



1700

ORD. A-N° _____/

ANT.: Ord. N° 69 recepcionado con fecha 11 de noviembre de 2019.

MAT.: Solicitud de antecedentes en relación al proyecto "Remediación de Suelos para la Reparación y Rehabilitación de la Vía Férrea Arica-Visviri".



ARICA,

29 NOV 2019

DE: SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

A: SR. SEBASTIAN Riestra López
JEFE DE LA DIVISIÓN DE SANCIÓN Y CUMPLIMIENTO (S)
SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
TEATINOS N° 280, PISO 8 Y 9
SANTIAGO

En atención a documento citado en el antecedente, adjunto los siguientes informes solicitados:

- 1.- Copia del informe técnico "Estudio Hidrogeológico, Estación Puquios, XV Región", Ferrocarril Arica la Paz.
- 2.- Copia del Plan de Cierre del Depósito de Puquios, el cual contiene el programa de control y monitoreo del Depósito de Seguridad, el cual se efectuaría durante los años 2017, 2018 y 2019 en los meses de abril y octubre.
- 3.- Monitoreos efectuados por EFE durante los años 2018 y 2019, respecto al depósito de seguridad de Puquios.
- 4.- Puedo informar a usted que se ha dado cumplimiento a lo establecido en la Resolución Sanitaria N° A/ 282 de 23 de febrero de 2017, recepcionando los programas de control y monitoreos efectuados por el Titular durante los años 2017, 2018 y 2019, realizándose la última fiscalización a dicho depósito el 09 de mayo de 2018, en compañía de Fiscalizadores de la SMA, además se agendará una nueva fiscalización durante el presente año con la finalidad de reevaluar el programa que fue solicitado en la citada Resolución Sanitaria.

Saluda atentamente a usted,



[Handwritten Signature]
JORGE GUERRA COLLAO
SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD (S)
REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

[Handwritten Signature]
RES/MSE
DAS INT. N° 480 (28.11.2019)
DISTRIBUCIÓN:

- JEFE DE LA DIVISIÓN DE SANCIÓN Y CUMPLIMIENTO (S)
- c.c.:
- Departamento Acción Sanitaria
- U.T. Salud Ambiental y SEIA
- Oficina de Partes



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO,
ESTACION PUQUIOS, XV REGION

INFORME TECNICO

013-0650-VGS-IT

MEMORANDUM TECNICO

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO,
ESTACION PUQUIOS, XV REGION**

FERROCARRIL ARICA LA PAZ

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Paul Mansfield", written over a horizontal line.

Paul Mansfield
Hidrogeólogo Senior,
VAI Groundwater Solutions

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Juan Carlos Roa", written over a horizontal line.

Juan Carlos Roa
Hidrogeólogo de Proyectos,
VAI Groundwater Solutions

Asunto : "Estudio hidrogeológico, Estación Puquios, XV región"

Fecha : 13 de agosto de 2013

Para : Juan Matias Trevizan, Ferrocarril Arica - La Paz, FCALP S.A.

De : Paul Mansfield, VAI Groundwater Solutions

1. Introducción

La empresa Ferrocarril Arica - La Paz (FCALP S.A.) tiene un relleno de residuos peligrosos, específicamente suelo contaminado con plomo (Pb) ubicado en el sector de la estación Puquios, a 86 Km desde la ciudad de Arica. Actualmente, existe un requerimiento de la Autoridad Sanitaria de la Cuidad, quien exige lo siguiente:

1. Presentar un estudio técnico específico firmado por un profesional geólogo, que argumente técnicamente y concluya la inexistencia de agua subterránea en el área de influencia.
2. En caso de existir presencia de agua subterránea se deberá proponer un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea como se refiere la letra f del Art. 56 del DS N° 148 del MINSAL.

No existe registro de pozos o sondajes en el sector y no hay otros antecedentes más que la hidrología e hidrogeología levantada en este proyecto.

FCALP solicitó a VAI Groundwater Solutions (VAI) realizar un estudio hidrogeológico a través de una prospección geofísica para investigar la presencia de un acuífero en el sector del depósito.

Este memorándum técnico presenta los resultados del estudio geofísico de tomografía eléctrica en conjunto con las observaciones de una visita a terreno y los antecedentes hidrogeológicos disponibles para el proyecto.

2. Objetivos y alcance del trabajo

El objetivo es realizar un estudio hidrogeológico para determinar la presencia de un acuífero en el sector del relleno de residuos peligrosos. El alcance del trabajo incluye lo siguiente:

- Análisis de antecedentes geológicos e hidrogeológicos disponibles en el sector.
- Realizar una inspección del sitio para determinar sus principales características y ubicar una línea geofísica.

- Realizar un levantamiento geofísico de tomografía eléctrica (un perfil) para determinar la presencia de una napa subterránea.
- En el caso que se identifique la presencia de un sistema de aguas subterránea proponer una red de monitoreo del mismo.

3. Antecedentes - entorno del proyecto

3.1 Introducción

Los antecedentes de la geología, hidrología e hidrogeología del sector del proyecto revisados son:

1. Andalué Ambiental S.A. agosto 2010, Hidrogeología Sector Estación Puquios (Anexo B del informe de Ingeniería de Detalle, D. S. Puquios).
2. Antecedentes complementarios, (sin fecha) Proyecto Ingeniería de Detalle, Depósito de Seguridad, Estación Puquios.
3. IDIEM, 22 de julio 2010, Informe No. 49.059, estratigráficos, depósito de residuos, Puquios P 3910.
4. Ord. N° A 132/2012, 18 de julio 2012, Informe de Observaciones Visita Inspectiva Relleno Seguridad Puquios. Complemento Respuesta al Acta de Observaciones.
5. SRK Consulting, Octubre de 2009, Estudio de Impacto Ambiental (EIA), Capítulo 5.2 Medio Físico. Proyecto de Exploración Minera Catanave.
6. SGA, agosto de 2011, Estudio de Impacto Ambiental (EIA), Capítulo 2 Línea Base. Proyecto Manganese Los Plumas, Minera Hemisferio Sur.

3.2 Entorno topográfico y geomorfológico

El depósito de seguridad de Puquios está ubicado en un sector de pequeños cerros y planicies sedimentarias de baja pendiente topográfica, a una altura de 3.750 metros sobre el nivel de mar (msnm), (Figura 1).



Figura 1 Ubicación del depósito de seguridad, Estación Puquios

3.3 Hidrología

El sitio está ubicado en un sector de dos quebradas pequeñas que drenan en dirección NW-SE hacia el depósito (Figura 2). Las quebradas están asociadas con dos sub-cuencas de área aproximada de 0,83 y 0,80 Km², respectivamente (Figura 2). El sitio está caracterizado por la escases de vegetación, típicamente asociada con la cordillera de los andes en el desierto atacama del norte de Chile (Figura 3).

Se observa en la quebrada ubicada hacia el norte del depósito que existe un cambio en la cobertura del suelo, con la existencia de afloramiento de roca volcánica (ignimbrita) por el lado este y material arenoso por el lado oeste (Figura 3).

Durante la visita a terreno no se observa evidencia de escorrentía superficial importante en las quebradas, no se observó un grado de erosión importante. Esto coincide con la pequeña superficie de cada sub-cuenca que limita la generación de escorrentía superficial (Figura 2).

La quebrada poniente cuenta con una obra para conducir los escurrimientos aguas abajo y hacia el poniente, y la quebrada al oriente del sitio, se encuentra delimitada y conducida hacia el sur, por el terraplén de la línea en el patio de maniobras de la estación.

MEMORANDUM TECNICO
N°013-0650 Puquios FCALP



La falta de evidencia de vegetación y canales de erosión en las quebradas muestra que los eventos de precipitación son escasos y no se genera un escurrimiento superficial importante en el sector, esto también limita las posibles infiltraciones.

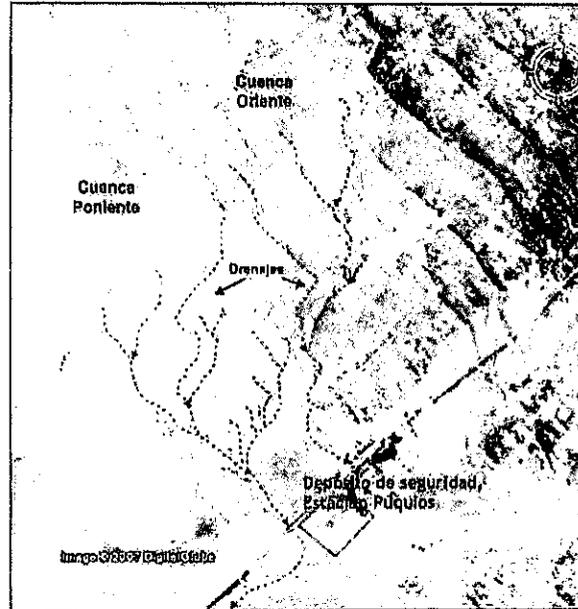
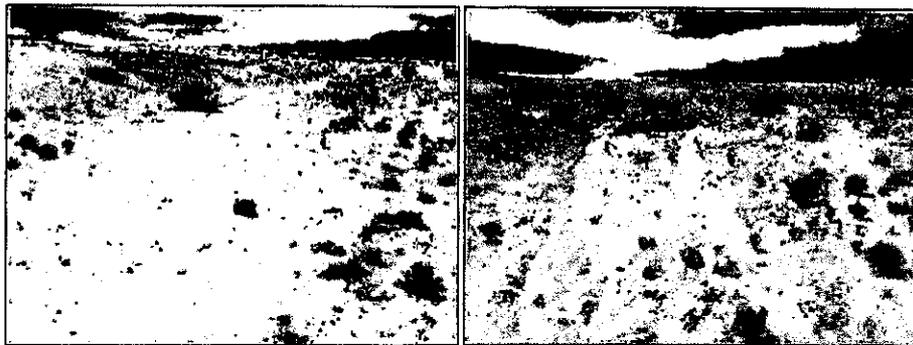


Figura 2 Características hidroiológicas del sector de depósito de seguridad



Se observa un cambio en el cobertura del suelo

La vegetación es escasa y de color verde-cafe



No hay evidencia de una escurrimiento de agua importante, no hay evidencia de canales de erosión en las quebradas

Figura 3 Características de las quebradas del sector del depósito de seguridad

3.3 Meteorología

El sector del depósito corresponde a un clima de Estepa de Altura (BSH). El clima de la meseta altiplánica se caracteriza por presentar los efectos propios de la altura con bajas temperaturas, humedad, presión y densidad del aire.

Las precipitaciones más importantes ocurren en las tardes de verano (meses de diciembre a marzo), son de origen convectivo, provenientes de nubosidad producida por el ascenso de masas de aire cargadas de humedad por la ladera oriental de Los Andes, provenientes de la cuenca amazónica y del Atlántico (invierno altiplánico).

Según información presentada en el EIA del Proyecto Manganese Los Plumas, la estación meteorológica de la DGA ubicada en Putre, a una elevación de 3.545 msnm registró una precipitación media anual de 236 mm/año. La Figura 4 muestra la distribución de la precipitación mensual, donde se observa que durante los meses de diciembre a febrero

www.vaigs.com

Avda. Providencia 1476, Of. 702
Providencia, Santiago, Chile

las precipitaciones superan los 70 mm y durante los meses de mayo a septiembre las precipitaciones no exceden 1 mm.

Según los datos de la estación de Putre se estima una precipitación máxima mensual en 24 horas de 47 mm (SRK Consulting, EIA, Proyecto Minera Catanave octubre 2009).

Con relación a las tasas de evaporación de la estación de Putre se observa entre 120 y 200 mm/mes, con una evaporación anual de 1976 mm. El registro muestra claramente que la evaporación excede ampliamente las tasas de precipitación mensual y por lo tanto solamente se produce recarga durante los eventos esporádicos, muy intensos que tiene la capacidad de generar escorrentía e infiltración.

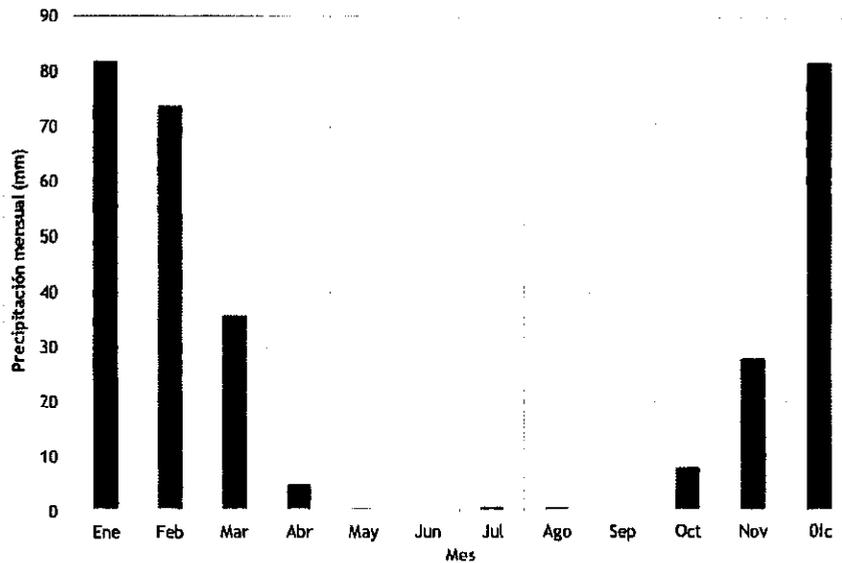


Figura 4 Distribución de precipitaciones mensuales, estación Putre

3.4 Geología

Como se indica en el mapa geológico de la Hoja Arica (Figura 5) de García et al (2004), el sitio del depósito de seguridad se encuentra en el sector cubierto por materiales aluviales, que corresponden a gravas y brechas, mal seccionadas, semi-consolidadas matriz soportadas con intercalaciones de arenas, limos y arcillas. El depósito está ubicado hacia el oeste del Anticlinal Huaylillas relacionado con una estructura NW-SE que corta a la Ignimbríta Lauca (PII).

Los depósitos aluviales podrían constituir un acuífero potencialmente potente si se encuentran saturado, sin embargo, de corresponder a una zona no saturada podría ser

una zona potente para atenuar cualquier infiltración potencial desde el depósito de seguridad.

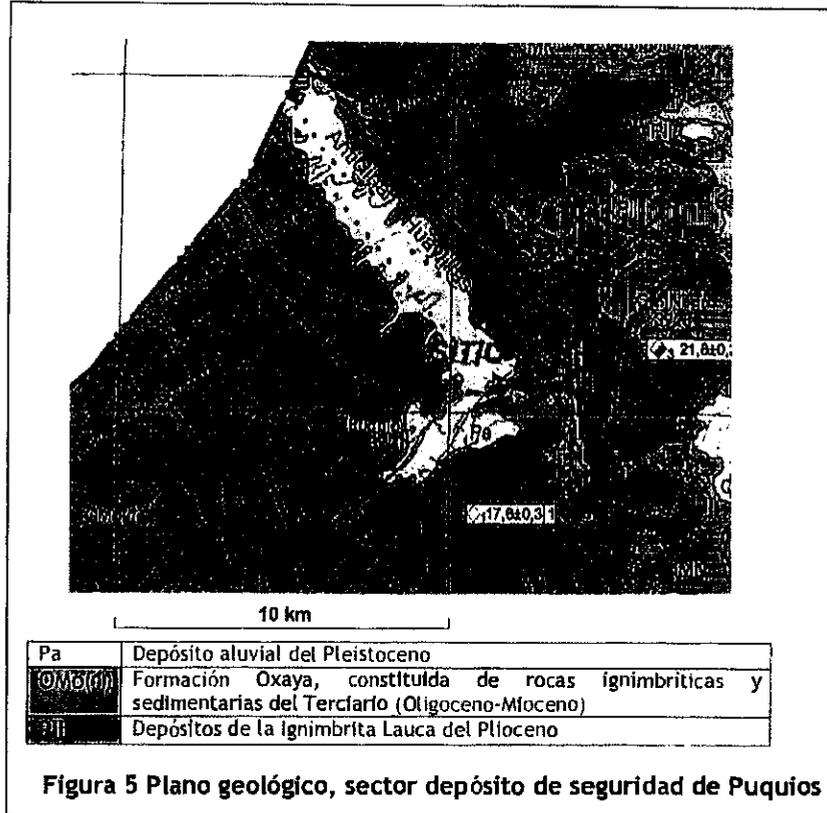


Figura 5 Plano geológico, sector depósito de seguridad de Puquios

3.5 Hidrogeología

El sector de la estación Puquios se caracteriza por ser un zona de escasa recarga de agua subterránea por las bajas precipitaciones y las altas tasas de evaporación. Durante los meses de verano las precipitaciones generadas por el invierno altiplánico tienen el potencial de generar infiltración de agua hacia el sub-suelo, eventualmente produciéndose una recarga hacia el sistema de agua subterránea. Sin embargo, estos eventos son muy esporádicos y dada las altas tasas de evaporación que excede significativamente las tasas de precipitación, la recarga de agua subterránea solamente ocurre durante los eventos más extremos.

También es importante considerar que las sub-cuencas aportantes directamente al sector del depósito tienen una área muy pequeña. En la Tabla 1 se presenta una estimación de la recarga aportante directamente al sector del depósito.

Tabla 1 Estimación de recarga de agua subterránea, sector del proyecto

Area total aportante (Km ²)	Precipitación promedio anual (mm)*	Estimación de infiltración (recarga)	Recarga (m ³ /día)	Recarga (l/s)
1.63	236	5% - 15%	215 - 664	2.5 - 7.5

*cifras generalmente aceptados por la Dirección General de Aguas (DGA) para el norte de Chile.

Los cálculos de la Tabla 1 son muy simplificados y asume que todos los eventos de precipitación producen una infiltración (recarga de agua subterránea) entre 5 y 15%, sin embargo, en realidad solamente algunos de los eventos esporádicos durante los meses de verano podrían generar esta recarga.

Como referencia también se ha calculado la recarga durante un evento de precipitación máxima en 24 horas estimado en el estudio EIA del Proyecto de Exploración Minera Catanave. En dicho estudio se estimó 47 mm para la estación Putre usando la misma suposición de 5 - 15% de recarga, obteniéndose que se podría generar una infiltración de 0.5 a 1.5 l/s durante este evento.

En resumen, la evidencia en el sector del depósito indica que por las características del sitio (topografía e hidrología) y por las escasas precipitaciones es poco probable que exista un acuífero de importancia y de poca profundidad. Para comprobar esta hipótesis se presenta a continuación los resultados del estudio de tomografía eléctrica.

4. Resultados del estudio de tomografía eléctrica

4.1 Introducción

Para investigar la presencia de un acuífero en el sector del depósito de seguridad de la estación Puquios se contrató la empresa Zonge Ingeniería y Geofísica S.A. para realizar un perfil de tomografía eléctrica en el sector aguas abajo del depósito. El perfil fue realizado en terreno los días 24 y 25 de julio. El informe completo se adjunta en el anexo A, a continuación se presenta un análisis e interpretación de los resultados.

4.2 Método

La tomografía resistiva consigue una imagen de la distribución de resistividades del subsuelo en forma remota, es decir, sin disponer de mediciones directas. La información necesaria se registra a través de perfiles de electrodos. A partir de esta información el proceso tomográfico reconstruye la distribución de resistividad dentro del subsuelo, utilizando las propiedades eléctricas del sustrato.

Durante una medición de resistividad se ingresa una corriente continua al subsuelo a través de electrodos. La corriente ingresada levanta un campo eléctrico, cuya distorsión depende de la distribución de resistividades. El potencial del campo distorsionado, registrado en la superficie, es la medida para reconstruir las resistividades.

