APÉNDICE 4.3.5.
ESTUDIO AGROLÓGICO

DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

DEPÓSITO DE RELAVES FILTRADOS
CM FLORIDA

APÉNDICE Nº 4.3.5.
ESTUDIO AGROLÓGICO

ELABORADO PARA

COBRE - FIERRO
COMPAÑIA MINERA FLORIDA S.A

INERCO



General Flores 90, Providencia · Santiago · Chile · Fono (+56) 2 2963 8560 · www.inercochile.com · www.ial.cl

ENERO DE 2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 3
1.1. ANTECEDENTES GENERALES 3
1.2. OBJETIVO 3
1.3. ÁREA DE ESTUDIO 3
2. METODOLOGÍA 4
2.1. CLASIFICACIÓN INTERPRETATIVA DE LOS SUELOS 4
3. RESULTADOS 7
3.1. SERIES DE SUELO IDENTIFICADAS (ESTUDIO AGROLÓGICO IV REGIÓN) 7
3.1.1. Serie Quebrada de Martínez (QDM) 8
3.1.2. Serie Tambillos (TAB) 11
3.2. ANÁLISIS DE SUELOS EN TERRENO 13
3.3. CALICATAS 16
4. CONCLUSIONES 21

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO Nº 2.1.1. CLASIFICACIÓN DE PROFUNDIDAD DE SUELOS 6
CUADRO Nº 2.1.2. CLASIFICACIÓN DE PENDIENTES SIMPLES 6
CUADRO Nº 2.1.3. CLASIFICACIÓN DE PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL 7
CUADRO Nº 3.1.1. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA PERFIL SERIE QUEBRADA DE MARTÍNEZ 9
CUADRO Nº 3.1.2. VARIACIÓN QDM-2 DE LA SERIE QUEBRADA DE MARTÍNEZ, SECTOR PLANTA DE BENEFICIO 10
CUADRO Nº 3.1.1. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA PERFIL SERIE TAMBILLO 11
CUADRO Nº 3.1.4. VARIACIÓN TAB-1 DE LA SERIE TAMBILLO, SECTOR PLANTA DE BENEFICIO 13
CUADRO Nº 3.1.5. VARIACIÓN TAB-3 DE LA SERIE TAMBILLO, SECTOR PLANTA DE BENEFICIO 13
CUADRO Nº 3.2.1. COORDENADAS DE PERFIL 1, SECTOR DEPÓSITO DE RELAVES FILTRADOS . 13
CUADRO Nº 3.2.2. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA PERFIL 1 14
CUADRO Nº 3.3.1. COORDENADAS DE CALICATAS PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A SUELOS SECTOR DEPÓSITO DE RELAVES FILTRADOS 16
CUADRO Nº 3.3.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A SUELOS SECTOR DEPÓSITO DE RELAVES FILTRADOS, MUESTRA SOCV 1 17
CUADRO Nº 3.3.3. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A SUELOS SECTOR DEPÓSITO DE RELAVES FILTRADOS, MUESTRA SOCV 2 18
CUADRO Nº 3.3.4. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A SUELOS SECTOR DEPÓSITO DE RELAVES FILTRADOS, MUESTRA SOCV 3 19

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº 3.1.1. SERIES DE SUELO IDENTIFICADAS DE ACUERDO A ESTUDIO AGROLÓGICO IV REGIÓN 8
FIGURA Nº 3.2.1. UBICACIÓN DE PERFIL 1 PARA DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y OBRAS..... 14
FIGURA Nº 3.2.2. PERFIL 1 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y ALREDEDORES 15
FIGURA Nº 3.3.1. UBICACIÓN DE CALICATAS, PERFILES Y OBRAS..... 16
FIGURA Nº 3.3.1. PERFILES GRANULOMÉTRICOS, MUESTRA SOCV 1 18
FIGURA Nº 3.3.2. PERFILES GRANULOMÉTRICOS, MUESTRA SOCV 2 19
FIGURA Nº 3.3.3. PERFILES GRANULOMÉTRICOS, MUESTRA SOCV 3 20

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes Generales

Compañía Minera Florida S.A. (en adelante e indistintamente "Minera Florida" o "el Titular"), somete a evaluación la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto minero denominado "Depósito de Relaves Filtrados CM Florida" que corresponde a la implementación de un nuevo depósito de relaves filtrados para la Planta de Beneficio de CM Florida, Faena Tambillos, actualmente en funcionamiento. Dicho depósito estará conformado por siete terrazas con una altura estimada de siete m cada una (7 m). Conforme a la producción de relaves de la Planta de Beneficio, equivalente a 2.880 ton/día, se ha estimado una capacidad de almacenamiento de 3.540.293 m^3 de relaves, equivalentes a 7.256.600 ton.

En forma complementaria, el sistema requerirá la construcción de una serie de unidades de apoyo a la actividad:

- Ducto de conducción de relaves.
- Planta de filtrado de relaves.
- Sistema de drenaje y recuperación de aguas.
- Muro de pie del depósito.
- Oficina sector Planta de Filtrado.
- Bodega de sustancias peligrosas.

1.2. Objetivo

Este estudio tiene por objetivo establecer las características de los suelos a intervenir por las obras del Proyecto a fin de evaluar sus capacidades de uso.

1.3. Área de Estudio

El predio de la Planta de Beneficio CM Florida, donde se localiza el Proyecto, se encuentra ubicado en la Región de Coquimbo, Provincia de Elqui, Comuna de Coquimbo.

Específicamente, se ubica a 28 km al Sur de La Serena, en la sección media del valle de la Quebrada Los Rincones, a una altura de 200 m sobre el nivel del mar.

El acceso se puede realizar por ruta 43 desde la ciudad de La Serena, 28 km hacia el Sur empalmando con el camino a Planta Tambillos, Rol D-421, Código 64D421, el que se encuentra debidamente señalizado, continuando por este acceso en dirección poniente, por aproximadamente 800 m.

2. METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente documento, se tomó en consideración fuentes bibliográficas, referentes a estudios de suelos realizados en el área Proyecto (Planta de Beneficio). En este sentido, en el Estudio Agrológico IV Región (CIREN, 2005), detalla las Series de Suelo correspondientes al área del Proyecto, incluyendo el símbolo cartográfico, caracterización general, características físicas y morfológicas del pedón, rango de variaciones, ubicación, posición, variaciones de la Serie y propiedades físicas, químicas y físico-químicas del suelo.

Por otra parte, mediante visita a terreno al área el día 11 de noviembre de 2016, se analizó un corte de los suelos presentes, observando las características edáficas. Para el trabajo de campo se utilizó como referencia metodológica el documento *"Pauta para Estudio de Suelos"* del Servicio Agrícola y Ganadero del año 2011 (Rectificada), refiriendo el trabajo en terreno a los criterios de aproximación definidos en dicho documento, lo anterior dada la existencia de información bibliográfica que permita comparar y complementar los datos recolectados en terreno.

2.1. Clasificación Interpretativa de los Suelos

Para clasificar los suelos descritos, se utilizaron las Clasificaciones Interpretativas de Capacidad de Uso de los Suelos disponible en el Estudio Agrológico Región de Coquimbo, clasificación que contempla 8 Clases de Capacidad de Uso (I a VIII) basada en la presencia de factores que representen limitaciones para la productividad del suelo.

Los suelos Clase I tienen pocas limitaciones que restrinjan su uso. Son suelos casi planos, profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, poseen buena capacidad de retención de humedad y la fertilidad natural es buena o responden en muy buena forma a las aplicaciones de fertilizantes. En su uso se necesitan prácticas de manejo simples para mantener su productividad y conservar su fertilidad natural.

La diferencia que se produce entre las Clases I a la IV se debe a un aumento en las limitaciones del suelo a uno o más parámetros que van restringiendo su uso e implican prácticas de manejo especiales para su conservación. Estos parámetros corresponden a profundidad del suelo, relieve y pendiente, permeabilidad y drenaje, texturas y/o estructuras, salinidad o sodicidad, clima, susceptibilidad a erosión, etc.

Las Clases de Capacidad que van desde la V a la VII son suelos de uso limitado, generalmente no adaptadas para cultivos, excepto con grandes movimiento de tierras y/o continuos procesos de habilitación o recuperación, lo que implica un alto costo económico.

Los suelos de la Clase V tienen escaso o ningún riesgo de erosión pero presentan otras limitaciones que no pueden removerse en forma práctica y que limitan su uso a empastadas, praderas naturales de secano o forestales. Estos suelos son casi planos, demasiado húmedos o pedregosos y/o rocosos para ser cultivados. Están condicionados a inundaciones frecuentes y prolongadas o salinidad excesiva.

El uso de los suelos Clase VI está limitado para pastos y forestales. Los suelos tienen limitaciones continuas que no pueden ser corregidas, tales como: pendientes pronunciadas, susceptibles a severa erosión, efectos de erosión antigua, pedregosidad excesiva, zona radicular poco profunda, excesiva humedad a anegamientos, clima severo, baja retención de humedad, alto contenido de sales o sodio.

Los suelos Clase VII presentan limitaciones muy severas limitando su uso a pastoreo y forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la Clase VI por uno o más de las limitaciones siguientes que no pueden corregirse; pendientes muy pronunciadas, erosión, suelo delgado, piedras, humedad, sales o sodio, clima no favorable, etc.

Finalmente los suelos Clase VIII no poseen valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas.

Dentro de las Clases de Capacidad de Uso se reconocen las Sub-clases, que indican en forma específica el tipo de limitación que poseen los suelos. Las limitaciones que se reconocen a este nivel son las que se indican a continuación, junto con la simbología que se utiliza para estos fines:

- s :problemas inherentes al suelo
- w :humedad excesiva, problemas de drenaje o inundación
- e :riesgo de erosión o efecto de antiguas erosiones
- cl :limitaciones climáticas

Estas limitaciones pueden disminuir la utilización de un suelo, o dicho en otras palabras decrece la capacidad potencial, Por el contrario, en otros casos, potencialmente el suelo tiene un determinado uso, pero sin embargo, el factor clima, lo hace útil para algunos cultivos que son impensados en otras condiciones.

Unidades de Capacidad de Uso

Este símbolo se agrega a la Subclase:

- 0: Suelos que presentan una estrata de arena gruesa o muy gravosa que limita la penetración radicular y retención de humedad.
- 1: Erosión potencial o actual (agua o viento).
- 2: Drenajes o riesgos de inundación.
- 3: Subsuelo o estrata de permeabilidad lenta o muy lenta o muy lenta.
- 4: Texturas gruesas o gravosas en todo el perfil.
- 5: Texturas finas o muy finas en todo el perfil.
- 6: Salinidad o alcalinidad suficiente para construir una limitación o riesgo permanente.

- 7: Suficientes piedras, guijarros o rocas superficiales que interfieren en las labores.
- 8: Hardpand o rocas semi-meteorizadas en la zona de arraigamiento.
- 9: Baja fertilidad inherente al suelo.

Además se revisó el capítulo de Materiales y Símbolos de la misma fuente, considerando los siguientes criterios y rangos:

Profundidad del Suelo

La profundidad de un suelo se mide en función de la existencia de un impedimento que limita en forma absoluta y permanente la penetración de raíces, por lo tanto, no debe existir indicios de penetración de raíces, salvo por grietas. Los rangos a utilizar son los siguientes:

Cuadro Nº 2.1.1. Clasificación de profundidad de suelos

DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD
Profundo	100 -150
Moderadamente profundo	75 - 100
Ligeramente profundo	50 - 75
Delgado	25 - 50
Muy delgado	menos de 25

Fuente: CIREN, 2005.

