

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**REVEGETACIÓN Y EVALUACIÓN DE NUTRIENTES Y METALES
PESADOS ENCONTRADOS EN LA VEGETACIÓN DE LAS
CANCHAS DE DESMONTE DE LA UNIDAD PRODUCTIVA
UCHUCCHACUA – COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA
S.A.A.**

Trabajo Profesional para optar el Título de

INGENIERO FORESTAL

**ROCÍO MARÍA DEL CARMEN
GUANILO URBANO**

Lima – Perú

20016

RESUMEN

Para la revegetación se seleccionó 11 canchas de desmonte ubicadas al pie de las bocaminas Casualidad, Carmen, Socorro, Lucrecia y Huantajalla, las cuales fueron revegetadas con *Lolium perennne* (ryegrass inglés), se estimó que la cobertura vegetal establecida fue del 70%, la metodología de revegetación utilizada se describió en los Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro (PETS). Para evitar que las aguas de escorrentía erosionaran las canchas de desmonte revegetadas, se realizó la construcción de canales de coronación y cunetas.

Es de señalar que el primer monitoreo de suelos, desmontes y vegetación se realizó tres años después de instalada la vegetación. Los resultados evidenciaron suelos predominantemente francos; de pH alcalino; con alto contenido de carbonato de calcio; con tendencia a valores altos en materia orgánica, contenidos medios a altos en P, K y Ca. Los micronutrientes del suelo de la cantera y de las áreas revegetadas presentaron valores considerados como medios a altos y óptimos respectivamente. En los suelos en mención los elementos pesados Cd y Pb, se encontraron sobre el límite máximo permisible, mientras que el Cr no superó dicho límite.

Las muestras de desmontes, se caracterizaron por ser de reacción alcalina, de composición de tipo calcárea y se consideraron como provistos en P, K, Ca y Mg.

En la vegetación se observó que N y K, son bajos, mientras que P, Ca y Mg están dentro de los rangos óptimos. Los micronutrientes, B, Cu y Zn presentaron valores dentro del rango óptimo mientras que Mn y Fe, fueron de tendencia alta. El Pb, estuvo por encima del límite máximo permisible, el Cd muy ligeramente por encima, y el Cr dentro del valor permisible. La falta de información sobre estos elementos para las especies nativas como para la exótica analizada no permite definir si éstas presentan contenidos que puedan considerarse como tóxicos.

ÍNDICE

Página

1. Introducción
2. Características de la zona de estudio
 - 2.1. Ubicación
 - 2.2. Aspectos Climáticos
 - 2.2.1. Temperatura
 - 2.2.2. Precipitación
 - 2.3. Ecosistema y componentes biológicos
 - 2.3.1. Zonas de vida o formaciones ecológicas
 - 2.4. Suelos
 - 2.5. Vegetación
3. Características del *Lolium perenne*
 - 3.1. Taxonomía
 - 3.2. Descripción
 - 3.3. Distribución
 - 3.4. Clima y suelo
 - 3.5. Época de siembra
 - 3.6. Densidad de siembra
 - 3.7. Fertilización de mantenimiento
 - 3.8. Manejo
 - 3.9. Usos
4. Revegetación de áreas alteradas por la actividad minera

5. Monitoreo de suelos y vegetación
 - 5.1. Suelo
 - 5.2. Vegetación
6. Materiales y Métodos
 - 6.1. Material cartográfico
 - 6.2. Materiales de campo
 - 6.3. Metodología
 - 6.4. Metodología de análisis
7. Metodología de análisis Resultados y discusión
 - 7.1. Recubrimiento de canchas de desmonte
 - 7.2. Revegetación de canchas de desmonte
 - 7.3. Canales de coronación
 - 7.4. Cunetas
 - 7.5. Suelos
 - 7.6. Desmontes
 - 7.7. Vegetación
8. Conclusiones
9. Sugerencias
10. Glosario de Términos
11. Bibliografía
12. Anexos

Anexo 1: Plano Compósito del Área de Influencia
de la Unidad Productiva Uchucchacua

Anexo 2: Procedimientos Escritos de Trabajo

Seguro de la Unidad Productiva Uchucchacua

Anexo 3: Fotos

Lista de cuadros

Página

- Cuadro 1 : Resumen meteorológico
- Cuadro 2 : Rangos de la concentración de iones en la solución suelo y en la forma cambiante.
- Cuadro 3 : Rangos óptimos de macro y micro nutrientes en el suelo.
- Cuadro 4 : Valores límites de metales pesados presentes en los suelos.
- Cuadro 5 : Niveles y rangos óptimos de concentración de elementos en plantas.
- Cuadro 6 : Criterio comparativo de la concentración de elementos en el tejido vegetal.
- Cuadro 7 : Variación de la concentración de elementos en hojas adultas.
- Cuadro 8 : Ubicación de los puntos de muestreo en la U.P. Uchucchacua.
- Cuadro 9 : Área acondicionada de Colquicocha Nivel (Nv) 450 en la U.P. Uchucchacua.
- Cuadro 10 : Áreas recubiertas de Casualidad Nv. 450, 500, Carmen Nv. 500, 630 en la U.P. Uchucchacua.
- Cuadro 11 : Áreas recubiertas de Carmen Nv 550,630, Socorro Nv. 500-550, 630, 670, Lucrecia Nv 550, Huantajalla Nv. 500, 550, Colquicocha Nv. 450 en la U.P. Uchucchacua.
- Cuadro 12 : Resumen por años de áreas recubiertas en la U.P. Uchucchacua.
- Cuadro 13 : Áreas revegetadas de Casualidad Nv.450, 500, Carmen Nv. 500, 630 en la U.P. Uchucchacua.
- Cuadro 14 : Áreas revegetadas de Carmen Nv.550, 630, Socorro Nv. 500, 550, 630, 670, Lucrecia Nv. 550, Huantajalla Nv. 500, 550, Colquicocha

Nv. 450 en la U.P. Uchucchacua

Cuadro 15 : Resumen por años de áreas revegetadas en la U.P. Uchucchacua.

Cuadro 16 : Dimensiones de los canales de coronación de Casualidad y Carmen en la U.P. Uchucchacua.

Cuadro 17 : Dimensión del canal de coronación de Socorro en la U.P. Uchucchacua.

Cuadro 18 : Dimensiones de cunetas en Casualidad Carmen y Socorro en la U.P. Uchucchacua.

Cuadro 19 : Dimensiones de cunetas en Socorro, Huantajalla y Lucrecia en la U.P. Uchucchacua.

Cuadro 20 : Caracterización físico - química de los suelos. U.P. Uchucchacua

Cuadro 21 : Contenido de Micronutrientes disponibles y elementos pesados totales en Suelos U.P. Uchucchacua.

Cuadro 22 : Caracterización físico - química en muestras de desmonte. U.P. Uchucchacua.

Cuadro 23 : Contenido de Micronutrientes disponibles y elementos pesados totales en Desmontes U.P. Uchucchacua.

Cuadro 24 : Principales especies nativas, U.P. Uchucchacua.

Cuadro 25 : Contenido de macronutrientes en parte aérea de vegetación. U.P. Uchucchacua.

Cuadro 26 : Contenido de micronutrientes y metales pesados en parte aérea de vegetación. U.P. Uchucchacua

Lista de figuras

Página

Figura 1: Variación del contenido de carbonatos en suelos U. P. Uchucchacua.

Figura 2: Contenido de elementos pesados totales en suelos. U.P. Uchucchacua

Figura 3: Comparación del contenido de elementos pesados totales en muestras de
desmonte y suelo. U.P. Uchucchacua

1. INTRODUCCIÓN

El resultado del Convenio firmado entre la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (COMIBUSAA) y la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), fue el cumplimiento de los objetivos planteados para el presente trabajo, los cuales fueron: la revegetación, estimación de la cobertura vegetal y posterior monitoreo de nutrientes y metales pesados en desmontes, suelos y vegetación de las canchas de desmonte de la Unidad Productiva Uchucchacua.(U.P. Uchucchacua).

Contando con el soporte profesional de la UNALM, a través del coordinador designado por la Facultad de Ciencias Forestales, el apoyo de la Gerencia de Medio Ambiente de COMIBUSAA y referencias bibliográficas sobre el tema, se trató de encontrar la especie vegetal y el procedimiento de revegetación que se ajustara lo mejor posible a las características de las canchas de desmonte existentes.

Decidido el modo de operación, se discutió el asunto a nivel de las áreas involucradas: Medio Ambiente, Seguridad y Superintendencia. El resultado final fue la revegetación de las canchas de desmonte con *Lolium perenne*, (rye grass) y la redacción de cuatro documentos denominados “Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro (PETS) de la U.P. Uchucchacua”, cada uno referido a los siguientes aspectos:

1. Acondicionamiento de talud en las Canchas de desmonte.
2. Pircado de muros de contención
3. Recubrimiento con tierra vegetal
4. Revegetación

Paralelo a los trabajos de revegetación, se realizó la construcción de canales de coronación y cunetas para evitar que las aguas de escorrentía erosionaran las canchas de desmonte revegetadas.

Tres años después de la revegetación se llevó a cabo el primer monitoreo integral de desmontes, suelos y vegetación, a fin de determinar los niveles de nutrientes y metales pesados que se hallaban presentes en dichas áreas.

El presente trabajo fue dividido en trece puntos:

En el primero se hace una introducción general del trabajo desarrollado.

En el punto dos se señalan las diversas características de la zona en estudio, como ubicación, clima, suelos, vegetación, etc.

El punto tres refiere la descripción de la especie *Lolium perenne*, escogida para la revegetación de las canchas de desmonte.

En el punto cuatro y cinco, se hace mención a conceptos y a diversas pautas que deben tenerse presentes durante el proceso de revegetación y el respectivo monitoreo de suelos y vegetación.

El punto seis se refiere a materiales y métodos empleados durante el trabajo.

Los puntos siete, ocho y nueve contienen el compendio de los resultados y su discusión, así como las conclusiones y las respectivas sugerencias.

El trabajo concluye con un apartado sobre Glosario de términos, bibliografía y anexos empleados, correspondientes a los puntos diez, once y doce respectivamente.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN

La Unidad Productiva Uchucchacua está situada en la vertiente occidental de los andes.

Se ubica alrededor de las siguientes coordenadas:

10° 36' 34'' Latitud Sur.

76° 41' 18'' Longitud Oeste.

Ubicación Política:

Departamento : Lima

Provincia : Oyón

Distrito : Oyón

La altura en la que se encuentra las instalaciones de esta Unidad está entre 4 300 a 5 000 m.s.n.m. (BISA 1 996)

2.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS

BISA (1 996) indica que el clima de la Unidad Minera de Uchucchacua se caracteriza por ser frío y seco durante todo el año variando solamente durante el cambio de estaciones por el aumento y/o de las precipitaciones atmosféricas.

2.2.1 TEMPERATURA

La temperatura del área de Uchucchacua corresponde a la región de Puna. La temperatura media anual es de 3,5°C. En los meses de lluvia la temperatura es más estable, en los meses secos fluctúa con mayor amplitud entre la máxima y la mínima. En los meses secos las heladas son más frecuentes y las oscilaciones diarias de temperatura, son más marcadas entre la madrugada y el medio día (-15°C a 16°C), según registros propios. (BISA 1 996)

2.2.2 PRECIPITACIÓN

Las lluvias en la Mina son intensas entre los meses de Diciembre a Abril, los meses secos presentan lluvias esporádicas, las granizadas y nevadas son comunes en altitudes mayores a las de la Mina. De acuerdo a la propia información registrada en la Mina, la lluvia en Uchucchacua tiene un módulo promedio de precipitación de 1 103,5 mm / año. (BISA 1 996)

A continuación se presenta el cuadro N° 1, que resume la precipitación (mm/año) de la U.P. Uchucchacua durante los años 1 970-1 981.

Cuadro 1: Resumen meteorológico

Estación	Tipo	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (msnm)	Precipit (mm/año)	Temperaturas (°C)			Período Registro
						Media	Máxima	Mínima	Años
Oyón	CO	10°40'	76°46'	3 631	538,4	8,6	10,3	6,2	1968-82
Picoy	CO	10°55'	76°44'	2 990	542,1	11,6	13,0	9,7	1968-82
Patón	PLU	10°40'	76°42'	4 150	824,7				1971-77
Shushpapa	PLU	10°31'	76°45'	4 250	1 042,5				1970-72
Surusaca	CP	10°31'	76°47'	4 400	905,4	4,1	5,5	2,5	1968-82
Cochaquillo	CO	10°48'	76°40'	4 400	908,2	4,2	5,3	2,8	1968-82
Uchucchacua	PLU	10°37'	76°41'	4 500	1 103,5				1970-81
Gazuza alta	PLU	10°31'	76°50'	4 500	944,8				1970-81
Surusaca alta	PLU	10°27'	76°49'	4 600	1 510,2				1968-82
Raura	S	10°26'	76°44'	4 650	1 385,5				1950-54
Tabladas	PLU	10°46'	76°46'	4 700	930,7				1970-72
Raura	PLU	10°28'	76°44'	4 900	1 257,0				1970-77

CO: Climática Ordinaria, PLU: Pluviométrica, CP: Climática Principal, S: Sinóptica
Fuente: BISA (1 996)

2.3 ECOSISTEMA Y COMPONENTES BIOLÓGICOS

Las condiciones climáticas adversas en las áreas donde se encuentra la Unidad Minera Uchucchacua, influenciadas por la Altitud y la Topografía, determinan zonas de vida (Holdridge, 1 979) cada una con diferentes grados de influencia humana, de acuerdo a las aptitudes o posibilidades de desarrollo y sus recursos.

2.3.1 ZONAS DE VIDA O FORMACIONES ECOLÓGICAS.

En el área de estudio con el mapa ecológico de la ONERN (1 989), se ha podido diferenciar hasta dos formaciones ecológicas, las que en orden ascendente de altitud se describen a continuación:

PÁRAMO PLUVIAL – SUBANDINO TROPICAL (PP – SAT).

Formación cercana a la Laguna Patón, Laguna Añilcocha, Lagunas y zonas planas de Uchucchacua. Está entre los 4 400 a 4 600 m.s.n.m. con un rango de precipitación de 1 000 hasta 1 200 mm. anuales y biotemperatura entre 4° - 3° C. La vegetación es de almohadillado, especies como *Espeletia Sp.* y *Azorella Sp.* entre otras.

TUNDRA PLUVIAL – ANDINO TROPICAL (TP – AT).

Formación inmediata anterior a la zona de nevada. Está entre 4 600 – 4 800 m.s.n.m. con un rango de precipitación de 500 a 1 500 mm. anuales y biotemperatura de 3° - 1°C. La vegetación está compuesta de gramíneas y otras plantas de forma arrosetada con presencia en áreas hidromórficas.

2.4 SUELOS.

Tierras con características de muy frías – húmedas a muy húmedas, con altitudes entre 4 000 – 4 900 m.s.n.m. (desde la Laguna Patón hasta Uchucchacua), pendiente de 4 – 15 % y de 15 – 25 %. Clasificado como P2Sec – Xs, es decir: suelos aptos para pastos (p) y protección (X) con calidad agrológica media, con limitaciones por erosión y clima de acuerdo al Mapa de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras del Perú de la ONERN (1 989).

2.5 VEGETACIÓN.

BISA (1 996), señala que en las zonas más altas de la Laguna Patón y Uchucchacua, la vegetación se reduce a arbustivas pequeñas y predominantemente gramíneas, compuestas por especies de: *Festuca dolichophylla*, *Calamagrostis vicunarum*, *Calamagrostis rigescens*, *Stipa Brachipylla*.

Contando con el soporte profesional de la UNALM, a través del Coordinador designado por la Facultad de Ciencias Forestales, el apoyo de la Gerencia de Medio Ambiente de COMIBUSAA, y referencias bibliográficas sobre el tema se decidió revegetar las canchas de desmonte con *Lolium perenne*, especie exótica, que a diferencia de las nativas, es de rápido crecimiento y puede mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo mediante incorporación de materia orgánica.

3. ***CARACTERÍSTICAS DEL LOLIUM PERENNE***

3.1 ***TAXONOMÍA***

ITIS Report (2 002) describe la siguiente jerarquía taxonómica:

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyla
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	Lolium
Especie:	Perenne
Nombre común:	ryegrass inglés, perennial ryegrass
Nombre científico:	<i>Lolium perenne</i>

3.2 ***DESCRIPCIÓN***

El ryegrass inglés es una especie perenne, exótica que crece en matorras, es de rápido establecimiento y crecimiento temprano. (Manrique 1 998).

Hannaway et al. (1 999), señala que la inflorescencia es una espiga de 5 a 30 cm. de largo, la cual tiene de 5 a 40 espiguillas acomodadas y unidas de forma alterna directamente a lo largo del borde del raquis central. Las espiguillas contienen de 3 a 10 flósculos. La espiguilla terminal tiene dos glumas, pero la gluma más interna está ausente en las otras espiguillas. Las

semillas de ryegrass inglés son de 5 a 8 mm. de largo y un ancho en el punto medio de 1 a 5 mm.

