

**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE REHABILITACIÓN DEL BOFEDAL
DE CHICLLA****REV 0**

| | | |
|--|---|----------------------|
| ELABORADO POR: Felipe Reinoso Tomás Rioseco | REVISADO POR: Mauricio Farías Christian Troncoso | APROBADO POR: |
| Firma | Firma | Firma |

| Revisión | Fecha | Modificaciones |
|----------|-------------|----------------|
| 0 | Agosto 2017 | |

CONTENIDO

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | INTRODUCCION..... | 3 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 3 |
| 2.1 | OBJETIVO GENERAL..... | 3 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 3 |
| 3 | DISEÑO DEL ESTUDIO..... | 4 |
| 4 | METODOLOGÍAS DE TRABAJO..... | 5 |
| 4.1 | ETAPA 1..... | 5 |
| 4.1.1 | RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES..... | 5 |
| 4.1.2 | ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA..... | 5 |
| 4.1.3 | ESTUDIO ESTABILIDAD DE LA QUEBRADA..... | 10 |
| 4.2 | ETAPA 2..... | 10 |
| 4.2.1 | TRABAJO PROPUESTOS..... | 10 |
| 4.2.1.1 | Estudio de suelos..... | 10 |
| 4.2.1.2 | Implementación sistema de monitoreo in situ..... | 11 |
| 4.2.1.3 | Trabajos de mejora de topografía del área..... | 15 |
| 4.2.1.4 | Diseño y construcción de sistema de riego..... | 15 |
| 4.2.1.5 | Propagación de especies nativas de la quebrada y su posterior plantación..... | 18 |
| 4.3 | ETAPA 3..... | 18 |
| 4.3.1 | MONITOREO DE FLORA Y FAUNA..... | 19 |
| 4.3.1.1 | Caracterización de Flora y Vegetación..... | 19 |
| 4.3.2 | ESTUDIO DE EROSIÓN DE SUELOS..... | 24 |
| 4.3.3 | CALIDAD DE AGUA Y BIOTA ACUÁTICA..... | 24 |
| 5 | ENTREGABLES..... | 25 |
| 6 | CRONOGRAMA..... | 26 |
| 7 | ANEXO I. ANFIBIOS Y REPTILES..... | 27 |
| 8 | ANEXO II. AVES..... | 27 |
| 9 | ANEXO III. MAMÍFEROS..... | 28 |

1 INTRODUCCIÓN

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (CMDIC) al inicio de sus actividades productivas el año 1995, se sometió voluntariamente a una Evaluación de Impacto Ambiental, proceso que fue calificado satisfactoriamente. Durante este proceso, CMDIC a modo de compensación, se comprometió voluntariamente a rehabilitar 2,1 ha de bofedales en la quebrada de Chiclla, al sur del área de proyecto, a través del trasplantes de “champas” o especies vegetales provenientes desde la quebrada Capella y desde otras áreas afectadas.

A la fecha y de acuerdo a los trabajos ejecutados a lo largo de los años, la superficie si bien llegó en un momento al total comprometido, hoy no alcanza a completar esta superficie. Los trabajos propuestos que se han desarrollado en el Bofedal de Chiclla todo este tiempo, han considerado la mantención de lo inicialmente trasplantado y en base a lo observado las últimas temporadas, se plantearon objetivos generales la última temporada de trabajos (2016 – 2017), los que se resumen en:

1. Realizar mantención y mejora de obras existentes (riego, canalización, parcelas de ensayo, etc).
2. Aumentar el número de parcelas de replante.
3. Aumentar el número de plantas replantadas.
4. Duplicar la cantidad plantas propagadas vegetativamente en invernaderos.

Estos objetivos con los recursos disponibles han resultado exitosos a escala menor, no obstante la necesidad de lograr avances de mayor envergadura requiere de nuevas estrategias que implican una mayor inyección de recursos, asociados a nuevas técnicas de trabajo para dar cumplimiento a la rehabilitación y a su vez generar conocimiento del comportamiento del ecosistema, lo que deriva en mejoras en los trabajos de mantención en el mediano y largo plazo.

El presente documento entrega las acciones, medidas, metodologías y actividades interrelacionadas de monitoreo y operación del sistema, asociadas al vivero y las plantas existentes para aumentar el área de cobertura de vegetación del bofedal artificial de Chiclla.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar acciones que permitan aumentar el área de cobertura de vegetación del bofedal artificial de Chiclla.

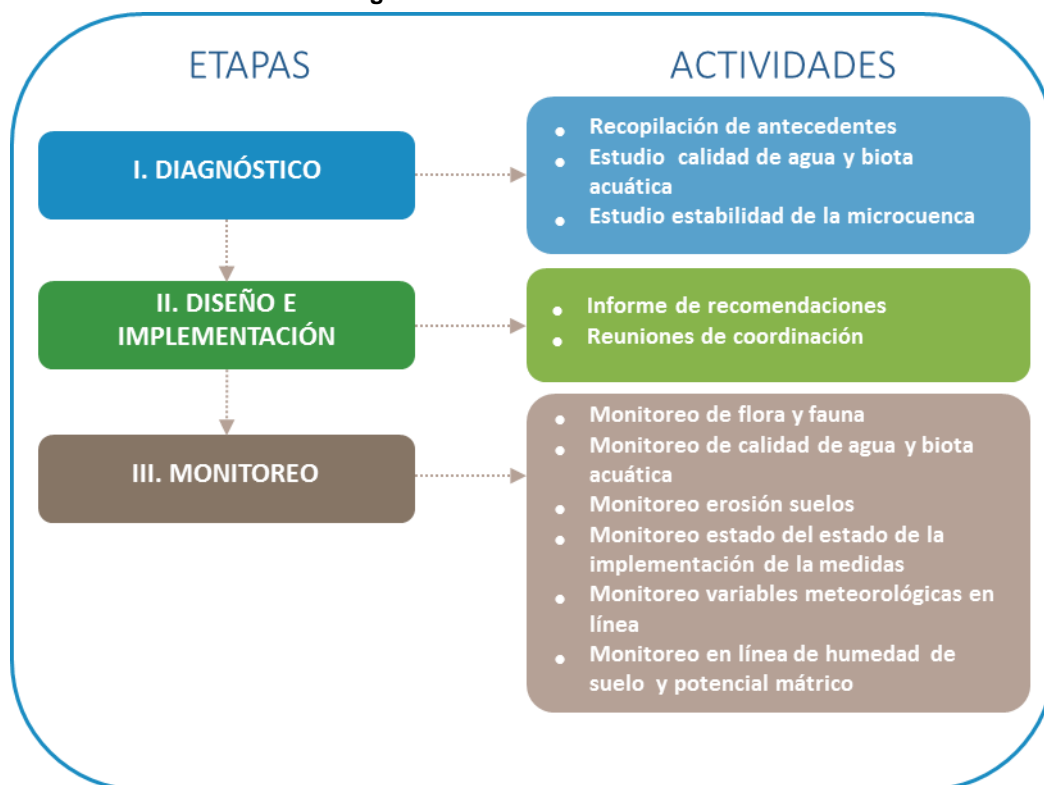
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico actual y proposición de mejoras en el diseño e implementación de la medida.
- Mediante la información recopilada del estudio e información histórica generar un diseño e implementación de la rehabilitación de 2,1 ha de bofedal.
- Realizar un monitoreo que permita realizar un manejo adaptativo del sistema.

3 DISEÑO DEL ESTUDIO

El estudio se divide en tres etapas diagnóstico, diseño e implementación y monitoreo y las actividades de cada etapa se resumen en la Figura 1.

Figura 1. Diseño del estudio.



