

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALURGICA



“AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN”

COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA SANTA ROSA S.A.

INFORME DE INGENIERÍA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

ROLANDO MARIO SERRATO REYNA

LIMA – PERÚ

2006

DEDICATORIA

A nuestro Señor por
iluminarnos siempre en este
largo camino.

A mis Padres, Esposa e
Hijas por haberme dado
siempre su comprensión y
apoyo.

CONTENIDO

1.0 ALCANCE DEL TRABAJO	7
1.1 Descripción General de los Trabajos	7
2.0 MOVIMIENTO DE TIERRAS	8
2.1 Planeamiento y Control de la Construcción	8
2.2 Limpieza y Remoción de Suelo Orgánico e Inadecuado	8
2.3 Almacenamiento de Suelo Orgánico y Material de Desecho	9
2.4 Zonas de Préstamo	9
2.5 Tratamiento de la Fundación	10
2.5.1 En áreas que requieren excavación significativa	10
2.5.2 En áreas donde se requiera relleno	10
2.5.3 Preparación de la Fundación	10
2.6 Excavación	11
2.6.1 Generalidades	11
2.6.2 Excavación en terreno común	12
2.6.3 Excavación en Roca	12
2.6.4 Uso del Material Excavado	12
2.6.5 Apuntalamiento / Tendido de Paredes de la Excavación	13
2.6.6 Aprobación de Superficies Excavadas	13
2.6.7 Control y Desvío del Agua	13
2.6.8 Zanjas de Anclaje	13
2.6.9 Voladura	14
2.7 Materiales de Relleno	14
2.7.1 Generalidades	14
2.7.2 Relleno Común	14
2.7.3 Cobertura Secundaria (Soil Liner)	15
2.7.4 Capa de Protección	15
2.7.5 Agregado para Drenaje en el área del Pad de Lixiviación 12 – Sacalla.	16
2.7.6 Capa de Rodadura	16
2.7.7 Relleno en Zanjas de Anclaje	16

2.8 Colocación de Relleno	17
2.8.1 Generalidades	17
2.8.2 Relleno Común	18
2.8.2.1 Relleno Común Controlado	18
2.8.2.2 Relleno Común Masivo	18
2.8.3 Cobertura Secundaria (Soil Liner)	19
2.8.4 Capa de Protección	20
2.8.5 Agregado para Drenaje para el área del Pad de Lixiviación 12 - Sacalla	20
2.8.6 Capa de Rodadura	20
2.8.7 Zanja de Anclaje	21
2.8.8 Equipo de Compactación	21
2.8.8.1 Rodillo Vibrador de Tambor Liso	22
2.8.8.2 Rodillo de Pata de Cabra	22
2.8.8.3 Compactadoras Especiales	22
3.0 TUBERÍAS Y ACCESORIOS	22
3.1 Generalidades	22
3.2 Tubería Corrugada de Polietileno (CPT) de Interior Liso	23
3.3 Tubería Lisa de HDPE	23
3.4 Distribución de Tuberías, Manejo y Almacenamiento	24
3.5 Instalación de Tuberías	25
3.5.1 Generalidades	24
4.0 GEOSINTETICOS	25
4.1 Introducción y alcance del trabajo	25
4.2 Normas Aplicables	25
4.3 Descripción General Del Trabajo	25
4.4 Geomembranas de Polietileno	26
4.5 Propiedades del HDPE	27
4.6 Propiedades del VFPE	28

4.7 Propiedades del VFPE	29
4.8 Instalación y Soldadura del Terreno	30
4.9 Inspección	32
5.0 ENSAYOS A LA SOLDADURA DE CAMPO	33
5.1 Soldaduras de Prueba	33
5.2 Ensayos de Continuidad	34
5.2.1 Ensayos de Aire	34
5.2.2 Ensayos de Caja de Vacío	36
5.2.3 Ensayos de Chispa (Spark Test)	36
5.3 Ensayos Destructivos	36
5.3.1 Uniones de Prueba	36
5.3.2 Soldaduras en Campo	37
5.4 GEONET DE HDPE	39
5.4.1 Material	39
5.4.2 Propiedades de la Geonet de HDPE	39
5.5 GEOTEXTIL	40
6.0 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	41
7.0 LISTA DE CUADROS Y GRAFICOS	
8.0 FOTOGRAFIAS	
9.0 CONCLUSIONES	

LISTA DE CUADROS Y FOTOGRAFIAS

7.0 CUADROS

TABLA 7.1	CRITERIO DE DISEÑO EXPANSION DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN
TABLA 7.2	CRITERIO DE DISEÑO PROPIEDADES DE LA OPERACIÓN
GRAFICO 100	ARREGLO GENERAL
GRAFICO 120	PLANO DE NIVELACIÓN
GRAFICO 130	PERFIL Y CONTROL HORIZONTAL
GRAFICO 140	PLANO DE SUB-DRENES
GRAFICO 150	CONFIGURACION DE GEOSÍNTETICOS
GRAFICO 170	SECCIONES Y DETALLES 1
GRAFICO 180	SECCIONES Y DETALLES 2

8.0 FOTOGRAFIAS

8.1	EXCAVACION Y EVACUACION DE MATERIAL DE RELLENO
8.2	CONFORMACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO
8.3	CORTE DE MATERIAL Y SU RETIRO
8.4	COBERTURA SECUNDARIA (SOIL LINER)
8.5	INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA
8.6	ANCLADO Y PEGADO DE GEOTEXTIL

1.0 ALCANCE DEL TRABAJO

Los trabajos a efectuarse incluyen la ejecución del movimiento de tierras y trabajos anexos asociados con la construcción del Pad de Lixiviación 12 – Sacalla, de la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa S.A. (COMARSA). El alcance de los trabajos también incluye la provisión de todo el personal de supervisión, la mano de obra, los equipos y materiales necesarios para efectuar la totalidad de los trabajos, según lo indicado en los Planos, lo descrito en las Especificaciones Técnicas.

1.1 Descripción General de los Trabajos

La construcción el Pad de Lixiviación 12 - Sacalla incluirá, pero no estará necesariamente limitada a lo siguiente:

- 1) Limpieza y preparación del sitio dentro de los límites del trabajo de las áreas de las expansiones de Pad, Ej. Remoción de la vegetación, suelo orgánico y otros materiales inadecuados y su disposición en áreas de almacenamiento establecidas para cada material.
- 2) Nivelación como se señala en los planos (excavación y relleno) o como sea especificada por el ingeniero para la colocación de la cobertura secundaria (soil liner) y la geomembrana, incluyendo bermas y canales según lo indicado en los planos.
- 3) Instalación de sub-drenes para captar y evacuar el agua en las áreas del Pad de Lixiviación 12.
- 4) Transporte, colocación, acondicionamiento y compactación adecuada de la cobertura secundaria en todas las zonas designadas en los planos. preparación de la superficie de la cobertura secundaria antes de la instalación de la geomembrana.
- 5) Excavación de zanjas para el anclaje de la geomembrana. Relleno y compactación de las zanjas de anclaje después de la instalación de la geomembrana.
- 6) Mantenimiento de los trabajos de terminación de las zanjas para la geomembrana y las superficies preparadas de la cobertura secundaria hasta que hayan sido aceptadas para poner los Geosíntéticos.
- 7) Suministro y colocación de capas de protección sobre la geomembrana instalada.
- 8) Instalación de tuberías colectoras de solución simultáneamente con la colocación de la capa de drenaje en el Pad de Lixiviación 12 - Sacalla.

2.0 MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.1 Planeamiento y Control de la Construcción

Se tuvo en consideración ser el responsable directo de planear el trabajo como se señala en los planos y como sea requerido por la supervisión. Donde se proporcionara la información necesaria para que este se pueda planear y programar su trabajo. En el cual será responsable de mantener un control constante para asegurar la realización adecuada del trabajo.

Si se requiere de algún tipo de modificaciones para llevar a cabo el plan aprobado, se acordarán la efectividad de estos cambios y como serán llevados a cabo.

2.2 Limpieza y Remoción de Suelo Orgánico e Inadecuado

Para ver el de Movimiento de Tierras deberá despejar, desbrozar y limpiar la superficie como sea indicado según el diseño . El espesor de suelo orgánico a remover es variable y alcanzará hasta 900 mm, mientras que el de arcilla blanda o suelo inadecuado alcanzará hasta 5 m en algunos sectores. La limpieza y remoción de suelo incluirá, pero no será necesariamente limitada a los siguientes puntos:

- 1) Remover vegetación y suelo orgánico.
- 2) Remoción de arcillas blandas.
- 3) Remover clastos y bolones que existan en el área.
- 4) Transporte de vegetación, suelo orgánico y suelo no adecuado a las zonas almacenamiento de temporal.

Para el Movimiento de Tierras podrá despejar, limpiar, desbrozar y almacenar material, utilizando el método que considere más conveniente, siempre y cuando sea congruente y que se produzca el resultado final terminado. Para el Movimiento de Tierras se tendrá presente de brindar por la seguridad y lo apropiado de los métodos empleados. Cualquier trabajo de limpieza y escarpe mas allá de los límites indicados en los planos deberá contar con la jefatura encargada.