Pendientes Simples

La clasificación de pendientes se desarrolló de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro Nº 2.1.2. Clasificación de pendientes simples

DENOMINACIÓN	PORCENTAJE
Plano	0 - 1
Suavemente inclinado	1 - 3
Moderadamente inclinado	3 - 8
Fuertemente inclinado	8 - 15
Moderadamente escarpado	15 - 25
Escarpado	25 - 45
Muy escarpado	45 - 65

Fuente: CIREN, 2005.

Pedregosidad Superficial

Se refiere a la presencia de gravas o piedras en superficie, denominándose grava a los fragmentos que comprenden entre los 2 a 7,5 cm de diámetro. Los fragmentos de 7,5 a 25 cm se denominan piedras. Las clases de pedregosidad están definidas por las mezclas de clastos menores de 25 cm.

Las clases de pedregosidad "abundante" y "muy abundante" pueden incluir clastos mayores de 25 cm de diámetro.

Cuadro Nº 2.1.3. Clasificación de pedregosidad superficial

% PEDREGOSIDAD 2-25 cm	% GRAVAS 2-7,5 cm	DENOMINACIÓN
0 - 5	0 - 10	Sin pedregosidad
5 - 15	10 - 20	Ligera
15 - 35	20 - 40	Moderada
35 - 50	40 - 85	Abundante
más de 50	más de 85*	Muy abundante

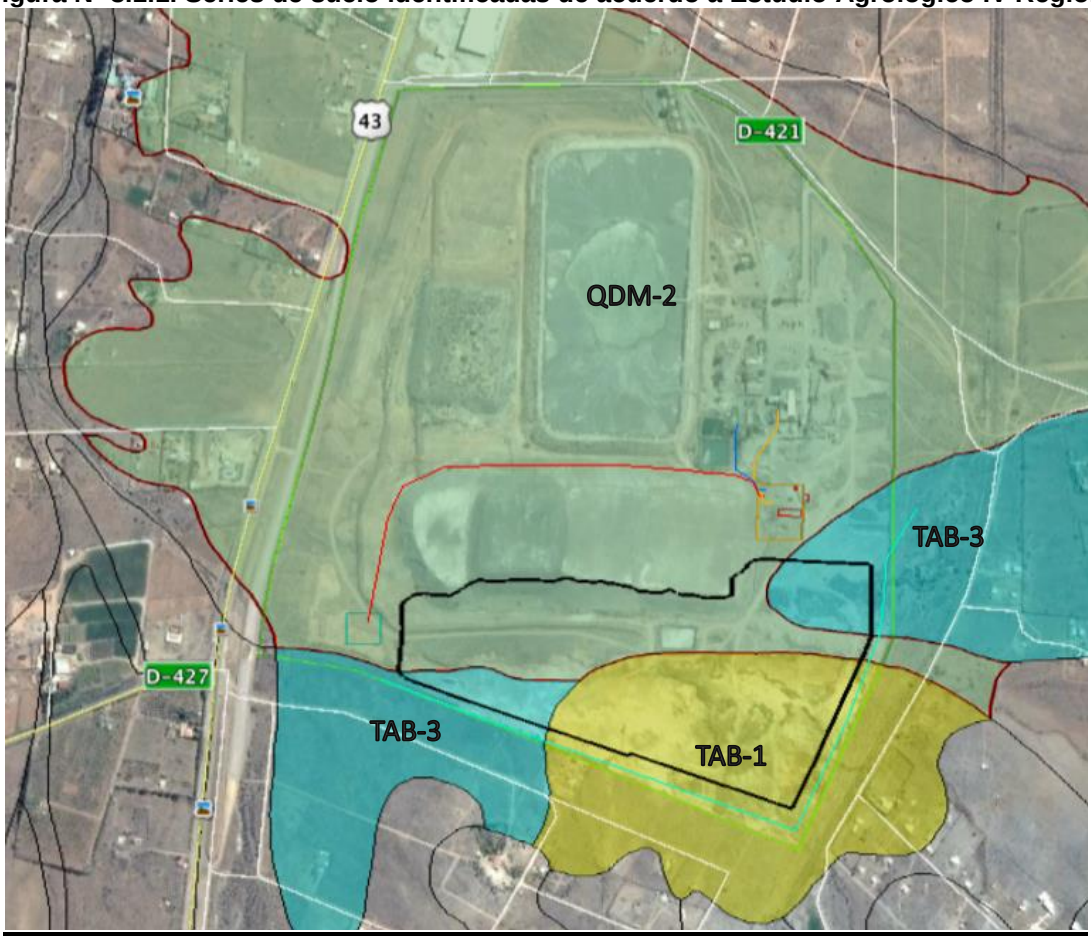
Fuente: CIREN, 2005.

3. RESULTADOS

3.1. Series de Suelo Identificadas (Estudio Agrológico IV Región)

En cuanto a aquellos suelos identificados y que se encuentran asociados para a las obras del Proyecto, de acuerdo a la Ortofoto digital La Serena (CIREN, 2005), estos pertenecen a las Series Quebrada de Martínez (QDM) y Tambillo (TAB).

Figura Nº 3.1.1. Series de suelo identificadas de acuerdo a Estudio Agrológico IV Región



Fuente: Elaboración propia, 2017; en base a CIREN, 2005.

3.1.1. Serie Quebrada de Martínez (QDM)

La Serie Quebrada de Martínez corresponde a un suelo de origen coluvial, en posición de plano inclinado, delgado. De textura superficial franco arenosa y color pardo oscuro; de textura arcillosa y color rojo débil en matiz 2.5YR en profundidad. El sustrato corresponde a un duripán de construcción silícica, con gravilla y gravas y matriz arcillosa, con manchas de manganeso muy abundantes. perteneciente a la Familia franca esqueletal, mixta, térmica Duric Torriorthent (Entisol).

