de los planos de inundación de los sistemas de drenaje principales a baja elevación, aunque también se pueden encontrar en algunas áreas en los lados de los valles, donde se han creado canales de irrigación (vertederos). La vegetación típica de las zonas depende de las necesidades de las comunidades agrícolas locales. Los cultivos de baja elevación como los que se encuentran en los planos de inundación del Río Huarmey y el Río Fortaleza incluyen vegetales, ají, frutas, tomate, clavelón y caña de azúcar. Los animales silvestres presentes en estas zonas incluyen el ani de pico suave, el cernícalo americano y los gorriones de collar de nuez (*Zonotrichia capensis*), el buitre blanco, la rata negra y la rata arrocerá.

Tierras Agrícolas No Irrigadas

Estas áreas no están beneficiadas con las actividades de irrigación y generalmente son menos productivas que las regiones irrigadas. El crecimiento de los cultivos puede ser el mismo que en las zonas irrigadas, pero las especies más comunes que se encuentran en estas zonas se limitan al trigo, cebada, avena y heno. Los animales silvestres que se encuentran dentro del hábitat agrícola seco son los sinsontes de cola larga (*Mimus longicaudus*), los gorriones amarillos, los atrapamoscas (*Pyrocephalus rubinus*) y la rata arrocerá.

Habitat de Matorral y Monte Ribereño

El hábitat de matorrales y monte ribereño se caracteriza por la presencia de estratos de árboles bien desarrollados que incluyen el *Schinus*, *Prosopis*, *Alnus*, y *Acacia*, y muchas especies de arbustos, que incluyen *Baccharis*, *Calceolaria* y *Valeriana*. En esta zona, también se encuentra presente una gran variedad de especies que pertenecen a la familia de las papas (*Solonaceae*). La vida silvestre en esta área es variada, dependiendo de las especies de arbustos dominantes. El animal que es consistente con este tipo de región es la lagartija *Liolaemus* (lagartija sudamericana). Otras especies que se encuentran en este hábitat son la lagartija de cuello blanco (*Streptoporcne zonaris*), el cernícalo americano, la rana *Tomopternus* y algunas especies de gorriones amarillos.

Plantas Xerofíticas Dispersas y Cactus

Este hábitat se presenta en zonas de elevación baja, arriba de los planos de inundación del río. Este tipo de plantas es predominante en el valle del Río Fortaleza, pero es menos común en el valle del Río Huarmey. La vegetación dominante incluye las especies de cactus *Weberbauerocereus* y la *Opuntia*, así como los pastos *Aristida* y las especies de desarrollo terrestre *Tillandia* y los arbustos *Baccharis*. La vida silvestre en este hábitat no es muy común, debido a que la zona es bastante seca e inadecuada para la vida silvestre. Las especies que se observaron en estas áreas incluyen el gallinazo de cabeza negra y el gallinazo turco, aunque son muy transitorios.

Vegetación de Laderas Bajas

La asociación de plantas laderas bajas generalmente se encuentran asociadas con tierras de cultivo y pastizales que se hallan a más de 1,200 msnm. Esta asociación de plantas consiste en plantas individuales o grupos de plantas, principalmente de *Puya*, *Furcraea*, *Calceolaria*, y *Austrocilindropuntia*. Los animales silvestres característicos de la zona incluyen las especies de gorriones, pinzones amarillos y aves de rapiña, así como atrapamoscas, sinsontes de cola larga y zorro gris.

3.1.9.3 Especies de Animales Silvestres Raros y en Peligro

A lo largo de las rutas alternativas para el concentraducto, sólo se identificó una especie que se encuentra en Lista Roja de la UICN. Esta especie es el flamenco andino (Foto 29), que fue identificado en la Laguna Conococha durante la evaluación del by-pass de la ruta sur por Knight Piésold Consultores S.A., en mayo de 1998. El flamenco andino es considerado como una especie vulnerable por la UICN, debido a la extensión limitada de su hábitat de reproducción. Se sabe que estas especies se reproducen sólo en algunos lugares, la mayoría de ellos ubicados en Chile. Los flamencos andinos, que son considerados nómadas por su búsqueda de comida, generalmente habitan lagunas salobres, donde no existe una directa competencia con los peces por el zooplancton y el abastecimiento de comida de invertebrados (Hurlbert *et al*, 1986). No existen signos de reproducción de flamencos en la Laguna Conococha. Esta laguna no se verá impactada por la construcción del concentraducto en la medida que éste esté alineado en la carretera existente y se tomen medidas de mitigación como control de sedimentos y otras.

Otra especie, el zorro andino, se encuentra en la lista del CITES como una especie amenazada por el descenso de su población de más de 10% en 5 años. No existe información disponible que indique las circunstancias sobre las cuales se ha incluido a esta especie dentro de las especies amenazadas en el Apéndice I del CITES. El zorro andino es un animal de tamaño mediano, de longitud grande y es más parecido al perro que otros miembros de la familia de zorros. Típicamente, este animalito se alimenta de pequeños mamíferos, aves y huevos de aves, aunque también es un cazador oportunista. Aunque este animal ha sido reportado por todos los residentes entrevistados, sólo uno de ellos los ha visto al sur de Conococha, en mayo, durante la evaluación del camino del by-pass de la ruta sur (Knight Piésold, 1998).

Siete especies de vida silvestre que se encuentran presentes en la zona del proyecto actualmente están protegidas por las leyes peruanas, según Resolución Ministerial N°1082-90-AG/DGFF. Estas especies son el cóndor andino (*Vultur gryphus*), el flamenco andino, el pájaro carpintero andino (*Colaptes rupicola*), el pelícano marrón (*Pelecanus occidentalis*), la focha gigante, el gato andino (*Oncifelis colocolo*), el zorro andino y la taruca (*Hippocamelus antisensis*). En la Tabla 53, se presenta una lista de estas especies, donde se especifica su estatus y la agencia reguladora que los indica como especies en peligro. La lista de las especies protegidas en el Perú está publicada en el *Libro Rojo de la Fauna Silvestre del Perú* (Pulido, 1991).

Durante los estudios de línea base, ningún nido de condor andino (*Vultur gryphus*) fue identificado a lo largo de las alineaciones propuestas. Vicuñas (*Vicugna vicugna*), que son consideradas de bajo riesgo pero de conservación dependiente por la IUCN, han sido reportadas a lo largo de la alineación entre Chiquian y la Laguna Conococha (Jorge Recharte, com. pers.) sin embargo ninguna fue observada durante las investigaciones de línea base.

3.2 INSTALACIONES PORTUARIAS

A continuación se presenta una revisión de la Línea Base Ambiental en el Puerto tomada del EIA (Klohn Crippen - SVS, 1998).

3.2.1 Fisiografía

La ubicación del puerto propuesto se encuentra inmediatamente adyacente a un pequeño pueblo pesquero “Puerto Grande”, en la península de Cabeza de Lagarto, en un área de 1 km de largo y ancho, y con una pendiente suave hacia la costa. La fisiografía del Puerto Huarmey es típica de la línea costera peruana (Foto 30). El terreno es ondulado, con taludes no muy inclinados, con una altura de 80 m, el cual se muestra intercalado con áreas de bajo relieve, generalmente en los alrededores de los estuarios de los ríos. Estas áreas pueden tener 1 km de exceso en longitud y extensión y bajar gradualmente hasta la costa. La línea costera presenta un gradiente en dirección hacia el mar de 15% (Klohn Crippen, 1998) con profundidades que alcanzan los 30 m dentro de los 200 m de la costa. Mar adentro, se presenta varias islas pequeñas y afloramientos de roca.

Las formaciones geológicas del Puerto Huarmey están dominadas por andesitas de la Formación La Zorra, que subyacen bajo una capa delgada de material coluvial transportado por el viento. Las áreas de relieve bajo se han formado por la deposición de material eólico.

3.2.2 Consideraciones Geotécnicas

Los taludes existentes en la costa del lugar propuesto para las instalaciones portuarias típicamente se caracterizan por sus bajas gradientes y por ser estables. Los riscos empinados existentes que se encuentran a lo largo de la línea costera están sujetos a la erosión a largo plazo, debido a la acción de las olas en la costa. Parece ser que esta erosión no causa ninguna forma de inestabilidad de taludes en estos riscos. Se espera que no haya ningún problema geotécnico durante la excavación que se haga para la construcción de las instalaciones portuarias.

3.2.3 Suelos

Desde la Carretera Panamericana en Paypay hasta el Puerto Huarney, pueden apreciarse suelos solonchak y pequeñas formaciones líticas asociadas a litosoles desérticos (suelos eólicos originalmente). Los suelos solonchak están restringidos a las zonas litorales mareales y al estuario del Río Huarney, y tienen poca o ninguna capacidad para soportar vegetación. A lo largo de la costa, algunas especies de plantas adaptadas a la sal, como la *Salicornia* y la *Distichia* han colonizado los estrechos del estuario y algunas zonas de abrigo. En los suelos altamente irrigados, a lo largo de los lados de la carretera Panamericana, se han plantado algunos cultivos de caña de azúcar, dentro del área de suelos litosoles desérticos.

3.2.4 Meteorología

En el Estudio de Impacto Ambiental realizado por Klohn Crippen (1998), se presenta una breve descripción y discusión acerca de las condiciones climáticas y meteorológicas de la zona del puerto en Huarney, que incluyen temperatura, precipitación, evaporación, humedad relativa, y velocidad y dirección del viento. La temperatura mensual promedio estimada en Huarney varía de 14°C a 23°C. Las temperaturas mensuales máximas promedio se presentan durante el verano, en los meses de febrero y marzo. Las temperaturas mensuales mínimas promedio se presentan durante el invierno, en el mes de agosto. La mayor temperatura promedio registrada en un mes simple fue de 27.3°C, mientras que la más baja fue de 8.6°C.

Los datos de precipitaciones pluviales disponibles en Huarney se limitan a 38 lecturas mensualmente continuas que datan de los años 1966 a 1969. Durante 3 meses, ocurrieron precipitaciones pluviales medibles, en 21 meses, hubo trazos de lluvias, y en los 14 meses restantes, no hubo lluvia en la zona. Se estima que la precipitación pluvial anual total en Huarney estuvo entre los 5 mm y 8 mm anualmente. Se estimó que la evaporación anual es de 594 mm, tomando como base los 25 meses de registro.

En base a los base dos años continuos de colección de datos de dirección y velocidad del viento (1967 a 1968), se dedujo que la dirección prevaleciente del viento fue de sur a oeste. Según los datos mensuales promedio, la mayor velocidad de viento registrada fue de 7m/s, mientras que el valor mensual promedio fue de 4.2 m/s. Los datos de viento obtenidos de las estaciones ubicadas en Chimbote y Punta Culebras muestran una dirección prevaleciente del viento proveniente del sur. Las velocidades del viento mensuales promedio variaron de 6.8 m/s a 8.5 m/s en Chimbote, y de 4.4 m/s a 5.4 m/s en Punta Culebras.

3.2.5 Calidad del Agua de Mar

En el Estudio de Impacto Ambiental realizado por Klohn Crippen (1998), se presenta un análisis de la calidad del agua del mar. Las concentraciones totales de nitrógeno Kjeldahl, fósforos totales y amonio fueron de 0.28 g, 0.058 g, y 0.06 mg/l, respectivamente. Basándose en estos datos, la relación del nitrógeno al fósforo (aproximadamente 4.8) indica un ambiente nitrógeno-limitante (Klohn Crippen - SVS, 1998). Las concentraciones medias de oxígeno disuelto en mayo y julio fueron de 3.6 y 4.01 mg/l cerca a la superficie y 3.21 mg/l en profundidad. Todos los valores medios fueron menores que los objetivos peruanos de 5 mg/l. Sin embargo las concentraciones de metales estuvieron dentro de los objetivos peruanos para la calidad de agua de mar. Las concentraciones medias de cobre y zinc disueltos fueron de 0.0005 mg/l y 0.00115 mg/l, respectivamente (Klohn Crippen - SVS, 1998).

3.2.6 Fauna Marina

En el Estudio de Impacto Ambiental realizado por Klohn Crippen (1998), se proporcionan los datos de línea base acerca de los mamíferos marinos, fuentes de pesca, invertebrados benthicos y plancton. Se encontró que dos especies de mamíferos que habitan la zona, la nutria marina (*Pomadasys panamensis*) y el lobo de mar sudamericano (*Otaria byronia*), se encuentran en el Libro Rojo de la Fauna Silvestre del Perú, y están clasificados como especies en peligro y vulnerables, respectivamente. Dos especies de delfines, que tienen un habitat que abarca el Puerto Huarmey, el delfín de nariz larga (*Delphinus capensis*) y el delfín pico de botella (*Tursiops truncatus*) están protegidas bajo la ley No. 26585 y la Resolución del Ministerio de Pesquería No. 321-94-PE.

Se reportó que en la zona del litoral rocoso adyacente al Puerto Huarmey habitan 15 especies de peces. En los desembarcaderos de las flotas artesanales de Huarmey, se ha registrado un total de 30 especies de peces y 5 especies de moluscos. La pesca industrial en Huarmey consiste principalmente de dos especies, la anchoveta (*Engraulis ringens*) y la sardina (*Sardinops sagax*). En el estuario del Río Huarmey, se han observado salmonetes blancos (*Mugil curema*) en grandes cantidades, lo cual indica que ésta es un área de desarrollo de peces importante.

En la zona del puerto, se registraron un total de 76 taxones de invertebrados benthicos. Los grupos taxonómicos más comunes fueron los polychaetas, crustáceos y moluscos. La especie más abundantes en la zona de estudio fue la especie *Branchiicapitella abranchiata*. En la zona de estudio, con la ayuda de una red para plancton, se colectaron 62 especies de fitoplancton y 63 especies de zooplancton. En dos lugares mar adentro, se colectaron muestras de ictioplancton (larvas de peces). El ictioplancton incluyó larvas de anchoveta, sardinas, sciaénidos y varias especies de peces no identificados.

3.2.7 Vegetación Terrestre

En la zona que se encuentra en los alrededores de las instalaciones de descarga propuestas y en el puerto, el único tipo de vegetación terrestre presente es la formación de plantas xerofíticas dispersas y cactus. En zonas arenosas que se encuentran lejos del litoral y de los hábitas de los estuarios, la vegetación tiene una escasa diversidad, y se restringe sólo a pocas especies. Estas especies incluyen los pastos *Aristida* y *Sporobolus*, y otras especies como

Lycopersicum y *Baccharis*. En zonas más hídricas, la vegetación está dominada por pastos del género *Distichlia*, *Sporobolus* y *Salicornia*, con otras especies como *Phragmites*, *Cynodon* y *Thypha*. La lista de vegetación encontrada en el área del estuario incluyen 36 especies de las cuales 8 fueron encontradas en las inmediaciones del Puerto Huarmey (Klohn Crippen - SVS, 1998). Parte de estas áreas desérticas, han sido convertidas en tierras para la agricultura o dedicadas a proyectos de forestación muy localizados, cuando la irrigación era práctica.

3.2.8 Vida Silvestre y Hábitat de Vida Silvestre

En el EIA (Klohn Crippen - SVS, 1998), se presenta una discusión sobre la vida silvestre encontrada en el área del Puerto Huarmey. Los únicos mamíferos terrestres registrados en el área son el zorro de la costa (*Pseudalopex sechurae*) y la rata común (*Rattus rattus*). Se observaron 34 especies de pájaros incluidos las gaviotas y gaviotín (*Laridae*), cormorán, (*Phalacrocoracidae*), piqueros (*Sulidae*), pelícanos (*Pelecanidae*), fragatas (*Fregatidae*), y ostrero (*Haematopodidae*). Pingüinos (*Spheniscidae*) han sido reportados en áreas cercanas (Klohn Crippen - SVS, 1998).

Muchas especies de humedales están asociadas al estuario que se encuentra en la boca del Río Huarmey. El alto contenido orgánico del estuario proporciona una fuente de alimentación para una gran variedad de invertebrados, algas y pequeños peces que, a su vez, sirven de alimento a otras especies como la garza, la garza bueyera, el ostrero común, la golondrina de mar, la gaviota, la lavandera y el zarapito real. Algunas de estas especies fueron también reportadas por Klohn Crippen - SVS (1998). Otras especies que habitan en las zonas mar adentro incluyen buitres negros, petreles de tormenta, gaviotas y pelícanos marrones. En la tarde, cuando las flotas de pescadores retornan al puerto, se pueden observar grupos de más de 200 pelícanos. En el Puerto Huarmey, se aprecia una escasez distinguible de los invertebrados de las costas llamados muy muy, posiblemente debido a los efluentes que se liberan de las fábricas y plantas procesadoras cercanas. En este lugar, los cangrejos de tierra son bastante abundantes.

Muchas especies de aves de mar están protegidas bajo Resolución Ministerial No. 1082-90-AG, y en el Libro Rojo de Fauna Peruana (Pulido, 1991). El pingüino Humboldt o Peruano (*Spheniscus humboldti*) es considerado en peligro. La gaviota negra del sur (*Larus dominicanus*), gaviotín Inca (*Larosterna inca*), cormorán verdoso (*Phalacrocorax olivaceus*), cormorán de patas rojas (*Phalacrocorax gaimardi*), piquero peruano (*Sula variegata*), y el pelícano marrón (*Pelecanus occidentalis*) son considerados como vulnerables. Tanto el ostrero negro (*Haematopus ater*) y el ostrero americano (*Haematopus palliatus*) son considerados como raros. La única especie migratoria observada en el área fue la gaviota Franklin (*Larus pipixcan*).

3.3 SOCIOECONOMÍA

3.3.1 Introducción

En esta parte, se brinda una evaluación de las condiciones socioeconómicas que se presentan a lo largo de la alineación del concentrado entre Antamina y Conococha, así como a lo largo de las alineaciones de las Alternativas A y B propuestas entre Conococha y Puerto Huarmey. En cada centro poblado, se obtuvieron datos cualitativos y se entrevistó a miembros representantes de la población. Las visitas fueron realizadas entre el 23 y 31 de julio de 1998.

De manera adicional, se ha obtenido documentación relevante a la zona de estudio del Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú (INEI).

3.3.2 Ambiente Social

3.3.2.1 Alineación Compartida

Antamina a Yanash Allash

En la región altitudinal de la Puna, las poblaciones están establecidas principalmente en estancias pequeñas y aisladas. Las familias campesinas generalmente viven en casas pequeñas de una o dos habitaciones, las cuales están construidas con paredes de adobe o tapiales, con techos de paja. Los corrales y establos para las manadas de animales se encuentran bastante cerca de las casas donde viven las familias, y albergan ganado vacuno, cerdos, ovejas y burros. Estos ranchos pequeños no cuentan con servicios de electricidad, agua potable, alcantarillado o de teléfono.

Entre Antamina y Yanash Allash, no existen grandes asentamientos humanos, sólo existen dos comunidades campesinas, que son La Torre y Palmareda (Mapa 34). En estos lugares de gran altitud, sólo es posible la agricultura limitada, por lo que sus alimentos consisten en el quesillo, un tipo de jamón ahumado, y charqui, un tipo de carne seca salada. Adicionalmente, también existe la caza de gansos para subsistencia y la pesca de truchas. La mayoría de alimentos producidos generalmente son para el autoconsumo más que para la venta en el mercado. Estos bienes que se llevan al mercado, generalmente se compran y venden con dinero más que por trueque.

Yanash Allash a Conococha

Entre Yanash Allash y Conococha, se aprecia un acceso creciente hacia los recursos y servicios, lo que ha dado como resultado el aumento de la densidad de la población. En este segmento, se encontraron dos pueblos y tres caseríos (Mapa 35), que son Pachapaqui, Uranyacu, Pacarena y Conococha, contando todos con escuelas que brindan, por lo menos, una educación primaria rudimentaria. Entre Yanash Allash y Conococha, también existen algunas operaciones mineras pequeñas y medianas, siendo la más notable la Mina Pachapaqui, la cual brinda empleo y electricidad al poblado de Pachapaqui.