MEMORANDUM TECNICO N° 013-0650 Puquios FCALP



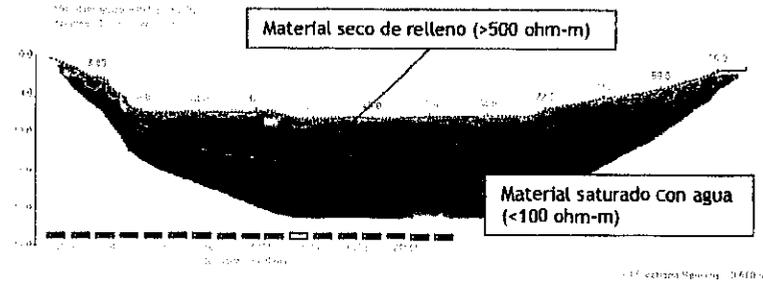
Contactos de los dipolos transmisores fueron preparados con múltiples excavaciones pequeñas (normalmente dos a cuatro) de 1m² por 0.5 m de profundidad y preparado con papel aluminio, abundante agua y sal. Los contactos de los dipolos receptores utilizan una excavación de aproximadamente 30 x 30 cm por una profundidad de 30 cm preparado con agua y un electrodo de solución Cu-CuSO₄.

En un ámbito seco el método de tomografía eléctrica - resistividad permite la identificación de material saturado (acuíferos o sistemas de agua subterránea) por el contraste de las propiedades geoelectricas relativas que se producen entre un material no saturado (resistividades altos a muy altos) y un material saturado (resistividades bajos o muy bajos).

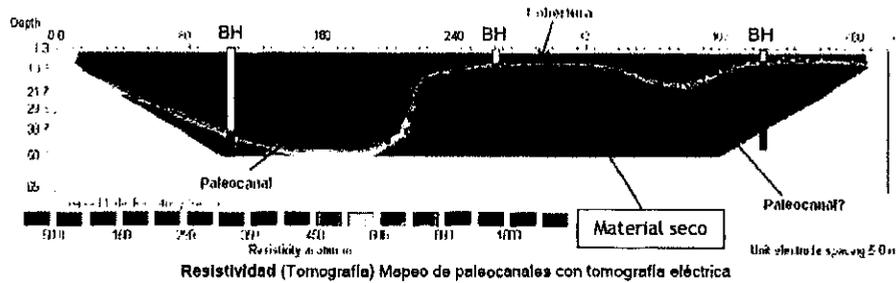
Este método ha sido usado con éxito en el ámbito minero para detectar filtraciones desde instalaciones como tranques de relaves o botaderos de lixiviación en ambientes secos similares al de la estación Puquios. También el método ha sido usado para detectar niveles freáticos, paleocanales y acuíferos en un ambiente seco, como se muestra en los ejemplos en la Figura 6, donde se observa el contraste entre material seco o con poca saturación (>500 ohm-m) y el material con un alto grado de humedad (<100 ohm-m). Es importante destacar que la escala de colores de los ejemplos es inversa a la escala presentada para la línea tomográfica realizada en Puquios, donde los tonos azules indican altas resistividades).

La resistividad de una roca está principalmente controlada por su porosidad / permeabilidad, saturación y salinidad de los fluidos intersticiales. Así, por ejemplo, una roca porosa y permeable, saturada con un fluido salino, normalmente tendría una resistividad menor que un material menos poroso y seco. Mineralización metálica (conductiva) también puede inducir una reducción de la resistividad de una roca.

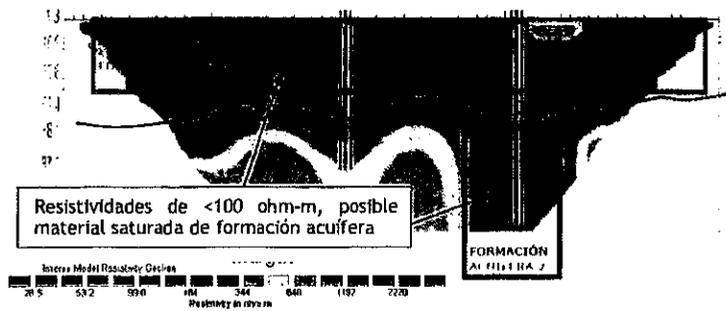
Caso 1: **Ámbito de un nivel freático en una quebrada, norte de Chile**



Caso 2: **identificación de paleocanales**



Caso 3: **Identificación de acuíferos**



Nota: Escala de colores Inversa

Figura 6 Ejemplos del uso de la tomografía eléctrica en Chile

4.3 Ubicación del perfil

La traza del perfil de tomografía se muestra en la Figura 7. Su ubicación fue definida tomando en consideración el sentido de flujo superficial de dirección NE-SW y que debería también corresponder al sentido de flujo de agua subterránea, dado que la piezometría y el sentido de flujo es un reflejo del gradiente topográfico, es decir, el agua subterránea fluye en el mismo sentido que el gradiente topográfico.

De acuerdo con el tipo de material que se encuentra en el sector (relleno aluvial, roca sedimentaria e ignimbrita) la existencia eventual de un acuífero somero tendría una expresión en todo el sector. Por lo que un perfil es representativo de las condiciones geológicas e hidrogeológicas, considerando la similitud que existe con el entorno del depósito de seguridad. El perfil fue ubicado aguas abajo del depósito, para identificar las condiciones del 'receptor' de cualquier infiltración potencial desde esta instalación hacia el sub-suelo.

4.4 Resultados

En la Figura 7 se presenta la ubicación y los resultados de la línea geofísica implementada. Se observan resistividades aparentes en el rango entre 400 y 3000 ohm-m con un valor medio de 1280 ohm-m. Los valores son típicos de materiales de origen sedimentario y volcánica, consiste con la geología del sector.

Se observa un sector en la parte central del perfil con resistividades de >1.000 ohm-m hasta una profundidad de 80 m indicativo de material no saturado, hacia el extremo oeste del perfil las resistividades presentan una disminución de los valores, en el rango de 500 a 700 ohm-m. A profundidades entre 40 m en el extremo norte del perfil y mayores que 100 m en la parte central se observa una migración hacia valores menores a 1.000 ohm-m que podría ser relacionado con un cambio litológico.

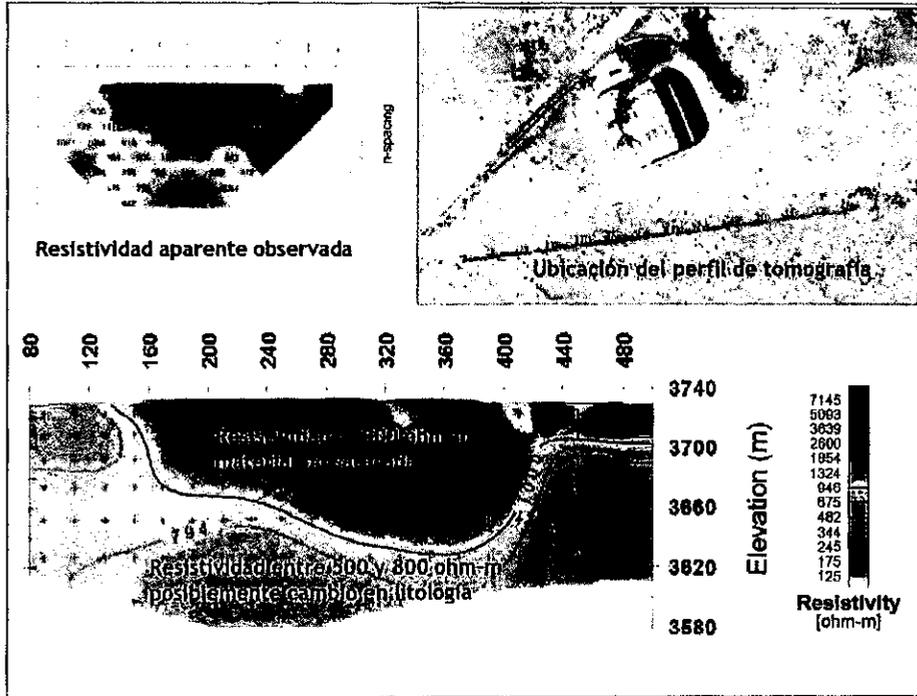


Figura 7 Resultados del perfil de tomografía eléctrica

4.5 Interpretación

De acuerdo con los resultados no se reconoce la presencia de un acuífero en el sector del depósito de seguridad de la estación Puquios. Las resistividades registradas son medias altas (400 a 3000 ohm-m) indicativo de material no saturado o con un grado de saturación muy bajo y que no evidencian la presencia de una napa freática o cuerpo de agua. Los resultados son consistentes con los antecedentes anteriormente presentados, que establecieron la baja probabilidad de la presencia de un acuífero por las características hidrológicas del sector y la baja recarga de agua al sistema subterráneo.

5. Conclusiones

Las conclusiones del estudio hidrogeológico del depósito de seguridad de la estación Puquios son la siguientes:

1. El sector del depósito de seguridad de la estación Puquios se caracteriza por presentar precipitaciones bajas en el orden de 200 mm/año y altas tasas de

MEMORANDUM TECNICO N° 013-0650 Puquios FCALP



evaporación, este comportamiento restringe el desarrollo de las infiltraciones (recarga de agua subterránea).

2. No se observa en el sector del depósito evidencias de una escorrentía superficial importante, debido a que las sub-cuencas que aportan al sector del depósito son pequeñas.
3. Asumiendo tasas de infiltración de 5 a 15% de la totalidad de las precipitaciones anuales se estima una recarga máxima en el orden de 2.5 a 7.5 l/s. Sin embargo, se establece que los eventos que producirían infiltración son muy intensos y muy esporádicos y por ende, eventos menos intensos no producirán infiltración por las altas tasas de evaporación.
4. Los resultados del perfil de tomografía eléctrica indican que no hay presencia de un acuífero en los primeros 100 m bajo el nivel de suelo en el sector del depósito de seguridad.
5. En consecuencia no se considera necesario el desarrollo de un programa de monitoreo de niveles y calidad de agua, dado que el riesgo de contaminación de una napa freática desde el depósito de seguridad es despreciable, establecido a partir de la presencia de una potente capa/cubierta de sedimento no saturado, estimado en >100 m.

APENDICE A

Informe final
Estudio de Resistividad Dipolo-Dipolo en el Proyecto
Estación Puquios, XV Región, Chile
Zonge Ingeniera y Geofísica (Chile) S.A.

29 de Julio de 2013

PLAN DE CIERRE DEPÓSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS

**PROYECTO DE
“REMEDIACIÓN DE SUELOS PARA LA REPARACIÓN Y REHABILITACIÓN DE
LA VÍA FÉRREA ARICA – VISVIRI”**



ENERO 2016

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. ANTECEDENES RESIDUOS DISPUESTOS EN EL DEPÓSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS
3. CONSIDERACIONES DE LA RCA 018/2008
4. MANEJO DE LÍQUIDOS LIXIVIADOS
5. PLAN DE CIERRE DEPÓSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS
6. REGISTRO FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

Como parte fundamental de la ejecución del proyecto “Remediación de suelos para la Reparación y Rehabilitación de la Vía Férrea de Arica – Visviri”, aprobado por la Comisión Regional del Medio Ambiente de Arica y Parinacota mediante la Resolución Exenta N° 18, del 06 de marzo de 2008. Se ha realizado conforme al Permiso Ambiental Sectorial (PAS) N° 93, las etapas de construcción y operación del Depósito de Seguridad de Puquios (Relleno Sanitario), para la disposición final de los suelos contaminados clasificados como residuos peligrosos producto de la remediación objeto de dicho proyecto. Ambas etapas han sido aprobadas por la Autoridad Sanitaria mediante la Resolución Sanitaria N° 1497, de 04 de noviembre de 2010; y la Resolución sanitaria N° 1972, de 22 de octubre de 2013 respectivamente, ambas de la SEREMI de Salud de Arica y Parinacota.

Por consiguiente y habiendo concluido la disposición de residuos en el Depósito de Seguridad de Puquios, a continuación se presentan todos los antecedentes técnicos requeridos por el reglamento en materia (DS N° 148/2003 del Min. De Salud), referente al proceso y plan de cierre de dicho Depósito de Seguridad, presentando ante la Autoridad Sanitaria el siguiente informe y carpeta de antecedentes que dan cuenta de la correcta ejecución de los trabajos.

Finalmente y presentados los antecedentes que aquí se exponen, Ferrocarril de Arica a La Paz S.A. en representación del titular del proyecto, la Empresa de Ferrocarriles del Estado, mediante convenio mandato. Solicita la aprobación del cierre y plan de seguimiento del Depósito de Seguridad de Puquios conforme a la normativa vigente.

2. ANTECEDENES RESIDUOS DISPUESTOS EN EL DEPÓSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS

Conforme al artículo 63 del DS N° 148/2003 del Min. Salud, se presenta la siguiente información:

a) Fecha de recepción, industria o lugar de procedencia y fecha de disposición.

- Fecha de Recepción: No registra, ya que el residuo (suelo contaminado) se encontraba en terrenos de EFE por consecuencia del transporte histórico de minerales a granel entre Bolivia y el Puerto de Arica (1913 – 2001).
- Lugar de procedencia: suelos aledaños a la vía del Ferrocarril de Arica la Paz, de propiedad de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado.
- Fecha de Disposición: desde el 03 de mayo del 2011 al 25 de mayo del 2016

b) Características de peligrosidad del residuo

- El residuo corresponde a tierra contaminada con Plomo (Pb), en concentraciones iguales o superiores a los 400 mg x Kg de tierra (Norma Internacional USEPA, EEUU), el Plomo como sustancia regulada es preventivamente considerado como peligroso por el listado general de la Lista II del artículo 18 del DS 148/2003 del Min. de Salud.

c) Cantidad, peso y volumen

- Cantidad: 100.798 unidades de big bag transportados
- Peso: 146.157 toneladas
- Volumen: 75.661 m³

d) Características físico-químicas

- En el caso de los suelos contaminados del Ferrocarril de Arica a La Paz, corresponde a residuos de sulfuros de plomo (galena). Este sulfuro presenta una consistencia de polvo muy fino que se encuentra entremezclado o adherido a la matriz de suelo natural, que corresponde en general a suelos arenosos de una composición mayoritariamente >95% de partículas menores a 1mm.

e) Tratamiento al que fue sometido antes de la disposición, cuando corresponda.

- El residuo no fue sometido a tratamiento antes de la disposición final, solo consideró las acciones de manejo aprobadas en la RCA N° 018/2008, esto es retiro (escarpe) en el lugar de origen, ensacado, transporte por ferrocarril y disposición final en el Depósito de Seguridad de Puquios.

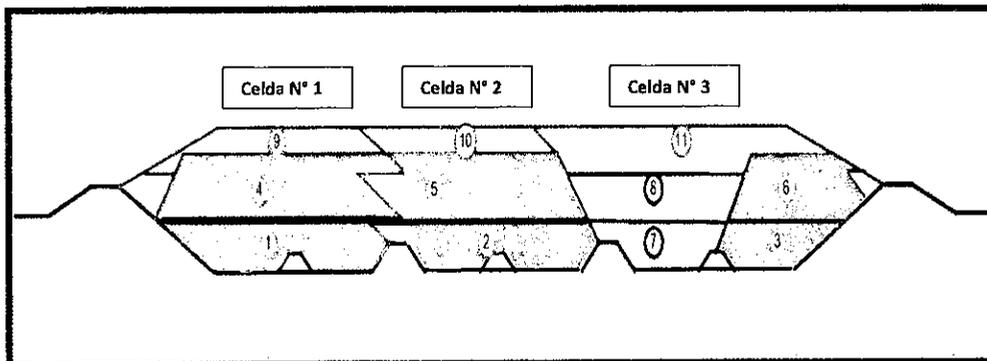
f) Ubicación en la celda en que fue dispuesto.

- De acuerdo al diseño aprobado, el Depósito de Seguridad de Puquios está constituido por tres (3) celdas principales, todas ellas utilizadas para la disposición del residuo señalado anteriormente.

Nota: Disposición de suelos con presencia de hidrocarburos no volátiles:

Conforme a la Resolución Exenta N° 024 del 01 de Junio del 2011 emitida por la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Arica y Parinacota, que aprobó la disposición final de suelos de la Maestranza con presencia de residuos derivados de hidrocarburos en el interior del Depósito de Seguridad de Puquios, como parte del alcance del proyecto de "Remediación de Suelos para la Reparación y Rehabilitación de la vía férrea de Arica – Visviri". Conforme a esta resolución y las consideraciones ahí señaladas, y teniendo en cuenta que según el informe presentado a la Comisión: No se requiere ninguna medida adicional para el manejo de estos suelos ni tratamientos especiales. Ya que, una conclusión importante del estudio es que los suelos no son tóxicos, y sin la presencia de volátiles en ellos no existen riesgos de explosión en el depósito, y su disposición junto a suelos con plomo no representa un riesgo, considerándose adecuada. Se presenta la ubicación segregada del residuo en cuestión dentro de la celda N° 3 niveles 7 y 8 del Depósito de Seguridad, según el siguiente esquema:

Imagen 01: Disposición final de suelos de Maestranza Chinchorro con Hidrocarburos



Niveles 7 y 8 de la celda N° 3 destinado para sacas Hidrocarburos ○

Disposición de sacas con suelo contaminado por plomo ■

Imagen 02: Disposición final de sacas con hidrocarburos levantamiento topográfico

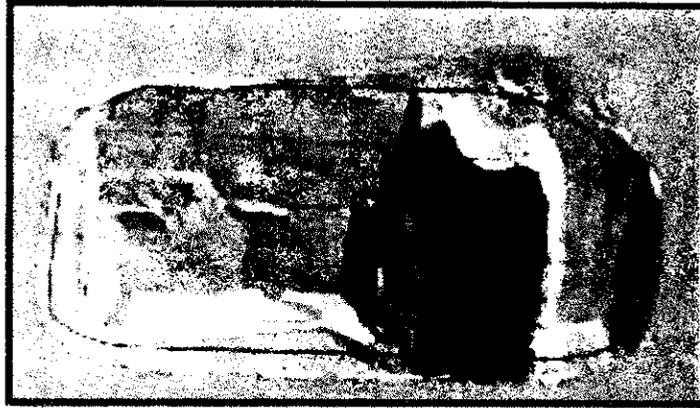


Imagen 03: Separación de sacas con hidrocarburos



3. CONSIDERACIONES DE LA RCA 018/2008

Conforme al considerando 3.16 de la RCA, relativo a la etapa de cierre o abandono, del Depósito de Seguridad, el cierre se hace bajo los siguientes criterios técnicos descritos en los puntos 3.11 y 3.13 de la RCA, y reconocidos en Res. N° 1972, de 22 de octubre de 2013, en la que se da autorización de funcionamiento y cuenta del cumplimiento de las siguientes características constructivas que se reciben, a saber:

3.1. SISTEMA DE IMPERMABILIZACIÓN SUPERFICIAL:

El proyecto contempló un sistema de impermeabilización basal y de taludes compuesto por las siguientes capas (desde abajo hacia arriba):

- Residuo
- Material de cobertura intermedia (tierra) nivelado y compactado (e = 0,3 m)
- Lamina Bentonita (GCL K = 5×10^{-11} m/s)
- Geomembrana de PEAD de un espesor de e = 1,52 mm
- Geonet (espesor 5mm)
- Geotextil (250 gr/m²)
- Material de cobertura final (tierra) nivelado y compactado (e = 0,60 m)

Imagen N° 04: Imagen conceptual del Sistema de Impermeabilización Superficial

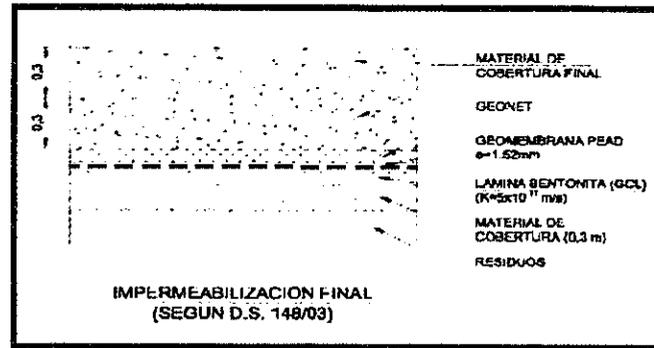
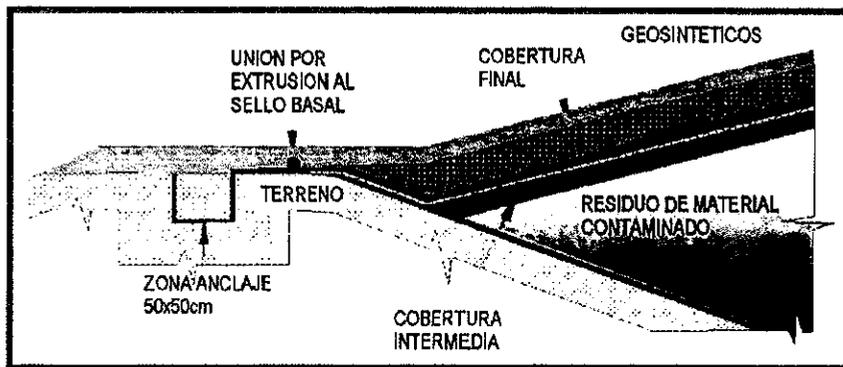


Imagen N° 05: Imagen conceptual Unión de los Sistemas de Impermeabilización Basal y Superficial



La instalación del sistema se ejecutó de acuerdo al siguiente proceso constructivo:

a) Colocación de Cobertura Intermedia:

Se utilizó el material proveniente del proceso de excavación de la etapa de construcción del Depósito de Seguridad de Puquios, conforme al punto 3.13 de la RCA 018/2008. Con el cual se conformó una cobertura de 0,3 m de espesor sobre el último nivel de residuos, respetando las pendientes de su coronamiento y taludes. Como documento de verificación del cumplimiento del diseño del proyecto aprobado, se presenta en la carpeta adjunta el Anexo 05: Protocolo Topográfico Cobertura Intermedia.

b) Instalación Sistema de Impermeabilización Superficial:

Conforme a lo estipulado en el artículo 58, letra h) del DS N° 148/2003 del Min. De Salud, se describe la instalación del Sistema (colocación de las membranas) y se anexan al presente informe los registros de control de calidad, ensayos recomendados por el fabricante y certificados correspondientes.

b.1. Instalación de geocompuesto de bentonita de sodio encapsulado (GCL), la cual va entre dos geotextiles uno tejido y otro no tejido. Los rollos de GCL se montaron traslapados de manera tal que los traslapes no interfieran con el escurrimientos de los líquidos. El rollo aguas arriba va por encima del rollo aguas abajo.