Los responsables de la planificación y ejecución de estas actividades se indican a continuación:

- a. ETAPA 1. “Estudio” Objetivo: definir un diagnostico actual y proposición de mejoras en el diseño e implementación de la medida (Duración: 1 mes)
 - i. Recopilación de antecedentes.
 - ii. Calidad de agua. Determinar calidad de agua en el origen de la reposición y la que está llegando al bofedal artificial.
 - iii. Determinación de estabilidad de la microcuenca para determinar el potencial riesgo de corridas de material.
- b. ETAPA 2. “Diseño e implementación” Objetivo: Mediante la información recopilada del estudio e información histórica generar un diseño e implementación de la rehabilitación de 2,1 ha de bofedal.

- c. ETAPA 3. “Monitoreo variables físicas / químicas y biológicas” objetivo: mediante el monitoreo se permitirá corregir las medidas implementadas.
- i. Monitoreo trimestral calidad de agua.
 - ii. Monitoreo de humedad de suelo y potencial mátrico.
 - iii. Monitoreo variables meteorológicas.
 - iv. Monitoreo estado del estado de la implementación de las medidas (ej, Caudal aplicado, eventos observados).
 - v. Monitoreo trimestral Flora y Fauna.
 - vi. Monitoreo trimestral erosión.

4 METODOLOGÍAS DE TRABAJO

4.1 ETAPA 1

4.1.1 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

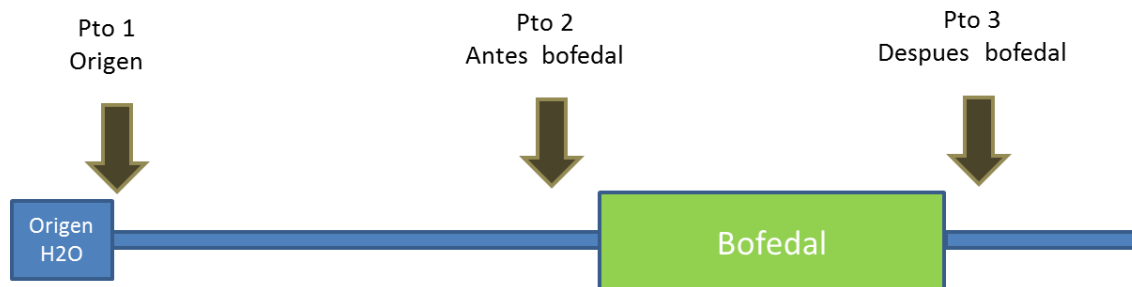
Se realizará un levantamiento de la información bibliográfica disponible sobre los componentes a levantar en el área de estudio, de manera de contar con un marco referencial de los datos históricos del el área de estudio. Se revisarán publicaciones científicas de libre divulgación, tesis universitarias y estudios técnicos específicos publicados en el SEIA, además de las bases de datos del CEA. La búsqueda se centrará en determinar aspectos sensibles del área, desde un punto de vista ambiental que podrían afectar la estabilidad del sistema.

4.1.2 ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA

Antes de comenzar las actividades de mejoramiento del bofedal de Chiclla, se plantea el estudio de la calidad de agua del sistema, para esto se evaluarán tres puntos de monitoreo (Figura 3), estos puntos determinarán la calidad de agua en el origen, antes de entrar al bofedal y aguas arriba del bofedal esto es importante ya que el área ha sido históricamente usada para actividades relacionadas con minería, por lo tanto podría contener suelos contaminados o con altas concentraciones de minerales que podrían ser una limitante para el desarrollo de la vegetación. Se llevarán a cabo análisis de calidad de las matrices de agua y sedimentos.

Entre los parámetros de aguas medidos se incluyen parámetros de importancia limnológica: temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, fósforo total, nitrógeno total, alcalinidad total, nitrito, nitrato. Con respecto a los parámetros medidos en sedimentos, estos incluyen concentración de materia orgánica y potencial redox.

Figura 2. Indica esquema conceptual de estudio de la calidad de agua del sistema de bofedal de Chiclla.



Procedimientos de muestreo

La toma de muestras y preservación de las mismas para análisis de calidad de agua y sedimentos, se realizará de acuerdo al procedimiento general de muestreo PGL-13 del Laboratorio CEA Ltda., el cual está basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005 y las normas chilenas NCh411/1 Of96, NCh411/2 Of96, NCh411/3 Of96, NCh411/4 Of97 y NCh411/6 Of98.

Análisis de columna de agua

Los análisis de los diferentes parámetros de calidad de agua se realizarán principalmente en el Laboratorio CEA Ltda., acreditado por el INN siguiendo los métodos establecidos por la EPA (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater). Los parámetros que no están acreditados, serán analizados en laboratorios acreditados por el INN (Tabla 1).

Tabla 1. Metodologías y laboratorios de análisis de los parámetros de calidad de agua.

| Parámetro | Unidad | Método |
|---------------------------|--------------------------------------|--|
| Alcalinidad | mg CaCO ₃ l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2320 B. |
| Amonio | µg l ⁻¹ | Test de N-NH ₄ , Spectroquant. Nova 60, Merck. |
| Arsénico total y disuelto | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. . Método 3120 B |
| Bicarbonato | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2320 B. |
| Cadmio total y disuelto | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3120 B |

| Parámetro | Unidad | Método |
|---------------------------|---------------------|--|
| Calcio | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. . Método 3120 B |
| Carbonato | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2320 B. |
| Clorofila "a" | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 10200 H |
| Cloruro | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 4500 Cl- B |
| Cobre total y disuelto | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3120 B |
| Conductividad eléctrica | mS cm ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2510 B |
| Cromo total y disuelto | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3120 B |
| Fósforo total | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 4500-P B y E |
| Hierro total y disuelto | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3120 B |
| Magnesio | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3120 B |
| Mercurio total y disuelto | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3112 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica-Generación de Vapor Frío. |
| Nitrato | µg l ⁻¹ | PTL-08, Método validado, base utilizada, Métodos en Ecología de aguas continentales. Instituto de Biología Uruguay, 1999, Editado por Rafael Arocena & Daniel Conde. Método del Salicilato de sodio. |
| Nitrito | µg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 4500-NO ₂ B. |
| Nitrógeno total Kjeldahl | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 4500-N org B- Destilación- Electrodo Específico. |
| Ortofosfato | µg l ⁻¹ | Test de P-P04, Spectroquant. Nova 60, Merck. |
| Oxígeno disuelto | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 4500-O G |

| Parámetro | Unidad | Método |
|-----------------------------|--------------------|--|
| pH | - | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 4500-H+B. |
| Plomo total y disuelto | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3120 B |
| Potasio | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3120 B |
| Salinidad | g l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2510 B |
| Silicio total y disuelto | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3120 B |
| Sodio | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3120 B |
| Sólidos totales disueltos | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2540 B-Gravimetría. |
| Sólidos totales suspendidos | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2540 D. |
| Sulfato | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 4500-SO ₄ -2 E. |
| Temperatura | °C | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2520 B. |
| Turbidez | NTU | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2130 B. |
| Zinc total y disuelto | mg l ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3120 B |

Fuente: Elaboración propia; CEA, 2017

Análisis de sedimento

Los análisis de los diferentes parámetros de sedimentos se realizarán en distintos laboratorios acreditados por el INN (Tabla 2).