Los tallos florales están compuestos de nudos y entrenudos, cada nudo sostiene una hoja. Los tallos son de 30 a 100 cms. de altura dependiendo de la variedad, humedad y condiciones del lugar. La base del tallo es comúnmente rojiza. (Hannaway et al. 1 999)

El mismo autor indica que las hojas de ryegrass inglés están dobladas en el nudo, las hojas son de 2 a 6 mm. de ancho y de 5 a 15 cm de largo, son puntiagudas y volteadas. Las láminas de las hojas son de color verde brillante. Son prominentemente rígidas en la parte superior. Las superficies de abajo son lisas y brillantes y sin vellos. Los márgenes de las hojas son ligeramente ásperos al tacto. Las láminas de las hojas se incrementan en tamaño desde la primera a la séptima hoja en un tallo, aunque los tallos rara vez tienen más de tres hojas. Las vainas de las hojas no están volteadas, se encuentran comprimidas pero algunas veces casi cilíndricas. Las vainas no tienen vellos, son de color verde pálido y rojizo en la base. El collar es una banda bastante estrecha de tejido meristemático situado en la unión de la lámina de la hoja y el tallo, sirve para incrementar el tamaño de la lámina de la hoja.

El sistema superficial de la raíz es altamente ramificado y produce raíces adventicias. El ryegrass inglés no tiene rizomas aunque se han reportado estolones. (Hannaway et al. 1 999).

3.3 DISTRIBUCIÓN

El ryegrass inglés (*Lolium perenne*) es un pasto nativo de Europa, Asia y de África del norte, especie introducida en América del norte y del sur, en Australia y en Nueva Zelanda. (Peeters 1 990)

3.4 CLIMA Y SUELO

Se adapta a climas templados a fríos y húmedos y en alturas comprendidas entre los 2 500 hasta 4 500 m.s.n.m. El ryegrass inglés tiene un amplio rango de adaptabilidad al suelo, prospera desde suelos bien drenados hasta suelos pobremente drenados. El ryegrass inglés tolera suelos ácidos y alcalinos donde el pH es de 5,1 a 8,4. El mejor desarrollo ocurre cuando el pH del suelo es entre 5,5 y 7,5. (Hannaway et al. 1 999)

3.5 ÉPOCA DE SIEMBRA

La época de siembra en campos con riego es de Octubre a Diciembre y en campos sin riego con el inicio del período de lluvias (Manrique 1 998)

3.6 DENSIDAD DE SIEMBRA

Manrique (1 998), indica que al voleo de 25 a 30 kilos por hectárea en surcos, la separación entre surcos 25 cm. sin riego y con riego 35 cm. La siembra en surcos se puede hacer a mano o con sembradora de granos y es conveniente que el terreno esté bien mullido.

La profundidad de siembra debe ser de 0.6 a 1.25 cm. (Hannaway et al. 1 999).

3.7 FERTILIZACIÓN DE MANTENIMIENTO

Manrique (1 998), señala que por hectárea: 100 kilos de nitrógeno, 80 kilos de superfosfato triple y 50 kilos de potasa.

3.8 MANEJO

Hannaway et al. (1 999), señala que las plantas se establecen bien cuando tienen tres a cuatro hojas y no se desprenden fácilmente del suelo cuando son jaladas.

El tiempo que requiere para establecerse es de 6 meses en campos con riego y de 12 meses en campos sin riego. (Manrique 1 998)

Las plantas deben alcanzar de 10 a 25 cm. de altura antes del pastoreo, el pastoreo no debe ser por debajo de los 2,5 cm. (Hannaway et al. 1 999).

De acuerdo a Manrique (1 998), la duración del pastoreo no debe ser muy prolongada para evitar el pisoteo y no retardar el siguiente rebrotamiento. Cada corte o pastoreo debe aplicarse al inicio de la floración.

3.9 USOS

Hannaway et al. (1 999), señala que el ryegrass inglés es cultivado principalmente para forraje, debido a su alta calidad de nutrientes, es utilizado principalmente para el pastoreo de ganado joven en crecimiento. Además es adecuado para la conservación de suelos, debido a su sistema radicular extensivo, superficial y fibroso lo hacen efectivo para reducir la erosión del suelo. También es utilizado como césped.

4. REVEGETACIÓN DE ÁREAS ALTERADAS POR LA ACTIVIDAD MINERA.

Según Bayón et al. (2 000), toda extracción viene emparejada con una transformación del medio ambiente que modifica los usos del suelo, por lo que se hace indispensable efectuar la restauración de los terrenos afectados, ya que en el caso de no producirse, estos terrenos quedan inhabilitados para otro uso y sin posibilidades de aprovechamiento.

El mismo autor sostiene que el reacondicionamiento de los terrenos puede dar lugar a dos situaciones distintas, el restablecimiento de las condiciones originales, conociéndose este proceso como “restauración”, o a un aprovechamiento diferente del inicial, conociéndose entonces el proceso como “rehabilitación o recuperación”. En ambos casos, la revegetación de estas zonas es de vital importancia, ya que gracias a ella se llevan a cabo funciones tan importantes como: la restauración de la producción biológica del suelo, la reducción y control de la erosión, la estabilización de los terrenos sin consolidar, la protección de los recursos hidráulicos y la integración paisajística.

Es deseable que no sólo se trate el medio ambiente en la fase de abandono de la explotación, sino que sea un hecho simultáneo con el proyecto, ya que desde la etapa de investigación hasta el abandono, hay otras como el inicio de la explotación y la propia fase de la extracción, en las que convendría intervenir para que la posterior recuperación fuese menos costosa, así como menos impactante.

Según Peinado (1 997), citado por Aranda et al. (2 000), cuando la actividad ha tenido como consecuencia la modificación del medio natural, los factores ambientales afectados pueden convertirse en limitantes para la vegetación. Por lo, que antes de abordar la revegetación de una

zona hay que considerar que elementos del medio se han visto afectados por la actividad, para poder conocer las condiciones que el nuevo medio ofrece a la instalación de las plantas. Las características ambientales más significativas a tener en cuenta son: clima (precipitación, temperatura, viento), Suelo (textura y estructura, contenido y disponibilidad de nutrientes para las plantas, pH, profundidad), topografía (condiciones de relieve, exposición, orientación, altitud y pendiente).

De acuerdo al MINEM (1 995), el suelo superficial debe cumplir con tres requisitos:

1. Retiro

El material de suelo del horizonte A y B debe ser removido y acumulado separadamente del material del horizonte C u otras capas subyacentes que se sabe poseen los atributos del suelo necesarios para un desarrollo equivalente de la raíz.

2. Almacenamiento

La capa superficial del suelo puede ser almacenada sólo si no es práctico redistribuir inmediatamente dicho material en áreas preparadas para la restauración. Los materiales acumulados deben ser localizados en un área estable que no será disturbada por las operaciones mineras y serán protegidos de la erosión eólica e hídrica, la compactación y la contaminación que reduciría la capacidad del suelo para mantener la vegetación.

3. Redistribución

Todo nivelado debe realizarse de manera que controle la erosión y sedimentación de las áreas perturbadas y las subyacentes no perturbadas, la tierra nivelada debe ser volteada por medios mecánicos (arado, rastra, etc.) hasta una profundidad capaz de eliminar superficies propensas a

deslizamientos, compactación del relieve y facilitar la penetración de la raíz, por lo que se deberían construir terrazas.

El ancho de los escalones de la terraza no debe exceder los siete metros, a menos que fuera requerido para lograr la estabilidad, el control de la erosión o proteger los caminos incluidos en el plan de uso de la tierra posterior a las operaciones mineras. La distancia vertical entre terrazas debe ser tal que prevenga la erosión excesiva y proporcione estabilidad a largo plazo. La pendiente del conjunto (terraplenada o no) no debe exceder del cincuenta por ciento (2h:1v).

La actividad siguiente a la nivelación es la siembra por ello la apropiada selección de especies para la revegetación es de vital importancia para establecer exitosamente una comunidad de plantas deseada. (MINEM 1 995).

El mismo autor señala que cuando se seleccionan especies para la revegetación, se deben considerar los siguientes puntos como mínimo:

- 1) capacidad para el establecimiento bajo condiciones de crecimiento locales (por ejemplo, facilidad para obtener semilla u otro material vegetativo, facilidad para plantar, nivel de certeza de la plantación);
- 2) valores para el uso de la tierra propuesto (por ejemplo, si la tierra era utilizada para pastos, entonces factores como el sabor, el valor nutritivo, la tolerancia a los pastos, la estación de crecimiento y la velocidad de crecimiento deben considerarse);
- 3) adaptabilidad a climas extremos (por ejemplo la tolerancia a la sequía, la tolerancia a temperaturas extremas, tolerancia a vientos fuertes);

- 4) adaptabilidad a las condiciones del suelo (por ejemplo, relaciones agua suelo, tolerancia a la salinidad, pH desfavorable, deficiencia de nutrientes, toxicidades);
- 5) protección de la cuenca hidrográfica contra la erosión (por ejemplo estructura y velocidad de crecimiento bajo tierra, velocidad de extensión de la cobertura vegetal); y
- 6) adaptabilidad a condiciones diversas (por ejemplo, persistencia, compatibilidad con otras especies, resistencia a enfermedades y plagas, costo de mantenimiento). Es común agrupar especies de plantas en formas de vida tales como el césped perenne, césped anual, maleza perenne, maleza anual, maleza bienal, arbustos y árboles. Estas categorías pueden ser además subdivididas en grupos como de estación fría o templada o caducifolia y conífera. En cada categoría, es necesario seleccionar especies idóneas para las características del hábitat y la estructura de la comunidad de plantas propuesta.

Según el MINEM (1 995), la principal preocupación de la siembra es colocar la semilla en el suelo a la profundidad más favorable para su germinación y establecimiento. La profundidad óptima de localización de la semilla difiere dependiendo de cada especie, pero en general, cuanto más pequeña sea la semilla la colocación será más superficial, cuanto más grande sea la semilla más profunda será su colocación. Este método práctico está directamente relacionado con la cantidad de reservas de alimento que contenga la semilla para producir un coleóptilo lo suficientemente largo para penetrar la superficie del suelo. Además, la luz estimula la germinación de algunas especies mientras que la oscuridad es esencial para otras. A continuación se hace una breve descripción del los métodos de siembra:

- Sembrado en surcos

Los surcos deberían colocarse a mayor profundidad en suelos arenosos ligeros o exposiciones al norte. En suelos de textura más fina, en condiciones de humedad alta o exposiciones al sur, los surcos deben realizarse a menores profundidades.

- Siembra al voleo

Cualquier método de dispersión de semilla que la deja caer sobre la tierra y no la coloca dentro del suelo es considerado como siembra al voleo. Ya que la semilla es depositada en la superficie del suelo y no se coloca dentro de éste, debe pasarse sobre el sitio algún tipo de dispositivo (por ejemplo, escarificador o conjunto de cadenas) después del sembrado para cubrir la semilla con suelo.

La hidrosiembra es una forma de sembrado al voleo en la cual la semilla se dispersa en agua a presión. Si se utiliza esta técnica, la semilla no debería combinarse con "hidromulch" o cualquier otro tipo de adherente ya que la semilla será dispersada sobre el suelo y se secará cuando el "mulch" o adherente se seque.

- Época de siembra

La siembra debería realizarse con el inicio del periodo de mayor precipitación. La época de siembra variará de región a región dependiendo de la distribución de la precipitación en el área.

De acuerdo a MINEM (1 995):

- El riego es un tratamiento costoso y debería ser considerado sólo como una medida temporal para mejorar la germinación y el establecimiento de la planta. El riego no debería verse como una práctica a largo plazo, a menos que el uso de la tierra o la baja

precipitación dicte su utilización continua. El desarrollo y sustentabilidad de la comunidad de plantas debe llevarse a cabo bajo condiciones climáticas naturales.

- Existen muchos factores que influyen en la necesidad de riego y en la cantidad de agua que podría ser aplicada en un programa de riego. En general, el uso del riego debería ser considerado seriamente en áreas que reciben precipitaciones anuales de 250 mm o menos.
- Se podrían presentar efectos negativos de no realizar apropiadamente el riego. Si se aplica demasiada agua de riego, la comunidad de plantas será más productiva que en el clima natural y los esfuerzos de restauración pueden fallar cuando se elimina este procedimiento.
- Además, si se aplica el riego frecuentemente y en pequeñas cantidades, es muy probable que las plantas establecidas desarrollen sistemas radiculares con baja densidad y escasa profundidad. Estas plantas no serán capaces de sobrevivir extensos periodos de sequía después de eliminar el riego.

Es vida Inc (2 006), señala el uso de hidrogel como una alternativa para retener la humedad en el suelo. El hidrogel es un polímero superabsorbente (de Potasio), que tiene las siguientes características: Es inerte, no es tóxico, aumenta la sobrevivencia de las plantas, incrementa el almacenaje de agua, reduce el agua de riego en más del 50% dependiendo del tipo de suelo, permanece presente en el suelo durante 05 años, tiene la capacidad de adsorber fertilizantes, liberándolos lentamente, se puede usar como sustrato único para el crecimiento de plantas, aumenta la capacidad de campo del suelo, reduce el uso de pesticidas (herbicidas, fungicidas) y mejora el drenaje si se usan como suplemento en el suelo. El hidrogel es capaz de retener agua a razón de 300 veces su peso, lo que le permite contener fertilizantes y nutrientes para la

planta:"se entierra junto con las semillas y las provee constantemente de los elementos necesarios para lograr su buen desarrollo"

El mismo autor señala que se realizaron investigaciones siendo el objetivo principal el demostrar el ahorro de agua, en comparación con los métodos tradicionales de riego estas se realizaron en diversos cultivos, donde se utilizó el hidrogel, los resultados fueron los siguientes: el ahorro de agua fue del 75 %, en hortalizas como rábano y brócoli; mientras que en pasto inglés y alfalfa, el ahorro fue del 52%.

5. *MONITOREO DE SUELOS Y VEGETACIÓN*

De acuerdo al MINEM (1 995):

- El material recuperado de la capa superficial del suelo, los desechos, el desmonte, los relaves, todos los demás materiales residuales y lugares perturbados que serán restaurados con vegetación deben ser muestreados para caracterizar las principales propiedades físicas y químicas para el crecimiento de las plantas.
- El número de muestras colectadas y la profundidad del muestreo debe ser el apropiado para representar el material muestreado. Esto variará dependiendo de la complejidad y variabilidad del material.
- El muestreo del suelo puede ser sistemático, de una manera completamente aleatoria o de modo estratificado al azar. La muestra compuesta es recomendable cuando los suelos son relativamente homogéneos o las áreas de muestreo pueden ser fácilmente delineadas. Una muestra compuesta se obtiene tomando muestras de suelos de igual volumen de diferentes áreas y mezclándolas exhaustivamente. Esta es una forma de promedio físico y es más económico que analizar cada muestra separadamente. El número de muestras tomadas para formar una muestra compuesta depende de la heterogeneidad del suelo.
- Los sitios que tienen un alto grado de variabilidad no deben ser caracterizados por una muestra compuesta. Bajo estas condiciones, las muestras deben ser recolectadas y analizadas separadamente para caracterizar la variabilidad que existe en el sitio.

- Todos los desechos, el desmonte, los relaves y otros materiales residuales deben ser muestreados a una profundidad en la que se espera ocurra la mayor parte de penetración de raíces.
- Las muestras de suelo deben ser guardadas en bolsas de polietileno limpias y transportadas a un laboratorio de análisis de suelo lo más rápido posible. Las muestras deben ser protegidas de la luz solar directa y mantenidas a una temperatura lo más fría posible hasta que lleguen al laboratorio.
- Los materiales de la capa superficial deben ser analizados para los siguientes parámetros: pH, porcentaje de materia orgánica, conductividad eléctrica, tasa de adsorción de sodio (RAS), análisis de tamaño de partículas, nitrógeno-nitrato, fósforo, potasio disponibles para la planta al igual que Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Cu, Mn, Ni, Pb, Cr, Cd, Mo, Se, As y Al.

5.1 SUELO

La capacidad de los suelos para incorporar elementos extraños a su composición depende de múltiples factores, que son condicionados por las propiedades edáficas: pH, textura, contenido en materia orgánica, conductividad eléctrica (salinidad), capacidad de intercambio iónico, que son parámetros decisivos para controlar la concentración y movilidad de los elementos y por lo tanto cuantificar su biodisponibilidad.

pH

Una propiedad importante de la solución del suelo es su reacción, es decir, si es ácida ($\text{pH} < 7$), neutra ($\text{pH} = 7$) o alcalina ($\text{pH} > 7$). (MINEM 1 995)

El mismo autor señala que el pH del suelo puede influir en la absorción de nutrientes y el crecimiento de las plantas de dos maneras: 1) a través del efecto directo del ion hidrógeno; o 2) indirectamente, a través de su influencia sobre la disponibilidad o solubilidad de los nutrientes. En la mayoría de los suelos, este último efecto tiene gran significado.

Brady (1 974), considera que con valores de pH en el extremo ácido se puede demostrar el efecto tóxico directo del ion hidrógeno, la mayoría de plantas tiene capacidad para tolerar un rango amplio en la concentración de este ion con tal que se mantenga un balance apropiado de los otros elementos.

Según el MINEM (1 995), la disponibilidad de varios de los nutrientes esenciales es afectado drásticamente por el pH del suelo; esto es importante especialmente en la solubilidad de ciertos elementos que son tóxicos para el crecimiento de las plantas.