Anexo N° 01: Formulario de Disposición de Geosintéticos de GCL y Control de Calidad

b.2. Instalación de geomembrana de HDPE de 1,5 mm. Las láminas de al menos 6,8 m se instalaron de acuerdo a los procedimientos específicos de montaje estandarizado y se unieron mediante soldadura de cuña cuidando que los traslapes no interfieran con el escurrimiento de las aguas lluvias. Perimetralmente la geomembrana de HDPE se unió mediante extrusión al sistema de impermeabilización basal del Depósito.

Anexo N° 02: Formulario de Disposición de Geosintéticos de HDPE y Control de Calidad

b.3. Instalación de Geonet de 5 mm de espesor. Es una malla drenante tridimensional fabricada de resina de HDPE. La unión de los distintos paneles de la malla drenante fue traslapado en 10 cm entre cada paño, uniéndolos mecánicamente con amarras plásticas de HDPE.

Anexo N° 03: Formulario de Disposición de Geosintéticos de Geonet y Control de Calidad

b.4. Instalación de Geotextil de 250 gr/m². Es un revestimiento de cierre no tejido fabricado mediante proceso de punzado compuesto en 100% de fibras de polipropileno estabilizado a la radiación UV. Los geotextiles fueron unidos mediante fusión térmica con soplador de aire caliente, y se utilizó un traslape mínimo de 15 cm entre los distintos paneles. Esta capa superior actúa como filtro evitando el ingreso de partículas de suelo al interior de la malla.

Anexo N° 04: Formulario de Disposición de Geosintéticos de Geotextil y Control de Calidad

c) Colocación de Cobertura Final:

Se utilizó el material proveniente del proceso de excavación de la etapa de construcción del Depósito de Seguridad de Puquios, conforme al punto 3.13 de la RCA 018/2008. Con el cual se conformó una cobertura de 0,6 m de espesor sobre el sistema de impermeabilización superficial. El proceso se realizó mediante la colocación de dos capas. La primera de ellas tuvo una preparación previa, eliminando todo material grueso y presencia de piedras superiores a 1", con el fin de no generar contacto entre el material grueso y los geosintéticos. La colocación de la primera capa se realizó con una metodología adecuada para evitar la generación de arrugas y cuidando de no pisar nunca directamente sobre los materiales. Finalmente la colocación de la segunda capa se consideró un proceso suave de compactación sin vibración más la humectación necesaria para generar una condición mucho más estable de la cobertura.

El proceso constructivo fue realizado en todo momento con control topográfico, respetando las pendientes de su coronamiento y taludes. Como documento de verificación del cumplimiento del diseño del proyecto aprobado, se presenta en la carpeta adjunta el Anexo 05: Protocolo Topográfico Cobertura Final.

d) Ensayos, pruebas y certificados de calidad de materiales e Instalación:

La totalidad de los equipos y materiales utilizados en la obra poseen su manutención y calibración al día, cada equipo y material cuenta con su certificación, los cuales están incorporados en la carpeta de respaldos.

Además la empresa especializada, dispuso de un laboratorio en terreno con los equipos necesarios para la realización de todos los ensayos requeridos durante el proceso de instalación de sistema de impermeabilización superficial del Depósito de Seguridad de Puquios.

Ensayos de puesta en servicio, ensayos destructivos y no destructivos, ensayos de presión de aire en canal de prueba y campana de vacío. Dichos ensayos han quedado registrados en los siguientes anexos y permiten certificar la impermeabilidad de sistema de revestimiento por parte del instalador.

Anexo 06: Prueba de Puesta en Servicio Equipo de Soldadura

Anexo 07: Soldadura por Termofusión (cuña) Uniones de Geomembrana y Ensayos No Destructivos

Anexo 08: Ensayos Destructivos Geomembrana

Anexo 09: Parches Técnicos – Soldadura de Geomembrana por Extrusión, Uniones, Parches y Ensayos No Destructivos

Anexo 10: Parches Reparación – Soldadura de Geomembrana por Extrusión, Uniones, Parches y Ensayos No Destructivos

Anexo 11: Certificación de Personal en Obra

Anexo 12: Certificación de Equipos en Obra

Anexo 13: Certificación de Materiales en Obra

3.2. DIMENSIONES DEL DEPÓSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS

Las dimensiones del Depósito son de 124,5 m x 110,9 m (sin considera camino interior y cierre perimetral). con una altura aproximada de 7,32 m por sobre su dique perimetral. Su capacidad total es de 85.500 m³ para albergar residuos sólidos peligrosos, conforme a los antecedentes presentados en la solicitud de Operación, aprobado por la Resolución Sanitaria N° A/1972 del 22 de octubre del 2013. Finalmente el Depósito de Seguridad de Puquios se cerró con un total efectivo de 75.662 m³. de suelos contaminados, conforme al Anexo 5.1: Protocolo Topográfico N° 102,

Volumen de material contaminado descargado y almacenado en el Deposito de Seguridad de Puquios.

Imagen N° 07: Dimensiones DS Puquios, Altura y Largo.

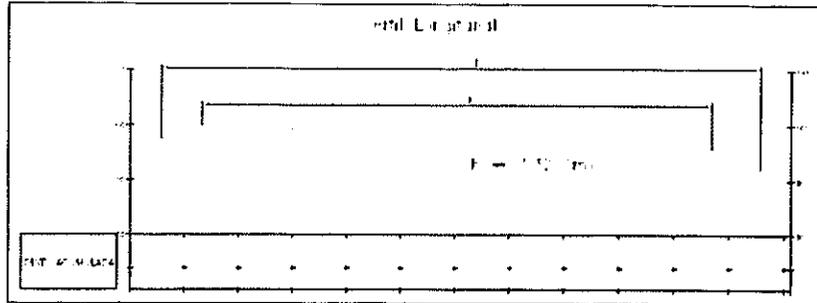
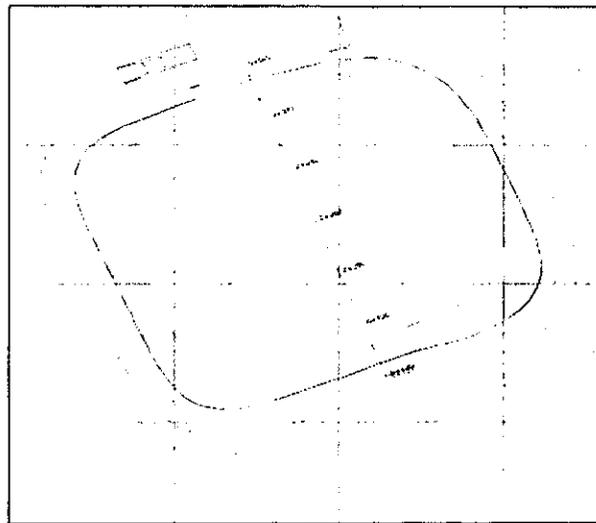


Imagen N° 07: Dimensiones DS Puquios, Ancho.



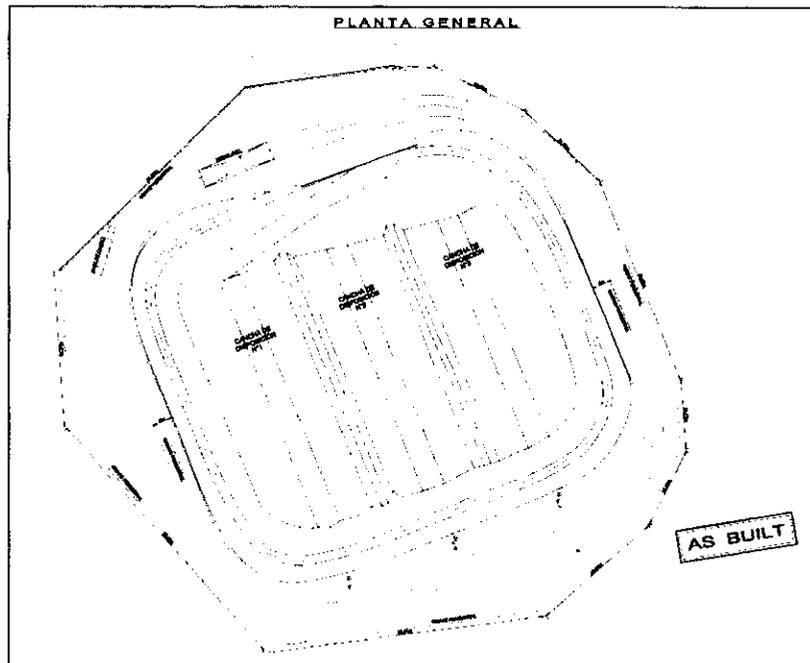
3.3. CIERRE PERIMETRAL

Toda el área del proyecto cuenta en su perímetro con un cerco de una altura de 1,8 m (de acuerdo a la legislación vigente), el cual ha estado presente en todas las etapas del proyecto. En esta etapa en particular se hizo una reubicación del cerco en la zona que estaba considerado para descarga, dándole un cierre perimetral total, tras el término de proceso de transporte y disposición final de los residuos contemplados en el proyecto. (Ver Figura 08: Planta General Depósito de Seguridad de Puquios).

3.4. CAMINO DE ACCESO Y CAMINO INTERIOR

El camino de acceso al Depósito de Seguridad de Puquios, es un camino público de tierra denominado A-135 el cual se utilizó para el acceso de personal, el cual no fue intervenido por el proyecto en ninguna de sus etapas. Para el transporte de residuos, el proyecto consideró el uso de la vía férrea del FCALP. En interior del Depósito se habilitó un camino perimetral, cuyo ancho es de 6 m, el cual posee una pendiente hacia el exterior del depósito, el cual no ha sido modificado en esta etapa de cierre.

Imagen 08: Planta General Depósito de Seguridad de Puquios



3.5. OFICINA DE CONTROL

Conforme a lo especificado en la RCA N° 018/2008, el Depósito de Seguridad de Puquios contó durante su etapa de operación con una oficina de control, así como instalaciones para el personal. Ya finalizada la operación y ejecutado el cierre del Depósito, estas instalaciones se han retirado. No obstante la empresa del Ferrocarril de Arica a La Paz S.A, cuenta en el sector con instalaciones de personal para otros proyectos asociados a la mantención de la vía férrea.

3.6. MANEJO DE AGUAS LLUVIAS

Conforme al punto 3.11.1 de la RCA 018/2008, en cuanto a las obras de manejo de aguas lluvia y escorrentías superficiales, para un adecuado manejo de las precipitaciones, se habilitaron contrapendientes en los caminos y coronamiento del dique perimetral con el propósito de evitar el ingreso de las aguas lluvias desde el exterior. Además, la zona de emplazamiento del relleno es plana, prácticamente sin cuenca aportante. También el diseño final del relleno de seguridad posee pendientes del orden del 5% para permitir el escurrimiento de las aguas lluvia que caigan directamente sobre la masa de residuos y evacuarlas hacia el exterior de la instalación. Debido a estas razones, no se consideró la construcción de canales de captación de aguas lluvia en el perímetro del predio. (Anexo 05: Protocolos Topográficos de Planta, Perfil Longitudinal y Transversal).

4. MANEJO DE LÍQUIDOS LIXIVIADOS

En consideración del artículo 62, del DS N° 148/2003 del Min. De Salud, el Depósito de Seguridad de Puquios ya cerrado por el Sistema de Impermeabilización Superficial, más la colocación de la cobertura final de 0,6 m de tierra, no debería generar líquidos lixiviados. No obstante el plan de seguimiento post cierre que se describe en el punto siguiente, contempla el monitoreo y control de sus cámaras de captación de lixiviados. En el caso de generar, se procederá de acuerdo Plan de Operaciones del Depósito de Seguridad de Puquios, aprobado por la Resolución Sanitaria N° A/1972 del 22 de octubre del 2013.

5. PLAN DE CIERRE DEPÓSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS

Según lo establecido en el artículo 67 del DS N° 148/2003 del Min. De Salud, para el seguimiento, se realizarán los siguientes cuidados y controles especiales para el Depósito de Seguridad de Puquios, por un período de 20 años según se indica:

a) Mantener la integridad de la cobertura y de los sistemas de drenaje superficiales

Se realizará una inspección en forma semestral, tanto de la cobertura final como de los sistemas de drenaje superficiales. Para asegurar la integridad de ambas, las inspecciones se realizarán en forma previa y post invierno altiplánico, en los meses de Abril y Octubre por los primeros 3 años post cierre. Pasado los 3 primeros años se evaluará el comportamiento de los sistemas y se propondrá a la autoridad competente, mantener o modificar el seguimiento para los siguientes 17 años. El titular realizará las mantenciones y/o reparaciones de la cobertura y de los sistemas de drenaje superficiales, de acuerdo a diseño aprobado, en el caso de identificar y verificar daños en dichos sistemas.

b) Mantener y operar los sistemas de monitoreo de aguas subterráneas

Conforme a los antecedentes presentados durante la solicitud de Operación del Depósito de Seguridad de Puquios, se demostró que no existe presencia de aguas subterráneas en la zona a donde se autorizó su emplazamiento. Por tanto no aplica para este caso la mantención u operación de los sistema de monitoreo de aguas subterráneas.

c) Mantener y operar los sistemas de recolección y tratamiento de líquidos lixiviados mientras estos se produzcan

No se considera que se generen líquidos lixiviados una vez cerrado el Depósito de Seguridad, dadas las características del residuo. De todos modos se realizará una inspección visual de forma semestral de los sistemas de recolección. Las inspecciones se realizarán en forma previa y post invierno altiplánico, en los meses de Abril y Octubre por los primeros 3 años post cierre. Pasado los

3 primeros años se evaluará el comportamiento de los sistemas y se propondrá a la autoridad competente, mantener o modificar el seguimiento para los siguientes 17 años. En el caso que existan líquidos lixiviados en las cámaras, este se recirculará humectando la cobertura y camino interior del depósito, conforme al Plan de Operaciones del Depósito de Seguridad de Puquios, aprobado por la Resolución Sanitaria N° A/1972 del 22 de octubre del 2013.

d) Mantener y operar el sistema de control y monitoreo de gases

Dada las características de los residuos albergados al interior del Depósito de Seguridad, presentadas en la Declaración de Impacto Ambiental aprobada por la RCA N° 018/2008, estos no generan gases. Por tanto no aplica para este caso la mantención u operación del sistema de control y monitoreo de gases.

e) Mantener el cierre y el control de acceso de personas ajenas al relleno de seguridad

Para desarrollar esta actividad se instaló señalética de restricción de acceso al recinto, así como se dejó debidamente cerrados (con candados) todos los accesos al interior del Depósito de Seguridad de Puquios. Se realizará una inspección visual semestral para chequear el estado del cerco, el titular deberá repararlo en caso que haya sido afectado. Todo ingreso al Depósito de Seguridad de Puquios deberá estar previamente autorizado por escrito por Ferrocarriles de Arica a La Paz S.A. o bien por la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

f) Colocar y mantener señalización indicando que el sitio fue utilizado para la disposición de residuos peligrosos.

Para desarrollar esta actividad se instaló la señalética que indica lo solicitado. Para asegurar su mantención, se realizará una inspección visual de forma semestral y en el caso de identificar pérdida o daño de la señalética, el titular deberá reponer o reparar lo que haya sido afectado.

Imagen 09: Señalética instalada en el cierre perimetral del Depósito de Seguridad



g) Mantener la superficie del relleno libre de especies vegetales arbóreas o de raíces profundas que puedan afectar las barreras de impermeabilización

Para desarrollar esta actividad se realizará una inspección visual en forma semestral de la cobertura final. Si corresponde se realizarán las mantenciones (retiro de especies vegetales arbóreas o de raíces profundas) y/o reparaciones que se requieran para mantener las condiciones de diseño el sistema de impermeabilización.

Para el caso particular del Depósito de Seguridad de Puquios, solo se espera crecimiento de especies herbáceas y pastos nativos de raíces pequeñas, que favorecen la compactación de la cobertura, evitando la erosión eólica e hídrica. Se propone una evaluación previa en el caso de identificar esta condición, y presentar los antecedentes pertinentes a la autoridad competente.

Nota general 1: Todos los controles, monitoreo y revisiones descritas anteriormente quedaran documentados en oficinas del Ferrocarril de Arica a La Paz S.A. a solicitud de la Autoridad.

Nota general 2: Adicionalmente a lo anterior, se debe mencionar que la estación Puquios del FCALP, es una estación operativa en términos ferroviarios, con presencia regular de trabajadores y supervisores de FCALP, quienes resguardarán siempre la integridad del Depósito de Seguridad de Puquios.