Generalmente, la gente de esta región depende en gran medida de la ganadería como fuente de alimentos y entradas económicas, actividad que se ve complementada con alguna clase de agricultura limitada. Sin embargo, en Conococha existe una pequeña industria de servicio, donde la ruta nacional, una carretera pavimentada, se extiende desde Lima hasta el destino turístico de Huaraz. A lo largo del camino, se pueden encontrar pequeños establecimientos de venta de comida así como hostales y servicios telefónicos.

3.3.2.2 Alineación A

Conococha a Chaucayán

Entre Conococha y Chaucayán, típicamente las familias viven en grandes comunidades. Las casas están construidas con materiales similares a los utilizados en las zonas altitudinales,

pero con un uso creciente de paredes de adobe. En este segmento, existen más servicios disponibles, que incluyen agua potable en seis comunidades y servicios de electricidad en dos. Existen cinco centros de salud y nueve escuelas (Mapa 36).

Entre Conococha y Chaucayán, se han observado productos agrícolas de mejor calidad y cantidad que los que se encuentran en las zonas altitudinales. Los cultivos comunes incluyen la aleluya, cebada, maíz, queñual, trigo, avena, habas, olluco y papas. Aproximadamente el 85% de las unidades ganaderas prefieren utilizar los implementos tradicionales para la agricultura, como el arado de madera con tracción animal o humana. La paja se utiliza para la alimentación de animales o como material para la mezcla del estiércol y paja o como leña. La mayoría de las familias están a cargo de 15 a 20 vacas y algunas ovejas, cabras y cerdos. Las ovejas se mantienen por su lana, la cual es utilizada para la producción de textiles locales. Aunque la población está compuesta básicamente por ganaderos de subsistencia, se está viendo un aumento del comercio. Los comerciantes de la costa utilizan el sistema tradicional del trueque o intercambio, donde se intercambian bienes industriales por productos agrícolas o ganaderos.

Chaucayán a Huaricanga

Entre Chaucayán y Huaricanga (Mapa 37), la Carretera 14 continúa su curso a lo largo del flanco izquierdo del Río Fortaleza, atravesando un valle rocoso y seco, ancho y abrigado. En esta región, la actividad predominante es la agricultura, la cual se desarrolla en campos administrados individualmente, de aproximadamente 1 ha de extensión. Mayormente, los productos agrícolas se obtienen directamente en el mercado. Algunos productos se comercializan en el mercado de Barranca mediante intermediarios mayoristas y parte de la producción es utilizada para el autoconsumo. Algunas de las zonas secas soportan el cultivo de maíz y de ají a pequeña escala.

En Chaucayán, viven aproximadamente 300 familias, aunque sólo se ha registrado oficialmente 60 ganaderos en la PETTCR. La gente trabaja principalmente en la agricultura, aunque algunas familias reciben entradas de la venta de tejidos de lana y artesanías. En esta región, se han encontrado otras comunidades pequeñas que están esparcidas a lo largo de la carretera, que tienen características similares a las descritas.

El poblado más promisorio al sur de Chaucayán es Chasquitambo, el centro comercial de la región. El empleo depende en gran medida de las industrias de servicio y de las ventas de productos agrícolas a los residentes locales y los viajeros. Otros negocios brindan servicios orientados a los viajeros, como restaurantes, hostales y tiendas de reparación.

Huaricanga a Puerto Huarmey

Entre Huaricanga y la costa, la alineación A del concentrado pasa por grandes plantaciones de caña de azúcar, operadas por la compañía Paramonga S.A. Luego, la alineación sigue la carretera Panamericana hasta llegar al puerto. La carretera se extiende a lo largo de la costa en un ambiente desértico, donde vive poca gente. Algunas zonas del desierto han sido irrigadas mediante derivaciones provenientes del Río Fortaleza, y se ven indicios de actividad ganadera de propiedad de Petrolea (Mapa 38).

La ciudad de Huarmey ha incrementado su población durante las dos últimas décadas de 20,500 (reportados en el Censo de 1981) a 23,858 (reportados en el Censo de 1993). La

pesquería costera típicamente ha sido la principal actividad de los habitantes. Otras actividades de la región incluyen la venta de bienes o comida, y el empleo en oficinas del gobierno. Cerca del Puerto Huarmey, la gente ha expresado su expectativa ante la construcción y operación de las instalaciones portuarias del Proyecto Antamina, pues estas actividades son una posible oportunidad de trabajo adicional.

3.3.2.3 Alineación B

Conococha a Laguna Ututo

La mayor parte del área que se encuentra entre Conococha y la Laguna Ututo está formada por pajonales altoandinos, con una capacidad agrícola pequeña o nula. La mayor parte de la población está conformada por ganaderos. La Mina Santa Elenita, que se encuentra cerca de la Laguna Ututo emplea a algunos residentes de la zona para el mantenimiento de las carreteras. Debido a que la comunidad de Utcuyacu está cerca de la mina Madre de Dios, en el camino a Cotaparaco, esta comunidad cuenta con servicios de electricidad, agua distribuida por sistemas de tuberías, una escuela y un centro de salud (Mapa 39). Catac, que se encuentra en la carretera principal, al noreste de la alineación propuesta, es el centro poblado más grande, y funciona como centro de comercio e industria en la región.

Laguna Ututo a San Miguel

En las regiones altitudinales entre la Laguna Ututo y San Miguel, las actividades predominantes son la ganadería y el pastoreo de ovejas. Yendo hacia San Miguel, a medida que la altitud desciende, los cultivos agrícolas, incluyendo la producción de frutas, se hace más común.

Las comunidades campesinas ganaderas de Cochapetí y Cotaparaco regulan la administración de la propiedad y del uso colectivo de los recursos (pastizales y agua) de la región (Mapa 40). Otros recursos de propiedad colectiva incluyen aproximadamente 200 vacas y 1,300 ovejas. Adicionalmente, cada familia tiene, en promedio, 20 vacas, 30 a 40 ovejas, algunos cerdos, burros y caballos. Estos dos últimos se utilizan como medio de transporte local.

En el valle entre Cotaparaco y Molinopampa (Mapa 42), las actividades principales son el pastoreo y el cultivo de menestras. Hacia el oeste del poblado de Santa Cruz, la actividad intensiva del pastoreo de cabras ha provocado una gran erosión en las laderas. Los jóvenes que viven en este valle cada vez más se siguen desilusionando del estilo de vida ganadero y generalmente expresan su deseo de dejar sus comunidades.

San Miguel a Puerto Huarmey

Entre San Miguel y Puerto Huarmey, las familias ganaderas realizan sus actividades en el extenso plano de inundación del Río Huarmey (Mapa 41). En esta sección de la alineación, las comunidades no cuentan con servicios de electricidad, aunque existen cuatro escuelas y tres centros de salud por la zona. Muchos campesinos de estas zonas han experimentado dificultades después de haber perdido muchas de sus tierras productivas durante las inundaciones causadas por el reciente Fenómeno del Niño. A fin de ayudar a los campesinos de la localidad, actualmente el Ministerio de Agricultura en Huarmey está ofreciendo préstamos de semillas y maquinaria a los campesinos afectados, aunque estos préstamos deben garantizarse con los títulos de propiedad, muchos de los cuales aún están en proceso de

formalización. Muchos de los campesinos se han visto obligados a emigrar a Huarney o Lima para encontrar trabajo, y aquéllos que se han quedado en la localidad se muestran optimistas ante el Proyecto Antamina, pues éste puede brindar nuevas oportunidades de generación de ingresos.

Entre San Miguel y Huarney existe una carretera, pero gran parte de ésta se ha visto destruida por las inundaciones de 1998. Desde entonces ha sido temporalmente reubicada. Partes del camino temporal siguen y frecuentemente vadea los canales laterales del Río Huarney. Estas secciones del camino temporal serán probablemente destruidos nuevamente en la siguiente estación de flujos altos.

3.3.3 Demografía

3.3.3.1 Población

La población total que vive a lo largo de la ruta de la Alternativa A (valle del Río Fortaleza) es de 3,549 personas, mientras que la población que vive a lo largo de la ruta de la Alternativa B (valle Huarney) es de un número casi idéntico: 3,584 habitantes. Entre la mina y la Laguna Conococha, la alineación común, viven 1,258 personas. En toda el área de estudio, el 62% de los habitantes constituyen la población rural, mientras que el 38% constituyen la urbana. En la Tabla 44 se aprecia el detalle de la población por cada segmento de la ruta.

3.3.3.2 Edad

La mayor parte de los poblados de la zona de estudio tienen una gran población de jóvenes, donde el 48% de éstos son menores de 19 años (Tabla 55). Estos datos indican que los índices de natalidad en los poblados rurales son altos, lo cual conlleva a una alta demanda de infraestructuras de salud, educacionales y de empleo. La parte económicamente más productiva de los ciudadanos (de edades entre 20 y 59 años) son de aproximadamente el 38% de la población (Tabla 55). La gente de más de 65 años hace un pequeño porcentaje de la población total (10%) (Tabla 55). En general, la expectativa de vida de la población rural es menor que la de los pobladores de las zonas urbanas.

3.3.3.3 Enfermedades y Mortalidad

Las enfermedades respiratorias son el mayor problema de salud. En toda el área de estudio, los adultos generalmente han contraído o sufrido enfermedades más que cuando niños, reportándose estos cuadros más en las mujeres que en los hombres (Klohn Crippen, 1998).

En la Tabla 56, se presenta un resumen de las estadísticas de la mortalidad infantil. Las regiones de Paramonga y Huarney muestran los índices de mortalidad infantil más bajos. Cochapetí tiene el índice de mortalidad infantil más alto de toda la zona de estudio (65.9 muertes por cada mil niños). En Recuay también se reportó un índice de mortalidad alto. Sin embargo, todas las áreas muestran mejoras en relación a estudios anteriores (INEI, 1996).

3.3.3.4 Fecundidad y Sexo

En la Tabla 57, se presenta un resumen de las estadísticas de fecundidad de todas las provincias de la zona de estudio. Generalmente, las mujeres de los distritos rurales tienen más hijos que las de los centros urbanos, donde la supervivencia infantil es más segura. En promedio, las mujeres rurales tienen dos hijos más que la mujer urbana.

En general, en la zona de estudio existen más mujeres que hombres (Tabla 58). Las excepciones a esta generalidad son los distritos de Cajacay y Huallanca, en la provincia de Bolognesi, y los distritos de Huarmey y Malvas en la provincia de Huarmey. La gran disparidad que existe entre hombres y mujeres en el distrito de Pampas Chico (64.4 varones por 100 mujeres) probablemente se debe a la migración de varones a otras comunidades en busca de mejores oportunidades de empleo.

El alto número de varones en los distritos de Cajacay (110.45 varones por 100 mujeres) y Malvas (108.51 varones por 100 mujeres) podría ser el resultado del estilo de vida rural, del número no reportado de mujeres o de la migración de mujeres en busca de trabajos con mejor paga en la costa. El alto número de varones (índice de mayores varones en comparación con mujeres) en el distrito de Huallanca (101.7 varones por 100 mujeres) y en la ciudad de Huarmey (105.86 varones por 100 mujeres) probablemente es el resultado del desarrollo de las industrias minera y pesquera, respectivamente.

3.3.3.5 Inmigración y Emigración

Mientras que en los distritos de Huarmey y Barranca la inmigración excede a la emigración, en los distritos de Recuay y Bolognesi ocurre lo contrario. Debido a la falta de empleo y al bajo promedio de entradas, existe una tendencia a que la gente que vive en zonas rurales campesinas busque trabajos mejor remunerados en los centros urbanos de la costa.

3.3.3.6 Idioma

La mayoría de los habitantes que residen a lo largo de las posibles rutas del concentrado hablan español o son bilingües, teniendo como idiomas el español y el quechua. Los habitantes de más edad de los poblados de las altas montañas hablan el quechua como lengua materna y con frecuencia no tienen un completo dominio del español. En contraste, las generaciones más jóvenes prefieren hablar español y sólo hablan quechua en situaciones coloquiales. El español es la lengua preferida utilizada para las transacciones comerciales y en las escuelas secundarias.

3.3.3.7 Educación

Aproximadamente el 85% de la población que se encuentra dentro del área de estudio puede leer y escribir a cierto nivel. Sin embargo, en promedio, sólo el 50% de la población de cada distrito asiste a la escuela primaria. Los pocos estudiantes que acceden a la educación secundaria generalmente dejan sus zonas rurales para asistir a las escuelas de la costa. En la provincia de Bolognesi, aproximadamente el 19% de la población tiene instrucción secundaria. En la provincia de Recuay, el 21% tiene instrucción secundaria, con 26% en Huarmey y 36% en Paramonga. Sólo el 4% a 6% de la población recibe educación formal más allá del nivel secundario.

A lo largo de cada alineación propuesta para el concentrado, existen 20 centros educativos (Tabla 59). Entre Antamina y Conococha, existe un total de sólo tres centros educativos, aunque en Chiquián, al sur de la alineación propuesta para el concentrado, existe una escuela técnica que ofrece diplomas en agricultura, docencia y secretariado.

3.3.3.8 Salud

En las zonas rurales, los problemas de salud típicos consisten en infecciones agudas respiratorias y enfermedades diarreicas agudas, causadas por las pobres medidas de higiene. Se han identificado enfermedades específicas en algunas áreas, como la tuberculosis y el cólera en Cajacay y algunos casos de malaria y enfermedades del Chaga en las zonas ribereñas del Río Fortaleza. Las condiciones subestándar que ha traído consigo los estragos del Fenómeno del Niño han aumentado los problemas de salud recientemente.

Los Centro y Puestos de Salud han llevado a cabo una campaña para educar al público en lo referente a la disposición sanitaria de los desechos, purificación del agua, planificación familiar y alimentación sana. El Ministerio de Salud ha implementado un programa llamado “Pro-Sierra”, el cual brinda ayuda en la alimentación de niños desnutridos de menos de tres años de edad. En algunas escuelas se da desayuno a los estudiantes, a través el programa “Ayllu Alimento”, iniciado como un esfuerzo conjunto entre el Ministerio de Educación y el Ministerio de Salud.

3.3.3.9 Religión y Superstición

El Catolicismo Romano es la religión dominante en toda la región, habiendo una pequeña mayoría que pertenece a congregaciones protestantes. La gente rural aún practica un tipo de panteísmo concominadamente con el Cristianismo, que involucra ritos antiguos y ofrendas a las fuerzas de la naturaleza.

En el valle Huarmey, existe la creencia común del “pishtaco”, un duende que extrae la grasa de los seres humanos para utilizarla como lubricante para la maquinaria. Los analistas sociales (1989) tienen la idea de que el “pishtaco” de los tiempos modernos corresponde a la desconfianza que siente la población hacia los foráneos, incluyendo los trabajadores del gobierno, encargados de la industria y extranjeros.

3.3.4 Servicios Sociales

3.3.4.1 Educación

La mayoría de los centros poblados que se encuentran a lo largo de las dos alineaciones cuentan con escuelas primaria y secundaria. Sin embargo, no se han registrado escuelas entre Antamina y Yanash Allash y sólo existen 3 escuelas entre Yanash Allash y Conococha. Las edificaciones para la educación inicial o PRONEI (Programa No Escolarizado de Educación Inicial) y para la educación primaria usualmente están construidas con ladrillos de adobe. Sólo se encuentran escuelas secundarias en las zonas urbanas, las cuales usualmente están construidas con materiales de concreto. Existe un déficit de profesores para la educación primaria, mientras que por otro lado, las escuelas secundarias, ubicadas en poblados y pueblos más grandes, tienen una mejor estructura educacional, que incluye profesores permanentes y contratados.

3.3.4.2 Salud

En cada comunidad rural, el Ministerio de Salud mantiene un pequeño centro de salud que es atendido por paramédicos que brindan asistencia básica. A lo largo de la Alineación A

existen 11 centros de salud, y 11 centros a lo largo de la Alineación B. Los casos más críticos están relacionados a los centros de salud más grandes que muestran una falta de doctores y enfermeras. En zonas rurales, la relación de doctor-enfermera es de 1-2 por cada 3,000 habitantes. La falta de doctores y la insuficiencia de servicios de salud generalmente son quejas frecuentes por parte de las poblaciones rurales en la zona de estudio. Los servicios ofrecidos en estos centros incluyen el acceso a practicantes generales, dentistas, ginecólogos, farmacéuticos y laboratorios médicos.

3.3.4.3 Grupos de Ayuda

Varias organizaciones gubernamentales y no gubernamentales trabajan juntas para desarrollar programas dentro del Plan de Estrategia Nacional para Aliviar la Pobreza. Estas organizaciones reciben fondos de entidades internacionales que incluyen el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo que proporcionan los fondos empleados en programas sociales a través de los ministerios de Salud y Educación. Entre 1991 y 1994 el nivel de pobreza en el Perú disminuyó de 54% a 47%, y el nivel de extrema pobreza disminuyó de 22% a 18%.

El gobierno peruano también apoya los programas de construcción para mejorar la infraestructura social, tal como caminos rurales, expansión de las escuelas, apoyo en los centros de salud, construcción de canales de irrigación, construcción de obras hidroeléctricas y construcción de instalaciones de agua potable. Los gobiernos municipales son responsables del programa del vaso de leche, el cual está diseñado para ayudar en la nutrición de niños menores de cinco años, mujeres embarazadas y ancianos.

3.3.4.4 Agua Potable

El sistema doméstico de agua en las zonas altitudinales es brindado por manantiales y almacenado en tanques públicos pero los sistemas de distribución son escasos. En la costa, el agua se bombea desde pozos subterráneos o ríos adyacentes y se almacena en reservorios.

En la mayoría de las zonas rurales, los baños no son muy comunes, y los desechos se eliminan en el campo. En algunos poblados como Cajacay, Cotaparaco y Colquioc son comunes los baños tipo silo. Los baños convencionales son comunes en los grandes centros urbanos, como en las ciudades de Huarney y Paramonga.

3.3.4.5 Energía

Generalmente, las zonas rurales carecen de energía eléctrica. La mayor parte de las comunidades más grandes que se encuentran a lo largo de la carretera principal están conectadas a la red nacional. Existe una planta de generación hidroeléctrica que sirve a las comunidades que se encuentra arriba del Río Pativilca, entre Chiquián y Suyán. Asimismo, se ha reportado que Cochapetí tiene un proyecto hidroeléctrico en proceso, aunque hasta la fecha este centro poblado sólo cuenta con un sistema de baterías solares que abastece de luz un par de horas después de caída la noche.

Algunas minas que se encuentran a lo largo de la carretera Barranca-Huaraz abastece de electricidad en la noche a las comunidades asociadas a la carretera, que son Utcuyacu,

Pachocoto, Huanzalá, Pachapaqui y Chasquitambo. Algunos poblados como Tayca, Cajacay y Mayorarca producen su propia energía con generadores.

3.3.4.6 Transporte

Entre Antamina y Conococha, el concentrado va en paralelo a un camino no pavimentado. Desde Conococha, la alineación A sigue el sistema nacional de carreteras, que es una ruta pavimentada, hasta llegar a Huaricanga y luego a Puerto Huarmey. La alineación B va en paralelo con el camino pavimentado entre Conococha y Catac, y luego va por caminos no pavimentados entre Catac y Cotaparaco y entre San Miguel y Puerto Huarmey. No existen carreteras entre Cotaparaco y San Miguel, aunque se ha planeado la extensión del camino de Catac a Cotaparaco para tener acceso a Cochapetí. El proyecto Caminos Rurales del Ministerio de la Presidencia es responsable de la extensión de este camino. El camino no pavimentado que se encuentra entre San Miguel y Huarmey se ha visto severamente dañado a causa del Fenómeno del Niño, así como muchas áreas que se unen directamente con la roca madre del Río Huarmey.