La mayoría de elementos esenciales denominados macronutrientes son de mayor disponibilidad a pH de 6,0 a 8,5, mientras que los micronutrientes lo son a pH menores a 6,0. (Brady 1 974).

El mismo autor indica que la mayoría de los metales denominados pesados tienden a estar más disponibles a pH en el rango ácido, existen algunas excepciones: As, Mo, Se y Cr, los cuales tienden a estar más disponibles a pH alcalino.

Textura

Según el MINEM (1 995):

- La textura del suelo se refiere al porcentaje relativo de las fracciones minerales de arena, limo y arcilla. Tiene influencia directa en propiedades como la infiltración, la

conductividad hidráulica, la capacidad de retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico.

- No existe una textura óptima que se adapte a todos los propósitos y a todas las plantas debido a que las necesidades requeridas varían enormemente. Pero un medio con suficiente arena que permita la aireación y evite pérdidas para lograr el crecimiento y desarrollo de la raíz de la planta y, además, la presencia de suficiente arcilla para proveer los nutrientes adecuados y una capacidad de retención del agua, constituirían las condiciones ideales en la mayoría de los casos.
- Los suelos con un alto porcentaje de partículas de arcilla (menos de 0,002 mm de diámetro) tienen una capacidad de retención de agua relativamente mayor y muchos nutrientes disponibles para las plantas. Estos suelos son consistentes y duros cuando se secan y pegajosos cuando están mojados. A menudo, tienen drenaje y aireación pobres. Además, algunos suelos arcillosos tienen potencial alto de expansión-contracción que puede ser perjudicial para las raíces de la planta.
- Los suelos con alto porcentaje de partículas del tamaño de la arena (0,02 a 2,0 mm) tienen una capacidad de retención de agua relativamente baja y una limitada disponibilidad de nutrientes para la planta.
- Generalmente, la adición de una enmienda orgánica, ya sea a los suelos con predominancia de arena, arcilla o limo es efectiva para superar las limitaciones físicas asociadas a la textura.

Materia Orgánica

García y Dorronsoro (2 000), señalan:

- La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene. La descomposición de estos restos y residuos orgánicos da origen a una fracción de naturaleza coloidal denominada humus.
- El humus desarrolla un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos. A su vez, la descomposición del humus en mayor o menor grado, produce una serie de productos coloidales que, en unión con los minerales arcillosos, originan los complejos órgano - minerales, cuya aglutinación da lugar a la formación de la estructura de un suelo.
- Este coloide orgánico presenta, además, carga negativa, hecho que le permite adsorber cationes H^+ y cationes metálicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) e intercambiarlos con los de la solución suelo.
- Otro dato relevante con respecto a la materia orgánica es su afinidad por los metales pesados. Cuando éstos se encuentran en solución, a menudo forman complejos orgánico – metálico, solubles, que pueden polimerizarse sobre los complejos moleculares del humus. También pueden formar directamente complejos insolubles con los compuestos del humus. De esta forma, la materia orgánica del suelo a menudo actúa como almacén de estos elementos, que pueden ser absorbidos por la vegetación o pasar a la fase acuosa si se produce su descomposición en medio ácido u oxidante.

Condiciones rédox

Según el MINEM (1 995) existe en el suelo un potencial rédox (Rh) para oxidación o reducción. En condiciones normales de aireación, la oxidación es importante porque puede movilizar elementos tóxicos ocluidos (no disponibles) y provocar una fuerte acidificación, y a la vez pasar a formas altamente solubles para ser absorbidos por las plantas y generar toxicidad. En condiciones de anegamiento debido a condiciones de alta precipitación y mal drenaje, la reacción será de reducción, que puede permitir la presencia de microorganismos reductores que tendrán acción sobre compuestos pasando a forma soluble o insoluble.

Carbonatos

En los suelos suele presentarse compuestos calcáreos de la forma CO_3Ca . La presencia de carbonatos garantiza el mantenimiento de pH neutro a alcalino. En estas condiciones pueden precipitar los metales pesados tal como sucede con el Cd y algunos otros, quienes son adsorbidos por los carbonatos y formar compuestos que precipitan y que son insolubles. La presencia de carbonatos de calcio también permite el desarrollo de estructura en el suelo.

(García y Dorronsoro 2 000)

Concentración de elementos

La concentración de elementos disponibles y totales en el suelo, está relacionado con el material madre formador y con las condiciones medio ambientales existentes. Por lo tanto, el suelo representa la fuente de nutrientes y a la vez es sede de una serie de procesos por los cuales los nutrientes son movilizados en beneficio del cultivo.

Los nutrientes, que existen en el suelo pueden estar en las siguientes formas:

- solubles en agua o en una solución ácida o alcalina muy diluida simulando a la solución suelo
- poco solubles, o en forma cambiante
- insolubles en el cual los iones están fijados dentro de la estructura de los minerales, y por lo tanto no disponibles para las plantas.

El cuadro 2, ha sido elaborado tomando la información proporcionada por Bidwell, citado por Mengel y Kirkby (1 978) y Crocomo (1 965). En él se presentan la relación de los elementos nutritivos, las formas absorbibles por la planta y la concentración de éstos en la solución suelo y en su forma cambiante.

Cuadro 2. Rangos de la concentración de iones en la solución suelo y en la forma cambiante.

Forma iónica o absorbida	En la soluc. suelo mg/kg	En la forma cambiante mg/kg	Característica en el suelo
Ca ⁺²	50 - 1000	500 - 2000	Abundante en suelos calizos, puede ser deficiente en arenosos. Mediante enclavado se eleva su concentración como también el pH. Exceso interfiere absorción de otros.
Mg ⁺²	1- 100	20 - 150	Abundante en suelos calizos, bajo en suelos arenosos.
K ⁺	1 - 50	10 - 50	Tiende a fijarse en suelos de arcillas de illitas y vermiculitas.
Na ⁺	10 - 500	3 - 50	Alto en suelos salinos
Fe ⁺² , Fe ⁺³ , Fe(OH) ₂ ⁺ , Fe(OH) ⁺	0.1 - 25	1 - 500	Tiende a formar complejos con la materia orgánica. Más disponible en suelos ácidos.
Mn ⁺²	0.2 - 2	1 - 4000	Más disponible en suelos ácidos, en forma de óxidos son precipitados y pueden ser disponibles por acción bacteriana.
Cu ⁺²	0.01	10 - 1000	Fuertemente retenido en el complejo de cambio
Zn ⁺² , ZnOH ⁺ ZnCl ⁻	0.1 - 0.3	3 - 20	Puede estar fuertemente enlazado en el complejo de cambio. Cu y Zn forman fosfatos insolubles
HPO ₄ ⁻² , H ₂ PO ₄ ⁻	0.001 - 20	10 - 1000	Fuertemente retenido en el complejo de cambio. Cantidades significativas pueden estar en forma orgánica. Se forman fosfatos insolubles de Ca (alto pH), o de Al y Fe (bajo pH).
SO ₄ ⁻²	3 - 5000	muy bajo	Mayor parte del sulfato está en solución o en forma orgánica. Las formas SO ² y SO ³ de contaminación atmosférica son mayores fuentes para plantas.
Cl ⁻	10 - 1000	0	Muy relacionado a deposición salina
H ₂ BO ₃ ⁻ , HBO ₃ ⁻²	0.1 - 6	muy bajo	El enclavado tiende a disminuir su disponibilidad
MoO ₄ ⁻³	< 0.001	muy bajo	Más disponible en la forma oxidada en suelos alcalinos.

Fuente: Crocomo (1 965) y Mengel y Kirkby (1 978)

En el cuadro se observa que la concentración de elementos en la solución suelo es mucho menor que la forma cambiante; por otro lado la concentración de cada uno de los elementos tanto en la solución suelo como en la forma cambiante es variable, y finalmente las formas absorbibles son iónicas.

El cuadro 3 presenta los rangos óptimos de macro y micro nutrientes del suelo, utilizados por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNALM.

Cuadro 3. Rangos óptimos de macro y micro nutrientes en el suelo.

Rangos	Carbonato de calcio %	Materia Orgánica	Fósforo (P) ppm	Potasio (K) ppm	Aluminio (Al ³⁺) % de saturación	Saturación de bases %
Alto	>5-15	>4	>14	>240	>70	>80
Medio	1-5	2-4	7-14	100-240	50-70	35-80
Bajo	<1	<2	<7	<100	<50	<35
Extractante: NaHCO ₃ 0.25N + NH ₄ F + EDTA						
Rangos	Azufre	Boro	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc
mg/kg						
Muy bajo	<12	<0.2	<1.0	<10.0	<5.0	<2.0
Bajo	12-25	0.2-0.5	1.0-3.0	10.0-20.0	5.0-10.0	2.0-4.0
Óptimo	25-60	0.5-3.0	3.0-10.0		10.0-50.0	4.0-12.0
Alto	60-120	3.0-8.0	10.0-20.0		50.0-100.0	12.0-36.0

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNALM (s.f)

De los datos del cuadro, se puede observar que el rango óptimo de concentración de elementos en el suelo corresponde a los valores referidos como medios para carbonatos, materia orgánica, fósforo y potasio. Para el caso del aluminio el valor debe ser el más bajo, mientras que para saturación de bases el más alto.

Se ha indicado que el carbonato de calcio favorece el mejoramiento de ciertas propiedades físicas; sin embargo el exceso genera problemas sobre la disponibilidad de fósforo y micronutrientes.

Para el caso de elementos denominados nutrientes (N, P, K, etc), se debe tener en cuenta que un valor bajo o deficiente indica alta probabilidad de que los rendimientos del cultivo sean

limitados por ese factor. Los valores deben ser corregidos mediante una fertilización. Con un nivel medio o adecuado es poco probable que los rendimientos sean limitados. Las recomendaciones de fertilización estarán condicionadas a una estrategia de mantenimiento. Niveles altos, indican que es muy baja la probabilidad de que los rendimientos sean limitados y no se requiere una estrategia de mantenimiento, por lo tanto no se recomienda fertilizar.

Noguera et al. (1 999), presenta los valores límites de metales pesados de acuerdo al pH presente en los suelos y que son mostrados en el cuadro 4, observándose por ejemplo para Cd, valores de 1 ppm para suelos de $\text{pH} < 7$, mientras que para suelos de $\text{pH} > 7$ el valor es de 3 ppm. Sí se toma como ejemplo al Pb, se observa valores de 30 y 112 ppm como límites para suelos de diferentes pH. De esta observación se concluye que los valores límites son variables para los diferentes elementos.

Cuadro 4. Valores límites de metales pesados presentes en los suelos.

Metal	Suelos de $\text{pH} < 7.0$	Suelos de $\text{pH} > 7.0$
	Valores límites expresados en mg/kg (ppm) de suelo	
Cadmio	1	3
Cobre	50	210
Plomo	30	112
Zinc	150	480
Cromo	100	150

Fuente: Noguera et al. (1 999)

5.2 VEGETACIÓN.

Las plantas desarrollan características propias que le permiten adaptarse a condiciones del medio donde están creciendo.

Se ha demostrado que las plantas pueden desarrollar tolerancia a través de mecanismos especiales implementados por ellas, dentro de los cuales se puede considerar la neutralización de los elementos mediante la emisión de exudados propios de la planta o también por un bloqueo del elemento absorbida para lo cual la planta genera productos de naturaleza orgánica.

A través de este mecanismo, la planta puede desarrollarse bajo condiciones adversas de suelo o suelo contaminado.

La literatura sobre niveles y rangos óptimos de concentración de elementos en plantas, es bastante amplia. Utilizando la información proporcionada por Crocomo (1965) y Lachica (1985) se ha elaborado el cuadro 5.

Cuadro 5. Niveles y rangos óptimos de concentración de elementos en plantas.

Elemento	Concentración en la mat.seca Según: Crocomo (1965)	Rango de concentración en la mat.seca Según:M.Lachica (1985)
<p>Macronutrientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nitrógeno • Fósforo • Potasio • Calcio • Magnesio • Azufre 	<p>(%)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.5 0.2 1.0 0.5 0.2 0.1 	<p>(%)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0.25- 7.5 0.02 - 1.4 0.10 - 12.0 0.04 - 7.0 0.05 - 2.0 0.06 - 1.5
<p>Micronutrientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molibdeno • Cobre • Zinc • Manganeso • Hierro • Boro • Cloro 	<p>(mg/kg)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0.1 6.0 20.0 50.0 100.0 20.0 100.0 	<p>(mg/kg)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0.02 - 150 0.2 - 200 4 - 420 7 - 3000 25 - 1200 5 - 1000 100-60000
<p>Otros</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oxígeno • Carbono • Hidrógeno 	<p>(%)</p> <ul style="list-style-type: none"> 45.0 45.0 6.0 	<p>(%)</p> <ul style="list-style-type: none"> 45 45 6

Fuente: Elaboración propia (2006)

Del cuadro se observa que la información dada por Crocomo (1965) sobre la concentración de elementos en materia seca encuadra en los rangos dados por Lachica (1985).

Al igual de lo que sucede en el suelo, en las plantas la concentración de elementos es muy variable. Existen especies vegetales que pueden acumular el elemento en concentraciones, que para otra especie vegetal podrían ser tóxicas.

El Laboratorio de Utilización de Pastizales de la UNALM, basada en los trabajos de Westerman (1 990) y Jones (1 998) ha preparado el criterio comparativo de la concentración de nutrientes y sus límites de toxicidad. Según este criterio, presentado en el cuadro 6, significa que a valores por debajo del rango normal señalado, el rendimiento del cultivo y su calidad se va a ver afectada. Con el mismo criterio los autores consideran que el límite para la fitotoxicidad es aquel en el cual las cantidades señaladas van a inducir a efectos tóxicos en diferentes especies vegetales.

Sin embargo la información no es completa para todos los elementos, pero es poco probable encontrar problema de toxicidad para elementos tales como nitrato, fósforo y potasio.

Cuadro 6. Criterio comparativo de la concentración de elementos en el tejido vegetal.

Parámetros	Rango normal de nutrientes mg/kg	Limites para la fitotoxicidad mg/kg
Nutrientes		
Nitrato	30,000 – 50,000	-
Fósforo	2,000 – 75,000	-
Potasio	2,000 – 8,000	-
Boro	5 -70	-
Metales		
Bario	-	500
Cadmio	-	5
Cromo total	-	5
Cobalto	-	15
Cobre	5 – 15	-
Plomo	-	30
Manganeso	25 – 300	-
Mercurio	-	1
Molibdeno	0.1 – 0.5	10
Níquel	-	10
Talium	-	20
Estañio	-	60
Vanadio	-	5
Zinc	15 - 200	-

Fuente: Laboratorio de Utilización de Pastizales de la UNALM (s.f)

Para el caso de elementos menores o micronutrientes, Jones (1 990), ha definido tres rangos de concentraciones en hojas adultas deficientes, medios o normales y excesivos. Estos valores son presentados en el cuadro 7.

Cuadro 7. Variación de la concentración de elementos en hojas adultas.

Elementos	Deficientes mg/kg	Medios a normales mg/kg	Elevados a excesivo mg/kg
Hierro	< 50	50 - 250	?
Manganeso	< 20	20 - 500	> 500
Zinc	< 20	25 - 150	> 400
Cobre	< 4	5 - 20	> 20
Boro	< 15	20 - 100	> 200
Molibdeno	< 0.1	0.5	?

Fuente: Jones (1 990)

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 MATERIAL CARTOGRÁFICO.

Para cumplir con los objetivos del presente trabajo se utilizó, el plano compósito del área de influencia de la U.P. Uchucchacua (Anexo 1), proporcionada por la Cía de Minas Buenaventura S.A.A., y el mapa Ecológico del Perú a escala 1: 1 000 000 publicado por ONERN.

6.2 MATERIALES DE CAMPO.

Los materiales usados para el acondicionamiento, recubrimiento y revegetación de las canchas de desmontes fueron los siguientes: lampas, picos, Bugui, combo, cordel, flexómetro, cemento, arena, agua, tierra vegetal y semillas, los equipos usados para tal fin fueron: tractor, cargador frontal, volquete, mientras que para el monitoreo de la vegetación, suelos y desmonte se utilizaron: tornillo muestreador, bolsas de papel y tarjetas de identificación.

6.3 METODOLOGÍA.

La metodología para el acondicionamiento, recubrimiento y revegetación de las canchas de desmonte se encuentra descrita en los Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro (PETS, Anexo 2), a continuación se presenta el procedimiento a seguir en acondicionamiento de talud en canchas de desmonte:

1. El Operario se reporta usando correctamente los E.P.P al Departamento de Seguridad y Medio Ambiente para coordinar con el Ing. Encargado de Revegetación las labores a desarrollarse en el día.