Anexo 14: Programa de control y monitoreo del Depósito de Seguridad de Puquios

AÑO	MES	ACTIVIDADES DE CONTROL Y MONITOREO
2017 al 2019	ABRIL	<p>Control y revisión de la cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje</p> <p>Control y revisión (inspección) del sistema de recolección de líquidos lixiviados, apertura de valvulas de cámaras post invierno altiplánico. En caso de indentificar líquidos se recircularan de acuerdo al manual de operaciones del DS Puquios</p> <p>Inspección del cierre perimetral de todo el perímetro del Depósito de Seguridad y revisión del estado de la señalética, control de candados y mantenciones en caso de ser necesarias</p> <p>Inspección de la cobertura final y verificación del crecimiento de especies vegetales arbóreas de raíces profundas, mantención de la cobertura en caso de ser necesaria.</p> <p>Control y revisión de la cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje</p>
	OCTUBRE	<p>Control y revisión (inspección) del sistema de recolección de líquidos lixiviados, cierre de valvulas de cámaras pre invierno altiplánico. En caso de indentificar líquidos se recircularan de acuerdo al manual de operaciones del DS Puquios</p> <p>Inspección del cierre perimetral de todo el perímetro del Depósito de Seguridad y revisión del estado de la señalética, control de candados y mantenciones en caso de ser necesarias</p> <p>Inspección de la cobertura final y verificación del crecimiento de especies vegetales arbóreas de raíces profundas, mantención de la cobertura en caso de ser necesaria.</p> <p>Tras los 3 primeros años de control y monitoreo se reevaluará el programa y se presentarán las modificaciones pertinentes a la autoridad competente, en caso de ser necesario.</p>

6. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Imagen 10: Transporte y disposición final de últimos Big Bag con residuos

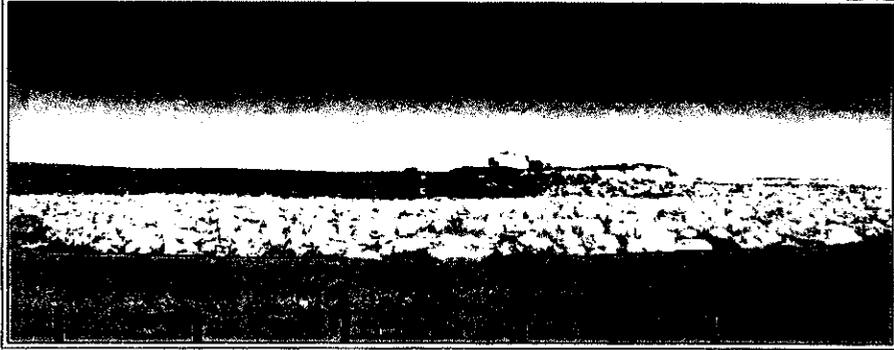


Imagen 11: Corrección geométrica del relleno conforme a diseño



Imagen 12: Colocación de Cobertura intermedia de 0,3 m de espesor

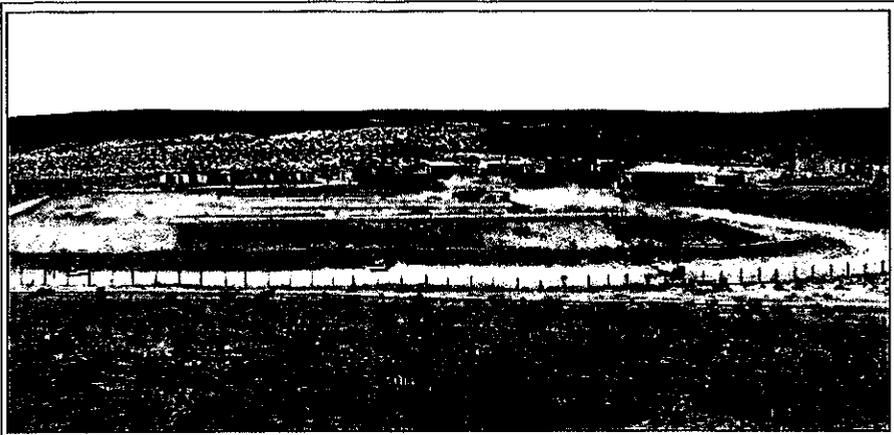


Imagen 13: Colocación de cobertura intermedia en el coronamiento



Imagen 14: Colocación de cobertura intermedia en taludes



Imagen 15: Compactación de cobertura intermedia en el coronamiento

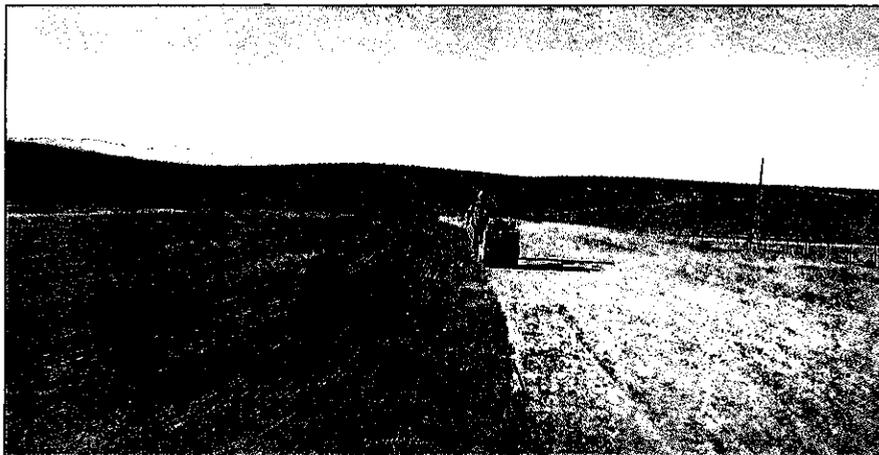


Imagen 16: Compactación de cobertura intermedia en taludes



Imagen 17: Instalación Sistema de Impermeabilización lámina Bentonita GCL K = 5×10^{-11} m/s



Imagen 18 y 19: Instalación Sistema de Impermeabilización Geomembrana de PEAD de $e = 1,52$ mm

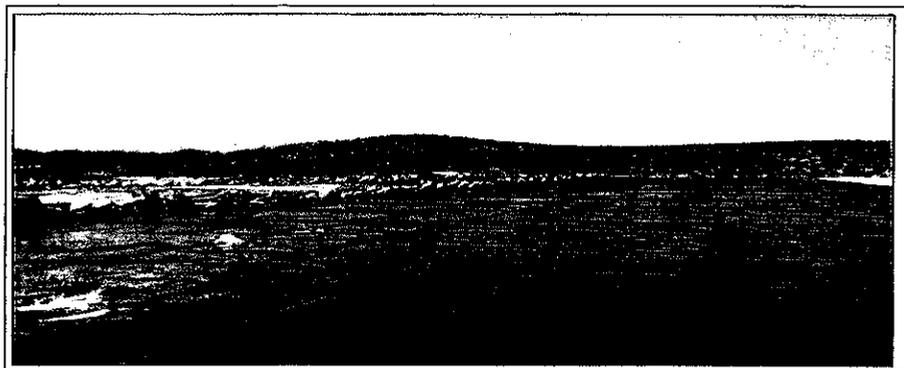
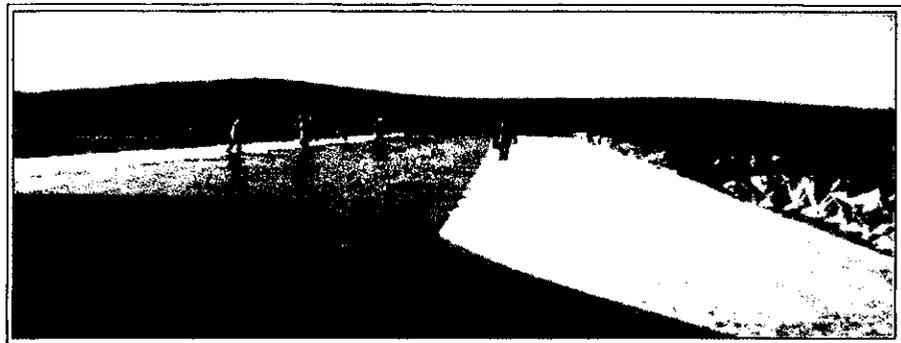


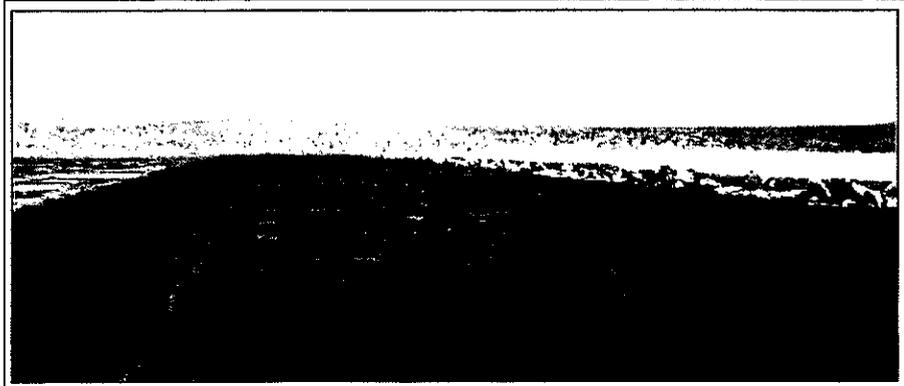
Imagen 20: Soldadura de geomembrana PEAD 1,52 mm por termo fusión



Imagen 21: Soldadura geomembrana basal con superficial por extrusión



Imagen 22 y 23: Instalación Sistema de Impermeabilización de Geonet e = 5mm



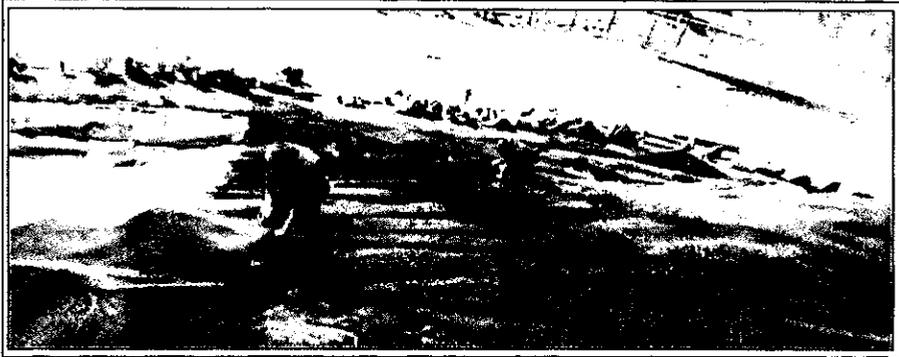


Imagen 24: Instalación Sistema de Impermeabilización de Geotextil de 250 gr/m²



Imagen 25: Soldadura de Geotextil de 250gr/m² por soplador de aire caliente



Imagen 26: Sistema de Impermeabilización Superficial



Imagen 27 y 28: Colocación de cobertura final de 0,60 m de espesor

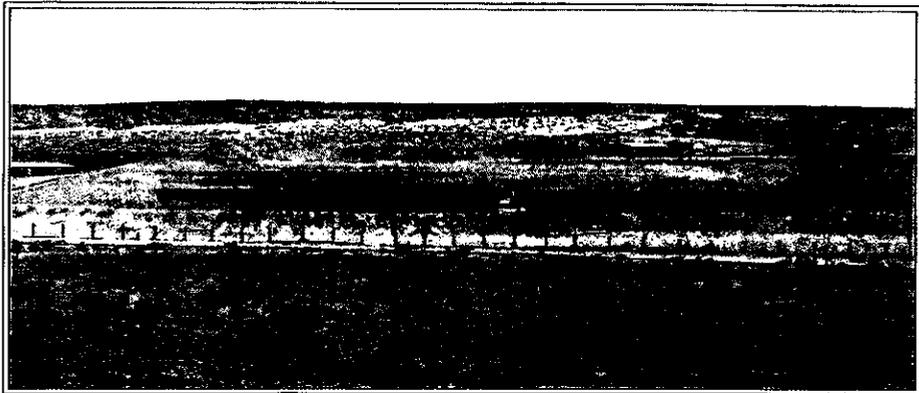
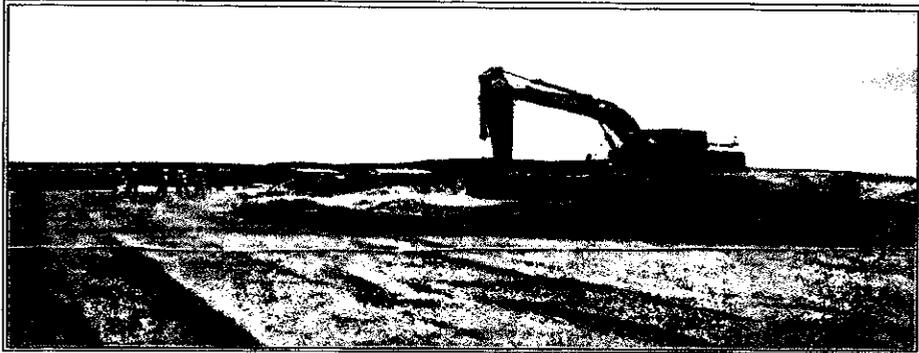


Imagen 29: Condición final Cierre del Depósito de Seguridad Puquios

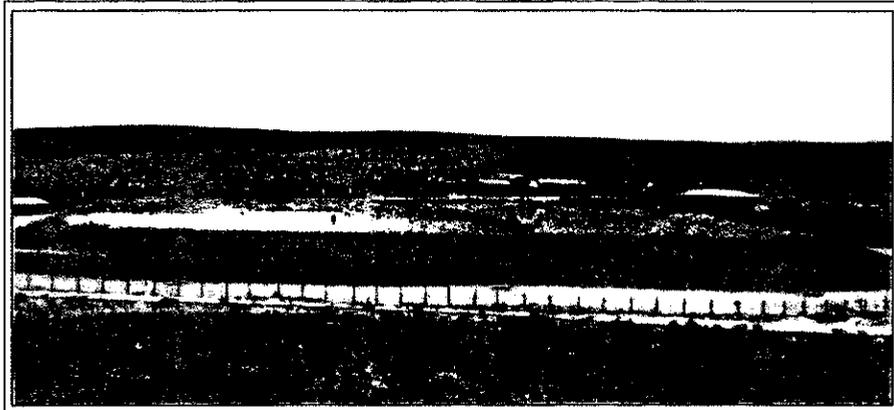


Imagen 30 y 31: Ensayo de tensión para soldadura por extrusión

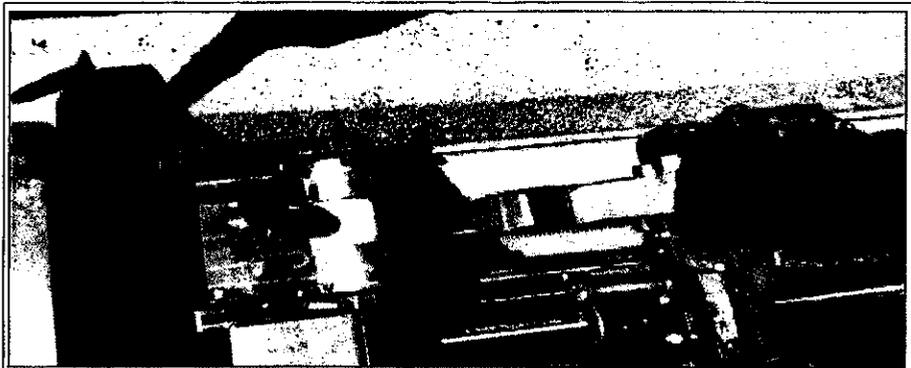




Imagen 32: Ensayo de presión por campana de vacío para soldaduras por extrusión

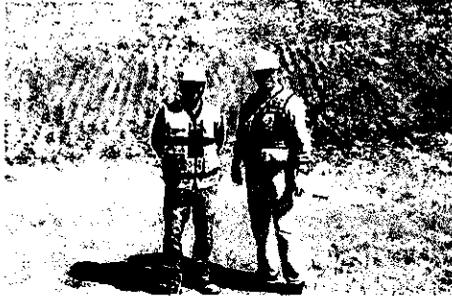


Imagen 33: Ensayo de presión para soldaduras por termo fusión



Imagen 34, 35 y 36: Inspección conjunta con personal Seremi de Salud de Arica y Parinacota





INFORME:
MONITOREO Y CONTROL POST LLUVIAS
DEPOSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS

11 DE ABRIL DE 2017

ABRIL 2017

Descripción

Conforme al Plan de Cierre y Monitoreo presentado y aprobado por la Autoridad Sanitaria en su Resolución N° A282/2017, se ha establecido monitorear semestralmente las condiciones del Depósito de Seguridad de Puquios, específicamente en los meses de Abril y Octubre, con el fin de evaluar el comportamiento y respuesta de los sistemas post y pre (Abril y Octubre) lluvias altiplánicas que se presentan en la zona donde está emplazado dicho Depósito o Relleno de Seguridad.

De acuerdo con lo establecido en el Plan, las condiciones a monitorear y controlar son las siguientes:

1. Cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje
2. Sistema y cámaras de lixiviación
3. Cierre perimetral, señalética y control de candados
4. Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas

Dado lo anterior se realizó el día 11 de abril de 2017, el primer monitoreo correspondiente tras la operación de cierre del Depósito de Seguridad, finalizada en el mes de noviembre del 2016.

Inspección

1. Realizada por: Juan Matías Trevizan – Jefe de Remediación FCALP
José Orlando Bustos – Encargado de Prevención de Riesgos FCALP

2. Inspección Cobertura Final (0,60 m de espesor)

2.1. Cobertura final en coronamiento:

La Cobertura final de tierra compactada con un espesor de 0,60 m, sobre el sistema de Impermeabilización instalado en la corona o explanada superior del DS Puquios, se encuentra buenas condiciones. Se revisaron los testigos de espesor, los cuales indican que no ha habido pérdida de material por escorrentía de aguas lluvias en esta superficie, la cobertura se mantiene compactada y sin evidencia de pérdida de espesor por lluvias o arrastre eólico. Es visible la pendiente cercana al 5% que permite la circulación del agua lluvia hacia la parte baja de la estructura, de acuerdo al sistema de drenaje.

Imagen N° 1 y 2: Cobertura final en coronamiento:



2.2. Cobertura final en taludes:

La cobertura final suministrada en los taludes del contorno del Depósito de Seguridad de 0,6 m de espesor, sobre el sistema de impermeabilización se encuentra en buenas condiciones, salvo en el perfil orientado hacia el Sur, el cual presenta grietas producto del escurrimiento de aguas lluvias. Este sector por diseño, aprobado por la Autoridad Sanitaria, está destinado como la zona de evacuación de las aguas lluvias que caen sobre el Depósito de Seguridad, ya que la pendientes cercanas al 5% tienen el objetivo de producir dicho escurrimiento y expulsar de las aguas hacia el exterior del relleno. Por tanto se evidencia que la estructura y sus pendientes funcionan correctamente.

Las grietas evidenciadas, poseen en los casos más extremos una longitud de 8 metros con una profundidad máxima de 40 centímetros. Pese a la pérdida de cobertura, en ninguno de los casos el sistema de impermeabilización (geomembrana) se ha visto expuesto al exterior, ya que mantiene al menos una cobertura de 0,2 m. de espesor.

En el resto de los taludes no se evidencia grietas, se revisaron los testigos de espesor de 0.60 m, evidenciado que no hay pérdida de cobertura final en los taludes de los perfiles orientados hacia el Norte, Este y Oeste.

Imagen N° 3, 4 y 5: Taludes sin grietas ni pérdida de cobertura, revisión de testigos de espesor:



Imagen N° 6, 7 y 8: Medición grietas en talud perfil sur.



3. Inspección del Sistema de Líquidos Lixiviados:

Se inspeccionaron todas las cámaras del sistema de lixiviación del Depósito de Seguridad de Puquios, en ellas se evidencia la acumulación de aguas asociadas principalmente a dos razones:

a) El residuo (suelo con plomo) presentaba un alto porcentaje de agua, ya que se extraía en condiciones húmedas o con humectación, de acuerdo a los procesos de extracción tipificados en la DIA y RCA del proyecto.

b) Las tapas de las cámaras del sistema de lixiviación del Depósito de Seguridad son de concreto y no son herméticas, por lo que la lluvia cae en el sector ingresa al interior de las cámaras en un porcentaje significativo.

De todas maneras, y considerando lo anterior, ninguna de las cámaras presenta filtraciones hacia el exterior y ninguna de ellas esta colmatada en su capacidad de acumulación.

De acuerdo al Plan de Operaciones del Depósito de Seguridad, y ya concluido el periodo de lluvias en el sector, se ha procedido a cerrar las llaves de paso de cada una de las cámaras del sistema de líquidos lixiviados, para iniciar el proceso de retiro y secado de dichos líquidos conforme a lo estipulado en dicho plan de operaciones (recirculación y evaporación).

Imagen N° 9 y 10: Inspección cámaras celda 1



Imagen N° 11 y 12: Inspección cámaras celda 2 y cierre de llave



Imagen N° 13 y 14: inspección cámaras celda 3 y cierre de llave

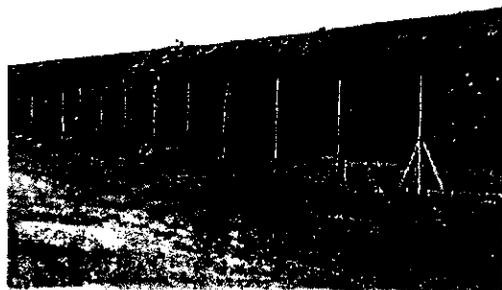


4. Inspección cierre perimetral, señalética y candados:

4.1. Cierre Perimetral:

Se verificó todo el perímetro del Depósito de Seguridad de Puquíos, chequeando el cierre perimetral de 1.80 m. el cual se encuentra en buenas condiciones de forma continua, otorgando un cierre del 100% sobre el área.