El método de transporte estándar de las zonas rurales es a pie, burro o caballo, aunque también están disponibles pequeños buses que viajan regularmente entre los pueblos conectados por carreteras.

3.3.4.7 Comunicaciones

En la zona de estudio, se observó que el medio más común de comunicación es la radio, mientras que se encontró que la televisión es un medio de comunicación sólo en capitales de distrito. Los pueblos rurales altoandinos no reciben medios de comunicación escrita regional o nacional y las oficinas de correo están ubicadas en las capitales de distrito.

En algunas zonas rurales, se han establecido algunos teléfonos públicos con paneles de energía solar como parte de un programa de expansión de servicios a las zonas rurales llevado a cabo por Telefónica del Perú. En algunas capitales de distrito, se han instalado líneas para conexiones residenciales.

3.3.5 Ambiente Económico

3.3.5.1 Introducción

Las propiedades en las zonas altoandinas generalmente se basan en las comunidades campesinas, quienes tienen un manejo colectivo de los recursos, pastizales y agua. Estos recursos se utilizan en conjunto con la explotación de las parcelas individuales de las familias, las cuales, por lo general, son heredadas. En otras áreas andinas, las tierras son propiedad de personas individuales a pesar de que muchas no están registradas en los Registros Públicos. Los títulos de propiedad están registrados en el Registro Público, ya sea como título en proceso, propietarios sin título, certificado de propiedad, prestatarios o campesinos. Algunas instituciones como bancos, comerciantes privados, profesionales independientes o Productores del Comité de Campesinos brindan apoyo monetario para la producción agrícola en los valles.

Los productores agrícolas independientes de las zonas altoandinas y de los valles tienen una propiedad de 3.5 a 4 ha en promedio. La plantación y cosecha de cultivos se hace manualmente, usualmente por grupos de familia. Los productos son utilizados para la propia subsistencia y el exceso es vendido a los mercados locales o a algunos acopiadores o transportistas, que venden los productos en Lima.

3.3.5.2 Alineación Compartida

Entre Antamina y Yanash Allash (Mapa 34), sólo se realiza la agricultura de baja intensidad, la cual es aprovechada principalmente como fuente de autoconsumo. Entre Yanash Allash y Conococha (Mapa 22), el principal uso de la tierra es para el pastoreo de los animales, que incluyen vacas, ovejas y cerdos.

3.3.5.3 Alineación A

Según el Sistema Nacional de Información Agraria (SINIA), se estima que el valle del Río Fortaleza tiene un total de 4,383 ha. De esta cantidad, 1,856 ha son utilizadas por la compañía Paramonga S.A. para la plantación de caña de azúcar (Mapa 36 y 37). Los campos de maíz ocupan un aproximado de 180 ha, con pequeños lotes agrícolas ubicados en el balance de tierra adecuada. El agua de irrigación es abastecida por el Río Fortaleza y por las fuentes de agua subterránea.

Entre Huaricanga y Puerto Huarmey (Mapa 38), se cultiva el espárrago en forma comercial, particularmente entre Santa Rosita y Las Zorras. Sin embargo, esta área ha sido limitada, debido a la falta de recursos de agua y los altos costos para el inicio del proceso. Algunos productores de estas áreas crían aves domésticas (pollos, pavos, patos), mientras que en el Puerto Huarmey, la principal actividad económica es la pesca comercial.

3.3.5.4 Alineación B

Entre Conococha y Laguna Ututo (Mapa 39), existen dos poblados rurales, Utcuyacu y Pachacoto, los cuales subsisten del cultivo de tubérculos y cereales y venden su ganado en el mercado. Se estima que el valle de Huarmey tiene 3,729 ha, 467 de las cuales están destinadas a la plantación de maíz, 458 al algodón y 339 a los espárragos.

En los años recientes, el Fenómeno del Niño ha afectado de manera drástica los cultivos en el valle de Huarmey, hecho que ha obligado a los campesinos a buscar otras fuentes de entradas. Una alternativa especialmente prominente entre San Miguel y Puerto Huarmey (Mapa 41) ha sido el cultivo de marigold. Los cultivos son vendidos a empresas que procesan semillas para hacer aceite y las flores se utilizan como alimento para las gallinas, a fin que las yemas de los huevos tengan un color más amarillo. Las compañías proporcionan semillas, maquinaria para la cosecha, fertilizadores y algún dinero a cambio de toda la cosecha. Con frecuencia, los campesinos dudan en empezar el cultivo de marigold, ya que las flores atraen insectos que son plagas para otras especies de maíz.

3.3.6 Empleo e Ingresos

La principal actividad vocacional en el área de estudio es la agricultura, seguida por la ganadería y la pesca (en Huarmey). Las profesiones urbanas incluyen comerciantes,

profesores y trabajadores del sector público. Los hombres ocupan el 70% de los empleos remunerados en toda la zona de estudio.

El ingreso de las familias rurales equivale aproximadamente a US\$67 por mes o US\$800 por año. Esta cantidad está bastante lejos del sueldo mínimo oficial, que es de US\$178 por mes. Aquéllos que se dedican a la actividad pesquera en Huarmey reportan entradas que oscilan entre US\$36 a US\$250 por mes, siendo la ganancia total más alta de US\$100 por mes.

3.3.7 Organización Social y Política

El Perú está organizado por límites político-administrativos, los cuales dividen las regiones por departamentos, provincias y distritos. La mayoría de las rutas propuestas para el concentrado se encuentran en el departamento de Ancash, aunque una parte de la alineación de la Alternativa A se encuentra dentro del distrito de Paramonga, en la provincia de Barranca, departamento de Lima.

Todas las zonas urbanas y rurales son administradas por el distrito a pesar de que las comunidades campesinas también tienen sus propias leyes que rigen la organización y su estructura. En las zonas urbanas, la administración política es el deber del Alcalde y del Concejo Municipal, los cuales son elegidos por sufragio directo. El gobierno central está representado por el Gobernador de distrito, quien se reporta directamente al Subprefecto de la provincia. A su vez, el Subprefecto se reporta al Prefecto del Departamento, quien es delegado por el Ministerio del Interior.

3.3.7.1 Comunidades Campesinas

La Comunidad Campesina es una organización ancestral que está protegida por las leyes peruanas. La Ley General de Comunidades Campesinas (N°24656) establece que estas comunidades son organizaciones de interés público con existencia legal, integradas por grupos de familias que viven y controlan territorios definidos. Únicamente los comuneros pueden pertenecer a una comunidad campesina. Estas familias están unidas por lazos ancestrales, sociales, económicos y culturales, expresados en la propiedad comunal de la tierra, la ayuda mutua y el gobierno democrático interno. Algunas de las funciones de estas comunidades son la regulación del acceso al uso de tierras y otros recursos, el desarrollo del estándar de vida de la comunidad y la delimitación de áreas pobladas de aquellas áreas que están destinadas a la agricultura, cultivo, forestación y protección.

Una Comunidad Campesina puede tener una Comunidad Madre y Anexos de Comunidad. Los anexos son establecimientos que están ubicados permanentemente en el territorio comunal y pueden ser elegidos para ser convertidos en comunidades independientes, para unirlos a otras comunidades o para continuar perteneciendo a la Comunidad Madre.

Dentro de una Comunidad Campesina, existen dos niveles de leyes, una es el nivel de la comunidad y el otro el nivel de anexo. Cada anexo está gobernado por una Asamblea General, dirigida por sus miembros. Cada anexo también está dirigido por una Junta de Regantes y por un comité de autodefensa. La Comunidad Campesina está gobernada por la Dirección General, que está compuesta por un representante de cada Asamblea General de los Anexos.

3.3.7.2 Tenencia de Tierras y Estado Legal de las Comunidades Campesinas

La Ley de Deslinde y Titulación de Tierras (N° 24657) establece que las tierras de las Comunidades Campesinas son inalienables y no pueden ser medidas o prescritas. Una propuesta para alienar la tierra de una Comunidad Campesina debe ser aprobada por las dos terceras partes de los miembros calificados de la comunidad, reunidos en Asamblea General, reunidos expresamente para ese único propósito. La Asamblea General de la comunidad determina la disposición de las tierras campesinas y las de pastoreo dentro de la comunidad.

La Ley de Tierras (Ley 26505), la nueva Constitución del Perú (1993) y el Código Civil garantizan el derecho de la propiedad privada en el Perú. La Ley del Registro de Predios Rurales (Decreto Ley 667) fue creada para permitir al Proyecto Especial de Titulación de Tierras y Catastro Rural (PETTCR) llevar a cabo un proceso legal con el propósito de otorgar título de propiedad a los propietarios de zonas rurales. Todos los poseedores de terrenos deben registrarse con el PETTCR para ser reconocidos como propietarios legales de los terrenos. Los poseedores de terrenos deben presentar documentos que prueben que ellos utilizan el terreno constantemente y que además no existe propietario actual del terreno. Para vender la propiedad, se debe hacer un comunicado público de la firma del contrato, firmado por el Registrador Público.

El Registro Oficial del PETTCR tiene registros de todas las propiedades para legitimizar el derecho de posesión, la cual necesita un reconocimiento de tierras legal de todo el perímetro, sus límites y las denominaciones correctas de los mismos para la inscripción en los mapas catastrales.

3.4 RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y PATRIMONIALES

3.4.1 Antecedentes

La historia de la ocupación humana en el Perú data desde más de 14,000 años hasta el Período Lítico. El Período Lítico está seguido por el Período Pre-cerámico, que duró hasta aproximadamente 1,500 a.C. El Período Formativo (Primer Horizonte) que existió desde el año 1,500 a.C. hasta aproximadamente el año 100 a.C, estuvo fuertemente influenciado por la cultura Chavín. El Período Formativo estuvo seguido por un período de Desarrollos Regionales (Primer Intermedio) que vio el inicio de la cultura Wari). Este período duró hasta aproximadamente el año 600 d.C., que fue cuando el Imperio Wari (Epigonal o Segundo Horizonte) llegó a su apogeo. El Imperio Wari fue el primer imperio que abarcó bastas regiones en el noroeste de Sudamérica y duró hasta aproximadamente el año 1,000 d.C. La disolución del Imperio Wari dio como resultado la formación de varios Estados Regionales. Este período, el Último Intermedio, duró hasta aproximadamente el año 1450 d.C, que fue cuando empezó el apogeo del Imperio Incaico. El Imperio Incaico unió los estados regionales bajo un gobierno central que duró hasta la conquista hispana en el año 1530. El Perú existió como colonia hispana hasta el año 1821, que fue cuando la revolución trajo consigo la formación de la República del Perú.

3.4.2 Antecedentes Etnográficos

Existen seis regiones culturales representadas a lo largo del corredor del concentrado que se extiende desde Antamina hasta el Puerto Huarmey (ambas alineaciones). Las regiones

culturales están delineadas por los siguientes geosistemas: costa, yunga, quechua, suni, puna y chaupiyanga, siendo ésta última una pequeña área que se encuentra en la parte más baja de la sección que va desde Cotaparaco hasta Molino Pampa. Durante los 12,000 años anteriores a la llegada de los españoles, la ocupación pre-colonial produjo formas de organización socioeconómica muy particulares en cada región. Los tipos de organización fueron diversos debido a la variedad de geosistemas en la zona.

3.4.3 Metodología

El “Informe de Reconocimiento Arqueológico del Corredor del Concentraducto que se extiende desde Huarmey hasta Antamina” (Alcalde,1998) identifica los recursos culturales e históricos en un corredor de 500 m de ancho que se extiende a lo largo de las alineaciones A y B. La clasificación de los sitios arqueológicos se basa en los procedimientos estándar del Instituto Nacional de Cultura (INC).

Los “sitios arqueológicos probables” son aquéllos que muestran vestigios de ocupación durante los períodos coloniales o arqueológicos y que posiblemente son restos de ocupación pre-colonial o pre-hispánica. Los “sitios arqueológicos o prehispánicos” (pre-coloniales) se han clasificado, según el Reglamento de Exploraciones y Excavaciones Arqueológicas (R.S. 599-85-Ed.), como zonas monumentales, zonas de reserva arqueológica o áreas de investigación.

Las zonas monumentales representan sitios arqueológicos cuya magnitud hace de ellos áreas importantes de investigación y, por lo tanto, su fisiografía debe ser conservada. Las zonas de reserva arqueológica son aquéllas que han sido intensamente investigadas y que deben preservarse para futuras investigaciones, cuando se hayan desarrollado nuevas técnicas de investigación. Las áreas de investigación son sitios que no se consideran ni zonas monumentales ni zonas de reserva arqueológica.

3.4.4 Resultados

En la alineación de las dos alternativas desde Antamina hasta Conococha, se encontraron ocho sitios (Tabla 60, Mapas 12 y 20). Seis de estos ocho sitios se categorizaron como “probables”. Los dos sitios “arqueológicos” se clasifican como monumentales, no obstante sus diferentes períodos. Los seis “sitios probables” se clasificaron como áreas de investigación o como sitios monumentales, o simplemente no se determinaron.

A lo largo de la alineación de la Alternativa A, se encontraron cinco sitios arqueológicos (Tabla 61; Mapas 14, 15 y 16). Los tres sitios que se encontraron entre Conococha y Chaucayán se categorizaron como “probables”, y los dos que se encontraron entre Chaucayán y Huaricanga se categorizaron como “arqueológicos”. Todos estos lugares fueron clasificados también como áreas de investigación. No se encontraron sitios “probables” o “arqueológicos” en las secciones que abarcan desde Huaricanga a Huarmey.

A lo largo de la alineación de la Alternativa B, se encontraron 37 sitios (Tabla 62, Mapas 17 a 20). Siete de estos sitios se categorizaron como “probables” y 30 como “arqueológicos”. La mayoría de los sitios “arqueológicos” (29) se encontraron entre San Miguel y Puerto Huarmey. Se hizo otra clasificación de estos lugares, la cual indicó que 24 sitios eran áreas de

investigación y 13 sitios monumentales. Durante el reconocimiento, se encontró dos sitios modernos asociados a las actividades de explotación minera entre Conocochoa y la Laguna Ututo. En la sección alternativa que abarca desde Cotaparaco a Molino Pampa, se encontraron dos sitios “arqueológicos” y un sitio arqueológico “probable”.

4.0 - PLANES DE MITIGACIÓN AMBIENTAL

4.1 GENERALIDADES

Los planes de mitigación ambiental están diseñados para brindar protección a los ambientes físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales durante las diferentes fases del desarrollo del proyecto. Se elaborará un Plan de Mitigación Ambiental integral antes de iniciar cualquier trabajo en el concentrado propuesto. Este plan incluirá, pero no se limitará a lo siguiente:

Fase de Ingeniería y Diseño

- Selección de una Alineación de Concentrado Óptima
- Incorporación de Ingeniería Preventiva

Fase de Construcción

- Desarrollo de Manuales de Construcción y Prescripciones Específicas del Lugar
- Incorporación de Supervisión y Monitoreo Ambiental

Fase de Operación

- Rehabilitación y Restauración del Lugar
- Instrumentación, Reconocimiento y Monitoreo de las Operaciones

4.2 FASE DE INGENIERÍA Y DISEÑO

4.2.1 Selección de Alternativas de Alineación

Gran parte de los aspectos sobre la protección ambiental en el desarrollo del proyecto se obtiene durante el proceso inicial de selección del lugar. Para el caso del concentrado, la selección y optimización de las “alineaciones” alternativas reemplaza la selección de un “lugar” particular. La selección de las dos rutas alternativas presentadas en esta evaluación se basó primero en amplias investigaciones de campo geotécnicas, ambientales, socioeconómicas y arqueológicas, y también en el Análisis de Falla Fatal. Se ha incluido modificaciones en la selección de alternativas, así como la optimización de las mismas, para esta evaluación comparativa y estudio de impactos.

Los resultados de las investigaciones de campo fueron mapeados sobre una base de kilómetro por kilómetro, y se evitó áreas sensibles y hábitats críticos identificados en el campo, en tanto fuera posible. Estas áreas incluyen regiones de importante uso para tierras comunales, tales como tierras de cultivo, viviendas, comunidades y canales de irrigación; áreas de sensibilidad biológica como humedales, hábitat de plantas almohadilla, orillas de lagunas, bosques de *Polylepis*, y hábitats de especies raras, en peligro o protegidas; áreas con problemas geotécnicos tales como taludes de talus, áreas susceptibles a huaycos y áreas con suelos coluviales espesos; y lugares arqueológicamente sensibles tal como se indica en la Sección 5.3.4 del presente informe.

4.2.2 Ingeniería Preventiva

La ingeniería preventiva está compuesta por aquellas medidas incorporadas en el diseño de un proyecto para reducir el riesgo de derrames u otros impactos que pudieran causar daños en el medio ambiente. Las siguientes son las medidas de ingeniería de prevención que han sido incluidas en el diseño del concentraducto, instalación de descarga de concentrados y planta de tratamiento de aguas, con el objetivo de minimizar el riesgo de daños o impactos ambientales en las comunidades.

4.2.2.1 Concentraducto

A fin de reducir el grado de riesgo del concentraducto, se construirá todas las instalaciones de éste y se desarrollará medidas de protección que soporten el período de inundación de retorno anual de 1 en 1,000 y los flujos pico instantáneos. Las profundidades del socavamiento del concentraducto se basan en estimados hidrológicos moderados para cada cruce de río. Posteriormente, se protegerá el concentraducto en los cruces de ríos con adecuada protección contra erosiones/socavamiento.

Se construirá el concentraducto y sus instalaciones externas para soportar movimientos sísmicos equivalentes a la Intensidad VIII de la Escala de Mercalli Modificada (con aceleración de tierra pico de 0.25 a 0.45 g) y será construida según los últimos lineamientos para los Sistemas de Transporte de Pulpas ANSI (ANSI B31.11, 1998). Se construirá el concentraducto con una tubería de alta resistencia modelo API-5L-X65 equipada con revestimiento de polietileno de alta densidad (HDPE) para reducir la corrosión.

El concentraducto estará equipado con un Sistema de Adquisición de Datos y Control de Supervisión (SCADA), un sistema de comunicación de fibra óptica que monitorea la integridad de la estructura del concentraducto y los niveles de flujo del producto. El centro de operaciones SCADA se ubicará en la mina y será manejado por un operador que monitoree el sistema en todo momento. El sistema reemplaza y realiza las mismas funciones que un sistema de detección de filtraciones, que realiza el monitoreo continuo de 24-h/día. En el caso de rupturas, obstrucción, bloqueo, filtración y otro tipo de fugas por una disminución en la presión, el sistema alertará instantáneamente al operador y encenderá la alarma. Todos los componentes del concentraducto serán controlados desde el centro de operaciones SCADA, incluyendo todas las estaciones reguladoras, estaciones de válvulas, estaciones de bombeo primario y secundario y la estación en donde termina el concentraducto. En caso de emergencia, el SCADA permite al operador cerrar cualquiera o todos los componentes del concentraducto, en cualquier momento, directamente desde la mina.

4.2.2.2 Estaciones Reguladoras y de Válvulas

Se suministrará a todas las estaciones reguladoras y de válvulas con sistemas de telecomunicaciones back-up y equipos de comunicaciones portátiles para el contacto con el centro de operaciones SCADA y el centro de coordinación de emergencias. También se incluirá un manual y modos de operación utilizando una interfase de computadoras en campo para el diseño de las estaciones reguladoras, de válvulas y de bombeo.

