



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS
PREVISTOS POR LA EXPANSIÓN DE LA UNIDAD
MINERA ANIMÓN (PASCO-PERÚ)

MÁSTER UNIVERSITARIO EN RESTAURACIÓN DE
ECOSISTEMAS

CURSO ACADÉMICO 2019/2020

Presentado por:

D. Edwin Becerra Gonzales

Director:

Dr. Pedro Villar Salvador

Tutor académico:

Dr. Pedro Villar Salvador

En Alcalá de Henares a 29 de octubre de 2020

Tabla de contenido

1. ANTECEDENTES	5
1.1. Descripción del Proyecto minero	5
1.2. Descripción del área de estudio	5
1.2.1. Descripción del medio físico	6
1.2.2. Descripción del medio biológico.....	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. General	13
2.2. Específicos	13
3. JUSTIFICACIÓN	13
4. CONDICIONANTES DEL PROYECTO Y DIAGNÓSTICO	14
4.1. Condicionantes del proyecto minero	14
4.2. Estimación de la pérdida de valor ecológico del bofedal a impactarse	15
5. INGENIERIA DEL PROYECTO	20
5.1. Medidas de prevención <i>in situ</i>	21
5.2. Medidas de mitigación	21
5.2.1. Estimación del volumen de sedimentos movilizados por escorrentía	21
5.2.2. Construcción de canales de captación.....	23
5.3. Medidas de compensación	28
5.3.1. Trasplante de especies a áreas aledañas al césped de puna impactado	28
5.3.2. Restauración y extensión de bofedales ex situ.....	29
5.4. Plan de monitoreo	35
6. CRONOGRAMA y PRESUPUESTO	37
6.1. Cronograma	37
6.2. Presupuesto	38
7. DISCUSIÓN	38
8. CONCLUSIONES	39
9. AGRADECIMIENTOS	40
10. REFERENCIAS	40

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Temperatura media mensual (°C) de cuatro estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto</i>	6
<i>Tabla 2 Precipitación total mensual (mm) de 16 estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto</i>	7
<i>Tabla 3 Evaporación total mensual (mm) determinada a partir de los datos de dos estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto</i>	7
<i>Tabla 4 Radiación solar mensual (KW h/m²)</i>	7
<i>Tabla 5 Características geomorfológicas de la microcuenca Quimacocha</i>	8
<i>Tabla 6 Balance hídrico en m³ para la laguna Quimacocha en un año promedio</i>	9
<i>Tabla 7 Balance hídrico en m³ para la laguna Quimacocha en un año seco</i>	10
<i>Tabla 8 Balance hídrico en m³ para la laguna Quimacocha en un año húmedo</i>	10
<i>Tabla 9 Valores relativos de atributos e indicadores del ecosistema bofedal</i>	16
<i>Tabla 10 Escala de valoración y puntajes de los indicadores para los atributos del ecosistema bofedal</i> ..	16
<i>Tabla 11 Cálculo del promedio de la puntación de los indicadores para las áreas de bofedal en evaluación</i>	18
<i>Tabla 12 Cálculos para la obtención de las UC necesarias para compensar</i>	20
<i>Tabla 13 Acciones necesarias para la mitigación de los impactos ambientales. El orden de ejecución propuesto va de izquierda a derecha</i>	21
<i>Tabla 14 Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica pluvial</i>	22
<i>Tabla 15 Volumen de agua captado por área y capacidad para canal de captación</i>	25
<i>Tabla 16 Área de desbroce arriba de los componentes y longitud de canales de captación</i>	25
<i>Tabla 17 Estimación de material sólido producido en el área de desbroce</i>	27
<i>Tabla 18 Componentes del proyecto con sus respectivas actividades de mantenimiento</i>	35
<i>Tabla 19 Programa de monitoreo propuesto para el monitoreo del área de compensación</i>	36
<i>Tabla 20 Cronograma propuesto para las actividades de prevención, mitigación y compensación</i>	37
<i>Tabla 21 Resumen del presupuesto para la ejecución del proyecto</i>	38

Índice de figuras

<i>Figura 1 Diseño teórico y función de canales de captación abajo del área de desbroce</i>	26
<i>Figura 2 Diseño conceptual y función de los filtros biológicos abajo del área a desbrozarse</i>	28
<i>Figura 3 Diseño conceptual del trasplante de vegetación de césped de puna</i>	29
<i>Figura 4 Diseño conceptual de la disposición de las champas en la revegetación</i>	33
<i>Figura 5 Diseño conceptual de la disposición de champas tapizantes</i>	34
<i>Figura 6 Diseño conceptual para la creación de hábitats acuáticos</i>	35

RESUMEN

La ampliación de la Unidad Minera Animón, ubicada en la sierra central del Perú, requiere la instalación de cinco componentes sobre un área natural denominada microcuenca laguna Quimacocha. Los principales impactos ambientales que se ocasionarían sería la erosión hídrica y la pérdida de ecosistemas. La viabilidad del proyecto minero ante la legislación peruana sólo es factible con la realización de medidas de prevención y de obras de mitigación para el control de la erosión hídrica y de compensación ambiental por la pérdida de los ecosistemas. Se plantea realizar cualquier obra de construcción en los meses de menor precipitación y la instalación de canales y estructuras que permitan capturar los productos de la erosión. Las medidas de compensación están encaminadas a la restauración de un ecosistema (el bofedal) deteriorado que permita restituir el valor ecológico del área del ecosistema perdido.

Palabras clave: altoandino, bofedal, erosión, minería, restauración.

ABSTRACT

The expansion of the Animón Mining Unit, located in the central highlands of Peru, requires the installation of five components on a natural area called the Quimacocha lagoon micro-basin. The environmental impacts that this will cause is water erosion and the loss of ecosystems. The viability of the mining project under Peruvian legislation is only feasible with the implementation of prevention measures and mitigation works to control water erosion as well as environmental compensation works for the loss of ecosystems. It is proposed that construction work should be done in the months with the lowest rainfall and channels and structures should be installed to capture sediments. Compensation measures are aimed at restoring a deteriorated ecosystem (wetland) to achieve the ecological value of the lost ecosystem.

Keywords: high Andean, wetlands, erosion, mining, restoration.

1. ANTECEDENTES

1.1. Descripción del Proyecto minero

La Unida Minera Animón se ubica en el distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco en Perú. Es propiedad de la Compañía Minera Chungar S.A.C. Opera desde 1936 sobre un yacimiento minero a 4592 msnm, de origen mesotermal y de estructura tabular o vetiforme. Su producción es polimetálica y destacan por su abundancia, elementos como el zinc, plomo, cobre y plata (Volcan 2018). El 14 de enero de 2009 se aprueba el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Ampliación de las Operaciones Minero Metalúrgicas a 4200 TMD de la Unidad Minera Animón por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros del Ministerio de Energía y Minas del Gobierno Peruano, mediante Resolución Directoral N° 005-2009-MEM/AAM, sustentado en el Informe N° 026-2009-MEM-AAM/MAA/WA/PR/JP del 08 de enero de 2009.

El proyecto de ampliación de las operaciones mineras requiere definitivamente de la construcción de cinco componentes de carácter permanente durante el ciclo operativo de la unidad. El área de ampliación donde se asentarán estos componentes se encuentra dentro de la microcuenca de la laguna Quimacocha. Esta microcuenca alberga ecosistemas naturales importantes por su fragilidad y servicios ecosistémicos que proveen, y por tanto se encuentran protegidos por la legislación ambiental peruana. Los impactos ambientales estimados tienen diferentes grados de alcance, magnitud y extensión. Algunos pueden ser prevenidos, mitigados o restaurados; sin embargo, existen impactos residuales que necesariamente requieren de una compensación ambiental.

La compensación ambiental se define como las medidas y acciones generadoras de beneficios ambientales proporcionales a los daños o perjuicios ambientales causados por el desarrollo de los proyectos, siempre que no se puedan adoptar medidas de prevención, corrección, mitigación, recuperación y restauración eficaces (Ministerio del Ambiente (MINAM) 2014). El plan de compensación ambiental que se requiere para el desarrollo sostenible de esta ampliación minera se ha realizado en base a las normas establecidas por el Ministerio del Ambiente. Estas son: Lineamientos para la Compensación Ambiental en el Marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, R.M. N° 398-2014-MINAM (MINAM 2014); Guía General para el Plan de Compensación Ambiental, R.M. N° 066-2016-MINAM (MINAM 2016a); y Guía Complementaria para la Compensación Ambiental: Ecosistemas Altoandinos, R.M. N° 183-2016-MINAM (MINAM 2016b). Las medidas de compensación ambiental están dirigidas a mantener la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas perdidos o afectados por los impactos ambientales negativos residuales no evitables, en un área ecológicamente equivalente a la impactada.

1.2. Descripción del área de estudio

La descripción del área de estudio se ha basado en los estudios físicos, biológicos y sociales presentados en el informe Línea Base Socioambiental para la Modificación del EIA 4200 TMD (MEIA 4200 TMD) (Chungar 2020), aun en proceso de aprobación por parte de las autoridades ambientales.

1.2.1. Descripción del medio físico

1.2.1.1. Zonas de vida

De acuerdo al Mapa Ecológico del Perú (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) 1976), el área de estudio se encuentra en la zona de vida Tundra pluvial – Alpino Tropical. Esta zona de vida se ubica entre los 4300 y 5000 metros de altitud a lo largo de la Cordillera de los Andes. Presenta una temperatura media anual de 3.2° C. El promedio de precipitación total anual es de 750 mm pero puede variar entre 687.9 y 1020.2 mm. De acuerdo con el diagrama bioclimático de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 0.125 y 0.25 veces la precipitación anual.

1.2.1.2. Climatología

La caracterización climática del área del proyecto se realizó utilizando información proveniente de 18 estaciones meteorológicas. Esta información se ha tomado del capítulo Descripción del Medio Físico del MEIA 4200 TMD (Chungar 2020).

a. Temperatura

Se determinó la temperatura promedio mensual a partir de la información de las estaciones Cerro de Pasco (1998-2018), Marcapomacocha (1969-2004), Upamayo (1965-2005) y Animón (2002-2014). El resumen de la temperatura media mensual (°C) se presenta en la Tabla 1.

Los resultados evidencian una estacionalidad térmica prácticamente nula. La fluctuación entre la temperatura mínima y máxima mensual para cada estación siempre es menor a 2°C.

Tabla 1 Temperatura media mensual (°C) de cuatro estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio Multianual
Animón	4.6	4.5	4.4	4.6	4.3	3.4	2.7	2.8	3.1	3.8	4.6	4.3	3.8
Marcapomacocha	4.7	4.6	4.7	4.7	4.4	3.8	3.3	3.6	4.1	4.5	5.0	4.8	4.3
Cerro de Pasco	5.8	5.8	5.7	5.6	5.4	4.6	4.2	4.5	5.1	5.6	6.0	5.7	5.3
Upamayo	7.0	6.8	6.9	6.8	6.3	5.7	5.3	5.7	6.1	6.5	6.6	6.7	6.4

b. Precipitación

La caracterización de la precipitación en la zona de estudio se realizó considerando información de 16 estaciones meteorológicas. Las estaciones más cercanas son Animón (0.55 km) y Laguna Huaron (2.42 km). De acuerdo a los registros en Animón, el valor de precipitación mensual máxima se registró en el mes de febrero (147.7 mm) y el menor en el mes de julio (9.7 mm), con un total anual de 907.9 mm. En la Tabla 2 se presenta los valores de precipitación mensual total (mm), en los cuales se distingue una estación seca entre los meses de abril y setiembre y una estación lluviosa entre los meses de octubre y marzo.

Tabla 2 Precipitación total mensual (mm) de 16 estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
Cerro de Pasco	156.4	160.5	161.8	88.1	47.5	28.0	20.5	33.7	63.8	118.1	134.8	148.2	1161.2
Huayllay	136.1	154.0	136.5	90.6	34.0	13.4	13.8	26.6	59.4	104.4	105.0	120.0	993.8
Santo Domingo	130.7	152.5	162.0	83.9	36.2	9.8	8.3	22.1	50.7	89.5	102.1	107.0	955.0
Laguna Huaron	128.3	154.9	145.4	77.5	55.6	11.5	14.0	23.0	52.4	93.3	82.3	111.9	950.1
Cauquismachay	130.2	157.0	154.9	79.7	32.1	14.5	8.6	17.4	55.5	100.1	68.9	124.2	943.1
Ayaracra	129.2	134.6	152.9	84.8	25.9	7.3	5.0	13.4	35.0	71.4	107.4	150.6	917.6
La Milloc	158.2	164.5	162.8	64.4	20.7	5.9	6.3	14.7	36.9	61.6	79.9	139.5	915.3
Cochaquillo	129.8	154.3	153.5	83.9	22.0	5.7	6.6	20.9	43.3	81.3	85.4	122.4	909.1
Animón	116.7	147.7	143.1	80.0	27.8	10.0	9.7	22.1	45.4	95.0	86.9	123.5	907.9
Upamayo	131.4	135.4	127.7	69.1	34.7	18.5	10.8	21.2	53.3	78.7	87.8	117.2	885.6
Shelby	116.7	138.1	126.4	75.2	27.4	10.3	6.8	14.6	40.5	81.7	88.7	119.7	846.1
Laguna Purun	126.1	135.0	158.4	68.7	17.5	5.7	3.3	10.1	25.3	61.1	113.9	158.6	883.6
Tuctococha	107.3	147.1	127.0	71.1	19.0	5.5	3.9	10.9	24.3	59.1	65.0	121.5	761.6
Pariacancha	119.8	131.4	135.8	54.5	13.6	3.0	2.1	6.1	21.9	53.3	56.4	99.0	697.0

c. Evaporación potencial

La caracterización de la evaporación potencial total mensual del área de estudio se realizó en base a los registros de las estaciones Cerro de Pasco (2000-2016) y Upamayo (1965-2005). Estas estaciones fueron las únicas que contaban con el registro para esta variable. Los datos de evaporación total mensual (mm) pueden verse en la Tabla 3.

Tabla 3 Evaporación total mensual (mm) determinada a partir de los datos de dos estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
Cerro de Pasco	79.2	75.3	71.0	78.3	85.5	80.6	89.8	100.7	86.1	89.3	92.0	81.7	968.0
Upamayo	105.7	93.5	98.9	82.5	80.4	76.0	81.8	90.0	93.8	98.6	108.5	102.6	1112.4

d. Radiación solar

La caracterización de la radiación solar para el área de estudio se realizó considerando los registros de la estación Animón (2005-2014), que es la única estación que cuenta con registros para esta variable. En la Tabla 4 se observan los valores promedio, máximos y mínimos de radiación solar a nivel mensual en kilovatios hora por metro cuadrado (KW h/m²).

Tabla 4 Radiación solar mensual (KW h/m²)

Radiación solar	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
Máximo	9.4	9.4	8.8	9.7	10.5	10.0	10.0	11.7	11.6	9.9	11.3	10.2	10.1
Medio	16.2	15.4	14.5	18.6	17.6	16.7	15.0	18.2	18.2	15.8	19.0	15.5	15.8
Mínimo	7.1	5.9	3.4	3.9	4.4	4.0	5.7	8.3	8.2	6.4	8.6	7.2	6.7

1.2.1.3. Geología, geomorfología y geoquímica

a. Geología

La caracterización geológica se realizó en base a los estudios realizados para la MEIA 4200 TMD (Chungar 2020) y la descripción realizada por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú (Cobbing et al 1996). La secuencia estratigráfica aflorante está constituida por rocas sedimentarias clásticas carbonatadas, rocas volcánicas e intrusivas y depósitos recientes, las que van en edad desde el Cretácico superior hasta el cuaternario reciente. A nivel regional, se diferencian cuatro tipos de unidades litoestratigráficas: Depósitos de Bofedales (Q-bo), Formación Casapalca (Kp-ca), Volcánico Calipuy (PN-vca) y D Formación Huayllay (Np-h). Nos es de importancia la primera.

Los Depósitos de bofedales corresponden al periodo Cuaternario. Son suelos hidromorfos, sus depósitos se encuentran en los bordes de las lagunas, cuyos márgenes tienen pendientes menores a 15°. Comprende materiales acarreados sobre una depresión o planicie constituida por arenas, limos y gravas, siendo característica importante la acumulación de agua formando terrenos “fangosos” a “pantanosos”. Se observan principalmente en las márgenes de lagunas y cabeceras de cuencas.

En el área de influencia de la mina Animón afloran principalmente conglomerados cuarcíferos, calizas con horizontes de margas de la formación Casapalca, cuya composición es granodiorita y rocas volcánicas piroclásticas gruesas y tufos principalmente.

b. Fisiografía y topografía

La morfología regional ha sido condicionada grandemente por la actividad tectónica y volcánica, modificada por agentes erosivos. La diversidad de rasgos geológicos entre una y otra zona ha permitido definir tres tipos de paisajes: relieve montañoso volcánico-erosional, relieve colinado estructural-erosional y plano de inundación en altiplanicie.

1.2.1.4. Hidrografía, hidrología, hidrogeología y balance hídrico

a. Hidrografía

Hidrográficamente, el área del proyecto se ubica en la microcuenca endorreica Laguna Quimacocha, que conjuntamente con otras microcuencas endorreicas de lagunas aledañas (IShegue, Naticocha, Huaroncocha, Llacsacocha) discurren hacia la subcuenca del río San José, perteneciente a la cuenca Mantaro. Ver Anexo A Mapa 1: Mapa Hidrográfico del área de influencia del Proyecto Minero Animón. Los parámetros geomorfológicos de la microcuenca Quimacocha que es de interés para el estudio se presenta en la siguiente Tabla 5.

Tabla 5 Características geomorfológicas de la microcuenca Quimacocha

Parámetros	Unidad	Laguna Quimacocha
Área total (A)	km ²	4.5
Perímetro (P)	Km	8.5
Longitud de la cuenca de drenaje (L)	Km	3.0

Parámetros	Unidad	Laguna Quimacocha
Longitud del curso principal (Lc)	km	2.3
Cota máxima	msnm	4850
Cota mínima	msnm	4600
Altura media de la cuenca	msnm	4644
Pendiente media de la cuenca	%	14.8
Coefficiente de compacidad (Cc)	-	1.13
Factor de forma (FF)	-	0.51
Relación de circularidad (Rc)	-	0.78
Relación de elongación (Re)	-	0.81
Rectángulo equivalente (L mayor)	km	2.31
Rectángulo equivalente (l menor)	km	1.86

b. Balance hídrico

La microcuenca de la laguna Quimacocha es afluente de la microcuenca de la laguna Huaroncocha. Para la determinación del balance hídrico en esta microcuenca se consideró como ingresos las precipitaciones diferenciadas en escurrimientos (involucrando un coeficiente de escorrentía) y precipitaciones sobre el área de la laguna. Las salidas o pérdidas se relacionaron a la evaporación. Esta laguna no se encuentra regulada, es decir, que sus aportes son descargados a la laguna Huaroncocha de acuerdo con la estacionalidad. En las siguientes Tablas 6-8 se presenta el balance hídrico promedio anual y por temporada para la laguna Quimacocha. En los meses de mayo a julio no se produce aportes de agua a la laguna Huaroncocha. Esta situación se extiende hasta el mes de septiembre cuando se trata de años promedios y años secos. El aporte más copioso se da en los meses de enero a marzo en un año promedio o desde noviembre en un año húmedo. En años secos, el mayor aporte se da en el mes de enero. El aporte hacia Huaroncocha depende del ingreso por precipitación – escorrentía que viene de las áreas alrededor de la laguna Quimacocha. La precipitación que cae directamente sobre la laguna Quimacocha se pierde por evaporación.

Tabla 6 Balance hídrico en m³ para la laguna Quimacocha en un año promedio

Mes	Días	Precipitación-escorrentía ⁽¹⁾	Precipitación en laguna ⁽²⁾	Pérdida por evaporación ⁽³⁾	Aporte a Huaroncocha ⁽⁴⁾ = $(1) + (2) - (3)$	Caudal Medio m ³ /s
Ene	31	498925.76	77949	34896	541978.58	0.20
Feb	28	480296.06	75039	33761	521573.84	0.22
Mar	31	545686.04	75024	25113	595597.09	0.22
Abr	30	126106.28	37153	31927	131332.29	0.05
May	31	0.00	21939	34634	0.00	0.00
Jun	30	0.00	13955	33848	0.00	0.00
Jul	31	0.00	9247	39308	0.00	0.00
Ago	31	0.00	16084	43763	0.00	0.00
Set	30	0.00	29472	37954	0.00	0.00
Oct	31	127741.25	52688	39177	141252.56	0.05
Nov	30	305069.18	61681	39395	327354.73	0.13
Dic	31	382840.72	66909	36512	413237.53	0.15

Mes	Días	Precipitación- escorrentía (1)	Precipitación en laguna (2)	Pérdida por evaporación (3)	Aporte a Huaroncocha (4) = (1) + (2) - (3)	Caudal Medio m³/s
Total		2466665.28	537140.40	430288.07	2672326.61	Prom: 0.085

Tabla 7 Balance hídrico en m³ para la laguna Quimacocha en un año seco

Mes	Días	Precipitación- escorrentía (1)	Precipitación en laguna (2)	Pérdida por evaporación (3)	Aporte a Huaroncocha (4) = (1) + (2) - (3)	Caudal Medio m³/s
Ene	31	379628.09	59311	34896	404042.52	0.15
Feb	28	263055.99	41098	33761	270393.42	0.11
Mar	31	159470.23	21925	25113	156281.94	0.06
Abr	30	94432.64	27821	31927	90327.17	0.03
May	31	0.00	5066	34634	0.00	0.00
Jun	30	0.00	11705	33848	0.00	0.00
Jul	31	0.00	2708	39308	0.00	0.00
Ago	31	0.00	5765	43763	0.00	0.00
Set	30	0.00	25506	37954	0.00	0.00
Oct	31	109384.29	45116	39177	115324.12	0.04
Nov	30	148618.63	30049	39395	139272.13	0.05
Dic	31	207417.19	36250	36512	207155.13	0.08
Total		1362007.04	312321.36	430288.07	1382796.44	Prom: 0.04

Tabla 8 Balance hídrico en m³ para la laguna Quimacocha en un año húmedo

Mes	Días	Precipitación- escorrentía (1)	Precipitación en laguna (2)	Pérdida por evaporación (3)	Aporte a Huaroncocha (4) = (1) + (2) - (3)	Caudal Medio m³/s
Ene	31	1065083.22	166403	34896	1196589.25	0.45
Feb	28	1517953.25	237156	33761	1721348.66	0.71
Mar	31	733817.18	100890	25113	809593.65	0.30
Abr	30	253500.48	74685	31927	296258.50	0.11
May	31	0.00	17470	34634	0.00	0.00
Jun	30	0.00	11356	33848	0.00	0.00
Jul	31	0.00	2621	39308	0.00	0.00
Ago	31	0.00	69444	43763	25681.02	0.01
Set	30	0.00	41055	37954	3100.94	0.00
Oct	31	264724.81	109188	39177	334736.16	0.12
Nov	30	946147.66	191297	39395	1098050.00	0.42
Dic	31	574770.51	100453	36512	638711.01	0.24
Total		5355997.12	1122015.89	430288.07	6124069.19	Prom: 0.198

1.2.2. Descripción del medio biológico

1.2.2.1. Vegetación

De acuerdo al capítulo de descripción del medio biológico para la MEIA 4200 TMD (Chungar 2020), en el área de influencia del proyecto minero se registró un total de 69 especies de plantas distribuidas en cinco formaciones vegetales: bofedales, césped de puna, pajonal de puna, vegetación de roquedal y vegetación de suelos crioturbados. Destacan las especies *Azorella diapensioides* A. Gray, *Chuquiraga spinosa* Less., *Perezia coerulescens* Wedd., *Senecio rhizomatus* Rusby y *Ephedra rupestris* Bebh., por encontrarse en situación de amenaza según el D.S. N°043-2006-AG (Ministerio de Agricultura (MINAG) 2006). *E. rupestris* también es considerada como de preocupación menor según el listado de especies amenazadas de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) 2020). Entre otras especies importantes tenemos a la orquídea *Myrosmodes* sp., considerada dentro del Anexo II de los apéndices del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) 2019), y a la especie endémica *Gentianella saxicola* (Grisebach) J. Pringle.