Imágenes N° 15, 16 y 17: Postes y malla cierre perimetral por todo el perímetro del DS Puquíos:



4.2. Señalética:

Se revisó señalética instalada en portones de ingreso, donde se indica el acceso restringido al interior del del Depósito de Seguridad de Puquios. Los carteles y letreros se encuentran en buenas condiciones, en lugares visibles y con leyendas claras.

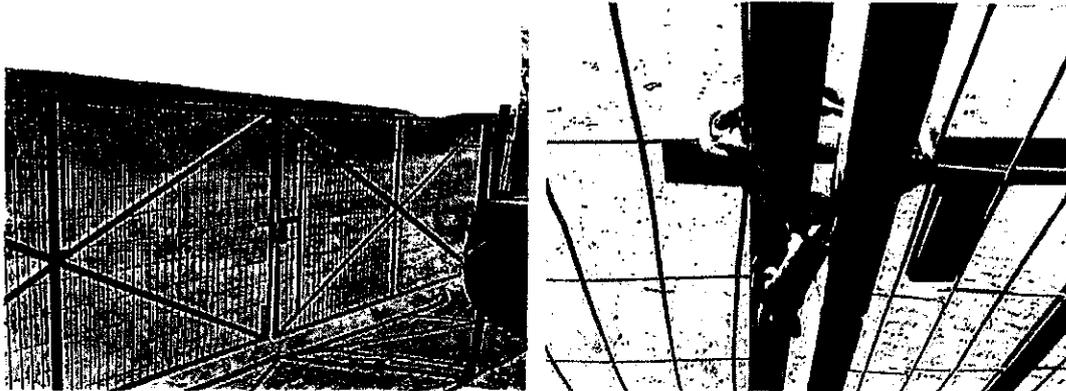
Imagen N° 18 y 19: Señalética en portones de ingreso al DS Puquios:



4.3. Candados:

Se revisó la condición de los candados de seguridad en los dos accesos que posee el Depósito de Seguridad, ambos funcionando como corresponde, las llaves se mantienen en oficinas FCALP.

Imagen N° 20 y 21: Candados puertas de acceso DS Puquios



5. Crecimiento de especies vegetales:

Se recorrió toda la superficie del Depósito de Seguridad de Puquios, identificando el crecimiento de vegetación sobre el material de cobertura final de este, las especies corresponden a la flora común del sector de pre cordillera del norte de Chile, entre los 2.700 y los 4.000 msnm. Se puede reconocer que existe una mayor abundancia en los taludes del Depósito, la cual decae en la zona del coronamiento. Esto puede

corresponder a que la corona recibe mucha radiación solar, por tanta la evaporación del agua presente en el suelo de este sector debe ser mucho más alta, evitando el crecimiento de vegetales. Lo contrario suceder en los taludes, ya que poseen mayor hora de sombra, lo que aumenta su humedad disponiendo de agua para el crecimiento de pequeñas especies vegetales.

De acuerdo a lo anterior, se reconocen 3 especies dominantes de pequeño tamaño y raíces poco profundas, no mayores a 12 cm de profundidad, de tipo herbáceas perennes y en algunas ocasiones anuales.

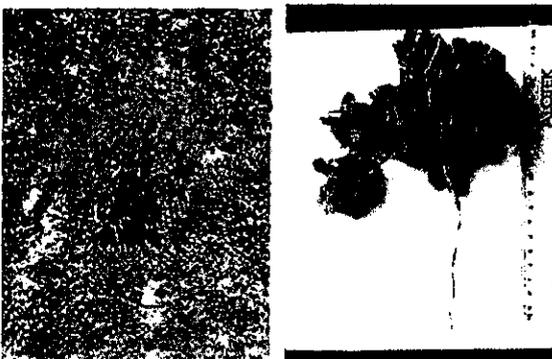
Imagen N° 22 y 23: *Lipinus Oreophilus*



Imagen N° 24 y 25: *Hoffmanseggia* sp.



Imagen N° 26 y 27: Especie no identificada



6. Conclusiones:

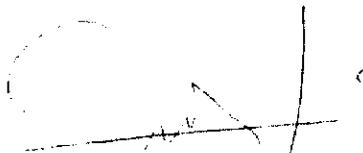
Durante la primera actividad de control y monitoreo post lluvias, realizadas en abril 2017, se concluye que el Depósito de Seguridad de Puquios ha soportado las lluvias de buena manera. Conforme a su diseño, las aguas lluvias han escurrido por sobre su cobertura final hacia el punto más bajo de la estructura (sector sur). No se detectó pérdida de cobertura mayor a 0.6 m. que expusiera la geomembrana al exterior. Cabe mencionar que producto del escurriendo de las aguas hacia fuera del depósito, se han producido grietas de tamaños variables pero no significativas, estas no producen exposición de la geomembrana hacia el exterior. Las cámaras del sistema de lixiviación han acumulado líquidos en su interior, sin riesgo de rebalse en ninguna de ellas, en esta materia es posible que el líquido acumulado sea una sumatoria producto de la humedad presente en el residuo y las aguas lluvias que ingresan a las cámaras por sus tapas que no son herméticas. También se concluye que tanto el cierre perimetral, señalética y candados que restringen el ingreso a Depósito de Seguridad están en óptimas condiciones, y no se identifican daños a ninguno de ellos. Finalmente se ha verificado el crecimiento de especies vegetales, comunes de la zona, de pequeño tamaño y raíces cortas, las cuales han iniciado un poblamiento de la cobertura final del relleno. Por sus características se puede observar que benefician su compactación, evitando la erosión por vientos y/o lluvias, sin embargo es una condición que se evaluará en octubre, fecha del segundo monitoreo anual conforme a la Res. Sanitaria A282 del 2017.

7. Acciones a ejecutar:

Conforme a los compromisos adquiridos con la Autoridad Sanitaria de Arica y Parlnacota, plasmados en la Res. Sanitaria A282/2017, es responsabilidad del titular del proyecto mantener y restituir las condiciones del Depósito de Seguridad de Puquios que puedan verse alteradas, por tanto y conforme a la presente Inspección se realizaran las siguientes acciones:

- a) Rellenar las grietas producidas por el escurrimiento de aguas lluvias, una vez rellenas se compactará el material de cobertura, restituyéndolo a su condición original.
- b) Realizar el proceso de vaciado y recirculación de las aguas acumuladas en las cámaras de lixiviación del Depósito, conforme a su Manual de Operaciones.

Estas acciones deberán ser ejecutadas previo el periodo de lluvias estivales (Octubre 2017).



Juan Matías Trevizan V.
Ingeniero Ambiental
Ferrocarril de Arica a La Paz S.A.

INFORME
MONITOREO Y CONTROL POST LLUVIAS
DEPOSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS.

02 DE OCTUBRE 2017
22 DE DICIEMBRE 2017

Descripción

Conforme al Plan de Cierre y Monitoreo presentado y aprobado por la autoridad sanitaria en su Resolución N° A282/2017, se ha establecido monitorear semestralmente las condiciones del depósito de seguridad de Puquios, específicamente los meses de abril y octubre, con el fin de evaluar el comportamiento y respuesta de los sistemas post y pre lluvias altiplánicas que se presentan en la zona donde está emplazado dicho Depósito o relleno de Seguridad.

1.-De acuerdo con lo establecido en el plan, las condiciones a monitorear y controlar son las siguientes:

- A.- cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje.
- B.- Sistema y cámaras de lixiviación.
- C.- Cierre perimetral, señalética y control de candados.
- D.- Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas.

En base a los puntos de monitoreos, se realizaron las visitas al depósito de Puquios las siguientes fechas:

02 de octubre 2017: Visita inspectiva al Depósito de Seguridad, encontrando mejoras en el depósito de seguridad.

10 de octubre 2017: Visita inspectiva al Depósito de Seguridad.

05 de diciembre 2017: Entrega el Depósito de Seguridad a empresa Hidring para mejoras de Talud, cámaras y mejoras de señalética.

14 de diciembre 2017: Visita inspectiva a trabajos del depósito de Seguridad.

19 de diciembre 2017: Visita inspectiva a trabajos del depósito de Seguridad.

22 de diciembre 2017: Visita inspectiva para recepcionar trabajos del Depósito de Seguridad.

En todas estas visitas al Depósito de Seguridad fueron realizadas por:

Raúl Arenas – Jefe de Proyecto FCALP.

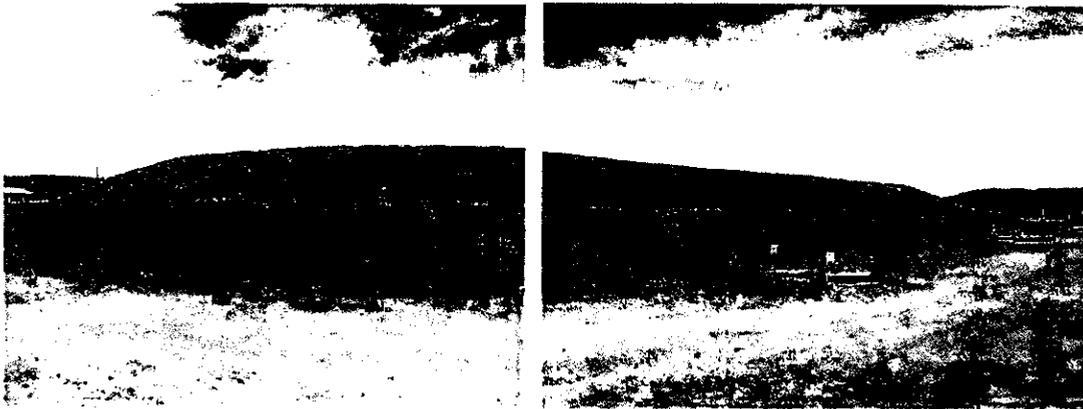
Jose Bustos – Jefe de Prevención de Riesgos FCALP.

2.- Inspecciones:

2.1.- Cobertura Final en Coronamiento:

La cobertura final de tierra compactada con un espesor de 0.60 mt, sobre el sistema de impermeabilización instalado en la corona o explanada superior del Deposito de Puquios, se encuentra en buenas condiciones, una vez recepcionadas las obras de mejora se deja en evidencia con fotografías el buen estado del Talud y Coronamiento del depósito de seguridad.

Fotografías 1 y 2

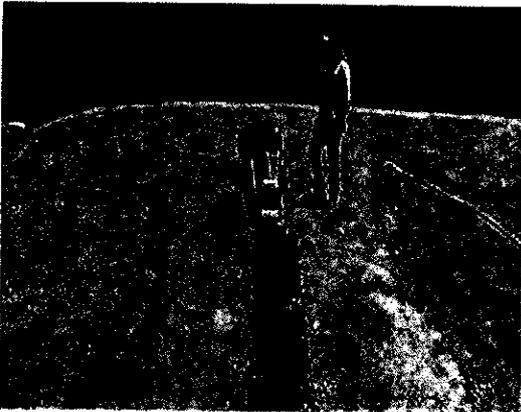


2.2 Cobertura Final en Taludes:

La cobertura final suministrada en los taludes del contorno del depósito de seguridad es de 0,60 mt. de espesor, sobre el sistema de impermeabilización se encuentra en buenas condiciones, después de haber subsanado las grietas existentes producto de las lluvias que afectan al sector del depósito de seguridad.

Todas estas grietas que existían fueron selladas y compactadas en base al cumplimiento del plan de monitoreo del Depósito de Puquios.

Fotografías 3 y 4:



3.- Inspección del Sistema de líquidos Lixiviados:

Se inspeccionaron todas las cámaras del sistema de lixiviación del depósito de seguridad, en ella se evidencia la acumulación de agua asociada principalmente a dos razones:

A.- El residuo (suelo con plomo) presentaba un alto porcentaje de agua, ya que será extraída en condiciones húmedas o con humectación, de acuerdo a los procesos de extracción tipificados en la DIA y RCA del proyecto.

B.- Las tapas de las cámaras del sistema de lixiviación del depósito de seguridad son de concreto y no son herméticas, por lo que la lluvia caída en el sector ingresa al interior de las cámaras en un porcentaje significativo.

Acción Post-Lluvias:

Estas cámaras se le sustrajo el agua acumulada y con las cuales fueron reutilizadas para el regadío del depósito de seguridad de Puquios estos trabajos de limpieza y extracción de agua fueron en realizados en diciembre 2017, con una duración aproximada es de 20 días de trabajos para la mantención del depósito de seguridad de Puquios

Fotografías 5 y 6:

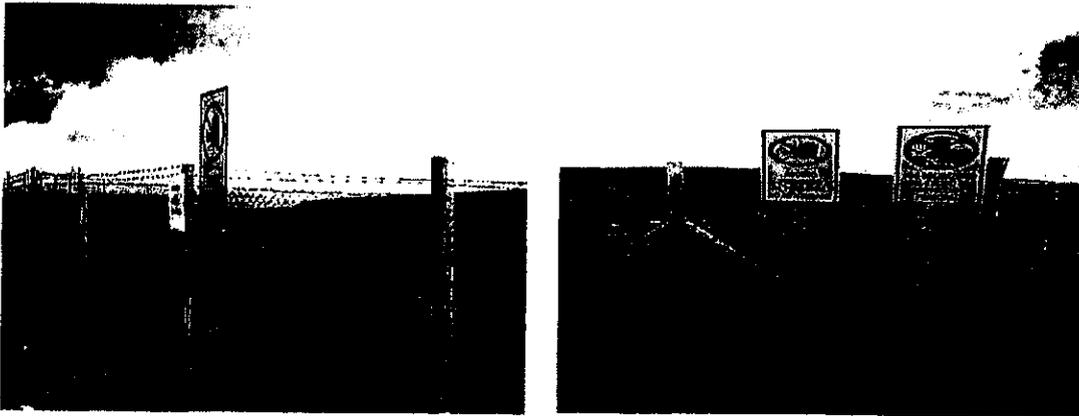


4.- Inspección del cierre Perimetral.

Se realizó una verificación del cierre perimetral del depósito de Puquios, chequeando el cierre perimetral y detectando que se encuentra en buenas condiciones el enmallado, cumpliendo una altura mínima de 1.80 mt.

Además, se inspeccionan las señaléticas del cierre perimetral las cuales encontraban desgastadas producto del sol y la tierra. En esta mantención que se realizó en diciembre del 2017 se cambió la señalética de madera por una metálica y con protección a los rayos ultravioleta, para garantizar la mayor durabilidad de esta.

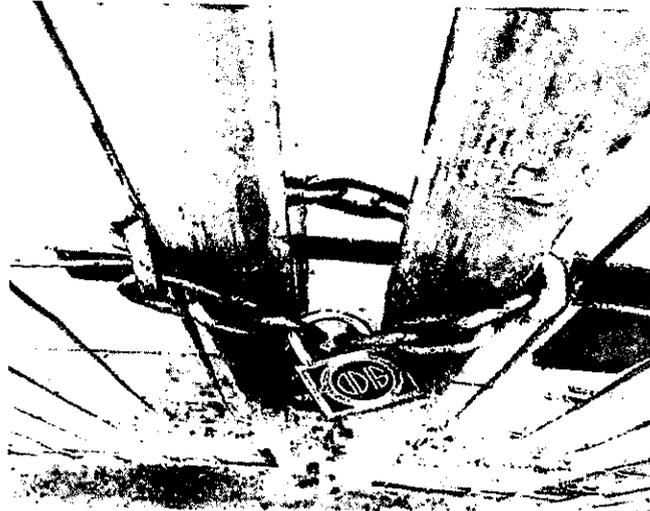
Fotografías 7 y 8:



5.- Candados:

Se revisaron los candados del deposito de seguridad de Puquios y estos se encontraban en buenas condiciones, las cuales se mantuvieron en el depósito de seguridad.

Fotografia 9.



6.- Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas:

No se ha detectado el crecimiento de especies arbóreas en el Deposito de seguridad según el ultimo monitoreo en diciembre del 2017.



Jose Bustos Cáceres.

Jefe Prevención de Riesgos
Ferrocarril de Arica a la Paz S. A

INFORME
MONITOREO Y CONTROL POST LLUVIAS
DEPOSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS.

ABRIL 2018

Descripción

Conforme al Plan de Cierre y Monitoreo presentado y aprobado por la autoridad sanitaria en su Resolución N° A282/2017, se ha establecido monitorear semestralmente las condiciones del depósito de seguridad de Puquios, específicamente los meses de abril y octubre, con el fin de evaluar el comportamiento y respuesta de los sistemas post y pre lluvias altiplánicas que se presentan en la zona donde está emplazado dicho Depósito o relleno de Seguridad.

De acuerdo con lo establecido en el plan, las condiciones a monitorear y controlar son las siguientes:

- 1.- Cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje.
- 2.- Sistema y cámaras de lixiviación.
- 3.- Cierre perimetral, señalética y control de candados.
- 4.- Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas.

En base a los puntos de monitoreos, se realizaron las visitas al depósito de Puquios las siguientes fechas:

Diciembre 2017, visita inspectiva por Jose Bustos C.

Enero 2018, visita inspectiva por Jose Bustos C.

Febrero 2018, visita inspectiva por Jose Bustos C.

21 de marzo 2018: Visita inspectiva al Depósito de Seguridad, encontrando en buenas condiciones el depósito de seguridad, con las mejoras realizadas en diciembre del 2017.

Las visitas al depósito de seguridad fueron realizadas por:

Jose Bustos – Jefe de Prevención de Riesgos FCALP.

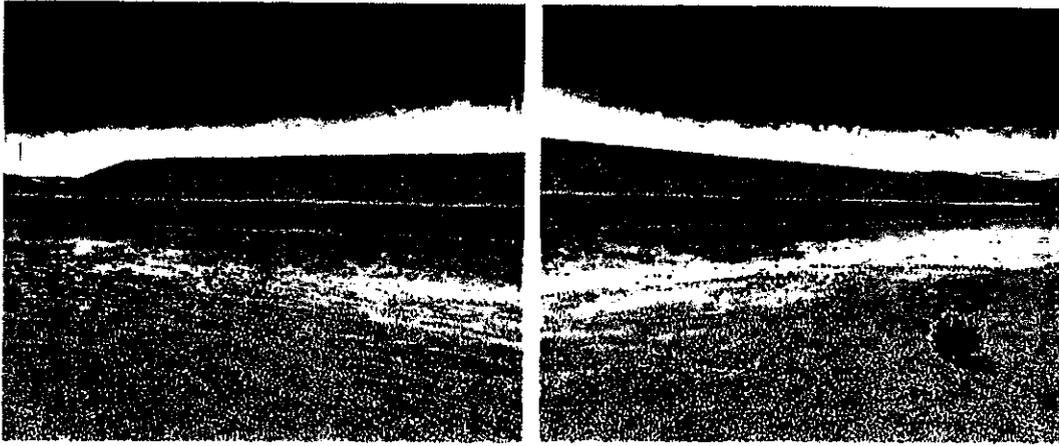
1.- Cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje:

1.1.- Cobertura de taludes y Coronamiento:

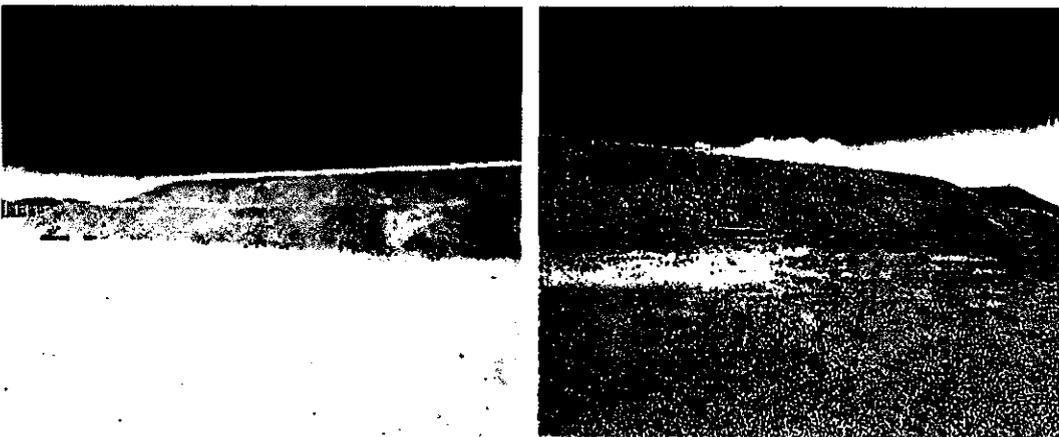
La cobertura final del depósito de seguridad, es de un espesor de 0.60 Mts compactado, todo esto, sobre un sistema de impermeabilización instalado en la corona o explanada superior del Deposito de Puquios, esta se encuentra en buenas condiciones y no presentan fisuras o grietas provocadas por la lluvia o el viento.