Tabla 2. Metodologías y laboratorios de análisis de los parámetros de calidad de sedimento.

| Parámetro | Unidad | Método |
|--------------------------|---------------------|---|
| Cadmio | mg kg ⁻¹ | IR-E.54-CHA basado en protocolos en TMECC 04.12 B Of.2001 |
| Cobre | mg kg ⁻¹ | IR-E.54-CHA basado en protocolos en TMECC 04.12 B Of.2001 |
| Carbono orgánico total | mg kg ⁻¹ | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012Método 5310B |
| Cromo | mg kg ⁻¹ | IR-E.54-CHA basado en protocolos en TMECC 04.12 B Of.2001 |
| Hierro | mg kg ⁻¹ | IR-E.54-CHA basado en protocolos en TMECC 04.12 B Of.2001 |
| Materia orgánica | % | I-ENV-LAB-258 Basado en Standard Methods Ed.22, 2012 ,Método 4500- N org B, 4500-NH3 D. |
| Mercurio | mg kg ⁻¹ | I-ENV-LAB-110 basado en Método EPA7471-A y B. |
| Nitrógeno total Kjeldahl | mg kg ⁻¹ | TMECC 04.02; C Of.2001 |
| | | Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22st Edition, 2012. |
| Plomo | mg kg ⁻¹ | IR-E.54-CHA basado en protocolos en TMECC 04.12 B Of.2001 |
| Potencial redox | mV | Nordstrom and F.D. Wilde. 2005. Reduction oxidation potential (electrode method): US Geological Survey Technoques of Water Resources Investigations, book 9, chapter A6, sec 6.5, September 2005. |
| Zinc | mg kg ⁻¹ | I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard Methods Ed.22, 2012 Método 3111 B |
| Granulometría | phi | Método de separación por tamiz, según escala de Wentworth Basado en método de Análisis de Suelos INIA (2006). Gravimetría Serie La Platina N° 16. |

Fuente: Elaboración propia; CEA, 2017

Análisis de resultados

Los resultados brutos de calidad de agua y sedimentos, se presentarán en tablas. Aquellos parámetros con el 75% de los valores cuantificables (por sobre el límite de detección) se mostrarán en gráficos de barras, representando el promedio de cada campaña de muestreo en las quebrada y salares estudiados. En los casos donde se presenten concentraciones menores al límite de detección, los promedios serán calculados utilizando valores iguales a dicho límite.

De los metales evaluados, se dará énfasis en aquellos de importancia para la operación minera y aquellos tóxicos para los organismos acuáticos, como son el cobre, el molibdeno, el cadmio y el boro. Además, se indicarán tablas resumen con las concentraciones mínimas, máximas y promedio de los metales en su fracción disuelta y total, esto último para la matriz agua.

4.1.3 ESTUDIO ESTABILIDAD DE LA QUEBRADA

Durante los últimos eventos de precipitaciones altiplánicas la quebrada de Chiclla se vio expuesta a deslizamiento de tierra que taparon parte del bofedal artificial de Chiclla, dada esta condición es necesario identificar la existencia de nuevos posibles deslizamientos, de esta forma identificar la viabilidad del sitio seleccionado.

Para lograr un análisis del riesgo de remoción en masa se pretende aplicar una metodología cualitativa y utilizada en la evaluación de peligro de deslizamientos, la cual corresponde a la generación de mapas de susceptibilidad y peligro mediante Fuzzy Logic, el cual se basa en la identificación de factores condicionantes para la generación de remociones en masa (ángulo de talud, elevación topográfica, orientación de la ladera, presencia de agua, vegetación, meteorización). Fuzzy Logic permite ponderar cada uno de estos factores estableciendo reglas del tipo “si → entonces”. El objetivo de estas reglas es generar mapas de susceptibilidad dadas las características de la zona de estudio.

4.2 ETAPA 2

4.2.1 TRABAJOS PROPUESTOS

Los trabajos que se proponen son:

- a) Estudio de suelos.
- b) Implementación sistema de monitoreo in situ (clima, suelo y caudales de paso en la quebrada).
- c) Trabajos de mejora de topografía del área.
- d) Diseño y construcción de sistema de mitigación.
- e) Propagación de especies nativas de la quebrada y su posterior plantación.

4.2.1.1 Estudio de suelos

El estudio de suelos tiene como objeto observar distribución de raíces para fines de riego, observar la dinámica hídrica en el perfil de suelo, determinar profundidad del nivel freático, toma de muestras para caracterizaciones físicas y químicas y la generación de cartografía de suelos.

4.2.1.2 Implementación sistema de monitoreo in situ

- Calidad de agua

La calidad de agua es un parámetro importante a monitorear, debido a que las alteraciones de esta afectan de forma directa a la vegetación. Se propone un sistema de medición de conductividad eléctrica (CE) y pH mediante sondas multiparamétricas asociadas a un data-logger con mediciones horarias. En figura 3 se muestran los equipos.

Figura 3. Sonda multiparamétrica de pH y CE.



Los datos registrados se recolectarán mediante PC portátil u otro equipo apropiado, conjuntamente con la verificación del estado de la instalación, y la toma de muestras de calidad de agua para calibración. La ubicación de la sonda se definirá en terreno, quedando en fuentes de agua permanentes (espejos de agua).

- Altura nivel freático

Actualmente no se tiene conocimiento específico de la existencia de niveles freáticos dentro de la quebrada, sin embargo conocer si estos niveles están presentes y a que profundidades, podrían explicar la presencia de la vegetación en épocas donde no existen o son muy escasas las precipitaciones. La vegetación presente es muy dependiente de la presencia permanente de agua, lo que hace necesario confirmar este factor.

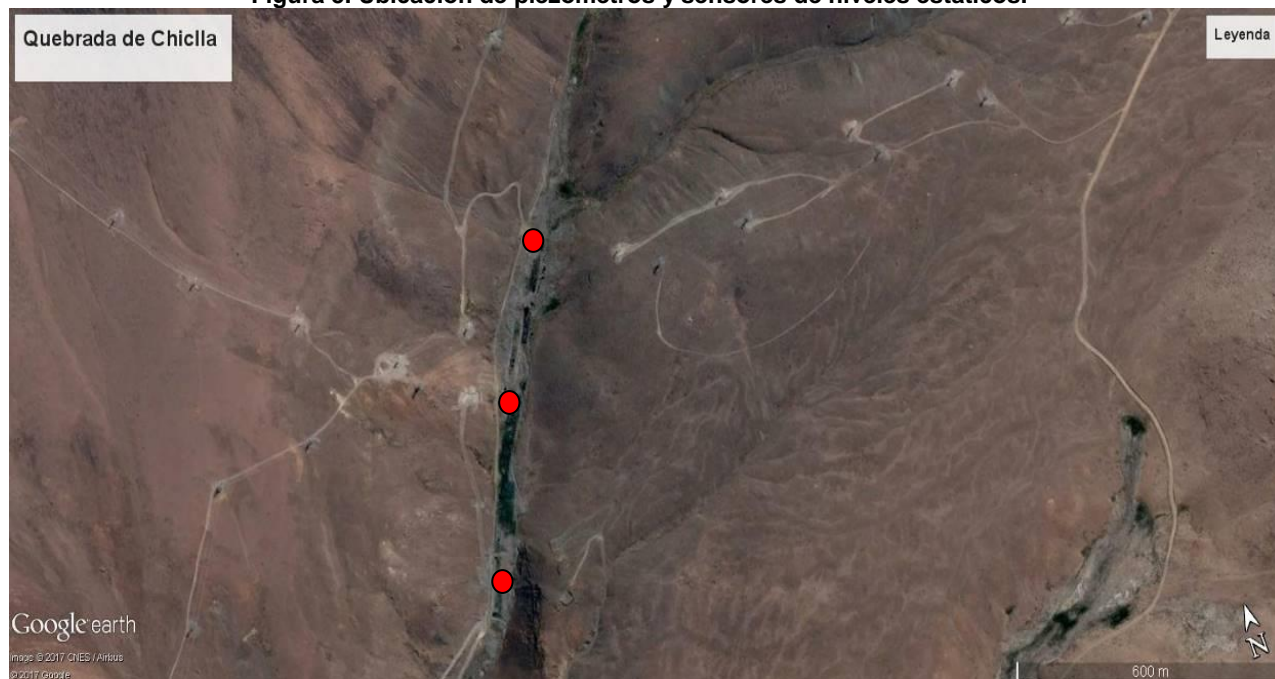
Se sugiere la instalación de 3 tubos piezométricos de 1 1/2" de diámetro a 2.0 – 2,5 m de profundidad (o de acuerdo a nivel freático) generando una línea para interpretación de movimientos o gradientes a través de análisis de isohipsas.