Los bofedales presentan una cobertura vegetal promedio del 80%. Sus especies más importantes son las hierbas *Plantago tubulosa* Decne, *Distichia muscoides* Nees & Meyen, *Phylloscirpus boliviensis* (Barros) Dhooge & Goetgh., y *Phylloscirpus deserticola* (Phil.) Dhooge & Goetgh., pues conforman la estructura para el sosten de otras especies vegetales asociadas y son clave para que estas últimas puedan asentarse sobre suelos hidromórficos. En los bofedales no se ha registrado especies amenazadas. El césped de puna presenta una cobertura vegetal de 65%. Al ser una formación vegetal heterogénea no presenta especies estructurales o clave; sin embargo, las especies más abundantes que presenta son: *Alchemilla bipinnatifida* L.M. Perry, *Azorella crenata* (Ruiz & Pav.) Pers., y *Alchemilla pinnata* Ruiz & Pav..

1.2.2.2. Fauna

La descripción de la fauna esta basada en los estudios biológicos realizados para la MEIA 4200 TMD (Chungar 2020). En la zona habitan un total de 44 especies de aves, donde destacan por su abundancia: *Lessonia oreas* Sclater & Salvin “negrito andino”, *Muscisaxicola griseus* Taczanowski “dormilona de Taczanowski”, *Muscisaxicola rufivertex* Lafresnaye y D'Orbigny “dormilona de nuca rojiza” y *Sicalis uropygialis* Lafresnaye y D'Orbigny “chirigue de lomo brillante” del orden Passeriformes; *Lophonetta specularioides* King “pato crestón”, *Oressochen melanopterus* Eyton “ganso andino”, *Spatula puna* Tschudi “pato de la puna” y *Anas flavirostris* Vieillot “pato barcino” de Anseriformes; *Chroicocephalus serranus* Tschudi “gaviota andina” y *Vanellus resplendens* Tschudi “avefría andina” de Charadriiformes. Entre las especies de aves consideradas en peligro de amenaza según las listas del D.S. N°004-2014-MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) 2014), IUCN (IUCN 2020) y CITES (CITES 2019), tenemos a *Phoenicopterus chilensis* Molina “flamenco chileno” y *Vultur gryphus* Linnaeus “cóndor andino”; además de otras siete especies que se encuentran en alguno de estos listados. La única especie de ave endémica reportada es *Geositta saxicolina* Taczanowski.

Los mamíferos están representados por tres especies de ratones: *Akodon juninensis* Myers, Patton & M.F. Smith, *Auliscomys pictus* Thomas, *Calomys lepidus* Thomas; otro tipo de roedor *Lagidium viscacia* Molina “viscacha” y dos carnívoros *Conepatus chinga* Molina “zorrito” y *Lycalopex culpaeus* Molina “zorro colorado”. Todas las especies son de preocupación menor según la IUCN (IUCN 2020); además *L. Culpaeus* se encuentra en la lista del anexo II del CITES (CITES 2019) y *A. Juninensis* es considerada como endémica (Patton et al 2015).

La herpetofauna está representada por el sapo *Rhinella spinulosa* Wiegmann considerada como de preocupación menor según la IUCN (IUCN 2020).

Los artrópodos están representados por un total de 64 morfoespecies, 34 familias y ocho órdenes. Los órdenes que destacan por su diversidad son: Diptera (moscas) con 33 morfoespecies, Coleoptera (escarabajos) con 12 morfoespecies y Araneae (arañas) con ocho morfoespecies.

1.2.2.3. Hidrobiología

La descripción de la riqueza y diversidad del ecosistema acuático esta basada en los estudios biológicos realizados para la MEIA 4200 TMD (Chungar 2020). La riqueza de fitoplancton para los cuerpos de agua del área del proyecto está conformada por 119 especies que se agrupan en 51 familias, 30 órdenes, 13 clases y siete divisiones. Las especies más abundantes son: *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère y *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith de la división Bacillariophyta; *Oocystis solitaria* Wittr., y *Oocystis planktonica* Chodat de Chlorophyta; *Cosmarium decoratum* West & G.S. West y *Cosmarium botrytis* Meneghini ex Ralfs de Charophyta; *Nostoc microscopicum* Carm., y *Phormidium tenue* Anagn. & Komárek de Cyanobacteria.

El zooplancton esta conformado por 47 especies agrupadas en 24 familias, 10 órdenes, ocho clases y cinco phylum. Las especies que destacan por su abundancia son: *Boeckella occidentalis* Marsh y *Chydorus sphaericum* Müller del phylum Arthropoda; *Polyarthra trigla* Ehrenberg y *Keratella quadrata* Müller de Rotifera; *Arcela vulgaris* Ehrenberg y *Euglypha alveolata* Duj., de Protozoa.

El perifiton está conformado por 81 especies agrupadas en 41 familias, 24 órdenes, 10 clases y cinco divisiones. Las especies más abundantes son: *Cosmarium botrytis* Meneghini ex Ralfs y *Cosmarium decoratum* West & G.S. West de la división Charophyta; *Oocystis solitaria* Wittr., y *Scenedesmus bijuga* (Turpin) Lagerheim de Chlorophyta; *Anabaena circinalis* Rabenhorst ex Bornet & Flahault y *Nostoc microscopicum* Carm., de Cyanobacteria; *Cymbella affinis* Kützing y *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère de Bacillariophyta; *Anisonema cf. ovale* y *Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmermann de Euglonophyta.

El bentos está conformado por 43 especies agrupadas en 30 familias, 10 órdenes, cuatro clases y dos phylum. Las especies más abundantes son: *Hyalella* sp., *Centrocorisa* sp., y *Disersus* sp. del phylum Arthropoda; *Physa* sp., y *Helisoma* sp. de Mollusca.

El registro de ictiofauna fue de dos especies de peces: *Orestias empyraeus* Allen y *Orestias* sp., del orden Cyprinodontiformes. La primera es una especie de preocupación menor según la IUCN (IUCN 2020). No se tuvo registro de larvas del anuro *Rhinella spinulosa* Wiegmann; sin

embargo, su registro en estado adulto implica la existencia de ejemplares juveniles en los cuerpos de agua.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Diseñar un proyecto para implementar la compensación ambiental que garantizará el mantenimiento de la biodiversidad, extensión y la funcionalidad de los ecosistemas que serán afectados por la futura construcción y operación de los componentes mineros debido a la ampliación de la Unidad Minera Animón.

2.2. Específicos

- ◆ Identificar y cuantificar los impactos ambientales que se generarían por la construcción de los componentes mineros.
- ◆ Establecer medidas de prevención y realizar el diseño de un proyecto de mitigación para el manejo de los impactos generados por la construcción y operación de los componentes mineros.
- ◆ Realizar el diseño de un proyecto de revegetación y restauración *ex situ* como compensación ambiental por los impactos residuales generados por la ampliación de la mina.

3. JUSTIFICACIÓN

Según el Instituto Peruano de Economía, la minería en el Perú representa más del 50% del ingreso de las divisas, el 20% de la recaudación fiscal, el 11% del Producto Bruto Interno, la mayor parte de la inversión extranjera, entre otros destacados factores macroeconómicos. La minería genera un gran impacto en el resto de la economía (Casas 2015). Gran parte del “despegue” económico peruano habría sido consecuencia de la minería ya que su subsuelo es de los más ricos del mundo, con amplias reservas de plata, cobre, oro y zinc por explotar. Sin embargo, el Perú es también uno de los países megadiversos del mundo, alberga el 87.5% de los tipos de clima existentes, el 10% de la diversidad mundial de flora y se ubica en los primeros lugares en el número de especies de fauna y endemismos (Banco Mundial 2013). Las regiones altoandinas del Perú, en donde se encuentran la mayor parte de los yacimientos mineros, no están excluidas de estas cifras de biodiversidad y por tanto el desarrollo de la actividad minera siempre va a generar impactos sobre el medio ambiente natural, su biodiversidad y su capacidad de provisión de servicios ecosistémicos. La extracción minera es por tanto muy importante para el desarrollo económico del país, siempre que vaya de la mano con el desarrollo sostenible, es decir que la satisfacción de las necesidades actuales no comprometa la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas de prevención, mitigación y en última instancia de compensación ambiental.

La compensación busca ser eficiente en la recuperación de la equivalencia ecológica del impacto ambiental producido. El diseño de este tipo de proyectos, con enfoques multidisciplinarios, se proyecta como una de las herramientas que permitirá una minería sostenible en el Perú.

4. CONDICIONANTES DEL PROYECTO Y DIAGNÓSTICO

4.1. Condicionantes del proyecto minero

La construcción de los componentes del proyecto minero implicará como principal impacto ambiental inmediato el desbroce y pérdida permanente de la vegetación existente y la remoción del estrato orgánico subyacente. Probablemente también afectará algunos horizontes superficiales de suelo mineral. Este aspecto dejará temporalmente al descubierto áreas de suelo mineral desnudo que estarán sujetas a la erosión hídrica, que se dará principalmente por las precipitaciones pluviales. Luego de haber alcanzado la saturación, la superficie se inundará. Se producirá un flujo laminar o escorrentía a través de la pendiente debido a la fuerza de gravedad. El agua que se va evacuando se encontrará cargada de sedimentos y dependiendo de la energía hidráulica acumulada y las características del suelo, arrastrará sólidos o los llevará como elementos suspendidos en su caudal. Este caudal sólido generado tendrá un impacto en la calidad del agua que discurra curso abajo y que finalmente llegará a la laguna Quimacocha.

Los impactos ambientales que se producirán en el área de influencia directa de los futuros componentes mineros y en las áreas de influencia indirecta, se magnificarán principalmente por dos situaciones especiales: cuerpos de agua situados en cabeceras y la presencia de bofedales. La extensión de los componentes del proyecto minero y componentes ambientales se pueden observar en el Anexo A Mapa 2.

Los cuerpos de agua que se afectarán directamente con la ejecución del proyecto minero son una sección de la red de arrollos de la microcuenca Laguna Quimacocha y la laguna en si misma. Indirectamente, el impacto influye en la laguna Huaroncocha, que recibe el agua de la laguna Quimacocha. El impacto se basa principalmente en la afectación de la calidad del agua por la recepción excesiva de sedimentos. Se dará una alteración inmediata en sus propiedades físicas y consecuentemente en su calidad hidrobiológica. La mitigación tiene que orientarse a disminuir la producción de sedimentos o captarlos antes de su llegada hacia los cuerpos de agua durante cualquiera de las fases del proyecto.

Los bofedales son ecosistemas frágiles caracterizados por su vegetación hidromórfica (Squeo et al 2006), de formación y crecimiento muy lento, requerimientos ambientales específicos y sensibles a los cambios ambientales. Los bofedales que se caracterizan por su sensibilidad y por la prestación de servicios ecosistémicos son los que se encuentran a mayor altitud. A partir de los 4300 msnm predominan las especies vegetales acojinadas que conforman la estructura donde se asientan otras especies asociadas. El estrato fotosintético de estas especies rara vez supera los 2 cm, por lo que inundaciones sobrecargadas de sedimentos cubren y matan a las plantas. La adaptación especializada a ambientes subnavales ocasiona la dependencia de fuentes de agua de flujo constante, con bajo contenido de sedimentos, altos niveles de

oxigenación y pH de neutro a ligeramente ácido. El calentamiento global ha elevado la temperatura desde los años 60 a un ritmo de 0.1°C por década. Este efecto ha incrementado la fragilidad de los bofedales subnivales haciéndolos más vulnerables a la fragmentación debido a la dominancia emergente de otras especies de altitudes inferiores de nula utilidad estructural (Loza et al 2015).

Medidas de prevención o mitigación, por el impacto de actividades mineras, que sean insuficientes y resulten en impactos residuales resultará en el deterioro de estos ecosistemas. El problema se agrava, aun más, por la pérdida de los servicios ecosistémicos que provee, muchos de los cuales son una barrera ante el cambio climático. Entre los servicios ambientales más preciados de los bofedales está la regulación hídrica. Son esponjas en las cabeceras que retienen y dosifican la salida del agua de las precipitaciones y el deshielo de los glaciares (Iriarte et al 1998). Por tanto, impactos residuales sobre los bofedales o el retiro de los mismos en un área (desbroce) plantean como única salida la compensación ambiental. El mecanismo más seguro para la compensación es la restauración de bofedales con alto grado de deterioro en áreas que ofrezcan el potencial para realizarla.

4.2. Estimación de la pérdida de valor ecológico del bofedal a impactarse

La estimación del valor ecológico del bofedal toma como base el concepto de Índice de Integridad Biológica (IBI, por sus siglas en inglés), refiriéndose a un valor que resume e indica la condición en que se encuentra el sitio evaluado, en relación a un sistema de referencia, que se considera “conservado”. Este valor se calcula a través de un sistema de calificación basado en cuatro atributos fundamentales: condición hidrológica, condición del suelo, condición de la biota y alteraciones en el paisaje, los que están compuestos por indicadores que pueden relacionarse con la respuesta que da el ecosistema ante un factor de degradación o ser un indicador de la presencia del factor de degradación en sí mismo (MINAM 2019).

La estimación de la pérdida de valor ecológico del área del bofedal a impactarse, en este caso en el bofedal nominado Bof-1A (ver Anexos A Mapa 2 y C Fotos 17 – 22), se realizó siguiendo la metodología establecida en la Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bofedal (MINAM 2019). Los datos para la valoración se obtuvo de los trabajos de campo realizados en 2019 para la elaboración de la Línea Base Sociambiental del estudio MEIA 4200 TMD, U.M. Animón (Chungar 2020), y de evaluaciones puntuales para el diseño de este proyecto. A continuación, se presenta los pasos seguidos para la evaluación del estado de los bofedales.

a. Análisis de atributos e indicadores

Se entiende como atributo al componente de un ecosistema considerado de mayor relevancia para que funcione y persista en el espacio y el tiempo, que no puede ser medido directamente, sino ser estimado a través de un grupo de indicadores (Pyke et al. 2002). Los indicadores son componentes del ecosistema que pueden ser observados y medidos, y que se relacionan con uno o más atributos. Los indicadores pueden relacionarse con la respuesta que da el ecosistema

ante un factor de degradación, pero también puede ser un indicador de la presencia del factor de degradación en sí mismo.

Sobre los atributos e indicadores, se determinó el valor relativo de cada uno, a partir de matrices multicriterio, basado en un análisis jerárquico. Esto permite comparar entre pares de atributos o de indicadores, y determinar la contribución o importancia relativa de cada uno. Se comparan primero los atributos entre sí, en una matriz, y luego los indicadores dentro de cada atributo, en cuatro matrices diferenciadas para cada atributo (MINAM 2019).

Los atributos e indicadores necesarios para el cálculo del valor ecológico han sido tomados de aquellos establecidos en la Guía Complementaria para la compensación ambiental: Ecosistemas Altoandinos (MINAM 2016b), y la Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bofedal (MINAM 2019), se pueden ver a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9 Valores relativos de atributos e indicadores del ecosistema bofedal

Atributos	Indicadores	Valor relativo
Condición del agua 39.6%	Napa freática en época seca (cm)	30.8%
	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	8.8%
Condición del suelo 24.5%	Profundidad de turba (cm)	9.2%
	Materia orgánica (%)	8.9%
	Densidad aparente (g/cm^3)	3.5%
	Signos de erosión (cualitativo)	2.9%
Condición de la biota 19.9%	Especies nativas (%)	8.7%
	Riqueza de especies (n.º especies / área)	3.1%
	Cobertura vegetal viva (%)	3.0%
	Biomasa aérea ($\text{kg MS}/\text{ha}$)	5.1%
Alteraciones en el paisaje 16.0%	Presencia de factores de degradación (cualitativo)	8.0%
	Conectividad hidrológica del bofedal (cualitativo)	8.0%

b. Escalas de valoración de los indicadores

Se definieron rangos de los valores de referencia a partir de los valores relativos asignados a cada indicador para darle un puntaje a las diferentes medidas que se obtuvieron en campo de cada indicador. La escala de calificación de puntajes contempla como referencia los rangos de valores alcanzados en la medición en campo de los indicadores. Los rangos de valores de referencia y puntajes pueden verse en la siguiente Tabla 10.

Tabla 10 Escala de valoración y puntajes de los indicadores para los atributos del ecosistema bofedal

Atributos	Indicadores	Rango de valores de referencia	Puntaje	Atributos	Indicadores	Rango de valores de referencia	Puntaje
Condición del agua	Napa freática en época seca (cm)	< 5	30.8	Condición de la biota	Especies nativas (%)	> 80	8.7
		6 - 20	20.5			61 - 79	5.8
		21 - 60	10.3			31 - 60	2.9
		> 60	0.0			< 31	0.0
	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 52	8.8		Riqueza de especies	> 10	3.1
		52 - 110	5.9			8 a 10	2.1
110 - 215		2.9	5 a 7	1.0			

Atributos	Indicadores	Rango de valores de referencia	Puntaje	Atributos	Indicadores	Rango de valores de referencia	Puntaje
		> 215	0.0		(n.º espec. / área)	< 5	0.0
Condición del suelo	Profundidad de turba (cm)	> 200	9.2	Alteraciones en el paisaje	Cobertura vegetal viva (%)	100	3.0
		100 - 200	6.1			90 - 99	2.0
		41 - 100	3.1			89 - 75	1.0
		< 40	0.0			< 75	0.0
	Materia orgánica (%)	> 75	8.9		Biomasa aérea (kg MS/ha)	> 1000	5.1
		56 - 75	5.9			651 - 999	3.4
		21 - 55	3.0			301 - 650	1.7
		< 37	0.0			< 300	0.0
	Densidad aparente (g/cm ³)	< 0.2	3.5		Presencia de factores de degradación (cualitativo)	A	8.0
		0.2 - 0.3	2.3			B	5.3
		0.3 - 0.9	1.2			C	2.7
		> 0.9	0.0			D	0.0
	Signos de erosión (cualitativo)	A	2.9		Conectividad hidrológica del bofedal (cualitativo)	A	8.0
		B	1.9			B	5.3
		C	1.0			C	2.7
		D	0.0			D	0.0

El rango de valores de referencia para los signos de erosión son:

A = Menos del 10% del área presenta signos de erosión laminar superficial y movimiento de mantillo

B = Se aprecian signos de erosión laminar superficial en < 25% del área y poca alteración en la vegetación de cojín

C = Se presenta erosión laminar profunda, formando surcos y zanjas en al menos el 15% del área y daños en al menos 20% del área de la vegetación de cojín

D = Se observa una severa erosión en la superficie de la vegetación de cojín en al menos el 25% del área, los surcos de erosión tienen > 10 cm de profundidad.

El rango de valores de referencia para la presencia de degradación es:

A = se presenta uno o ningún factor de degradación

B = se presentan dos factores de degradación en baja abundancia e intensidad, o uno en baja y otro en alta

C = se presenta dos factores de degradación con alta intensidad o alta abundancia;

D = se presenta tres o más factores de degradación en cualquier grado.

El rango de valores de referencia para la conectividad hidrológica es:

A = no se ha encontrado ningún problema en las fuentes de agua

B = la presencia de infraestructura ha cambiado la permeabilidad del agua al bofedal

C = se ha encontrado infraestructuras que funcionan estacionalmente

D = se ha encontrado infraestructuras que eliminan o reducen permanentemente el agua hacia el bofedal.

c. Cálculo del valor ecológico

El valor ecológico fue calculado para el bofedal a impactarse, Bof-A1, pero también para los bofedales nominados Bof-1B, Bof-1E y Bof-19 (ver Anexos A Mapa 2 y C Fotos 15 – 26), que se ubican en el área de influencia del proyecto y que se proponen como lugares potenciales para realizar la compensación ambiental. Se obtuvo las puntuaciones para cada indicador a partir de los datos obtenidos de las mediciones realizadas en campo y de las muestras recolectadas y procesadas en el laboratorio. Para ello, se identificó el rango de los valores de referencia, al que correspondieron los valores de los indicadores de las unidades muestrales evaluadas. El valor relativo para cada bofedal fue calculado sumando las puntuaciones de los indicadores del mismo bofedal. El valor de cada indicador dentro de su respectivo bofedal fue obtenido promediando los valores de sus unidades muestrales correspondientes.

El estado de conservación de cada bofedal se determinó a partir de la correspondencia de su valor ecológico con el rango establecido para cada calificación. El valor ecológico es igual al valor relativo entre 10. Los rangos son: muy pobre (0-2), pobre (2-4), regular (4-6), bueno (6-8) y muy bueno (8-10).

Los resultados de la punación por unidad muestral obtenido para el área del bofedal a impactarse y áreas alternativas de bofedales para la compensación pueden verse en el Anexo B Tabla 1.