Las estaciones de válvulas y de regulación estarán compuestas por una instalación de contención de pulpas, en caso fuera necesario vaciar el concentrado ante una situación de emergencia. La instalación de contención de pulpas para casos de emergencia será diseñada para almacenar todo el contenido del concentrado entre la estación reguladora y de válvulas y la estación superior siguiente (Tablas 1 y 2).

4.2.2.3 Instalaciones de Descarga de Concentrados

Los cuatro tanques de concentrados del puerto están diseñados para almacenar todo el contenido del concentrado, en el caso que éste tuviera que ser cerrado y drenado. Se construirá los tanques de almacenamiento de concentrados en la mina y el puerto dentro de áreas bermadas, niveladas para dirigir cualquier fuga de concentrados hacia una poza bermada para almacenamiento en caso de emergencia y revestida con HDPE, ubicada abajo de los tanques. Esta poza de emergencia ha sido diseñada para almacenar el 110% del contenido combinado de los cuatro tanques.

Se tratará y filtrará el agua del procesamiento proveniente de la instalación de descarga de concentrados antes de ser liberada al ambiente.

4.3 FASE DE CONSTRUCCIÓN

4.3.1 Guías de Construcción y Prescripciones Específicas del Lugar

Antes de iniciar la construcción, se desarrollarán Lineamientos de Construcción y Prescripciones del Lugar Específico detalladas para la estabilización de taludes, erosión y control de erosión y sedimentos, protección de cruces de ríos, técnicas de construcción, y protección del hábitat. Ello requiere que el Monitor Ambiental trabaje directamente con los ingenieros de diseño y diseñe planos sobre una base de kilómetro por kilómetro, antes que el trabajo sea propuesto. En los diseños, se resalta las prescripciones individuales y se las clasifica en descripciones individuales y/o ilustraciones en el manual ambiental de campo.

4.3.2 Plan de Control de Erosión y Sedimentos

La construcción del concentrado, particularmente en terrenos montañosos, puede provocar la desestabilización de taludes y originar desgaste de masa, erosión y transporte de sedimentos. Estos problemas se acrecentan en lugares donde los concentrados están instalados sobre suelos débiles, deslizamientos de talus y taludes muy escarpados, en áreas propensas a huaycos y en áreas de descarga de aguas subterráneas (sumideros y manantiales). Son de particular interés las actividades de construcción que comprenden moldeamiento lateral en taludes escarpados, humedales transversales y corrientes tributarias, o incluyen construcción en, alrededor o cerca de los ríos. Los trabajos en el río exponen materiales superficiales no consolidados a efectos erosivos directos del agua en movimiento.

Se elaborará un plan de control de erosiones y sedimentos que presente flexibilidad para adaptarse a diferentes situaciones, que puedan ocurrir, según cada lugar. Este plan constituirá la base para establecer las prescripciones del lugar específico proporcionadas por el Monitor Ambiental durante la construcción. Las características de este plan incluirán, pero no se limitarán a lo siguiente:

- se empleará estructuras para el control de sedimentos, tales como balas de heno, sacos de sedimentos o pozas de sedimentación, en los lugares donde la construcción pudiera ocasionar mayor ingreso de sedimentos en fuentes locales de agua
- se elaborará planes de drenaje para desviar escorrentías hacia canales o ríos más cercanos, sin desestabilizar las estructuras existentes
- se colocará revestimientos para la estabilización del banco, tales como riprap, durante la construcción en el río para reducir la erosión del banco

Las alternativas seleccionadas para controlar erosiones y sedimentos se basarán en su aplicabilidad a las condiciones del lugar según los tipos de suelos, cantidad e intensidad de las precipitaciones y escarpa, etc. Las alternativas recomendadas también serán seleccionadas según su practicidad, simplicidad y disponibilidad de equipos y materiales. La selección de las medidas de control de erosiones enfocará, principalmente, aquellos métodos que requieran tecnología relativamente simple, como cercas de limo, cercas de riprap y gaviones de rocas, lo cual posiblemente generará empleo local. La aplicación de alternativas manuales, como zanjas hechas a mano con rocas, por ejemplo, sería seleccionada en base a técnicas como el hidrosembado.

4.3.3 Supervisión y Monitoreo Ambiental

El equipo de manejo de la construcción o la Compañía minera Antamina S.A. contratará un Monitor Ambiental para monitorear las actividades de construcción y trabajar estrechamente con los equipos de Manejo del proyecto, Supervisores de Construcción, personal de construcción e ingenieros de campo, a fin de garantizar que todas las medidas de mitigación y protección ambiental se cumplan a cabalidad.

El Monitor Ambiental trabajará de manera independiente, pero deberá consultar y coordinar con el equipo de Manejo del Proyecto. Asimismo, tendrá autoridad para suspender actividades de construcción que causen impacto en recursos biológicos, físicos, arqueológicos o sociales, previniendo mayor degradación ambiental hasta que se establezca una solución de mitigación. Será responsabilidad del Monitor Ambiental identificar los procedimientos ambientales apropiados y reglamentos del gobierno, así como resolver posibles problemas regulatorios. El Monitor Ambiental comunicará al equipo de Manejo del proyecto cuando el rendimiento del contratista no cumpla con los términos del contrato, no lleve a cabo la mitigación ambiental prescrita o no cumpla con los requerimientos reglamentarios.

Los Monitores Ambientales, por lo general, tienen que ver con reuniones para la preconstrucción y se responsabilizan por brindar asistencia en campo al personal de construcción. El Monitor Ambiental trabajará con el equipo de Manejo del Proyecto y las Entidades Reguladoras para garantizar que la mitigación ambiental se lleve a cabo mediante comunicaciones regulares. También se responsabilizará por bosquejar áreas de potencial interés ambiental, así como las medidas (prescripciones) de mitigación propuestas. Mediante el seguimiento de cada trabajo específico, el Monitor Ambiental elaborará un breve informe sobre las medidas tomadas y la mitigación aplicada. El Monitor Ambiental, además, coordinará las visitas al lugar de personal de entidades reguladoras con el Supervisor de Construcción.

4.3.4 Protección Ambiental en Áreas Sensibles

Las siguientes subsecciones muestran los lineamientos de construcción y protección ambiental para los trabajos en áreas sensibles.

4.3.4.1 Comunidades

Se ha seleccionado las dos alternativas de alineación para evitar en, lo posible, comunidades importantes y áreas residenciales y para minimizar los impactos en áreas que no pudieron ser evitadas. La construcción se llevará a cabo durante el período más seco del año, en la medida de lo posible, para minimizar la disturbancia de tierras de cultivo, así como para minimizar los efectos de la erosión. Todas las áreas que se vean afectadas por los trabajos de construcción serán retornadas a su capacidad anterior.

Si fuera necesaria la reubicación de una familia, ésta se efectuará siguiendo las normas del Banco Mundial. Estas normas requieren la reubicación de estas familias en tierras de valor y capacidad equivalentes, con acceso al mismo, o mejor, nivel de servicios que en la ubicación anterior.

Los canales de irrigación que cruce la alineación serán reemplazados por instalaciones temporales y se mantendrán en funcionamiento sin pérdida de agua o degradación de la calidad del agua para los usuarios aguas abajo, hasta que pueda construirse instalaciones de reemplazo. Todos los canales y cruces de irrigación retornarán a su mismo, o mejor, estado original.

4.3.4.2 Hábitats Sensibles

La alineación del concentraducto evitará, al máximo grado posible, las áreas biológicamente sensibles, que son: los humedales que circundan la Laguna Conococha, humedales altoandinos que circundan la Laguna Ututo y la Laguna Mashaconga y el norte de la Laguna Canrash, hábitats de plantas almohadilla cerca a la Laguna Canrash y bosques de *Polylepis* al norte de Cotaparaco.

La construcción se limitará a un mínimo de 100 m. desde la orilla de las lagunas, excepto en el caso en que el concentraducto esté ubicado dentro de un corredor cercano existente, a fin de evitar hábitats de vida silvestre. La construcción al norte de la Laguna Conococha se restringirá a la carretera existente y no se permitirá maquinaria en los humedales.

Se evitará, en la medida de lo posible, la construcción en hábitats de plantas almohadilla. Estas áreas presentan problemas geotécnicos especiales y los gansos andinos hacen considerable uso de ellas como criaderos. Como éstas son áreas que se inundan por estaciones, se implementarán medidas para prevenir la interrupción de cauces superficiales que sostengan el hábitat de plantas almohadilla.

En áreas donde haya en las cercanías plantaciones naturales de *Polylepis*, existirán restricciones para la incineración de desechos, requerimientos para el uso de materiales explosivos y restricciones en la magnitud de las explosiones, de acuerdo con los lineamientos reglamentarios. No habrán actividades de construcción en los bosques de *Polylepis*.

4.3.4.3 Áreas Geotécnicamente Inestables

La construcción en áreas geotécnicamente inestables requerirá la implementación de un número de medidas de seguridad para proteger el ambiente y la seguridad de los trabajadores. Las medidas para la estabilización de taludes como anclaje de rocas o enmallado de taludes de rocas serán empleadas en áreas de inestabilidad de rocas. Se hará uso de un diseño de taludes del lugar, drenaje adecuado y control de escorrentía, así como medidas de estabilización de taludes incluyendo la reforestación en áreas donde el concentrado cruce suelos coluviales gruesos.

Las áreas sujetas a erosión serán enmalladas con revestimiento de riprap diseñado para soportar inundaciones en el río adyacente. Se dará especial protección al concentrado en el río y corrientes de agua transversales particularmente en áreas susceptibles a huaycos. El concentrado será enterrado en socavamientos profundos, que se espera surjan por condiciones extremas de flujos inundantes. La construcción en corrientes de agua transversales en áreas susceptibles a huaycos también se realizará de manera que no incremente, contribuya o directamente cause, la probabilidad de huaycos.

Se evitará plantas y lugares turbosos en la medida de lo posible. Se efectuará el acarreo final de materiales de desechos y no se colocará el material excedente a los lados de la carretera en zonas no inclinadas de comunidades o en áreas agrícolas sobre taludes mayores a 65%.

4.3.4.4 Áreas Arqueológicas y Culturales

En la Sección 3.4 de este reporte se detalla las áreas de importancia arqueológica y cultural. Un monitor arqueológico estará presente durante la construcción para asegurar que todos los lugares arqueológicos sean evitados por completo, protegidos o documentados y salvados, según se requiera.

4.3.4.5 Política Ambiental Corporativa

CMA instituirá una política que prohíba la caza y la pesca para todo su personal y contratista dentro del área del proyecto (incluido el concentrado) o dentro del Parque Nacional del Huascarán. Las personas que violen esta política serán amonestadas por CMA. El personal y los contratistas serán educados en la importancia de la conservación del parque y serán instruidos a utilizar las entradas oficiales cuando ingresen a las áreas del parque.

4.4 FASE DE OPERACIÓN

CMA mantendrá, además de las siguientes de medidas de mitigación, la política de prohibición de caza y de pesca iniciada durante la fase de construcción.

4.4.1 Recuperación y Restauración del Lugar

Al término de la construcción, se restaurará o recuperará todos los lugares, a fin de minimizar la dimensión del impacto ambiental. La restauración de áreas ayudará a estabilizar los taludes, mitigar la erosión y retornar las áreas alteradas a la capacidad de uso de tierra equivalente al que existe actualmente.

Cualquier interrupción en los canales de irrigación y acueductos serán temporales, y se

reconstruirá y restaurará todos los sistemas a estándares equivalentes a los existentes. Se preservará todos los sistemas de distribución de agua que se encuentren alrededor de la mayoría de las comunidades al máximo grado posible, así como también se diseñará cualquier sección destruida o que tenga que ser reemplazada o reconstruida a fin de reducir el potencial de huaycos.

Se desactivará y recuperará carreteras de acceso que ya no sean necesarias. Las rutas de la carretera que pasen por zonas de pastos se resembrarán con especies de pastos nativas o con especies agrícolas totalmente disponibles. A fin de ayudar a estabilizar los taludes, todos los taludes coluviales nivelados para la construcción del concentraducto se resembrarán con especies de plantas nativas. Esto ayudará a mitigar la erosión, así como a retornar el área a sus condiciones de uso actuales. En la medida de lo posible, se evitará árboles grandes, pero, de no ser posible, se resembrarán por completo después de su alteración.

4.4.2 Monitoreo de las Operaciones

Se monitoreará constantemente la integridad del concentraducto durante las operaciones, primero por medio del sistema SCADA, segundo como parte de un programa de mantenimiento regular, y tercero durante un cronograma de vigilancia regularmente programado, que se efectuará a pie. Se instalará cercas de seguridad en todos los centros de operación, incluyendo en las estaciones de bombeo, regulación y de válvulas. El acceso a estas instalaciones será limitado al personal de la Compañía Minera Antamina S.A. o a contratistas autorizados.

El monitoreo de todas las áreas recuperadas se llevará a cabo hasta que las áreas sean completamente reforestadas. También se aplicará la información obtenida sobre la recuperación de carreteras de acceso no usadas y otras áreas de alteración para las pruebas de recuperación en la mina.

Asimismo, se realizará periódicamente una revisión geotécnica para asegurar, según sea necesario, el funcionamiento de las medidas de control de erosiones, protección contra el socavamiento y estabilidad de taludes en la alineación del concentraducto. También se llevará a cabo una inspección de seguimiento de la irrigación de canales para asegurar que las secciones que hayan sido reemplazadas estén funcionando tal como se requiere.

4.4.3 Tratamiento de Efluentes

El efluente proveniente del proceso de drenaje de la concentradora de zinc y cobre y el efluente de agua clarificado de las pulpas serán dirigidos a una sola poza de recolección de efluentes diseñada para almacenar 15,000 m³. Todo reboce de la poza de recolección y cualquier escorrentía de aguas pluviales descargarán en una poza de emergencia de 5,000 m³. El efluente de la poza de recolección será tratado con peróxido de hidrógeno y caliza, luego será clarificado, filtrado con arena y bombeado hacia el tanque de almacenamiento de efluentes tratados (Figura 2). El efluente tratado será utilizado para el agua de proceso del puerto y todo exceso será dispuesto mediante irrigación o, en caso de emergencia, descargado al océano.

4.5 PLAN DE CONTINGENCIA

La Compañía Minera Antamina S.A. elaborará un completo Plan de Respuesta ante Emergencias y Contingencias de Derrames para el concentrado e instalaciones del puerto. Este Plan de Respuesta ante Emergencias y Contingencias de Derrames estará a disposición de la policía local y regional, centros de primeros auxilios, hospitales y otras entidades públicas, que sirvan a la comunidad de la ruta seleccionada. El plan también estará a disposición del público interesado. Se informará todo incidente o situación de emergencia que pudiera ocurrir o se relacione a las operaciones mineras a las debidas entidades públicas. Estas entidades tendrán acceso a los registros de incidentes. Toda práctica de respuesta ante emergencias cumplirá con los estándares y legislación peruana, normas del Banco Mundial y estándares de las prácticas industriales.

Es probable que las emergencias durante la construcción del concentrado se limiten a daños personales, liberación de sedimentos en áreas sensibles o sistemas ribereños o derrames menores que contengan combustible o productos de aceite provenientes de vehículos ligeros y equipos de construcción. Durante la construcción del concentrado, el Monitor Ambiental, el Administrador General del Proyecto o su representante y el grupo de ingenieros del proyecto constituirán el Equipo de Respuesta ante Emergencias. Es probable que las emergencias durante las operaciones involucren fallas de alguna de las estaciones de válvulas u obstrucción o filtraciones en el concentrado. Durante las operaciones, permanentemente habrá un Equipo de Respuesta ante Emergencias en la mina y en el puerto totalmente capacitado.

En el campamento de construcción portátil, se ubicará una estación de primeros auxilios en caso de emergencias totalmente implementada con al menos dos asistentes capacitados y experimentados en campo todo el tiempo. Se mantendrán disponible un vehículo y su conductor dedicados a labores de ambulancia para una rápida respuesta al lugar de trabajo. En caso de daños menores, se trasladará al personal a la estación de primeros auxilios y, en caso de daños mayores, el traslado será al hospital más cercano.

El monitor Ambiental, Gerente del Proyecto, o su representante, y el equipo de ingenieros del proyecto tendrán autoridad para solicitar al contratista detener y eliminar cualquier emergencia que tenga que ver con la liberación de sedimentos, o combustible y aceites, al área sensible o sistema ribereño. La limpieza de suelos contaminados con hidrocarburos incluirá la remoción de suelos contaminados hacia una instalación de contención de suelos cercada donde pueden ser tratados y recuperados.

Si hubiera una ruptura en el concentrado de pulpas, ésta será inmediatamente detectada por el sistema SCADA. El bombeo de pulpas hacia el concentrado será detenido y las válvulas de obstrucción de las estaciones serán cerradas. Si fuera necesario, se desviaré el contenido del concentrado a las cuencas de contención de pulpas HDPE diseñadas para emergencias ubicadas en cada una de las estaciones de válvulas, o dirigida a la poza de almacenamiento de concentrados para emergencias del puerto. Se insertará un tapón equipado con artículos de escaneo al concentrado (llamado “chanchito inteligente”), el cual será enviado hacia la parte superior o inferior del concentrado para ubicar la ruptura. Luego, se realizará las reparaciones del concentrado según sea apropiado.

En el caso que la pulpa de concentrados sean accidentalmente liberados al ambiente ya sea desde el concentrado o desde cualquier tanque de contención, el Equipo de Respuesta ante Emergencias se movilizará para contener el derrame. Se priorizará y limitará en la medida de lo posible pérdidas de agua local, particularmente sistemas de uso doméstico, agrícola o comercial. Se notificará a los pobladores residentes aguas abajo sobre el derrame inmediatamente. Los suelos y pulpas que sean recuperados de un derrame o de las cuencas de contención de pulpa para casos de emergencia, serán retornados al molino para su reprocesamiento.

5.0 - EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1 INTRODUCCIÓN

Un impacto en el ambiente se compone de cualquier efecto, generado por la presencia del hombre, que resulta en la alteración del ambiente, ya sea de manera positiva o negativa, y de los efectos resultantes de esta alteración. Estos impactos pueden ser directos o indirectos. Los impactos ambientales directos se definen como presiones sobre el ambiente que originan directamente cambios en el ambiente. Los impactos ambientales indirectos se definen como cambios subsecuentes en el ambiente como resultado de los impactos ambientales directos.

5.2 IMPACTOS EN EL AMBIENTE FÍSICO

Los efectos físicos incluyen impactos en la topografía, estabilidad geológica y suelos, y en la estética. Se empleará las medidas de mitigación señaladas en la Sección 4 de este informe para reducir o eliminar estos impactos en la medida de lo posible.