Después de la limpieza y preparación del área, y antes de realizar cualquier trabajo adicional:

- a) El Ingeniero inspeccionará el área para determinar si la limpieza y preparación de la misma han sido realizadas satisfactoriamente.
- b) Se realizará un levantamiento topográfico del área, con el objeto de determinar las cantidades de obra y/o verificar el espesor de capas/estratos removidas.

2.3 Almacenamiento de Suelo Orgánico y Material de Desecho

El suelo orgánico que sea removido de la zona de trabajo deberá ser almacenado en zonas aprobadas el suelo orgánico deberá ser almacenado de forma segura y estable durante su vida útil.

Los materiales que se encuentren en las excavaciones del Pad de Lixiviación 12, ó en las zonas de préstamo que sean determinados por el Ingeniero como no adecuados para su utilización en el trabajo

serán designados como material de deshecho y serán transportados y depositados en áreas de deshecho designadas y aprobadas por la jefatura, estas serán diferentes a las áreas para el almacenamiento de suelo orgánico.

2.4 Zonas de Préstamo

Para el de Movimiento de Tierras, de ser necesario, deberá desarrollar zonas de préstamo en los lugares aprobados por la jefatura. Las potenciales áreas de préstamo deberán ser comunicadas al Ingeniero para su revisión y aprobación antes de iniciar su explotación se efectuará investigaciones de campo ,se extraerá muestras de material y las entregará al Ingeniero según este lo requiera. Esto permitirá evaluar el empleo de estos materiales para un uso específico. En las áreas de préstamo aprobadas , se deben identificar por anticipado las profundidades de corte y extensión real. Las operaciones en las zonas de préstamo deberán ser llevadas a cabo de tal forma de evitar el desperdicio de cualquier material adecuado para la construcción.

Los taludes de las zonas de préstamo donde el material haya sido excavado, serán llevadas a una configuración estable (3H a 1V máximo), con intersecciones de taludes redondeados y formadas para la provisión de un drenaje libre y una apariencia natural del lugar. Todo desperdicio, y estructuras deberán de ser removidas de las zonas de préstamo una vez que estas hayan sido abandonadas. Toda agua de drenaje superficial será dirigida hacia canales de drenaje natural o a canales de desvío existentes, todo sujeto a la aprobación respectiva.

Se tomarán medidas apropiadas para prevenir la erosión en las zonas de préstamo y en las áreas de almacenamiento de desechos según coordinación con la jefatura.

2.5 Tratamiento de la Fundación

Una vez que la zona de trabajo haya sido despejada, preparada y antes de la nivelación del área del Pad de Lixiviación 12, el Ingeniero deberá inspeccionar y establecer la extensión y el tipo de nivelación requerida. Las áreas que requieran excavación y relleno serán identificadas así como las áreas que requieran menor cantidad de nivelación. El tratamiento en las zonas identificadas será el que se describe a continuación:

2.5.1 En áreas que requieren excavación significativa

En aquellas áreas que requieran una excavación apreciable, se deberá excavar selectivamente los suelos residuales. Los materiales apropiados para ser usados como cobertura secundaria (soil liner) deberán ser excavados y apilados en una ubicación adecuada o colocados como cobertura secundaria en otras áreas que lo requieran, según sea indicado . Se deberán reservar cantidades adecuadas de material, para colocar 300 mm de cobertura secundaria de material importado en áreas donde se requiera. Cualquier material excavado sobrante deberá ser colocado como relleno común en áreas designadas en los Planos o en pilas de desechos según sea indicado .

Para aprovechar posible material de cobertura secundaria in-situ, se deberá evaluar los 300 mm superiores antes de llegar al nivel final de la fundación de acuerdo a la sección 2.5.3 (a), (b) o (c), la que sea aplicable.

La excavación deberá ser desarrollada de acuerdo a la Sección 3.6.

2.5.2 En áreas donde se requiera relleno

En áreas donde se requiera relleno, se podrá primero excavar desde la superficie, material fino apropiado para cobertura secundaria, previo a la colocación de cualquier relleno.

2.5.3 Preparación de la Fundación

a. Si se cumple la especificación de características y espesor del material de cobertura secundaria (soil liner)

Si el material de los 300 mm superiores antes de llegar al nivel de la fundación cumple con la especificación para material de cobertura secundaria (soil liner), el área deberá ser perfilada para producir curvas de nivel suaves y posteriormente deberá ser escarificada hasta una profundidad

de 300 mm, acondicionada a la humedad adecuada, y compactada según las especificaciones descritas en la Sección 2.8.3

b. Si se cumple la especificación de características del material pero no el espesor.

En aquellas áreas en que el espesor del material existente que cumple con la especificación es menor que 300 mm, el área deberá ser escarificada hasta la profundidad del material que cumple las especificaciones, acondicionada a la humedad adecuada, y compactada. Se deberá colocar el material adicional de cobertura secundaria necesario para completar el espesor de 300 mm, el cual deberá ser humedecido y compactado de acuerdo a lo definido anteriormente

c. No se cumplen las especificaciones para material de cobertura secundaria

En zonas donde no existan materiales adecuados para ser utilizados como cobertura secundaria (soil liner) in-situ, el Ingeniero inspeccionará la superficie de la fundación, que será compactada al 95% de la máxima densidad seca como se determina en la norma **ASTM D1557**. Sobre la fundación compactada se colocarán posteriormente los 300 mm de cobertura secundaria importada de acuerdo a lo indicado en la sección 2.8.3.

2.6 Excavación

2.6.1 Generalidades

Para el Movimiento de Tierras deberá desarrollar sus métodos, técnicas y procedimientos de excavación considerando la naturaleza de los materiales a ser excavados y deberá tomar las precauciones necesarias para preservar la condición original de todos los materiales que se encuentren fuera de los límites y niveles señalados en los planos, o requeridos. Para Movimiento de Tierras podrá llevar a cabo la excavación, perfilado, etc., utilizando cualquier método que sea adecuado y consistente para producir un resultado final aceptable. El Contratista no deberá excavar más allá de los límites y rasantes mostrados en los Planos. Toda excavación adicional llevada a cabo, por cualquier propósito o razón que no sea el cumplimiento de una solicitud específica del Ingeniero, deberá ser realizada a costo del adicional.

Todo material inadecuado que se encuentre dentro de los límites de una excavación, será removido y transportado a zonas designadas como de almacenamiento de desechos u otras áreas aprobadas. Estos materiales pueden incluir, pero no se limitan, a zonas húmedas, zonas de

alto contenido orgánico, arcillas blandas, material altamente plástico y zonas con gravas expuestas y su eliminación deberá ser aprobada .

2.6.2 Excavación en terreno común

La excavación en terreno común será definida como la realizada en suelo y otros materiales que no cumplan los requerimientos de excavación en roca definidos en las secciones siguientes.

Los materiales comunes excavados pueden ser utilizados como material de relleno, donde su uso sea adecuado siempre que se cumplan los requerimientos especificados en este documento.

2.6.3 Excavación en Roca

La roca se define como aquel material que no puede ser soltado o removido con ripper en forma eficiente mediante un modelo reciente de Bull-Dozer hidráulico (D-8R o D9R) equipado con un punto de excavación de diseño standard y dimensionado adecuadamente para su uso mediante un tractor montado en orugas operado a una potencia mínima de 410-net flywheel Caballos de Fuerza, operando en baja velocidad.

El material excavado en roca puede ser utilizado como material de relleno, donde su uso sea adecuado y siempre que cumpla los requerimientos especificados en este documento.

Se raspará y retirará todo material suelto o inestable de las superficies expuestas a raíz de excavaciones mecánicas y/o voladura inmediatamente después de cada una, incluyendo el material más allá de la línea de excavación requerida, y mantendrá en todo momento tales superficies libres de materiales sueltos, inestables y potencialmente peligrosos

2.6.4 Uso del Material Excavado

El material excavado será utilizado como relleno o almacenado en las zonas de material de desecho dependiendo de la naturaleza del material, cantidad excavada, cantidad requerida, etc., después de haber sido aprobada.

Para el Movimiento de Tierras deberá utilizar el material disponible para la construcción del trabajo de manera que sea satisfactorio para los requerimientos técnicos del diseño y se optimice los costos.

Se tendrá en cuenta planear las operaciones para así evitar el manejo repetitivo de materiales

excavados a ser utilizados en el proyecto. Si el almacenamiento temporal y el manejo subsecuente de materiales de relleno son necesarios, la ubicación y los métodos de almacenamiento serán sujetos a la aprobación. Se protegerá y mantendrá las pilas de material para prevenir cambios substanciales en el contenido de humedad y granulometría del material almacenado.

2.6.5 Apuntalamiento/Tendido de Paredes de la Excavación

Para este trabajo se tiene que emplear los sistemas apropiados y técnicas requeridas para proveer una excavación segura y adecuada. Se tiene elegir el método que desee para evitar el derrumbe de las paredes laterales de la excavación, Ej. Apuntalamiento de paredes laterales, reducción de pendiente de las paredes laterales a una pendiente que evitaría el derrumbe, etc., a satisfacción del Ingeniero.