En la siguiente Tabla 11 se presenta el puntaje promedio obtenido para el área de bofedal a impactarse y áreas alternativas de bofedales para la compensación.

Tabla 11 Cálculo del promedio de la puntación de los indicadores para las áreas de bofedal en evaluación

Indicadores	Área de impacto	Zonas alternativas		
	Bof-1A	Bof-1B	Bof-1E	Bof-19
Napa freática en época seca (cm)	10.3	10.3	20.5	20.5
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2.9	2.9	8.8	5.9
Profundidad de turba (cm)	3.1	3.1	3.1	6.1
Materia orgánica (%)	0	0	0	0
Densidad aparente (g/cm^3)	1.2	1.2	1.2	0
Signos de erosión (cualitativo)	1	1	1.9	2.9
Especies nativas (%)	8.7	8.7	8.7	8.7
Riqueza de especies (n.º especies / área)	3.1	2.1	2.1	3.1
Cobertura vegetal viva (%)	1	2	2	3
Biomasa aérea ($\text{kg MS}/\text{ha}$)	1.7	5.1	1.7	3.4
Presencia de factores de degradación (cualitativo)	5.3	5.3	8	8
Conectividad hidrológica del bofedal (cualitativo)	8	8	8	8
Valor relativo (VR)	46.3	49.7	66.0	69.6
Valor ecológico (VE)	4.63	4.97	6.60	6.96
Estado de conservación	Regular	Regular	Bueno	Bueno

d. Valor ecológico del área a impactarse

El valor ecológico (VE_{ai}) del área a impactarse es de 4.63 lo que indica que presenta un estado de conservación regular. Luego del impacto su valor se espera que se reduzca a $VE_{di} = 0$ ya que el bofedal será desbrozado en su totalidad y en su lugar se realizará la construcción de los componentes del proyecto minero. La diferencia entre VE_{ai} y VE_{di} nos da el valor ecológico perdido VE_p que es 4.63. El área del futuro impacto residual es de 5.43 UC o ha. El producto de VE_p por 5.43 UC da el valor ecológico total del área antes del impacto (VET_p) que es 25.14.

e. Criterios para la selección del área para la compensación ambiental

La selección del área para la compensación ambiental se ha realizado aplicando los siguientes criterios de ubicación y características:

- Que pertenezcan a áreas de bofedal vinculados a la microcuenca Laguna Quimacocha.
- Que se encuentren sometidas a presiones de amenaza de pérdida o degradación de la biodiversidad y funcionalidad de los ecosistemas.
- Que permitan una conectividad que reduzca la fragmentación y propicie la conservación de especies.
- Que cuenten con potencial para asegurar ganancias de compensación.
- Que cuenten con potencial de incremento de servicios ambientales.

De las tres alternativas analizadas se ha seleccionado el bofedal Bof-1B. Este bofedal se encuentran dentro del área de influencia de los componentes del proyecto, microcuenca Laguna Quimacocha. Debido a la cercanía entre el área impactada y el área seleccionada se puede asegurar que se presenta el mismo tipo de microclima. El área impactada como el área seleccionada corresponden a la misma formación vegetal, bofedales temporalmente inundados, que se caracterizan por presentar especies perenes de suelos húmedos, pero no saturados. El área seleccionada tiene una considerable extensión y caudal de agua disponible. Se tiene la garantía que el área seleccionada para la reubicación y restauración de los bofedales, no se verá afectada por emplazamientos de nuevos componentes mineros o de la población local aledaña.

f. Estimación de las unidades de compensación

La estimación de las unidades de compensación (UC) se basa en el principio de la equivalencia ecológica, donde el valor ecológico total perdido (VET_p) por el impacto debe ser igual al valor ecológico total ganado (VET_g) por la compensación. El VET_g por la compensación resulta del producto del valor ecológico del área a compensar (VE_{dc}) después de la compensación por el área necesaria para compensar. El VE_{dc} es un valor ideal, objetivo a alcanzar con las acciones de compensación. Puede tomarse como referencia el valor ecológico más alto dentro de las áreas de bofedales evaluados; sin embargo, para este proyecto tomaremos el valor de 8.1 que es la calificación mínima inferior dentro del rango de bofedales con estado de conservación muy bueno. Sin embargo, el área a compensar tiene un VE_{ac} antes de compensar igual a 4.97 y para

llegar al valor ideal de 8.1 se necesita un VE_g ganado de 3.13. Establecido este valor se puede determinar por una regla de tres el área necesaria a compensar o unidades de compensación UC para lograr el principio de equivalencia. En la Tabla 12 se puede observar los cálculos para la obtención de las UC necesarias para compensar.

Tabla 12 Cálculos para la obtención de las UC necesarias para compensar

Valor ecológico perdido (VE_p)		×	UC del área impactada (ha)	=	Valor ecológico ganado (VE_g)			×	UC del área a compensar (ha)		
VE_{ai} antes del impacto	-		VE_{di} después del impacto	×	5.43	=	VE_{dc} después de la compensación	-	VE_{ac} antes de la compensación	×	UC_c
4.63	-		0	×	5.43	=	8.1	-	4.97	×	UC_c
25.14				=	3.13 × UC_c						
Valor ecológico total (VE_p)		÷	Valor ecológico ganado (VE_g)	=	UCc (ha)						
25.14		÷	3.13	=	8.03						

5. INGENIERIA DEL PROYECTO

El bofedal Bof-1B, elegido como lugar de compensación, posee un área mínima suficiente para poder realizar este trabajo, es decir > 8.03 ha. Las acciones de compensación tienen el objetivo de elevar el valor ecológico en esta área de 4.97 a 8.1. Esto garantizará la equivalencia en biodiversidad, extensión y servicios ecosistémicos que serán perdidos.

Sin embargo, la compensación no es la única medida de corrección ambiental a tomarse en consideración pues las actividades de impacto también ocasionarán otros pasivos ambientales en el área a impactarse. Estos pasivos son la erosión hídrica por desbroce de vegetación y la alteración de la calidad del agua en la laguna Quimacocha. Esta última proveerá del caudal de agua necesario para mantener la restauración y extensión de los bofedales, que serán finalmente las acciones de compensación; por tanto, es necesario garantizar que la calidad de este cuerpo de agua sea óptima.

La erosión hídrica y la alteración de la calidad del agua pueden ser controlados con medidas de prevención y mitigación dentro del área de influencia directa (*in situ*). Las acciones necesarias para la mitigación de los pasivos ambientales se presentan en la matriz de impactos y jerarquías de mitigación que se pueden observar en el Anexo B Tabla 2. Estas acciones se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13 Acciones necesarias para la mitigación de los impactos ambientales. El orden de ejecución propuesto va de izquierda a derecha.

Prevención	Mitigación	Compensación	
	<i>In situ</i>		<i>ex situ</i>
Construcción de las obras de mitigación y compensación en meses de bajas precipitaciones.	Construcción de canales de captación de escorrentía natural arriba de los futuros componentes.	Trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave a áreas aledañas al céped de puna que no sufrirán impactos.	Restauración y extensión de bofedales.
	Construcción de canales de captación de escorrentía y trampas de arena bajo el área de los futuros componentes.		
	Construcción de canales de coronación y canales que reducción de energía hidráulica.		Construcción de arrollos artificiales dentro de la restauración y extensión de bofedales (canales de extensión).
	Manejo de sólidos en suspensión con filtros biológicos naturales.		

A continuación, se describe detalladamente el desarrollo de cada acción propuesta. Los canales de coronación y canales que reducción de energía hidráulica son componentes del proyecto minero; sin embargo, también cumplen la función de mitigación.

5.1. Medidas de prevención *in situ*

a. *Construcción de los componentes del proyecto y obras de mitigación en los meses de baja precipitación*

La primera acción es una medida dirigida al control de la erosión hídrica que se producirá en las futuras áreas de impacto que presentarán suelos temporalmente descubiertos. Establece que la ejecución de las obras de mitigación, compensación y construcción de los componentes mineros deben de realizarse en los meses en que se da los valores de menor precipitación pluvial.

La determinación de los meses con menor precipitación se obtuvo a partir de los datos de dos estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto (Ver Tabla 2). Se considera entonces que los meses con el menor riesgo para realizar las labores de desbroce en el área de los futuros componente son junio y julio. El riesgo se incrementa levemente en los meses de mayo y agosto y así sucesivamente en abril y septiembre. Los demás meses cuentan con precipitaciones pluviales totales superiores a los 80 mm.

5.2. Medidas de mitigación

5.2.1. Estimación del volumen de sedimentos movilizados por escorrentía

Las acciones de mitigación también se encuentran dirigidas al control de la erosión hídrica durante la fase de construcción y operación de los componentes mineros. La producción de sedimentos que serán movilizados como consecuencia de estas construcciones causarán

impactos sobre el equilibrio hidrológico y calidad hidrobiológica de la laguna Quimacocha y, a su vez, sobre el área destinada a la compensación que utilizará el agua del canal efluente de la laguna Quimacocha.

Se propone como forma de controlar la erosión hídrica la construcción de canales y desarenadores que permitan redirigir la escorrentía, disminuir la energía hídrica y retener los sedimentos de arrastre y en suspensión antes de que el agua llegue a la laguna Quimacocha. Sin embargo, la efectividad de estas estructuras se verá disminuida o anulada si la capacidad de retención de los sedimentos se colapsa por colmatación. Por esta razón es necesario estimar la cantidad de sedimentos que se producen naturalmente y la que se producirá luego del desbroce de la vegetación y la remoción del suelo en el área de impacto. Esta estimación se ha realizado a través de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (EUPS), que es la más ampliamente conocida y permite estimar las pérdidas de suelo por erosión hídrica pluvial. Se considera que la producción de sedimentos en un área es igual a la pérdida de suelos de la misma cuando únicamente se considerará a la lluvia como agente erosivo. La fórmula es la siguiente:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Donde:

A = pérdida de suelo en t/ha. año.

R = factor de erosividad de la lluvia en Mjmm/ha. año.

K = factor de eriosionabilidad del suelo en (t/ha) /Mj.mm/ha.h).

L = factor de longitud del terreno (adimensional).

S = factor pendiente del terreno (adimensional).

C = factor cobertura y manejo de la vegetación (adimensional).

P = factor prácticas de conservación (adimensional).

Cada variable dentro de la fórmula tiene su propia fórmula para su obtención. Los cálculos para la obtención de la pérdida de suelo en t/ha al año pueden verse en el Anexo B Tabla 3. La data requerida para la obtención de estos valores se obtuvo del informe de hidrología y de suelos, incluidos en el informe de la MEIA 4200 TMD (Chungar 2020). Adicionalmente, se realizó un ingreso a campo para completar los vacíos de información. Los resultados obtenidos del cálculo de la pérdida de suelo se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14 Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica pluvial

Componente del Proyecto	Área (ha)			Pérdida de suelo (t.año)			
	Componente	Por formación vegetal		Antes del desbroce		Después del desbroce	
		Bofedales	Césped de puna	Bofedales	Césped de puna	Bofedales	Césped de puna
Depósito de relaves	14.83	3.93	10.90	2.0	141.8	39.9	5065.0
Canal de coronación	0.16	0.07	0.09	0.04	1.2	0.7	41.8

Componente del Proyecto	Área (ha)			Perdida de suelo (t.año)			
	Componente	Por formación vegetal		Antes del desbroce		Después del desbroce	
		Bofedales	Césped de puna	Bofedales	Césped de puna	Bofedales	Césped de puna
Depósito de Top soil	1.69	1.30	0.39	0.7	2.5	13.2	90.6
Almacén de residuos	1.30	0.12	1.18	3.5	5.8	69.7	205.6
Línea de recirculación	0.05	0.01	0.04	0.01	0.5	0.1	18.6
Total	18.03	5.43	12.60	6.25	151.8	123.6	5421.6

5.2.2. Construcción de canales de captación

El arrastre de sólidos gruesos y el transporte de sólidos en suspensión en la escorrentía de una cuenca se dan de manera permanente en cualquier ambiente natural cuyos suelos se encuentren afectados por un régimen pluvial suficiente. Otros factores implicados en este proceso de erosión son: la topografía, la cobertura vegetal, la presencia de cárcavas o barrancos, la litología y la forma de la cuenca. La construcción de los componentes del proyecto minero afectará el factor de cobertura vegetal con la acción de desbroce de vegetación (bofedales y césped de puna). Algunos de los demás factores verán incrementados sus efectos erosivos por efecto de la ausencia de cobertura.

Los componentes mineros cubrirán el suelo que quedará desnudo por el desbroce. Es decir que el impacto del desbroce será temporal mientras dure la construcción. Sin embargo, la impermeabilidad de la superficie de algunos componentes también tiene un efecto negativo por el incremento de la energía hídrica que produce incisión en cauces posteriores a los componentes.

Como medida de mitigación se plantea la construcción de canales de captación de escorrentía y materiales sólidos provenientes de las áreas a desbrozarse y las áreas arriba de estas. Durante este proceso, se atenuaría la energía hídrica erosiva de la escorrentía y se sedimentaría las partículas gruesas o finas bajo manejos distintos. La propuesta de construcción de canales de captación se realizará para dos situaciones diferentes que se describen a continuación:

a. Canales de captación arriba del área de desbroce

La microcuenca de la laguna Quimacocha esta conformada a su vez por microcuencas menores que descargan el caudal acumulado juntas o por separado en la laguna del mismo nombre. Las áreas de desbroce no corresponden a la parte alta de estas microcuencas menores en donde se encuentran ubicadas; sino que más bien se encuentran ubicadas en las partes medias o bajas. La velocidad de la escorrentía proveniente de las áreas superiores será mayor en las áreas donde ocurrirá el desbroce, pues no habrá suelos estables y vegetación de contención. El caudal

y la energía hídrica que se acumulan durante este tramo de desplazamiento acrecentará la erosión en las áreas desbrozadas.

Debido a la predicción de estos impactos negativos acumulativos, es necesario captar el flujo de escorrentía en estas áreas superiores, evitar que llegue a las áreas desbrozadas y redirigirlo en canales de captación hacia otras áreas más estables. Esta redirección culminaría en áreas cercanas con abundante cobertura vegetal o en cauces naturales de agua.

En la medida de lo posible, estos canales deben tener inclinaciones similares o menores a la pendiente del área de escorrentía con el objetivo de disminuir la energía hídrica que finalmente produciría la incisión del cauce de los canales y con esto un arrastre extra de material sólido.

Las partículas arrastradas por la escorrentía desde el área superior, arriba de las áreas desbrozadas, no son resultado del impacto de los componentes del proyecto y corresponden a la descarga que se da naturalmente durante la evolución de cualquier cuenca; por tanto, no seguirán un manejo específico orientado a reducir su generación. En el Anexo A Mapa 3 se puede visualizar la red de canales de captación propuestos para la evacuación de escorrentía y material sólido generados arriba de las áreas a desbrozarse.

El diseño conceptual de los canales de captación de escorrentía y material sólido producidos arriba del área de desbroce pueden verse en la siguiente Figura 3.

En la Tabla 14 se puede observar el cálculo del área arriba del desbroce para cada componente minero. Cada área se ubica dentro de su respectiva microcuenca. De acuerdo a su extensión y precipitación pluvial captada, cada área, es capaz de segregar la cantidad de materiales de suelo señalados en el mismo cuadro.

Se establece que, como mínimo, debe haber una equivalencia entre el volumen de escorrentía producido por una determinada área y la capacidad volumétrica del canal de captación que esta bajo ella, para evitar este último colapso. La pendiente de los canales de captación respecto a su dirección de evacuación debe ser similar a la pendiente del área de donde se esta captando la escorrentía para asegurar que el volumen de agua evacuado sea similar entre ambos. Lo expresado anteriormente se puede resumir en la siguiente fórmula dada para un mismo periodo de tiempo:

$$\text{Área}_{\text{captación}} (\text{m}^2) \times \text{Precipitación} (\text{m/s}) = \text{Ancho}_{\text{canal}} (\text{m}) \times \text{profundidad}_{\text{canal}} (\text{m}) \times \text{largo}_{\text{canal}} (\text{m}) \times T_s$$
$$\text{Caudal producido}_{\text{Área}} = \text{Caudal captado}_{\text{Canal}}$$

Los valores de precipitación fueron obtenidos del capítulo de hidrología del informe MEIA 4200 TMD (Chungar 2020). Para ello se tomó la data de precipitación total mensual, anual y la precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno. Esta data fue transformada a m^3/s y de esta manera se obtuvo los valores de caudal. Las dimensiones propuestas de ancho y profundidad para los canales de captación se basan, por practicidad, en las medidas comunes de herramientas de excavación (palas). En la siguiente Tabla 15 se presenta los resultados obtenidos para la estimación de la captación del agua de escorrentía arriba del área de desbroce para diferentes circunstancias pluviales. Es de utilidad que el volumen de un canal de captación sea mayor que el volumen de la escorrentía producida en su respectiva

área de captación para que no ocurra un desborde de agua. Los datos indican que el volumen de agua captado por un canal de 100 m lineales para un área sugerida de 1 ha es más que suficiente para cumplir este objetivo, aun considerando eventos de lluvias máximas con un periodo de retorno de 50 años. Una mayor capacidad volumétrica en los canales propicia una mayor infiltración del agua en el suelo. La medida de los canales propuesta por área sólo contempla la captación de la escorrentía dentro de su respectiva área de influencia. Se requiere de extensiones adicionales para llevar el agua hacia los lugares finales de evacuación.

Tabla 15 Volumen de agua captado por área y capacidad para canal de captación

Periodo	Área de captación		Canales de captación			Caudal en área de captación (m ³ /s)	Caudal límite en canales (m ³ /s)
	Área (m ²)	Pp (m/s)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Largo (m)		
Prom. anual	10000	0.00000003	0.4	0.3	100	0.0003	12
Prom. Feb.	10000	0.00000006	0.4	0.3	100	0.0006	12
Max ₂ (años retorno)	10000	0.00000046	0.4	0.3	100	0.0046	12
Max ₃ (años retorno)	10000	0.00000050	0.4	0.3	100	0.0050	12
Max ₅ (años retorno)	10000	0.00000055	0.4	0.3	100	0.0055	12
Max ₁₀ (años retorno)	10000	0.00000055	0.4	0.3	100	0.0055	12
Max ₂₀ (años retorno)	10000	0.00000059	0.4	0.3	100	0.0059	12
Max ₂₅ (años retorno)	10000	0.00000061	0.4	0.3	100	0.0061	12
Max ₅₀ (años retorno)	10000	0.00000065	0.4	0.3	100	0.0065	12

Una última variable que va intervenir en la capacidad volumétrica de los canales de captación es la sedimentación, pues el material sólido transportado se ira depositando acumulativamente en los canales y disminuirán su capacidad. El volumen de material sólido que será producido arriba del área de desbroce es de 173 m³ al año. La capacidad del total de canales de captación sugerido para esta áreas es de 211 m³. Esto quiere decir que en el peor de los casos (obstrucción total del paso de los canales), estos podrán recepcionar el material sólido producido arriba del área de desbroce por más de un año. La densidad del suelo en el área es de 1.54 gr/cm³ y se obtuvo del promedio de la data presentada en el capítulo de suelos del informe para la MEIA 4200 TMD (Chungar 2020). Con este valor se obtuvo el volumen de sólidos producidos al año. El resultado se puede observar en la Tabla 16. En el Anexo A Mapa 3 se puede visualizar la red de canales de captación propuestos para la evacuación de la escorrentía y material sólido generados en las áreas desbrozadas.

Tabla 16 Área de desbroce arriba de los componentes y longitud de canales de captación

Componente minero	Área arriba del desbroce (ha)	Sólidos producidos		Canales de captación	
		t/año	m ³ /año	Longitud m	Volumen m ³
Depósito de relaves	15.50	252.1	163.70	1550	186
Canal de coronación	0.09	1.2	0.78	9	1.08
Depósito de Top soil	1.98	12.9	8.38	198	23.76

Componente minero	Área arriba del desbroce (ha)	Sólidos producidos		Canales de captación	
		t/año	m ³ /año	Longitud m	Volumen m ³
Almacén de residuos	-	-	-	-	-
Línea de recirculación	0.04	0.5	0.32	4	0.48
Total	17.61	266.7	173.18	1761	211.32

b. Canales de captación abajo del área de desbroce

Estos canales tienen como objetivo redireccionar el flujo de escorrentía cargada de material sólido, proveniente desde las áreas de desbroce hacia los desarenadores, para el inicio de su sedimentación. De esta manera el agua con partículas no se descargará directamente en la laguna Quimacocha, y por tanto no alterará su calidad hídrica. La construcción de los canales de captación en sus inicios seguirá el curso que la gravedad y la topografía guíen, luego la tendencia se incrementará gradual y perpendicularmente en oposición al vector de la gravedad. En el Anexo A Mapa 3 se puede visualizar la red de canales de captación propuestos para la evacuación de la escorrentía y material sólido transportado que se generarán en las áreas a desbrozarse.

Las medidas propuestas para los canales son de 40 cm de ancho por 30 cm de profundidad. De acuerdo al análisis anterior, se estima que con estas dimensiones el agua de escorrentía capturada no se desbordará de los canales. La profundidad afectará pocos centímetros del horizonte mineral erosionable (ladera baja de la microcuenca con topsoil de considerable espesor), el caudal discurrirá principalmente entre el horizonte fotosintético (vegetal vivo) y orgánico que por su compactación característica (ecosistemas de bofedal) son estables en estructura.

En la medida de lo posible se evitará el trazado de canales de captación que sigan enteramente la orientación de la pendiente, pues esto podría provocar la incisión del fondo del cauce y la aparición de cárcavas con su consecuente arrastre de sólidos. El diseño y función de los canales de captación de escorrentía y material sólido que se proponen construir abajo del área de desbroce pueden verse en la Figura 1.