2. Lleva la orden de trabajo correctamente visada al operador del tractor para que apoye en el acondicionamiento del talud de las canchas de desmonte.
3. Luego de haber hecho entrega de la orden de trabajo correspondiente, el Operario coordina con los peones la labor a desarrollarse.
4. El Operario y los peones ordenan en la bodega las herramientas: pico, lampa y bugui que llevarán para trabajo encomendado.
5. Una vez en la Cancha de desmonte, los peones proceden al Acondicionamiento de Talud, iniciando el trabajo en la parte superior proceden a botar la carga hacia abajo, utilizando la lampa. Paralelamente a la supervisión de esta labor, el operario se encarga de supervisar los trabajos de acondicionamiento realizados por el tractorista.
6. De encontrarse rocas voluminosas serán dejadas en el terreno, siempre y cuando estén estables.
7. De encontrarse con especies nativas en el Talud a Acondicionar, éstas no serán removidas.
8. De esta manera se va disminuyendo la pendiente del talud hasta llegar al ángulo de estabilidad establecido.
9. Concluida la labor el personal se retira transportando las herramientas que serán almacenadas de forma adecuada en la Bodega.
10. Informar cualquier incidente ocurrido durante el turno.

Para el monitoreo de la vegetación, suelos y desmonte en coordinación con el Departamento de Medio Ambiente de la U. P. Uchucchacua, se localizaron quince puntos de muestreo para suelos, seis puntos de muestreo en desmontes y once puntos de muestreo de vegetación en las zonas de: Socorro, Carmen, Casualidad, Lucrecia, Cutacocho y Huantajalla. Estos puntos de muestreo se encuentran indicados en el plano compósito del área de influencia de la U. P. Uchucchacua y en el cuadro 8.

Cuadro 8. Ubicación de los puntos de muestreo en la U.P. Uchucchacua.

Punto Muestreado	Ubicación	Características Generales
Canteras		
Punto 5	Zona Cutacocho	Posible cantera de tierra para revegetación de canchas de desmonte incluidas dentro del Plan de Cierre.
Punto 5	Zona Cutacocho	Suelo adherido a raíces de champas nativas
Punto 15	Relavera N° 3	Cantera de donde se sacó el material de préstamo para revegetar las canchas de desmonte
Suelos de canchas de desmonte revegetadas		
Punto 1	Socorro Nv. 670	Suelo de cancha de desmonte revegetada con rye grass.
Punto 2	Socorro Nv. 630	Suelo adherido a raíces de rye grass
Punto 2	Socorro Nv. 630	Suelo de cancha de desmonte revegetada con rye grass
Punto 4	Lucrecia Nv. 550	Suelo de cancha de desmonte revegetada con rye grass
Punto 6	Carmen Nv. 590-630	Suelo adherido a raíces de rye grass
Punto 7	Carmen nivel 550	Suelo adherido a raíces de rye grass
Punto 8	Carmen nivel 500	Suelo adherido a raíces de rye grass
Punto 9	Casualidad nivel 500	Suelo adherido a raíces de vegetación nativa
Punto 10	Socorro nivel 500	Suelo adherido a raíces de rye grass
Punto 11	Casualidad nivel 450	Suelo adherido a raíces de rye grass
Punto 13	Huantajalla nivel 550	Suelo adherido a raíces de rye grass
Punto 14	Huantajalla nivel 500	Suelo adherido a raíces de rye grass
Desmonte		
Punto 1	Socorro nivel 670	Cancha de desmonte. Desmonte de los primeros 15cms.
Punto 2	Socorro nivel 630	Cancha de desmonte. Desmonte de los primeros 15cms.
Punto 3	Socorro nivel 650	Cancha de desmonte no revegetada, posible Plan de Cierre
Punto 4	Lucrecia nivel 550	Cancha de desmonte. Desmonte de los primeros 15cms.
Punto 6	Carmen nivel 590-630	Cancha de desmonte. Desmonte de los primeros 15 cms al pie del talud.
Punto 7	Carmen nivel 550	Cancha de desmonte. Desmonte de los primeros 15 cms
Vegetación		
Punto 1	Socorro nivel 670	Rye grass
Punto 2	Socorro nivel 630	Rye grass
Punto 5	Cutacocho	Champas de grass nativo
Punto 6	Carmen nivel 630	Rye grass
Punto 7	Carmen nivel 550	Rye grass
Punto 8	Carmen nivel 500	Rye grass
Punto 9	Casualidad nivel 500	Vegetación nativa
Punto 10	Socorro nivel 500	Rye grass
Punto 11	Casualidad nivel 450	Rye grass
Punto 13	Huantajalla nivel 550	Rye grass
Punto 14	Huantajalla nivel 500	Rye grass

Fuente: elaboración propia (2 006)

En cada punto de muestreo de material vegetal, se tomaron muestras enteras (suelo adherido a la raíz y parte aérea) de pastos presentes y dominantes.

Para la toma de muestras de suelo o desmonte, se aperturó un hoyo de 30 x 30 cm. y se tomó la muestra de suelo o la correspondiente al desmonte.

6.4 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.

Las muestras de suelos, el material que constituye los desmontes y la parte aérea de las plantas fueron remitidas al Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para su respectivo análisis.

Las muestras de suelos, desmontes y vegetación fueron secadas y pasadas por un tamiz. Luego fueron analizadas en su contenido de: macronutrientes y micronutrientes disponibles, siguiendo Los Métodos Estándar del Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Bazán 1996).

Los metales pesados totales, (Pb, Cr, Cd) encontrados en suelos, desmontes y vegetación fueron analizados mediante extracción Nitro-Perclórico, (Jackson 1956), sus concentraciones fueron leídas en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer 3100.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 RECUBRIMIENTO DE CANCHAS DE DESMONTE

El acondicionamiento y posterior recubrimiento de estas áreas alteradas por efecto de la acción minera, se realizó de acuerdo a la metodología descrita en los Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro.

Una vez acondicionadas las canchas de desmonte, se procedió al recubrimiento con suelo o material de préstamo que sirva para el establecimiento de especies vegetales. Este material generalmente es tierra o suelo rico en materia orgánica y que se obtuvo de los primeros 20 cm. de suelo del área destinada a la rellena 3, las características físico químicas de este material de préstamo se presentan en el cuadro 20, como suelo control.

En Agosto de 1999 se iniciaron los trabajos en la cancha de desmonte ubicada en el talud de la carretera de la planta concentradora, la superficie acondicionada es presentada en el cuadro 9.

Cabe señalar que por razones de ampliación de carretera la labor no fue concluida, trabajándose solo hasta Diciembre del mismo año; los trabajos incluyeron: creación de muro de contención y acondicionamiento del talud, quedando pendiente la cobertura vegetal (Anexo 3, fotografía 1)

Cuadro 9. Área acondicionada de Colquicocha Nivel (Nv) 450 en la U.P. Uchucchacua.

Cancha de desmonte	Área acondicionada (m ²)
v.450	

Fuente: elaboración propia (2006)

La mayoría de las canchas de desmonte están ubicadas en el área industrial y en los alrededores de las bocaminas, en diferentes niveles de las minas. En el año 2000, se recubrieron con tierra vegetal las canchas de desmonte de Casualidad niveles 450 y 500, de

Carmen niveles 500 y 630, presentadas en el cuadro 10, generando un total de 13 168 metros cuadrados de superficie recubierta. (Anexo 3, fotografías 2, 3, 4,)

Cuadro 10. Áreas recubiertas de Casualidad Nv. 450, 500, Carmen Nv. 500, 630 en la U.P. Uchucchacua.

Canchas de desmonte	Área recubierta (m ²)
Casualidad Nv.450	4 599
Casualidad Nv. 500	4 430
Carmen Nv. 500	2 712
Carmen Nv. 630	1 427
TOTAL	13 168

Fuente: elaboración propia (2 006)

En el cuadro 11, se presenta las áreas recubiertas durante el año 2 001 en el que se concluyó el recubrimiento de las siguientes canchas de desmonte: Carmen niveles 550 - 630, Socorro niveles 500 – 550 – 630 – 670, Lucrecia nivele 550 y Huantajalla niveles 500 – 550. (Anexo 3, fotografías 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12)

Cuadro 11. Áreas recubiertas de Carmen Nv 550,630, Socorro Nv. 500-550, 630, 670, Lucrecia Nv 550, Huantajalla Nv. 500, 550, Colquicocha Nv. 450 en la U.P. Uchucchacua.

Canchas de desmonte	Área recubierta (m ²)
Carmen Nv.550	3 420
Carmen Nv.630	2 845
Socorro NV. 500 – 550	3 223
Socorro Nv. 630	2 764
Socorro Nv.670	1 334
Lucrecia Nv. 550	2 622
Huantajalla Nv. 500	2 269
Huantajalla Nv. 550	905
Colquicocha Nv. 450	5 859
TOTAL	25 241

Fuente: elaboración propia (2 006)

Un resumen de la superficie total de canchas de desmonte recubierta durante los años 1 999 – 2 001, es presentada en el cuadro 12.

Cuadro 12. Resumen por años de áreas recubiertas en la U.P. Uchucchacua.

Año	Área recubierta (m ²)
1 999	5 940
2 000	13 168
2 001	25 241
TOTAL	38 409

Fuente: elaboración propia (2 006)

7.2 REVEGETACIÓN DE CANCHAS DE DESMONTE

La especie seleccionada para la revegetación de las canchas de desmonte fue el *Lolium perenne* “rye grass”.

En el año 2 000 se concluyó con la revegetación de la cancha de desmonte ubicada en la bocamina Casualidad niveles 450 – 500 y Carmen nivel 500.

Se iniciaron las labores de revegetación en la cancha de desmonte ubicada en la bocamina Carmen nivel 630 con un área de avance de 1 427 metros cuadrados. (Anexo 3, fotografías 13, 14, 15)

Cuadro 13. Áreas revegetadas de Casualidad Nv.450, 500, Carmen Nv. 500, 630 en la U.P. Uchucchacua.

Canchas de desmonte	Área revegetada (m ²)
Casualidad Nv.450	4 599
Casualidad Nv. 500	4 430
Carmen Nv. 500	2 712
Carmen Nv. 630	1 427
TOTAL	13 168

Fuente: elaboración propia (2 006)

En el año 2 001 se concluyó con la revegetación en las canchas de desmonte ubicadas en las bocaminas: Carmen niveles 550 – 630, Socorro niveles 500 – 550 – 630 – 670, Lucrecia nivel 550 y Huantajalla niveles 500 – 550. (Anexo 3, fotografías 16, 17, 18).

Cuadro 14. Áreas revegetadas de Carmen Nv.550, 630, Socorro Nv. 500, 550, 630, 670, Lucrecia Nv. 550, Huantajalla Nv. 500, 550, Colquicocha Nv. 450 en la U.P. Uchucchacua

Cancha de desmonte	Área revegetada (m ²)
Carmen Nv.550	3 420
Carmen Nv.630	2 845
Socorro NV. 500 – 550	3 223
Socorro Nv. 630	2 764
Socorro Nv.670	1 334
Lucrecia Nv. 550	2 622
Huantajalla Nv. 500	2 269
Huantajalla Nv. 550	905
Colquicocha Nv. 450	5 859
TOTAL	25 241

Fuente: elaboración propia (2 006)

En el cuadro 15 se observa el total del área revegetada durante los años 2 000 – 2 001.

Cuadro 15. Resumen por años de áreas revegetadas en la U.P. Uchucchacua.

Año	Área revegetada (m ²)
2000	13 168
2001	25 241
TOTAL	38 409

Fuente: elaboración propia (2 006)

Los resultados del proceso de revegetación se evidencian observando y comparando las fotografías presentadas en el anexo 3.

Se puede citar la fotografía 6, correspondiente a la cancha de desmonte Carmen nivel 630, antes de la revegetación, donde se observa el área acondicionada, recubierta con tierra vegetal, contrastando la misma con la fotografía 17, donde se observa el área ya revegetada con *Lolium perenne*. Otro ejemplo de área revegetada se puede observar en la fotografía 20.

Al culminar con el recubrimiento y revegetación de las canchas de desmonte se cumplió con dos compromisos adquiridos en el PAMA, de recubrir y revegetar 2,55 Ha. de canchas de desmonte; sin embargo factores climáticos (desuniformidad de lluvias, heladas), presencia de ganado de las comunidades vecinas, especialmente en las canchas de desmonte de Socorro niveles 630-670, Lucrecia nivel 550 y Huantajalla niveles 500-550, y la ausencia de cercos de protección en la áreas antes mencionadas, no permitieron que la cobertura vegetal establecida fuera del 100% alcanzándose un aproximado del 70%.

7.3 CANALES DE CORONACIÓN

Con la finalidad de evitar la erosión producida por la precipitación y la alteración de los cursos normales de la escorrentía a causa del emplazamiento de las canchas de desmonte, el PAMA contempló la construcción de canales de coronación.

En el año 2 000 se concluyó la construcción de canales en las canchas de desmonte de Casualidad y Carmen. (Anexo 3, fotografías 19, 20).

El cuadro 16 presenta las dimensiones de los canales en mención para ambas canchas.

Cuadro 16. Dimensiones de los canales de coronación de Casualidad y Carmen en la U.P. Uchucchacua.

Canal	Dimensiones (m)
Casualidad	0,40 x 0,60 x 166,45
Carmen	0,40 x 0,60 x 272,72
TOTAL	0,40 x 0,60 x 439,17

Fuente: elaboración propia (2 006)

Para el año 2 001 se realizó la construcción del canal correspondiente a la cancha de desmonte de Socorro. (Anexo 3, fotografía 21)

Cuadro 17. Dimensión del canal de coronación de Socorro en la U.P. Uchucchacua.

Canal	Dimensiones (m)
Socorro	0,40 x 0,60 x 290,95
TOTAL	0,40 x 0,60 x 290,95

Fuente: elaboración propia (2 006)

En ambos años se construyó un total de 730,12 metros lineales de canales, con dimensiones de 0.40 m x 0.60 m.

7.4 CUNETAS.

El PAMA para controlar la erosión hídrica de estas áreas por aguas de escorrentía contempló la construcción de cunetas al borde de las carreteras.

En el año 2 000 se concluyó la construcción de cunetas en canchas de desmonte de Casualidad, Carmen y Socorro (Anexo 3, fotografías 22, 23).

Cuadro 18. Dimensiones de cunetas en Casualidad. Carmen y Socorro en la U.P. Uchucchacua.

Cuneta	Dimensiones (m)
Casualidad	0,40 x 0,40 x 376,46
Carmen	0,40 x 0,40 x 324,04
Socorro	0,40 x 0,40 x 386,47
TOTAL	0,40 x 0,40 x 1 086,97

Fuente: elaboración propia (2 006)

Durante el año 2 001 se concluyó la construcción de cunetas en Canchas de desmonte de Socorro, Huantajalla y Lucrecia con las siguientes dimensiones:

Cuadro 19. Dimensiones de cunetas en Socorro, Huantajalla y Lucrecia en la U.P. Uchucchacua.

Cuneta	Dimensiones (m)
Socorro	0,40 x 0,40 x 1 257,22
Huantajalla	0,40 x 0,40 x 103
Lucrecia	0,40 x 0,40 x 145,49
TOTAL	0,40 x 0,40 x 1 505,43

Fuente: elaboración propia (2 006)

Se construyó un total de 2 592,40 metros lineales de cunetas.

Al concluir con la construcción de canales de coronación y cunetas se dio cumplimiento a dos compromisos más contemplados en el PAMA.

7.5 SUELOS

El cuadro 20, presenta la caracterización físico química de los suelos de las áreas revegetados y de la posible cantera.

En este cuadro se observa que el pH de los suelos de las áreas revegetadas: Socorro niveles 500, 630 y 670, Lucrecia nivel 550, Carmen niveles 500, 550, 590-630, Casualidad niveles 450, 500, Huantajalla niveles 500 y 550 varió de 7,3 a 7,6 (ligeramente alcalino).

Cuadro 20. Caracterización físico - química de los suelos. U.P. Uchucchacua

Clave de campo.	pH	C.E.	CaCO ₃	M.O.	P	K	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	suma	S.B.	>2 mm	Arcilla	Text.
	1 : 1	mmh	%	%	mg/L	mg/L	me / 100 g						bases	%	%	%	
Punto 1. Suelo. Socorro nivel 670 (suelo)	7,5	0,74	24,70	4,3	17,9	329	24,96	23,51	0,59	0,59	0,25	0,00	24,94	100		20	Fr.
Punto 2. Suelo. Socorro nivel 630 (rye grass)	7,5	0,38	4,20	9,2	11,6	557	31,04	28,74	0,43	1,61	0,25	0,00	31,03	100		16	Fr.
Punto 2. Suelo. Socorro nivel 630 (suelo)	7,3	0,35	8,00	5,1	12,4	214	28,16	27,02	0,38	0,47	0,27	0,00	28,14	100	33,4	16	Fr.
Punto 4.Suelo. Lucrecia nivel 550 (suelo)	7,4	0,32	13,80	4,7	7,7	244	29,12	27,67	0,61	0,53	0,31	0,00	29,12	100	30,4	26	Fr.
Punto 5. Suelo. Cutacocha (nativas)	5,3	0,14	0,00	4,2	15,5	521	49,60	32,38	2,12	0,83	0,31	0,40	36,04	72		6	Fr.Ao
Punto 5. Posible cantera : Cutacocha	4,8	0,20	0,00	9,6	8,5	373	38,40	16,57	1,49	0,85	0,27	1,20	20,38	50	46,0	8	Fr.Ao.
Punto 6. Suelo. Carmen nivel 590-630(rye grass)	7,5	0,55	18,80	6,8	12,4	278	29,28	27,63	0,66	0,72	0,26	0,00	29,27	100		18	Fr.
Punto 7. Suelo. Carmen nivel 550 (rye grass)	7,5	0,44	12,30	8,8	18,7	545	35,84	32,94	1,17	1,43	0,29	0,00	35,83	100		24	Fr.
Punto 8 . Suelo. Carmen nivel 500 (rye grass)	7,6	0,30	16,20	5,1	11,6	392	28,96	27,33	0,46	0,90	0,26	0,00	28,95	100		18	Fr.
Punto 9 . Suelo. Casualidad nivel 500 (nativas)	7,5	0,46	35,70	3,1	16,3	235	20,16	19,03	0,48	0,39	0,25	0,00	20,15	100		14	Fr.
Punto 10. Suelo. Socorro nivel 500 (rye grass)	7,5	0,46	11,80	5,2	5,3	217	29,28	28,05	0,43	0,56	0,26	0,00	29,30	100		14	Fr.
Punto 11 . Suelo. Casualidad nivel 450 (rye grass)	7,3	0,47	5,80	8,8	10,0	547	36,80	34,49	0,74	1,25	0,31	0,00	36,79	100		16	Fr.
Punto 13. Suelo. Huanajalla nivel 550 (rye grass)	7,5	0,38	6,00	7,8	6,9	462	35,52	34,04	0,39	0,80	0,27	0,00	35,50	100		18	Fr.
Punto 14. Suelo. Huanajalla nivel 500 (rye grass)	7,5	0,34	5,00	7,4	9,3	515	39,68	37,57	0,43	1,35	0,32	0,00	39,67	100		18	Fr.
Punto 15. Relavera Nº 3 . Suelo control	7,2	0,73	4,50	9,4	7,7	372	33,60	31,76	0,61	0,82	0,39	0,00	33,58	100	34,9	16	Fr.