En el siguiente cuadro se realizada la descripción del perfil de suelo que define la serie Quebrada de Martínez:

Cuadro Nº 3.1.1. Descripción morfológica perfil Serie Quebrada de Martínez

PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA
0-23 A_1	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo, pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; muy friable en húmedo, ligeramente duro en seco; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Gravilla moderada (10 a 40%) y gravas finas aisladas. Límite lineal, claro.
23-50 $2C_1$	Rojo débil (2.5YR 4/2) en húmedo, gris rojizo (5YR 5/2) en seco; gravilla con gravas y piedras en un 80 a 95% en matriz arcillosa; no plástico y no adhesivo; macizo. Raíces escasas hasta los 35 cm. Límite lineal abrupto.
50-55 $2C_2$	Rojo débil (2.5YR 4,5/2) en húmedo con manchas y/o vetas de color pardo (10YR 5/3) en húmedo; arcillosa; plástico y muy adhesivo; macizo. Sin raíces. Gravilla y gravas finas, frescas y/o descompuestas comunes (10 a 25%). Límite lineal abrupto.
55-80 $3C_{qm}$	Duripán constituido por gravilla y gravas con matriz arcillosa. Manchas muy abundantes de manganeso, de color negro azulado. Duro en seco, indurado. Sin raíces.

Fuente: CIREN, 2005.

Rango de variaciones

El horizonte superficial se puede considerar como un depósito superficial sobre las gravillas y gravas subyacentes. Fluctúa en espesor entre 14 y 31 cm, siendo el límite inferior lineal abrupto. El contenido de gravilla de este horizonte es variable entre 10 y 60%, incluyéndose gravas finas aisladas que ocasionalmente llegan a representar hasta un 20% en volumen.

El horizonte C_1 está constituido por 80 a 95% de gravilla en una matriz arcillosa. Las raíces desaparecen a los 10 a 15 cm de iniciada esta estrata. El horizonte C2 es arcilloso, con un menor contenido de gravilla, puede faltar o estar incluido en forma lenticular en el horizonte superior, en general tiene 3 y 8 cm de espesor.

No se observan variaciones en el horizonte cementado.

Ubicación

Esta Serie se describió en la Ortofoto Nº 1765C, a 6.667,2 Km de Lat- UTM y a 284,6 km de Long. UTM.

Posición

Suelo de origen coluvial, en posición de plano inclinado.

Variaciones de la Serie Quebrada de Martínez

Cabe destacar, que de acuerdo a la Ortofoto digital La Serena, la mayor parte del predio donde se emplaza la Planta de Beneficio (sobre 80% de superficie) se ubica en la variación de la serie QDM-2, correspondiente a suelos que presentan moderadas a severas limitaciones que restringen su uso y la elección de los cultivos, siendo necesarias prácticas de conservación y manejo para poder ser cultivados. Por otra parte, estos suelos poseen escasa profundidad, por presentar un horizonte endurecido de constitución silícica con gravilla y gravas y matriz arcillosa, con manchas de manganeso muy abundantes. Este horizonte es localmente nominado como *"tertel"*, y se encuentra a aproximadamente 50 cm de profundidad, limitando la zona de crecimiento radicular y de almacenamiento de agua, y siendo una restricción al paso de agua.

La variación QDM-2 de la Serie Quebrada de Martínez presenta las siguientes características.

Cuadro Nº 3.1.2. Variación QDM-2 de la Serie Quebrada de Martínez, Sector Planta de Beneficio

QDM-2 Corresponde a la fase de textura superficial franco arcillo arenosa, ligeramente profunda, plana y bien drenada. Se clasifica en:			
CAPACIDAD DE USO:	IIIs8	**CLASE DE DRENAJE:**	5
CATEGORÍA DE RIEGO:	3s	**APTITUD FRUTAL:**	D
EROSIÓN:	0	**APTITUD AGRÍCOLA:**	3

Fuente: CIREN, 2005.

Es importante mencionar que cartográficamente y en base a los estudios señalados, los suelos pertenecen a la serie de suelo Quebrada de Martínez, sin embargo, y de acuerdo al trabajo de campo, los perfiles realizados no se corresponden con la descripción morfológica de la serie, debido a la intervención antrópica propia de los movimientos de tierra y nivelaciones realizadas para emplazar las instalaciones y realizar las obras y actividades propias de una faena minera.

En términos específicos, el área de Proyecto asociada a dicha serie de suelo, se encuentra intervenida en su totalidad por excavaciones realizadas para la obtención de material empréstito destinado a la construcción del embalse de relaves que se encuentra actualmente en operación, además de la existencia de depósitos de relaves que ya no se encuentran en funcionamiento, la acumulación de mineral previo chancado y el tránsito de vehículos.

Conforme a lo anterior, se establece que las partes, obras y acciones del Proyecto serán desarrolladas en su totalidad en suelos cuyas características naturales cuentan con fuertes alteraciones de carácter antrópico, determinando de esta manera que la magnitud de la intervención en dicha serie de suelo no sea significativa en cuanto a su práctica inexistencia como tal en el área de intervención proyectada, no significando de este modo

un detrimento a su eventual valor productivo y/o como soporte de biodiversidad (ver Figura Nº 3.1.1).

3.1.2. Serie Tambillos (TAB)

La Serie Tambillo corresponde a un suelo de origen aluvio coluvial, en posición de plano levemente inclinado, de profundidad variable, perteneciente al Orden Aridisol.