2.6.6 Aprobación de Superficies Excavadas

Cuando una sección de la excavación haya sido completada a la rasante y límites requeridos, se deberá notificar para que se inspeccione el trabajo. Podrán requerirse pruebas de rodillo para asegurar que materiales competentes estén presentes en las excavaciones de grado final. Las superficies excavadas no serán cubiertas con material de relleno, cobertura secundaria, etc., hasta que la superficie sea aprobada .

2.6.7 Control y Desvío del Agua

Se deberá diseñar un plan para el drenaje temporal y/o instalaciones de bombeo requeridas para el control de aguas superficiales y subterráneas con el propósito de mantener la zona de construcción seca y en condición estable. Es responsabilidad de mantener el equipo y estructuras necesarias para proveer la protección de la construcción. El desagüe de las operaciones deberá ser realizado de manera que no afecte la estabilidad de las pendientes excavadas y no cause erosión y ablandamiento de los materiales adyacentes. El costo de tales medidas temporales se considerará incluido en los costos unitarios de los ítems de excavación.

2.6.8 Zanjas de Anclaje

Se deberá excavar todas las zanjas de anclaje requeridas para la instalación de geomembrana. Las excavaciones deberán efectuarse según los anchos y profundidades indicados en los planos o según lo indicado.

2.6.9 Voladura

Toda voladura requerida será completada de acuerdo a las normas y regulaciones aplicadas en el Perú. El personal encargado de la voladura deberá ser certificado por la dependencia del gobierno apropiada como sea requerido legalmente. Las Certificaciones y Licencias apropiadas deben ser enviadas al representante del Propietario para revisión y verificación antes del inicio de los trabajos de voladura en obra. Será única responsabilidad de realizar los trabajos de voladura de manera segura y eficiente.

2.7 Materiales de Relleno

2.7.1 Generalidades

El origen de un material de relleno no determina de ningún modo, donde podrá ser empleado en los trabajos. El propósito de esta especificación es emplear al máximo los materiales disponibles en terreno para construir las instalaciones del proyecto y evitar el empleo de materiales procesados obtenidos fuera del sitio. Los materiales para construcción deberán ser obtenidos de los procesos de la operación minera, zonas de préstamo designadas, operaciones de chancado y excavaciones requeridas. Todos los materiales deberán estar libres de sustancias deletéreas tales como basura, materiales orgánicos, materiales perecibles u otros materiales no apropiados, y serán aprobados .

O in-situ, se hará todo esfuerzo para determinar si el material es el adecuado al momento de la excavación; por lo tanto, es la responsabilidad de determinar las fuentes de relleno mediante pruebas de control de materiales para que estos cumplan con las especificaciones para las diversas áreas del trabajo.

2.7.2 Relleno Común

El material de relleno común tendrá un amplio rango, presentando una variedad significativa en granulometría y propiedades de compactación. El material para relleno común consistirá de suelos existentes que, desde el punto de vista de estabilidad en estado compactado, sean apropiados para ser usados en las distintas áreas. Generalmente, el relleno común será obtenido en áreas donde la excavación sea requerida dentro de los límites del área del Pad de Lixiviación 12 - Sacalla ó en zonas de préstamo. También se podrá usar como material de relleno común la roca meteorizada blanda que pueda ser triturada por rodillado para formar esencialmente un suelo y que pueda ser compactada sin dejar huecos excesivos. También es posible usar material

estéril de mina conteniendo sobretamaño, roca sana o gravas de cantos redondeados provenientes de excavaciones, siempre que sus tamaños máximos sean inferiores a dos tercios (2/3) del espesor de la capa compactada

El material será colocado y distribuido formando capas uniformes que no excedan el grosor después de la compactación, como se indica en la sección 2.8.2.

2.7.3 Cobertura Secundaria (Soil Liner)

El material a ser usado como cobertura secundaria (“soil liner”) consistirá en suelos de gradación fina, bien graduados y que contengan cantidades mínimas de material granular. La aptitud de los suelos de esta categoría, depende de las propiedades de la fracción bajo malla NC 200, y de la distribución granulométrica de este. La permeabilidad de la cobertura secundaria (soil liner) compactada no será mayor a 1×10^{-6} cm/s.

El material para la cobertura secundaria podrá consistir en arcillas, limos arcillosos, o arcillas limosas y arenas que cumplan los siguientes requerimientos: al menos un 25% en peso de material bajo malla NC 200, no más de un 40% en peso de material retenido en malla NC 4 y un tamaño máximo de partícula de 50 mm en los 100 mm superiores de cobertura secundaria. El material de cobertura secundaria tendrá un índice de plasticidad como mínimo de 8 y como máximo de 40.

2.7.4 Capa de Protección

Se deberá colocar una capa de protección de un espesor mínimo de 350 mm directamente sobre la geomembrana del Pad de Lixiviación 12 - Sacalla . Esta capa consistirá en material excavado dentro del área de la plataforma, o ripios lixiviados (Spent Leach Ore) suministrados . Se tendrá la responsabilidad del tamizado, proceso, y transporte del material desde la planta de tamizado hasta el lugar de colocación de éste.

El material de la capa de protección deberá tener la siguiente distribución granulométrica:

Tamaño de Tamiz	Porcentaje Aprobado
25 mm (1")	100
4 mm (No. 4)	50-100
0.4 mm (No.40)	10-60
0.075 mm(No.200)	10-50

2.7.5 Agregado para Drenaje en el área del Pad de Lixiviación 12 – Sacalla.

El agregado para drenaje en el área del Pad de Lixiviación 12, consiste de ripios lixiviados tamizados a menos 37.5 mm. El área de deshecho de la mina designada será la fuente para el material, y será responsable de proveer el equipo necesario para procesar el material que cumpla con los límites de gradación determinados por la norma ASTM D 422 y con la siguiente distribución granulométrica:

Tamaño de Tamiz	Porcentaje Aprobado
37.5 mm (1.5")	100
20 mm (3/4")	75-100
10 mm (3/8")	25-90
4 mm (No. 4)	5-50
2.5 mm (No.10)	0-35
0.4 mm (No.40)	0-10
0.075 mm (No.200)	< 4

Se podrá permitir variaciones menores en estas especificaciones si el material demuestra un comportamiento de drenaje aceptable. El material deberá tener un coeficiente de permeabilidad mínimo de 1×10^{-4} cm/s.

Se tendrá en consideración el transportar el material de drenaje desde la zona de almacenamiento localizada en el área de procesamiento. El agregado para drenaje será transportado y colocado sobre la tubería CPT como se muestra en la configuración señalada en los planos.

2.7.6 Capa de Rodadura

Los 150 mm superiores de las superficies de los caminos consistirán en materiales granulares de graduación más fina con un tamaño máximo de partícula de 50 mm. Este material tendrá menos de un 15% en peso de material bajo malla NC 200. Se anticipa que estos materiales estarán disponibles de zonas de préstamo o de los procesos mineros.

Además, la capa de rodadura deberá de tener un límite líquido máximo (LL) de 35 y un índice de plasticidad (IP) como máximo de 4.

2.7.7 Relleno en Zanjas de Anclaje

Todas las zanjas de anclaje serán excavadas y rellenas . El relleno de las zanjas de anclaje consistirá

generalmente en material de préstamo para cobertura secundaria con un tamaño máximo de partículas de 50 mm. El material proveniente de la excavación de la zanja de anclaje puede ser utilizado si se determina que es adecuado, lo cual deberá contar con la aprobación respectiva.

2.8 Colocación de Relleno

2.8.1 Generalidades

Todo material utilizado para relleno deberá de ser cargado, transportado, descargado, distribuido y nivelado en la zona que se esté trabajando cumpliendo con las especificaciones de espesor, acondicionamiento de humedad (si es requerido) y compactación para formar un relleno denso y homogéneo . Se deberá prevenir en todo momento la segregación del material durante la colocación y deberá remover todos aquellos bolsones de material segregado o no apropiado y reemplazarlo con material semejante al material circundante. Todo material con sobretamaño será removido antes de la colocación del relleno o después de que este haya sido descargado y distribuido, pero antes de que las operaciones de compactación sean iniciadas.

El relleno será construido en capas paralelas, con cada capa completa a lo largo y a lo ancho de la zona antes de la colocación de la siguiente capa.

El relleno no será colocado en agua estancada o de pantano bajo ninguna circunstancia. Durante la construcción, la superficie del relleno será mantenida con un bombeo o inclinación transversal que asegure un drenaje efectivo. Se tomará las medidas necesarias para prevenir que una precipitación directa o escorrentía de agua superficial erosione el material de relleno colocado para el trabajo. En caso de que esto sucediera, la reparación del daño causado por este desgaste será reparado a su propio costo .

En caso de que la superficie del relleno se vuelva muy dura o seca para permitir la unión adecuada con la capa siguiente, el material será soltado escarificado, humedecido y re-compactado antes de que las capas adicionales sean colocadas.

En caso que la superficie del terreno se presente dispareja con posterioridad a su compactación, esta deberá ser renivelada y recompactada antes de la colocación de la siguiente capa.

Excepto en aquellas áreas aprobadas por el Ingeniero, donde el espacio sea limitado, o se especifique otra cosa, los rellenos serán colocados dirigiendo las unidades de carguío y esparcido en forma aproximadamente paralela al eje del relleno. Dentro de límites prácticos, las unidades de carguío

(camiones tolva) serán dirigidas de modo que no sigan las mismas trayectorias, pero distribuyendo sus recorridos uniformemente sobre la superficie del relleno.