5.2.1 Impactos Geotécnicos

Los principales impactos geotécnicos se relacionan a los cambios en la topografía y los efectos resultantes en la estabilidad geológica y régimen hidrológico, que, a su vez, pueden afectar la vegetación y el hábitat silvestre. Los principales efectos sobre la topografía son el resultado de la construcción de vías de accesos, principalmente por el corte y relleno necesarios para lograr grosores y gradientes en la carretera, y la consecuente disposición de los desechos de construcción. Los principales problemas geotécnicos se relacionan con la estabilidad e incluyen lo siguiente:

- procesos erosivos
- socavamiento de cruces de ríos
- precipitación de huaycos por la construcción en áreas con taludes inestables
- sismos

Se usará los desechos provenientes de cortes como relleno en otros lugares, a fin de minimizar la cantidad de material (desechos) que sería dispuesto, y minimizar la cantidad de materiales que serían obtenidos de “áreas de préstamo”. Esto se denomina corte y relleno equilibrado. Sin embargo, no siempre puede lograrse un equilibrio. Los desechos provenientes de depósitos de corte que no pueden ser usados como relleno se colocarán a un lado de la carretera o se llevarán a otro lugar para su disposición final. La colocación de material a un lado de la carretera consiste en la deposición de desechos de construcción en el lado externo de la alineación. El material que se coloca en taludes empinados generalmente es inestable y si no hay control pueden producirse fallas, deslizamiento de pulpas, destrucción de campos y de sistemas de irrigación ubicados en la parte inferior, así como la sedimentación de fuentes locales de agua. A fin de evitar estos posibles impactos, no se empleará este método donde los taludes sean mayores a 65%, en áreas ubicadas en la parte superior de viviendas, chacras, sistemas de irrigación, ríos o hábitats sensibles. En estas áreas, el material excedente se llevará hacia lugares

de almacenamiento, pilas de desmonte o lugares de relleno. Estos suelos serán usados, donde fuera posible, durante la recuperación, o apilados permanentemente. Se sembrará especies de pastos en los suelos apilados para minimizar la erosión.

A fin de estabilizar áreas de inestabilidad de rocas, se hará uso de medidas de estabilización de taludes y controles de erosión como empernamiento de rocas o reforzamiento de taludes (enmallado de taludes de rocas). En las áreas de suelo coluvial grueso por donde pase el concentraducto, se diseñarán taludes específicos para el lugar, se dará un adecuado control de drenaje y escorrentía y se procederá a la revegetación respectiva.

En áreas sujetas a erosión se empleará riprap diseñado para soportar flujos de inundación del río adyacente. Se dará especial protección al concentraducto en el río y los cruces de ríos de áreas susceptibles a huaycos. Se enterrará el concentraducto en estos cruces a profundidades de socavamiento proyectadas, que se espera surjan por condiciones extremas de inundación.

La concentración de esconrentías o liberaciones puntuales de agua sobre suelos inestables incrementa drásticamente la posibilidad de huaycos. Se realizará la construcción en cruces de ríos de áreas susceptibles a huaycos de tal manera que no incremente, contribuya o directamente cauce la probabilidad de huaycos (derrumbes). Se tomará medidas como estabilización de taludes, planes de drenaje y reemplazo de canales de irrigación disturbados por la construcción para mitigar la posibilidad de huaycos.

Con el propósito de minimizar el potencial de daños o rupturas causados por movimientos sísmicos, también se ha diseñado el concentraducto para soportar desplazamientos generados por terremotos con una intensidad de VII en la Escala de Mercalli Modificada (aceleración de tierra pico de 0.25 a 0.45 g).

5.2.2 Impactos en los Recursos Edáficos

Los impactos en los recursos edáficos, junto con otros factores geotécnicos, pueden originar problemas en la estabilidad de taludes y erosiones. Estos impactos pueden incluir lo siguiente:

- interrupción de la estructura de suelos (alteración)
- pérdida de la calidad de suelos, particularmente en áreas agrícolas
- compactación de suelos, que origina cambios en coeficientes de escorrentía, capacidad de absorción del agua, raíces en el subsuelo e incremento de plantas
- exposición a erosiones

La mayoría de los suelos a lo largo de la ruta del concentraducto propuesto presenta una capa orgánica pobremente desarrollada, como es típico en los sistemas montañosos donde los suelos son relativamente nuevos. Los suelos de los humedales altoandinos son la excepción, pues allí el drenaje inadecuado ha originado estanques de materia orgánica. Los suelos en las partes bajas de los valles del Río Fortaleza y del Río Huarmey, aunque son muy empleados para la agricultura, no presentan una capa orgánica definida. Por el contrario, el contenido orgánico ha sido combinado con el mineral componente del suelo mediante cambios frecuentes relacionados al cultivo e inundación del río.

La calidad de los suelos que contienen capas orgánicas no se verá alterada significativamente

ya que se realizará la remoción de todas las sustancias orgánicas antes de la instalación del concentrado, y se procederá al remplazo de estas sustancias durante la etapa de recuperación. La alteración de suelos sin capas orgánicas no afectará la capacidad de estos suelos.

La compactación de los suelos puede reducir su permeabilidad y capacidad para absorber escorrentías. Se prevé que la construcción del concentrado no tendrá impactos significativos sobre la permeabilidad del suelo o absorción de escorrentía, ya que el área de disturbancia es lineal y no es lo suficientemente amplia como para causar alguna interrupción significativa en estos procesos.

Se recuperará todos los suelos, a fin de estabilizarlos y limitar la erosión. La mayoría de los trabajos a llevarse a cabo cerca de los ríos serán realizados durante la estación seca para minimizar la erosión del suelo.

5.3 IMPACTOS EN EL AMBIENTE BIOLÓGICO

5.3.1 Impactos sobre los Recursos Acuáticos y de Pesca

5.3.1.1 Introducción

Las fuentes de pesca y los recursos acuáticos comprenden todos los aspectos del sistema acuático, incluyendo calidad de agua, hábitat acuático y biota acuática (algas, bentos, crustáceos, peces, reptiles, anfibios y mamíferos), e incluso el uso de estos recursos por el hombre. Los ríos y las lagunas, a lo largo de las secciones de las alineaciones propuestas, suministran agua a los habitantes para usos de irrigación, doméstico y comercial, así como para los peces y la vida silvestre. De ahí que sea crítico que las medidas de mitigación aseguren el mantenimiento de las condiciones de línea de base durante la construcción y operaciones del concentrado.

En general, el concentrado propuesto recorrerá los valles de los ríos desde su origen en la mina hasta la instalación de desagüe y descarga en el Puerto de Huarmey. El potencial de impactos en la pesca y recursos acuáticos es mayor en los lugares que cruza el concentrado, o cuando se halla próximo a ríos mayores. La fase de construcción del proyecto ocasionará la disturbancia temporal del hábitat acuático aguas adentro de los cruces de ríos. Los posibles impactos en los recursos acuáticos durante los trabajos de construcción incluyen:

- pérdida directa o disturbancia del hábitat de los peces;
- sedimentación de las áreas aguas abajo;
- obstrucción temporal de la migración de peces;
- peces varados durante la construcción;
- efectos de fugas de combustible o petróleo (hidrocarburos) del equipo de construcción;
- disturbancias en áreas ribereñas adyacentes a los ríos; y,
- disturbancia física de bancos ribereños.

Los efectos relacionados al concentrado a largo plazo en los recursos acuáticos se

relacionan principalmente a alteraciones físicas del hábitat en los cruces de los ríos y sedimentación de áreas aguas abajo. Una ruptura del concentraducto durante las operaciones causaría más impactos sobre los recursos acuáticos aguas abajo, particularmente si un derrame afectase los sistemas de irrigación que también fueran usados como suministro doméstico. Sin embargo, dado que se diseñará y construirá de manera adecuada el acceso del concentraducto y los cruces de ríos y se tomarán medidas apropiadas de restauración y mitigación para minimizar los impactos ambientales, se espera que los impactos en las fuentes de pesca y en los recursos acuáticos no sean significativos o de duración prolongada.

5.3.1.2 Evaluación de los Impactos en los Recursos Acuáticos y de Pesca

Los impactos en las fuentes de pesca y recursos acuáticos originados por la construcción y operaciones en el concentraducto se evaluaron para el caso del río y cruces de ríos a lo largo de la ruta del concentraducto. Se dio mayor énfasis a los cruces de ríos mayores y cruces de ríos menores que contenían peces. También se consideró los cursos de agua que contenían peces y que se encontraban a 100 m de la ruta del concentraducto. En total, se ha identificado 60 cruces de ríos para las alternativas A y B, de los cuales 20 son considerados como cruces de ríos mayores (PSI, 1998c). De los 40 cruces de ríos menores restantes, por lo menos 3 contienen peces. Además, se ha identificado un río de importancia local que contiene peces en la desembocadura de la Laguna Canrash.

5.3.1.3 Resumen de los Posibles Impactos en cada Cuenca

Se evaluó los posibles impactos en cruces de ríos mayores y cruces de ríos menores que contenían peces, de acuerdo a su duración, magnitud y nivel geográfico. A continuación, se presenta un resumen de los posibles impactos del concentraducto en la cuenca hidrológica.

Cuenca del Río Mosna

Se propone cinco cruces de ríos menores en la naciente de la cuenca hidrológica del Río Mosna. El más importante de éstos se localiza en la Quebrada Caracho, inmediatamente aguas abajo de la desembocadura de la Laguna Canrash. Las truchas arco iris son abundantes en este río. El carachi *Orestias agassii* está presente en la Laguna Canrash y la Laguna Minascoccha, las cuales se encuentran potencialmente afectadas por la construcción del concentraducto. La topografía asociada a la ruta del concentraducto en la cuenca es relativamente llana y predomina la tierra de pastoreo de la Puna. No se prevé impactos significativos en esta sección de la alineación del concentraducto, siempre y cuando se emplee la mitigación indicada en la Sección 4.0. La construcción río adentro ocasionará impactos a corto plazo en los peces y su hábitat en la Quebrada Caracho.

Cuenca del Río Vizcarra

Se propone un cruce de río en la Quebrada Torres, que contiene una cantidad reducida de truchas arco iris. Éste es un cruce relativamente pequeño, con un banco ribereño menor a 5 m. de ancho. La Quebrada Torres se ubica dentro de un valle en forma de U ligeramente inclinado, por lo que no se prevé problemas de erosión. La construcción del concentraducto no tendrá impactos significativos en este cruce.

Cuenca del Río Pativilca

Se propone cuatro cruces de ríos mayores y cuatro de ríos menores en las nacientes de la cuenca del Río Pativilca. Se aprecia la presencia de truchas arco iris en tres de los cuatro cruces mayores. La Quebrada Desagüe contiene, en particular, grandes cantidades de trucha arco iris, y parece ser refugio de estas truchas que provienen del canal principal de Pativilca. Los dos cruces de la Quebrada Tunacancha son relativamente pequeños. Se observa presencia de truchas Arco iris y las condiciones de calidad de agua son excelentes. El cruce en la Quebrada Pichcaragra pasará por un cañón pequeño. No se prevé impactos significativos ocasionados por la construcción del concentraducto en estos cruces.

El canal principal en la parte superior del Río Pativilca es moderadamente turbio y contiene poblaciones periódicas de trucha arco iris. La ruta del concentraducto se aproxima considerablemente al Río Pativilca en algunas secciones. La carretera actual presenta muy buenas condiciones y está muy por encima del nivel de inundación del canal principal. Los posibles impactos en las fuentes de pesca y en los recursos acuáticos tienen que ver con la inestabilidad causada por la construcción del concentraducto en taludes empinados. Mientras que por un lado, éste es un problema menor que puede darse en la carretera actual, por el otro, la alineación requerirá excavaciones en terreno escarpado. Si se minimiza la cantidad de material colocado a un lado de la carretera en la sección de derivación y se implementan los planes de mitigación tal como se indica en la Sección 4.0, no se prevé impactos significativos sobre áreas acuáticas aguas abajo.

Cuenca del Río Santa

Las alternativas A y B de la ruta del concentraducto requerirán cada una de un cruce mayor en el río Santa. El cruce propuesto para la alternativa A se ubica en el Río Santa, en la desembocadura de la Laguna Conococha. Se observa grandes cantidades de trucha arco iris y *Orestias agassii* en este lugar. La alternativa B requiere un cruce de río mayor en el canal principal del Río Santa y 13 cruces de ríos menores. Es probable que la trucha arco iris sea la única especie presente en estos cruces. El terreno en la parte superior de la cuenca hidrológica del Río Santa es relativamente llano, por lo que no se prevé problemas significativos de erosión o inestabilidad. Las quebradas en la ruta del concentraducto al oeste de Catac se entrelazan en valles pequeños, y se requerirá medidas de mitigación en los taludes laterales para prevenir erosiones y transporte de sedimentos hacia áreas aguas abajo durante la construcción del concentraducto.

El cruce del Río Santa propuesto para la alternativa A tendrá impactos localizados significativos a corto plazo en los peces, como resultado de los trabajos río adentro. Sin embargo, los peces son abundantes en el área circundante y se espera la rápida recolonización y recuperación del hábitat. De ahí que se considere como no significativos los impactos en la pesca y recursos acuáticos.

Cuenca del Río Fortaleza

Se prevé nueve cruces de ríos mayores y doce cruces de ríos menores para la alternativa A en la cuenca del Río Fortaleza (PSI, 1998c). La mayoría de estos cruces se encuentran en la parte superior de la cuenca, donde la calidad del hábitat de los peces es marginal y se observa pocas especies de peces. En los taludes escarpados que se presentan en la parte superior de la

cuenca, se requerirá amplia ingeniería preventiva y medidas de mitigación para minimizar impactos en los recursos acuáticos aguas abajo.

La parte superior del Río Fortaleza presenta baja a moderada turbidez, dependiendo de la magnitud del caudal. Durante caudales bajos, la erosión natural se reduce y hay transporte de sedimentos que no están en suspensión, lo cual origina que el agua se torne relativamente clara. El impacto de los trabajos río adentro sobre las fuentes de pesca y recursos acuáticos en el Río Fortaleza dependerá, en gran medida, del tiempo de construcción. Sería ideal que la construcción en cruces de ríos mayores se realice durante caudales bajos, cuando el perímetro húmedo del cruce sea mínimo y la derivación sea fácilmente regulada.

El plano de inundación inferior del Río Fortaleza está bordeada por taludes inestables de material coluvial que mayormente no tienen vegetación, debido a las condiciones desérticas. Se propone dos cruces para el concentrado en el área de inundación de la parte inferior del Río Fortaleza. Durante los períodos de lluvias fuertes en las montañas, la inundación es extrema en los planos de inundación de la parte inferior. Los boleos grandes que se encuentran en el canal del río es prueba de los altos volúmenes del cauce.

Se observa varias especies de peces en los planos de inundación de la parte inferior. Los trabajos río adentro ocasionarán impactos localizados de corto plazo sobre las poblaciones de peces en las áreas de construcción. Si se emplea las técnicas de construcción recomendadas, se espera que los impactos en las fuentes de pesca y recursos acuáticos, como resultado de las actividades de construcción en el río, no sean significativos. Debido a que el concentrado será enterrado en el socavamiento proyectado para el evento de inundación de 1 en 1,000 años, se considera que el potencial de daños del concentrado en los cruces mayores de inundación será muy bajo.

Cuenca del Río Huarmey

Se prevé cinco cruces de ríos mayores y ocho cruces de ríos menores para la Alternativa B en la cuenca del Río Huarmey (PSI, 1998c). Las condiciones en esta cuenca son similares a las del Río Fortaleza, con valles escarpados lateralmente en la parte superior de la cuenca y extensas áreas de inundación aguas abajo. Los taludes laterales en los valles bajos son extremadamente inestables, aunque no se presentan precipitaciones ni escorrentías superficiales.

Se observa algunas especies de peces en la parte inferior del Río Huarmey. Los trabajos río adentro causarán impactos localizados de corto plazo sobre los peces de los cruces de ríos. El hábitat de los peces está constituido principalmente por boleos y cantos rodados y algas filamentosas. Al término de los trabajos de construcción, se espera la recuperación de la calidad de agua y el hábitat de peces afectado, así como la recolonización de peces y otras especies acuáticas. Siempre y cuando se tomen las medidas de mitigación indicadas en las Sección 4.0 durante la etapa de construcción, se considera que no serán significativos los impactos en las fuentes de pesca y recursos acuáticos.

5.3.2 Impactos en la Vegetación y los Ecosistemas

5.3.2.1 Introducción

Los impactos en la vegetación y el ecosistema comprenden la pérdida directa de vegetación y especies de malezas. La pérdida o disturbancia de la vegetación puede también ocasionar impactos en el hábitat silvestre. Todas las áreas que se alteren durante la construcción se recuperarán inmediatamente después de esta etapa con especies agrícolas y nativas localmente disponibles. Esto servirá para reemplazar la vegetación perdida, determinar la aparición de malezas que no sean nativas del área y mitigar impactos en el hábitat silvestre.

5.3.2.2 Evaluación de los Impactos en la Vegetación y los Ecosistemas

La instalación del concentrado en carreteras existentes no ocasionará pérdidas significativas de vegetación. La mayor parte de la pérdida se dará en las áreas de alineación, cuando no sea posible la construcción en alguna carretera existente. Se espera que la pérdida de vegetación se vea limitada por la ruta angosta del concentrado. Sin embargo, ya que la Ruta A sigue carreteras existentes en mayor grado que la Ruta B, se espera que los impactos en la vegetación a lo largo de la Ruta A sean significativamente menores que en la Ruta B.

Alineación A (Incluyendo la Alineación Compartida)

Para la alineación de la Alternativa A, la pérdida total de vegetación será de aproximadamente 134 ha., del siguiente tipo y cantidades:

- 100 ha. de pajonales altoandinos
- 27 ha. de tolales altoandinos
- 7 ha. de tierras agrícolas
- trazas de vegetación de monte ribereño y matorrales, vegetación de laderas bajas y cactus y plantas xerofíticas dispersas.

La mayor parte de la disturbancia en la vegetación de pajonales altoandinos y de los tolares altoandinos se deberá a la construcción del concentraducto entre Antamina y Huanzalá, y entre Suyán y Mojón. La pérdida de tierra agrícola será mayor en la parte inferior del valle del Río Fortaleza. La otra causa de la pérdida de vegetación provendrá de los trabajos en las carreteras existentes. Estos impactos en la vegetación no serán significativos si se implementan las medidas de mitigación señaladas en la Sección 4.0 de este informe.

Alineación B (Incluyendo la Alineación Compartida)

La pérdida de vegetación para la alternativa B será de aproximadamente 254 ha., del siguiente tipo y cantidad:

- 126 ha. de pajonales altoandinos
- 63 ha. de tierras agrícolas
- 39 ha. de tolares altoandinos
- 13 ha. de vegetación de monte ribereño y matorrales
- 13 ha. de vegetación de laderas bajas.

La mayor parte de pérdida de pajonales altoandinos y tolares altoandinos provendrá de la construcción entre Antamina y Huanzalá y entre Suyán y Cotaparaco. La mayor parte de la pérdida de monte ribereño y matorrales y de laderas bajas se deberá a la construcción entre Cotaparaco y San Miguel. La disturbancia de las tierras agrícolas se deberá mayormente a la construcción entre San Miguel y Huarmey. Durante la construcción entre San Miguel y Huarmey, también pueden perderse trazos de cactus y plantas xerofíticas dispersas. Estos impactos en la vegetación no serán significativos si se implementan las medidas de mitigación indicadas en la Sección 4.0 de este informe.

Especies de Plantas Raras, en Peligro o Endémicas

En la cercanía de la Alternativa B del concentraducto, al norte de Cotaparaco, se presenta un bosque de *Polylepis*. La alineación final de esta alternativa todavía no ha sido determinada y se harán esfuerzos por evitar este bosque. Si es inevitable la construcción en este bosque, se seguirán estrictamente los lineamientos para trabajos en un bosque de *Polylepis* presentados en la sección 4.2.2 de este documento. Se reemplazará toda pérdida en el bosque de *Polylepis*.

Hasta la fecha, no se ha identificado otras especies raras, en peligro o endémicas a lo largo de las alineaciones del concentraducto propuesto. Todos los tipos de vegetación registrados en las alternativas de alineaciones se encuentran esparcidos en la región circundante, por lo que no se espera impactos sobre otras especies raras, en peligro o endémicas.