En el siguiente cuadro se realizada la descripción del perfil de suelo que define la Serie Tambillo:

Cuadro Nº 3.1.3. Descripción morfológica perfil Serie Tambillo

PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA
0-17 A_p	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/2,5) en húmedo, pardo a gris rojizo (7,5YR a 5YR 5/2) en seco; franco arcillo arenosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable en húmedo, ligeramente duro en seco; estructura de bloques subangulares finos, moderados. Raíces finas abundantes; poros finos y medios abundantes. Gravilla y gravas finas comunes (25%). Límite lineal, claro.
17-33 B_1	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/3) en húmedo, gris rojizo (5YR 5/2) en seco; franco arcillo arenosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable en húmedo, ligeramente duro en seco; estructura de bloques subangulares finos, moderados. Raíces escasas; poros finos comunes. Gravilla y gravas finas abundantes (80%). Límite lineal, gradual.
33-48 B_2	Pardo rojizo oscuro (5YR 3,5/3) en húmedo, gris rojizo (5YR 5/2) en seco; arcillosa; plástico y adhesivo; firme en húmedo, duro en seco; estructura prismática media, moderada, que se parte en bloques subangulares medios, fuertes. Raíces finas escasas. Gravilla y gravas finas abundantes (80%). Límite lineal claro.
48-61 B_3	Pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo, pardo rojizo claro (5YR 6/3) en seco; franco arcillo arenosa; plástico y adhesivo; firme en húmedo, duro en seco; macizo. Raíces finas escasas. Gravilla y gravas finas abundantes (85%). Límite lineal, abrupto.
61-100 $2C_{qm}$	Duripán constituido por arcillas, gravas y gravilla. El material de color pardo rojizo y/o pardo amarillento rojizo (5YR 5/6) en húmedo. Presencia de manchas y vetas de manganeso de color azulado. Extremadamente duro. Sin raíces; poros muy escasos.

Fuente: CIREN, 2005.

Rango de variaciones

La mayor parte de este suelo se encuentra bajo cultivo, por lo cual normalmente se describe un horizonte A_p; raramente se puede encontrar un horizonte A_1. Las texturas dominantes se encuentran en el rango de las texturas moderadamente finas: franco arcillo arenosa, franco arcillosa y sólo en algunos pedones se encuentran clases texturales más extremas tales como arcillo limosa o arcillosa. El matiz se mantiene constante con variaciones entre 7.5YR y 10YR; algunos pedones pueden llegar a 5YR; en cambio el

valor y el croma se mantienen constantes entre 3/2 y 3/4. Todos los horizontes A_p y A_1 tienen estructura de bloques subangulares medios y finos y la mayor parte de ellos presenta gravas y gravillas angulares en proporción variable de 50 a 60%.

El horizonte B normalmente presenta varios subhorizontes que pueden variar en color desde 7.5YR 3/2 hasta el 5YR 4/4, aunque siempre con cantidades abundantes de gravas angulares que pueden variar desde 5 a 60%. Las texturas dominantes son moderadamente finas y finas: franco arcillo arenosa, franco arcillosa y arcillosa.

Algunos pedones presentan un horizonte transicional antes de llegar a duripán constituido por una matriz generalmente arcillosa de color rojizo (5YR 4/4) con 70 a 80% de gravas y gravillas angulares semi meteorizadas.

Bajo el suelo se presenta el tertel que constituye un duripán debido a que su cementación proviene en más del 90% de los casos de sílice. Las gravas fluctúan entre el 60 y 95% con una matriz generalmente arcillosa. La fuerte cementación hace de este horizonte una estrata impermeable al paso del agua y de las raíces.

Ubicación

Esta Serie se describió en la Ortofoto N° 1751A , a 6.686,5 km de Lat. UTM y a 288,0 km de Long. UTM.

Posición

Suelo en posición de plano inclinado aluvio coluvial.

Variaciones de la Serie Tambillo

Cabe destacar, que de acuerdo a la Ortofoto digital La Serena, una parte cercana al 20% de la superficie del predio donde se emplaza la Planta de Beneficio se asocia a las variaciones de la serie TAB-1 y TAB 3 (5% y 15% aprox. de superficie total del predio), ambos correspondiente a suelos que presentan moderadas limitaciones que restringen su uso y la elección de los cultivos, siendo necesarias prácticas de conservación y manejo para poder ser cultivados. Por otra parte, estos suelos poseen escasa profundidad, por presentar un horizonte endurecido de constitución silícica con gravilla y gravas y matriz arcillosa, con manchas de manganeso muy abundantes. Este horizonte es localmente nominado como *"tertel"*, y se encuentra a aproximadamente 50 cm de profundidad, limitando la zona de crecimiento radicular y de almacenamiento de agua, y siendo una restricción al paso de agua.

La variación TAB-1 de la Serie Tambillo presenta las siguientes características:

Cuadro Nº 3.1.4. Variación TAB-1 de la Serie Tambillo, Sector Planta de Beneficio

TAB-1 Representa a la Serie y corresponde a suelos con textura superficial franco arcillo arenosa, ligeramente profundos, casi planos con 1 a 3% de pendiente y bien drenados. Incluye sectores con ligera pedregosidad superficial. Se clasifica en:			
CAPACIDAD DE USO:	IIIs8	**CLASE DE DRENAJE:**	5
CATEGORÍA DE RIEGO:	3s	**APTITUD FRUTAL:**	C
EROSIÓN:	0	**APTITUD AGRÍCOLA:**	3

Fuente: CIREN, 2005.

La variación TAB-3 de la Serie Tambillo presenta las siguientes características:

Cuadro Nº 3.1.5. Variación TAB-3 de la Serie Tambillo, Sector Planta de Beneficio

TAB-3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo arenosa, ligeramente profunda, plana y bien drenada. Incluye sectores con textura superficial arcillo arenosa y arcillosa, o sectores suavemente inclinados. Se clasifica en:			
CAPACIDAD DE USO:	IIIs8	**CLASE DE DRENAJE:**	5
CATEGORÍA DE RIEGO:	3s	**APTITUD FRUTAL:**	C
EROSIÓN:	0	**APTITUD AGRÍCOLA:**	3

Fuente: CIREN, 2005.