El patrón de rodillado en todas las zonas de borde o de juntas de construcción deberá ser de tal manera que el número completo de pasadas de rodillo requeridas en una de las zonas adyacentes o en un lado de la junta de construcción se extienda completamente a través del borde o junto.

2.8.2 Relleno Común

2.8.2.1 Relleno Común Controlado

El relleno común controlado se refiere al relleno para las bermas perimetrales y al último metro de las zonas de relleno común.

El relleno común controlado será colocado en capas que no excedan los 300 mm que serán compactadas al 90% de la densidad máxima seca determinada por la norma ASTM D1557. En esta zona se utilizará material bien graduado y cuyo tamaño máximo no exceda la mitad del espesor de la capa, con una variación del contenido de humedad de $\pm 3\%$ con respecto al contenido de humedad óptimo.

2.8.2.2 Relleno Común Masivo

Este tipo de relleno será colocado principalmente en las zonas donde se requiera rellenos masivos, donde sea indicado en los planos con la excepción de los últimos 2 metros que serán tratados como relleno común controlado (ver sección anterior).

El Contratista decidirá primero el material a emplear para el relleno común masivo, se aprobarán los métodos de control a aplicarse en cada caso.

Se realizará una plataforma de prueba con el material que será empleado para el relleno masivo, esta plataforma será compactada con el mismo equipo que será empleado en los trabajos de construcción, controlando topográficamente luego de cada pasada el asentamiento ocurrido. Este proceso se continuará hasta que el asentamiento producido por el equipo de compactación no sea significativo (una variación menor al 2% entre las dos últimas pasadas), considerándose en este momento que la plataforma de prueba ha logrado la compactación requerida que servirá de referencia para el control de la compactación del relleno común masivo.

Se aprobará el método de control para aplicarse en lo sucesivo a las capas de relleno común masivo con referencia a la plataforma de prueba realizada. Se podrá emplear: control topográfico, verificación de

número de pasadas o ensayos de reemplazo de agua. De ser necesario deberán realizarse plataformas de prueba adicionales para condiciones diferentes de material. Dependiendo del tipo de material colocado se requerirá el uso del densímetro nuclear para la verificación de la compactación, siempre y cuando el tamaño del material lo permita y de acuerdo a la norma ASTM D2922 y a una compactación del 90% de la densidad seca máxima determinada de acuerdo a la norma ASTM 1557.

El espesor de las capas será aprobado dependiendo del material utilizado, aceptándose capas de hasta 1m de espesor y con material que no exceda en tamaño los 2/3 del espesor de la capa.

Se debe considerar el empleo de capas de transición entre rellenos de material grueso y material fino, garantizando que se rellenen todos los intersticios de la capa gruesa disminuyendo el tamaño del material empleado progresivamente hasta llegar a la siguiente capa.

2.8.3 Cobertura Secundaria (Soil Liner)

La cobertura secundaria (“soil liner”) comprende un espesor de 300 mm bajo el revestimiento geosintético, el que deberá estar libre de partículas que presenten un tamaño superior a 50 mm en los 100 mm superiores de esta capa.

Donde se requiera relleno para cobertura secundaria, éste deberá ser colocado, esparcido y humedecido en caso necesario, mediante riego fino y rastrillado con disco de arado hasta que se obtenga una distribución de humedad uniforme. El material demasiado húmedo deberá ser esparcido en el área de relleno para permitir su secado, con la ayuda de rastrillos o discos si es necesario, hasta que el contenido de humedad se reduzca a los límites especificados.

La superficie preparada final deberá ser compactada con un rodillo de tambor de acero, para introducir las partículas gruesas dentro de la matriz de suelo. Aquellas partículas que no penetren durante el proceso de rodillado deberán ser removidas mediante el empleo de rastrillos, escobas o recogidas por medios manuales.

En general la cobertura secundaria se compactará al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante la norma Proctor (ASTM D698) y con una humedad dentro de -1 a $+3$ % de la humedad óptima , a menos que el Ingeniero apruebe una mayor variación en los límites.

2.8.4 Capa de Protección

El material de la capa de protección será apilado por camiones en sitios adyacentes al área del Pad de Lixiviación 12 y será empujado sobre el revestimiento geosintético con un tractor pequeño de orugas anchas (no mayor a un D-6 ó equivalente). En ningún momento el equipo operará directamente sobre la superficie de la geomembrana. La superficie de trabajo durante la colocación de la capa de protección será mantenida por lo menos 350 mm sobre la superficie de la geomembrana.

Los métodos y equipos propuestos para ser utilizados en la colocación de la capa de protección deberán ser revisados y aprobados previo al inicio del trabajo. Si se propone el tránsito de vehículos de carga sobre la superficie de trabajo de la capa de protección, donde se deberá proponer un método de efectuar el trabajo, que no cause daños a la geomembrana. Es una buena práctica preparar una superficie de prueba para establecer las dimensiones mínimas (espesores de capa) de los accesos que utilizarán los equipos que transportarán el material para la capa de protección, con las mismas condiciones en las que se realizarán los trabajos.

En la medida que aumenta la temperatura del aire durante el día, se desarrollarán arrugas en la geomembrana, debido a sus propiedades de expansión térmica. La capa de protección deberá ser colocada durante los períodos fríos del día o del atardecer, cuando las arrugas son menos significativas y la geomembrana quede relativamente plana. Para minimizar el efecto de las arrugas, la capa de protección será colocada y esparcida en dirección pendiente arriba y/o paralela a las curvas de nivel.

2.8.5 Agregado para Drenaje para el área del Pad de Lixiviación 12 - Sacalla

Se deberá transportar el agregado para drenaje desde la zona de almacenamiento, distribuirlo sobre las tuberías CPT hasta los límites y niveles indicados en los planos. El material será distribuido a lo largo del eje de la tubería o en una dirección aguas arriba sin perjudicar la tubería. Bajo ninguna circunstancia se utilizaran compactadores vibratorios de tambor liso para la colocación del agregado para drenaje.

2.8.6 Capa de Rodadura

Todos los caminos incluirán una capa de rodadura de 150 mm de espesor la cual será colocada y compactada según los límites y rasantes indicados en los planos o según lo requiera. Esta capa será perfilada y nivelada para formar una superficie relativamente suave, libre de afloramientos y bolsones de roca. La carpeta de rodadura se compactará al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante la

norma de Proctor Modificado (ASTM D1557) y dentro de +/- 3% de la humedad óptima a menos que el Ingeniero apruebe una variación a estos límites.

2.8.7 Zanja de Anclaje

El relleno se colocará cuidadosamente para no dañar el revestimiento y se compactará en capas que no excedan los 150 mm de espesor después de compactadas. El relleno se compactará a un 85% de la densidad seca máxima determinada según la norma ASTM D1557.

A menos que sea necesario por razones de construcción y seguridad de las obras, las zanjas de anclaje, no serán rellenadas hasta que hayan ocurrido varios ciclos de expansión y contracción de la geomembrana.

2.8.8 Equipo de Compactación

Se deberá proveer suficiente equipo de compactación, de los tipos y tamaños especificados en este documento, según se requiera para la compactación de los diversos tipos de materiales de relleno. Si se desea emplear algún equipo alternativo deberá presentar al Ingeniero para su aprobación, detalles completos de tal equipo y de los métodos propuestos para su uso. Los procedimientos para compactación de rellenos estarán sujetos a la aprobación respectiva. La compactación de cada capa de relleno se deberá efectuar en forma sistemática ordenada y continua, que asegure que todas las capas reciban la compactación indicada. La compactación se llevará a cabo dirigiendo al equipo de compactación paralelo al eje del relleno o fundación de plataforma de lixiviación, con excepción de aquellos casos en que esto sea impracticable como es el caso de las zonas de viraje del rodillo, áreas adyacentes a estructuras, áreas adyacentes a tuberías y donde sea requerido .

Cuando se realice compactación mediante rodillos vibratorios, un ciclo consistirá en una pasada hacia adelante y una pasada hacia atrás del rodillo. Se deberá mantener un traslape mínimo de 300 mm entre las pasadas adyacentes del tambor del rodillo. Durante la compactación, el rodillo deberá mantener una velocidad de 3 km/hora o menor según la zona donde se necesita reafirmar. La potencia del motor que acciona el vibrador deberá ser suficiente para mantener la frecuencia y fuerza centrífuga especificadas, bajo las condiciones más adversas encontradas durante la compactación del relleno.

El equipo de compactación deberá ser mantenido en todo momento en buenas condiciones de trabajo

para asegurar que la compactación obtenida, en todo momento, es la máxima que puede lograr el equipo. Cuando sea necesario.