En el interior de estos se instalarán sensores de nivel que permiten obtener en tiempo real la altura de la napa (figura 4). En la figura 5 se indica los sitios donde se sugiere la ubicación de los tubos y sensores.

Figura 4. Sonda automática de nivel.



Figura 5. Ubicación de piezómetros y sensores de niveles estáticos.



- Humedad de suelos y potencial mátrico

La dinámica de suelos es relevante en los patrones de distribución de vegetación, que actúa en conjunto con la profundidad del nivel freático y escurrimiento superficial de agua. En consecuencia, la determinación de los contenidos de humedad en el suelo, complementado con medidas de conductividad eléctrica y temperatura, permite obtener un indicador sensible y cercano a lo que ocurre en la zona radicular y el comportamiento de la vegetación azonal.

La medida de humedad y potencial mátrico de suelos, es un indicador razonablemente eficaz para detectar cambios que indiquen un proceso de desecación.

Se propone la instalación de sondas de capacitancia para medición de humedad y sondas de medida del potencial mátrico en el suelo (figura 6) con data logger para almacenamiento de lecturas horarias asociadas a transectos de control.

La determinación de los contenidos de humedad en el suelo y su conductividad eléctrica, permiten realizar un diseño adecuado de la operación del sistema de mitigación, definir los caudales la frecuencia de aplicación etc.

Figura 6. Sensores para determinación de humedad y potencial mátrico.



Los transectos propuestos inicialmente fueron modificados según corrección en función de terreno, asociada a la obtención de información relevante del desarrollo de las especies dominantes del bofedal. Por lo tanto, se busca que la instalación de los sensores, queden dispuestos en líneas continuas en las cuales exista la mayor cantidad especies y cobertura.

Los transectos propuestos son 3 (figura 7), los que se ubicarán perpendiculares al eje de la quebrada, contando con 3 estaciones con sensores instalados a la profundidad de raíces en cada uno de ellos, sumando un total de 9 sensores de humedad y 3 de potencial mátrico (figura 8).

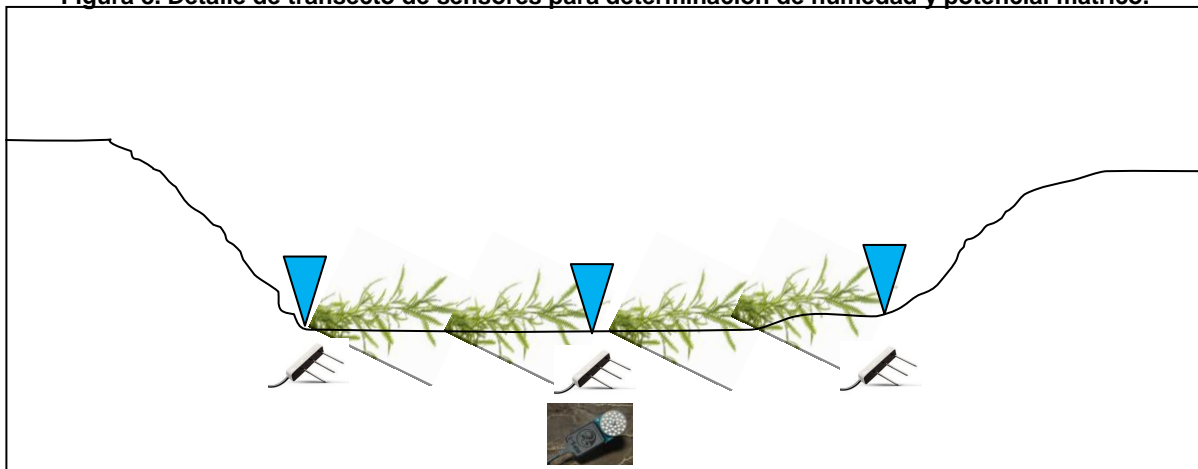
Figura 7. Transectos de sensores para determinación de humedad y potencial mátrico.



El transecto inicial (1.1 a 1.2) ubicado cerca de la cabecera del área de estudio, cuenta con especies como gramíneas en los extremos ligadas principalmente a los curso continuos de agua y en el centro con especies del genero *Fabiana* y *Baccharis* los cuales estarán ligados a una próxima vertiente. El segundo transecto (2.1 a 2.2) se instalará en el inicio de la cobertura más densa del bofedal, dominado principalmente por *Oxychloe andina*.

El tercer transecto (3.1 a 3.2) se ubicara cercano al talud final del área de trabajo, lugar en el cual el bofedal inicia su fragmentación y disminución paulatina de cobertura, sin embargo continúa con alta presencia de *Oxychloe andina*.

Figura 8. Detalle de transecto de sensores para determinación de humedad y potencial mátrico.



- **Variables climáticas**

No existe una estación meteorológica al interior de la quebrada capaz de registrar temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad y dirección del viento, radiación y evapotranspiración.

Por lo tanto se instalará una estación meteorológica en el lugar sujeto a estudio para la obtención de data microclimática del área de la quebrada. Con esta información se generará información suficiente para describir con exactitud el comportamiento del clima en la microcuenca.

4.2.1.3 Trabajos de mejora de topografía del área

Los trabajos de mejora de la topografía, consideran un levantamiento detallado de la topografía mediante vuelo fotogramétrico de la quebrada (ejecutado por CMDIC), de modo de cuantificar posibles movimientos de tierra que mejoren la conducción de agua en superficie y para el diseño de detalle del sistema de riego.

4.2.1.4 Diseño y construcción de sistema de riego

Se considera el diseño e instalación de un sistema de riego que permitirá conducir el agua existente de forma natural para su redistribución en terreno. De existir déficit de agua superficial por falta de precipitaciones, el sistema mejorará la conducción de los afloramientos existentes. Los criterios necesarios para mantener el estado de la quebrada, considerará lo siguiente:

- **Captación o fuente de agua de riego.** Esta será obtenida de los afloramientos naturales existentes en la misma quebrada. Se buscará la forma de obtener el caudal de conducción a baja presión por la diferencia de cota existente en el terreno. No se consideran fuentes de agua externas a la quebrada.
- **Sistema de conducción de agua mediante tuberías HDPE enterradas.** La intervención se realizará con todos los cuidados para no afectar la vegetación existente.
- **Sistema de válvulas de control manuales.** No se utilizarán sistemas automáticos (como lo considerado inicialmente) debido a la restricción de caudal y presión necesaria para la operación de estos equipos.
- **Sistema de registro de caudales y volúmenes aplicados.** Se modifica el registro de caudales para cada vertiente, considerándose solo la instalación de un equipo de registro general, el cual queda sometido a la disponibilidad de presión que entregue la fuente de agua.
- **Cobertura de vegetación.** Se considera intervenir lo menos posible, no dejando evidencia de los trabajos. Esto no solo para red de tuberías, sino para todo elemento a instalar en la quebrada.
- **Definición del tipo de riego.** Esto de acuerdo a las condiciones de suelo y topografía (aspersión, surco, surgencias, etc). Se define la instalación de afloramientos o surgencias las que se distribuyen de forma estratégica sobre el área, simulando cursos de agua naturales.