3.2. Análisis de suelos en terreno

En forma complementaria a la identificación de suelos desarrollada en el Estudio Agrológico IV Región (CIREN, 2005), el día 11 de noviembre de 2016 se realizó un análisis de un perfil de suelo descubierto por las excavaciones pretéritas realizadas en el sector del depósito de relaves y cuya localización es coincidente con el área identificada como la variación TAB-1.

Cuadro Nº 3.2.1. Coordenadas de perfil 1, sector depósito de relaves filtrados

CALICATA	**COORDENADAS UTM H 19S DATUM WGS-84**	
	NORTE	**ESTE**
PERFIL 1	284.189	6.656.352

Fuente: Compañía Minera Florida S.A., 2017.

Figura Nº 3.2.1. Ubicación de perfil 1 para descripción morfológica y obras



Fuente: Elaboración propia, 2017.

El Perfil 1 de suelo presenta escasa pendiente, variable entre 1 a 3%, presenta alrededor de 10% de pedregosidad superficial (ligera), y vegetación natural propia del lugar. En el siguiente cuadro se indica su descripción morfológica.

Cuadro Nº 3.2.2. Descripción morfológica perfil 1

PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA
0-42 A	Pardo oscuro (5YR 3/1) en húmedo, rojo débil (2,5YR 5/2) en seco; franco arcillosa; plástico, adhesivo; estructura de bloques subangulares finos y medios moderados. Raíces finas y medias comunes; Gravilla angular ligera (10%) de 3 a 10 mm de diámetro. Límite lineal, abrupto.
42-64 C_1	Pardo rojizo oscuro (5YR 4/3) en húmedo, rojo débil (2,5YR 5/2) en seco; franco arcillo arenosa; plástico y adhesivo; firme en húmedo, duro en seco; macizo 60% de gravas angulares de 3 a 30 mm en matriz arcillosa; macizo. Raíces finas escasas. Límite lineal, abrupto.
64 y más C_2	Duripán o *"Tertel"* constituido por arcillas, gravas y gravilla. Pardo rojizo en húmedo (5YR 5/6) en húmedo. Presencia de manchas y vetas de manganeso de color azulado. Extremadamente duro. Sin raíces.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Figura Nº 3.2.2. Perfil 1 descripción morfológica y alrededores



Fuente: Fotografías capturadas por el autor, 2016.

En base al perfil descrito, es posible establecer una coincidencia respecto de la serie de suelo identificada para el área, correspondiente a la variación TAB-3, asociada a una capacidad de uso III.

En términos específicos, los suelos del sector de emplazamiento del depósito de relaves filtrados proyectado presenta limitaciones moderadas desde el punto de vista productivo, debido principalmente a la presencia del duripan o tertel, asociado al arraigamiento de superficies.

Cabe reiterar, que conforme al estado actual del área de Proyecto se establece que las partes, obras y acciones del Proyecto serán desarrolladas en su totalidad en suelos cuyas características naturales cuentan con fuertes alteraciones de carácter antrópico, determinando de esta manera que la magnitud de la intervención del suelo con la

capacidad de uso identificada (III) no sea significativa en cuanto a su práctica inexistencia como tal en el área de intervención proyectada, no significando de este modo un detrimento a su eventual valor productivo y/o como soporte de biodiversidad

3.3. Calicatas

En relación al suelo donde se proyecta la habilitación del depósito de relaves filtrados, se cuenta con calicatas realizadas en el sector asociado al emplazamiento de la obra (ver coordenadas en Cuadro Nº 3.3.1), para las cuales se realizaron los respectivos análisis granulométricos destinados a la caracterización de los mismos y que son presentados en los Cuadros y Figuras a continuación y que son presentados en detalle en el Anexo Nº 3.1: Estimación y Modelación de Emisiones Atmosféricas.

Cuadro Nº 3.3.1. Coordenadas de calicatas para análisis granulométrico a suelos sector depósito de relaves filtrados

CALICATA	COORDENADAS UTM H 19S DATUM WGS-84	
	NORTE	ESTE
SOCV 1	283.788	6.656.564
SOCV 2	284.560	6.656.505
SOCV 3	284.176	6.656.365

Fuente: Compañía Minera Florida S.A., 2017.

Figura Nº 3.3.1. Ubicación de calicatas, perfiles y obras



Fuente: Compañía Minera Florida S.A., 2017.

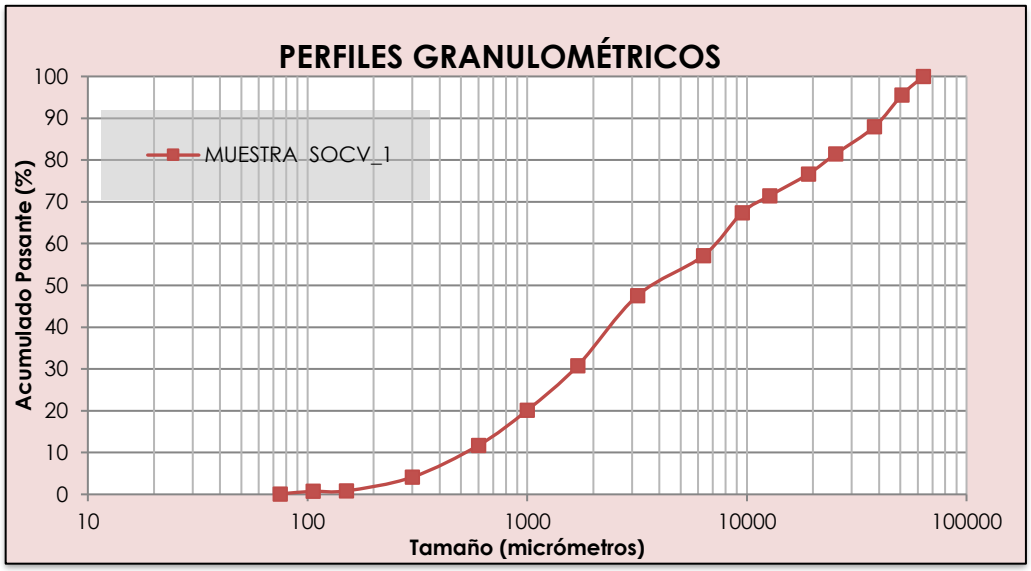
Cuadro Nº 3.3.2. Análisis granulométrico a suelos sector depósito de relaves filtrados, muestra SOCV 1