Se adjuntan fotografías del estado del Talud del depósito de seguridad.

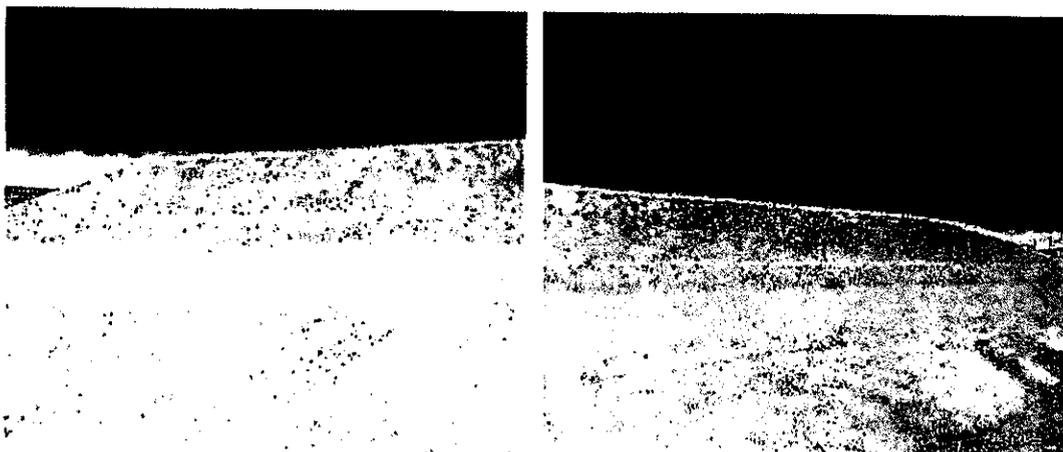
Fotografías 1 y 2. Costado Oeste del Depósito:



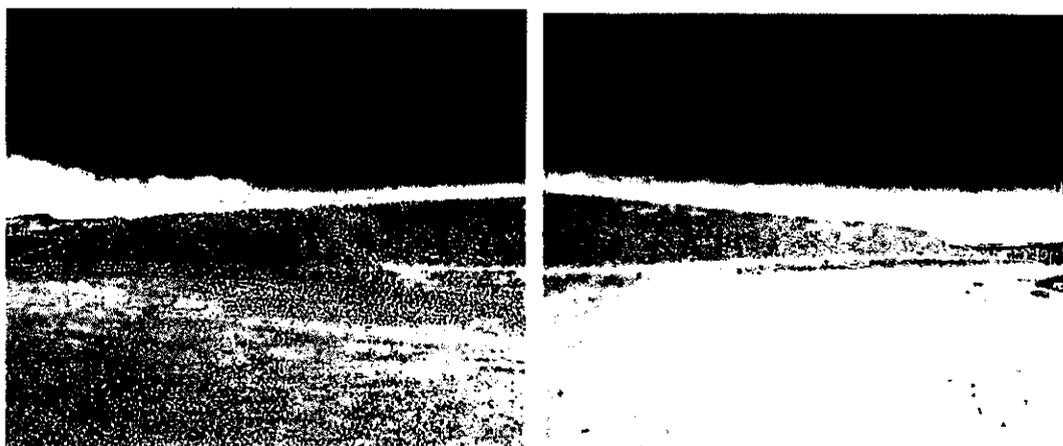
Fotografías 3 y 4. Costado Sur del Depósito:



Fotografías 5 y 6. Costado Este del Depósito:



Fotografías 6 y 7. Costado Norte del Depósito:



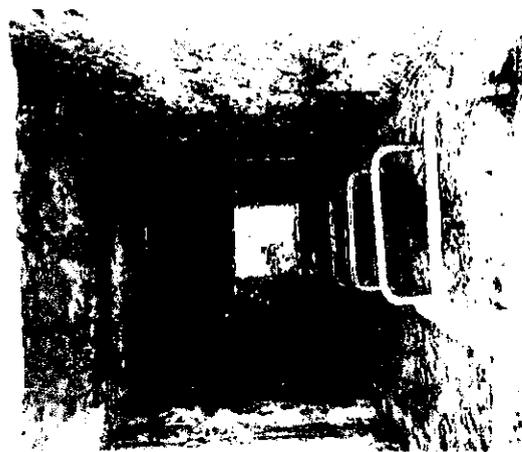
2.- Sistema y cámaras de lixiviación.

2.1.-Inspección de cámaras del Sistema Lixiviado:

Se inspeccionaron todas las cámaras del sistema de lixiviación del depósito de seguridad, en las cuales se observa lo mínimo de agua en acumulación en todas las cámaras, esto producto de las lluvias del invierno altiplánico.

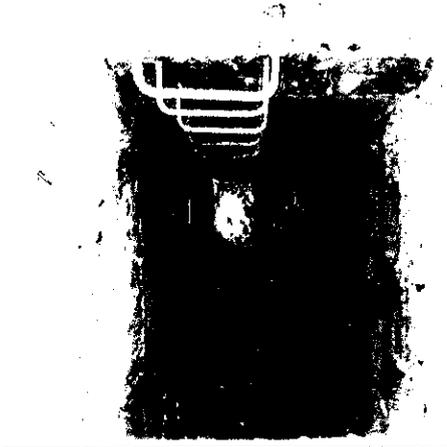
Fotografías 8 y 9:

Cámara acumulación 1:

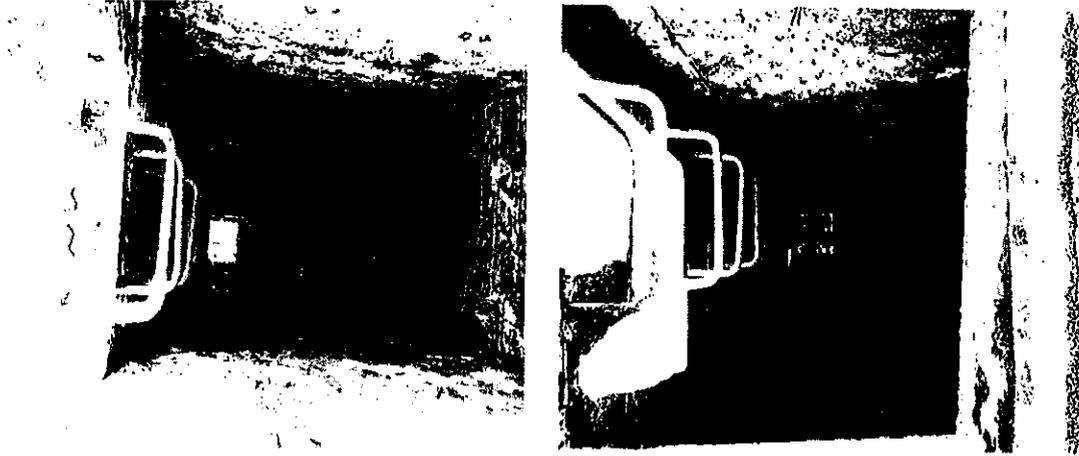


Fotografías 10 y 11:

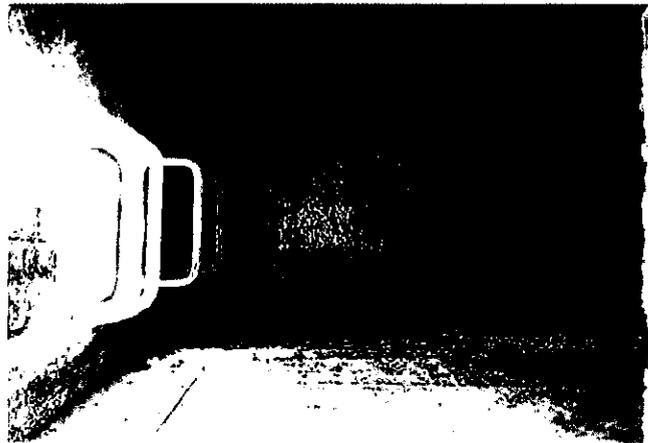
Cámara de acumulación 2:



Fotografías 12 y 13:
Cámara de acumulación 3:



Fotografías 14:
Cámara de acumulación general:



4.- Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas:

No se ha detectado el crecimiento de especies arbóreas en el Deposito de seguridad según el ultimo monitoreo en diciembre del 2017 y en abril del 2018.


José Bustos Cáceres.
Jefe Prevención de Riesgos
Ferrocarril de Arica a la Paz S. A

INFORME
MONITOREO Y CONTROL POST LLUVIAS
DEPÓSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS.

OCTUBRE 2018

Descripción

Conforme al Plan de Cierre y Monitoreo presentado y aprobado por la autoridad sanitaria en su Resolución N° A282/2017, se ha establecido monitorear semestralmente las condiciones del depósito de seguridad de Puquios, específicamente los meses de abril y octubre, con el fin de evaluar el comportamiento y respuesta de los sistemas post y pre lluvias altiplánicas que se presentan en la zona donde está emplazado dicho Depósito o relleno de Seguridad.

De acuerdo con lo establecido en el plan, las condiciones a monitorear y controlar son las siguientes:

- 1.- Cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje.
- 2.- Sistema y cámaras de lixiviación.
- 3.- Cierre perimetral, señalética y control de candados.
- 4.- Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas.

En base a los puntos de monitoreos, se realizaron las visitas al depósito de Puquios las siguientes fechas:

Diciembre 2017, visita inspectiva por José Bustos C.

Enero 2018, visita inspectiva por José Bustos C.

Febrero 2018, visita inspectiva por José Bustos C.

21 de marzo 2018, visita inspectiva por José Bustos C.

23 de octubre 2018: Visita inspectiva al Depósito de Seguridad, encontrando en buenas condiciones el depósito de seguridad, con las mejoras realizadas en diciembre del 2017. Con la salvedad que se deben rehacer los letreros de todas las cámaras de lixiviados.

La visita al depósito de seguridad fue realizada por:

Raul Arenas – Jefe de Infraestructura y Proyectos

Nelson Ayala – Supervisor de vía FCALP.

Kissy Aranda – Encargada de Prevención de Riesgos.

1.- Cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje:

1.1.- Cobertura de taludes y Coronamiento:

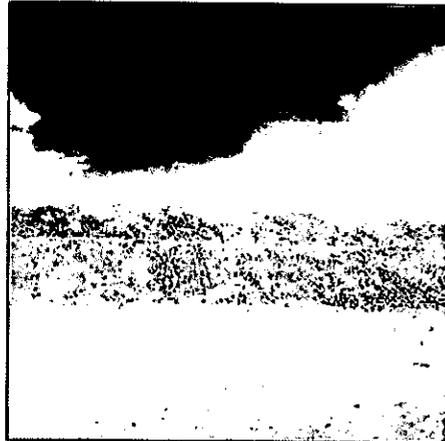
La cobertura final del depósito de seguridad, es de un espesor de 0.60 Mts compactado, todo esto, sobre un sistema de impermeabilización instalado en la corona o explanada superior del Depósito de Puquios, esta se encuentra en buenas condiciones y no presentan fisuras o grietas provocadas por la lluvia o el viento.

Se adjuntan fotografías del estado del Talud del depósito de seguridad.

Fotografías 1 y 2. Costado Oeste del Depósito:



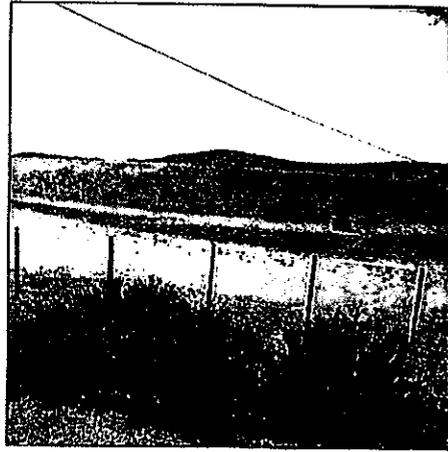
Fotografías 3 y 4. Costado Sur del Depósito:



Fotografías 5 y 6. Costado Este del Depósito:



Fotografías 6 y 7. Costado Norte del Depósito:



2.- Sistema y cámaras de lixiviación.

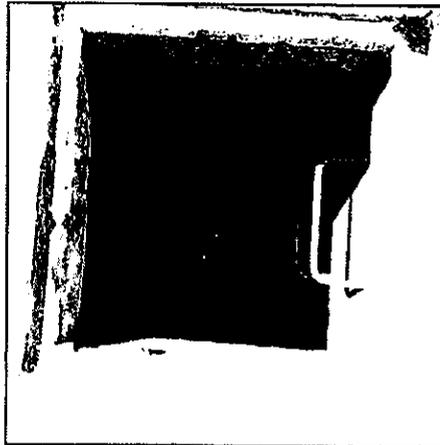
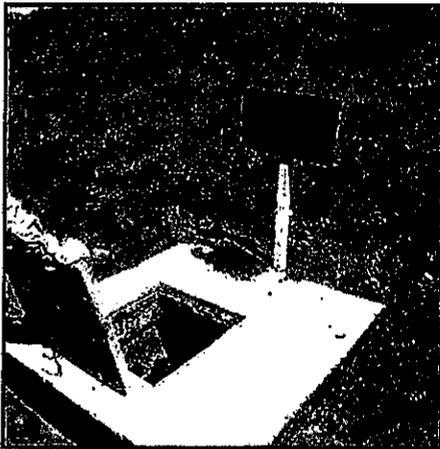
2.1.-Inspección de cámaras del Sistema Lixiviado:

Se inspeccionaron todas las cámaras del sistema de lixiviación del depósito de seguridad, en las cuales se observa lo mínimo de agua en acumulación en todas las cámaras, esto producto de las lluvias del invierno altiplánico.

Una de las observaciones a subsanar, es la implementación de nueva señalética con los nombres de las cámaras, dado que ninguna de ellas es visible.

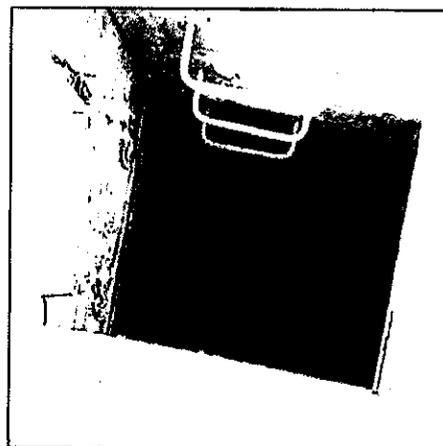
Fotografías 8 y 9:

Cámara de acumulación 1:

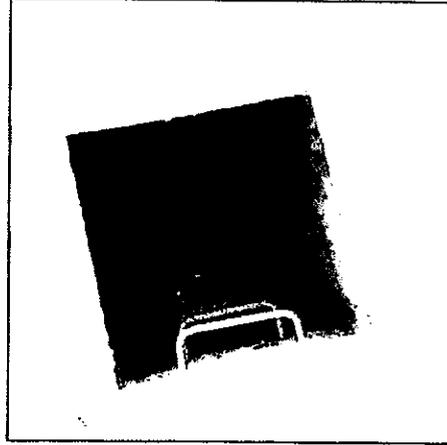


Fotografías 10 y 11:

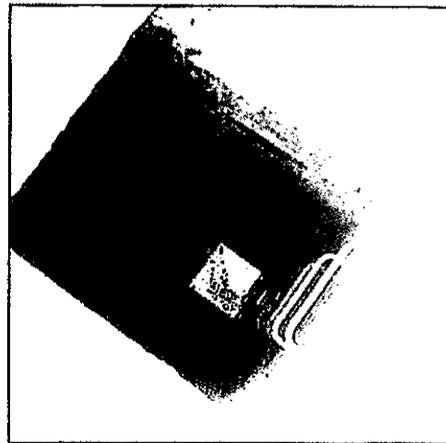
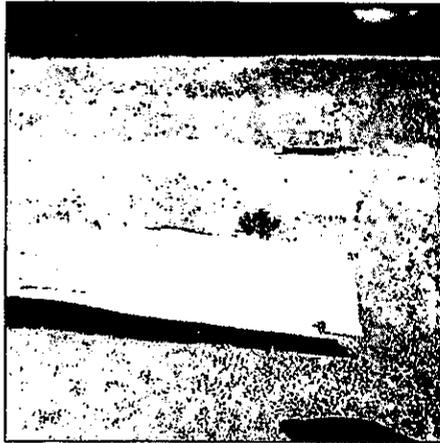
Cámara de acumulación 2:



Fotografías 12 y 13:
Cámara de acumulación 3:



Fotografías 14:
Cámara de acumulación general:



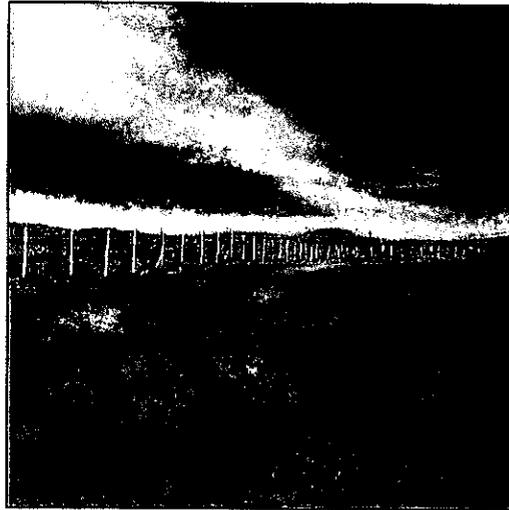
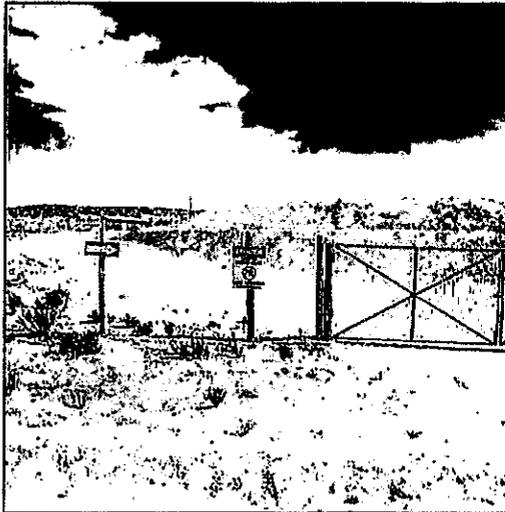
3.- Cierre perimetral, señalética y control de candados.

3.1.- Inspección del cierre Perimetral.

Se realizó una verificación del cierre perimetral del Depósito de Puquios, chequeando el cierre perimetral y verificando que se encuentre en buenas condiciones el enmallado, cumpliendo una altura mínima de 1.80 Mts.

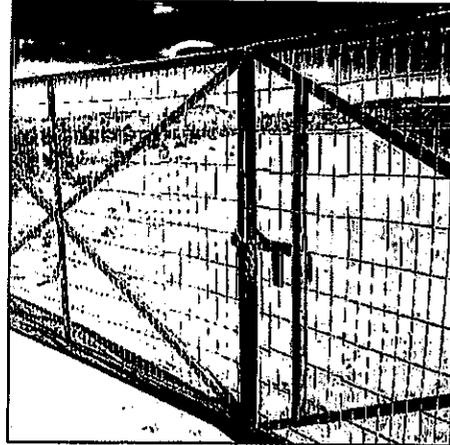
Se inspeccionan las señaléticas y portón de acceso, las cuales se encuentran en buenas condiciones.

Fotografías 15 y 16:



Fotografías 17 y 18:

Fotografías de señalética y portón de acceso:

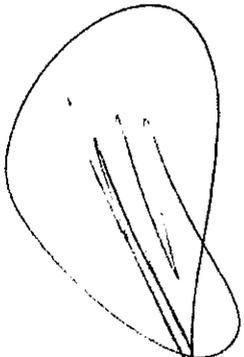


4.- Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas:

No se ha detectado el crecimiento de especies arbóreas en el Depósito de seguridad según el último monitoreo en abril y en octubre del 2018.