Para efectos de consumo, requerimientos hídricos y constructivos se contemplan los siguientes datos de entrada:

- Se realizara una toma de agua en la cabecera de la quebrada, donde se cargara las tuberías de HDPE, que distribuirán el agua en 6 vertientes.
- Caudal máximo por vertiente estará determinado por la disponibilidad de agua de la captación y de la capacidad de conducción.
- Con caudal disponible, cada vertiente será regulada de acuerdo al concepto de caudal ecológico y máximo no erosivo.
- Las vertientes podrán operar simultáneamente y constantemente. Durante todo el año, o parcialmente cerrando las vertiente en forma manual.
- Distribución de red hidráulica a un costado del camino para evitar intervención dentro de la quebrada. Solo se consideran tuberías de acercamiento post válvulas para llegar a los puntos de descarga de interés (dependientes de la topografía, vegetación, etc).
- Intervención mínima en quebrada, dejando todos los elementos invisibles.
- El sistema de riego considera elementos de control (válvulas), protección de transientes (válvulas de aire y reguladores de presión), de modo de dar la mayor seguridad en la operación.

Las 6 vertientes consideradas son ubicadas espacialmente en distintos puntos, buscando como objetivo cubrir la mayor cantidad de superficie para una distribución homogénea de agua. Estos puntos son determinados de acuerdo a las observaciones del levantamiento en terreno.

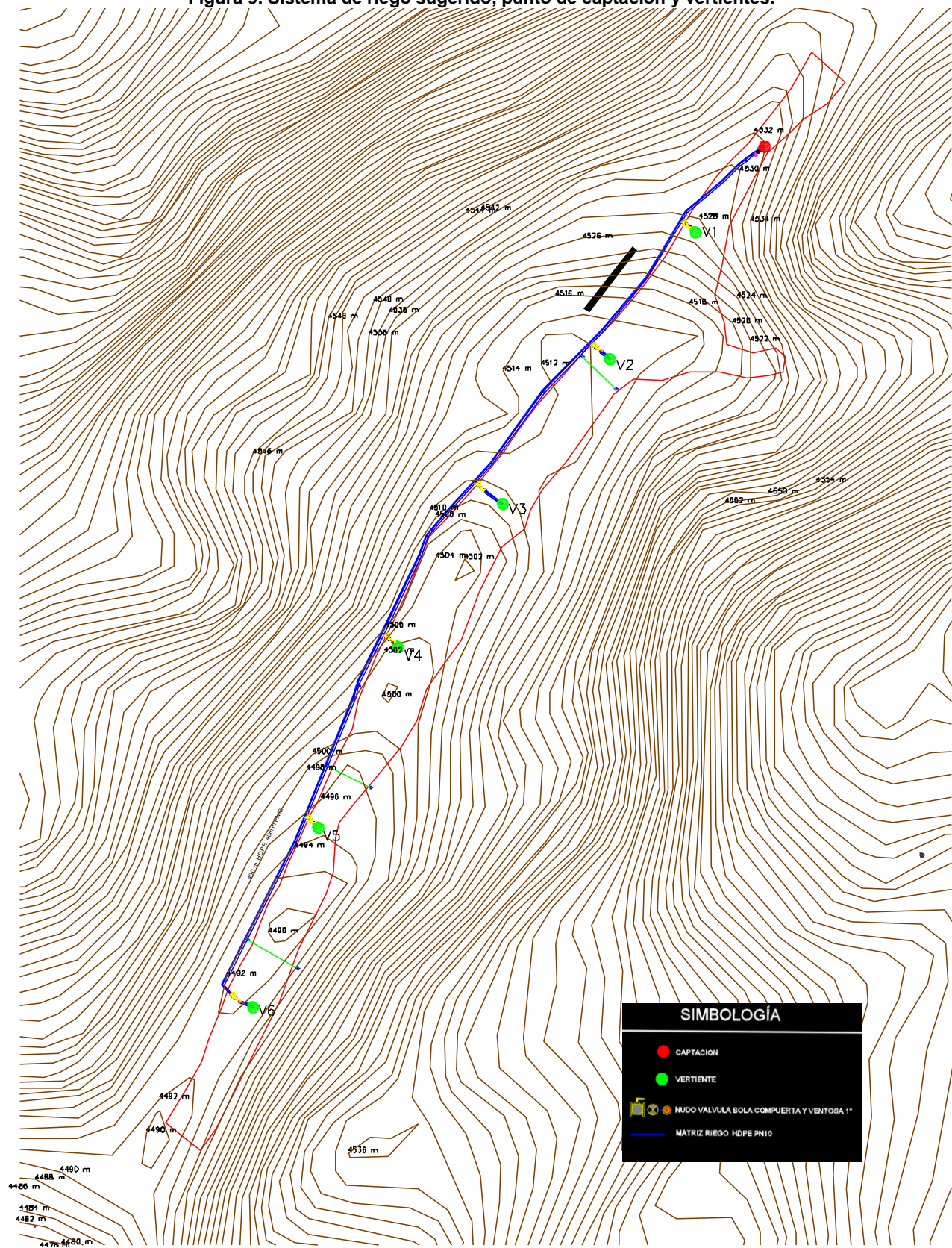
En la tabla 3, se indica el punto de captación y ubicación de los 6 puntos definidos para las vertientes.

Tabla 3. Cuadro de coordenadas de punto de captación y vertientes.

| Ítem | Coordenadas UTM (datum WGS 84) | | Elevación |
|-------------|--------------------------------|----------|-----------|
| | Norte | Este | |
| Captación | 7.675.824 | 527.819 | 4.520 |
| Vertiente 1 | 7.675.730 | 527.751 | 4.516 |
| Vertiente 2 | 7.675.606 | 527.667 | 4.509 |
| Vertiente 3 | 7.675.464 | 527.562 | 4.506 |
| Vertiente 4 | 7.675.324 | 527.459 | 4.495 |
| Vertiente 5 | 7.675.147 | 527.381 | 4.488 |
| Vertiente 6 | 7.674.971 | 527.3147 | 4.480 |

En la figura 9, se detalla la ubicación espacial de la red de tuberías (línea azul) y salidas o vertientes indicadas en color verde de la imagen y en color rojo el punto de captación de agua.

Figura 9. Sistema de riego sugerido, punto de captación y vertientes.



4.2.1.5 Propagación de especies nativas de la quebrada y su posterior plantación

Estos trabajos ya se desarrollan en la actualidad, por lo que se mantendría el régimen de estos. Las cantidades de plantas a producir tendrán relación con el espacio físico actual en las instalaciones de TeknoRiego en faena cordillera CMDIC y de los insumos disponibles.

Se consideran ensayos de propagación por semillas (por el momento solo se han propagado de forma vegetativa).

La plantación de los nuevos individuos, será definida en terreno, buscando los lugares más adecuados en cuanto a calidad de suelos, ubicación para captación de cursos de agua naturales o adyacentes a sectores de riego.

Para efectos de mejora en piscinas y parcelas de regeneración el uso de maquinaria de la etapa constructiva, es considerada para mejora de suelo.

No se considera el uso de sustratos comerciales, por lo que queda sujeto a la disponibilidad de sustrato local (turba) y suelo local.