5.3.3 Impactos en la Vida Silvestre y sus Recursos

5.3.3.1 Introducción

Los impactos en la vida silvestre y su hábitat comprenden pérdida o degradación directa del hábitat, fragmentación del hábitat, interrupción de patrones migratorios y mortalidad directa de la vida silvestre. Es probable que la construcción del concentraducto propuesto ocasione pérdida a corto plazo del hábitat silvestre, aunque se recupere todos los lugares después de la construcción. Se espera que no haya fragmentación del hábitat o interrupción de patrones

migratorios que sean ocasionados por disturbancias y falta de mamíferos migratorios. Las aves migratorias no se verán afectadas por la construcción u operaciones del concentraducto. A pesar que habrá bastante tráfico durante la construcción, se espera que el número de mortalidad directa de vida silvestre ocasionado por vehículos no sea significativo y sea mucho menor que el transporte de concentrados por camiones que está reemplazando el concentraducto.

5.3.3.2 Evaluación de Impactos en Especies de Interés

Las especies de interés son aquellas consideradas como amenazadas o en peligro de extinción por la UICN o protegidas por CITES o el gobierno peruano. Se vieron o registraron doce especies en peligro durante los inventarios de campo o que se creían se encontraban en el área, según informes de los habitantes, a lo largo de las dos alternativas de alineación. Estas especies son enumeradas en la Tabla 35, y se señalan en la Sección 3.1.9 de este informe.

Flamenco Andino

Entre mayo y junio de 1998 se registró de 50 a 80 flamencos andinos en la Laguna Conococha en al menos tres ocasiones. Siempre se observó aves en el centro de la laguna a 500 - 1,000 m. de la carretera existente. Sólo se apreció aves adultas y subadultas. No se observó la presencia de aves jóvenes ni plataformas de nidos que indicaran criaderos. Parece que las aves usan la Laguna Conococha únicamente como área de alimento. Su presencia indica que ya se han habituado a la carretera existente y al tráfico vehicular de la Carretera Panamericana. Se cree que la construcción del concentraducto en la carretera no afectará en gran medida, los patrones de alimentación o ecología de estas aves zancudas.

Tagua Gigante

En la Laguna Conococha, se observó al menos dos pares de taguas gigantes. Se notó que uno de éstos pares tenía un nido de vegetación flotante, lo que indicaría existencia de crías. Se localizó otros pares de fochas gigantes en la Laguna Ututo y la Laguna Canrash. Las aves en la Laguna Canrash estaban anidando y se notó la presencia de 3 aves jóvenes. Las taguas gigantes son aves acuáticas confinadas a lagunas alto andinas. Se considera que la construcción y operación del concentraducto no las induciría a abandonar estas áreas.

Gaviota Andina

Se registró gaviotas andinas en la Laguna Conococha y la Laguna Canrash. Estas aves se restringen a lagunas altoandinas y parecen no ser numerosas en ninguna de las alternativas del concentraducto. Por lo general, las gaviotas anidan en la tierra cerca de las orillas de las lagunas y se alimentan tanto en las lagunas, a lo largo de la orilla, como en los humedales altoandinos. La construcción del concentraducto no ocasionará daños en las áreas de crianza o alimentación de éstas aves, ya que la alineación del concentraducto se ubica a más de 100 m de la Laguna Canrash y se alinea en la carretera existente, cerca de la Laguna Conococha.

Cóndor Andino

Se registró cóndores andinos en cinco ocasiones entre Mojón y Pachapaqui, aunque no se

divisó más de dos aves al mismo tiempo. La construcción y operación del concentraducto no afectará el hábitat que por lo general sirven como criaderos. La presencia de aves sobre la carretera a Pachapaqui indicaría que los cóndores ya se han habituado a la actividad del hombre.

Pito del Norte

Se observó pitos del Norte en algunos lugares a lo largo de las alineaciones del concentraducto, especialmente en Mojón y Cochapetí. Estas aves se alimentan tanto en la tierra como en los árboles, y anidan en cavidades disponibles en árboles y construcciones antiguas. Durante la construcción del concentraducto no se talará árboles grandes ni se retirará antiguas construcciones donde estas aves pudieran anidar, por lo que se espera que no habrá impactos en estas especies.

Especies de Mamíferos de Interés

Se observó un zorro andino al sudoeste de Conococha y muchos habitantes del lugar también informaron acerca de su presencia en las áreas altoandinas. También se informó sobre gatos de las pampas, tarucas y grisonos en toda la región altoandina. Estos animales pueden verse temporalmente afectados durante la construcción del concentraducto, pero como se espera que la construcción y operación del concentraducto no origine una pérdida permanente del hábitat para ninguna de estas especies, se considera que el impacto de interrupción temporal no será significativo.

Otras Especies de Interés

Se observó numerosos patos y nutrias de río en el valle del Río Mosna (Klohn Crippen-SVS, 1998). Estas especies no se verán afectadas por la construcción del concentraducto debido a que la alineación no ingresará a este valle. Sin embargo, ya que el valle del Río Mosna se localiza aguas abajo de la alineación del concentraducto, éste se vería impactado durante las operaciones, si hubiera alguna falla catastrófica en el concentraducto. Este riesgo de fallas catastróficas es muy remoto, por lo que es probable que los impactos en los patos y nutrias de río, que no se restringen al hábitat acuático, no sean significativos con la implementación de medidas de mitigación indicadas en la Sección 4.0 del presente informe.

Potencial de Pérdida del Hábitat

La dimensión total del hábitat que puede perderse durante la construcción del concentraducto propuesto es de 134 ha para la alternativa A y 254 ha para la alternativa B. Ya que después de la construcción se recuperarán todas las áreas, se espera que estas pérdidas del hábitat sean transitorias o temporales. Los efectos directos en el hábitat silvestre se restringen a una parte angosta de toda la alineación; de ahí que la fragmentación del hábitat e interrupción de los patrones de migración no se vean afectados. Algunos taludes requerirán renivelación y estabilización. Estas áreas localizadas e resembrarán o replantarán con vegetación natural. Debido a que todos los hábitats a lo largo de la alineación del concentraducto se encuentran bien representadas en toda la región altoandina, no habrá disturbancia de tipos de hábitat raros.

Habitats de Vida Silvestre Sensibles

Los tipos de hábitats silvestres más sensibles a lo largo de la alineación del concentraducto son los humedales altoandinos, hábitat de plantas almohadilla y las lagunas más grandes. Se evitará cada uno de estos hábitats durante el diseño y construcción del concentraducto, por lo tanto no recibirán impactos.

5.3.4 Impactos en el Tratamiento de Agua en el Puerto

La calidad del efluente proveniente de los espesadores dependerá de su derivación de la concentradora de cobre o zinc. Por lo general, el efluente no tratado será una combinación de los dos tipos principales de efluentes mezclados con agua con contenido de metal. En la Tabla 63, se indica la calidad de pre-tratamiento proyectado de esta mezcla, o calidad de equilibrio, y la calidad del diseño de la planta o del efluente máximo, se presentan junto con la calidad del efluente después del tratamiento y clarificación con peróxido de hidrógeno. Los niveles máximos permisibles para efluentes líquidos tratados se dan como valores promedio anual.

Es difícil comparar la calidad del efluente final no diluido con los lineamientos peruanos sobre calidad de efluente, debido a que los resultados de la calidad de efluente se clasifican como metales totales y los lineamientos peruanos se basan en metales disueltos. Sin embargo se espera que el efluente tratado cumpla con los estándares de CMA para calidad de efluentes líquidos, ya que las concentraciones de metales totales incluyen la fracción disuelta.

Los efluentes de la planta se utilizarán para propósitos de irrigación cerca del puerto. Se realizará una caracterización adicional del agua de la planta de filtración pre-liberación, a fin de establecer si se necesita un tratamiento para cumplir con los estándares de calidad de agua y para determinar qué requerimientos de tratamiento se necesitarían. Para fines de estimación de costos, se tomarán previsiones para el posible tratamiento de agua.

5.4 IMPACTOS EN EL AMBIENTE SOCIOECONOMICO

5.4.1 Impactos al Ambiente Social

5.4.1.1 Impactos en la Demografía

Debido a la naturaleza del proyecto de corto plazo (2 años), se espera que la construcción del concentraducto no tenga efectos significativos en las características demográficas del área. Es posible que en las áreas de construcción activa pueda notarse un aumento temporal de varones en busca de trabajo; sin embargo, estos cambios en la población del lugar serán de muy poca duración. Se espera que las rutas A y B requieran una mano de obra operacional de entre 35 y 51 personas, respectivamente. La mano de obra operacional para la ruta B es mayor que en la ruta A, debido a que en la ruta B se requiere de una estación de bombeo adicional. Estas cifras también representan monitoreo y bombeo en la mina, así como la rotación del personal (cuatro turnos rotativos). Los puestos de trabajo generados gozarán de calidad de empleo, aunque el número de éstos será menor con relación al potencial de mano de obra local.

5.4.1.2 Efectos de los Campamentos Temporales de Construcción

Habrà un ligero incremento en la población del lugar, debido a la presencia del personal de construcción que vivirá en campamentos temporales. Los problemas en los campos de construcción incluyen higiene inapropiada, mayor riesgo de introducción de enfermedades, gran número de varones no residentes y mayor crimen. Estos problemas pueden ser considerablemente mitigados ubicando los campamentos de construcción temporales lejos de las comunidades pequeñas, colocando las instalaciones lejos de las fuentes de agua potable, empleando cocinas modernas e instalaciones para la disposición de desechos, e implementando una política de higiene dirigida a prevenir la transmisión de enfermedades.

5.4.1.3 Efectos en la Infraestructura Local

Es probable que haya mayor presión en la infraestructura local durante el breve período de construcción (dos años), aunque es posible que esto sea transitorio debido a que el trabajo, la mano de obra y los campamentos se movilizarán constantemente a medida que avancen los trabajos a lo largo de la alineación. Se prevé que los impactos principales sean: mayor tráfico vehicular, mayor retraso en el tráfico e impactos en los sistemas de irrigación. Se elaborará un plan para el control de tráfico antes de iniciar la construcción y se contará con guardavías durante la construcción en las carreteras principales. Esto será más evidente a lo largo de autopistas principales como la Carretera N°2 (de Conacocha a Catac), la Carretera N°4 (Fortaleza), o la Carretera Panamericana, dependiendo de la alineación seleccionada. Sin embargo, se espera que este impacto sea temporal y un obstáculo menor para el regular tráfico vehicular.

Se instalará sistemas temporales, incluyendo tuberías, bombas y cunetas en caso se abarquen los sistemas de irrigación. Se diseñará todos los trabajos temporales para asegurar el suministro de agua continuo en términos de cantidad y calidad. Se reemplazará estos sistemas temporales con nuevos canales, acueductos o cunetas, en condiciones que sean equivalentes a las que existan actualmente. Se prevé que el concentraducto ocasionará poco o ningún efecto en otras infraestructuras.

5.4.2 Impactos Económicos

La construcción del concentraducto generará un número de puestos de trabajo de construcción de corto plazo para operadores expertos de maquinaria pesada y obreros inexpertos. La construcción de la Alineación A requerirá de una mano de obra de aproximadamente 962 personas y generará aproximadamente 1,888,046 horas de trabajo, mientras que la Alineación B requeriría mano de obra de 1,096 personas por aproximadamente 2,340,397 horas de trabajo (PSI, 1998c).

Muchas de las comunidades de ambas alternativas de alineación presentan altos niveles de desempleo, y la construcción probablemente generará considerable empleo local, demanda de bienes y servicios y contratos locales, así como grandes beneficios a corto plazo en la economía local.

Las personas que trabajen en el concentraducto generarán la demanda de bienes y servicios, mientras que la demanda de contratos será más para contratistas que trabajen en el concentraducto, en campos como recuperación y remediación del lugar, servicios de

campamento, control de tráfico y suministro de material. La construcción del concentraducto puede originar un aumento en el precio de los bienes y servicios locales, ya que las personas no locales estarán dispuestas a pagar precios más altos por ciertas comodidades y servicios que los habitantes.

5.4.3 Impactos en el Uso y Tenencia de la Tierra

5.4.3.1 Uso de Tierras

La construcción y operación del concentraducto puede inducir a los siguientes tipos de cambios en los patrones de uso de tierras:

- alienación de tierras de cultivo, pastoreo y vivienda
- cambios en los patrones existentes de uso de agua
- fragmentación de lugares de cultivo y pastoreo

Se ha seleccionado ambas alternativas para el concentraducto con el fin de evitar áreas residenciales y urbanas y para minimizar el impacto sobre tierras con agricultura extensiva. Las alineaciones recorren carreteras existentes en la medida de lo posible, evitan las comunidades y áreas de cultivo alrededor de Aquia y Chiquián, y se han dirigido cerca a Huarmey. Aunque no sea posible evitar completamente las áreas de cultivo, la alteración directa de la tierra de cultivo se minimizará al máximo grado posible, y se considera que los impactos sobre la agricultura serán mínimos.

5.4.3.2 Tenencia de Tierras

La mayor parte de las tierras a lo largo del concentraducto es de propiedad de las Comunidades Campesinas. Éstas son organizaciones ancestrales que están protegidas por La Ley General de Comunidades Campesinas (N° 24656) y La Ley de Deslinde y Titulación de Tierras (N° 24657). La última de estas leyes establece que las tierras de las Comunidades Campesinas no pueden ser embargadas o prescritas. Sólo una Asamblea General de la comunidad puede decidir sobre la disposición de las tierras de cultivo y las tierras de pastoreo. Estas tierras se encuentran registradas por miembros que poseen propiedad comunal y estatus jurídico.

Antamina necesitará negociar con los propietarios privados y las Comunidades Campesinas para obtener el derecho de vía y construir el concentraducto. Antamina ha negociado con dos Comunidades Campesinas que circundan la mina sobre los derechos para explotar y construir la Mina Antamina. En ambos casos, se desarrolló un acuerdo de compensación debido y justo para la satisfacción de todas las partes.

Los derechos de agua también pertenecen comunalmente a las Comunidades Campesinas. Tal como se mencionó anteriormente, el diseño y mantenimiento del concentraducto y estructuras relativas debe ser sensible a los complejos patrones del uso de agua en el área.

5.4.4 Impactos en los Recursos Arqueológicos

La conservación de lugares arqueológicos y su protección durante la construcción es muy importante. Se ha identificado un total de siete lugares entre Antamina y Yanash Allash, 8 a lo largo de la alternativa A, y 36 a lo largo de la alternativa B, durante investigaciones o estudios previos llevados a cabo por la Compañía Minera Antamina S.A. para esta evaluación.

Debido a que se ha alineado ambas rutas para evitar todos los lugares arqueológicos, patrimoniales, históricos y culturales conocidos, se espera evitar totalmente los impactos. Además, un monitor arqueológico estará presente durante la construcción para asegurar que los lugares arqueológicos sean evitados por completo, protegidos o documentados y salvados, según lo requiera cada situación individual.

6.0 - ANÁLISIS DE LAS RUTAS ALTERNATIVAS DEL CONCENTRADUCTO

6.1 INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva ambiental, geotécnica y arqueológica, el análisis comparativo de las alternativas de alineación del concentraducto se lleva mejor a cabo usando una matriz de evaluación. Ésta permite asignar un valor numérico a un concepto no numérico, por lo que puede efectuarse, de manera más fácil, un análisis comparativo.

6.2 METODOLOGÍA

A fin de comparar las dos alineaciones, el proceso de evaluación se ha subdividido en 35 criterios, en cada uno de los cuales se ha asignado un puntaje basándose en el posible impacto; estos 35 criterios de evaluación son: seis criterios que cubren los aspectos geotécnicos y de constructibilidad, ocho criterios que cubren los aspectos de suelo y vegetación, seis criterios que cubren los aspectos de fuentes de pesca y calidad de agua, siete criterios que cubren los aspectos de la vida silvestre y su hábitat, cinco criterios que cubren los aspectos socioeconómicos y tres criterios que cubren los aspectos arqueológicos. Para el caso del potencial de impacto relativo más alto en los aspectos ambientales y socioeconómicos, se ha asignado la puntuación de 1, y para el caso de potencial de impacto relativo más bajo se ha asignado la puntuación de 5. El puntaje es algo subjetivo y arbitrario.

Asimismo, a cada criterio se le ha asignado un peso de 0 a 1 según su importancia, también de manera arbitraria. El valor ponderado de cada criterio se obtiene multiplicando el puntaje por el peso del criterio. De esta manera, los atributos combinados de ambos escenarios pueden dar un valor numérico y totalizarse. Para evitar cualquier prejuicio de una categoría sobre otra, los valores ponderados por peso se han promediado para cada alineación por separado. La alineación que reciba el puntaje ponderado combinado total más alto será la alineación que tenga el menor impacto.

Obviamente, los aspectos geotécnicos, ambientales, socioeconómicos y arqueológicos no son los únicos factores que deben considerarse para la selección de una alineación particular. Por ejemplo, los costos de capital y de operación, los problemas de construcción y de operación, los problemas políticos y legislativos, los costos de cierre y recuperación, así como el riesgo total que pueda haber en esta evaluación también son factores muy importantes.

6.3 EVALUACIÓN DE LAS ALINEACIONES ALTERNATIVAS

6.3.1 Factores de Constructibilidad

La evaluación de la construcción de las rutas del concentraducto se basa en los factores claves geotécnicos y de ingeniería identificados y que se ilustran en la Tabla 64. Estos incluyen la longitud total de la ruta, longitud de las principales excavaciones nuevas, estabilidad de taludes, número de cruces de ríos mayores, caudales pico del río y requerimientos de control de erosión y protección contra socavamientos. El peso asignado a cada uno de estos criterios se basa en la importancia relativa y grado de posible impacto en la constructibilidad del

concentraducto, tal como se evalúa en estudios detallados del lugar.

Se ha asignado un peso de 0.5 a la longitud total de la ruta, debido a que está indirectamente relacionada con los cuatro factores subsecuentes. Se ha asignado el peso de 0.9 a la longitud de las principales excavaciones nuevas, ya que la colocación del material a un lado de la carretera se asociará a algunas excavaciones nuevas y esto constituye un problema ambiental significativo. A la estabilidad de taludes se le ha asignado un peso de 0.9, debido al potencial de inestabilidad significativa que resulta de la excavación en material coluvial profundo, y a la existencia de roca conglomerada en extensos tramos de la ruta del concentraducto. Se ha asignado un peso de 0.8 al número de cruces de ríos mayores como reconocimiento de la severidad de peligros de los socavamientos y derrumbes potenciales en estos lugares, y la importancia de estos impactos. También es de mayor consideración el cauce pico de los dos ríos para determinar el derecho de construcción en estos cruces y el riesgo de derrumbes, por lo que se le ha dado el peso de 0.8. Asimismo, se ha asignado un valor ponderado de 0.8 a los requerimientos de control de erosión y protección de socavamientos como reconocimiento de que es esencial tomar medidas apropiadas para la mitigación para estos problemas.

Los valores relativos asignados a cada uno de los factores claves se basan en la cuantificación de la información recogida en estudios detallados del lugar. La alternativa de la alineación B es ligeramente más extensa que la Alternativa A. De ahí que se haya asignado el valor ponderado de 1.5 a la ruta de la Alternativa B, mientras que a la ruta de la Alternativa A se le ha asignado el valor ponderado de 1.7. Se cree que la longitud estimada de las principales excavaciones nuevas será significativamente mayor en la Alternativa B que en la Alternativa A. Debido a que se espera una mayor cantidad de excavaciones nuevas en la Alternativa B, se le ha asignado el valor ponderado de 1.3, mientras que en la Alternativa A se prevé menos excavaciones, por lo que se le ha asignado un valor ponderado de 2.7. El potencial de problemas de estabilidad de taludes que se relacionan con las excavaciones, es similar para ambas rutas. En la Alternativa A, esto se debe a la cantidad prevista de excavación de suelos, mientras que en la Alternativa B, esto se debe a la cantidad de taludes de rocas conglomeradas. Se ha asignado un valor ponderado de 1.8 a cada ruta basándose en los escenarios favorables bajos a moderados para la construcción de cada alternativa.