2.8.8.1 Rodillo Vibrador de Tambor Liso

Los rodillos vibradores de tambor liso deberán tener un peso estático total de no menos de 8,000 kg en la parte del tambor cuando el rodillo se encuentra detenido a nivel del suelo. El diámetro del tambor no deberá ser menor a 1.5 m, y su ancho no será menor a 2 m. La frecuencia vibradora del tambor del rodillo durante la operación deberá ser entre 1,100 y 1,500 vibraciones por minuto y la fuerza centrífuga desarrollada por el rodillo no deberá ser menor a 8,000 kg

2.8.8.2 Rodillo de Pata de Cabra

En suelo cohesivo de grano fino, incluyendo parte del relleno, se deberá compactar el relleno con un rodillo de pata de cabra.

El rodillo de pata de cabra será automáticamente propulsado, diseñado en balasto standard desarrollando 4,100 kg en peso por metro lineal de ancho al estar sobre el nivel del suelo o su equivalente.

2.8.8.3 Compactadores Especiales

Compactadores especiales deberán utilizarse para la compactación de materiales que en la opinión del Ingeniero no pueden ser compactados por el rodillo de pata de cabra especificado o rodillo vibratorio por su ubicación o accesibilidad.

Se deberá adoptar medidas de compactación especiales como las compactadoras vibradoras manuales u otros métodos indicados para la compactación del relleno de zanjas alrededor de estructuras y en otras áreas confinadas que no sean accesibles al rodillo vibrador de tamaño grande o rodillo de pata de cabra.

Rellenos constituidos principalmente por rocas serán compactados con un D-8 o equivalente.

3.0 TUBERÍAS Y ACCESORIOS

3.1 Generalidades

Todas las tuberías deberán ser de la mejor calidad disponible cumpliendo con las últimas normas del American National Standard Institute (ANSI), American Water Works Association (AWWA), American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO), Society of the Plastic Industry Inc.

(SPI), y el Plastic Pipe Institute (PPI). Cualquier contradicción entre las normas, será presentada al Ingeniero para clarificación.

Todas las instalaciones de tuberías serán efectuadas de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Antes de la instalación de tuberías, se entregará una copia de las especificaciones del fabricante para la aprobación del Ingeniero.

3.2 Tubería Corrugada de Polietileno (CPT) de Interior Liso

La tubería deberá ser de polietileno de alta densidad (HDPE) con exterior corrugado y de interior liso de fabricación de doble tabique como el sistema ADS (Sistema de Drenaje Americano), el N12 ó equivalente. Todo tamaño deberá de ser conforme con la Clasificación AASHTO para tipos “S” y “SP”. La tubería y sus accesorios deberán estar compuestos de polietileno, conforme a la Clasificación de Células 335420C y como es definido y descrito en la norma ASTM D 3350. Requisitos para los métodos de prueba, dimensiones, y marcas se encuentran en las normas AASHTO designaciones M 252M y M 294M. La tubería deberá tener un mínimo de rigidez de desviación de 5%, de acuerdo con la norma ASTM D 2412.

Las tuberías deben unirse con coples corrugados con un mínimo de cuatro corrugaciones, dos a cada lado de las tuberías a conectar. Los coples serán atados con amarres en ambos lados posteriores a la instalación para prevenir que la tubería se salga durante la colocación del agregado de drenaje. El amarre provisto para la atadura de los coples deberá ser resistente al ácido. Se deberá minimizar el uso de coples en la construcción.

3.3 Tubería Lisa de HDPE

El material empleado para la fabricación de tuberías y accesorios de polietileno de alta densidad (HDPE) deberá tener una designación de material PE 3408. La clasificación del material será Tipo III C 5 P34 de acuerdo a la norma ASTM D1248 y clasificación de celda 345434C de acuerdo a la norma ASTM D3350.

Las dimensiones y manufactura de la tubería de HDPE será como se especifica en las normas ASTM F714, D2513, D3035 y los diámetros como son especificados en los planos.

Las tuberías de HDPE deberán ser unidas por fusión o mediante el uso de bridas, en estricto acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Todos los accesorios para las tuberías deberán ser del mismo espesor

de pared, rango de presión, tipo de resina, grado y clasificación de celda o como sea recomendado por el fabricante.

La soldadura de fusión para las tuberías de HDPE será llevada a cabo por técnicos calificados.

Los empaques para las bridas deberán estar de acuerdo a la norma ANSI B16.21 y deberán ser usados en todas las uniones con bridas, a menos que sea especificado de otra manera por el proveedor de válvulas, accesorios o tuberías .

3.4 Distribución de Tuberías, Manejo y Almacenamiento

La tubería, coples, válvulas y otros accesorios deberán ser cargados y descargados con elevadores de tal manera que se prevenga perjuicio o daño a estas. Bajo ninguna circunstancia las tuberías deberán ser tiradas al suelo o en las zanjas. El interior de las tuberías debe mantenerse libre de tierra o cualquier material extraño en todo momento.

3.5 Instalación de Tuberías

3.5.1 Generalidades

Toda tubería deberá colocarse cuidadosamente como es indicado en los planos y serán aprobadas por la supervisión. Todas las cotas de base de tuberías y pendientes serán establecidas con precisión y aprobadas antes de colocar cualquier material de lastre. Donde el alineamiento y niveles no estén indicados en el plano, estos serán indicados por el Ingeniero en el campo de acuerdo a las condiciones de suelo existentes.

Se deberá instalar toda tubería de acuerdo con las buenas prácticas de instalación de tuberías. La organización general indicada en los planos deberá ser mantenida. Donde se encuentre interferencia durante la instalación o re-ubicación de la tubería , si es necesario, se deberá consultar al antes de que algún cambio se efectúe.

Toda tubería deberá ser erguida para preservar un alineamiento apropiado. Es necesario buen cuidado durante la instalación de la tubería, donde el drenaje es requerido para asegurar que la tubería tenga una continua pendiente hasta el punto más bajo del drenaje.

Previo a la instalación, cada segmento de la tubería y sus piezas serán inspeccionados para asegurarse de que no están dañados o defectuosos. Se tomará buen cuidado para prevenir la entrada de material

extraño cuando la tubería este siendo instalada. Los extremos abiertos de las tuberías serán cubiertos por cabezales temporales y otros medios aprobados cuando la instalación no se encuentre en progreso.

Los codos de las tuberías que formen curvas horizontales o en plano vertical no deberán exceder la recomendación del fabricante o la aprobación del Ingeniero. El corte de tubería para la introducción de piezas deberá ejecutarse de manera ordenada sin perjudicar la tubería y se dejará una punta o acabado liso en ángulos.

4.0 GEOSINTÉTICOS

4.1 Introducción y Alcance del Trabajo

Estas especificaciones definen los requisitos del material de geomembranas de Polietileno muy Flexible (VFPE) y de Alta Densidad (HDPE), geonet de HDPE y geotextiles, su instalación y control de calidad para la construcción de la expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A de la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa S.A.

4.2 Normas y Códigos Aplicables

En general los trabajos a efectuar se ajustarán a las normas y documentos siguientes:

- . American Society for Testing Materials (ASTM).
- . National Sanitation Foundation

4.3 Descripción General Del Trabajo

El trabajo bajo este contrato incluye la instalación de los geosintéticos y tuberías para la expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A, según lo indicado en los planos de diseño final. El trabajo incluirá, pero no estará necesariamente limitado a los siguientes componentes:

- 1 Suministro y colocación de geomembrana VFPE lisa y doble texturada de 1.5 mm (60 milésimos de pulgada) para la expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A en las áreas indicadas en los planos correspondientes.
- 2 Suministro e instalación de geomembrana HDPE lisa de 1.5 mm (60 milésimos de pulgada) en la expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A, en todas las áreas expuestas, incluyendo bermas en las áreas indicadas en los planos correspondientes.
- 3 Ensayos de control de calidad en toda la geomembrana incluyendo el suministro de todo el equipo y la mano de obra necesaria.

Se suministrará todo el equipo, mano de obra y materiales necesarios para efectuar todas las obras incluidas dentro del alcance de este trabajo, como se muestra en los planos o alguna indicación detallada.

4.4 Geomembranas de Polietileno

La presente sección define los requisitos que deben satisfacer las geomembranas de Polietileno Altamente Flexible (VFPE) y de Alta Densidad (HDPE).

Los materiales de las geomembranas serán de formulación de alta calidad conteniendo un porcentaje aproximado de un 97% de polímeros y 3% de negro de humo con antioxidantes y estabilizantes de calor. El material será resistente a los rayos ultravioleta (UV).

El material de las geomembranas debe corresponder a material fabricado con productos nuevos de primera calidad, diseñados y fabricados especialmente con el propósito de contener líquidos en estructuras hidráulicas.

El material debe ser uniforme en color, grosor y textura superficial. Dicho material debe ser producido de modo que quede libre de agujeros, ampollas, materias primas y contaminantes. El material no contendrá ningún tipo de aditivos, salvo el negro de humo para la resistencia contra los rayos ultravioleta.

Las geomembranas serán fabricadas en rollos de material con un ancho mínimo de 6,5 m, sin uniones. Cada rollo tendrá una etiqueta indicando el número del rollo, el espesor, la longitud, el ancho y el tipo de material.

4.5 Propiedades del HDPE

El fabricante de las geomembrana deberá entregar un certificado de un laboratorio calificado indicado que el material de HDPE entregado cumple con las siguientes propiedades mínimas.