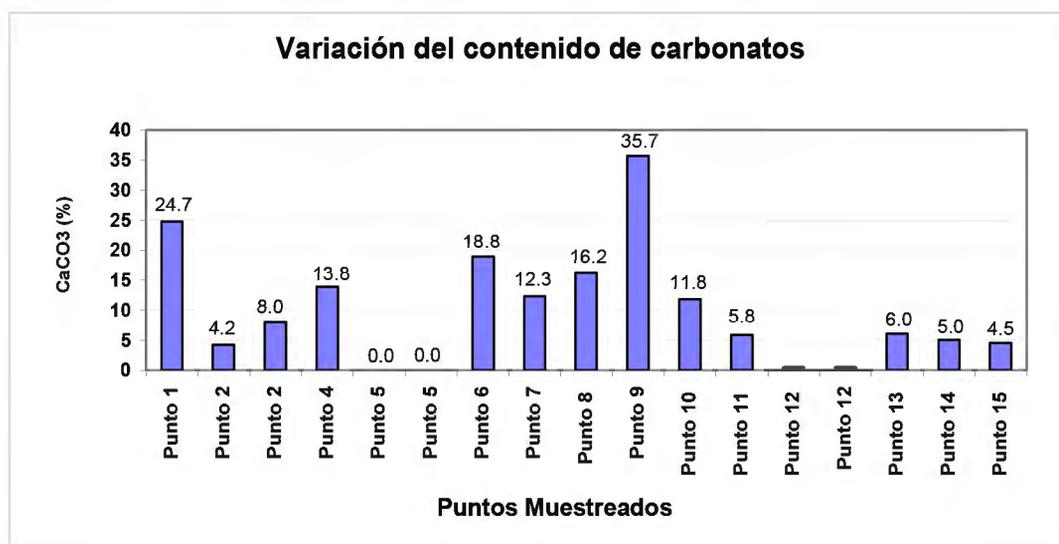
Fuente: elaboración propia (2.006)

En la zona de Cutacocha se tomaron dos muestras de suelos: la primera caracterizada por la presencia de especies nativas y la segunda seleccionada como una posible cantera, éstos son de reacción ácida con valores de 5,3 y 4,8 respectivamente, más la presencia de aluminio.

El pH del suelo que sirvió como material de préstamo procedente de la relavera 3 y que a la vez fue establecida como suelo control presentó un valor de 7,2 (alcalino), típico de los suelos del área de influencia de la Unidad Productiva Uchucchacua.

Ninguno de ellos presenta problemas de salinidad. La mayoría de los suelos son de alto contenido de carbonato de calcio, tal como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1: Variación del contenido de carbonatos en suelos U. P. Uchucchacua.



El color oscuro de los suelos caracteriza el alto contenido de materia orgánica, característica muy deseable. Los valores de materia orgánica fluctúan desde 3,1 hasta 9,6 %. Texturalmente son francos, con contenidos de arcilla que fluctúa desde 14 hasta 26 %. Estas características generan condiciones favorables para la retención de agua como para la retención de nutrientes.

Un caso especial son los de la zona de Cutacocha y el suelo control (Punto 15) que sirvió de material de préstamo para revegetar, en los cuales el contenido de materia orgánica fue de 46,2 y 9,4 % respectivamente. Sin embargo son bajos en arcilla dando lugar a una clase textural franco arenosa.

Con respecto al fósforo y potasio todos los suelos son considerados como medios a altos en estos elementos (efecto del contenido de materia orgánica), son altamente provistos en calcio, pero bajos en magnesio principalmente en aquellos de bajo contenido de arcilla.

Por su reacción ligeramente alcalina todos los suelos presentan una alta saturación de bases; una excepción son los suelos de Cutacocha, con presencia de aluminio cambiante en moderadas cantidades y baja saturación de bases.

En el cuadro 21, se presentan los resultados de las concentraciones de micronutrientes disponibles y de los elementos pesados totales en suelos de áreas revegetadas de Socorro niveles 500, 630-670, Lucrecia nivel 550, Carmen niveles 500, 550, 590-630, Casualidad niveles 450, 500, Huantajalla niveles 500, 550, suelo de posible cantera (punto 5) y suelo control (punto 15).

El cuadro 3, rangos óptimos de micronutrientes en el suelo, sirve como guía para establecer los rangos óptimos de micronutrientes en el suelo y de acuerdo a éste, el contenido de Cu varía de muy bajo a bajo, el Fe de bajo a óptimo, Mn de bajo a óptimo y el Zn con rangos que van de bajo hasta alto.

En resumen los valores de estos micronutrientes no se consideran potencialmente tóxicos; sin embargo debido a la presencia de calizas es muy posible que la disponibilidad de estos micronutrientes sea muy baja.

Cuadro 21. Contenido de Micronutrientes disponibles y elementos pesados totales en Suelos U.P. Uchucchacua.

Clave de campo.	Cu	Fe	Mn	Zn	Cd	Cr	Pb
	mg / kg						
Punto 1. Suelo . Socorro nivel 670 (suelo)	3,9	26,1	22,1	59,3	12,0	16,2	202
Punto 2. Suelo. Socorro nivel 630 (rye grass)	0,2	16,3	5,0	6,3	4,5	20,2	171
Punto 2. Suelo. Socorro nivel 630 (suelo)	35,2	18,1	82,2	158	80,3	4,2	830
Punto 4.Suelo. Lucrecia nivel 550 (suelo)	0,7	42,6	4,0	2,6	3,3	14,0	49
Punto 5. Suelo. Cutacocha (nativas)	3,6	46,2	15,4	29,7	4,3	14,0	112
Punto 5. Posible cantera : Cutacocha	0,5	228,9	31,1	6,2	3,0	16,7	35
Punto 6. Suelo. Carmen nivel 590-630(rye grass)	0,6	11,8	23,2	26,3	6,0	16,7	377
Punto 7. Suelo. Carmen nivel 550 (rye grass)	0,7	12,3	16,2	41,0	7,0	22,5	409
Punto 8. Suelo. Carmen nivel 500 (rye grass)	0,3	18,4	11,1	3,7	5,0	19,7	195
Punto 9. Suelo. Casualidad nivel 500 (nativas)	4,7	13,1	21,9	65,1	14,5	12,2	2 427
Punto 10. Suelo. Socorro nivel 500 (rye grass)	0,5	13,5	12,6	38,2	8,3	19,5	470
Punto 11. Suelo. Casualidad nivel 450 (rye grass)	0,2	17,7	9,0	14,8	5,0	16,2	309
Punto 13. Suelo. Huantajalla nivel 550 (rye grass)	0,2	16,5	3,0	2,4	3,3	14,7	81
Punto 14. Suelo. Huantajalla nivel 500 (rye grass)	0,2	19,7	3,0	1,4	3,3	16,0	69
Punto 15. Relavera N° 3. Suelo control	0,2	20,5	3,0	2,3	3,5	11,7	96

Fuente: elaboración propia (2 006)

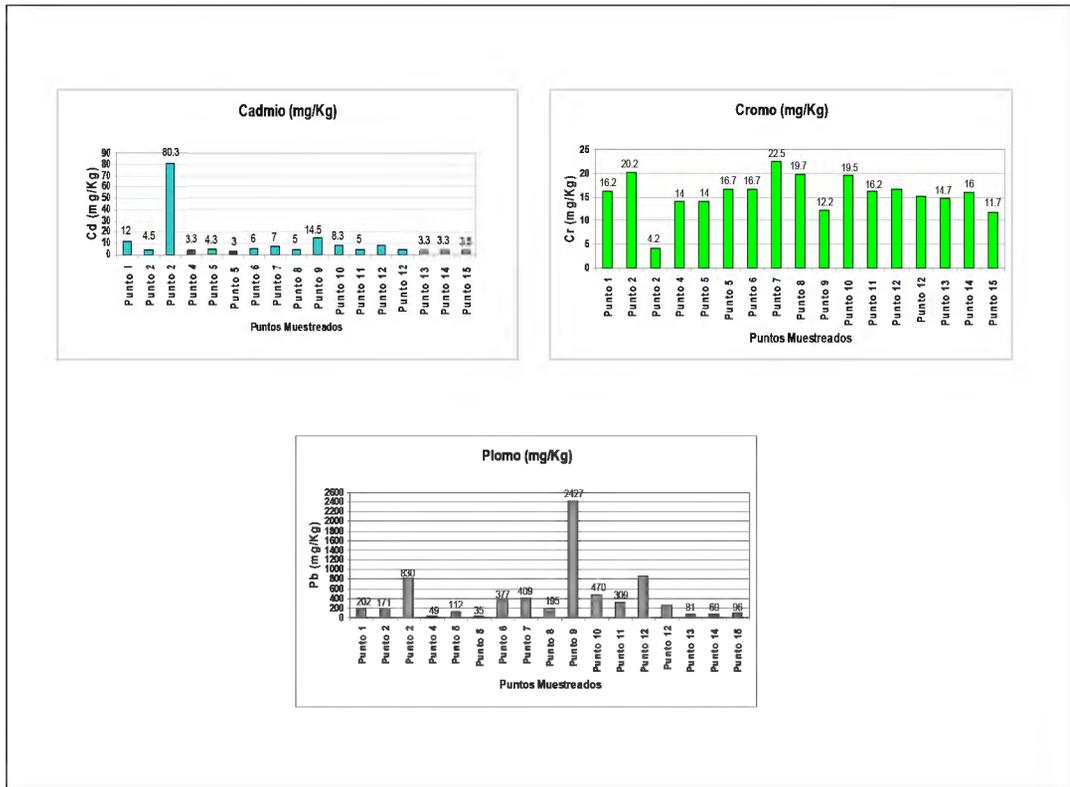
Con respecto a la distribución del Cd, Cr y Pb en suelos de áreas revegetadas, suelo de posible cantera y suelo control, figura 2, y haciendo uso del cuadro 4 referente a los valores límites de metales pesados en los suelos, se observa que el Cr está por debajo de los valores límites para suelos de pH mayores a siete.

Para el caso de Cd el contenido en los suelos supera desde muy ligero a amplio los valores límites, en el Pb en algunos casos supera ampliamente mientras que en otros está por debajo del límite. Sin embargo es importante señalar el efecto que va a ejercer tanto el pH alcalino y la caliza haciendo al Cd y Pb menos disponibles o solubles para ser absorbidos por las plantas.

Para el caso de los suelos de Cutacocha, suelos que se encuentran en su estado natural, suelo de champa de grass nativo y suelo de posible cantera, que no han sido disturbados por la actividad minera, son suelos de reacción ácida (pH 5,3 y 4,8 respectivamente), y el Cd y Pb se encuentran sobre los valores límites no así el Cr, lo cual podría indicarnos la presencia natural

de estos elementos. Se debe resaltar que los valores hallados corresponden a un primer muestreo.

Figura 2: Contenido de elementos pesados totales en suelos. U.P. Uchucchacua



7.6 DESMONTES.

Los desmontes están constituidos por materiales gruesos y finos, fracciones mayores de 2mm de diámetro, provenientes de las labores de extracción minera y por lo tanto su constitución es muy heterogénea, generalmente están ubicadas al pie de las bocaminas.

Con la finalidad de conocer algunas características químicas, muestras representativas han sido analizadas y sus resultados se presentan en el cuadro 22.

Cuadro 22. Caracterización físico - química en muestras de desmonte. U.P. Uchucchacua.

Clave de campo.	pH	C.E.	CaCO ₃	P	Ca	Mg	K	Na	Al	suma	>2 mm	Arcilla
	1 : 1	mmh	%	mg/L	mc / 100 g					bases	%	%
Punto 1. Desmonte. Socorro nivel 670	7,5	0,96	12,5	25,7	6,26	0,24	0,12	0,24	0,00	6,86	61,2	8
Punto 2. Desmonte. Socorro nivel 630	7,3	0,35	8,0	12,4	27,02	0,38	0,47	0,27	0,00	28,14	33,4	16
Punto 3. Desmonte. Socorro nivel 650,	7,9	0,25	70,4	21,0	9,04	0,39	0,24	0,24	0,00	9,91	68,5	12
Punto 4. Desmonte Lucrecia nivel 550	7,7	0,30	52,3	9,3	12,98	0,48	0,23	0,23	0,00	13,92	63,4	12
Punto 6. Desmonte Carmen nivel 590-630	7,7	0,65	57,1	42,7	5,14	0,41	0,13	0,23	0,00	5,91	60,0	6
Punto 7. Desmonte Carmen nivel 550	7,7	0,65	16,9	23,4	6,10	0,38	0,14	0,24	0,00	6,86	67,9	8
Punto 8. Desmonte. Carmen nivel 500	7,7	0,27	49,0	12,4	23,18	0,56	0,28	0,29	0,00	24,31	66,4	14
Punto 9. Desmonte. Casualidad nivel 500	7,8	0,38	68,0	14,0	6,02	0,31	0,13	0,24	0,00	6,70	63,5	8

Fuente: elaboración propia (2 006)

Los resultados muestran que las fracciones minerales dominantes son aquellas denominadas gruesas (gravas, cascajos), la cantidad de arcilla (fracciones menores de 0,002 mm) generalmente varían entre 8 a 16%. La naturaleza mineralógica de éstos muestra un alto contenido de carbonatos de calcio.

Con respecto al P, Ca, Mg, estos elementos presentan cantidades moderadas a altas especialmente en calcio.

El contenido de micronutrientes disponibles y elementos pesados totales en muestras de desmontes son presentadas en el cuadro 23.

Los resultados del cuadro 23, muestran que el contenido de micronutrientes Cu, Fe, Mn y Zn presentan valores que van desde niveles bajos a altos. Por otro lado, también se observa que el contenido de estos micronutrientes generalmente es más alto que las encontradas (cuadro 21) en muestras de suelos.

Con respecto a los elementos pesados totales, se observa que tanto el Cd como el Pb, presentan rangos de valores amplios, que para el caso del Cd fluctúan de 5 a 77,5 mg/Kg y para el Pb, desde 95 hasta 2 298 mg/Kg. El Cr, fluctúa entre rangos más estrechos desde 1,7 a 16 mg/Kg.

Cuadro 23. Contenido de Micronutrientes disponibles y elementos pesados totales en Desmontes U.P.

Uchucchacua.