4.3 ETAPA 3

Se realizará un monitoreo del bofedal de Chiclla orientado a la determinación de su condición integral, para esto se propone un seguimiento y análisis descriptivo de flora – vegetación, fauna terrestre y limnología, presente en el área, analizando el potencial deterioro por efecto propio de la medida y de la condición de artificialidad del sistema. Esta información además de la data histórica permitirá establecer las tendencias.

Se considerará al menos los siguientes parámetros de medición; Presencia/Ausencia, parámetros poblacionales y comunitarios (especie, diversidad, dominancia, riqueza, estado de conservación, endemismo, migraciones, análisis estadístico), distribución de las especies en el sector y limnología.

La frecuencia de monitoreo es de 4 veces al año (1 por estación), considerando la época estival, coincidente con las crecidas (Febrero - Marzo) y previo a las precipitaciones (Septiembre – Octubre) (Tabla 4). Toda la información contará respaldo cartográfico (GEO DATA BASE) y fotográfico. Se considera que las actividades de monitoreo estarán relacionadas con las actividades a ejecutar en la proyecto GMS1503, relacionado con el monitoreo de salares.

Tabla 4. Indica estación de monitoreo, condición de la temporada y mes seleccionado para realizar la campaña de terreno.

| ESTACIÓN | CONDICIÓN | MES |
|-----------|---|---------|
| Invierno | Temperaturas nocturnas bajo los 0 °C / Sin precipitación | Agosto |
| Primavera | Temperaturas nocturnas en ascenso, cercana a 0 °C / Fin del periodo seco | Octubre |
| Verano | Temperaturas nocturnas sobre 0 °C / Precipitaciones por fenómeno conectivos | Enero |
| Otoño | Temperaturas nocturnas en descenso, cercana a 0 °C / Fin de periodo lluvias | Abril |

4.3.1 MONITOREO DE FLORA Y FAUNA

Para la evaluación del medio biótico, se incluirá una descripción y análisis de la biota terrestre, determinando entre otros, la identificación, ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de flora terrestre y fauna que componen los ecosistemas existentes.

Por lo tanto, la metodología utilizada y los componentes abarcados en la caracterización de la flora, vegetación y fauna, están basados en los siguientes documentos:

- “Guía para la Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA”, 2015, Servicio de Evaluación Ambiental.
- “Guía de Evaluación Ambiental Componente Fauna Silvestre”, 2016, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).
- “Guía de Evaluación Ambiental, vegetación y flora silvestre”, 2010, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).
- Artículo 18 del Reglamento del SEIA.

4.3.1.1 Caracterización de Flora y Vegetación

Se realizarán campañas trimestrales de caracterización de flora vascular, además de una contextualización y profundización de la distribución geográfica y la abundancia de formaciones vegetacionales.

- Caracterización Vegetación

Se utilizaran los siguientes métodos para caracterización de vegetación (tabla 5):

Tabla 5. Metodologías y caracterización de vegetación.

| MÉTODO | CARACTERÍSTICA | DATO OBTENIDO | EQUIPOS |
|----------------------------------|---|--|--|
| COT | Determinación de polígonos de formaciones vegetacionales /Trimestral | Área formación | Software cartográfico /ARCMAP 9.3 /GPS |
| Teledetección | Determinar vigorosidad y área de la vegetación (NDVI) | Área Formación / condición fisiológica | Imagen Multiespectral mediante Drone |
| Clorofila | Medición de clorofila / determinación de condición fisiológica en campo / solo SAVHT | Índice de Clorofila | Fieldscout |
| Análisis de detección de cambio* | Permite identificar cambios en la vigorosidad y/o tamaño de las unidades vegetacionales | Cambios areales y radiométricos de la vegetación | Software cartográfico /ARCMAP 9.3 GPS |

De manera trimestral se realizará una supervisión de la Carta de Ocupación de Tierras de la vegetación del área. Para esto se utilizará una imagen multiespectral obtenida mediante Drone.

En cada sector se describirá la vegetación en base a la metodología de la Carta de Ocupación de Tierra (Etienne & Prado, 1982). Se identificarán unidades preliminares de vegetación homogénea mediante fotointerpretación a partir de imágenes, las cuales serán verificadas o modificadas en terreno y en forma posterior complementada mediante una clasificación supervisada realizada a partir de las imágenes.

El análisis de teledetección o análisis multibanda permitirá estimar la cobertura vegetal y vigorosidad de la vegetación mediante el análisis de percepción remota, presentes en Chiclla, a partir del análisis de una imagen multiespectral obtenida mediante Drone, esta actividad se realizará, durante la campaña de primavera y verano.

Se determinarán los límites de la cobertura vegetal mediante la utilización del Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación NDVI (Normalized difference Vegetation Index), el cual se expresa en la siguiente fórmula:

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_r}{\rho_{nir} + \rho_r}$$

La clasificación de las clases obtenidas de este índice, se determinará de acuerdo a la respuesta espectral de la vegetación, presente en el área de estudio.

De modo complementario se registrará en cada parcela el índice de clorofila "a" de las especies dominantes, utilizando un medidor de índice de clorofila "a" portátil marca FieldScout CM1000 (Figura 10).

Figura 10. Medidor de índice se clorofila “a” FieldScout CM1000.



En la actualidad estas metodologías son de amplio uso ya que se ha comprobado que las características espectrales de las plantaciones o vegetación nativa varían a lo largo del tiempo en función de su estado fenológico y la condición de estrés en que se encuentra la vegetación (Kavdir, 2004; Peña-Barragán *et al*, 2006). Se compararán los datos obtenidos de las especies dominantes durante la estacionalidad evaluada.

- Caracterización Flora

Se utilizaran los siguientes métodos para caracterización de flora (tabla 6):

Tabla 6. Metodologías y caracterización de flora.

| MÉTODO | CARACTERÍSTICA | DATO OBTENIDO | EQUIPOS |
|-----------------------|---|--|----------------|
| Parcelas | Parcelas Área Mínima Braun – Blanquet para inventario (10x10 mt o área definida anteriormente) / mínimo 2 parcelas por sitio de muestreo | Cobertura de la vegetación / Listado de especies (riqueza) | Huinchas |
| Inventario y catalogo | Se realizará a partir de las parcelas un listado de especies que serán registradas digitalmente, además realizaran recorridos libres para complementar el inventario. | Listado de especies / fotografía | Cámara digital |
| Transecto | Transectos (9) de 10 Mt, evaluados cada 25 cm. Esto bajo sugerencia SAG (GUIA AVHT) | Participación de especies (%) | Huinchas |

Con el propósito de determinar la flora vascular terrestre y acuática presente en el área de monitoreo se establecerán dos parcelas por punto de muestreo, en las cuales se realizarán parcelas de inventario florístico, de dimensiones 10 x10 m, o bien se establece según solicitud del cliente parcelas de área mínima. La selección de los puntos de inventario se efectuará en función de las distintas situaciones topográficas y vegetacionales.