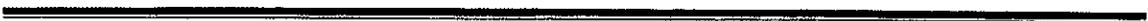
Raúl Arenas Alegre
Jefe de infraestructura y Proyecto
Ferrocarril de Arica a la Paz S. A



Nelson Ayala Peña
Supervisor de vía.
Ferrocarril de Arica a la Paz S. A



Kissy Aranda Valdés
Encargada Prevención de
Riesgos
Ferrocarril de Arica a la Paz S. A



INFORME
MONITOREO Y CONTROL POST LLUVIAS
DEPÓSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS.

ABRIL 2019

Descripción

Conforme al Plan de Cierre y Monitoreo presentado y aprobado por la autoridad sanitaria en su Resolución N° A282/2017, se ha establecido monitorear semestralmente las condiciones del depósito de seguridad de Puquios, específicamente los meses de abril y octubre, con el fin de evaluar el comportamiento y respuesta de los sistemas post y pre lluvias altiplánicas que se presentan en la zona donde está emplazado dicho Depósito o relleno de Seguridad.

De acuerdo con lo establecido en el plan, las condiciones a monitorear y controlar son las siguientes:

- 1.- Cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje.
- 2.- Sistema y cámaras de lixiviación.
- 3.- Canal de intercepción de aguas lluvias y peralte.
- 4.- Cierre perimetral, señalética y control de candados.
- 5.- Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas.
- 6.- Otros.

En base a los puntos de monitoreos, se realizaron las visitas al depósito de Puquios las siguientes fechas:

Diciembre 2017, visita inspectiva por José Bustos C.

Enero 2018, visita inspectiva por José Bustos C.

Febrero 2018, visita inspectiva por José Bustos C.

21 de marzo 2018, visita inspectiva por José Bustos C.

23 de octubre 2018: Visita inspectiva al Depósito de Seguridad, encontrando en buenas condiciones el depósito de seguridad de acuerdo a las mejoras realizadas en el mes de diciembre del año 2017. Queda pendiente regularizar los letreros de todas las cámaras de lixiviados. La inspección fue efectuada por:

Raúl Arenas Alegría – Jefe de Infraestructura y Proyectos

Nelson Ayala Peña – Supervisor de vía FCALP.

Kissy Aranda Valdés – Encargada de Prevención de Riesgos.

30 de abril 2019: Visita inspectiva al Depósito de Seguridad, encontrando en buenas condiciones el depósito de seguridad, con observaciones menores a raíz del recién pasado invierno altiplánico, como grietas en el lado Sur del depósito (hacia el lado de las cámaras) Este y Oeste, crecida de pequeñas especies arbóreas, letreros de cámaras de lixiviación, filtración y acumulación en buenas condiciones, señaléticas y cierre perimetral en perfecta conservación. En esta oportunidad se realizó una inspección más exhaustiva que las inspecciones anteriores en lo que se refiere a los canales de intercepción ubicados en la parte posterior del depósito encontrándose todo en normalidad.

La visita al depósito de seguridad fue realizada por:

Kissy Aranda Valdés – Encargada de Prevención de Riesgos.

Nelson Ayala Peña – Supervisor Vías FCALP.

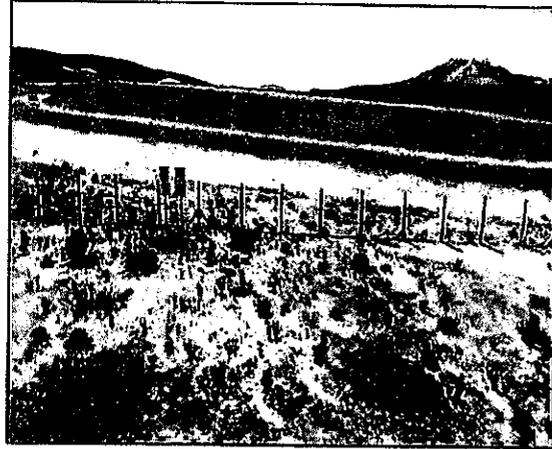
1.- Cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje:

1.1.- Cobertura de taludes y Coronamiento:

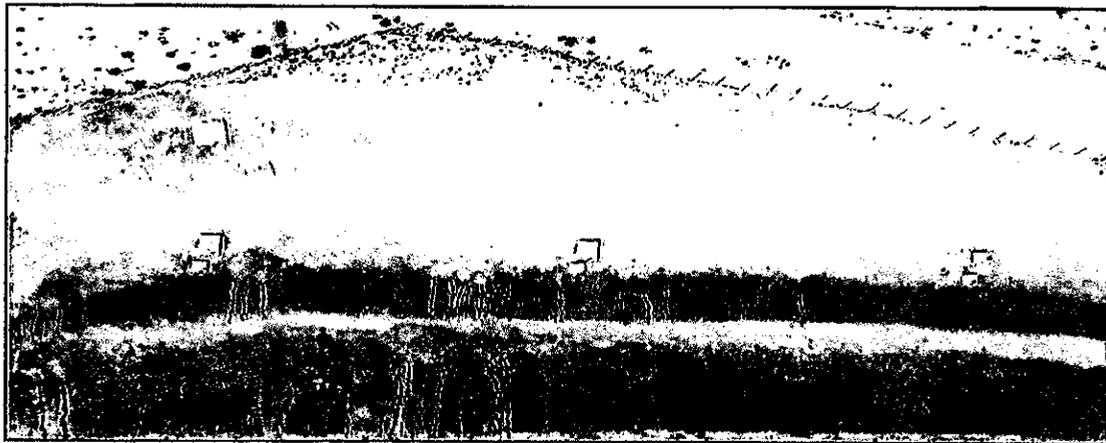
La cobertura final del depósito de seguridad, es de un espesor de 0.60 Mts compactado, todo esto, sobre un sistema de impermeabilización instalado en la corona o explanada superior del Depósito de Puquios. La condición del coronamiento se encuentra en buenas condiciones, salvo la existencia de vegetación menor que se encuentra es ésta. En lo que respecta a los taludes, se detectaron grietas menores por corridas de agua, en el sector Sur, Este y Oeste. Como plan de acción estas grietas menores se sellarán a fin que estén subsanadas por posibles frentes de mal tiempo en el futuro.

Se adjuntan fotografías del estado de Taludes y Coronamiento del depósito de seguridad.

Fotografías 1 y 2. Costado Oeste del Depósito:



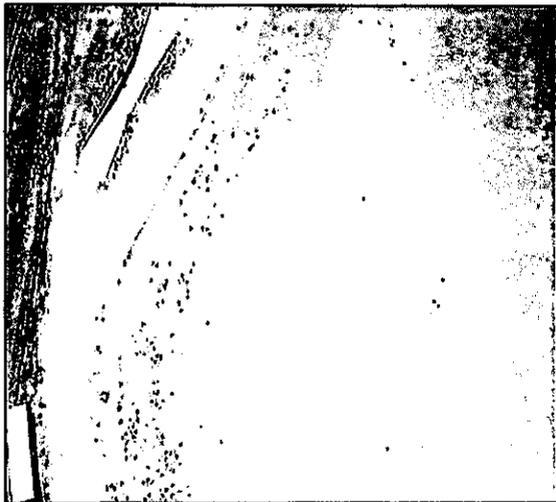
Fotografías 3,4 y 5. Costado Sur del Depósito:



Fotografías 6 y 7. Costado Este del Depósito:



Fotografías 8 y 9. Costado Norte del Depósito:

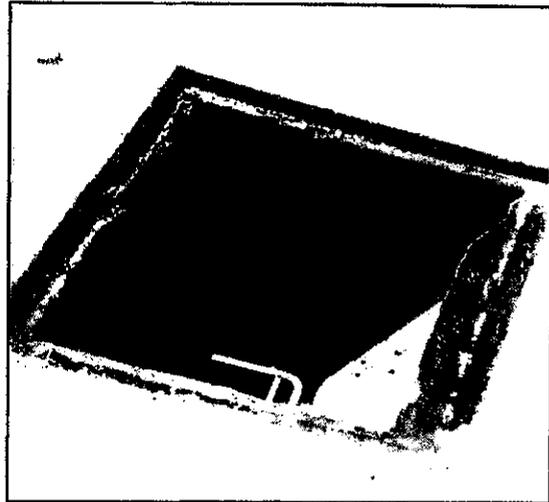


2.- Sistema y cámaras de lixiviación.

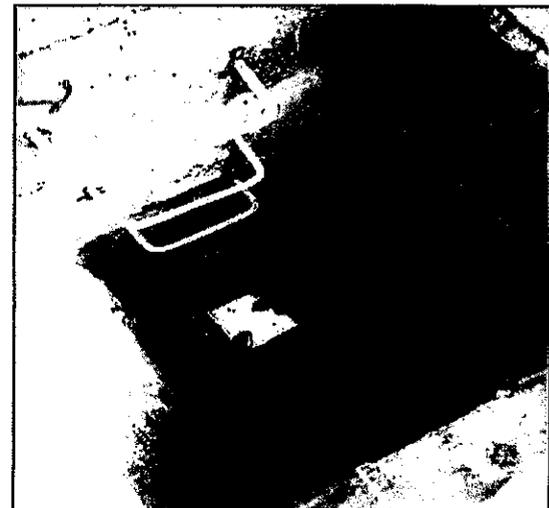
2.1.-Inspección de cámaras del Sistema Lixiviado:

Se inspeccionaron todas las cámaras del sistema de lixiviación del depósito de seguridad, en las cuáles se observa lo mínimo de agua en acumulación en todas las cámaras, esto producto de las lluvias del invierno altiplánico. Cámaras cuentan con letreros nuevos, instalados a inicios de este año 2019.

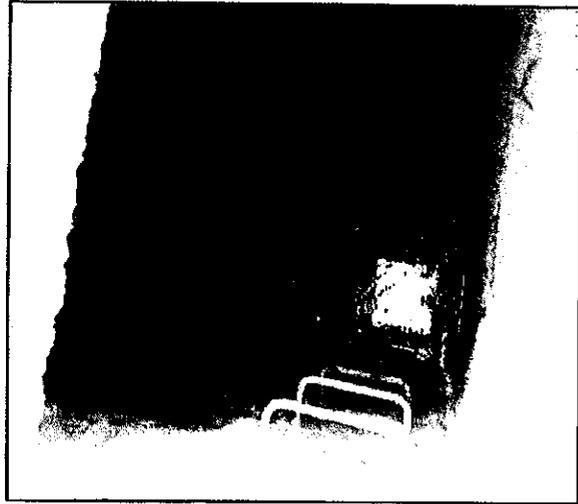
Fotografías 10 y 11: Cámara de Filtración 1



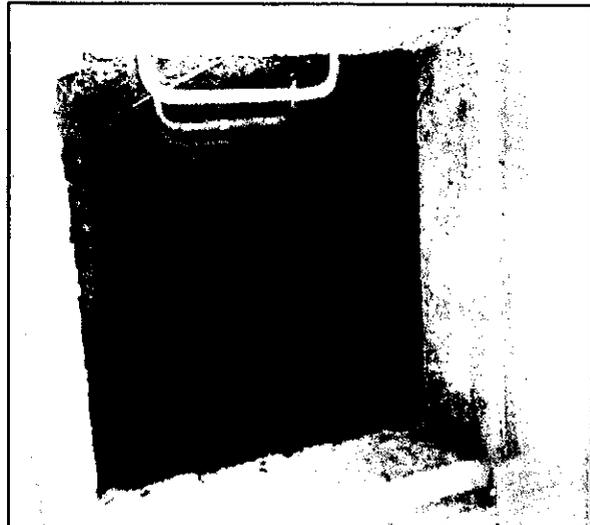
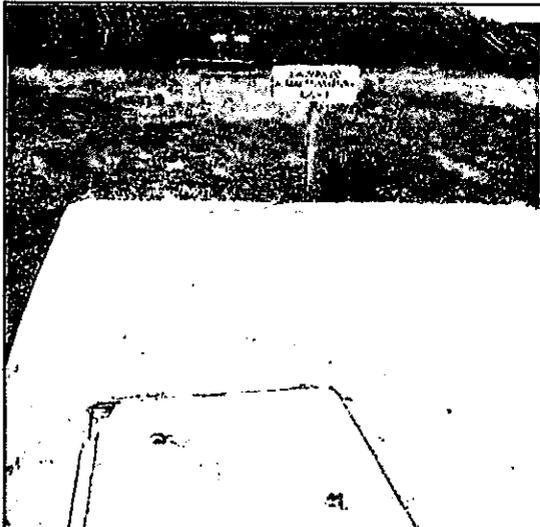
Fotografías 12 y 13: Cámara de Filtración 2:



Fotografías 14 y 15: Cámara de Filtración 3:



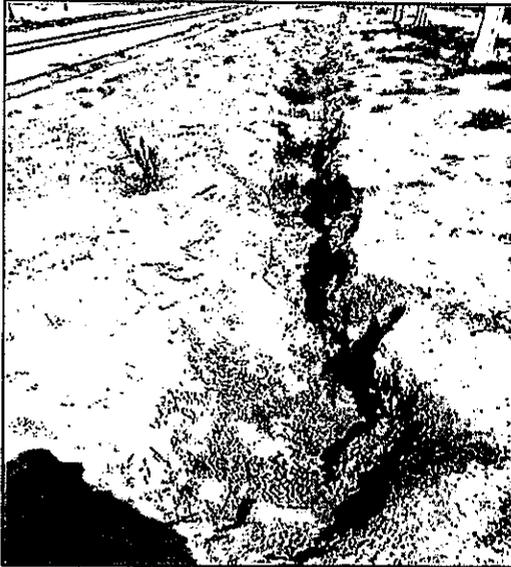
Fotografías 16 y 17: Cámara de acumulación general:



3.- Canal de intercepción de aguas lluvias y peralte.

Considerando que este aspecto es parte del monitoreo del depósito de seguridad establecido por la autoridad sanitaria, se inspecciona el canal de intercepción de aguas lluvias ubicado en la parte posterior del depósito, el cual se encuentra en buenas condiciones para posibles flujos de aguas lluvias.

Fotografías 18 y 19.



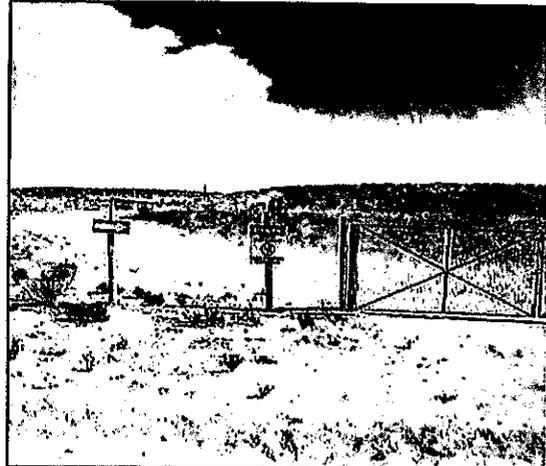
4.- Cierre perimetral, señalética y control de candados.

4.1.- Inspección del cierre Perimetral.

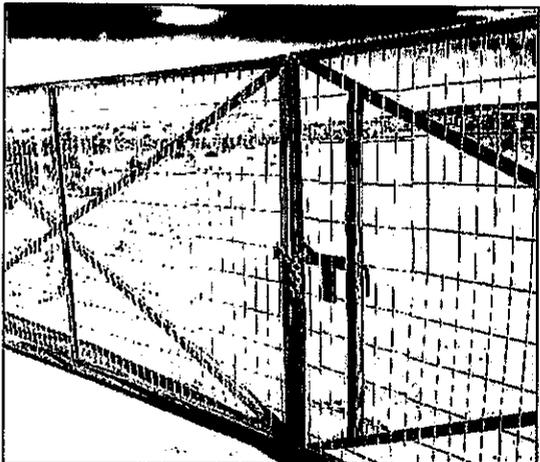
Durante la verificación del cierre perimetral del Depósito de Puquios, se chequea el cierre perimetral y se verifica que se encuentre en buenas condiciones el enmallado, cumpliendo con todo además de la altura mínima de 1.80 Mts.

Se inspeccionan las señaléticas y portón de acceso, las cuales se encuentran en buenas condiciones.

Fotografías 20 y 21:



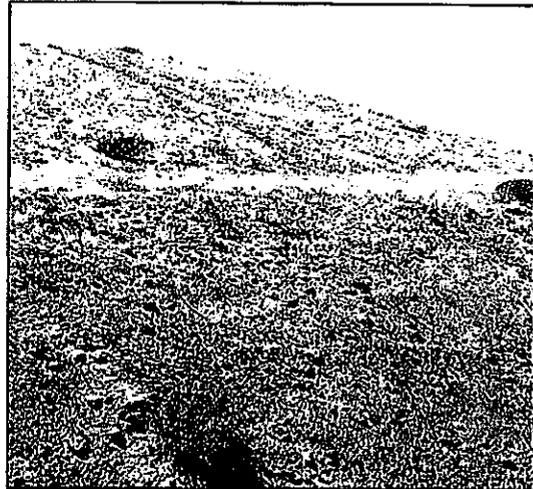
Fotografías 22 y 23: Fotografías de señalética y portón de acceso:



5.- Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas:

Se ha detectado el crecimiento de especies arbóreas en el Depósito de seguridad según el último monitoreo en octubre del 2018, especies que son propias del sector y no generan impacto a las condiciones del Depósito.

Fotografías 24 y 25: Fotografías de especies arbóreas:



Kissy Aranda Valdés
Encargada Prevención de
Riesgos
Ferrocarril de Arica a la Paz S. A

Nelson Ayala Peña
Supervisor Vías
Ferrocarril de Arica a la Paz S. A

INFORME
MONITOREO Y CONTROL POST LLUVIAS
DEPÓSITO DE SEGURIDAD DE PUQUIOS.

OCTUBRE 2019

Descripción

Conforme al Plan de Cierre y Monitoreo presentado y aprobado por la autoridad sanitaria en su Resolución N° A282/2017, se ha establecido monitorear semestralmente las condiciones del depósito de seguridad de Puquios, específicamente los meses de abril y octubre, con el fin de evaluar el comportamiento y respuesta de los sistemas post y pre lluvias altiplánicas que se presentan en la zona donde está emplazado dicho Depósito o relleno de Seguridad.

De acuerdo con lo establecido en el plan, las condiciones a monitorear y controlar son las siguientes:

- 1.- Cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje.
- 2.- Sistema y cámaras de lixiviación.
- 3.- Canal de intercepción de aguas lluvias y peralte.
- 4.- Cierre perimetral, señalética y control de candados.
- 5.- Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas.
- 6.- Otros.

En base a los puntos de monitoreos, se realizaron las visitas al depósito de Puquios en las siguientes fechas:

Diciembre 2017, visita inspectiva por José Bustos C.

Enero 2018, visita inspectiva por José Bustos C.

Febrero 2018, visita inspectiva por José Bustos C.

21 de marzo 2018, visita inspectiva por José Bustos C.

23 de octubre 2018, visita inspectiva efectuada por:

Raúl Arenas Alegría – Jefe de Infraestructura y Proyectos

Nelson Ayala Peña – Supervisor de vía FCALP.

Kissy Aranda Valdés – Encargada de Prevención de Riesgos.

30 de abril 2019, visita inspectiva efectuada por:

Kissy Aranda Valdés – Encargada de Prevención de Riesgos.

Nelson Ayala Peña – Supervisor Vías FCALP.

08 de Octubre 2019 Visita inspectiva al Depósito de Seguridad, encontrando buenas condiciones, sin observaciones. Las observaciones menores detectadas en Abril pasado que se originaron a raíz del pasado invierno altiplánico ya fueron subsanadas quedando en perfectas condiciones el depósito de seguridad para enfrentar el Invierno altiplánico que recién comienza.

La visita al depósito de seguridad fue realizada por:

Kissy Aranda Valdés – Encargada de Prevención de Riesgos.

Nelson Ayala Peña – Supervisor Vías FCALP.