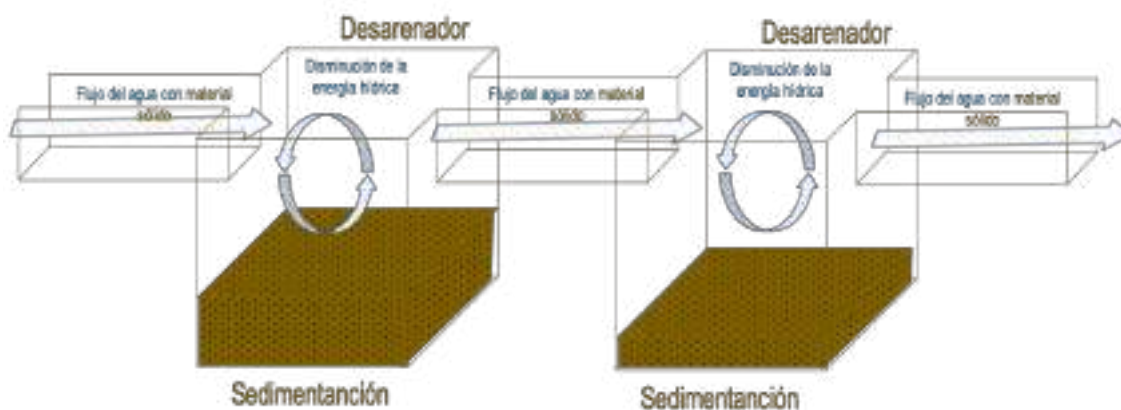


Figura 1 Diseño teórico y función de canales de captación abajo del área de desbroce

c. Desarenadores en los canales de captación abajo del área de desbroce

Las trampas de arena o desarenadores son el primer tratamiento que se plantea dar al agua con material sólido recogida por los canales de captación. Tienen como objetivo la retención de partículas inorgánicas pesadas y rápidamente sedimentables dentro del curso de los canales. Su construcción consiste en la ampliación de un segmento corto dentro de los canales de captación, en ancho y profundidad, de manera que la energía hidráulica necesaria para el arrastre de partículas pesadas disminuya y estas se depositen en el fondo del desarenador. El número de unidades que necesita instalarse depende del volumen de sedimentos que se estima será producido desde las áreas de desbroce. Las partículas fácilmente sedimentables son las arenas (59.49%) y luego los limos (21.13%). Las arcillas (19.38%), al menos las más finas, son las más propensas a viajar como sólidos en suspensión y por tanto su sedimentación es más lenta. Debido a las múltiples variables que ocurren en el proceso de la sedimentación, no es posible estimar el volumen final que será retenido y se trabajará con el volumen total de partículas producidas. A continuación, Tabla 17, se presenta una estimación del transporte de material sólido que se producirá para las áreas de los componentes del proyecto. Esta estimación se basa en el cálculo de la pérdida de suelos por erosión hídrica en t/ha/año obtenido en la sección 5.2.1. Las dimensiones propuestas para cada desarenador son de 2 m de ancho por 1.5 m de profundidad y 2.5 m de largo, esto equivale a un volumen de 7.5 m³. Las dimensiones se escogieron porque permiten un manejo práctico en su construcción y por que la profundidad no supone un riesgo ante eventuales accidentes. Con el valor del volumen de material transportado y la capacidad volumétrica por desarenador se obtiene el número de desarenadores requeridos para cada componente del proyecto. Para la estimación de la longitud necesaria de los canales de captación se utilizará el mismo criterio que se empleo en la sección 5.2.2.a, es decir 100 m lineales por cada 1 ha. Esta última medida sólo contempla la captación de la escorrentía y sedimentos dentro de su respectiva área de influencia. Es decir que la longitud debe extenderse adicionalmente hacia los lugares finales de evacuación.

Tabla 17 Estimación de material sólido producido en el área de desbroce

Componente del Proyecto	Sólidos producidos (t/año)	Sólidos producidos (m ³ /año)	Desarenadores requeridos (U)	Longitud de canales de captación (m)
Depósito de relaves	5104.9	3314.87	442	1483
Canal de coronación	42.5	27.60	4	16
Depósito de Top soil	103.8	67.40	9	169
Almacén de residuos sól.	275.3	178.77	24	130
Línea de recirculación	18.7	12.14	2	5
Total	5545.2	3600.78	481	1803

d. Filtros biológicos de sólidos en suspensión

Durante la fase de construcción de los componentes mineros, la escorrentía llevará consigo sólidos finos en suspensión que no podrán ser retenidos posteriormente en los desarenadores. Estos sólidos están conformados por arcillas de muy lenta precipitación. El agua con sólidos en suspensión de los canales de captación será dirigida hacia las zonas con menor pendiente o en el mejor de los casos a zonas planas con abundante vegetación y profundidad de turba (bofedales). Esta vegetación y turba actuarán como filtros biológicos que retendrán los sedimentos finos y serán beneficiados por el aporte de nutrientes. El agua liberada durante este proceso hacia la laguna Quimacocha tendrá una mejor calidad.

En el Anexo A Mapa 3 se puede visualizar la red de canales de captación propuestos para la evacuación de la escorrentía y material sólido generados en las áreas a desbrozarse. Al final de estos canales de captación se ubican las desembocaduras diseñadas para la evacuación del agua a modo de flujo laminar y libre de partículas gruesas.

El diseño conceptual y función de los filtros biológicos para retener sólidos en suspensión del agua captada abajo del área a desbrozarse pueden verse en la siguiente Figura 2.

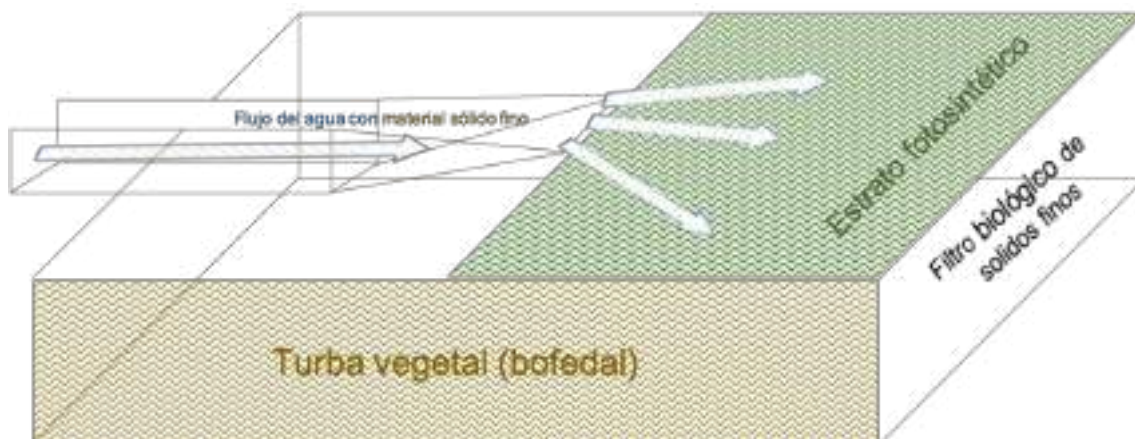


Figura 2 Diseño conceptual y función de los filtros biológicos abajo del área a desbrozarse

5.3. Medidas de compensación

La compensación *in situ* consiste en el trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave en áreas aledañas al césped de puna y la compensación *ex situ* consiste en la restauración y extensión de bofedales en un área seleccionada para tal fin, además de la construcción de hábitats acuáticos. A continuación, se describe cada una.

5.3.1. Trasplante de especies a áreas aledañas al césped de puna impactado

La vegetación de césped de puna en el área de impacto crece, principalmente, formando macollos conformados por una especie dominante y algunas especies asociadas. Los suelos donde habitan se encuentran secos la mayor parte del año a excepción de la temporada de lluvias. Estos macollos crecen guardando distancias de un metro o más. Se plantea realizar

trasplantes extrayendo las macollas enteras con sus raíces y el suelo en que se encuentra adherido a las raíces. Luego plantar los ejemplares extraídos en hoyos abiertos para tal fin en áreas de césped naturales aledañas a las áreas de impacto. Se plantea que la excavación de los hoyos para el trasplante se realice en los márgenes inferiores de los canales de captación o en sus desembocaduras, dentro de la misma formación vegetal. Se pretende el incremento de la densidad en las comunidades de césped en las áreas aledañas al área de impacto. La demanda de agua extra que implique esta nueva densidad será compensada con el agua desviada de la escorrentía por los canales de captación. Se considera que la disposición de agua es el factor limitante de la densidad vegetal natural del césped de puna. Finalmente, el incremento de la densidad vegetal mejorará la infiltración, disminuirá la escorrentía y mejorará la calidad del agua efluente. La vegetación de césped de puna no necesita riego permanente pues está adaptada a recibir sólo el agua de las lluvias estacionales; sin embargo, se recomienda realizar el trasplante al inicio de las temporadas de lluvias para que la vegetación inicie su proceso de implantación con las mejores condiciones ambientales. Para el inicio del trasplante es necesario que los hoyos en donde se colocarán las plantas ya se encuentren abiertos. En la Figura 3 se presenta el diseño conceptual del traslado de vegetación de césped de puna. En el Anexo A Mapa 3 se presenta el diseño propuesto para la compensación del césped de puna.

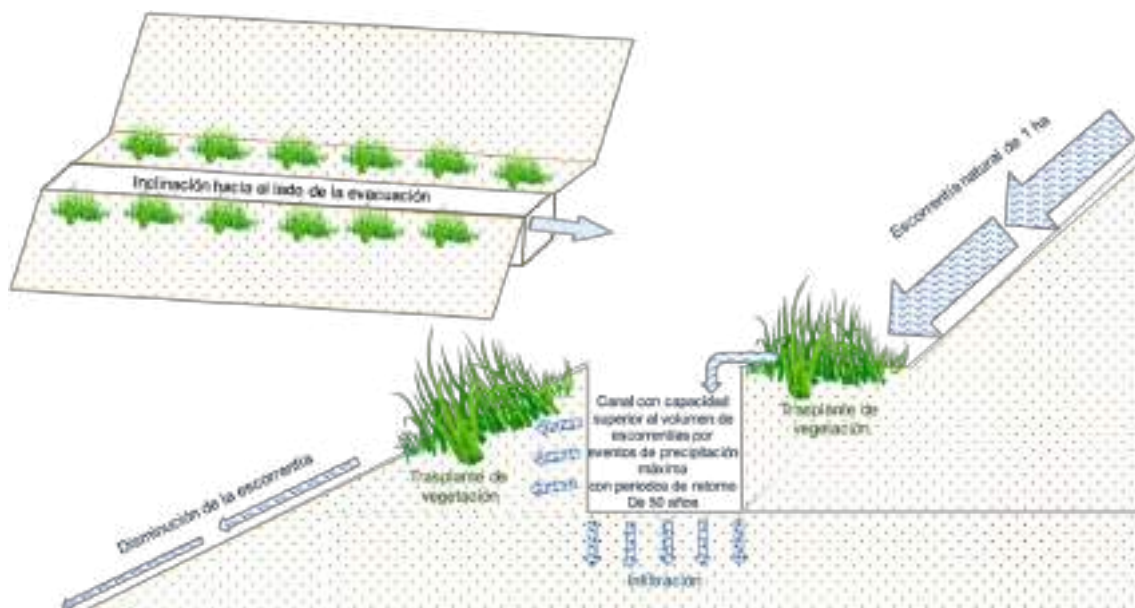


Figura 3 Diseño conceptual del trasplante de vegetación de césped de puna

5.3.2. Restauración y extensión de bofedales ex situ

La compensación de bofedales implica el trasplante de vegetación de lento crecimiento y difícil implantación (además de gran importancia ecológica) hacia nuevos lugares para su desarrollo; y de la selección de áreas de bofedales deteriorados con potencial a ser restauradas y ampliadas. El valor ecológico del Bof-1A (área de impacto) después del impacto se reducirá a 0, con la pérdida total de su composición, estructura y provisión de servicios ecosistémicos.

Se plantea realizar actividades de selección, rescate, traslado y reubicación de la vegetación que se considera clave hacia el lugar de compensación. A continuación se describen los pasos a realizarse:

a. Selección de especies clave

Es necesario aprovechar la vegetación y turba que se puedan rescatar del bofedal que será desbrozado, trasladarlas al área de compensación e implantarlas de modo que se promueva la conectividad entre las comunidades clave. Este procedimiento también nos permitirá recuperar la cobertura vegetal y la composición florística del bofedal a restaurarse. La vegetación de interés para el traslado no se encuentra en un área definida sino más bien en pequeños parches dentro de la vegetación de menor importancia. Los criterios de selección para las especies clave en los bofedales son:

- Poseer alta capacidad para la formación de turba.
- Poseer un crecimiento almohadillado (cojines típicos de bofedales).
- Conformar la estructura física de sostén en los bofedales.
- Ser el hábitat de otras especies vegetales asociadas.
- Ser de importancia forrajera para la fauna silvestre y doméstica.
- Estar involucrada en los procesos y servicios ecosistémicos.
- Ser de difícil implantación y crecimiento lento (indicador de fragilidad).

Adicionalmente se considera de importancia, el estatus de conservación y la situación de endemismo. El listado de las especies clave para el rescate y trasplante de bofedales puede verse en el Anexo B Tabla 4. La morfología de alguna de estas especies puede verse en el Anexo C Galería fotográfica, Fotos 1 – 5.

b. Preparación del terreno en el área de compensación

La preparación del terreno consiste en imitar, en la medida de lo posible, las características físicas, químicas y biológicas que presentan los hábitats del bofedal a impactarse, con la finalidad de que la vegetación que se traslade desde este último lugar no sufra estrés, se adapte y desarrolle exitosamente. La preparación del terreno considera dos aspectos fundamentales a manejar, la provisión de agua y la preparación del suelo. El trabajo realizado en cada uno se describe en las siguientes secciones.

c. Provisión de agua

La mayor parte de la vegetación de bofedales necesita de un sistema de provisión de agua permanente. Los bofedales son formaciones vegetales que necesitan de suelos hidromórficos para establecerse, agua suficiente y constante para inundarlos, pero no sumergirlos y la provisión de nutrientes que se dará con el acarreamiento de sedimentos finos. El área de compensación no tiene suelos hidromórficos en gran parte de su extensión, sólo algunos sectores se inundan estacionalmente (ver Anexo C Galería fotográfica, Fotos 27 y 28). La provisión de agua se da a partir de un canal efluente que proviene de la laguna Quimacocha y algunos arroyos estacionales

provenientes de las laderas de los cerros aledaños. El agua de la laguna Quimacocha va prácticamente de manera directa hacia la laguna Huaroncocha a través de este canal (ver Anexo C Galería fotográfica, Fotos 29 – 32).

Se propone una extensión de este canal efluente a modo de un circuito (Figura 8) que riegue toda el área del bofedal a compensar. El diseño del trazado seguirá una tendencia transversal a la pendiente en varios tiempos hasta llegar a la laguna Huaroncocha. Las dimensiones de este canal deberán ser las mínimas requeridas, de manera que se riegue toda el área a compensar con el caudal disponible. El caudal en un año promedio es de 0.085 m³/s, en un año seco es de 0.04 m³/s y en un año húmedo es 0.11 m³/s, según el estudio de balance hídrico en la microcuenca Quimacocha (Chungar 2020). Estos valores sugieren que este canal de ampliación debe tener medidas mínimas de 110 cm de ancho y 80 cm de profundidad (incluida la vegetación). El desborde del canal que podría ocurrir en un año húmedo es necesario para el aporte de nutrientes hacia los sectores no irrigados del bofedal. La estructura rígida de la vegetación almohadillada se encuentra adaptada a resistir estos eventos, aunque sean prolongados. El diseño conceptual de este canal de ampliación se presenta en la Figura 8.

d. Remoción de suelo

La labor de remoción de suelo en el área de compensación consiste principalmente en la excavación del canal de ampliación que distribuirá el agua a una mayor área del bofedal y la excavación de áreas aledañas para la instalación de champas de vegetación rescatadas del área de bofedal a impactarse. Estas excavaciones retiraran la capa superficial del suelo básicamente. Se plantea que la vegetación rescatada sea instalada en el lado inferior de la pendiente respecto al canal de ampliación (Figura 8), de manera que actúe como una pared de contención ante los efectos de la erosión hídrica ocasionados por la corriente.

Las actividades de extracción del suelo removido se deben realizar al menos un mes antes de la temporada de lluvias (noviembre a marzo) para no tener que lidiar con la formación de lodos. El movimiento de tierras se tiene que hacer de manera manual y su ejecución cumplirá varias finalidades: manejo de desniveles a pequeña escala en el terreno; fomentar la circulación lenta del agua sin llegar al empozamiento y descubrir el estrato arcilloso hidrofóbico, si es que lo hubiese. El topsoil que será removido se utilizará para cubrir espacios de suelo mineral desnudo dentro del bofedal, los exedentes serán llevados a un depósito de topsoil.

e. Actuaciones sobre la vegetación pre-existente

La vegetación que se encuentra dentro del área de compensación es en su mayoría típica de bofedales perturbados. Se trata de hierbas de suelos húmedos pero no inundados, de estructura blanda, superficial, con poca tendencia a formar colonias almohadilladas y de poco valor forrajero. El listado de las especies típicas de bofedales deteriorados puede verse en el Anexo B Tabla 5. La morfología de alguna de estas especies puede verse en el Anexo C Galería fotográfica, Fotos 6 – 10.

f. Métodos de traslado para especies clave

La forma de colonización de la mayor parte de especies clave existentes en los bofedales consiste en la formación de almohadillas rígidas y compactas. Los rizomas se extienden debajo del suelo y comienzan a emitir tallos secundarios que se ramifican repetidas veces y crecen longitudinalmente. La parte inferior va muriendo y la exterior expuesta sigue creciendo de manera que se forma turba de gran profundidad. Estas colonias rígidas tridimensionales son dominantes en bofedales en buen estado de conservación y son también el hábitat de otras especies de plantas y animales asociados.

El proceso de traslado de esta vegetación clave se puede dividir en: extracción, traslado y plantación. Las colonias de almohadillados son difíciles de extraer debido a su estructura rígida y fijamiento en el suelo. Por ello el mejor procedimiento consiste en separarlas en bloques o champas que deben ser cortadas con objetos filosos y fuertes. Para la realización de este proyecto se recomienda el uso de palas de cuchara recta como objeto cortante y barretas como objeto de impulso para hacer palanca durante la extracción. Las medidas que fueron probadas con éxito para el corte de las champas fueron de 50 x 50 cm de lado y 30 cm de profundidad como mínimo (HGS 2014). Este tamaño fue establecido porque dimensiones menores implicaría un daño mayor en las plantas debido a una mayor área de corte y por lo tanto una menor probabilidad en el éxito de la implantación; aunque su maniobrabilidad fuese más fácil. Una mayor profundidad de champa también otorga una mayor probabilidad de éxito, pues esto implica un mayor número de raíces y pelos radiculares y la presencia de una mayor cantidad de sustrato propio en el que las plantas ya se encuentran establecidas. El peso es otro factor determinante para las dimensiones propuestas debido a que champas con estas dimensiones podrán ser transportadas por una persona en distancias cortas. Champas con medidas superiores van a imposibilitar su maniobrabilidad, si bien el porcentaje de éxito de supervivencia seguramente podría ser mejor. La técnica para la extracción de champas se puede ver en el Anexo C Galería fotográfica, Fotos 32 – 36.

El traslado de la vegetación extraída se debe realizar de manera manual con carretillas y luego con vehículos motorizados. El traslado manual es el que el personal realizaría desde los lugares de extracción en las áreas a impactarse hacia el vehículo de carga que debe estar ubicado en una vía de acceso carrozable, y viceversa desde un vehículo de carga hacia el sitio de revegetación en el área de compensación.

g. Diseño espacial de la vegetación trasladada

El objetivo del diseño espacial de la revegetación es crear un sistema en donde las champas de vegetación plantadas reciban las condiciones que necesitan para su arraigamiento y desarrollo. La disposición de las champas tiene que realizarse de manera que cada una reciba la cantidad de agua y nutrientes que necesite, además de tener la posibilidad de crecimiento vertical y en extensión.

Debido a que la forma del área a compensar, desde la perspectiva del canal efluente que la irrigará, tiene mucha amplitud y poca profundidad; se propone la plantación en una sola fila de champas ubicadas en la parte inferior del canal de ampliación. Esta fila puede ser discontinua con espacios cada tres o cinco champas. De esta manera siempre habrá irrigación por gravedad hacia la vegetación implantada, se evitará el riesgo de erosión por incisión del cauce y las champas podrán extender su crecimiento hacia todos los lados. En la Figura 4 se presenta el modelo conceptual del diseño espacial de la implantación de la vegetación trasladada en el área de compensación.

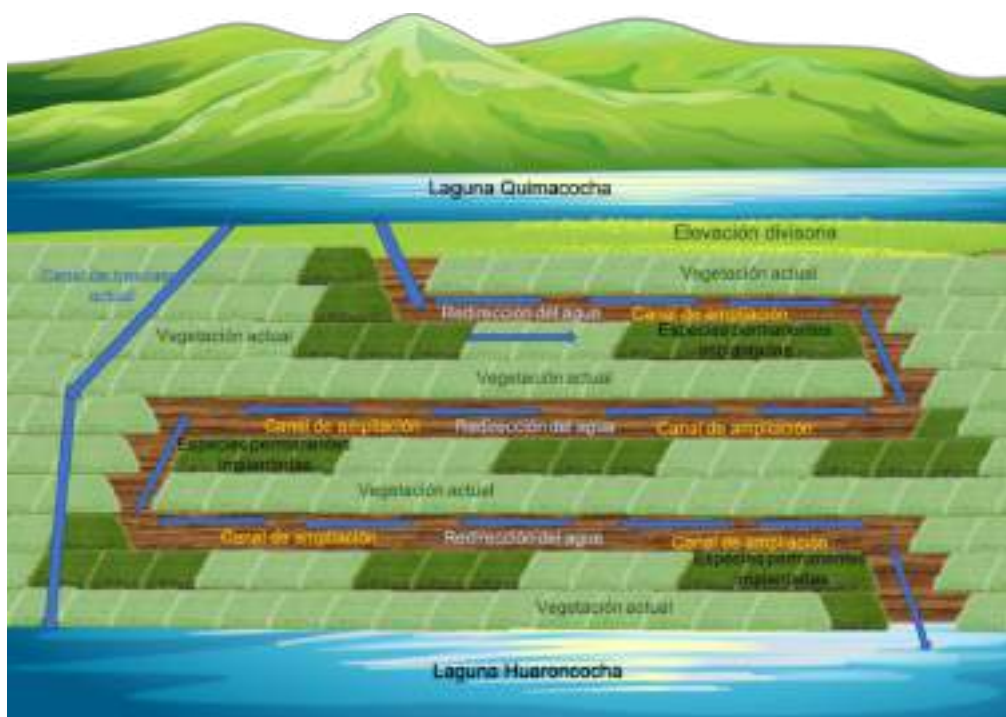


Figura 4 Diseño conceptual de la disposición de las champas en la revegetación.