ESPECIFICACIONES DE GEOMEMBRANA DE HPDE LISA PROPIEDADES MINIMAS DEL MATERIAL

	Propiedad	Método de Ensayo	Valor 40/60/80	Unidades (mil)
a	Espesor (Mínimo de 10 ensayos)	ASTM D5199	36/54/72	mil
b	Densidad (Mínima)	ASTM D1505	0.94	g/cc
c	Propiedad de Tracción (Promedio Mínimo)	ASTM D638		
	Resistencia a la Tracción a Fluencia		84/126/168	lbs/pulg de ancho
	Resistencia a la Tracción a Rotura		152/228/304	lbs/pulg de ancho
	Elongación a la Fluencia		12	%
	Elongación a la Rotura		560	%
d	Resistencia al Desgarro (Promedio Mínimo)	ASTM D1004	28/42/56	lbs
e	Resistencia al Punzonamiento (Promedio Mínimo)	ASTM D4833	72/108/144	lbs
f	Resistencia a las Grietas de Tracción	ASTM D5397 Appendix , punto simple (30%,fluencia,20% abertura)	2000	horas
g	Contenido de negro de humo de gas natural (mínimo)	ASTM D1603	2,0 – 3,0	%
h	Dispersión de negro de humo de gas natural	ASTM D5596	Ver nota 4	

NOTAS

1. Los valores promedio para Dirección de la Máquina (DM) y Dirección Transversal de la Máquina (DTM) deberán estar basados en 5 probetas en cada sentido. La elongación de fluencia se calcula usando una longitud de muestra de 33 mm (1.3") .La elongación de rotura se calcula usando una longitud de muestra de 50mm (2") .
2. Los ensayos de resistencia del material se realizarán a una velocidad de 2 pulgadas por minuto.
3. Curva completa hasta calidad de resina nueva.
4. Dispersión de negro de humo de gas natural para 10 vistas distintas (mínimo 8 de 10 en categoría 1 o 2 , todas las 10 categorías 1 , 2 ó 3).

4.6 Propiedades del VFPE

El fabricante de las geomembrana deberá entregar un certificado de un laboratorio calificado indicado que el material de VFPE entregado cumple con las siguientes propiedades mínimas.

ESPECIFICACIONES DE GEOMEMBRANA DE VFPE LISA PROPIEDADES MINIMAS DEL MATERIAL

	Propiedad	Método de Ensayo	Valor 40/60/80	Unidades (mil)
a	Espesor (Mínimo de 10 ensayos)	ASTM D5199	36/54/72	mil
b	Densidad (Mínima)	ASTM D1505	0.915	g/cc
c	Propiedad de Tracción (Promedio Mínimo)	ASTM D638		
	Resistencia a la Tracción a Fluencia	Tipo IV	62/93/124	lbs/pulg de ancho
	Resistencia a la Tracción a Rotura		170/255/340	lbs/pulg de ancho
	Elongación a la Fluencia		13	%
	Elongación a la Rotura		640	%
d	Resistencia al Desgarro (Promedio Mínimo)	ASTM D1004	22/33/44	lbs
e	Resistencia al Punzonamiento (Promedio Mínimo)	ASTM D4833	50/75/100	lbs
f	Resistencia a las Grietas de Tracción	ASTM D5397 Appendix , punto simple (30% ,fluencia,20% abertura)	2000	horas
g	Contenido de negro de humo de gas natural (mínimo)	ASTM D1603	2,0 – 3,0	%
h	Dispersión de negro de humo de gas natural	ASTM D5596	Ver nota 4	

NOTAS

1. Los valores promedio para Dirección de la Máquina (DM) y Dirección Transversal de la Máquina (DTM) deberán estar basados en 5 probetas en cada sentido. La elongación de fluencia se calcula usando una longitud de muestra de 33 mm (1.3").La elongación de rotura se calcula usando una longitud de muestra de 50mm (2") .
2. Los ensayos de resistencia del material se realizarán a una velocidad de 2 pulgadas por minuto.
3. Curva completa hasta calidad de resina nueva.
4. Dispersión de negro de humo de gas natural para 10 vistas distintas (mínimo 8 de 10 en categoría 1 o 2 , todas las 10 categorías 1 , 2 ó 3).

4.7 Propiedades del VFPE

El fabricante de las geomembrana deberá entregar un certificado de un laboratorio calificado indicado que el material de VFPE entregado cumple con las siguientes propiedades mínimas.

ESPECIFICACIONES DE GEOMEMBRANA DE VFPE TEXTURADA PROPIEDADES MINIMAS DEL MATERIAL

	Propiedad	Método de Ensayo	Valor 40/60/80	Unidades (mil)
a	Espesor (Mínimo de 10 ensayos)	ASTM D5199	36/54/72	mil
b	Altura de aspereza	GRI GM 12	17	mil
c	Densidad (Mínima)	ASTM D1505	0.915	g/cc
d	Propiedad de Tracción (Promedio Mínimo)	ASTM D638		
	Resistencia a la Tracción a Fluencia	Tipo IV	58/87/116	lbs/pulg de ancho
	Resistencia a la Tracción a Rotura		80/120/160	lbs/pulg de ancho
	Elongación a la Fluencia		13	%
	Elongación a la Rotura		640	%
e	Resistencia al Desgarro (Promedio Mínimo)	ASTM D1004	22/33/44	lbs
f	Resistencia al Punzonamiento (Promedio Mínimo)	ASTM D4833	47/70/94	lbs
g	Resistencia a las Grietas de Tracción	ASTM D5397 Appendix , punto simple (30%,fluencia,20% abertura)	2000	horas
h	Contenido de negro de humo de gas natural (mínimo)	ASTM D1603	2,0 – 3,0	%
i	Dispersión de negro de humo de gas natural	ASTM D5596	Ver nota 4	

NOTAS

1. Los valores promedio para Dirección de la Máquina (DM) y Dirección Transversal de la Máquina (DTM) deberán estar basados en 5 probetas en cada sentido. La elongación de fluencia se calcula usando una longitud de muestra de 33 mm (1.3") .La elongación de rotura se calcula usando una longitud de muestra de 50mm (2") .
2. Los ensayos de resistencia del material se realizarán a una velocidad de 2 pulgadas por minuto.
3. Curva completa hasta calidad de resina nueva.
4. Dispersión de negro de humo de gas natural para 10 vistas distintas (mínimo 8 de 10 en categoría 1 o 2 , todas las 10 categorías 1 , 2 ó 3).

4.8 Instalación y Soldadura del Terreno

Antes del inicio del trabajo, se deberá tener una copia del Manual de Control de Calidad para su aprobación o modificación. Cualquier alternativa o cambio a este manual deberá ser enviada para su aprobación antes de ser implementado.

La geomembrana deberá ser instalada en el área indicada en los planos o según se indique. Previa a la instalación de la geomembrana, se deberá inspeccionar, aceptar y certificar en conjunto, que todas las superficies que serán revestidas estén libres de piedras, trozos de madera, objetos punzantes u otros desechos que puedan dañar la geomembrana previo a su despliegue. Todos los desechos, piedras, etc., serán removidos por rastrillado, barrido o por extracción.

La geomembrana debe ser colocada sobre una superficie preparada, usando los métodos y procedimientos que aseguren un mínimo de manipulación. Los paneles de geomembrana deben ser colocados de tal forma de minimizar la longitud de las uniones y dicha forma de colocación debe contar con la aprobación del Ingeniero. En lo posible, las uniones se orientarán paralelas a la pendiente del terreno con el objeto de minimizar las uniones horizontales. Las uniones deberán ser realizadas colocando el material superior (aguas arriba) sobre el inferior (aguas abajo), con suficiente traslape el cual debe ser aprobado (mínimo 10 cm). Si no se pueden evitar uniones horizontales, se cortará y soldará la lámina a un ángulo de 45° para reducir las tensiones en la unión. En general, no se permiten uniones horizontales a distancias menores de 1,5 m del pie de un talud.

Se debe proporcionar un adecuado anclaje temporal de los paneles, empleando por ejemplo bolsas de arena, para prevenir el daño a los paneles por causa del viento hasta que la geomembrana esté completamente anclada en la zanja de anclaje o según lo indique.

Se debe instalar la geomembrana en un estado relajado y libre de tensión o esfuerzo al terminar la instalación. La geomembrana contendrá suficiente material sobrante para permitir expansión y contracción térmica. No se permitirán arrugas de un tamaño suficiente para que las geomembranas se doblen sobre si mismas.

La manipulación y almacenamiento de la geomembrana debe realizarse de acuerdo a las instrucciones del Fabricante. La geomembrana será instalada de modo de minimizar el tránsito a

pie sobre ella. Toda la gente que camina o trabaja en el revestimiento debe usar zapatos con suela blanda libre de piedras o de cualquier elemento que pueda dañar la geomembrana. No se permitirá el tránsito de vehículos sobre la geomembrana. No se permitirá la instalación de generadores pesados sobre la geomembrana.

Se deberá tener extremo cuidado al preparar las áreas a soldar. Las interfases de juntas deberán estar limpias y preparadas de acuerdo con procedimientos aprobados. No se permitirá soldar una unión si el panel no está limpio y seco.