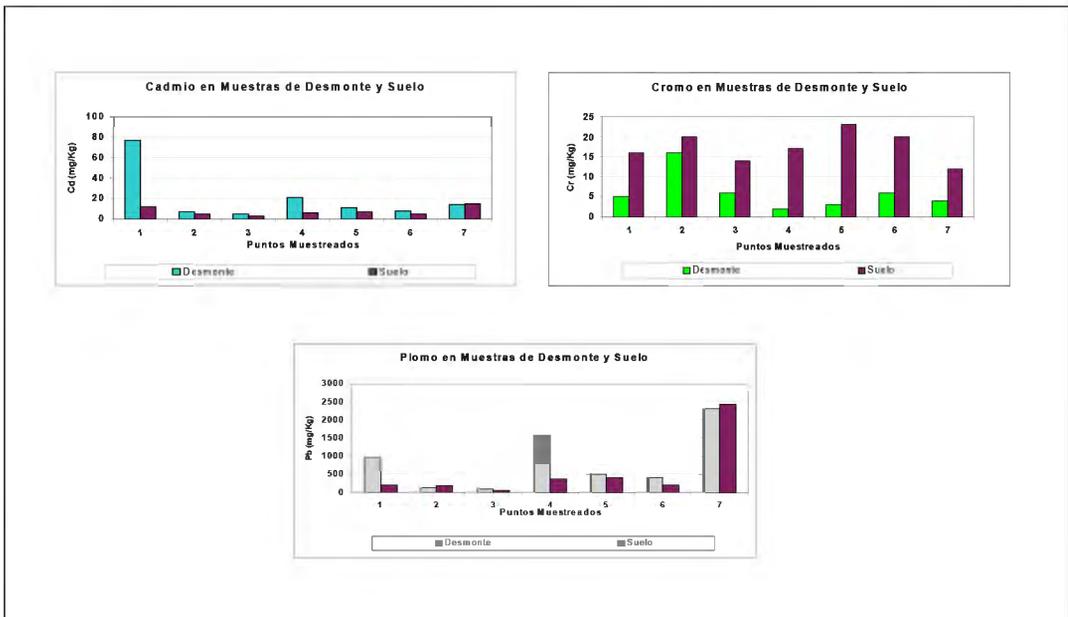
Clave de campo.	Cu	Fe	Mn	Zn	Cd	Cr	Pb
	mg / kg						
Punto 1. Desmorte Socorro nivel 670	35,1	23.1	65.7	161	77.5	4.5	944
Punto 2. Desmorte Socorro nivel 630	2,3	34.1	10.2	31.8	6.8	16.0	130
Punto 3. Desmorte.Socorro nivel 650	0,7	8.9	30.2	41.9	11.5	3.0	598
Punto 4. Desmorte Lucrecia nivel 550	0,6	20.3	8.3	13.6	5.0	5.7	95
Punto 6. Desmorte Carmen nivel 590-630	1,0	9.4	50.1	91.1	20.5	1.7	1564
Punto 7. Desmorte Carmen nivel 550	2,2	10.1	39.3	96.8	11.3	3.2	502
Punto 8. Desmorte Carmen nivel 500	1,0	12.1	5.9	7.6	8.0	6.2	384
Punto 9. Desmorte Casualidad nivel 500	41,0	10.5	9.6	68.9	14.3	3.5	2298

Fuente: elaboración propia (2 006)

En general se observa que el contenido de estos elementos pesados totales es más alto que en las muestras de suelos, tal como se aprecia en la figura 3.

Figura 3: Comparación del contenido de elementos pesados totales en muestras de desmorte y suelo. U.P.

Uchucchacua



7.7 VEGETACIÓN.

En el área de estudio se han reconocido las siguientes especies nativas que se encuentran resumidas en el cuadro 24.

Cuadro 24. Principales especies nativas, U.P. Uchucchacua.

Especie Vegetal	Características	Punto de Muestreo
<i>Achicne pulvinata</i>	Especie densamente tufoza, con abundantes raíces bien desarrolladas, formando almohadillones.	1,2,3,4,5,6,7,8,9 ,10,11,13,14,15
<i>Stipa</i> sp.	Especie perenne, erecta, con gran macollaje, llega hasta 1.5 m., de altura.	1,2,3,4,5,6,7,8,9 ,10,11,13,14,15
<i>Senecio comosus</i>	Es una compuesta, de flores amarillas, llega hasta 50 cms, de altura, crece entre los 3500 a 4500 m.s.n.m.	1,2,3,4,5,6,7,8,9 ,10,11,13,14,15
<i>Baccharis</i> sp.		1,2,3,4,5,6,7,8,9 ,10,11,13,14,15

Fuente: elaboración propia (2 006)

Como se puede observar no se encuentra una gran variabilidad de especies nativas, caracterizándose por la predominancia de 4 especies.

En el análisis del material vegetal se dio mayor atención a la caracterización de macro y micronutrientes en *Lolium perenne* “rye grass” por ser la especie utilizada para la revegetación; sin embargo con la finalidad de tener un conocimiento de la concentración de nutrientes se analizaron dos especies nativas: *Achicne pulvinata* procedente de Cutacocha y *Stipa Sp.* Procedente de Casualidad Nv.500

El cuadro 25 presenta el contenido de macronutrientes encontrados en la vegetación, tomando como referencia los rangos presentados en el cuadro 5, se observa que las especies de “rye gras” y nativas presentan valores de N, que fluctúan de 0,7% a 2,01% (bajos a medios), el P, fluctúa de 0,06% a 0,22% (medios a altos), el K, varía de 0,66% a 2,04% (medios a altos). El contenido de Ca, tiende a presentar valores bajos sin embargo el Mg presenta valores medios a altos. En resumen el contenido de macronutrientes en estas especies vegetales es muy variable con tendencia hacia los valores bajos.

Cuadro 25. Contenido de macronutrientes en parte aérea de vegetación. U.P. Uchucchacua.

Clave de campo	N	P	K	Ca	Mg	S
	%					
Punto 1. Rye grass, Socorro nivel 670	1,59	0,13	1,44	0,25	0,19	0,21
Punto 2. Rye grass, Socorro nivel 630	0,70	0,17	1,34	0,24	0,28	0,23
Punto 5. Champas de grass nativo, Cutacocho	1,34	0,11	0,70	1,57	0,26	0,10
Punto 6. Rye grass, Carmen nivel 630	1,12	0,10	0,91	1,05	0,15	0,24
Punto 7. Rye grass, Carmen nivel 550	1,12	0,12	0,80	0,94	0,15	0,22
Punto 8. Rye grass, Carmen nivel 500	2,01	0,17	1,11	0,99	0,19	0,21
Punto 9. Vegetación nativa, Casualidad nivel 500	0,98	0,18	2,04	0,26	0,34	0,10
Punto 10. Rye grass, Socorro nivel 500	0,84	0,06	0,77	1,13	0,20	0,21
Punto 11. Rye grass, Casualidad nivel 450	0,98	0,09	0,66	0,37	0,18	0,22
Punto 13. Rye grass, Huantajalla nivel 550	1,48	0,21	1,54	0,29	0,33	0,19
Punto 14. Rye grass, Huantajalla nivel 500	0,98	0,22	1,77	1,54	0,38	0,25

Fuente: elaboración propia (2 006)

Los contenidos de micronutrientes (cuadro 26), presentan tendencia a valores altos de acuerdo a los rangos presentados en el cuadro 5; sin embargo, debido a que en esta época la vegetación está seca (época de no lluvias), no es posible observar evidencias o síntomas de deficiencia o toxicidad.

Cuadro 26. Contenido de micronutrientes y metales pesados en parte aérea de vegetación. U.P. Uchucchacua

Clave de campo	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Cd	Cr	Pb
	mg / kg (ppm)							
Punto 1. Rye grass, Socorro nivel 670	58	14	2 130	960	284	3,0	0,0	22,0
Punto 2. Rye grass, Socorro nivel 630	61	10	5 090	875	168	2,0	0,0	81,0
Punto 5. Champas de grass nativo, Cutacocho	83	22	2 340	411	142	2,0	1,5	60,5
Punto 6. Rye grass, Carmen nivel 630	64	5	2 280	1 260	115	1,0	1,0	49,0
Punto 7. Rye grass, Carmen nivel 550	74	6	1 082	254	135	1,0	0,0	86,0
Punto 8. Rye grass, Carmen nivel 500	109	5	2 605	416	103	1,0	1,0	91,0
Punto 9. Vegetación nativa, Casualidad nivel 500	90	10	446	272	71	2,5	0,0	24,0
Punto 10. Rye grass, Socorro nivel 500	60	8	3 875	775	313	2,0	0,0	231,0
Punto 11. Rye grass, Casualidad nivel 450	112	10	2 900	1 505	445	3,0	0,0	338,0
Punto 13. Rye grass, Huantajalla nivel 550	76	8	6 010	655	172	2,0	2,0	107,0
Punto 14. Rye grass, Huantajalla nivel 500	87	7	8 215	457	130	2,0	6,0	50,0

Fuente: elaboración propia (2 006)

Con respecto al Pb, Bolt y Bruggenwert (1 978) consideran que concentraciones de 0,5 a 3,0 mg/Kg, son contenidos normales. Allaway (1 968), considera que puede variar de 0,1 a 10 mg/Kg. El cuadro 6, define un valor de 30 mg/Kg como límite de fitotoxicidad. En las plantas analizadas los valores encontrados fluctúan desde 22 hasta 338 mg/Kg, indicando que se encuentra sobre el límite máximo permisible señalado por los autores. La falta de información sobre este elemento para las especies analizadas no permite definir si estas especies vegetales, presentan contenidos que puedan considerarse como tóxicos.

Para el caso del Cd y Cr, Mengel y Kirby (1 978), consideran que los contenidos en plantas normales pueden llegar hasta 1,5 mg/Kg para Cd, y de 0,02 a 1,0 mg/Kg para Cr. El cuadro 6, considera como límite de fitotoxicidad el valor de 5,0 mg/Kg. El contenido de Cd, en las especies vegetales muestreadas varían de 1 a 3 mg/Kg, y el Cr, varía desde 0,0 a 6,0 mg/kg. De acuerdo al criterio de Mengel y Kirby (1 978) tanto el Cd como el Cr estarían superando los valores límites para plantas normales, figura que no sucede para la calificación presentada en el cuadro 6.

Con la finalidad de buscar una asociación entre el contenido de Pb en el suelo y en las plantas, se realizó una ecuación de regresión y el valor de r^2 fue de 0,37, que nos indica una baja correlación entre los dos parámetros, figura similar ocurre con el Cd y Cr.

8. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en recubrimiento y revegetación de canchas de desmonte y en el primer muestreo de suelos y desmontes considerando los objetivos propuestos se concluye:

En Recubrimiento y Revegetación:

- a) Se cumplió con el recubrimiento y revegetación de 11 canchas de desmonte ubicadas al pie de las bocaminas Casualidad Nv. 450,500, Carm n Nv. 500, 630, Socorro 500-550, 630,670, Lucrecia Nv. 550 y Huantajalla Nv. 500 y 550.
- b) Se revegetó 3,840 9 Has., 1,290 9 Has, más de las propuestas por el PAMA.
- c) Se logró establecer una metodología para la revegetación de canchas de desmonte a través de la elaboración y puesta en práctica de los Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro.
- d) La revegetación establecida se estimó en un 70 %. Factores climáticos, la presencia de ganado ovino y camélidos y la ausencia de cercos de protección en las áreas de Socorro, Lucrecia y Huantajalla, no permitieron llegar al 100%.

En Canales y Cunetas:

- a) Se cumplió con la construcción de canales y cunetas para proteger las canchas de desmonte revegetadas.
- b) Se construyó 730,12 metros lineales de canales de coronación y 2 592,40 metros lineales de cunetas, cumpliendo con lo propuesto en el PAMA.

En Monitoreo de suelos:

- a) Los puntos muestreados presentan textura predominantemente franco; pH de reacción ligeramente alcalina a alcalina; con alto contenido de carbonato de calcio; contenido variable en materia orgánica con tendencia a valores altos, generalmente contenidos medios a altos en P, K y Ca. Sin embargo el contenido de Mg es de tendencia baja.
- b) El contenido de Fe y Zn son altos. El Mn se presenta en cantidades óptimas y el Cu con tendencia a ser bajo. El Pb y Cd total se presentan en cantidades superiores a los valores límites permisibles que señalan las tablas. No así el Cr. Sin embargo, este comportamiento se verá afectado por el pH alcalino y el carbonato de calcio que hará menos disponibles a estos elementos, limitando su posible absorción por las plantas.
- c) En el muestreo se observó que los suelos de Cutacocha, áreas no disturbadas por la actividad minera, muestran que se trata de un material de reacción ácida, provista de materia orgánica con presencia de Cd, y Pb, en valores que superan los límites máximos permisibles no así el Cr, lo cual podría indicarnos la presencia natural de estos elementos. El suelo considerado como posible cantera, puede ser usado como material de préstamo, siempre y cuando se le aplique enmiendas calcáreas.
- d) Las características químicas del suelo que sirvió como material de préstamo para la revegetación de las canchas de desmonte, señalan a un material de textura franca y con un buen contenido de materia orgánica, pero que presentan Cd, Cr y Pb, en valores ligeramente por debajo del límite máximo permisible.

En Monitoreo de desmontes:

- a) Son materiales muy heterogéneos en tamaño, presentan reacciones alcalinas; muy altos en contenido de carbonato de calcio, provistos en P, Ca y Mg y ligeramente bajos en K. Tendencia a ser bajos en Cu y Fe pero altos en Mn y Zn. Los niveles de Cd, Cr y Pb, presentan tendencia a ser altos.

En Monitoreo de Vegetación:

- a) El área de estudio presenta diversidad de especies vegetales nativas, con predominancia del género *Stipa Sp.*
- b) El contenido de macronutrientes, en “rye grass” es bajo especialmente para el N, y Ca, los cuales no reflejan el efecto del contenido de materia orgánica y de calcáreo respectivamente. Posibles factores climáticos sean los limitantes.
- c) Los contenidos de micronutrientes son generalmente altos. En muchos casos el Pb, presenta valores que superan a los límites máximos permisibles. Para el caso del Cd y el Cr estos son generalmente bajos.
- d) No se ha encontrado correlación entre el contenido de Pb, Cd y Cr en la planta y el contenido de éstos en el suelo.

9. SUGERENCIAS

- a) Continuar con los programas de monitoreo para controlar la presencia de elementos que puedan generar alteraciones en el desarrollo y uso de pastos.
- b) Continuar con el estudio de propiedades físicas y químicas de los suelos que serán seleccionados como material de préstamo para la revegetación de las áreas disturbadas.
- c) Realizar investigaciones para la propagación de especies nativas o especies introducidas de alta calidad que sean capaces de resistir las condiciones climáticas y edáficas adversas.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acondicionar:

Proceso que consiste en nivelar el terreno y dejarlo listo para ser recubierto con tierra vegetal.

Absorción:

Proceso por el cual una sustancia, como el agua o los nutrientes, es captada y retenida al interior de otra sustancia (normalmente una célula biológica) a través de la piel o membranas mucosas o en las plantas, a través de los pelos de la raíz.

Adsorción:

Proceso por el cual un gas, vapor, materia disuelta o partículas suspendidas son captadas o adheridas en la superficie de otro material tanto por fuerzas físicas como químicas.

Biotemperatura:

Temperatura del aire, aproximadamente entre 0°C y 30°C que determina el ritmo e intensidad de los procesos fisiológicos de las plantas (fotosíntesis, respiración y transpiración) y la tasa de evaporación directa del agua contenida en el suelo y en la vegetación.

Canchas de desmonte:

Lugar destinado al depósito del desmonte proveniente de las labores de extracción minera, generalmente ubicadas al pie de las bocaminas.

Desmonte:

Material proveniente de las labores de extracción minera, constituidos por materiales gruesos y finos, fracciones mayores de 2mm de diámetro.

Fitotoxicidad:

Daño producido al vegetal por algún ingrediente químico que posee el producto fitosanitario.

Límite máximo permisible:

Nivel de concentración o cantidad de uno o más contaminantes, por debajo del cual no se prevé riesgo para la salud, el bienestar humano y los ecosistemas, que es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible. Los Límites Máximos Permisibles son revisados por la Autoridad Competente y pueden ser redefinidos temporalmente. LMP.

Macronutrientes:

Elementos químicos inorgánicos, como el nitrógeno, el potasio, el calcio, el fósforo, el magnesio y el azufre, que se necesitan en grandes cantidades en el crecimiento vegetal.

Material de préstamo:

Tierra vegetal o suelo extraído de zonas aledañas para recubrir áreas que serán revegetadas y que cumplen con las características ideales para el desarrollo de cobertura vegetal.

Micronutrientes:

Elementos químicos inorgánicos que se necesitan sólo en muy pequeñas cantidades, o trazas, para el crecimiento vegetal; el hierro, el cloro, el cobre, el manganeso, el zinc, el molibdeno y el boro son algunos ejemplos.

Mullir:

Acto de deshacer los terrones de los suelos hasta convertirlos en polvo.

Nutrientes:

Sustancias minerales que se encuentran en los suelos y que las plantas requieren para vivir y crecer.

PAMA:

Programa de Adecuación y Manejo ambiental, definido como el conjunto de proyectos que las empresas minero metalúrgicas presentan al Ministerio de Energía y Minas con el objeto de solucionar sus problemas ambientales.

Raíces adventicias:

Son raíces que se producen a partir de yemas ubicadas en los tallos de la planta y que no provienen de la raíz original del embrión.

Recubrimiento:

Aplicar tierra vegetal o material de préstamo a las superficies acondicionadas de las canchas de desmonte.

Revegetación:

Restablecimiento de la cobertura vegetal en la que se emplean diversos biotipos, desde herbáceos y arbustivos hasta trepadores y árboles.

BIBLIOGRAFÍA

Allaway, 1 968. Niveles De Elementos Metálicos Pesados. En: FOMECO S.A. 1 998. Estudio De Neutralización Físico - Química y De Vegetación En Pastos Asociados En La Cancha De Relave De Quiulacocha. Empresa Minera CENTROMÍN PERÚ.

Aranda, F; Coronado, M; Jaramillo, V; Sánchez, G. 2 000. Evaluación De Los Métodos De Revegetación En Áreas Cubiertas Por Relaves en Mina Ubicadas En La Sierra Del Perú.

Bayón, F; Tárrega G; Pérez, M. 2 000. Evolución Del Asentamiento De Especies Utilizadas Para La Recuperación Biológica De Zonas Alteradas Por La Minería.

Bazán, R. 1 996. Manual Para El Análisis Químico De Suelos, Aguas Y Plantas. Fundación Perú. Lima- Perú.