TYLER	TAMAÑO	PESO	(%)	AC (+)	AC (-)
	MICRÓMETRO	(G)		%	%
2,5"	63500	0	0,00	0,0	100,00
2"	50800	515	4,45	4,45	95,55
1,5"	38100	880	7,60	12,04	87,96
1"	25400	751	6,48	18,52	81,48
3/4	19050	560	4,83	23,36	76,64
1/2	12700	603	5,20	28,56	71,44
3/8	9520	467	4,03	32,59	67,41
1/4	6350	1190	10,27	42,86	57,14
1/8	3175	1110	9,58	52,44	47,56
12	1700	1940	16,75	69,19	30,81
18	1000	1239	10,69	79,88	20,12
30	600	973	8,39	88,28	11,72
50	300	881	7,60	95,88	4,12
100	150	382	3,29	99,17	0,83
140	106	11	0,09	99,27	0,73
200	75	73	0,63	99,90	0,10
-200	-75	12	0,10	100,00	0,00
		11586	100		

MUESTRA SOCV_1		Calculo General	Abertura	Acum. Pasante
M. húmeda (g)	12177		mm	(%)
M. seca (g)	11586	Dato Mayor	25.400,000	81,48
Humedad (%)	5,1	Dato Menor	19.050,000	76,64
		P(80)	23262,03	

Fuente: Compañía Minera Florida S.A., 2017.

Figura Nº 3.3.2. Perfiles granulométricos, muestra SOCV 1



Fuente: Compañía Minera Florida S.A., 2017.

Cuadro Nº 3.3.3. Análisis granulométrico a suelos sector depósito de relaves filtrados, muestra SOCV 2

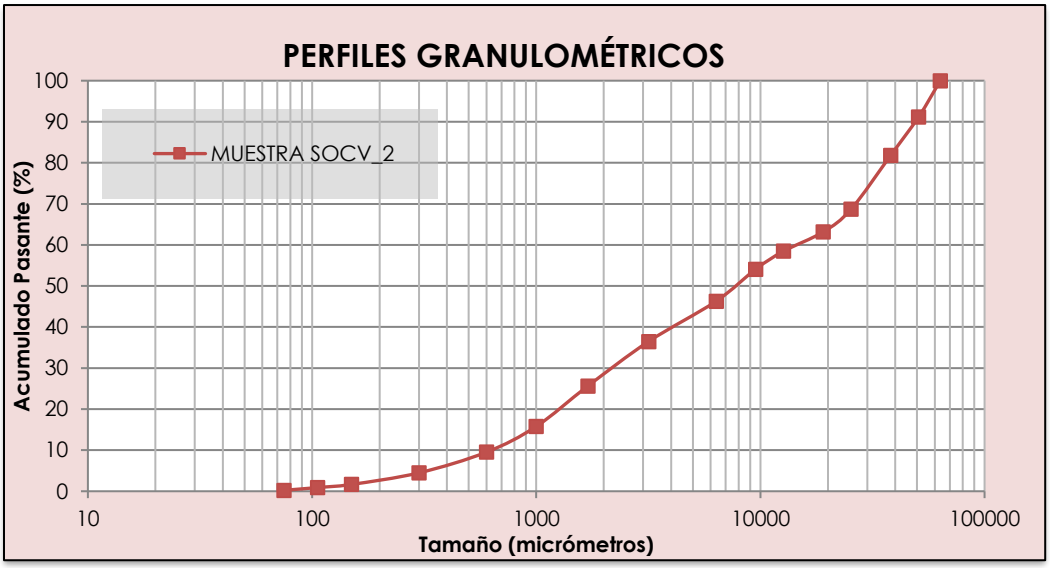
TYLER	TAMAÑO	PESO	(%)	AC (+)	AC (-)
	MICRÓMETRO	(G)		%	%
2,5"	63500	0	0,00	0,0	100,00
2"	50800	974	8,82	8,82	91,18
1,5"	38100	1037	9,39	18,20	81,80
1	25400	1445	13,08	31,29	68,71
3/4	19050	615	5,57	36,85	63,15
1/2	12700	515	4,66	41,51	58,49
3/8	9520	487	4,41	45,92	54,08
1/4	6350	860	7,79	53,71	46,29
1/8	3175	1083	9,80	63,51	36,49
12	1700	1199	10,85	74,37	25,63
18	1000	1088	9,85	84,22	15,78
30	600	691	6,26	90,47	9,53
50	300	557	5,04	95,51	4,49
100	150	312	2,83	98,34	1,66
140	106	84	0,76	99,10	0,90
200	75	74	0,67	99,77	0,23

TYLER	TAMAÑO	PESO	(%)	AC (+)	AC (-)
	MICRÓMETRO	(G)		%	%
-200	-75	26	0,23	100,00	0,00
		11047	100		

MUESTRA SOCV_2		Calculo General	Abertura	Acum. Pasante
M. húmeda (g)	11566		mm	(%)
M. seca (g)	11047	Dato Mayor	38.100,000	81,80
Humedad (%)	4,7	Dato Menor	25.400,000	68,71
		P(80)	36037,51	

Fuente: Compañía Minera Florida S.A., 2017.