Todas las geomembranas deberán ser soldadas por métodos térmicos. Los equipos usados para soldar deberán proporcionar un monitoreo y control continuo de la temperatura en las zonas de contacto con la geomembrana para asegurar que cambios en las condiciones ambientales no afecten la integridad de la soldadura. Toda soldadura será realizada por técnicos con experiencia en soldar con la máquina utilizada.

El método primario de confección de uniones será el de soldadura por fusión en doble cuña. Se permitirá emplear soldadura por extrusión sólo en áreas expresamente indicadas o en áreas de reparación. La longitud de soldaduras por extrusión será inferior a 3 metros.

No se permitirán empalmes en V (bocas de pescado) dentro del área de unión. Cuando ello ocurra, el material deberá ser cortado y traslapado. Se deberá instalar un parche del mismo material de la geomembrana sobre el área reparada.

Al terminar los trabajos, todas las soldaduras deberán estar firmemente adheridas. Todas las áreas dañadas de la geomembrana deberán ser removidas y reemplazadas o reparadas usando material VFPE/HDPE del mismo tipo y espesor al original. El material de remiendo debe tener esquinas redondeadas y extenderse un mínimo de 150 mm en todas las direcciones del área a ser reparada. Las reparaciones se realizarán empleando soldadura de extrusión. No se permitirán desgastes visibles en la geomembrana instalada.

En uniones soldadas por extrusión, las dos láminas deberán ser unidas primero mediante aire caliente. Se esmerilará ambos lados de la unión para formar una superficie áspera en el área a recibir extrusión, pero sin desgastar la lámina. Se debe suavizar el borde de la lámina superior con la esmeriladora, cortándola en 45°, para minimizar las tensiones en la extrusión.

Se deberá tomar en cuenta la posibilidad de que se presenten cambios climáticos rápidos, produciendo retrasos en la construcción de uniones de terreno. Las uniones de los paneles y las reparaciones serán solamente permitidas bajo condiciones climáticas que permitan que los trabajos se encuentren en los límites de garantía impuestos por el Fabricante de la geomembrana.

La geomembrana en la zanja de anclaje se extenderá hasta el fondo de la zanja y subirá por la cara posterior de la misma según se indica en los planos. Todas las zanjas de anclaje serán inspeccionadas previo a la instalación de la geomembrana en la zanja. Adicionalmente, después que la geomembrana haya sido colocada en la zanja y previo al relleno, la zanja será inspeccionada y se dará su conformidad según reúna las condiciones

Conforme a lo avanzado se debe presentar al un plano preliminar de los paneles de geomembrana a instalar, que debe ser aprobado por éste, con anterioridad a la iniciación del Trabajo.

4.9 Inspección

En forma cotidiana se revisará visualmente todos los paneles en el momento de su instalación. Todo defecto que se detecte será marcado y reparado de acuerdo a los métodos de reparación aprobados

El Técnico de Control de Calidad deberá inspeccionar cada panel y cada unión, y cualquier área que presente defectos deberá ser marcada y reparada de acuerdo a los procedimientos de reparación de la geomembrana.

Antes de la inspección final de la geomembrana, se tendrá presente de ser responsable de efectuar lo siguiente:

- Retirar todo tipo de desechos de la superficie de la geomembrana, en particular la gravilla o arena suelta, producto de sacos de arena dañados, desde la superficie de la geomembrana.
- El técnico de QA/QC del Contratista revisará el área completamente, asegurando que se hayan completado todos los ensayos y reparaciones indicadas en estas Especificaciones.

- En áreas donde se requieran uniones a una geomembrana existente, se deberá efectuar lo siguiente, previo a la inspección final:
- Las geomembranas existentes expuestas serán inspeccionadas cuidadosamente para detectar defectos. Cualquier área que presenta defectos será limpiada, marcada, y reparada según métodos aprobados.
- El Contratista será responsable de la reparación de estas áreas. Todas las reparaciones serán probadas e inspeccionadas previo a la aprobación final.
- Los bordes de geomembranas existentes en donde se unan con geomembranas nuevas, serán limpiadas cuidadosamente previo a la soldadura

5.0 Ensayos de la Soldadura en Campo

En adición al programa de control de calidad del Fabricante, antes de comenzar la instalación, se debe proporcionar un programa integral de control de calidad de las soldaduras en campo. Previo a la instalación se entregará su plan de inspección y ensayos que asegure el cumplimiento de las Especificaciones. No se iniciará la instalación de geomembranas hasta que los procedimientos de control de calidad hayan sido aprobados por todas las partes.

Se proporcionará personal y el equipo para realizar todos los ensayos, incluyendo cualquier otro ensayo o muestreo pedido. Se proporcionará técnicos con experiencia en los procedimientos de los ensayos. Los ensayos se realizarán de acuerdo a los códigos y normas listados en estas Especificaciones Técnicas.

El programa de ensayos de campo deberá consistir en observaciones visuales continuas y ensayos de resistencia. Estas inspecciones y ensayos se realizarán de manera rutinaria y automática, independientemente de otros ensayos requeridos. A continuación se discuten los métodos de ensayos de terreno:

5.1 Soldaduras de Prueba

Se debe realizar una soldadura de prueba todos los días antes de comenzar a soldar, de acuerdo a lo siguiente:

- Realizar una soldadura de prueba con cada máquina y operador a ser empleados. Reparar y volver a ensayar o reemplazar cualquier máquina considerada como defectuosa o de mal funcionamiento.

- Revisión visual de las soldaduras considerando el grado de derretimiento, huellas, fusión y traslape.
- Realizar un ensayo en tracción y uno en desgarro en cada unión de prueba. Se ensayarán un mínimo de 5 cupones en tracción y 5 en desgarro. Antes de empezar a soldar, se deberá obtener un 100 % de ensayos aprobados.
- Registrar los resultados de los ensayos Se deben realizar las siguientes inspecciones durante el transcurso del día :
- Revisión visual de la calidad de soldaduras prestando atención al grado de derretimiento, huellas, fusión y traslape.
- Revisión del equipo para comprobar limpieza, temperatura y otros aspectos relacionados.

5.2 Ensayos de Continuidad

Se deberá realizar el máximo esfuerzo para instalar un perfecto sistema de revestimiento. Todas las uniones y parches de terreno deberán ser ensayados y registrados. Todas las fallas deberán ser marcadas y reparadas según lo indique el Ingeniero. A continuación se resume el procedimiento de ensayos no-destructivos a ser empleados :

- Realizar ensayos en todas las soldaduras de campo y parches empleando aire a presión en la cámara entre las soldaduras, caja de vacío, prueba de chispa (Spark Test) u otros métodos aprobados.
- Aislar y reparar aquellas áreas que presenten fugas. Volver a ensayar y reparar en caso necesario.

Todos los equipos para efectuar los ensayos, tales como la cámara de vacío, las agujas y manómetros para las pruebas de aire a presión deberán estar en buenas condiciones.

5.2.1 Ensayos de Aire

A continuación se describe el procedimiento para efectuar ensayos de aire a presión en la cámara entre soldaduras efectuadas mediante cuña de fusión.

- Sellar ambos extremos de la unión a ser ensayada aplicando calor hasta obtener la temperatura de fusión. Presionar ambos extremos y dejar enfriar.
- Insertar una aguja con manómetro de presión dentro del extremo de la unión y sellarlo.

- Aplicar presión de aire en el espacio entre las uniones. La integridad de la unión se determina por las pérdidas de presión. Se lee la presión inicial después de un período de relajación de dos minutos el cual permite al aire alcanzar la temperatura natural del revestimiento. Se lee la temperatura final luego de un lapso de cinco minutos. La presión inicial mínima, la presión final mínima y la pérdida de presión admisible se determinan de acuerdo a la tabla siguiente:

PRESION EN HDPE Y VFPE

Espesor del Material (HDPE)	Rango de Presión		Reducción en presión Permitida después de 5 min (psi)
	Presión Mínima (psi)	Presión Máxima (psi)	
40 mil	24	30	3
60 mil	27	35	3
80 mil	30	35	3
100 mil	30	35	3

Los resultados de la prueba de aire deberán ser registrados en documentos apropiados, indicando si la prueba ha sido superada o fallada. Si la unión falla, los trabajos de reparación y pruebas subsecuentes deberán ser registrados en el mismo documento. Adicionalmente deberán registrarse, en la superficie de la geomembrana, en un punto adyacente a la prueba ejecutada, la fecha, hora y nombre de la persona que efectuó la prueba, identificación de los paneles que están siendo soldados y de la máquina que se utiliza, mediante un marcador permanente.

Si las muestras destructivas fallan por tracción o desgarro, se extraerán y ensayarán muestras adicionales de la unión hasta obtener una muestra satisfactoria y el sector defectuoso haya sido aislado. El proceso de aislación se llevará a cabo removiendo dos muestras destructivas adicionales aproximadamente 3 metros a cada lado de la muestra defectuosa. Se continuará con este procedimiento hasta que se obtengan muestras satisfactorias a ambos lados de la muestra original. Una vez que la porción defectuosa haya sido aislada, la longitud entera de la unión deberá ser parchada o reparada de manera satisfactoria a juicio del Ingeniero. En caso de presentarse reiteradas fallas en los ensayos, el equipo de soldadura y/o el operador no deberán ser utilizados hasta que se

hayan identificado las deficiencias o las condiciones de unión se hallan corregido y se hayan obtenido dos ensayos satisfactorios de las soldaduras en campo.