No se pretende que las filas de champas implantadas formen el panorama final del bofedal restaurado. El objetivo de su introducción es que sean la vegetación permanente inicial que va iniciar el proceso de colonización hacia toda el área de compensación. Con la mejora de las condiciones, la vegetación permanente (clave) de las champas reemplazará a la vegetación típica de bofedales perturbados y con esto se incrementará el valor ecológico del bofedal.

El canal de ampliación será tapizado en la base de su cauce con champas de vegetación de menor espesor. Las especies dominantes en estas champas tienen que ser de hábito acuático o emergentes. El listado de las especies seleccionadas para este procedimiento se presenta en el Anexo B Tabla 6. La morfología de alguna de estas especies de plantas puede verse en el Anexo C Galería fotográfica, Fotos 11 – 14.

Este procedimiento tiene dos objetivos. El primero es el de elevar el nivel del agua que discurre por el canal para que haya una mejor difusión del agua hacia la fila de champas de especies clave; y el segundo es el de proteger el fondo del cauce de la erosión. El agua que haya circulado

por este circuito tapizado hacia la laguna Huaroncocha tapizado tendrá una mejor calidad. El diseño conceptual de la disposición de las champas tapizantes en el canal de ampliación se presenta en la Figura 5.

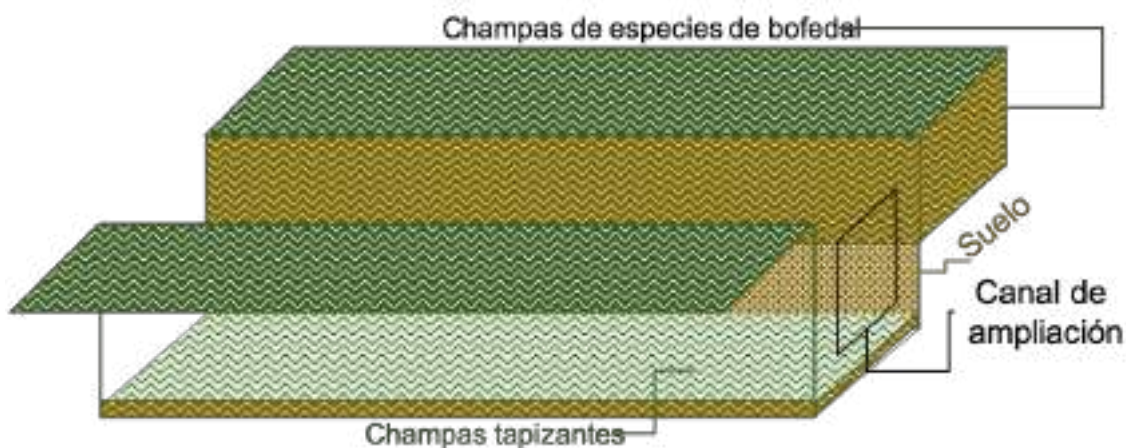


Figura 5 Diseño conceptual de la disposición de champas tapizantes

h. Construcción de arroyos artificiales

El ecosistema bofedal está conformado por una estructura vegetal y una red de arroyos que lo irrigan. En los casos de mejor estado de conservación, la estructura vegetal reemplaza al suelo como sustrato y los arroyos tienen sus cauces dentro de ellos. Dentro de estos arroyos se desarrolla un ecosistema acuático muy dependiente del bofedal, con hábitats básicamente similares a los que ocurren en los ríos de poco caudal.

Al producirse el desbroce de los bofedales impactados, también se está perdiendo esta red del ecosistema acuático y por tanto tiene que efectuarse medidas de compensación para este componente. Una vez excavado el canal de ampliación este compensará la longitud de los canales perdidos en el desbroce del bofedal a impactarse. El poblamiento de especies se dará por la conexión hídrica que otorga la laguna Quimacocha entre los bofedales que lo rodean y el bofedal del área a compensar.

Sin embargo, el canal en sí, como una excavación, es un medio muy uniforme, carente de los hábitats que son necesarios para la colonización de los diferentes grupos de especies acuáticas: plancton, bentos, perifiton y necton. A continuación, se describe las acciones necesarias para la creación de hábitats en el canal de ampliación:

- Tapizado del cauce con champas de vegetación acuática o emergente, descrito anteriormente, que pondrá a disposición los hábitats necesarios para algunas de las especies del bentos y perifiton.
- Adición de cúmulos de canto rodado en algunos sectores para la creación de hábitats para algunas de las especies del bentos, perifiton o necton en alguna de las etapas de su ciclo de vida.
- Dejar sectores del cauce con suelo desnudo para el poblamiento de algunas de las especies del bentos específicas de este tipo de hábitat.

- Crear sectores de agua estancada o de muy lenta difusión para el establecimiento de grupos de especies de cuerpos lénticos: plancton, bentos y necton.
- Crear cavidades laterales en el cauce del canal para el refugio de especies de necton.

En la Figura 6 se presenta el diseño conceptualizado para la creación de hábitats acuáticos para algunas especies del necton.

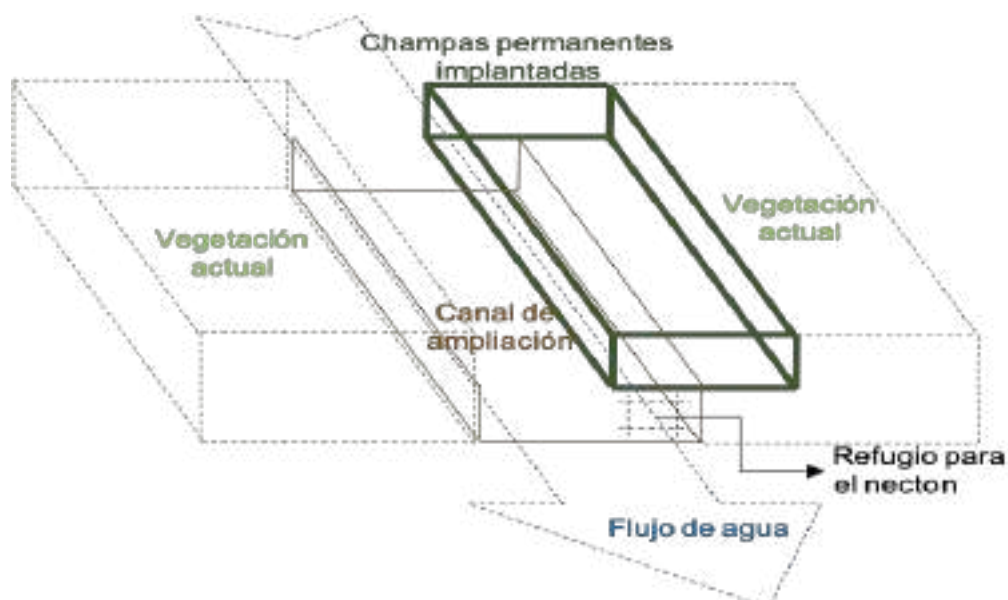


Figura 6 Diseño conceptual para la creación de hábitats acuáticos

5.4. Plan de monitoreo

a. Actividades de mantenimiento

El mantenimiento se refiere a todas aquellas medidas tomadas para asegurar una correcta implantación de la vegetación trasplantada en el área de compensación. Culminado la ejecución del proyecto de compensación, la vegetación y el sistema de plantación necesita de una serie de cuidados hasta que llegue a ser un ecosistema “independiente”. En la Tabla 18, a continuación, se describe las actividades de mantenimiento posteriores a las actividades de restauración en el área de compensación.

Tabla 18 Componentes del proyecto con sus respectivas actividades de mantenimiento

Componente.	Actividad de mantenimiento.	Finalidad.
Vegetación plantada	Rellenar con turba los espacios que se han producido entre las uniones de las champas. La turba será troceada y desmenuzada antes de usarla como relleno de acuerdo a la necesidad del caso.	Promover el fluido correcto del agua hacia arriba (capilaridad) en donde se encuentra el estrato fotosintético de las champas de vegetación plantadas.
	Reacomodo o reemplazo de las champas que no se encuentren estables o que hayan sido removidas de su lugar por la corriente de agua.	El proceso de trasplante necesitará que la vegetación del bofedal sea dividida en champas para poder trasladarla al lugar de compensación; en este sitio se tiene que promover la implantación y que las champas se unan

Componente.	Actividad de mantenimiento.	Finalidad.
		nuevamente, por colonización de una hacia otra y hacia el suelo aledaño.
	Limpieza del estrato fotosintético de las champas. Quitar las hojarascas y lodo que cubran la parte apical verde de las plantas.	Promover el desarrollo de las plantas por una eficiente captación de la radiación solar para la realización de la fotosíntesis.
Canal de ampliación	Limpieza y reacomodo de sedimentos acumulados en el fondo del canal cuando ocurra la obstrucción del paso de agua.	Tener un flujo permanente y constante de agua. En temporada de escasas precipitaciones el sedimento acumulado en el suelo puede ser útil, si se encuentra disperso de manera uniforme en el canal, para disminuir la cantidad de agua necesaria para irrigar el bofedal.
	Limpieza de desmonte del borde del cauce del canal para promover el crecimiento de vegetación.	El crecimiento de vegetación en suelos desnudos del borde del canal evitará la contaminación del agua por arrastre de sedimentos.
	Regulación del flujo de caudal.	Es un procedimiento empírico, se regula manualmente hasta que se observe que el nivel del canal se encuentre como mínimo a 10 cm de la superficie. En todo caso los desbordes benefician al bofedal pues esta adaptado a las inundaciones temporales.
	Disminución de la profundidad de los canales utilizando las champas tapizantes.	Proveer de niveles adecuados de agua al bofedal, sobre todo en el estrato fotosintético, con un requerimiento de volumen mínimo.

El área a compensar se encuentra dentro de la propiedad del proyecto minero. Sin embargo, esta condición no lo protegería de la incursión de ganado vacuno y camélidos sudamericanos que forrajean por las praderas aledañas. En temporada de ausencia de lluvias, el ganado es más propenso a invadir los terrenos de la unidad minera por falta de alimento. El pisoteo del ganado en la vegetación también es muy perjudicial pues mata los rizomas de donde vuelven a rebrotar los pastos. El riesgo de estos eventos requiere de medidas de prevención. Se plantea que la más viable es el cercado alrededor del área de compensación para restringir el acceso del ganado, al menos hasta que las champas introducidas se encuentren bien implantadas y la restauración presente un estado de evolución positivo muy avanzado.

b. Actividades de monitoreo

La determinación del estado del ecosistema bofedal en el área de compensación implica la necesidad de un monitoreo periódico de algunos de sus componentes por un periodo de al menos dos años. La referencia comparativa para los resultados del monitoreo se tomarían de los puntos de evaluación de la MEIA 2020 cercanos al área de compensación. En la Tabla 19 se presenta los componentes a evaluarse y la frecuencia de evaluación para el monitoreo de los bofedales en el área de compensación.

Tabla 19 Programa de monitoreo propuesto para el monitoreo del área de compensación

Componente ambiental	Indicador	Frecuencia	Intensidad
Vegetación	Riqueza total	Semestral	1 muestra/ha
	Riqueza de especies clave	Trimestral	1 muestra/ha

Componente ambiental	Indicador	Frecuencia	Intensidad
	Cobertura vegetal total	Semestral	1 muestra/ha
	Cobertura de especies clave	Trimestral	1 muestra/ha
	Condición forrajera	Semestral	1 muestra/ha
Hidrobiología	Riqueza total	Trimestral	5 muestras
	Abundancia total	Trimestral	5 muestras
	Abundancia de indicadores	Trimestral	5 muestras
Calidad de agua	pH	Trimestral	5 muestras
	Conductividad eléctrica	Trimestral	5 muestras
	Sólidos suspendidos	Trimestral	5 muestras
	Sólidos totales	Trimestral	5 muestras
	Oxígeno disuelto	Trimestral	5 muestras
	Saturación de oxígeno	Trimestral	5 muestras
	Amonio, nitratos, nitritos	Trimestral	5 muestras
	Fósforo y fosfatos	Trimestral	5 muestras
	Ca, K, Na y Mg.	Trimestral	5 muestras

6. CRONOGRAMA y PRESUPUESTO

6.1. Cronograma

En la Tabla 20 se presenta el cronograma propuesto, basado en la intensidad de las precipitaciones, para el inicio de las actividades de prevención, mitigación y compensación.

Tabla 20 Cronograma propuesto para las actividades de prevención, mitigación y compensación

Temporada	Seca				Muy seca				Seca				Transición (húmeda)												
Mes	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
I. LOGÍSTICA																									
1.1. Habilitación del personal																									
1.2. Compra de materiales y equipos																									
II. MEDIDAS DE MITIGACIÓN																									
2.1. Constr. de canales de captación																									
2.1.1. Arriba de los componentes																									
2.1.2. Debajo de los componentes																									
2.1.3. Construcción de desarenadores																									
III. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN																									
3.1. Trasplante de césped de puna																									
3.1.1. Excavación de hoyos																									
3.1.2. Extracción de macollos																									
3.1.3. Siembra de macollos																									
3.2. Restauración de bofedales																									
3.2.1. Construcción de canal de extens.																									
3.2.2. Seccionamiento de las champas de especies de interés (clave, amenazadas, etc.)																									
3.2.3. Trasplante y siembra de champas																									
IV. MONITOREO																									
4.1. Actividades de mantenimiento																									

6.2. Presupuesto

El detalle del presupuesto se presenta en el Anexo B Tablas 7.1 - 7.5. En la Tabla 21, a continuación, se presenta un resumen en donde se presenta el costo total y por actividad.

Tabla 21 Resumen del presupuesto para la ejecución del proyecto

Ítem	Concepto		Total €
1.0	Construcción de canales de captación		€ 40,585.0
2.0	Trasplante de césped de puna		€ 37,263.0
3.0	Restauración de bofedales		€ 87,833.0
4.0	Actividades de mantenimiento		€ 19,237.0
Costo Directo			€ 184,918.0
3.0	Gastos Administrativos	5%	€ 9,245.9
Costo Total			€ 194,163.9
4.0	Utilidad	10%	€ 19,416.4
Presupuesto Total (No Incluye IGV – Impuesto a la venta)			€ 213,580.29

7. DISCUSIÓN

Dentro del contexto de la legislación ambiental peruana se establece una jerarquía de acciones ante un impacto ambiental: prevención, mitigación, restauración *in situ* y finaliza con la compensación cuando existe un impacto residual que no ha podido ser controlado. Esta propuesta de proyecto trata de un plan de compensación que se realizará en un área que seguirá siendo influenciada por los impactos del proyecto minero. Es por esto que la compensación incluye acciones de prevención y mitigación dirigidas hacia estos impactos indirectos, para poder ser viable.

Las principales limitantes para el diseño del proyecto son el vacío de información y de metodologías para estimar eventos naturales y producidos que deben ser cuantificados.

Si bien la estimación del valor ecológico de los bofedales es una metodología establecida por la legislación ambiental peruana y su utilización es válida en los estudios de impacto ambiental; es una valoración prácticamente cualitativa. Incluso ha cualificado atributos e indicadores de tipo cuantitativo. La calificación para las condiciones de agua y suelo se basan en la reunión de los mejores valores referenciales de varios bofedales, conceptualizando así un bofedal idealizado que se desarrolla en un medio idealizado. La valoración de la condición de la biota desconoce la existencia de la estructura, funcionamiento y servicios de un ecosistema, o de la importancia de especies clave, etc. Su enfoque se dirige a la búsqueda de valores altos en cualquier indicador. La data de precipitación pluvial utilizada es relativamente reciente (2001 – 2014), probablemente el periodo que cubre es muy corto para ser utilizado en las predicciones del clima local; sin embargo, la cercanía al área de estudio (0.55 km) y la tendencia muy similar a los registros de

otras 17 estaciones meteorológicas situadas hasta 60 km y con data de hasta 61 años (sección 1.2.1), la hace confiable.

Es probable que el cálculo de la pérdida de suelo por erosión pluvial a través de la ecuación universal EUPS se encuentre sobrestimado. El principal sesgo que afectaría este cálculo podría devenir de los ciclos pluviales que para todos los casos son irregulares en intensidad, volumen, duración e intervalo entre ellos. También incrementa este sesgo la radiación con su efecto de evaporación y la temperatura con su efecto de congelamiento. Se necesita un volumen mínimo de agua para saturar el suelo y producir escorrentía, no todos los eventos pluviales aportan este mínimo. También es necesaria cierta intensidad en la fuerza de las lluvias para romper la estructura del suelo y dejarlo propenso a la erosión, no todas las precipitaciones descargan el mismo grado de energía. La estimación de la pérdida de suelos no determina medidas del desplazamiento de este a través de la pendiente, ni considera si posteriores eventos de precipitación actuarán sobre un mismo material ya desplazado. No existen modelamientos ni registros pluviales que puedan dar una aproximación muy cercana a los valores reales de erosión. Sin embargo, trabajar con valores por encima de los reales nos permite hacer diseños capaces de afrontar el peor de los casos.

El diseño de compensación presentado está orientado a alcanzar el estado de ecosistema clímax a través del aprovechamiento óptimo de los recursos, creación de habitats diversos y la aceleración de la sucesión ecológica. Se evita de la utilización de estructuras artificiales o que impliquen el empleo de algún operador; sin embargo, no se descarta la utilización de una represa en el canal efluente de la laguna Quimacocha para permitir un flujo de agua constante en los meses de escasa precipitación. Esto reduciría el estrés hídrico al que estaría sometida la vegetación durante los meses secos.

8. CONCLUSIONES

- ◆ Se determina que los impactos ambientales producidos por la ampliación de la Unidad Minera Animón son la erosión hídrica y la pérdida parcial y definitiva de ecosistemas. Estos impactos son consecuencia del desbroce de la vegetación de áreas que posteriormente serán ocupadas por la instalación de componentes mineros.
- ◆ La erosión hídrica estará dada por el arrastre de material sólido en suelos descubiertos a causa de la escorrentía. La sedimentación de este material sólido se dará en la laguna Quimacocha, afectando su calidad hídrica. Las medidas tomadas al respecto son: la propuesta de un programa de prevención que propone realizar los trabajos mineros en meses secos; y obras de mitigación que sedimentarán el material sólido transportado antes de que llegue a la laguna.
- ◆ La pérdida de ecosistemas por motivos del desbroce será compensada con la revegetación y restauración de un bofedal en estado de deterioro ubicado abajo del canal efluente de la laguna Quimacocha. Esto se logrará a través de: la instalación de un sistema de riego que distribuya eficientemente el agua y contenga habitats de especies

acuáticas; y la aceleración de la sucesión ecológica con la implantación de vegetación clave rescatada de las áreas de bofedales a desbrozarse.

- ◆ Las obras de compensación recibirán agua de la laguna Quimacocha; por tanto, es necesario que las medidas de prevención y obras de mitigación cumplan el objetivo de mantener la calidad hídrica de este cuerpo de agua.

9. AGRADECIMIENTOS

Se expresa agradecimientos a la Compañía Minera Chungar S.A.C., en Perú, por permitir el uso de información confidencial para la elaboración de esta propuesta de proyecto de compensación ambiental.

Se expresa agradecimientos a la empresa consultora WSP Perú Consultoría S.A., por permitir el uso de información confidencial y ofrecer apoyo técnico para la elaboración de esta propuesta de proyecto de compensación ambiental.

Se expresa agradecimientos al Dr. Pedro Villar Salvador por la dirección académica para el desarrollo de la presente memoria del Trabajo de Fin de Máster.

10. REFERENCIAS

Banco Mundial (2013). Perú: un país megadiverso que invierte en áreas naturales protegidas. Banco Mundial. BIRF - AIF. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/06/06/peru-pais-megadiverso-que-invierte-en-areas-naturales-protegidas-gpan-pronanp> (06/06/13).

Casas C. (2015). ¿Por qué es tan importante la minería para el Perú? El comercio. Lima, Peru: Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/peru/importante-mineria-peru-192754-noticia/?ref=ecr> (15/06/15).

Cobbing E., Quispesivana L., Paz M. (1996). Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores 21-k, 22-k, 23-k. Boletín N° 77. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Sector Energía y Minas. República del Perú.

Chungar, C.M. S.A.C. (2020). Línea Base Socioambiental. Modificación del EIA 4200 TMD. Documento confidencial en revisión para aprobación y publicación. Lima, Perú.

CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). (2019). Apéndices I, II y III. Vigencia en vigor a partir de noviembre de 2019. Recuperado de <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.

HGS (Hydrogeological & Geotechnical Solutions Perú S.A). (2014). Proyecto Traslado de Vegetación con Fines de Compensación Ambiental – Evaluación de Propuestas y Diseño de Proyecto. Primer Informe. Preparado para Compañía Minera Ares. Lima, Perú.

Iriarte S., Ugalde I., & Venegas M. (1998). Hidrogeología de la cuenca Laguna del Negro Francisco (Región de Atacama). Servicio Nacional de Geología y Minería, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, documento de trabajo 10, Santiago, Chile.

IUCN (The IUCN Red List of Threatened Species). (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org>.

Loza S., Meneses R., & Anthelme F. (2015). Comunidades vegetales de los bofedales de la Cordillera Real (Bolivia) bajo el calentamiento global. *Ecología en Bolivia* 50(1): 39-56. Abril, 2015.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). (2014). Lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI. *El Peruano*, pp. 520497-520504.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). (2006). Aprueban categorización de especies amenazadas de flora silvestre. Decreto Supremo N° 043-2006-AG. *El Peruano*, pp. 323527-323539.

MINAM (Ministerio del Ambiente). (2014). Lineamientos para la Compensación Ambiental en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). R. M. N.° 398-2014-MINAM. Lima, Perú.

MINAM (Ministerio del Ambiente). (2015). Manual de valoración económica del patrimonio natural. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú. 85.

MINAM (Ministerio del Ambiente). (2016a). Guía General para el Plan de Compensación Ambiental. R. M. N° 066-2016-MINAM. República del Perú. Lima, Perú.

MINAM (Ministerio del Ambiente). (2016b). Guía complementaria para la compensación ambiental: Ecosistemas Altoandinos. R. M. N° 183-2016-MINAM. República del Perú. Lima, Perú.

MINAM (Ministerio del Ambiente). (2018). Guía para la Identificación y caracterización de los impactos ambientales en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). R. M. N° 455-2018-MINAM. Lima, Perú.

MINAM (Ministerio del Ambiente). (2019). Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bofedal. R. M. N° 183-2016. Gobierno Peruano. Lima, Perú.

ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales) (1976). Mapa Ecológico del Perú: Guía Explicativa. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. República del Perú. Lima – Perú. 274 páginas.

Patton J., Pardiñas, F., & D'ELIA G. 2015. Rodents. En Mammals of South America. Vol. 2. The University of Chicago Press. Chicago and London.

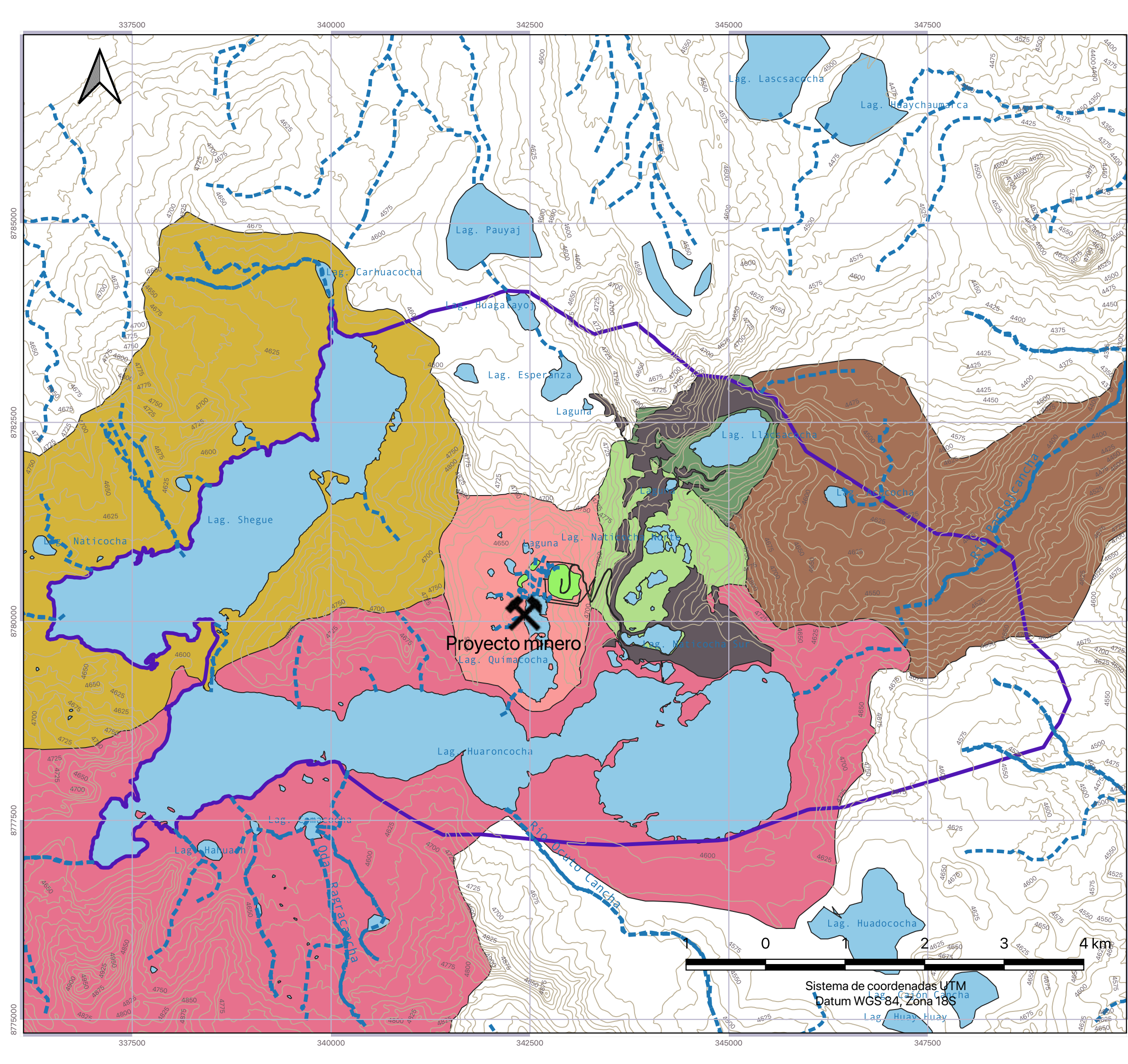
Pyke D., Herrick J., Shave P., & Pellant M. (2002). Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment. *Journal of Range Management* 55: 584 – 597.

Squeo, F., Warner B., Aravena R. & Espinoza D. (2006). Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 245-255.

Volcan (2018). Chungar. Pasco, Perú: Volcan Compañía Minera S.A.A. Recuperado de <https://www.volcan.com.pe/operaciones/mineria/chungar/>.

ANEXO A

MAPAS



MICROCUCENCLAS

- Acococha
- Shegue
- Llacsacocha
- Naticocha
- Quimacocha
- Huaroncocha

CUERPOS DE AGUA

- Ríos y quebradas
- Lagunas

COMPONENTES MINEROS

- Proyecto de ampliación
- Unidad Minera Animón
- Área de influencia



**COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS
PREVISTOS POR LA EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA
ANIMÓN (PASCO-PERÚ)**

**Mapa hidrográfico del área de influencia del Proyecto Minero
Animón**

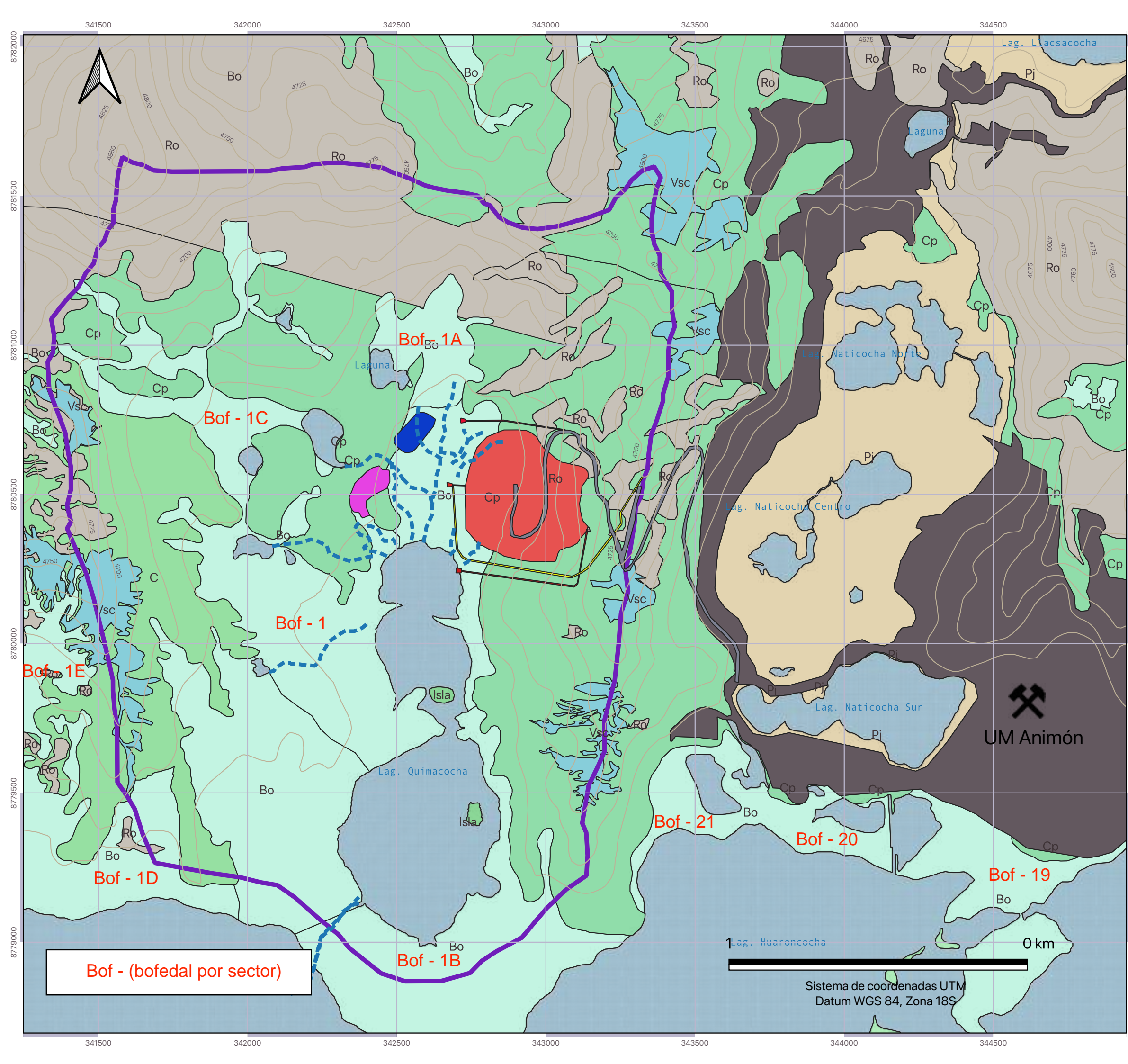
Ubicación: Distrito: Huayllay
Provincia: Pasco
Región: Pasco, Perú

Elaborado por: Edwin Becerra
Gonzales Cliente: Compañía Minera
Chungar S.A.C.

Escala: 1:56000 Fecha: Octubre 2020 N° Mapa: 1



Sistema de coordenadas UTM
Datum WGS84, Zona 18S



COMPONENTES MINEROS

- Canal de coronación
- Depósito de relaves
- Línea de recirculación
- Vías de acceso
- Depósito de top soil
- Almacén de residuos
- Unidad Minera Animón

COMPONENTES AMBIENTALES

- Bo - Bofedales
- Cp - Césped de puna
- Pj - Pajonal altoandino
- Ro - Vegetación de roquedales
- Vsc - Vegetación de suelos crioturbados

CUERPOS DE AGUA

- Ríos y quebradas
- Lagunas

MICROCUCUENCAS

- Quimacochoa



COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS PREVISTOS POR LA EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA ANIMÓN (PASCO-PERÚ)

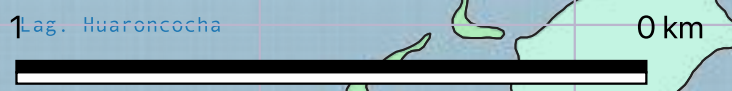
Componentes mineros y componentes ambientales dentro del Proyecto Minero Animón

Ubicación: Distrito: Huayllay
Provincia: Pasco
Región: Pasco, Perú

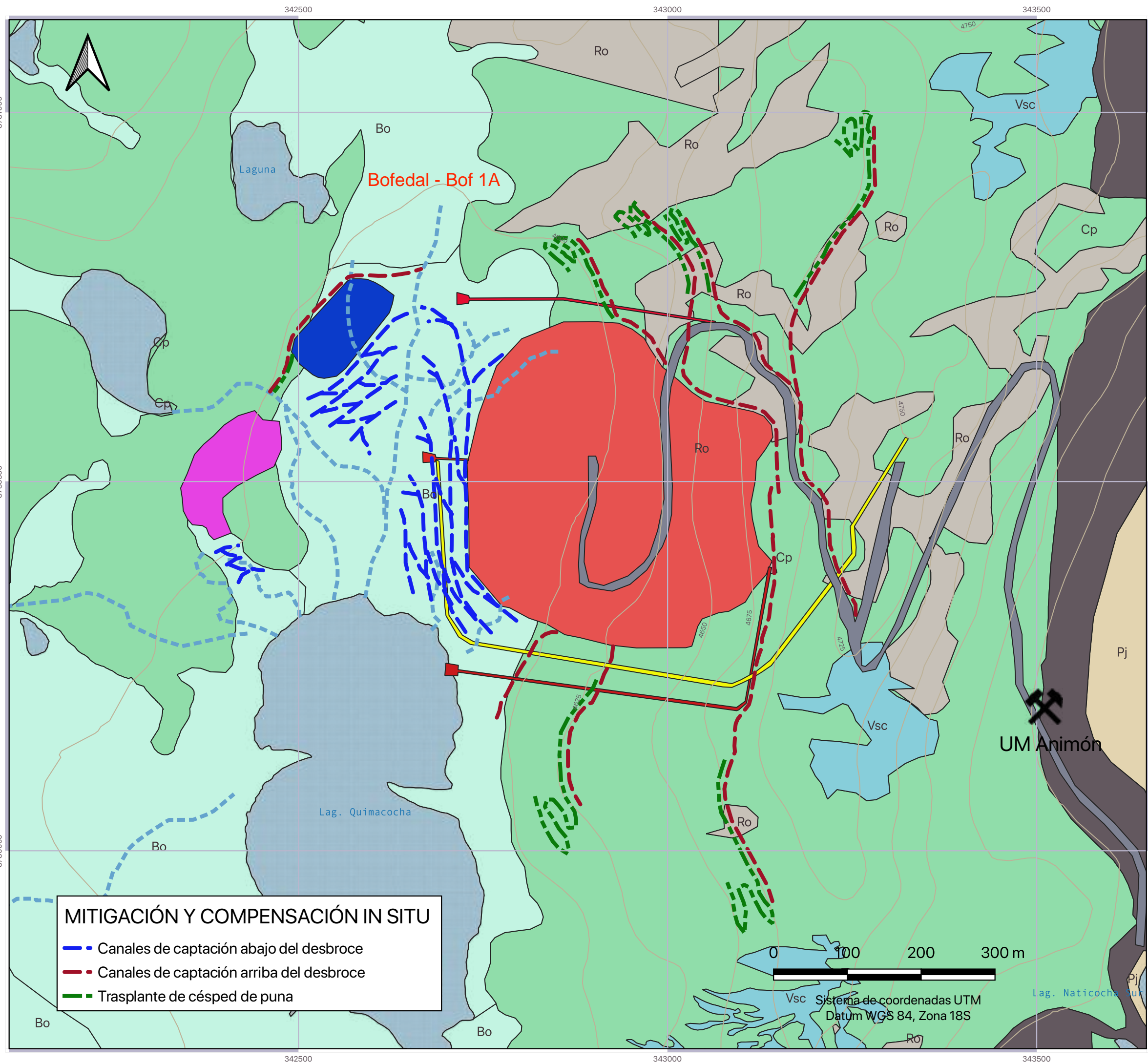
Elaborado por: Edwin Becerra Gonzales Cliente: Compañía Minera Chungar S.A.C.

Escala: 1:12000 Fecha: Octubre 2020 N° Mapa: 2

Bof - (bofedal por sector)



Sistema de coordenadas UTM
Datum WGS 84, Zona 18S



- COMPONENTES MINEROS**
- Canal de coronación
 - Depósito de relaves
 - Línea de recirculación
 - Vías de acceso
 - Depósito de top soil
 - Almacén de residuos
 - Unidad Minera Animón

- COMPONENTES AMBIENTALES**
- Bo - Bofedales
 - Cp - Césped de puna
 - Pj - Pajonal altoandino
 - Ro - Vegetación de roquedales
 - Vsc - Vegetación de suelos crioturbados

- CUERPOS DE AGUA**
- Ríos y quebradas
 - Lagunas

MICROCUCUENCAS

- MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN IN SITU**
- Canales de captación abajo del desbroce
 - Canales de captación arriba del desbroce
 - Trasplante de césped de puna



COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS PREVISTOS POR LA EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA ANIMÓN (PASCO-PERÚ)

Diseño propuesto para la instalación de canales de captación en el área del proyecto minero

Ubicación: Distrito: Huayllay
Provincia: Pasco
Región: Pasco, Perú

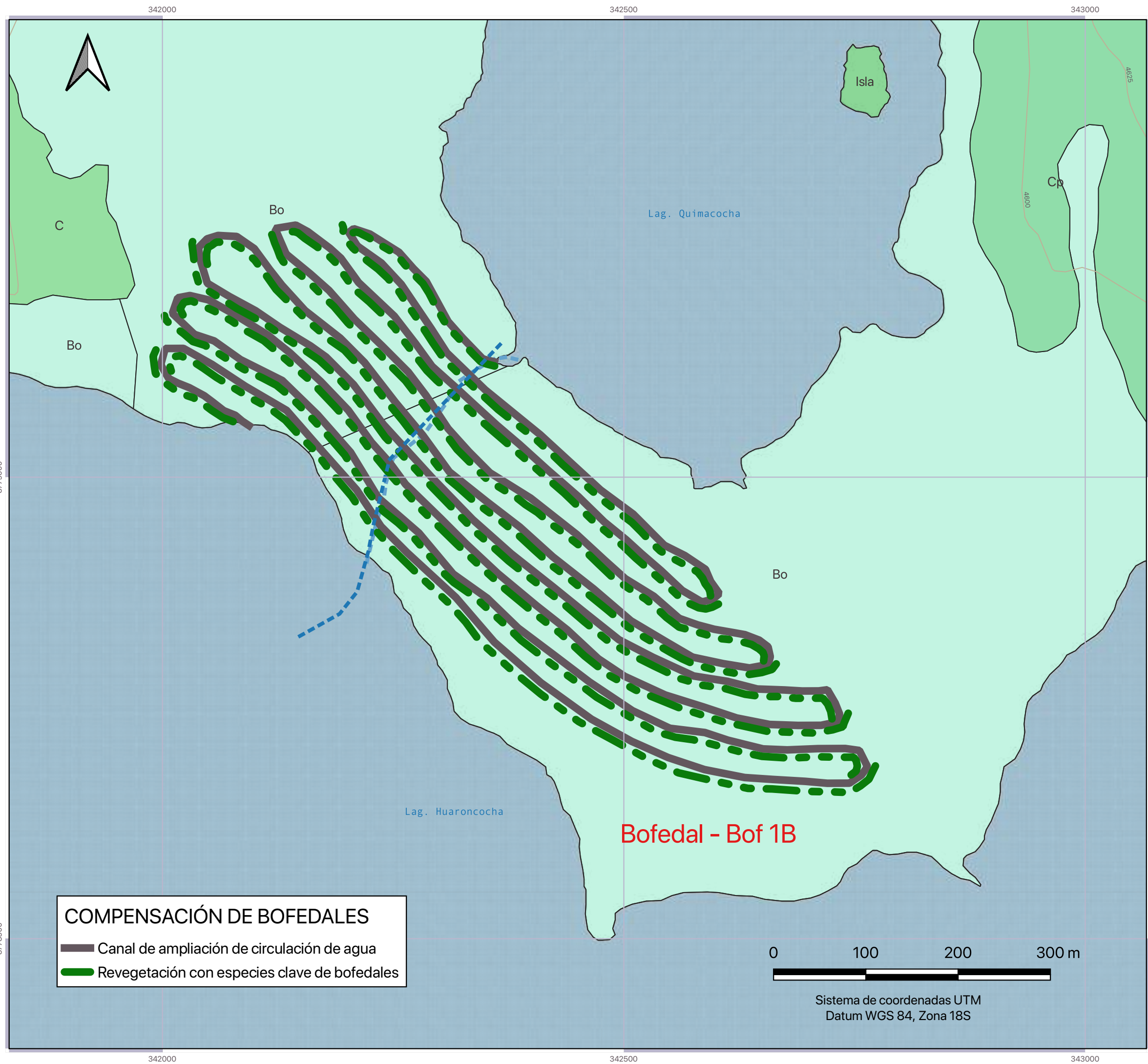
Elaborado por: Edwin Becerra
Gonzales

Cliente: Compañía Minera
Chungar S.A.C.

Escala: 1:12000

Fecha: Octubre 2020

Nº Mapa: 3



COMPONENTES AMBIENTALES

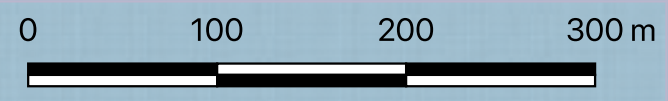
- Bo - Bofedales
- Cp - Césped de puna

CUERPOS DE AGUA

- Ríos y quebradas
- Lagunas

COMPENSACIÓN DE BOFEDALES

- Canal de ampliación de circulación de agua
- Revegetación con especies clave de bofedales



Sistema de coordenadas UTM
Datum WGS 84, Zona 18S



COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS PREVISTOS POR LA EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA ANIMÓN (PASCO-PERÚ)

Diseño propuesto de las acciones de compensación para bofedales

Ubicación: Distrito: Huayllay
Provincia: Pasco
Región: Pasco, Perú

Elaborado por: Edwin Becerra
Gonzales

Cliente: Compañía Minera
Chungar S.A.C.

Escala: 1:4000

Fecha: Octubre 2020

Nº Mapa: 4

ANEXO B
TABLAS

Tabla 1: Valor y puntuación de los indicadores por unidad muestral para los bofedales en evaluación.

Atributos	Indicadores	Rango de valores de referencia	Puntuación por rango	Área impactada (Bof-1A)		Alternativa 1 (Bof-1B)		Alternativa 2 (Bof-1E)		Alternativa 3 (Bof-19)	
				Valor de campo	Puntaje	Valor de campo	Puntaje	Valor de campo	Puntaje	Valor de campo	Puntaje
Condición del agua	Napa freática en época seca (cm)	< 5	30.8	32	10.3	25	10.3	15	20.5	18	20.5
		6 - 20	20.5								
		21 - 60	10.3								
		> 60	0								
	Conductividad eléctrica (µS/cm)	< 52	8.8	148.49	2.9	149.4	2.9	30.7	8.8	84.2	5.9
		52 - 110	5.9								
		110 - 215	2.9								
	> 215	0									
Condición del suelo	Profundidad de turba (cm)	> 200	9.2	55	3.1	62	3.1	94	3.1	117	6.1
		100 - 200	6.1								
		41 - 100	3.1								
		< 40	0								
	Materia orgánica (%)	> 75	8.9	13.6	0	4.01	0	12.18	0	3.37	0
		56 - 75	5.9								
		21 - 55	3								
		< 37	0								
	Densidad aparente (g/cm3)	< 0.2	3.5	0.31	1.2	0.31	1.2	0.41	1.2	1.13	0
		0.2 - 0.3	2.3								
		0.3 - 0.9	1.2								
		> 0.9	0								
	Signos de erosión (cualitativo)	A	2.9	C	1	C	1	B	1.9	A	2.9
		B	1.9								
		C	1								
D		0									
Condición de la biota	Especies nativas (%)	> 80	8.7	100	8.7	100	8.7	100	8.7	100	8.7
		61 - 79	5.8								
		31 - 60	2.9								
		< 31	0.0								
	Riqueza de especies (n.º especies / área)	> 10	3.1	14	3.1	8	2.1	9	2.1	15	3.1
		8 a 10	2.1								
		5 a 7	1.0								
		< 5	0.0								
	Cobertura vegetal viva (%)	100	3.0	82	1	91	2	91	2	100	3
		90 - 99	2.0								
		89 - 75	1.0								
		< 75	0.0								
	Biomasa aérea (kg MS/ha)	> 1000	5.1	487.4	1.7	1087.4	5.1	306.6	1.7	920.6	3.4
651 - 999		3.4									
301 - 650		1.7									

Atributos	Indicadores	Rango de valores de referencia	Puntuación por rango	Área impactada (Bof-1A)		Alternativa 1 (Bof-1B)		Alternativa 2 (Bof-1E)		Alternativa 3 (Bof-19)	
				Valor de campo	Puntaje	Valor de campo	Puntaje	Valor de campo	Puntaje	Valor de campo	Puntaje
		< 300	0.0								
Alteraciones en el paisaje	Presencia de factores de degradación (cualitativo)	A	8.0	B	5.3	B	5.3	A	8	A	8
		B	5.3								
		C	2.7								
		D	0.0								
	Conectividad hidrológica del bofedal (cualitativo)	A	8.0	A	8	A	8	A	8	A	8
		B	5.3								
		C	2.7								
		D	0.0								
Valor relativo (VR)				46.3		49.7		66		69.6	
Valor ecológico (VE)				4.63		4.97		6.6		6.96	
Estado de conservación				Regular		Regular		Bueno		Bueno	

Tabla 2: Matriz de impactos ambientales potenciales para los componentes del proyecto minero y jerarquía de mitigación.