Se realizarán inventarios florísticos en base a las especies registradas a través de la metodología de parcelas añadiendo las especies encontradas alrededor de las unidades de muestreo y que no cayeron en ellos. En algunos casos el listado florístico es complementado con valores de abundancia cobertura de acuerdo a Braun-Blanquet (1979), los que son estimados visualmente:

La escala sigue los siguientes rangos (tabla 7):

Tabla 7. Rangos cobertura abundancia.

| Rango de cobertura-abundancia | Código |
|--|---------------|
| Cobertura sobre el 75% | 5 |
| Cobertura entre el 50 y el 70% | 4 |
| Cobertura entre el 25 y el 50% | 3 |
| Cobertura entre el 5 y el 25% | 2 |
| Cobertura menor al 5%, pero numerosos individuos | 1 |
| Muy baja cobertura, pocos individuos | + |
| Muy baja cobertura, individuos solitarios | r |

Se registrará estado fenológico se debe observar alrededor de los individuos de las especies registradas. Los estados fenológicos se clasifican en:

- Crecimiento vegetativo: presencia de hojas nuevas, brotes o presencia de yemas apicales; ausencia de órganos reproductivos (flores, frutos semillas).
- Reproducción – Floración: la planta presenta flores.
- Reproducción – Fructificación: se observa la presencia de frutos.
- Reproducción – Semillación: las plantas se encuentran en la etapa de formación y dispersión de sus semillas.
- Latencia: no existe evidencia de crecimiento u órganos reproductivos; la planta no presenta estructuras foliares o registra pérdida de coloración.

Además, en aquellos sitios en donde se establecieron parcelas, se determinará el estado fitosanitario (EFS), de la mayoría de los individuos de una especie, los cuales serán evaluados de acuerdo a las siguientes categorías:

- Sano: con el follaje intacto y sin signos visibles de deterioro.
- Vástago seco: con al menos una rama principal seca.
- Con herbivoría: follaje presenta signos evidentes de herbivoría foliar.
- Enfermo: individuo que presenta síntomas de alguna enfermedad a causa de patógenos (virus, bacterias, hongos e incluso ataque de plagas)
- Muerto: individuos sin evidencias de actividad fisiológica de manera permanente.

Se incorpora en el análisis fitosanitario la sintomatología foliar por falta de nutrientes, para lo cual se utilizará la tabla 8:

Tabla 8. Análisis fitosanitario.

| Micronutrientes | Características |
|------------------|---|
| Boro | Brotes terminales mueren, hojas enrolladas y pálidas en su base; ápices radicales decolorados e hinchados. |
| Cloro | Hojas marchitadas, clorosis, necrosis, enanismo, raíces engrosadas. |
| Cobre | Las hojas jóvenes se vuelven de color verde oscuro, enrolladas y marchitas; planta se muestra raquítica. |
| Hierro | Clorosis intervenal de un color amarillento afectando primero a hojas jóvenes. |
| Manganeso | Clorosis intervenal manifestandose primero en hojas viejas; necrosis comunes en forma de parches. |
| Molibdeno | Amarillamiento general de hojas viejas (parte inferior de la planta); clorosis o enrollamiento de hojas jóvenes. |
| Zinc | Clorosis, hojas reducidas y amarillamiento intervenal en hojas nuevas; márgenes de las hojas muy distorsionados; hojas adultas son las más afectadas. |
| Macronutrientes | Características |
| Azufre | Clorosis intervenal, hojas jóvenes amarillentas seguidas por las viejas. |
| Calcio | Hojas nuevas en el ápice de la planta distorsionadas o con forma irregular. Causa pudrición apical. |
| Fósforo | Enanismo, madurez de la planta retrasada; pigmentación verde oscura; puntas de las hojas aparecen quemadas |
| Magnesio | Clorosis y enrojecimiento de las hojas en los bordes dejando una punta de flecha verde en el centro de la hoja. |
| Nitrógeno | Clorosis general, enanismo; amarillamiento en hojas viejas, el resto de la planta de color verde claro. |
| Potasio | Clorosis y necrosis; hojas viejas se marchitan, se ven abrasadas; debilitamiento en tallos y raíces. |

En se ubicarán transectos en aquellas en todo el area del bofedal. Las mediciones se realizarán en transectos lineales de 10 mt. Para cada uno de ellos se calculará el porcentaje de cobertura absoluta de las especies. Se registrarán los taxa que interceptaron la huincha en puntos ubicados cada 0,1 m de distancia, proyectando en cada punto una línea perpendicular al transecto y al suelo. Asumiendo que la probabilidad de que un taxa intercepte la huincha es función de la cobertura (Mueller-Dumbois & ElleMBERG 1974, “*método del intercepto de puntos*”) se calculará:

$$\text{Cobertura absoluta de una especie (\%)} = \frac{\text{Total de veces que una especie intercepta la huincha en un punto determinado en un transecto}}{\text{Nº de puntos de intercepción por transecto}} \times 100$$

$$\text{Cobertura absoluta de un transecto (\%)} = \text{Sumatoria de las coberturas absolutas de todas las especies presentes en un transecto determinado}$$

$$\text{Promedio de la cobertura absoluta del sector (\%)} = \frac{\text{Sumatoria de los porcentajes de cobertura absoluta de todos los transectos de un sector}}{\text{Nº de transectos por sector}}$$

Los datos se analizarán estadísticamente utilizando análisis de varianza de dos vías, dados los factores de sitio y período. Se intentará establecer la interacción entre factores y la significancia estadística ($P < 0,005$) de éstos frente a la posible modificación en el tiempo de riqueza de taxa y cobertura vegetal.

- Caracterización de Fauna Terrestre

La caracterización será de tipo cualitativo-cuantitativo en campañas trimestrales de terreno y para cada punto de muestreo se registrarán las coordenadas, para su evaluación temporal. Los componentes a caracterizar son: anfibios y reptiles, aves, mamíferos y quirópteros. La metodología de muestreo por componente se encuentra en el Anexo III para anfibios y reptiles, Anexo VI para aves, Anexo V para mamíferos.

4.3.2 ESTUDIO DE EROSIÓN DE SUELOS

Para la estimación de erosión se ubicarán una grilla de estacas graduadas (milimetradas) las cuales serán medidas de manera semestral (invierno y verano), de esta manera esta manera estimar la pérdida de suelo en diferentes partes de la quebrada.

4.3.3 CALIDAD DE AGUA Y BIOTA ACUÁTICA

En general, la diversidad biológica y la calidad de los hábitats en los cuerpos de agua se encuentran estrechamente relacionados (Raven *et al.*, 1998). El hábitat incorpora todos los constituyentes tanto físicos como químicos, los que son reflejados finalmente en la comunidad biológica.

Descripciones generales de cada uno de los sitios, caracterizaciones físicas, evaluaciones de la calidad del agua y evaluación visual del cuerpo de agua y mediciones cuantitativas proveen una descripción integrada de varios de los factores que están influenciando la condición biológica del sistema. Para caracterizar el hábitat se realizará una descripción integrada de cada uno de los puntos de muestreo, con el propósito de determinar el estado de los factores abióticos que están influyendo en el hábitat de la biota acuática. Estos factores incluyen aspectos como profundidad, sustrato dominante, presencia de refugio, morfología del cuerpo, presencia de vegetación acuática y ribereña, uso de suelo adyacente, etc.

Además del hábitat físico, se considera una caracterización de la calidad de agua en los distintos sitios evaluados (tres puntos de monitoreo). La Tabla 9 presenta los parámetros a evaluar y la metodología analítica in situ. Se considera la instalación de sensores (solinist) continuos de temperatura y conductividad eléctrica.

Tabla 9. Parámetros insitu físicos y químicos a analizar y su respectivo método de análisis en aguas.

| Parámetros in situ | Metodología |
|--|---|
| CE y Salinidad | PTL-24, procedimiento de determinación de CE-salinidad basado en el manual del equipo multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods, Ed 21 (2005). Método 2510 B. |
| pH | PTL-22, procedimiento de determinación de pH basado en el manual del equipo multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods, Ed 21 (2005). Método 4500-H+ B. |
| Oxígeno disuelto y saturación de oxígeno | PTL-23, procedimiento de determinación de oxígeno disuelto basado en el manual del equipo multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods, Ed 21 (2005). Método 4500-O G. |
| Temperatura | PTL-26, procedimiento de determinación de temperatura basado en el manual del equipo multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods, Ed 21 (2005). Método 2520 B. |

Además se considera evaluar las características fisicoquímicas del bofedal, tanto en columna de agua como en sedimentos, para esto se utilizará la misma metodología y parámetros definidos en la ETAPA 1.