Buenaventura Ingenieros S.A. (BISA) 1 996. Programa De Adecuación Y Manejo Ambiental U.P. Uchucchacua

Bolt, G and Bruggenwert, M. 1 978. Soil Chemistry. A. Basic Elements. Elsevier Sci Pub. Co. Holand.

Brady, N. 1 974. The Nature And Properties Of Soil. Macmillan P.ut.Co.Inc.Ny.

Crocomo, O. 1 965. Absorción De Iones Por Las Plantas. Universidad De Zulia. Maracaibo.

Chapman, H. 1 966. Diagnostic Criteria For Plants And Soils. University Of California, Berkeley.

Es vida Inc, 2006. Hidrogel. Consultado el 25 De Marzo Del 2 006. Disponible En <http://www.Es vida.com.mx/gel>

García, I. y Dorronsoro C. 2 000. Tecnología De Suelos. Tema 15. Consultado El 30 De Marzo Del 2 006. Disponible En <http://www.edafología.ugr.es/conta/tema 15/>

Hannaway D.; Fransen S.; Cropper J.; Teel M.; Chaaney M.; Griggs T.; Halse R.; Hart J.; Cheeke P.; Hansen D.; Klinger R. and Lane W. 1 999. Consultado El 12 de Marzo Del 2 006. Disponible En <http://www.eesc.orst.edu/agcomwebfile/ edmat>

Hunter, H. 1 972. Análisis De Laboratorio Para Muestras De Tejidos De Plantas. Universidad De Carolina Del Norte, Raleigh, USA.

Itis Report, 2 000. *Lolium Perenne*. Consultado El 20 de Febrero Del 2 006. Disponible En <http://www.invasive.org/browse/subject.cfm?sub=5955-9K>

Jones, B. And Case, V. 1 990. Sampling, Handling And Analyzing Plant Tissue Samples. In: R.L. Westerman (Ed). Soil Testing And Plant Analysis. SSS. Of A. Madison , Wisconsin USA.

Lachica, G. y González, C. 1 985. (Ed) Nutrición Vegetal. CSIC. Estación Experimental Del Zaidín - Granada España.

Manrique, J. 1 997. Semillas, Pastos Y Herramientas. Huancayo –Perú.

Mengel, k. and Kirkby, E. 1 978. Principles Of Plant Nutrition. Int Potash Inst., Bern, Switzerland.

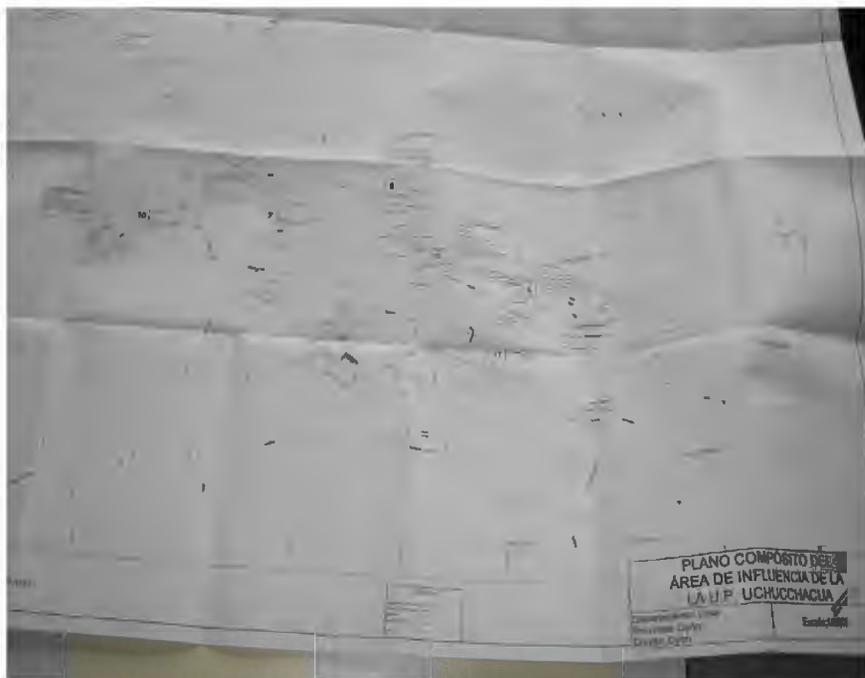
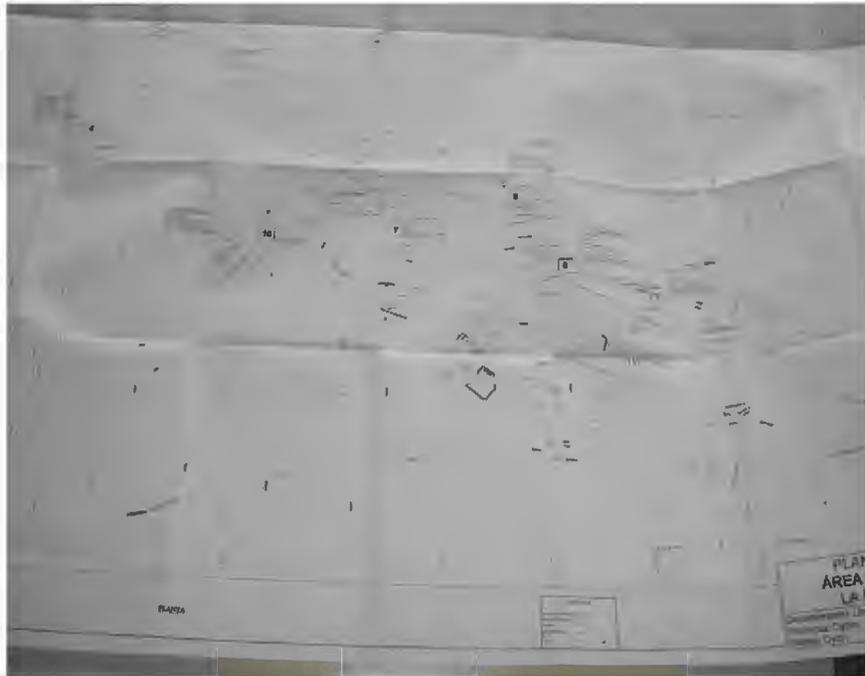
Ministerio de Energía y Minas (MINEM) 2 003. Guía Ambiental. Límites Máximos Permisibles En Aguas, Sedimentos Y Plantas. Consultado El 18 De Marzo Del 2 006. Disponible en <http://www.mem.gob.pe>.

Noguera, P Y Noriega, V. 1 999. Valoración de Residuos Orgánicos En Una Agricultura Sostenible. Dpto. Producción Vegetal Univ. Politécnica De Valencia. Red Temática De Agricultura Sostenible.

ONERN 1 976. Mapa Ecológico Del Perú. Guía Explicativa. Lima.

ANEXO 1

PLANO COMPÓSITO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA U.P. UCHUCCHACUA



ANEXO 2

PROCEDIMIENTOS ESCRITOS DE TRABAJO SEGURO

U.P. UCHUCCHACUA



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:

MAMB

060

ACONDICIONAMIENTO DE TALUD **EN CANCHAS DE DESMONTE**

1. OBJETIVO:

- Disminuir la pendiente del talud hasta llegar al ángulo de estabilidad establecido para facilitar el trabajo de revegetación y evitar posibles erosiones.

2. ALCANCE:

- Departamento de Seguridad y Medio Ambiente.
- Área Medio Ambiente.
- Sección Revegetación.

3. CATEGORIA DE RIESGO:

A

4. PERSONAL:

- Operario
- Chofer – Peón
- Peones
- Operador de tractor

5. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL:

- Protector de cabeza
- Botas de jebe con punta de acero
- Guantes de cuero
- Mameluco con tela reflectiva
- Abrigo de jebe para lluvias

6. EQUIPOS/HERRAMIENTAS/MATERIALES:

- Tractor
- Lampas
- Picos
- Bugui

7. PROCEDIMIENTO:

1. El Operario se reporta usando correctamente los E.P.P al Departamento de Seguridad y Medio Ambiente para coordinar con el Ing. Encargado de Revegetación las labores a desarrollarse en el día.
2. Lleva la orden de trabajo correctamente visada al operador del tractor para que apoye en el acondicionamiento del talud de las canchas de desmonte.

HOJA

(1-3)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:	MAMB	060
--------------	-------------	------------

3. Luego de haber hecho entrega de la orden de trabajo correspondiente, el Operario coordina con los peones la labor a desarrollarse.
4. El Operario y los peones ordenan en la bodega las herramientas: pico, lampa y bugui que llevarán para trabajo encomendado.
5. Una vez en la Cancha de desmonte, los peones proceden al Acondicionamiento de Talud, iniciando el trabajo en la parte superior proceden a botar la carga hacia abajo, utilizando la lampa. Paralelamente a la supervisión de esta labor, el operario se encarga de supervisar los trabajos de acondicionamiento realizados por el tractorista.
6. De encontrarse rocas voluminosas serán dejadas en el terreno, siempre y cuando estén estables.
7. De encontrarse con especies nativas en el Talud a Acondicionar, éstas no serán removidas.
8. De esta manera se va disminuyendo la pendiente del talud hasta llegar al ángulo de estabilidad establecido.
9. Concluida la labor el personal se retira transportando las herramientas que serán almacenadas de forma adecuada en la Bodega.
10. Informar cualquier incidente ocurrido durante el turno.

8. DEBERES Y RESPONSABILIDADES:

Personal:

Operario

- Supervisa las labores a desarrollarse en Acondicionamiento de Talud cuando el Ing. Encargado de Revegetación sale del campamento.
- Coordina diariamente con los peones las labores a desarrollarse en Acondicionamiento de Talud.
- Reporta diariamente al Ing. Encargado de Revegetación, sobre los avances del día (Metros cuadrados acondicionados).
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Operario de tractor

- Apoya en el acondicionamiento del talud con el tractor.
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Peón – Chofer

- Apoya en el traslado en camioneta del personal y herramientas a la Cancha de Desmonte a ser Acondicionada. Después trabaja como peón.
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Peón

- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

HOJA

(2-3)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC: MAMB 060

Supervisor/ Encargado de Revegetación

- Comunicación diaria con el personal en temas relacionados a seguridad en labores de Acondicionamiento de Talud.
- Hace cumplir los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Representante de Salud y Seguridad

- Apoya en la difusión y capacitación de los riesgos a encontrarse en el área de trabajo.

Jefe de Seguridad y Medio Ambiente

- Coordina diariamente con el Ing. Encargado de Revegetación las labores a desarrollarse en Acondicionamiento de Talud.
- Supervisa los trabajos desarrollados por el personal y el Ing. Encargado de Revegetación.

Departamento de Seguridad

- Lleva a cabo charlas de seguridad en relación a los trabajos de alto riesgo que se presenta en la labores de Acondicionamiento de talud.
- Supervisar el cumplimiento del Reglamento de Seguridad.

9. CAPACITACIÓN Y TOMA DE CONCIENCIA: (RESPONSABLE)

- Capacitar y concientizar al personal permanentemente en temas relacionados con la seguridad en el centro de trabajo.
- Capacitar al personal en el procedimiento de trabajo seguro.

10. REGISTRO E INFORMACIÓN. REFERENCIAS:

- Los estándares y procedimientos de trabajos deben estar disponibles para los usuarios.
- Registro de capacitación de personal.

11. DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:

PROCEDIMIENTO	NUEVO	REVISADO	SECCIONES INVOLUCRADAS NOSA				
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	I	II			
ELABORADO: DPTO. SEGURIDAD	COMITE DIRECTIVO						
	SUPERINTENDENTE	JEFE DE AREA	JEFE DE SEGURIDAD				
APROBACIÓN: Fecha:							

HOJA

(3-3)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:

MAMB

060

PIRCADO DE MURO DE CONTENCIÓN EN CANCHAS
DE DESMONTE

1. OBJETIVO:

- Contener el talud acondicionado, para evitar posibles erosiones.

2. ALCANCE:

- Departamento de Seguridad y Medio Ambiente.
- Área Medio Ambiente.
- Sección Revegetación.

3. CATEGORIA DE RIESGO:

B

4. PERSONAL:

- Operario
- Chofer – Peón
- Peones
- Operario de Cargador Frontal
- Chofer del volquete

5. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL:

- Protector de cabeza
- Botas de jebe con punta de acero
- Guantes de cuero
- Lentes de Protección
- Mameluco con tela reflectiva
- Abrigo de jebe para lluvias

6. EQUIPOS/HERRAMIENTAS/MATERIALES:

- Cargador frontal
- Volquete
- Lampas
- Picos
- Bugui
- Combo
- Cordel
- Flexómetro
- Cemento
- Arena
- Agua

HOJA

(1-4)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:	MAMB	060
--------------	-------------	------------

7. PROCEDIMIENTO:

1. El Operario se reporta usando correctamente los E.P.P al Departamento de Seguridad y Medio Ambiente para coordinar con el Ing. Encargado de Revegetación las labores a desarrollarse en el día.
2. Lleva las ordenes de trabajo correctamente visadas al operador del cargador y al chofer del volquete para que apoyen en el carguío y transporte de arena al igual que en el carguío de rocas.
3. Luego de haber hecho entrega de las ordenes correspondientes, el Operario coordina con los peones la labor a desarrollarse.
4. El Operario y los peones ordenan en la bodega los materiales: cemento, previamente retirado del Almacén a través de un vale visado or el Jefe del Departamento de Seguridad y Medio Ambiente; y herramientas: pico, lampa, comba y bugui que llevarán a las Canchas de Desmote.
5. Una vez en las Canchas de desmote, se procede a acondicionar el terreno para la base del muro, paralelamente se va preparando la mezcla de cemento y arena, la cual se vierte en la base y posteriormente se colocan las rocas para dar inicio al pircado del muro de contención. Paralelamente a la supervisión de esta labor, el operario se encarga de supervisar los trabajos realizados por el palero, y controla el pesaje y viajes respectivo de los volquetes.
6. Cuando se concluye el pircado del muro se procede al solado del muro.
7. Concluida la labor el personal se retira transportando los materiales y herramientas que serán almacenados de forma adecuada en la Bodega.
8. Informar cualquier incidente ocurrido durante el turno.

8. DEBERES Y RESPONSABILIDADES:

Personal:

Operario

- Supervisa las labores a desarrollarse en Pircado de Muro cuando el Ing. Encargado de Revegetación sale del campamento.
- Coordina diariamente con los peones las labores a desarrollarse en el Pircado de Muro.
- Reporta diariamente al Ing. Encargado de Revegetación, sobre los avances del día (Metros cúbicos pircados).
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Operario de Cargador Frontal

- Apoya en el carguío de piedras y arena, además en el traslado de piedras a la zona de trabajo.
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Chofer del Volquete

- Apoya en el traslado de arena a la zona de trabajo.

HOJA

(2-4)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:	MAMB	060
--------------	-------------	------------

- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Peón - Chofer

- Apoya en el traslado en camioneta del personal, herramientas y materiales a las Canchas de Desmonte. Después trabaja como peón.
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Peón

- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Supervisor/Encargado de Revegetación

- Comunicación diaria con el personal en temas relacionados a seguridad en labores de Pircado de Muro.
- Hace cumplir los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Representante de Salud y Seguridad

- Apoya en la difusión y capacitación de los riesgos a encontrarse en el área de trabajo.

Jefe de Seguridad y Medio Ambiente

- Coordina diariamente con el Ing. Encargado de Revegetación las labores a desarrollarse en el Pircado del Muro.
- Supervisa los trabajos desarrollados por el personal y el Ing. Encargado de Revegetación.

Departamento de Seguridad

- Lleva a cabo charlas de seguridad en relación a los trabajos de alto riesgo que se presenta en las labores de Pircado de Muro.

9. CAPACITACIÓN Y TOMA DE CONCIENCIA: (RESPONSABLES)

- Capacitar y concientizar al personal permanentemente en temas relacionados con la seguridad en el centro de trabajo.
- Capacitar al personal en el procedimiento de trabajo seguro.

10. REGISTRO E INFORMACIÓN. REFERENCIAS:

- Los estándares y procedimientos de trabajos deben estar disponibles para los usuarios.
- Registro de capacitación de personal.

11. DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:

HOJA

(3-4)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:

MAMB

060

PROCEDIMIENTO	NUEVO <input type="checkbox"/>	REVISADO <input checked="" type="checkbox"/>	SECCIONES INVOLUCRADAS NOSA				
			I	II			
ELABORADO: DPTO. SEGURIDAD	COMITE DIRECTIVO						
	SUPERINTENDENTE	JEFE DE AREA		JEFE DE SEGURIDAD			
APROBACIÓN: Fecha:							

HOJA

(4-4)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:

MAMB

060

RECUBRIMIENTO CON TIERRA VEGETAL EN CANCHAS DE DESMONTE

1. OBJETIVO:

- Recubrimiento con sustrato fértil de las Canchas de Desmonte, para el desarrollo eficiente de la especie cubresuelo a instalar.

2. ALCANCE:

- Departamento de Seguridad y Medio Ambiente.
- Área Medio Ambiente.
- Sección Revegetación.