MEDIO	IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL				ATRIBUTOS			JERARQUÍA DE MITIGACIÓN				
	Componente ambiental	Unidad ambiental	Impacto general	Impacto específico	Etapas	Grado	Duración	Efecto	Prevención	Mitigación	Rehabilitación	Compensación
Biológico	Vegetación	Bofedal (Ecosistema frágil)	Pérdida de biodiversidad vegetal	Perdida de riqueza de especies	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
				Perdida de especies amenazadas, endémicas, clave, etc.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
			Pérdida de cobertura vegetal	Perdida de hábitat de flora asociada	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
				Perdida de biomasa vegetal	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
		Césped de puna	Pérdida de biodiversidad vegetal	Perdida de riqueza de especies	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave a áreas aledañas <i>in situ</i> que no sufrirán impactos
				Perdida de especies amenazadas, endémicas, clave, etc.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave a áreas aledañas <i>in situ</i> que no sufrirán impactos
			Pérdida de cobertura vegetal	Perdida de hábitat de flora asociada.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave a áreas aledañas <i>in situ</i> que no sufrirán impactos
				Perdida de biomasa vegetal	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave a áreas aledañas <i>in situ</i> que no sufrirán impactos
	Fauna terrestre	Bofedal (Ecosistema frágil).	Pérdida de biodiversidad	Perdida de especies amenazadas, endémicas, clave, etc.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
				Evacuación o pérdida de especies residentes y migratorias.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
			Pérdida de cobertura vegetal	Perdida de hábitat para fauna.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
				Perdida de alimento para fauna.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
		Césped de puna.	Pérdida de biodiversidad	Perdida de especies amenazadas, endémicas, clave, etc.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave a áreas aledañas <i>in situ</i> que no sufrirán impactos
			Pérdida de cobertura vegetal	Pérdida de hábitat para fauna.	Construcción.	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave a áreas aledañas <i>in situ</i> que no sufrirán impactos

MEDIO	IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL				ATRIBUTOS			JERARQUÍA DE MITIGACIÓN					
	Componente ambiental	Unidad ambiental	Impacto general	Impacto específico	Etapa	Grado	Duración	Efecto	Prevención	Mitigación	Rehabilitación	Compensación	
Hidrobiología	Arrollos	Arrollos	Pérdida de biodiversidad	Pérdida de alimento para fauna	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave a áreas aledañas <i>in situ</i> que no sufrirán impactos	
				Pérdida de macrofauna y microfauna acuática asociada a cursos de agua en bofedales.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Construcción de arrollos artificiales dentro de la restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>	
				Pérdida de flora acuática, macroalgas y microalgas asociadas a cursos de agua en bofedales.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Construcción de arrollos artificiales dentro de la restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>	
				Pérdida de biomasa vegetal.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Construcción de arrollos artificiales dentro de la restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>	
				Pérdida de biomasa animal.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Construcción de arrollos artificiales dentro de la restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>	
				Pérdida de la red hídrica asociada a bofedales	Pérdida de hábitats asociados a flora y fauna acuática.	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Construcción de arrollos artificiales dentro de la restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
						Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Construcción de arrollos artificiales dentro de la restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
				Alteración de la calidad hídrica	Alteración del equilibrio hidrobiológico original del agua por arrastre de sedimentos.	Construcción/operación	Moderado	Corto plazo	Indirecto	Construcción de las obras de mitigación y compensación en meses de bajas precipitaciones.	Construcción de canales de coronación y canales que reducen de energía hidráulica.	-	-
					Alteración de las condiciones físicas originales del agua por arrastre de sedimentos.	Construcción/operación	Moderado	Corto plazo	Indirecto	Construcción de las obras de mitigación y compensación en meses de bajas precipitaciones.	Manejo de sólidos en suspensión con filtros biológicos naturales (<i>in situ</i>).	-	-
				Físico	Suelos	Bofedal (Ecosistema frágil).	Erosión de suelos	Incremento de la erosión hídrica de suelos por pérdida de cobertura vegetal.	Construcción/operación	Muy alto	Corto plazo	Directo	Construcción de las obras de mitigación y compensación en meses de bajas precipitaciones.
Incremento de la erosión hídrica de suelos por pérdida de cobertura vegetal	Construcción/operación	Muy alto	Corto plazo					Directo	Construcción de las obras de mitigación y compensación en meses de bajas precipitaciones.	Construcción de canales de captación de escorrentía y trampas de arena bajo el área de los futuros componentes.	-	-	
Factores ambientales (Integrado)	Servicios ecosistémicos	Bofedal (Ecosistema frágil)	Pérdida de servicios de regulación	Pérdida de capacidad de captura de carbono	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>	
				Pérdida de la capacidad de regulación del régimen hídrico (cabeceras)	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>	
				Pérdida de la capacidad de purificación de agua	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>	
				Pérdida de la capacidad de prevención de erosión de suelos	Construcción/operación	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>	

MEDIO	IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL				ATRIBUTOS			JERARQUÍA DE MITIGACIÓN				
	Componente ambiental	Unidad ambiental	Impacto general	Impacto específico	Etapas	Grado	Duración	Efecto	Prevención	Mitigación	Rehabilitación	Compensación
			Pérdida de servicios de provisión (Medio social)	Pérdida de la capacidad de provisión de forraje para los animales domésticos	Construcción	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>
			Pérdida de la capacidad formadora de turba.	Construcción.	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>	
		Césped de puna	Pérdida de servicios de regulación.	Pérdida de la capacidad de prevención de erosión de suelos.	Construcción/operación.	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave a áreas aledañas <i>in situ</i> que no sufrirán impactos
			Pérdida de servicios de provisión.	Pérdida de la capacidad de provisión de forraje para los animales domésticos.	Construcción.	Muy alto	Permanente	Directo	-	-	-	Trasplante de especies amenazadas, endémicas y clave a áreas aledañas <i>in situ</i> que no sufrirán impactos
	Paisaje visual	Integrado.	Interrupción del paisaje natural.	Pérdida de la belleza escénica.	Construcción/operación/cierre.	Alto	Permanente	Directo	-	-	-	Restauración y extensión de bofedales <i>ex situ</i>

Tabla 3: Matriz de estimación de pérdida de suelos por componente del proyecto.

Ubicación dentro de los componentes	Tipo de cobertura vegetal	Ecuación universal de pérdida de suelos por erosión hídrica						Área impactada (ha)	Pérdida Total de suelos (tn/ha/año)
		Factor R (Mjoulas/Ha*mm/h)	Factor K (tn/ha/(ha/MJ*h/mm))	Factores L*S	Factor C	Factor P	Pérdida de suelos A (tn/ha/año)		
Arriba relavera	Césped de puna	107.56	0.27	20.00	0.028	1	16.26	15.50	252.09
Relavera	Césped de puna	107.56	0.27	16.00	0.028	1	13.01	10.90	141.82
	Bofedales	107.56	0.27	0.35	0.050	1	0.51	3.93	2.00
	Sin vegetación - cespe	107.56	0.27	16.00	1.000	1	464.68	10.90	5064.96
	Sin vegetación bofedal	107.56	0.27	0.35	1.000	1	10.16	3.93	39.95
Arriba deposito	Césped de puna	107.56	0.27	8.00	0.028	1	6.51	1.98	12.88
Deposito	Césped de puna	107.56	0.27	8.00	0.028	1	6.51	0.39	2.54
	Bofedales	107.56	0.27	0.35	0.050	1	0.51	1.30	0.66
	Sin vegetación - cespe	107.56	0.27	8.00	1.000	1	232.34	0.39	90.61
	Sin vegetación bofedal	107.56	0.27	0.35	1.000	1	10.16	1.30	13.21
Almaceén	Césped de puna	107.56	0.27	6.00	0.028	1	4.88	1.18	5.76
	Bofedales	107.56	0.27	20.00	0.050	1	29.04	0.12	3.49
	Sin vegetación - cespe	107.56	0.27	6.00	1.000	1	174.25	1.18	205.62
	Sin vegetación bofedal	107.56	0.27	20.00	1.000	1	580.84	0.12	69.70
Canal de coronación	Césped de puna	107.56	0.27	16.00	0.028	1	13.01	0.09	1.17
	Bofedales	107.56	0.27	0.35	0.050	1	0.51	0.07	0.04
	Sin vegetación - cespe	107.56	0.27	16.00	1.000	1	464.68	0.09	41.82
	Sin vegetación bofedal	107.56	0.27	0.35	1.000	1	10.16	0.07	0.71
Línea de recirculación	Césped de puna	107.56	0.27	16.00	0.028	1	13.01	0.04	0.52
	Bofedales	107.56	0.27	0.35	0.050	1	0.51	0.01	0.01
	Sin vegetación - cespe	107.56	0.27	16.00	1.000	1	464.68	0.04	18.59
	Sin vegetación bofedal	107.56	0.27	0.35	1.000	1	10.16	0.01	0.10

Tabla 4: Listado de especies clave para el ecosistema bofedal presentes en el área a impactarse.

Ubicación respecto al área de estudio	Familia	Nombre científico	Particularidades de la especie				Importancia para el ecosistema			Servicios ecosistémicos			
			Hábito de crecimiento	Formación de almohadillas	Formación de turba	Fragilidad	Importancia estructural	Asociación con otras plantas	Alimento y hábitat para la fauna	Provisión de forraje	Regulación hídrica	Purificación del agua	Captura de carbono
Dentro	Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	Hierba	No	Baja	Baja	Baja	Media	Alta	Media	Baja	Media	Baja
Dentro	Plantaginaceae	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	Hierba	Si	Media	Media	Alta	Baja	Baja	Nula	Media	Media	Media
Fuera	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp.	Hierba	No	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Alta	Baja	Media	Baja
Fuera	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus boliviensis</i> (Barros) Dhooge & Goetgh.	Hierba	Si	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Media	Alta	Media	Alta
Fuera	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh.	Hierba	Si	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Media	Alta	Media	Alta
Dentro	Cyperaceae	<i>Zameioscirpus muticus</i> Dhooge & Goetgh.	Hierba	Si	Alta	Baja	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Alta
Dentro	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	Hierba	Si	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Alta
Fuera	Sphagnaceae	<i>Sphagnum</i> sp.	Hierba	No	Alta	Baja	Baja	Media	Nula	Nula	Alta	Alta	Alta

Tabla 5: Listado de especies típicas de bofedales perturbados presentes en el área de compensación.

Ubicación respecto al área de estudio	Orden	Familia	Nombre científico	Particularidades de la especie					Tolerancia a condiciones de bofedales conservados		
				Hábito de crecimiento	Formación de almohadillas	Formación de turba	Fragilidad	Unidad de vegetación de referencia	Suelos hidromórficos	Asociación a especies estructurales	Desplazamiento de otras especies
Fuera	Apiales	Apiaceae	<i>Azorella diapensioides</i> A.Gray	Hierba	Si	No	Baja	Césped de puna	Nula	Nula	Nula
Dentro	Asterales	Asteraceae	<i>Lucilia kunthiana</i> (DC.) Zardini	Hierba	No	No	Baja	Césped de puna	Nula	Nula	Nula
Dentro	Asterales	Asteraceae	<i>Werneria caespitosa</i> Wedd.	Hierba	Si	No	Baja	Césped de puna	Nula	Nula	Nula
Dentro	Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum bryoides</i> (Phil.) Rohrb.	Hierba	Si	No	Alta	Pajonal de puna, pedregales	Nula	Nula	Nula
Dentro	Poales	Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	Hierba	Si	No	Media	Césped de puna	Nula	Nula	Nula
Dentro	Poales	Poaceae	<i>Deyeuxia minima</i> (Pilg.) Rúgolo	Hierba	No	No	Baja	Césped de puna	Nula	Nula	Nula
Fuera	Poales	Poaceae	<i>Deyeuxia vicunarum</i> Wedd.	Hierba	No	No	Baja	Pajonal y césped de puna	Nula	Baja	Baja

Tabla 6: Listado de especies típicas de ambientes acuáticos.

Ubicación respecto al área de estudio	Orden	Familia	Nombre científico	Hábito de crecimiento	Hábitat	Hidromorfismo
Fuera	Asterales	Asteraceae	<i>Cotula mexicana</i> (DC.) Cabrera	Hierba	Terrestre	Temporalmente sumergido
Fuera	Asterales	Asteraceae	<i>Oritrophium limnophilum</i> (Sch. Bip.) Cuatrec.	Hierba	Terrestre	Temporalmente sumergido
Fuera	Poales	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp.	Hierba	Terrestre	Semisumergido
Dentro	Poales	Cyperaceae	<i>Zameioscirpus muticus</i> Dhooge & Goetgh.	Hierba	Terrestre	Semisumergido
Fuera	Poales	Poaceae	<i>Deyeuxia chrysantha</i> J. Presl	Hierba	Terrestre	Semisumergido
Fuera	Poales	Poaceae	<i>Deyeuxia curvula</i> Wedd.	Hierba	Terrestre	Semisumergido
Fuera	Poales	Poaceae	<i>Deyeuxia rigescens</i> (J. Presl) Türpe	Hierba	Terrestre	Semisumergido
Fuera	Rosales	Rosaceae	<i>Alchemilla diplophylla</i> Diels	Hierba	Terrestre	Temporalmente sumergido
Dentro	Rosales	Rosaceae	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	Hierba	Terrestre	Semisumergido

Tabla 7-1: Resumen del presupuesto

PROPUESTA ECONÓMICA	
PROPUESTA N°	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER
CLIENTE	UNIDAD MINERA ANIMÓN - COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.
SERVICIO	COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PREVISTOS POR LA EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA ANIMÓN (PASCO-PERÚ)

RESUMEN DE COSTOS			
ÍTEM	CONCEPTO		TOTAL S/.
1.0	Construcción de canales de captación		€ 40,585.0
2.0	Trasplante de césped de puna		€ 37,263.0
3.0	Restauración de bofedales		€ 87,833.0
4.0	Actividades de mantenimiento		€ 19,237.0
Costo Directo			€ 184,918.0
3.0	Gastos Administrativos	5%	€ 9,245.9
Costo Total			€ 194,163.9
4.0	Utilidad	10%	€ 19,416.4
Presupuesto Total (No Incluye IGV)			€ 213,580.29

Tabla 7-2: (Ítem 1) Presupuesto para la construcción de canales de captación

1.0 CONSTRUCCIÓN DE CANALES DE CAPTACIÓN			
PROPUESTA N°	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER	DÍAS EN CAMPO	21 días
CLIENTE	UNIDAD MINERA ANIMÓN - COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.	PERSONAS	12 Personas
SERVICIO	COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PREVISTOS POR LA EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA ANIMÓN (PASCO-PERÚ)	INGRESOS	2

AREAS DE ESTUDIO

MANO DE OBRA		
NOMBRE	CARGO	TARIFA
Profesionales Internos		Costo/Hora
Edwin Becerra	QA/QC Supervisor técnico del proyecto	€ 24.0
Profesionales Externos		Costo/Hora
NN	Supervisor de seguridad, medio ambiente y salud (HSE) 1	€ 5.0
NN	Supervisor de seguridad, medio ambiente y salud (HSE) 2	€ 5.0
NN	Asistente de campo	€ 15.0
Obreros / Apoyos Locales		Costo/Día
NN	Apoyo Local	€ 14.0
		Subtotal MO

ODC's		
CONCEPTO		COSTO
Transporte		
Pasajes Terrestres (ida y vuelta)	Ida y vuelta	€ 80.0
Taxi en Lima Domicilio - Aeropuerto/Terrapuerto	Ida y vuelta	€ 26.0
Alquiler de camioneta 4X4 (incluye pago por chofer)	Por vehículo/día	€ 100.0
Alquiler de camioneta 4X4 (examen medico apoyos)	Por vehículo/día	€ 100.0
Combustible	Por vez	€ 32.0
Combustible (examen medico apoyos)	Por vez	€ 32.0
Peajes	Por vez	€ 10.0
Póliza de Seguro (SCTR)	porcentaje	€ 40.0
Alimentación y Hospedaje		
Hospedaje en ciudad	por día	€ 30.0
Hospedaje en campo	por día	€ 25.0
Alimentación en ciudad	por día	€ 45.0

PRESUPUESTO DE VENTA

Preparación Trabajo de Campo		
Horas	Total MO	Total Gral.
		€ 1344.0
56	€ 1344.0	
		€ 840.0
56	€ 840.0	
Cantidad	Días	
		€ 2,184.0

Trabajo de Campo		
Horas	Total MO	Total Gral.
		€ 3456.0
144	€ 3456.0	
		€ 2880.0
72	€ 360.0	
72	€ 360.0	
144	€ 2160.0	
Cantidad	Días	€ 2,352.0
8	21	€ 2352.0
		€ 8,688.0

Elaboración de Informe/revisión		
Horas	Total MO	Total Gral.
		€ 2688.0
112	€ 2688.0	
		€ 920.0
8	€ 40.0	
8	€ 40.0	
56	€ 840.0	
Cantidad	Días	
		€ 3,608.0

TOTAL		
Horas	Total MO	Total Gral.
		€ 7488.0
312	€ 7488.0	
		€ 4640.0
80	€ 400.0	
80	€ 400.0	
256	€ 3840.0	
Cantidad	Días	€ 2,352.0
8	21	€ 2352.0
		€ 14,480.0

Trabajo de Campo		
Cantidad	Días	Subtotal
		€ 7,244.0
8	1	€ 640.0
8	1	€ 208.0
2	21	€ 4200.0
1	1	€ 100.0
2	21	€ 1344.0
1	1	€ 32.0
2	12	€ 240.0
12	1	€ 480.0
		€ 14,460.0
4	2	€ 240.0
12	21	€ 6300.0
4	2	€ 360.0

Alimentación en campo	por día	€	30.0
Materiales y Equipos			
Alquiler Radio Handy	por día	€	3.0
Alquiler de GPS (incluye baterías)	por día	€	5.0
Alquiler Cámara fotográfica	por día	€	5.0
Compra de pilas	Global	€	5.0
Seguridad			
EPP's	por persona	€	35.0
Uniformes especialistas	por persona	€	60.0
Salud			
Vacunas	Unidad	€	40.0
Exámenes médicos	Unidad	€	132.0
Antecedentes policiales	Unidad	€	8.0
Exámenes médicos (apoyos)	Unidad	€	26.0
Botiquín	Unidad	€	132.0
Herramientas de trabajo			
Palas	Unidad	€	10.0
Picos	Unidad	€	10.0
Carretillas	Unidad	€	30.0
Estacas	Unidad	€	1.0
Impresión informes			
Formateo e impresión de documentos	por juego	€	105.0
Otros			
Envío de Carga	por kilo	€	3.0
Comunicaciones	por día / por persona	€	7.0
Imprevistos	Suma global	€	80.0
			Subtotal ODC's

12	21	€	7560.0
		€	777.0
4	21	€	252.0
2	21	€	210.0
2	21	€	210.0
21	1	€	105.0
		€	660.0
12	1	€	420.0
4	1	€	240.0
		€	1,812.0
12	1	€	480.0
4	1	€	528.0
12	1	€	96.0
12	1	€	312.0
3	1	€	396.0
		€	450.0
8	1	€	80.0
8	1	€	80.0
8	1	€	240.0
50	1	€	50.0
		€	210.0
2	1	€	210.0
		€	492.0
100	1	€	300.0
4	4	€	112.0
1	1	€	80.0
		€	26,105.0

Total Presupuesto de Venta sin IGV €

€ 40585.0

Tabla 7-3: (Ítem 2) Presupuesto para el trasplante de césped de puna

2.0 TRASPLANTE DE CÉSPED DE PUNA			
PROPUESTA Nº	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER	DÍAS EN CAMPO	21 días
CLIENTE	UNIDAD MINERA ANIMÓN - COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.	PERSONAS	12 Personas
SERVICIO	COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PREVISTOS POR LA EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA ANIMÓN (PASCO-PERÚ)	INGRESOS	2

AREAS DE ESTUDIO

MANO DE OBRA		
NOMBRE	CARGO	TARIFA
Profesionales Internos		Costo/Hora
Edwin Becerra	QA/QC Supervisor técnico del proyecto	€ 24.0
Profesionales Externos		Costo/Hora
NN	Supervisor de seguridad, medio ambiente y salud (HSE) 1	€ 5.0
NN	Supervisor de seguridad, medio ambiente y salud (HSE) 2	€ 5.0
NN	Asistente de campo	€ 15.0
Obreros / Apoyos Locales		Costo/Día
NN	Apoyo Local	€ 14.0
		Subtotal MO