Figura Nº 3.3.3. Perfiles granulométricos, muestra SOCV 2



Fuente: Compañía Minera Florida S.A., 2017.

Cuadro Nº 3.3.4. Análisis granulométrico a suelos sector depósito de relaves filtrados, muestra SOCV 3

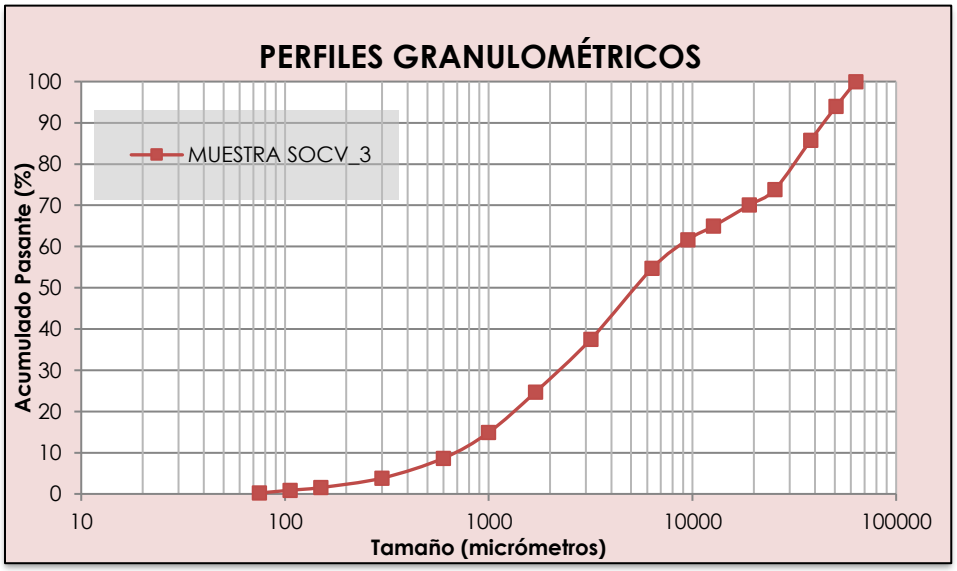
TYLER	TAMAÑO	PESO	(%)	AC (+)	AC (-)
	MICRÓMETRO	(G)		%	%
2,5"	63500	0	0,00	**0,0**	100,00
2"	50800	672	5,97	5,97	94,03
1,5"	38100	924	8,21	14,19	85,81
1	25400	1344	11,95	26,14	73,86
3/4	19050	426	3,79	29,92	70,08

TYLER	TAMAÑO	PESO	(%)	AC (+)	AC (-)
	MICRÓMETRO	(G)		%	%
1/2	12700	576	5,12	35,04	64,96
3/8	9520	369	3,28	38,32	61,68
1/4	6350	779	6,92	45,25	54,75
1/8	3175	1937	17,22	62,47	37,53
12	1700	1439	12,79	75,26	24,74
18	1000	1105	9,82	85,08	14,92
30	600	703	6,25	91,33	8,67
50	300	543	4,83	96,16	3,84
100	150	258	2,29	98,45	1,55
140	106	74	0,66	99,11	0,89
200	75	74	0,66	99,77	0,23
-200	-75	26	0,23	100,00	0,00
		11249	100		

MUESTRA SOCV_3		Calculo General	Abertura	Acum. Pasante
M. húmeda (g)	11733		mm	(%)
M. seca (g)	11249	Dato Mayor	38.100,000	85,81
Humedad (%)	4,3	Dato Menor	25.400,000	70,08
		P(80)	32800,21	

Fuente: Compañía Minera Florida S.A., 2017.

Figura Nº 3.3.4. Perfiles granulométricos, muestra SOCV 3



Fuente: Compañía Minera Florida S.A., 2017.

4. CONCLUSIONES

El área en de Proyecto se ubica en la sección media del valle de la Quebrada Los Rincones, sobre una terraza fluvial al oriente de la quebrada, e inmediatamente vecino a las instalaciones industriales existentes, que corresponden a acopios de estériles y/o tranques de relaves ya cerrados. La totalidad de la superficie asociada a las partes, obras y acciones del Proyecto, tienen una capacidad de uso de suelo III, considerada agrícola de secano; siendo el principal impacto sobre el recurso suelo, la disminución de superficie de suelo agrícola, el que será utilizado para el desarrollo del Proyecto.

Conforme a las características de intervención de carácter minero-industrial que posee el área actualmente, y que en ciertos sectores incluso habiendo ya desaparecido el suelo propiamente tal, se establece que en la actualidad no tiene fines de producción agrícola y presenta limitaciones moderadas a severas en su uso.

Respecto de este último punto cabe destacar la lenta permeabilidad, baja fertilidad y otras limitaciones que requieren de prácticas de conservación moderadas a intensivas; es susceptible a la erosión y de profundidad menor a 0,6 metros. Las limitaciones dominantes dentro de la clase se asocian al mismo suelo, siendo la más importante la profundidad efectiva. Los suelos delgados sobre un lecho rocoso (hardpand o tertel) limitan la zona de arraigamiento de las raíces y almacenamiento de agua. Sumado a ello existe una baja fertilidad natural.

Sumado a lo anterior, ésta área no presenta riego. La zona posee un suelo degradado sin interés desde el punto de vista de su explotación agrícola (carácter productivo). El sitio tiene escasa vegetación compuesta principalmente por matorrales (*Haplopappus cerberoanus* y *Baccharis linearis*), especies dominantes, las que no presentan interés de conservación, y **determinando de esta manera que la intervención sobre el componente natural renovable suelo no tenga el carácter de significativo**.