3. CATEGORIA DE RIESGO:

B

4. PERSONAL:

- Operario
- Operario de tractor
- Chofer del Volquete
- Operario de cargador frontal
- Chofer – Peón
- Peones

5. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL:

- Protector de cabeza
- Botas de jebe con punta de acero
- Guantes de cuero
- Mameluco con tela reflectiva
- Abrigo de jebe para lluvias

6. EQUIPOS/HERRAMIENTAS/MATERIALES:

- Tractor
- Cargador Frontal
- Volquetes
- Lampas
- Picos
- Bugui
- Tierra vegetal

7. PROCEDIMIENTO:

1. El Operario se reporta usando correctamente los E.P.P al Departamento de Seguridad y Medio Ambiente para coordinar con el Ing. Encargado de Revegetación las labores a desarrollarse en el día: lleva las órdenes de trabajo correctamente visadas al operador del tractor, cargador y al chofer del volquete para que apoyen en el preparado, carguío y transporte de tierra vegetal.

HOJA

(1-3)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:	MAMB	060
--------------	-------------	------------

2. Luego de haber hecho la entrega de las ordenes correspondientes el Operario coordina con los peones la labor a desarrollarse.
3. El Operario y los peones ordenan en la bodega las herramientas: pico, lampa y bugui que llevarán a las Canchas de Desmonte.
4. Una vez en las Canchas de desmorte, los peones proceden al cubrimiento con tierra vegetal. Ubicados en la carga proceden a botar el material con lampa y pico, para de esta forma cubrir la cancha. Paralelamente a esta labor el Operario supervisa el trabajo realizado por el tractorista, palero, y controla los viajes y pesaje respectivo de los volquetes.
5. Concluida la labor el personal se retira transportando las herramientas que serán almacenados de forma adecuada en la Bodega.
6. Informar cualquier incidente ocurrido durante el turno.

8. DEBERES Y RESPONSABILIDADES:

Personal:

Operario

- Supervisa las labores a desarrollarse en Recubrimiento cuando el Ing. Encargado de Revegetación sale del campamento.
- Coordina diariamente con los peones las labores a desarrollarse en Recubrimiento.
- Reporta diariamente al Ing. Encargado de Revegetación, sobre los avances del día (Metros cuadrados recubiertos).
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Operador de Tractor

- Apoya en la preparación de la tierra vegetal.
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Chofer del Volquete

- Apoya en el traslado de la tierra vegetal a la cancha de desmorte.
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Operador de Cargador Frontal

- Apoya en el carguío de tierra vegetal y recubrimiento de las canchas de desmorte.
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Peón – Chofer

- Apoya en el traslado en camioneta del personal y herramientas a las Canchas de Desmorte a ser recubiertas. Después trabaja como peón.
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Peón

- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

HOJA

(2-3)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC: MAMB 060

Supervisor/Encargado de Revegetación

- Comunicación diaria con el personal en temas relacionados a seguridad en labores de Recubrimiento.
- Hace cumplir los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Representante de Salud y Seguridad

- Apoya en la difusión y capacitación de los riesgos a encontrarse en el área de trabajo.

Jefe de Seguridad y Medio Ambiente

- Coordina diariamente con el Ing. Encargado de Revegetación las labores de Recubrimiento a desarrollarse en el día.
- Supervisa los trabajos desarrollados por el personal y el Ing. Encargado de Revegetación.

Departamento de Seguridad

- Lleva a cabo charlas de seguridad en relación a los trabajos de alto riesgo que se presenta en la labores de Recubrimiento.
- Supervisa el cumplimiento del Reglamento de Seguridad.

9. CAPACITACIÓN Y TOMA DE CONCIENCIA: (RESPONSABLE)

- Capacitar y concientizar al personal permanentemente en temas relacionados con la seguridad en el centro de trabajo.
- Capacitar al personal en el procedimiento de trabajo seguro.

10. REGISTRO E INFORMACIÓN. REFERENCIAS:

- Los estándares y procedimientos de trabajos deben estar disponibles para los usuarios.
- Registro de capacitación de personal.

11. DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:

PROCEDIMIENTO	NUEVO <input type="checkbox"/>	REVISADO <input checked="" type="checkbox"/>	SECCIONES INVOLUCRADAS NOSA							
			I	II						
ELABORADO: DPTO. SEGURIDAD	COMITE DIRECTIVO									
						SUPERINTENDENTE	JEFE DE AREA	JEFE DE SEGURIDAD		
APROBACIÓN: Fecha:										

HOJA

(3-3)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:

MAMB

060

REVEGETACIÓN EN CANCHAS DE DESMONTE

1. OBJETIVO:

- Mitigar los impactos ocasionados por la Actividad Minera en el Recurso Suelo a través de la Revegetación.

2. ALCANCE:

- Departamento de Seguridad y Medio Ambiente.
- Área Medio Ambiente.
- Sección Revegetación.

3. CATEGORIA DE RIESGO:

B

4. PERSONAL:

- Operario
- Chofer – Peón
- Peones

5. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL:

- Protector de cabeza
- Botas de jebe con punta de acero
- Guantes de cuero
- Mameluco con tela reflectiva
- Abrigo de jebe para lluvias

6. EQUIPOS/HERRAMIENTAS/MATERIALES:

- Lampas
- Picos
- Bugui
- Semillas de la especie a instalar

7. PROCEDIMIENTO:

1. El Operario se reporta usando correctamente los E.P.P al Departamento de Seguridad y Medio Ambiente para coordinar con el Ing. Encargado de Revegetación las labores a desarrollarse en el día.
2. El Operario coordina con los peones la labor a desarrollarse: Revegetación (siembra preferentemente, durante la época de lluvias, para aprovechar el establecimiento de la planta durante los meses de: Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero, Marzo)
3. El Operario y los peones ordenan en la bodega los materiales: semillas, previamente retiradas del Almacén a través de un vale visado por el Jefe del Departamento de Seguridad y Medio Ambiente; y herramientas: pico, lampa y bugui que llevarán a las Canchas de Desmonte.

HOJA

(1-3)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:	MAMB	060
--------------	-------------	------------

4. Una vez en las Canchas de desmonte, se procede a la preparación de los surcos, los cuales serán hechos con pico y lampa. Los surcos se harán siguiendo las curvas de nivel. Los surcos estarán distanciados entre sí en 0.80m – 1m.
5. Cuando se concluya el surco se procede de inmediato a la siembra de semillas.
6. Se siembra usando guantes. Se retira la semilla del saco y se volea dentro del surco. Luego se cubre con el sustrato. Surco hecho, surco sembrado.
7. Concluida la labor el personal se retira transportando los materiales y herramientas que serán almacenados de forma adecuada en la Bodega.
8. Informar cualquier incidente ocurrido durante el turno.

8. DEBERES Y RESPONSABILIDADES:

Personal:

Operario

- Supervisa las labores a desarrollarse en Revegetación cuando el Ing. Encargado de Revegetación sale del campamento.
- Coordina diariamente con los peones las labores a desarrollarse en Revegetación en el día.
- Reportar diariamente al Ing. Encargado de Revegetación, sobre los avances del día (Metros cuadrados sembrados).
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Peón - Chofer

- Apoya en el traslado en camioneta del personal, materiales y semillas a las Canchas de Desmonte a ser revegetadas. Después trabaja como peón.
- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Peón

- Cumple con los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Supervisor/Encargado de Revegetación

- Comunicación diaria con el personal en temas relacionados a seguridad en labores de Revegetación.
- Hace cumplir los Estándares y Procedimientos de Trabajo establecidos.

Representante de Salud y Seguridad

- Apoya en la difusión y capacitación de los riesgos a encontrarse en el área de trabajo.

Jefe de Seguridad y Medio Ambiente

- Coordina diariamente con el Ing. Encargado de Revegetación las labores de Revegetación a desarrollarse en el día.
- Supervisa los trabajos desarrollados por el personal y el Ing. Encargado de Revegetación.

HOJA

(2-3)



CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
U.P. UCHUCCHACUA

AREA DE RESPONSABILIDAD

SEGURIDAD

PROC:

MAMB

060

Departamento de Seguridad

- Lleva a cabo charlas de seguridad en relación a los trabajos de alto riesgo que se presenta en la labores de Revegetación.
- Supervisa el cumplimiento del Reglamento de Seguridad.

9. CAPACITACIÓN Y TOMA DE CONCIENCIA: (RESPONSABLE)

- Capacitar y concientizar al personal permanentemente en temas relacionados con la seguridad en el centro de trabajo.
- Capacitar al personal en el procedimiento de trabajo seguro.

10. REGISTRO E INFORMACIÓN. REFERENCIAS:

- Los estándares y procedimientos de trabajos deben estar disponibles para los usuarios.
- Registro de capacitación de personal.

11. DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:

PROCEDIMIENTO	NUEVO <input type="checkbox"/>	REVISADO <input checked="" type="checkbox"/>	SECCIONES INVOLUCRADAS NOSA				
			I	II			
ELABORADO: DPTO. SEGURIDAD	COMITE DIRECTIVO						
	SUPERINTENDENTE	JEFE DE AREA	JEFE DE SEGURIDAD				
APROBACIÓN: Fecha:							

HOJA

(3-3)

ANEXO 3

FOTOS



Fotografía 1: Acondicionamiento de talud Colquicocha.



Fotografía 2: Recubrimiento con tierra vegetal de cancha de desmonte Casualidad Nv. 450.



Fotografía 3: Recubrimiento con tierra vegetal de cancha de desmonte Casualidad Nv. 500.



Fotografía 4: Recubrimiento con tierra vegetal de cancha de desmonte Carmen Nv. 500.



Fotografía 5: Recubrimiento con tierra vegetal de cancha de desmonte Carmen Nv. 550.



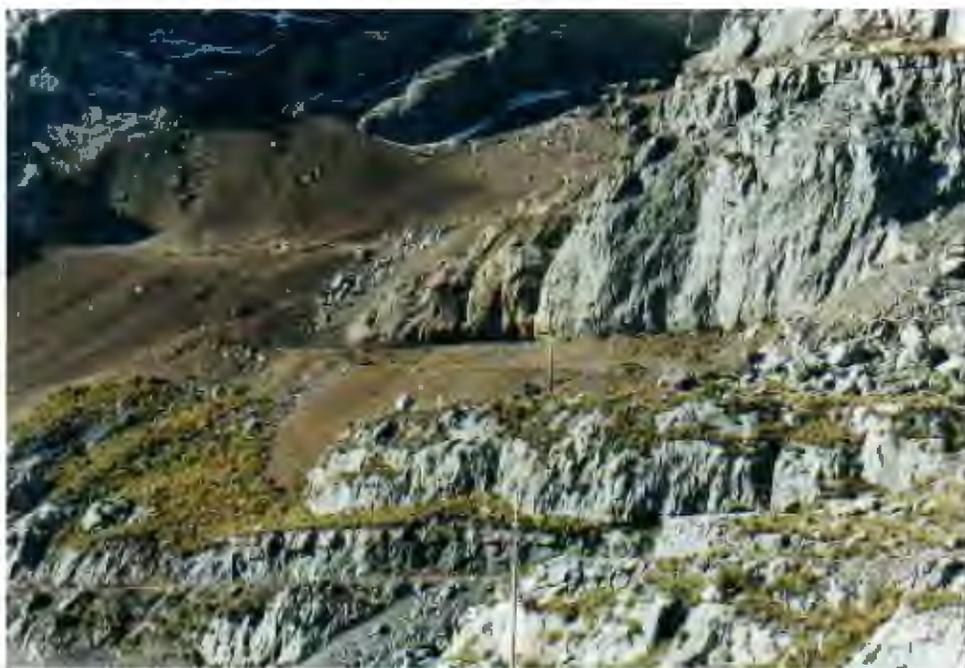
Fotografía 6: Recubrimiento con tierra vegetal de cancha de desmonte Carmen Nv. 630.



Fotografía 7: Recubrimiento con tierra vegetal de cancha de desmonte Socorro Nv. 500 - 550.



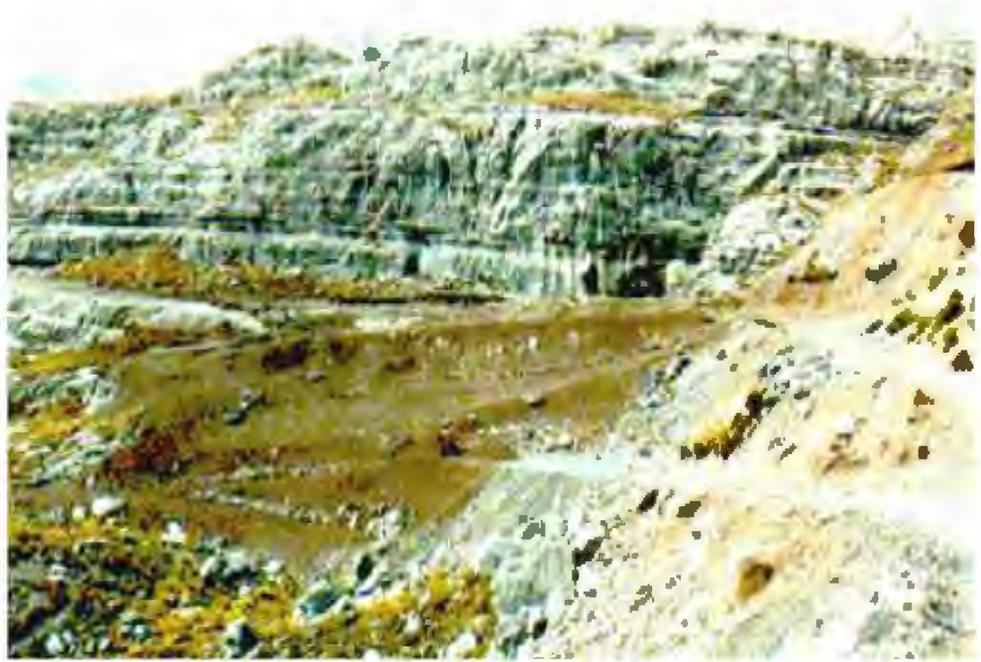
Fotografía 8: Recubrimiento con tierra vegetal de cancha de desmonte Socorro Nv. 630.



Fotografía 9: Recubrimiento con tierra vegetal de cancha de desmonte Socorro Nv. 670.



Fotografía 10: Recubrimiento con tierra vegetal de cancha de desmonte Lucrecia Nv. 550.



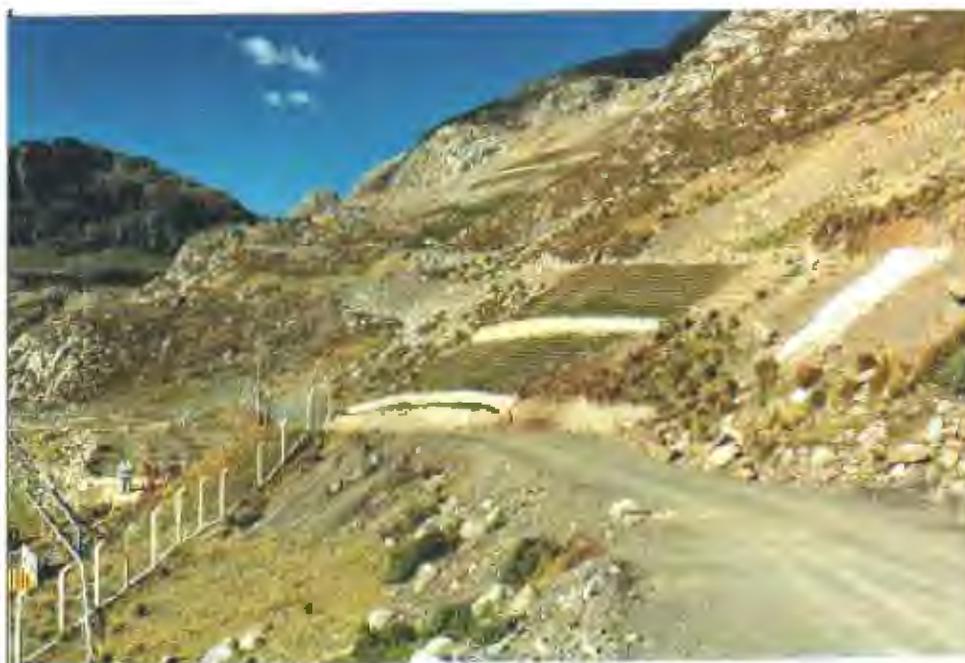
Fotografía 11: Recubrimiento con tierra vegetal de cancha de desmonte Huantajalla Nv. 500.



Fotografía 12: Recubrimiento con tierra vegetal en talud Colquicocha.



Fotografía 13: Revegetación Cancha de desmonte Casualidad
Nv.450.



Fotografía 14: Revegetación Cancha de desmonte Casualidad
Nv. 500.



Fotografía 15: Revegetación Cancha de desmonte Carmen Nv. 500.



Fotografía 16: Revegetación Cancha de desmonte Carmen Nv. 550.



Fotografía 17: Revegetación Cancha de desmonte Carmen Nv. 630.



Fotografía 18: Revegetación cancha de desmonte Lucrecia Nv. 550.



Fotografía 19: Canal en Casualidad Nv. 500.



Fotografía 20: Canal en Carmen Nv. 500.



Fotografía 21: Canal en Socorro Nv. 500 - 550



Fotografía 22: Cuneta en Carmen Nv. 630.



Fotografía 23: Cuneta en Socorro Nv. 630.