PRESUPUESTO DE VENTA

Preparación Trabajo de Campo			Trabajo de Campo			Elaboración de Informe/revisión			TOTAL		
Horas	Total MO	Total Gral.	Horas	Total MO	Total Gral.	Horas	Total MO	Total Gral.	Horas	Total MO	Total Gral.
		€ 1344.0			€ 3456.0			€ 2688.0			€ 7488.0
56	€ 1344.0		144	€ 3456.0		112	€ 2688.0		312	€ 7488.0	
		€ 840.0			€ 2880.0			€ 920.0			€ 4640.0
			72	S/. 360.0		8	€ 40.0		80	€ 400.0	
			72	S/. 360.0		8	€ 40.0		80	€ 400.0	
56	€ 840.0		144	S/. 2,160.0		56	€ 840.0		256	€ 3840.0	
Cantidad	Días		Cantidad	Días	€ 2,352.0	Cantidad	Días		Cantidad	Días	€ 2,352.0
			8	21	€ 2352.0				8	21	€ 2352.0
		€ 2,184.0			€ 8,688.0			€ 3,608.0			€ 14,480.0

ODC's		
CONCEPTO		COSTO
Transporte		
Pasajes Terrestres (ida y vuelta)	Ida y vuelta	€ 80.0
Taxi en Lima Domicilio - Aeropuerto/Terrapuerto	Ida y vuelta	€ 26.0
Alquiler de camioneta 4X4 (incluye pago por chofer)	Por vehículo/día	€ 100.0
Alquiler de camioneta 4X4 (examen medico apoyos)	Por vehículo/día	€ 100.0
Combustible	Por vez	€ 32.0
Combustible (examen medico apoyos)	Por vez	€ 32.0
Peajes	Por vez	€ 10.0
Alimentación y Hospedaje		
Hospedaje en ciudad	por día	€ 30.0
Hospedaje en campo	por día	€ 25.0
Alimentación en ciudad	por día	€ 45.0
Alimentación en campo	por día	€ 30.0

Trabajo de Campo		
Cantidad	Días	Subtotal
		€ 6,764.0
8	1	€ 640.0
8	1	€ 208.0
2	21	€ 4200.0
1	1	€ 100.0
2	21	€ 1344.0
1	1	€ 32.0
2	12	€ 240.0
		€ 14,460.0
4	2	€ 240.0
12	21	€ 6300.0
4	2	€ 360.0
12	21	€ 7560.0

Materiales y Equipos		
Alquiler Radio Handy	por día	€ 3.0
Alquiler de GPS (incluye baterías)	por día	€ 5.0
Alquiler Cámara fotográfica	por día	€ 5.0
Compra de pilas	Global	€ 5.0
Herramientas de trabajo		
Baldes (35x50cm)	Unidad	€ 4.0
Impresión informes		
Formateo e impresión de documentos	por juego	€ 105.0
Otros		
Envío de Carga	por kilo	€ 3.0
Comunicaciones	por día / por persona	€ 7.0
Imprevistos	Suma global	€ 80.0
		Subtotal ODC's

		€ 777.0
4	21	€ 252.0
2	21	€ 210.0
2	21	€ 210.0
21	1	€ 105.0
		€ 80.0
20	1	€ 80.0
		€ 210.0
2	1	€ 210.0
		€ 492.0
100	1	€ 300.0
4	4	€ 112.0
1	1	€ 80.0
		€ 22,783.0

Total Presupuesto de Venta sin IGV		€
------------------------------------	--	---

	€ 37263.0
--	-----------

Tabla 7-4: (Ítem 3) Presupuesto para la restauración de bofedales

3.0 RESTAURACIÓN DE BOFEDALES			
PROPUESTA N°	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER	DÍAS EN CAMPO	56 días
CLIENTE	UNIDAD MINERA ANIMÓN - COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.	PERSONAS	12 Personas
SERVICIO	COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PREVISTOS POR LA EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA ANIMÓN (PASCO-PERÚ)	INGRESOS	4

AREAS DE ESTUDIO	PRESUPUESTO DE VENTA
------------------	----------------------

MANO DE OBRA			Preparación Trabajo de Campo			Trabajo de Campo			Elaboración de Informe/revisión			TOTAL		
NOMBRE	CARGO	TARIFA	Horas	Total MO	Total Gral.	Horas	Total MO	Total Gral.	Horas	Total MO	Total Gral.	Horas	Total MO	Total Gral.
Profesionales Internos			€ 1344.0			€ 8400.0			€ 4800.0			€ 14544.0		
Edwin Becerra	QA/QC Supervisor técnico del proyecto	€ 24.0	56	€ 1344.0		350	€ 8400.0		200	€ 4800.0		606	€ 14544.0	
Profesionales Externos			€ 840.0			€ 7250.0			€ 920.0			€ 9010.0		
NN	Supervisor de seguridad, medio ambiente y salud (HSE) 1	€ 5.0				200	S/. 1,000.0		8	€ 40.0		208	€ 1040.0	
NN	Supervisor de seguridad, medio ambiente y salud (HSE) 2	€ 5.0				200	S/. 1,000.0		8	€ 40.0		208	€ 1040.0	
NN	Asistente de campo	€ 15.0	56	€ 840.0		350	S/. 5,250.0		56	€ 840.0		462	€ 6930.0	
Obreros / Apoyos Locales			€ 2,184.0			€ 6,272.0			€ 5,720.0			€ 6,272.0		
NN	Apoyo Local	€ 14.0				8	56	€ 6272.0				8	56	€ 6272.0
Subtotal MO			€ 2,184.0			€ 21,922.0			€ 5,720.0			€ 29,826.0		

ODC's			Trabajo de Campo		
CONCEPTO	COSTO		Cantidad	Días	Subtotal
Transporte			€ 17,680.0		
Pasajes Terrestres (ida y vuelta)	€ 80.0	Ida y vuelta	16	1	€ 1280.0
Taxi en Lima Domicilio - Aeropuerto/Terrapuerto	€ 26.0	Ida y vuelta	16	1	€ 416.0
Alquiler de camioneta 4X4 (incluye pago por chofer)	€ 100.0	Por vehículo/día	2	56	€ 11200.0
Alquiler de camioneta 4X4 (examen medico apoyos)	€ 100.0	Por vehículo/día			
Combustible	€ 32.0	Por vez	2	56	€ 3584.0
Combustible (examen medico apoyos)	€ 32.0	Por vez			
Peajes	€ 10.0	Por vez	2	12	€ 240.0
Póliza de Seguro (SCTR)	€ 40.0	porcentaje	12	2	€ 960.0
Alimentación y Hospedaje			€ 37,560.0		
Hospedaje en ciudad	€ 30.0	por día	4	2	€ 240.0
Hospedaje en campo	€ 25.0	por día	12	56	€ 16800.0
Alimentación en ciudad	€ 45.0	por día	4	2	€ 360.0
Alimentación en campo	€ 30.0	por día	12	56	€ 20160.0
Materiales y Equipos			€ 1,897.0		
Alquiler Radio Handy	€ 3.0	por día	4	56	€ 672.0
Alquiler de GPS (incluye baterías)	€ 5.0	por día	2	56	€ 560.0
Alquiler Cámara fotográfica	€ 5.0	por día	2	56	€ 560.0
Compra de pilas	€ 5.0	Global	21	1	€ 105.0
Herramientas de trabajo			€ 168.0		
Palas	€ 10.0	Unidad	8	1	€ 80.0
Manta plástica azul 3x5m	€ 4.0	Unidad	20	1	€ 80.0
Pabilo en rollo	€ 8.0	Unidad	1	1	€ 8.0
Impresión informes			€ 210.0		
Formateo e impresión de documentos	€ 105.0	por juego	2	1	€ 210.0
Otros			€ 492.0		
Envío de Carga	€ 3.0	por kilo	100	1	€ 300.0

Comunicaciones	por día / por persona	€	7.0	4	4	€	112.0
Imprevistos	Suma global	€	80.0	1	1	€	80.0
			Subtotal ODC's			€	58,007.0

Total Presupuesto de Venta sin IGV			€			€	87833.0
------------------------------------	--	--	---	--	--	---	---------

Tabla 7-5: (Ítem 4) Presupuesto para las actividades de mantenimiento

4.0 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

PROPUESTA N°	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER	DÍAS EN CAMPO	28 días
CLIENTE	UNIDAD MINERA ANIMÓN - COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.	PERSONAS	4 Personas
SERVICIO	COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PREVISTOS POR LA EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA ANIMÓN (PASCO-PERÚ)	INGRESOS	2

AREAS DE ESTUDIO

MANO DE OBRA		
NOMBRE	CARGO	TARIFA
Profesionales Internos		Costo/Hora
Edwin Becerra	QA/QC Supervisor técnico del proyecto	€ 24.0
Profesionales Externos		Costo/Hora
NN	Supervisor de seguridad, medio ambiente y salud (HSE) 1	€ 5.0
Obreros / Apoyos Locales		Costo/Día
NN	Apoyo Local	€ 14.0
		Subtotal MO

PRESUPUESTO DE VENTA

Preparación Trabajo de Campo			Trabajo de Campo			Elaboración de Informe/revisión			TOTAL		
Horas	Total MO	Total Gral.	Horas	Total MO	Total Gral.	Horas	Total MO	Total Gral.	Horas	Total MO	Total Gral.
		€ 192.0			€ 5376.0			€ 384.0			€ 5952.0
8	€ 192.0		224	€ 5376.0		16	€ 384.0		248	€ 5952.0	
					€ 1120.0			€ 40.0			€ 1160.0
			224	€ 1120.0		8	€ 40.0		232	€ 1160.0	
Cantidad	Días		Cantidad	Días	€ 784.0	Cantidad	Días		Cantidad	Días	€ 784.0
			2	28	€ 784.0				2	28	€ 784.0
		€ 192.0			€ 7,280.0			€ 424.0			€ 7,896.0

ODC's

CONCEPTO	COSTO
Trasnsporte	
Pasajes Terrestres (ida y vuelta)	€ 80.0
Taxi en Lima Domicilio - Aeropuerto/Terrapuerto	€ 26.0
Alquiler de camioneta 4X4 (incluye pago por chofer)	€ 100.0
Combustible	€ 32.0
Peajes	€ 10.0
Póliza de Seguro (SCTR)	€ 40.0
Alimentación y Hospedaje	
Hospedaje en ciudad	€ 30.0
Hospedaje en campo	€ 25.0
Alimentación en ciudad	€ 45.0
Alimentación en campo	€ 30.0
Materiales y Equipos	
Alquiler Cámara fotográfica	€ 5.0
Impresión informes	
Formateo e impresión de documentos	€ 105.0

Trabajo de Campo

Cantidad	Días	Subtotal
		€ 4,400.0
4	1	€ 320.0
4	1	€ 104.0
1	28	€ 2800.0
1	28	€ 896.0
1	12	€ 120.0
4	1	€ 160.0
		€ 6,460.0
2	2	€ 120.0
4	28	€ 2800.0
2	2	€ 180.0
4	28	€ 3360.0
		€ 105.0
1	21	€ 105.0
		€ 210.0
2	1	€ 210.0

Otros		
Envío de Carga	por kilo	€ 3.0
Comunicaciones	por día / por persona	€ 7.0
Imprevistos	Suma global	€ 80.0
		Subtotal ODC's

		€ 166.0
10	1	€ 30.0
2	4	€ 56.0
1	1	€ 80.0
		€ 11,341.0

Total Presupuesto de Venta sin IGV	€
------------------------------------	---

€	19237.0
---	---------

ANEXO C
GALERÍA FOTOGRÁFICA

Especies clave para la restauración.



Foto N° 01

Espece	<i>Phylloscirpus bolviensis</i> (Barros) Dhooge & Goetgh.
Familia	Cyperaceae
Uso potencial en el proyecto	Especie clave para la restauración



Foto N° 02

Espece	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen
Familia	Juncaceae
Uso potencial en el proyecto	Especie clave para la restauración



Foto N° 03

Especie	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.
Familia	Plantaginaceae
Uso potencial en el proyecto	Especie clave para la restauración



Foto N° 04

Especie	<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.
Familia	Asteraceae
Uso potencial en el proyecto	Especie clave para la restauración



Foto N° 05

Especie	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.
Familia	Plantaginaceae
Uso potencial en el proyecto	Especie clave para la restauración

Especies indicadoras de bofedales perturbados.



Foto N° 06

Especie	<i>Azorella diapensioides</i> A.Gray
Familia	Juncaceae
Uso potencial en el proyecto	Indicador de bofedales perturbados



Foto N° 07

Especie	<i>Calamagrostis vicunarum</i> (Wedd.) Pilg.
Familia	Poaceae
Uso potencial en el proyecto	Indicador de bofedales perturbados



Foto N° 08

Especie	<i>Lucilia kunthiana</i> (DC.) Zardini
Familia	Asteraceae
Uso potencial en el proyecto	Indicador de bofedales perturbados



Foto N° 09

Especie	<i>Pycnophyllum bryoides</i> (Phil.) Rohrb.
Familia	Caryophyllaceae
Uso potencial en el proyecto	Indicador de bofedales perturbados



Foto N° 10

Especie	<i>Werneria caespitosa</i>
Familia	Asteraceae
Uso potencial en el proyecto	Indicador de bofedales perturbados

Especies tapizante para acueductos.



Foto N° 11

Especie	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.
Familia	Rosaceae
Uso potencial en el proyecto	Especie tapizante de acueductos



Foto N° 12

Especie	<i>Cotula mexicana</i> (DC.) Cabrera
Familia	Asteraceae
Uso potencial en el proyecto	Especie tapizante de acueductos



Foto N° 13

Especie	<i>Deyeuxia chrysantha</i> J. Presl
Familia	Poaceae
Uso potencial en el proyecto	Especie tapizante de acueductos



Foto N° 14

Especie	<i>Oritrophium limnophilum</i>
Familia	Asteraceae
Uso potencial en el proyecto	Especie tapizante de acueductos

Lugares y áreas para los futuros componentes y compensación.



Foto N° 15

Lugar	Alternativa 1 Bof-1B
Componentes futuros	Área de compensación
Coordenadas	E 342804 N 8778830
Altitud	4602
Tipo de vegetación	Bofedales perturbados en temporada húmeda 2019



Foto N° 16

Lugar	Alternativa 1 Bof-1B
Componente	Área de compensación
Coordenadas	E 342804 N 8778830
Altitud	4602
Tipo de vegetación	Bofedales perturbados en temporada seca 2019



Foto N° 17

Lugar	Área a impactarse Bof-1A
Componentes futuros	Depósito de relaves Canal de coronación Línea de recirculación
Coordenadas	E 342768 N 8780559
Altitud	4591
Tipo de vegetación	Bofedales en temporada húmeda



Foto N° 18

Lugar	Área a impactarse Bof-1A
Componentes futuros	Depósito de relaves Canal de coronación Línea de recirculación
Coordenadas	E 342768 N 8780559
Altitud	4591
Tipo de vegetación	Bofedales en temporada seca



Foto N° 19

Lugar	Área a impactarse Bof-1A
Componentes futuros	Depósito de relaves Canal de coronación Línea de recirculación
Coordenadas	E 342753 N 8780672
Altitud	4599
Tipo de vegetación	Bofedales en temporada húmeda

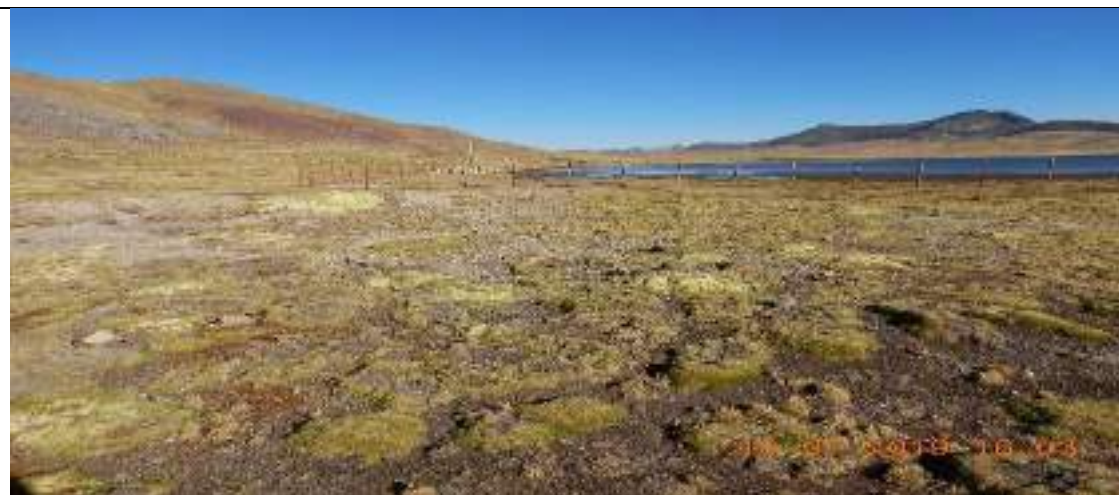


Foto N° 20

Lugar	Área a impactarse Bof-1A
Componentes futuros	Depósito de relaves Canal de coronación Línea de recirculación
Coordenadas	E 342753 N 8780672
Altitud	4599
Tipo de vegetación	Césped de puna y bofedales perturbados en temporada seca



Foto N° 21

Lugar	Área a impactarse Bof-1A
Componentes futuros	Depósito de topsoil Almacén de residuos sólidos
Coordenadas	E 342227 N 8780284
Altitud	4620
Tipo de vegetación	Césped de puna en temporada húmeda



Foto N° 22

Lugar	Área a impactarse Bof-1A
Componentes futuros	Depósito de topsoil Almacén de residuos sólidos
Coordenadas	E 342227 N 8780284
Altitud	4620
Tipo de vegetación	Césped de puna en temporada seca



Foto N° 23

Lugar	Alternativa Bof-1E
Componente	Alternativa de compensación 2
Coordenadas	E 339945 N 8779130
Altitud	4601
Tipo de vegetación	Bofedales perturbados en temporada húmeda



Foto N° 24

Lugar	Alternativa Bof-1E
Componente	Alternativa de compensación 2
Coordenadas	E 339945 N 8779130
Altitud	4601
Tipo de vegetación	Bofedales perturbados en temporada seca



Foto N° 25

Lugar	Alternativa Bof-19
Componente	Alternativa de compensación 3
Coordenadas	E 346175 N 8779144
Altitud	4600
Tipo de vegetación	Bofedales perturbados en temporada húmeda



Foto N° 26

Lugar	Alternativa Bof-19
Componente	Alternativa de compensación 3
Coordenadas	E 346175 N 8779144
Altitud	4600 msnm
Tipo de vegetación	Bofedales perturbados en temporada seca



Foto N° 27

Lugar	Alternativa 1 Bof-1B
Componente	Área de compensación
Coordenadas	E 342711 N 8780691
Altitud	4594 msnm
Tipo de vegetación	Bofedales con provisión de agua en temporada húmeda

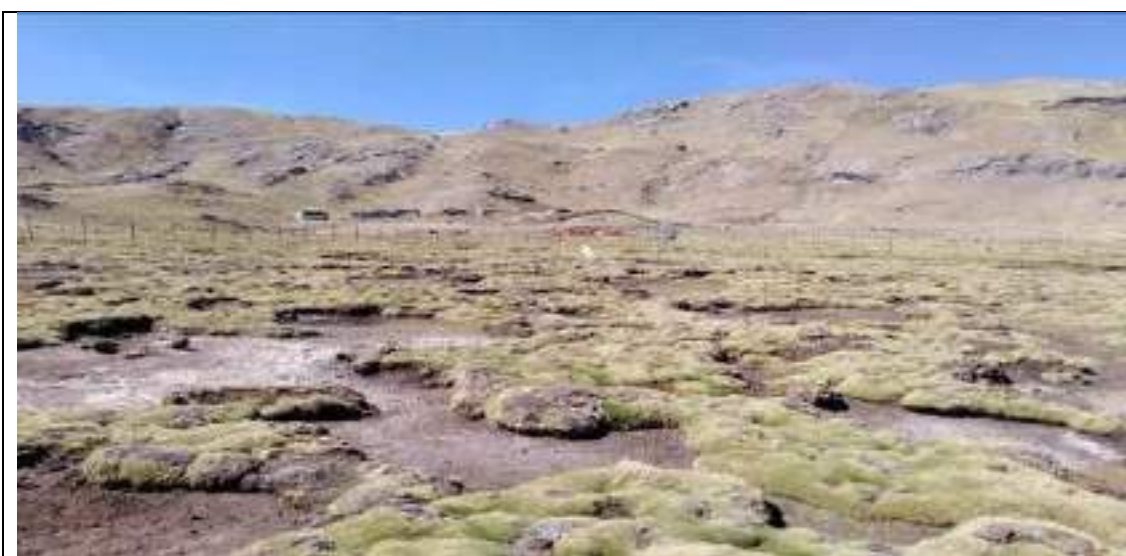


Foto N° 28

Lugar	Alternativa 1 Bof-1B
Componente	Área de compensación
Coordenadas	E 342711 N 8780691
Altitud	4594 msnm
Tipo de vegetación	Bofedales sin provisión de agua en temporada seca



Foto N° 29

Lugar	Canal efluente de la laguna Quimacocha
Componente	Área de compensación
Coordenadas	E 342360 N 8779123
Altitud	4590 msnm
Tipo de vegetación	Bofedales perturbados en temporada húmeda



Foto N° 30

Lugar	Canal efluente de la laguna Quimacocha
Componente	Área de compensación
Coordenadas	E 342360 N 8779123
Altitud	4590 msnm
Tipo de vegetación	Bofedales perturbados en temporada seca



Foto N° 31

Lugar	Microcuenca Laguna Quimacocha (imagen satelital del Google Earth)
Coordenadas	E 341585 N 8781605 – E 343367 N 8781583 E 341527 N 8779385 – E 343027 N 8779069
Altitud	4588 - 4839 msnm



Foto N° 32

Lugar	Canal efluente de la laguna Quimacocha
Componente	Área de compensación
Coordenadas	E 342360 N 8779123
Altitud	4590 msnm



Foto N° 33

Actividad	Corte inicial de los cojines rígidos o champas dentro de una colonia de la especie clave de bofedal, <i>Distichia muscoides</i>
Referencias	HGS 2014



Foto N° 34

Actividad	Corte de champas de <i>Distichia muscoides</i> del borde hacia adentro para facilitar su extracción debido a su consistencia suberosa.
Referencias	HGS 2014



Foto N° 35

Actividad	Traslado de las champas de <i>Distichia muscoides</i> con medidas de 50 x 50 x 30. Este tamaño permite la manipulación de la planta en las actividades de trasplante.
Referencias	HGS 2014



Foto N° 36

Actividad	Traslado de las champas de <i>Distichia muscoides</i> en camiones de tolva amplia. Dada la consistencia de las colonias, es posible apilarlas en varios pisos.
Referencias	HGS 2014