Se espera que la Alternativa A cruce un total de 14 ríos mayores, mientras que para la Alternativa B, se espera que haya un total de 11 cruces. Los cruces de ríos mayores constituyen un problema tanto para la construcción del concentraducto como para el ambiente. Debido al gran número de cruces de ríos mayores en la Alternativa A, el valor ponderado para esta alternativa es de 1.6. Como hay menos cruces de ríos menores en la Alternativa B, el valor ponderado para esta alternativa es de 2.4.

Los caudales pico medidos así como los caudales estimados para el período de retorno son significativamente más altos en el Río Huarmey que en el Río Fortaleza. Por esta razón, se ha asignado un valor ponderado de 2.4 a la Alternativa A y de 1.6 a la Alternativa B. Estas cifras son bajas y reflejan el potencial de socavamiento y derrumbes a estos niveles de caudal. Las medidas para el control de erosión y protección de socavamiento son requisitos fundamentales para los cruces de ríos mayores a fin de mitigar los potenciales impactos ambientales. Por ello, en el caso de este factor, se ha asignado los valores ponderados de 1.6 y 0.8 a la Alternativa A y Alternativa B, respectivamente.

Los valores ponderados por peso promedios de la Alternativa A (2.0) son mejores que la Alternativa B (1.6) en lo referente a los aspectos geotécnicos y de constructibilidad.

6.3.2 Factores de Suelos, Vegetación y Ecosistema

Los criterios seleccionados para comparar las dos alineaciones del concentraducto fueron: la diversidad y cantidad de asociaciones de suelos y plantas, el grado previsto de disturbancia de suelos, vegetación y ecosistemas, la presencia de especies raras, en peligro o endémicas, y áreas sensibles de suelos y vegetación (Tabla 65). La sección compartida de la alineación, desde Antamina hasta Conococha, se encuentra incorporada en la matriz de ambas alternativas de ruta.

6.3.2.1 Vegetación y Ecosistemas

Se ha informado sobre 15 especies raras, en peligro o endémicas en el Departamenteo de Ancash. Aunque 13 de éstas se identificaron en las alternativas de alineación del concentraducto, ninguna se considera como un problema de manejo. Se ha dado un valor ponderado de 2.8 a la Alternativa A para el caso de disturbancia en la vegetación y el ecosistema, debido a la presencia de dos bosques de *Polylepis* remanentes cerca de Pachapaqui y debido a la presencia de al menos otras 9 especies consideradas en peligro por Del Carpio y CDC-UNALM. Se prevé que los dos bosques de *Polylepis* cerca de Pachapaqui no recibirán impactos causados por la construcción u operación del concentraducto. Se ha dado un valor ponderado menor a la Alternativa B (1.6) debido a la presencia de un tercer bosque remanente de *Polylepis* al norte de Cotaparaco. Este bosque puede recibir impactos por la construcción del concentraducto a través del Valle de la Quebrada Parín.

La presencia de asociaciones de plantas sensibles tales como humedales y bosques de *Polylepis* a lo largo de la Alternativa A ha sido la causa para asignar el valor ponderado de 2.1 a estas asociaciones de plantas. Esto abarca los humedales y bosques a lo largo de la alineación del concentraducto entre Antamina y Conococha, siendo las áreas más significativas la Laguna Canrash y la Laguna Conococha. No se observa hábitats naturales sensibles en el plano de inundación del Río Fortaleza, sin embargo, la mayor parte del valle ha sido considerablemente empleado como tierras agrícolas que, si se encuentran muy alteradas, pueden ocasionar impactos socioeconómicos. La Alternativa B presenta más áreas sensibles que las identificadas en la Alternativa A. Estas incluyen la Laguna Mashaconga, Laguna Ututo y el bosque de *Polylepis* al norte de Cotaparaco. Esto ha ocasionado el valor ponderado de 1.4 para esta alineación. Además, existe también una considerable extensión de tierras agrícolas en el valle del Río Huarmey que podría ser alterada, lo cual daría origen a impactos socioeconómicos.

Con respecto a la diversidad de formaciones de vegetación, no hay gran diferencia entre las dos alineaciones. En cuanto a la diversidad de flora, se asigna el valor ponderado de 2.7 a ambas alternativas. Por lo tanto, desde una perspectiva de diversidad de flora, ninguna de las rutas se encuentra más favorecida que la otra.

En relación a la disturbancia de la vegetación, la Alternativa A se ve más favorecida que la

Alternativa B. El grado de disturbancia de la vegetación natural en la Alternativa A sería mínima, considerando el terreno angosto de la ruta del concentrado, y la ubicación de la disturbancia. Las formaciones de vegetación a lo largo de la alineación se encuentran distribuidas totalmente en los Andes y en las cercanías de la alineación. La mayor disturbancia ocurriría en la parte lateral de los taludes, donde se colocará el material excedente a los lados de la carretera. Si se hace uso de este método en la mayor parte de la alineación, el valor de 3.2 para la Alternativa A disminuirá, y aumentará la extensión del área alterada. Debido a que existe una carretera en el valle del Río Fortaleza, se espera que el grado de disturbancia en las tierras de la Alineación A sea menor. Se prevé que el grado de disturbancia en las tierras naturales de la Alineación B sea mínimo debido a la ruta angosta y la ubicación de la disturbancia. Sin embargo, como no hay carretera en gran parte de la alineación entre Conococha y San Miguel, y sólo hay una carretera rudimentaria entre San Miguel y Huarmey, se espera que la extensión de la disturbancia de vegetación sea mayor que en la Alternativa A. Esto ha originado la disminución a 2.4 para la Alternativa B. Al igual que en la Alternativa A, si la colocación del material excedente a los lados de la carretera es la principal técnica de manejo de suelos en construcción, el puntaje disminuirá para considerar la extensión adicional de disturbancia.

Con respecto a la diversidad del ecosistema, no se percibe diferencias entre las dos alineaciones. A las dos alineaciones se les ha asignado un valor ponderado de 3, debido a que ambas atraviesan el mismo ecosistema (Puna, Monte Estepario, Estepario Espinoso, Matorral Desértico, y Desierto). Es por eso que, en cuanto a la diversidad del ecosistema, ninguna ruta se ve más favorecida que la otra.

6.3.2.2 Suelos

La presencia de suelos sensibles tales como los paramosoles éutricos y dístricos de los humedales alto andinos a lo largo de la Alternativa A ha dado lugar al valor ponderado de 3.2. Esto incluye los humedales de la alineación del concentrado entre Antamina y Conococha, siendo las áreas más significativas la Laguna Canrash y la Laguna Conococha. No se observa hábitats naturales sensibles en el plano de inundación del Río Fortaleza; sin embargo, la mayor parte del valle ha sido utilizado como tierras agrícolas que, si se son considerablemente alteradas, podrían originar impactos socioeconómicos. La alineación de la Alternativa B presenta más áreas sensibles que las identificadas para la Alternativa A. Éstas incluyen la Laguna Mashaconga, Laguna Ututo y el bosque de *Polylepis* al norte de Cotaparaco. Esto ha dado lugar al valor ponderado de 1.6 para esta alineación. Además, existe una gran extensión de tierra agrícola en el valle del Río Huarmey que podría verse alterada, lo cual resultaría en impactos socioeconómicos.

Con respecto a la diversidad de suelos, no se percibe diferencia alguna entre las dos rutas de alineación. Ambas alineaciones han alcanzado un valor ponderado de 2.7, ya que ambas presentan 10 suelos del mismo tipo. Por eso, desde una perspectiva de diversidad de suelos, ninguna de las rutas se ve más favorecida que la otra.

La magnitud de la disturbancia de suelos en la alineación A será mínima, considerando el terreno angosto de la ruta del concentrado, y la ubicación de la disturbancia. Esto ha originado un valor ponderado de 2.1 para la disturbancia de suelos. Todos los tipos de suelos a

lo largo de la alineación se encuentran totalmente distribuidos en los Andes y en las cercanías a la alineación. Debido a la existencia de una carretera en el valle del Río Fortaleza, se espera que sea menor la magnitud de la disturbancia en los suelos agrícolas de la alineación A. También se espera que sea mínima esta disturbancia en la alineación B; sin embargo, debido a que no hay carretera en gran parte de la alineación entre san Miguel y Huarmey, se cree que los suelos serán alterados más que en la Alternativa A. Esto ha incrementado el valor ponderado a 1.4 para la Alternativa B. Por lo tanto, con respecto a la disturbancia edáfica, la Alternativa A se vea más favorecida que la Alternativa B.

El valor ponderado total de la evaluación, en cuanto a los problemas de suelos y vegetación es de 2.7 para la Alternativa A y 2.1 para la Alternativa B. De ahí que la Alternativa A sea ligeramente más favorable que la Alternativa B.

6.3.3 Factores de Recursos Acuáticos y Pesca

La Tabla 66 ilustra la evaluación matriz para las fuentes de pesca y los recursos acuáticos, para comparar la alineación de la Alternativa A del concentraducto con la Alternativa B. Los principales factores de evaluación incluyen el número de cruces de ríos mayores y cruces de ríos menores, la extensión del hábitat acuático afectado, los impactos potenciales sobre la calidad de agua, el potencial de impactos sobre las poblaciones de peces y la presencia de especies de peces importantes de la región.

Se consideró un factor crítico el número de cruces de ríos mayores en la evaluación de los impactos potenciales en las fuentes de pesca y calidad de agua y se le asignó un peso de 1.0. Mientras que se propone nueve cruces de ríos mayores para la Ruta A, sólo se propone seis de éstos para la Ruta B.

Las aguas superficiales cumplen un papel fundamental en la sobrevivencia de las personas del lugar para su uso doméstico, agrícola e industrial y en las necesidades de las fuentes de pesca, fauna silvestre y vegetación. Es crítico evitar impactos en la calidad de agua, no importa cual sea la alternativa seleccionada. Tomando como base los criterios examinados, el valor ponderado total para las fuentes de pesca y los recursos acuáticos es de 2.5 para la alineación A y 2.3 para la alineación B. Por tanto, la alineación A es ligeramente más favorable que la alineación B.

6.3.4 Factor de Fauna Silvestre y su Habitat

Esta matriz está diseñada para evaluar las dos alternativas de alineación del concentraducto sobre la base de la presencia, diversidad y calidad de fauna silvestre y su hábitat, el grado previsto de disturbancia para la fauna silvestre y su hábitat, y la presencia de especies raras, en peligro o amenazadas, y los hábitats sensibles (Tabla 67). La sección compartida de la alineación, desde Antamina hasta Conococha, se encuentra incorporada a la matriz en ambas alternativas de ruta.

6.3.4.1 Fauna Silvestre Wildlife

Con respecto a la presencia de especies raras, en peligro y protegidas, se asigna el valor de 2.1 a ambas alternativas, A y B, ya que a lo largo de ambas rutas se ha identificado siete de las

doce especies enumeradas en la Tabla 35. En cuanto al factor de especies raras, en peligro o protegidas, ninguna de las opciones se ve favorecida más que la otra.

Con respecto a la diversidad de especies de vertebrados, especialmente aves y mamíferos, no se observa gran diferencia entre las dos alineaciones de ruta. Ambas alineaciones tienen un valor de 2.7 tanto para la diversidad de especies de aves como para la diversidad de especies mamíferas. Por lo tanto, en cuanto al factor de diversidad de especies de vertebrados, ninguna de las rutas se ve más favorecida que la otra.

6.3.4.2 Habitat de Fauna Silvestre

La diversidad de hábitat de la fauna silvestre en la Alternativa A, tiene un valor de 1.4. Aunque son 8 los tipos de hábitat en la alineación, la ruta es de considerable longitud y la diversidad localizada, a menor escala, es baja en los hábitats. El hábitat de la fauna silvestre en la Alternativa B también tiene un valor de 1.4 con 9 tipos de hábitats de baja diversidad localizada. No se observa diferencia alguna entre las dos alineaciones, en cuanto al factor de diversidad de hábitats silvestres.

La calidad del hábitat silvestre en la Alternativa A presenta un valor de 2.4 por las enormes expansiones de tierra que ya han sido alteradas por sedimentación, agricultura y pastoreo. Además, hay una carretera en el Río Fortaleza que ha ocasionado la degradación de la calidad del hábitat. En la Alternativa B, se presentan las mismas condiciones, aunque a una escala ligeramente menor. Actualmente no hay una carretera en el valle del Río Huarmey, aunque existe una carretera rústica que fluctúa en su alineación como respuesta a la inundación del Río Huarmey. Esta fluctuación ha originado mayor degradación del hábitat silvestre previamente alterado. Es por eso que la Alternativa B tiene un valor de 2.4. En cuanto al factor de calidad de hábitat silvestre, no hay diferencia alguna entre las dos alineaciones.

Con respecto a la presencia de hábitats sensibles, ambas alternativas A y B tienen contacto con 3 hábitats sensibles a lo largo de la alineación compartida entre Antamina y Conococha. Estos constituyen el hábitat de humedales estacionales en la Quebrada Llaullina, el hábitat acuático y ribereño en la Laguna Canrash, y el hábitat acuático y de humedales estacionales en la Laguna Conococha. El hábitat estuarino del Puerto Huarmey y dos bosques de *Polylepis* remanentes se localizan cerca de la alineación propuesta. Además de estas áreas, la Alternativa B tiene contacto con otros 2 hábitats sensibles. Estos son los hábitats acuáticos y de humedales de la Laguna Ututo, y el extenso bosque de *Polylepis* remanente al noreste de Cotaparaco. En los Mapas 22 al 32 se muestran todos los hábitats sensibles a lo largo de ambas alineaciones. Con respecto al grado de disturbancia del hábitat silvestre que se prevé, la Alternativa A se ve más favorecida que la Alternativa B. Esto se debe en gran manera a la presencia de una carretera en el valle del Río Fortaleza, mientras que se requeriría la construcción de carreteras en el valle del Río Huarmey. Por esta razón, se ha dado el valor de 3.2 a la Alternativa A y de 1.6 a la Alternativa B.

El valor total de la evaluación para cada ruta, con respecto a la fauna silvestre y su hábitat, indica que la Alternativa A es ligeramente mayor (2.5) que la Alternativa B (2.1).

6.3.5 Factores Socioeconómicos

La evaluación de la matriz para los factores socioeconómicos (Tabla 68) difiere de otras matrices en que los impactos asociados con el concentrado son, por lo general, beneficiosos para la infraestructura socioeconómica. Es por eso que, los valores altos para esta matriz reflejan niveles altos de impactos beneficiosos y se consideran como positivos en este factor.

Es casi idéntico el número de habitantes en cada alternativa, y cada una recibe un valor ajustado de 1.5. El principal impacto potencial del concentrado ocurrirá durante la construcción, en donde puede existir oportunidades de trabajo para obreros locales expertos e inexpertos. A este factor se le asignó un valor ajustado de 3.6 para la Alternativa B, donde los residentes generalmente enfrentan más penurias económicas que en la Alternativa A, a la que se le asignó un valor de 2.7.

Se cree que en ambas alternativas, los impactos en las infraestructuras sociales tales como transporte, salud y educación sean mínimos. Sin embargo, existe un gran potencial de variación para los valores de línea de base en la Alternativa B, en donde se observa actualmente una infraestructura más antigua. Así, se otorgó un valor mayor al factor infraestructura de la Alternativa B, en base a los potenciales impactos positivos asociados con el concentrado en esa área. Por tanto, el valor de evaluación dado a la Alternativa A fue de 1.8 y de 2.6 para la Alternativa B.

6.3.6 Factores Arqueológicos

El principal problema arqueológico a lo largo de la alineación del concentrado está constituido por el número de lugares históricos y arqueológicos que podrían verse impactados por la construcción. La importancia de cada lugar, con respecto al estudio arqueológico, se describe en las Tablas 60 a 62 de este informe, y puede clasificarse generalmente en tres categorías: Zonas Monumentales, Áreas de Investigación y Zonas de Reserva Arqueológica. La matriz presentada en la Tabla 69 evalúa las dos alternativas de evaluación en el contexto del número de lugares en cada categoría presente.

Se ha asignado el mayor valor ponderado (0.9) a los lugares de la Zona Monumental debido a su tamaño y relativa importancia. Los lugares de la categoría del Área de Investigación tienen un valor ponderado de 0.8 debido a la importancia relativamente menor de su estudio arqueológico. El valor ponderado de 0.7 corresponde a los lugares de la Zona de Reserva Arqueológica debido a su poca importancia de estudio. Los lugares arqueológicos de la alineación compartida, entre la mina Antamina y Conococha, se incluyen en las alineaciones de ambas alternativas, A y B.

La alineación de la Alternativa A presenta 5 Zonas Monumentales asociadas con ésta y tiene un valor de 3.6. Sin embargo, la Alternativa B presenta 17 Zonas Monumentales asociadas con ésta, por lo tanto recibe un valor de 1.8. El número de Áreas de Investigación en la Alternativa A es de 10 y su valor es de 2.4. El número de Áreas de Investigación en la Alternativa B es de 26 y su valor es de 1.6. No se observa Zonas de Reserva Arqueológica en ninguna de las alineaciones, por lo tanto ambas alineaciones reciben el valor de 3.5. El valor total de la evaluación para las dos alineaciones es de 3.2 y 2.3 para las opciones A y B, respectivamente. Por lo tanto, la Alternativa A se ve ligeramente más favorecida que la Alternativa B.

6.3.7 Puntaje General de las Alineaciones

Basándose en los anteriores análisis de constructibilidad, factores ambientales, factores socioeconómicos y factores arqueológicos, se preparó una evaluación total de la matriz (Tabla 70). Esta matriz agrupa las fuentes de pesca y los recursos acuáticos, suelos, vegetación y ecosistemas, y como factores ambientales la fauna silvestre y su hábitat juntos. El valor de los factores ambientales es el promedio de sus componentes. El total de los factores identificados representa el puntaje total para cada alternativa de alineación.

En general, se halló que la Alternativa A sería una selección más favorable para la ubicación del concentrado, en todos los factores, a excepción de los factores socioeconómicos. Se considera que el valle del Río Huarmey, a través del cual funcionaría la alineación de la Alternativa B, presenta una infraestructura social más rudimentaria, y un nivel de vida menor que en el valle del Río Fortaleza. En consecuencia, las personas que viven en los terrenos de la alineación de la Alternativa B son las que cuentan con mayor potencial de ganancias, desde una perspectiva socioeconómica.

En general, el valor para la Alternativa A fue de 9.6, mientras que de 8.7 para la Alternativa B. Esto sugiere que, basándose en los factores analizados anteriormente, la Alternativa A es la opción de alineación más favorable.

7.0 - ACCIDENTES Y MALFUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

Aunque se espera que la posibilidad de impactos ambientales significativos que puedan darse como resultado de accidentes o mal funcionamiento de los equipos sea baja, existen algunas áreas donde hay una pequeña posibilidad de impacto.

7.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCENTRADUCTO

Durante la etapa de construcción, es posible que existan algunos impactos ambientales relacionados a accidentes o mal funcionamiento de equipos que pueden resultar de:

- incendio;
- derrames de combustible y derivados de petróleo;
- daños a los servicios existentes; y,
- falla de las medidas de control de sedimentos.

7.1.1 Incendio

Existe la posibilidad, aunque remota, de que exista un incendio durante las actividades de limpieza y construcción, particularmente durante los períodos muy secos. Sin embargo, debido a la naturaleza de la vegetación de la región, no hay muchas fuentes combustibles que podrían acrecentar un incendio natural. Durante la etapa de construcción, los equipos de extinción de incendios estarán disponibles para apagar pequeños incendios, en caso que éstos ocurran.