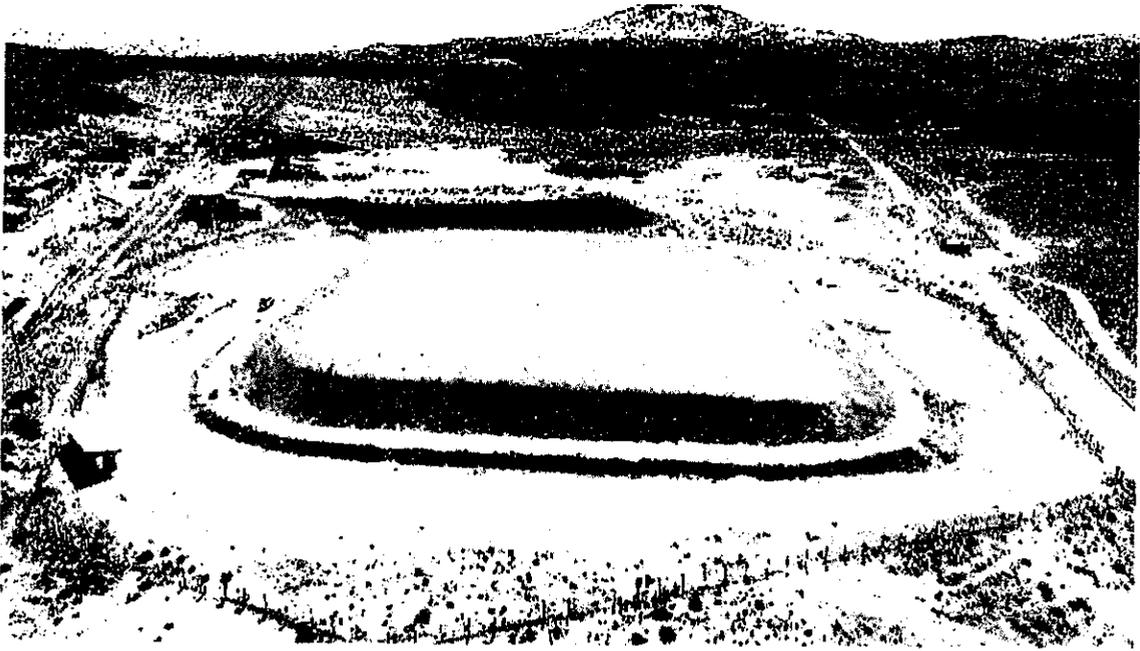
1.- Cobertura final en coronamiento y taludes como sistema de drenaje:

1.1.- Cobertura de taludes y Coronamiento:

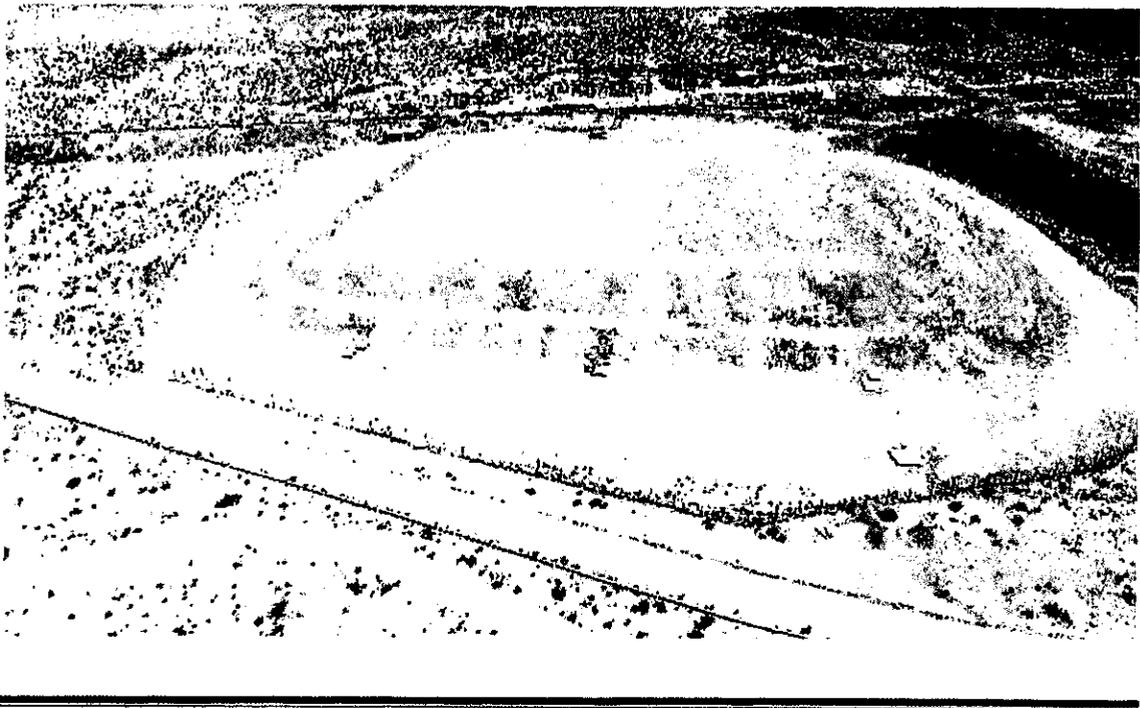
La cobertura final del depósito de seguridad, es de un espesor de 0.60 Mts compactado, todo esto, sobre un sistema de impermeabilización instalado en la corona o explanada superior del Depósito de Puquios. La condición del coronamiento se encuentra en buenas condiciones. En lo que respecta a los taludes, todo en normalidad en los sectores; Norte, Sur, Este y Oeste.

Se adjuntan fotografías del estado de Taludes y Coronamiento del depósito de seguridad.

Fotografía N°1 Costado Oeste del Depósito:



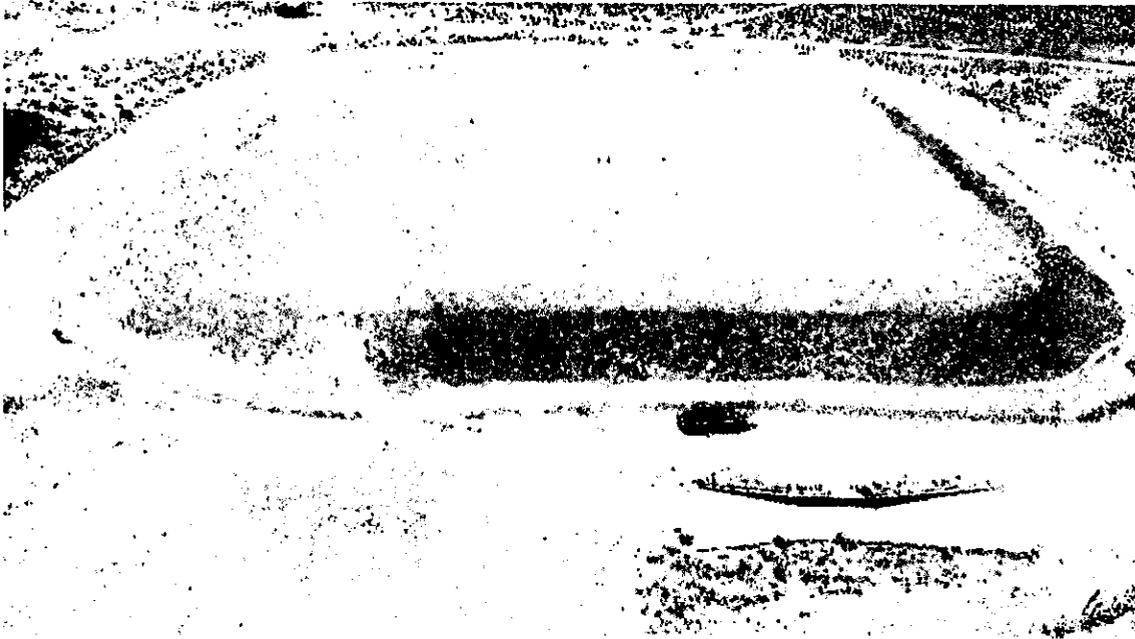
Fotografía N°2 Costado Sur del Depósito:



Fotografía N°3 Costado Este del Depósito:



Fotografía N°4 Costado Norte del Depósito:

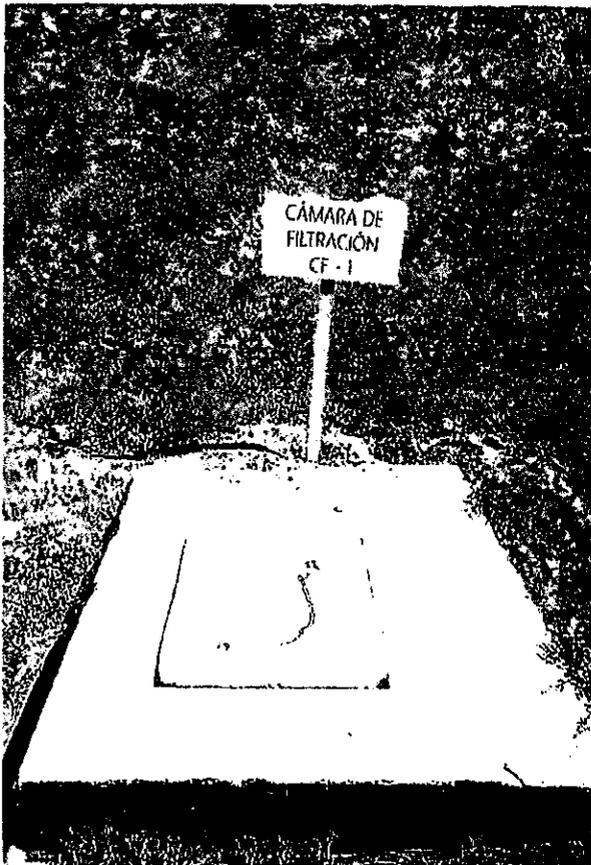


2.- Sistema y cámaras de lixiviación.

2.1.-Inspección de cámaras del Sistema Lixiviado:

Se inspeccionaron todas las cámaras del sistema de lixiviación del depósito de seguridad, en las cuáles se observa lo mínimo de agua, esto producto de acumulación de lluvias de los pasados inviernos altiplánicos. Las 09 cámaras cuentan con señalización de acuerdo a lo dispuesto en planos de Plan de cierre y se encuentran en buenas condiciones.

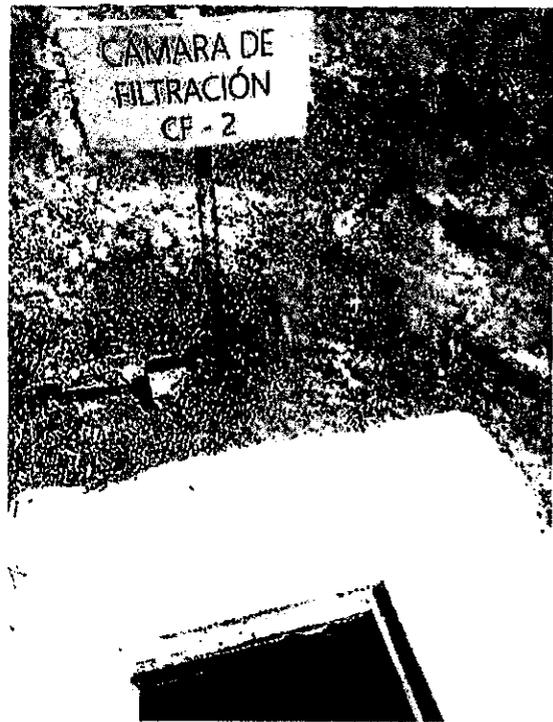
Fotografías N°5 y N°6 Cámara de Filtración CF-1



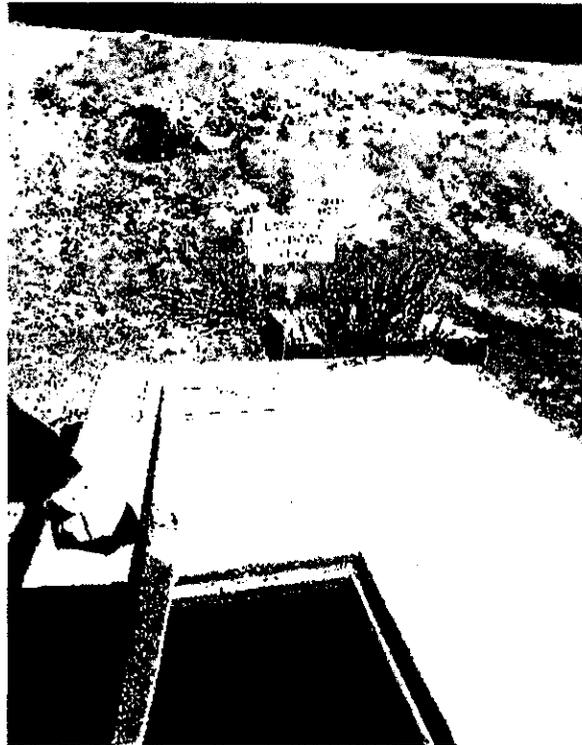
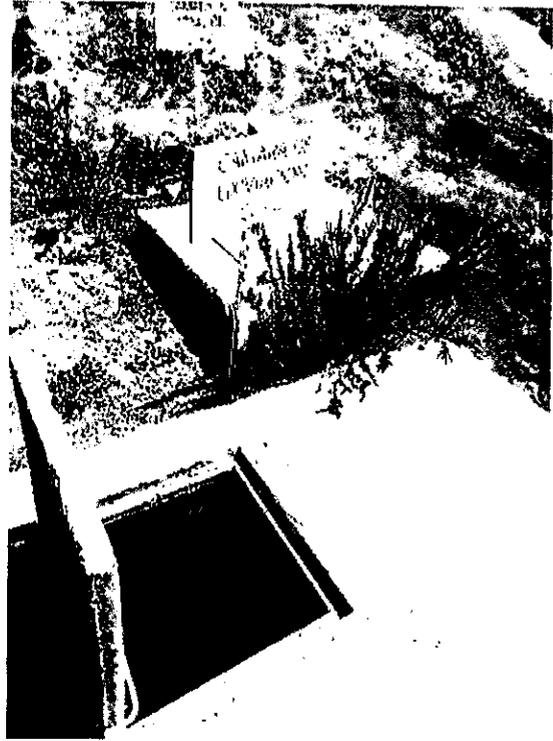
Fotografías N°7 y N°8 Cámara de Lixiviación CL-1:



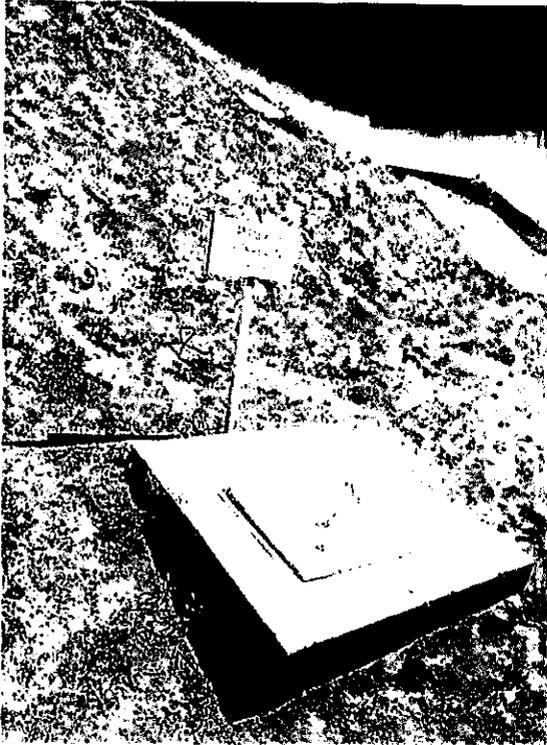
Fotografías N°9 Y N°10 Cámara de Filtración CF-2:



Fotografías N°11, N°12 Y N°13 Cámara de Lixiviación CL-2:



Fotografías N°14 Y N°15 Cámara de Filtración CF-3:



Fotografías N°16, N°17 Y N°18 Cámara de Lixiviación CL-3:





Fotografías N°19 Y N°20 Cámara de Almacenamiento CA-1:



3.- Canal de intercepción de aguas lluvias y peralte.

Considerando que este aspecto es parte del monitoreo del depósito de seguridad establecido por la autoridad sanitaria, se inspecciona el canal de intercepción de aguas lluvias ubicado en la parte posterior del depósito, el cual se encuentra en buenas condiciones para posibles flujos de aguas lluvias.

Fotografías N°21 y N°22.



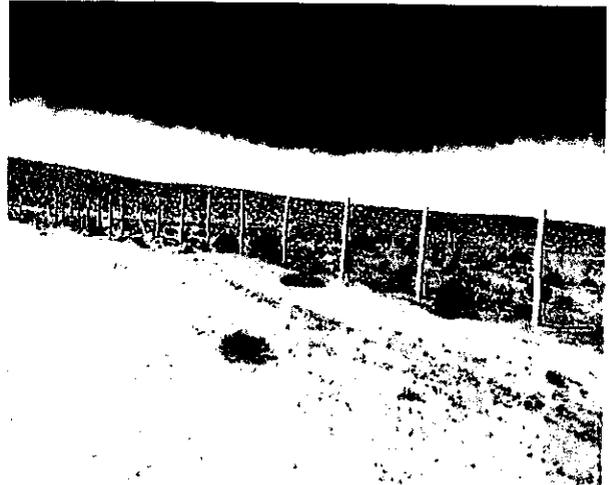
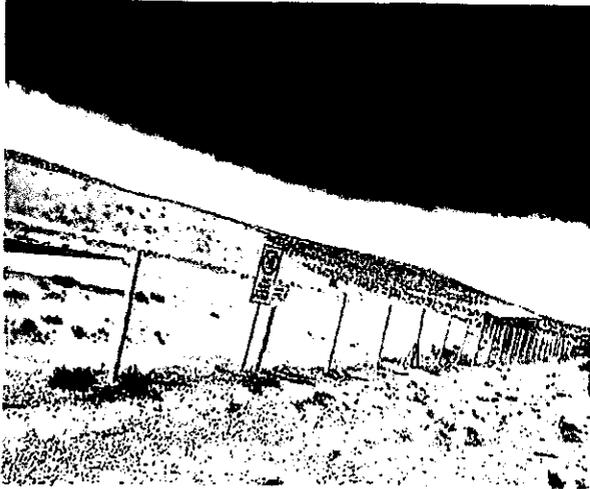
4.- Cierre perimetral, señalética y control de candados.

4.1.- Inspección del cierre Perimetral.

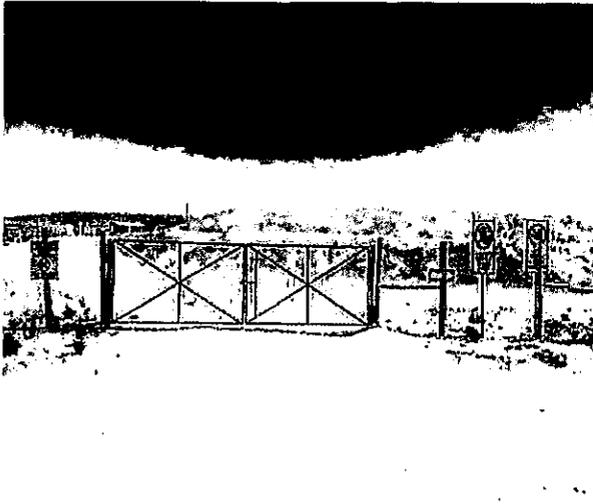
Durante la verificación del cierre perimetral del Depósito de Puquios, se chequea el cierre perimetral y se verifica que se encuentre en buenas condiciones el enmallado, cumpliendo con todo además de la altura mínima de 1.80 Mts.

Se inspeccionan las señaléticas y portón de acceso, las cuales se encuentran en buenas condiciones.

Fotografías N°23 y N°24: Cierre Perimetral.



Fotografías N° 25 y N° 26: Fotografías de señalética y portón de acceso:



5.- Crecimiento de especies arbóreas de raíces profundas:

Se mantiene el crecimiento de especies arbóreas en el Depósito de seguridad según el último monitoreo en Abril del 2019, especies que son propias del sector y no generan impacto a las condiciones del Depósito.

Fotografía N° 27: Fotografía de especies arbóreas:



Kissy Aranda Valdés
Encargada Prevención de
Riesgos
Ferrocarril de Arica a la Paz S. A

Nelson Ayala Peña
Supervisor Vías
Ferrocarril de Arica a la Paz S. A