5 ENTREGABLES

La presente propuesta incluye los siguientes productos:

- Etapa I: Informe consolidado de diagnóstico del sistema
- Etapa II: Informe de Diseño e Implementación
- Etapa III: Informe trimestral de calidad de agua, biota, erosión y estado de implementación de las medidas e Informe mensual de variables meteorológicas, humedad de suelo y potencial mátrico.

6 CRONOGRAMA

El programa general de trabajo para la ejecución de los servicios del contrato se elaboró considerando 3 campañas de terreno y 12 meses de contrato. Para la presente propuesta se supuso como semana 1 aquella correspondiente a la fecha de adjudicación, en Septiembre de 2017 (fecha sujeta a autorizaciones por parte de CMDIC).

En el caso de que se retrasara la fecha de adjudicación, se retrasan proporcionalmente todos los hitos subsiguientes.

| Etapas | Cronograma | sep-17 | | | | oct-17 | | | | nov-17 | | | | dic-17 | | | | ene-18 | | | | feb-18 | | | | mar-18 | | | | abr-18 | | | | may-18 | | | | jun-18 | | | | jul-18 | | | | ago-18 | | | | sep-18 | | | | oct-18 | | | |
|---------|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|--|--|--|--------|--|--|--|--------|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| Etapa 1 | Revisión de antecedentes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Calidad de agua | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Estabilidad de quebrada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Informe Etapa 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapa 2 | Topografía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Estudio de suelos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Trabajos de mejora de topografía del área | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Diseño Sistema de riego | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Adquisición de equipos de monitoreo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Implementación sistema de monitoreo in situ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Adquisición de materiales de riego | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Construcción sistema de riego | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Propagación especies nativas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento terreno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapa 3 | Monitoreo Fauna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Monitoreo Flora y vegetación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Monitoreo Calidad de agua | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Monitoreo erosión | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Informe trimestral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

7 ANEXO I. ANFIBIOS Y REPTILES

| Metodología de Muestreo de Anfibios y Reptiles | |
|--|---|
| Método | Transectos |
| Tamaño | 200 m x 3 m |
| Descripción | El objeto de muestreo corresponde a una banda de muestreo de 200 m x 3 m, sobre la que se procede a la toma de los datos. Se basa en el análisis en detalle de una determinada superficie, considerada representativa de una zona más amplia, a la que se extrapolan los datos. Se registran las coordenadas para su evaluación temporal. |
| Procedimiento | Se realizan recorridos pedestres de cada transecto y registrar todo indicio de algún individuo a lo largo de este recorrido. Se recorren las partes húmedas (lagunas, ríos y vertientes), donde se remueven piedras, troncos o elementos que presenten condición de hábitat. En tanto, para reptiles se recorrerán los transectos removiendo piedras y observando posibles sitios de avistamiento. Se busca identificar a estos organismos a través de la observación directa de los ejemplares y/o de manera indirecta mediante la detección de huellas sobre sustratos adecuados para la impresión de las mismas, así como también la localización de fecas, marcas de huellas. Se registra riqueza y abundancia de especies. |
| Método Complementario | Complementariamente y según lo definido por la GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Componente Ambiental Fauna Silvestre (SAG 2010), se utilizará sistemas de play-back (respuesta a grabaciones). Son reproducciones de llamados de anfibios buscando una respuesta, durante el atardecer. Se mide la presencia o ausencia de respuesta de una especie a las llamadas. |
| Equipo | Guías de campo para reconocimiento de especies. Cámara Fotográfica Equipo de reproducción de audio, play back especies objetivo |
| Profesionales | Profesional de Fauna Técnico |
| Resultado | Catastro de Anfibios y Reptiles en el transecto Fotografías de organismos o signos de estos |

8 ANEXO II. AVES

| Metodología de Muestreo de Aves | |
|---------------------------------|--|
| Método | Estaciones de Observación y Escucha de Aves |
| Descripción | Se establecen estaciones de observación y escucha de aves, que corresponde a un punto fijo donde se registra todas las aves vistas y oídas. Se registran las coordenadas para su evaluación temporal. |
| Procedimiento | En cada estación se permanece por lo menos 10 minutos y se contabiliza todos los ejemplares presentes en el área. La observación en estaciones se completará con una caminata pedestre por el área. Además se considerará la caracterización de los siguientes parámetros poblacionales: <ul style="list-style-type: none"> - Número de individuos observados (Abundancia) - Hábitat utilizado (Distribución de especies) - Uso del hábitat - Especies presentes (Diversidad) |
| Método Complementario | Complementariamente y según lo definido por la GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Componente Ambiental Fauna Silvestre (SAG 2010), se utilizará sistemas de play-back (respuesta a grabaciones). Son reproducciones de vocalizaciones de aves buscando una respuesta. Se mide la presencia o ausencia de respuesta de una especie a las vocalizaciones. |
| Equipo | Guías de campo para reconocimiento de especies. Cámara Fotográfica Equipo de reproducción de audio, play back especies objetivo Binoculares 10 x 50 y/o telescopio (15-60 x 60) |
| Profesionales | Profesional de Fauna Técnico |
| Resultado | Catastro de Aves en los sitios de muestreo Fotografías de organismos o signos de estos |

9 ANEXO III. MAMÍFEROS

| Metodología de Muestreo de Mamíferos | |
|--------------------------------------|---|
| Método | Transectos |
| Tamaño | 200 m x 3 m |
| Descripción | El objeto de muestreo corresponde a una banda de muestreo de 200 m x 3 m, sobre la que se procede a la toma de los datos. Se basa en el análisis en detalle de una determinada superficie, considerada representativa de una zona más amplia, a la que se extrapolan los datos. Se registran las coordenadas para su evaluación temporal. |
| Procedimiento | La metodología consiste en realizar recorridos pedestres de cada transecto y registrar todo indicio de algún individuo a lo largo de este recorrido. Se busca identificar a estos organismos a través de la observación directa de los ejemplares y/o de manera indirecta mediante la detección de huellas sobre sustratos adecuados para la impresión de las mismas, así como también la localización de fecas, marcas de huellas, madrigueras o excavaciones. |
| Método Complementario | Para identificar especies de micromamíferos, se realizar trampeos nocturnos asistemáticos y dirigidos, utilizando trampas Sherman. Las trampas serán cebadas con semillas, y se colocarán en distintos ambientes, en lugares donde se detecten signos de actividad de micromamíferos. La captura de ejemplares deberá contar con la debida autorización por parte del Servicio Agrícola y Ganadero. |
| | Para especies elusivas, de hábitos nocturnos o de difícil detección se utilizara cámaras trampa, cámaras fotográficas con un sensor infrarrojo que se activa ante el movimiento. Se instalarán en áreas estratégicas, como madrigueras, caminos, o zonas donde se observe actividad, durante tres días consecutivos |
| | En complemento se instalan Estaciones Olfativas, círculos de tierra de sustrato adecuado para la impresión de huellas con un cebo en el centro. Las estaciones se ubican abarcando estratégicamente toda el área de estudio. Se revisan luego de un día de su instalación. |
| Equipo | Guías de campo para reconocimiento de especies. Cámara Fotográfica Cámaras trampas |
| Profesionales | Profesional de Fauna Técnico |
| Resultado | Catastro de Mamíferos en el transecto Fotografías de organismos o signos de estos |