7.1.2 Derrame de Combustible y Derivados del Petróleo

Es posible que haya derrames de combustibles o productos derivados del petróleo provenientes de los vehículos, equipos y almacenamiento temporal de combustible y lubricantes. El procedimiento de manejo y contención de estos productos asegurará que se minimice el riesgo de derrame de los mismos, mientras que el procedimiento de respuesta efectiva a derrames mitigará los impactos ambientales. Se espera que los impactos ambientales debidos al derrame de combustible o petróleo sean bastante bajos.

7.1.3 Daño a los Servicios Existentes

El contratista se esforzará en ubicar y marcar todos los acueductos, canales, vertederos y los servicios de agua subterránea, de desagüe y de electricidad. Se considera que la posibilidad de daño de las instalaciones existentes de desagüe y electricidad durante la construcción que pudieren resultar con impactos ambientales significativos, será bastante baja, a pesar del gran número de instalaciones que se cruzarán durante la fase de construcción. Los canales de irrigación y los acueductos son abundantes, y se deberá tener mucho cuidado al momento de la excavación para evitar dañar estos sistemas. Si es que no fuera posible evitar estos sistemas, será necesario reubicar la ruta de los mismos temporalmente hasta que sean reemplazados. Los usuarios de estos sistemas no serán impactados por esta reubicación.

7.1.4 Falla de las Medidas de Control de Sedimentos

Durante la etapa de construcción, podrían ocurrir fallas en las medidas de control de sedimentos. Si se diera el caso, se cesarán los trabajos en marcha hasta que se controlen las causas que originan la erosión y sedimentos. Si se siguen los procedimientos de construcción correctos, se espera que los impactos ambientales que resulten de los sedimentos introducidos sean localizados y bastante bajos.

7.2 FASE DE OPERACIÓN DEL CONCENTRADUCTO

Durante la etapa de operación del concentraducto, los posibles impactos ambientales relacionados a accidentes y mal funcionamiento de equipos pueden deberse a:

- falla de las medidas de control de erosión
- daño por terceros a los conductos operativos
- falla del sistema
- causas naturales

7.2.1 Fallas de las Medidas de Control de Erosión

Las medidas de control de erosión, se inspeccionará rutinariamente durante la etapa de operación para asegurar que se mantenga la integridad de estas instalaciones. Cualquier deficiencia que ocurriera se corregirá y se procederá a la restauración adecuada. Se tendrá especial cuidado en los lugares cercanos a los riachuelos y ríos para prevenir que se produzca sedimentos en los cursos de agua. Se espera que la posibilidad de falla de las medidas de control de erosión que pudieren resultar en impactos ambientales significativos sea muy baja, ya que los procedimientos de operación asegurarán que se minimice cualquier impacto.

7.2.2 Daño por Terceros al Concentraducto

El daño por terceros a los conductos operativos puede traer como consecuencia la fuga o ruptura del concentraducto. La posibilidad de tal daño puede minimizarse con el entierro del concentraducto y por medio de la comunicación entre los propietarios de las tierras aledañas, contratistas y los entes gubernamentales locales. Además, se instalarán marcadores del concentraducto a fin de poder identificar la ruta del mismo. Los derechos de vía del concentraducto se patrullarán regularmente para monitorear las actividades que se están desarrollando en la vecindad del mismo. Si ocurriera un daño, los sistemas de control y de comunicación del concentraducto y las válvulas de aislamiento asegurarán colectivamente que se minimice la cantidad de concentrado liberado. Las instalaciones de emergencia para el almacenamiento de concentrado estarán ubicadas en las estaciones de válvulas de aislamiento para recibir el concentrado desviado del concentraducto en caso de emergencia.

Mientras que por un lado, las consecuencias ambientales debido al daño por terceros pueden ser altas, la posibilidad de que este impacto ocurra luego de las medidas preventivas es bastante baja.

En caso de daño intencional por terceros, CMA trabajará con la policía local y militar para resolver esta situación en la medida en que se requiera.

7.2.3 Fallas del Sistema

La probabilidad del mal funcionamiento de los materiales o de los sistemas de control utilizados en el diseño del concentraducto que podría dar como resultado la falla del sistema del concentraducto y subsecuentemente impactos ambientales, es extremadamente baja. El concentraducto será diseñado según los códigos y estándares aplicables para cumplir con todas las condiciones de carga internas y externas. Todos los materiales cumplirán o excederán los estándares de los requerimientos para su fabricación e instalación. Todas las instalaciones serán sometidas a pruebas de presión y las soldaduras radiografiadas para eliminar las imperfecciones. Se emplearán dispositivos de inspección interna en el concentraducto antes de iniciar las operaciones y durante las mismas, como parte de un programa de manejo integral para monitorear la condición del concentraducto y asegurar que se mantenga la capacidad de presión de carga del mismo.

Se utilizarán sistemas de control y monitoreo, incluyendo control secundario de presión, paralizaciones de emergencia y válvulas de escape para prevenir la sobrepreciación del concentraducto debido a la falla de las instalaciones de control de presión primaria o de la estación del compresor. El resultado más probable del mal funcionamiento del sistema es la paralización de las instalaciones, lo cual no provocaría impactos ambientales significativos.

La ruptura del concentraducto podría traer serias consecuencias al ambiente receptor. Mientras que las válvulas de paralización de presión baja minimizarán la cantidad de concentrado liberado al ambiente, el volumen de concentrado liberado depende de la proximidad de la ruptura a la válvula de paralización aguas arriba. Si este intervalo es largo, los impactos resultantes podrían ser serios, particularmente en la agricultura, fuentes de agua y calidad de agua potable que se encuentren aguas abajo. Las instalaciones de emergencia para el almacenamiento de concentrado en cada estación de válvulas de aislamiento minimizará el escape del concentrado durante una emergencia. Durante un cierre prolongado del concentraducto, el concentrado será almacenado en la mina.

7.2.4 Causas Naturales

La selección detallada de la ruta y el análisis y diseño hidráulicos y geotécnicos reducirán en gran medida la posibilidad del daño del concentraducto debido a causas naturales como inundaciones o deslizamientos de tierra. Además, durante las operaciones, habrá un patrullaje regular en los derechos de vía para monitorear el concentraducto y la integridad del derecho de vía, y se realizarán investigaciones adicionales cuando aumente la posibilidad de daño debido a lluvias fuerte y escorrentía inusual. La posibilidad de la falla del concentraducto debido a las fuerzas naturales es muy remota, dada la tecnología disponible para el diseño apropiado de éste y de las instalaciones del concentraducto, y dado a los procedimientos de monitoreo y las prácticas probadas utilizadas a lo largo del derecho de vía existente.

Los equipos para el control y monitoreo del concentraducto y los procedimientos arriba descritos en relación a las medidas de control de erosión, daños por terceros y falla del sistema sirven para mitigar los impactos ambientales significativos. En el caso improbable de la falla del conducto debido a causas naturales, el impacto ambiental resultante dependerá de la ubicación de la ruptura y de la cantidad de concentrado liberado al ambiente.

8.0 - REFERENCIAS

- Alcalde, J.I., 1998. Informe Del Reconocimiento Arqueológico Del Corredor De Mineroducto (Huramey-Antamina). Lima, Perú. Copia disponible en oficinas de Knight Piésold Consultores (Lima – Perú) y en Compañía Minera Antamina.
- Ansión, J (ed.). 1989. Pishtacos de verdugos a sacaojos. Ensayos. Lima.
- APHA, 1993. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 18th Ed., American Public Health Association, Washington, DC.
- Brako L., and J.L. Zarucchi, 1993. Catalogue of Flowering Plants and Gymnosperms of Perú. Missouri Botanical Garden. St. Louis, MO.
- Braulio, A.M., and M.H. Guillermo, 1992. Guia de Campo de las Aves de Chile, 5 ed. Editorial Universitaria, Chile.
- Canadian Council of Resource and Environment Ministers. 1996. Canadian Water Quality Guidelines. Prepared by the Task Force on Water Quality Guidelines. Environmental Quality Guidelines Division, Water Quality Branch, Inland Waters Directorate, Ottawa, Ontario.
- de la Peña, M.R., and M. Rumboll, 1998. Birds of Southern South America and Antarctica. Collins Illustrated Checklist. Harper Collins Publisher Ltd., London.
- Eigenmann, C.H. and W.R. Allen. 1942. Fishes of Western South America. University of Kentucky. Waverly Press, Inc. Baltimore, MD.
- FAO-UNESCO, 1990. Mapa Mundial de Suelos. Leyenda Revisada. Roma.
- Fjeldsa, J., 1993. The avifauna of the Polylepis woodlands of the Andean highlands: conservation priorities based on patterns of endemism. *Bird Conservation International* 3: 37-55.
- Fjeldsa J., and N. Krabbe, 1990. Birds of the High Andes: A Manual to the Birds of the Temperate Zone of the Andes and Patagonia, South America. Zoological Museum, University of Copenhagen, and Apollo Books, Svendborg, Denmark.
- Hjarsen, T., 1998. The Effects of Plantations in the Andes. Centre for Tropical Biodiversity, Zoological Museum, University of Copenhagen, Denmark. http://www.itto.or.jp/forest_update/v7n2/15effects.html
- Hurlbert, S.H., W. Loayza, and T. Moreno, 1986. Fish-flamingo-plankton interactions in the Peruvian Andes. *Limnol. Oceanogr.*, 31(3), pp. 457-468.
- INEI, 1996. Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. Censos Nacionales. IX de Población. IV de Vivienda. Resultados definitivos. Departamento de Ancash. Departamento de Lima. Perú: Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas de los

- hogares a nivel distrital. Migraciones internas en el Perú. Estimaciones de la mortalidad infantil a nivel distrital.
- Klohn-Crippen - SVS. S.A., 1997a. Antamina Project, Antamina Pipeline Baseline Report, Draft Report.
- Klohn-Crippen - SVS, S.A., 1997b. Antamina Mine, Tailings Feasibility Design, Draft Report.
- Klohn-Crippen - SVS, S.A., 1998. Antamina Project, Environmental Impact Assessment.
- Knight Piésold Consultores S.A., and Hallam Knight Piésold Ltd., 1998. Environmental Analysis of the Southern Route, Addendum No 2 to an EIA for the Antamina Project. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura, 1975. Reglamento de Clasificación de Tierras, Decreto Supremo No 0062/75-AG. Dirección General Forestal y Fauna. Lima, Perú.
- Parenti, L.R., 1984. A taxonomic revision of the Andean Killifish genus *Orestias* (Cyprinodontiformes. Cyprinodontidae). Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 178. pp. 107-214.
- PSI-JRI Ingenieria Ltda., 1998a. CMA, Copper and Zinc Concentrate Pipeline - Perú, Alternate Route Feasibility Study, Interim Report, PSI Document No. 739-G-001.
- PSI-JRI Ingenieria Ltda., 1998b. Antamina Slurry Pipeline, Pipeline Dimensions and ROW Requirements.
- PSI-JRI Ingenieria Ltda., 1998c. CMA, Copper and Zinc Concentrate Pipeline - Perú, Feasibility Study Report (Routes South of the National Park), PSI-JRI Document No. 739-G-002.
- Pulido, V., 1991. El Libro Rojo de la Fauna Silvestre del Perú. Instituto Nacional de Investigacion Agraria y Agraindustrial. WWF. U.S. Fish and Wildlife Service. Lima, Perú.
- Roig, F., 1989. Cuadro Fitosociologico: Análisis de la Vegetacion. IADIZA, Mendoza, Argentina.
- Sifuentes, M.A. 1992. Ictiologia Basica y Aplicada en la Cuenca del Rio Santa (Ancash) - Perú. Editec del Perú S.R. Ltda. Lima, Perú.
- World Health Organization. 1984. Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization Division of Operational Support in Environmental Health.



Foto 1: Topografía General de las Zonas Altoandinas (Quebrada Palmar)



Foto 2: Lago Altoandino (Laguna Canrash)



Foto 3: Topografía del Valle Tunacancha



Foto 4: Topografía del Valle de Rio Pativilca Arriba



Foto 5: Laguna Conococha



Foto 6: Topografía del Valle de Río Santa y Pampa Lampas Bajo



Foto 7: Laguna Ututo



Foto 8: Topografía del Valle de Rio Cotaparaco



Foto 9: Topografía General de los valles de elevaciones bajas (Rio Huarmey)



Foto 10: Valle de Rio Huarmey cerca de la Costa



Foto 11: Muestreo de la Calidad de Agua en Rio Pativilca



Foto 12: Electroshocking de Peces en Laguna Ututo



Foto 13: Habitat Humedales de Peces de Elevacion Alta (Laguna Conococha)



Foto 14: Habitat charca de peces con substrata de adoquín (Rio Fortaleza)



Foto 15: Unidades de grava en tributarios de elevaciones bajas (Rio Fortaleza)



Foto 16: Habitat estuario de peces (Rio Fortaleza)



Foto 17: Trucha (*Oncorhynchus mykiss*)



Foto 18: Killifish (*Orestias agassii*)



Foto 19: Bagre (*Astroblepus simonsii*)

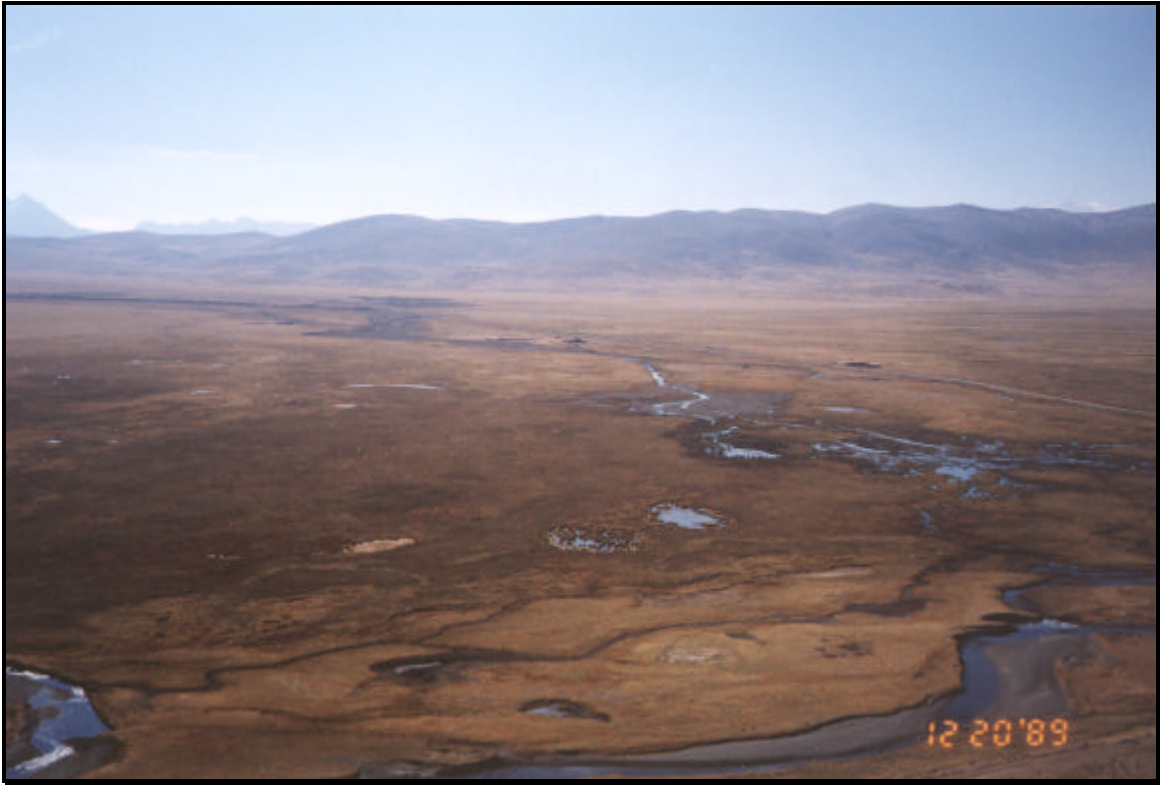


Foto 20: Unidad de humadales altoandinos



Foto 21: Unidad de pajonales altoandinos



Foto 22: Unidad de tolares altoandinos

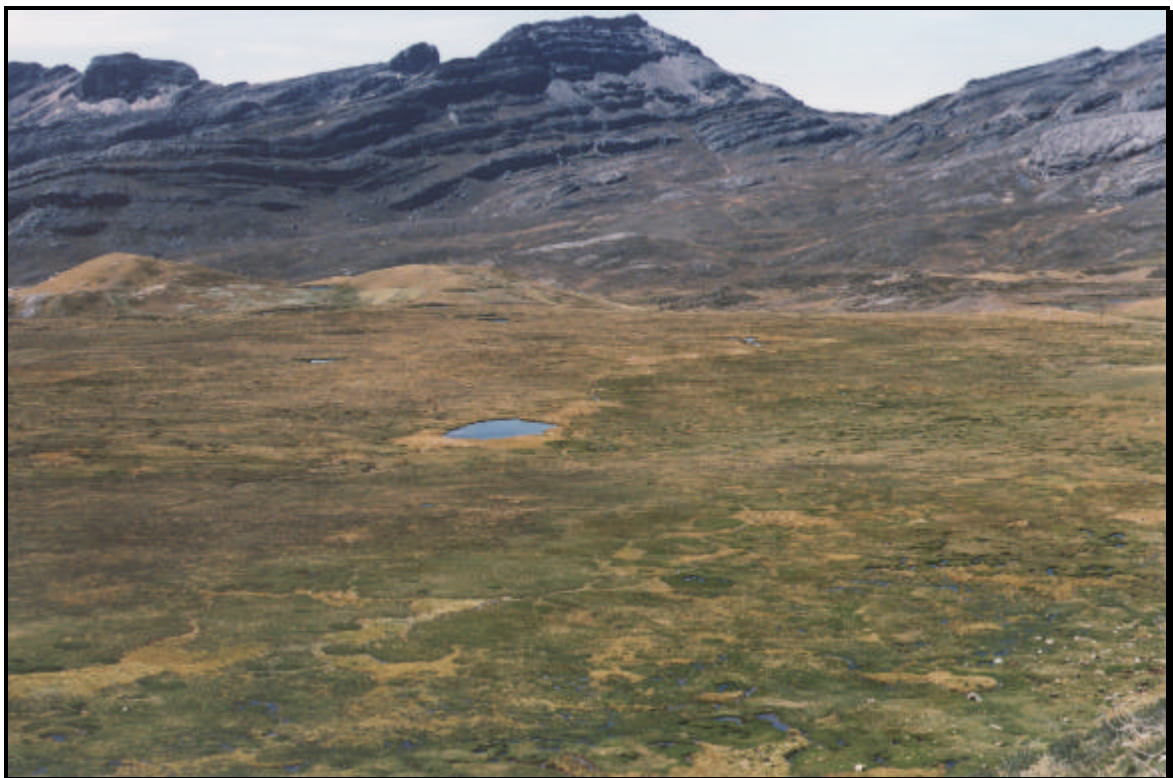


Foto 23: Unidad de plantas almohadillas



Foto 24: Unidad de bosque queñua



Foto 25: Unidad de vegetación de laderas bajas



Foto 26: Unidad de plantas Matorrales y Monte Riberiño



Foto 27: Unidad de cactus y plantas xerofíticas dispersas



Foto 28: Vegetación adaptada por salinas, area de la costa



Foto 29: Flamings andinos (*Phoenicoparrus andinus*)



Foto 30: Ubicación del puerto al sur de Puerto Grande