5.2.2 Ensayos de Caja de Vacío

El procedimiento para la prueba de caja de vacío se describe a continuación:

- Mezclar una solución de detergente líquido y agua y aplicarla en gran cantidad sobre el área a ensayar. Si la costura tiene un traslape excesivo o extremos sueltos, deberán ser cortados antes del ensayo.
- Colocar la caja transparente de vacío sobre el área y aplicar una ligera presión hacia abajo a la caja para asentar la faja de sello sobre la geomembrana.
- Aplicar un vacío de 3 a 5 psi al área. Cualquier fuga será visible por la formación de burbujas.

5.2.3 Ensayos de Chispa (Spark Test)

Se debe realizar la prueba de chispa en todas las uniones efectuadas por extrusión en donde no es posible realizar la prueba de caja de vacío o no se haya realizado una prueba de vacío. A continuación se describe el procedimiento para la prueba de chispa:

- Antes de soldar el parche por extrusión, se instala un alambre de cobre en todo el contorno externo de la lámina superior a ser soldada. Luego se suelda el parche con extrusión en la manera normal.
- Verificar el buen funcionamiento del equipo.
- Aplicar un campo eléctrico a la unión mediante un cepillo o detector de cobre. La presencia de una fuga se detecta por la presencia de un arco eléctrico entre el alambre y el detector.

5.3 Ensayos Destructivos

5.3.1 Uniones de Prueba

Se realizarán ensayos en las soldaduras de prueba, según el procedimiento descrito a continuación:

Las soldaduras de prueba serán completadas bajo las mismas condiciones empleadas al realizar

las soldaduras en campo, es decir con los mismos materiales y con las mismas técnicas y operadores. Cada muestra tendrá una longitud mínima de 1000 mm por 300 mm de ancho. Se anotará sobre la lámina, la fecha, la hora, la temperatura ambiente, el número de la máquina y su temperatura y el nombre del operador. Se extraerán cupones para ensayar resistencia al corte y resistencia al desgarro, utilizando un tensiómetro calibrado de acuerdo a la norma ASTM aplicable o NSF 54, según sea el caso. Si se produce una o más fallas, se reparará o reemplazará la máquina soldadora y se probará nuevamente.

La frecuencia mínima de ensayos de prueba de cada máquina soldadora en operación es:

- Previo al comienzo de las operaciones de ejecución de soldaduras
- Cada cuatro horas de ejecución de soldaduras o después de que la temperatura de la geomembrana presente variaciones de más de 20°C
- Después de haber reparado la máquina soldadora
- Por cada técnico que opere la máquina soldadora
- Cuando lo requiera el Ingeniero

5.3.2 Soldaduras en Campo

Para determinar la resistencia de las soldaduras en campo, se empleará el siguiente procedimiento general de ensayos destructivos:

Se tomarán muestras destructivas de uniones de terreno, parches y áreas reparadas. Cada muestra será de aproximadamente 1000 mm de largo por 300 mm de ancho y deberá obtenerse de la geomembrana instalada cortando una muestra paralela a la unión. Cada muestra deberá ser dividida en tres muestras de 300 mm por 300 mm y marcadas con un número de identificación, los números de los paneles adyacentes, el nombre del operador quien realizó la unión, el número de máquina, fecha y ubicación. El Ingeniero guardará dos muestras, y se ensayará la tercera, de acuerdo a las normas ASTM o NSF 54 correspondientes, utilizando un tensiómetro calibrado.

La frecuencia y la localización de las muestras deben ser determinadas por el Ingeniero, pero no debe ser menos de una muestra por cada 100 metros lineales de uniones en terreno. Se deberán obtener un total de diez cupones de 25 mm de ancho por 200 mm de longitud de cada muestra destructiva y deberán ser ensayadas por espesor, su resistencia a tracción y su resistencia a desgarro. Los ensayos se realizarán a una temperatura cercana a los 20°C.

Se realizará un total de cinco ensayos de tracción y cinco de desgarro en diez muestras para ensayos destructivos, y todas las muestras deberán superar los valores mínimos indicados a continuación:

VALORES MÍNIMOS DE RESISTENCIA DE SOLDADURAS DE HDPE

Propiedades	Método de Ensayo	Valores HDPE 40/60/80mil	Unidades
Resistencia al corte	ASTM D4437	88/131/175	lb/pulg de ancho
Resistencia al desgarro	ASTM D4437	57/86/115 & FTB ₂	lb/pulg de ancho

Notas:

- 1 Según modificaciones de la norma NSF 54-1991
- 2 FTB = Film Tear Bond (rotura en la materia prima)

VALORES MÍNIMOS DE RESISTENCIA DE SOLDADURAS DE VFPE

Propiedades	Método de Ensayo	Valores HDPE 40/60/80mil	Unidades
Resistencia al corte	ASTM D4437	60/90/125	lb/pulg de ancho
Resistencia al desgarro	ASTM D4437	50/75/100 & FTB ₂	lb/pulg de ancho

Notas:

- 1 Según modificaciones de la norma NSF 54-1991
- 2 FTB = Film Tear Bond (rotura en la materia prima)

En el caso de que los ensayos fallen ya sea en corte o resistencia al desgarro, se tomarán muestras adicionales de las uniones hasta que se obtengan resultados aceptables y el área defectuosa haya sido aislada. Esto se efectuará tomando una muestra aproximadamente a 3 m de cada lado de la muestra original fallada. Estas serán ensayadas y el procedimiento será repetido hasta obtener resultados satisfactorios, de ambos lados de la muestra original. Una vez que la sección defectuosa haya sido identificada, esta será parchada o reparada a satisfacción del

Ingeniero. Si se obtienen fallas repetidas, se suspenderá el uso del equipo de soldadura y/o el operador hasta que los defectos hayan sido identificados y corregidos y dos ensayos consecutivos de uniones resulten exitosos.

Los resultados completos de los ensayos de resistencia efectuados serán entregados antes del fin de cada día. Se realizarán todos los ensayos en el mismo día en que fueron marcados.

5.4 GEONET DE HDPE

La Geonet de HDPE será instalada donde sea indicado en los planos y como sea indicado en esta especificación. Las especificaciones mínimas del Fabricante para materiales e instalación serán enviadas para aprobación.

5.4.1 Material

Los materiales de la geonet serán de formulación de alta calidad conteniendo un porcentaje aproximado de 97% de polímeros y 3% de negro de humo con antioxidantes y estabilizadores de calor. Deberá ser resistente a los rayos ultravioleta.

El material de la geonet debe corresponder a material fabricado con productos nuevos de primera calidad, diseñados y fabricados especialmente con el propósito de transportar líquidos como material de drenaje.

5.4.2 Propiedades de la Geonet de HDPE

El material proveído como geonet de polietileno de alta densidad (HDPE) deberá cumplir los siguientes estándares:

Propiedades mínimas de la Geonet HDPE			
Propiedad	Método de ensayo	Valor	Unidades
Espesor	ASTM D1593	5.59 +/- 0.56	mm
Densidad	ASTM D1505	0.937 +/- 0.002	g/cm ³
Negro de humo	ASTM D1603	2.5 +/- 0.5	porcentaje
Transmisividad	ASTM D4716	1 x 10 ⁻³	m ² /seg

5.5 GEOTEXTIL

El material del geotextil debe corresponder a material fabricado con productos nuevos de primera calidad, con polímeros de 100% de polietileno o 100% de polipropileno, o una mezcla de ambos. El geotextil será diseñado y fabricados especialmente con el propósito de separación, refuerzo, flujo planar y filtración y será usado como se indica en los planos.

Los materiales del geotextil deberán ser producidos para estar libres de agujeros, material crudo no disperso, agujas rotas o cualquier indicación de contaminación por materiales extraños.

El geotextil deberá ser uniforme en color, espesor, tamaño y textura. Todos los rollos deberán ser marcados e identificados apropiadamente por el fabricante.

El geotextil será no tejido y estará de acuerdo con las propiedades mínimas siguientes:

Propiedad	Norma ASTM	Valor (8 oz)
Espesor	D1777	2.9 mm
Peso unitario	D3776	257 g/m ²
Resistencia a tensión(DM)*	D4632	890 N
Elongación(DM)*	D4632	50 %
Resistencia a rotura (Mullen)	D3786	2750 kPa
Permeabilidad (k)	D4491	3.8x10 ⁻¹ cm/s
Tamaño de abertura aparente	D4751	0.180 mm

*DM: Dirección de la máquina

Todas las costuras deberán tener un traslape de por lo menos 15 cm o como sea indicado en los planos y deberán ser soldadas con calor continuamente.

6.0 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Como parte del diseño de la expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8 A se ha realizado un estimado de las cantidades y costos de construcción. Estas cantidades y costos se presentan en la tabla 4.1. Las cantidades que se muestran han sido estimadas sobre la base de los planos de diseño y costos unitarios, los cuales pueden variar dependiendo del uso de equipos y/o personal de la misma compañía.

Para estimar los costos de construcción de la Expansión Sur de la plataforma de Lixiviación 8 A, se ha considerado los siguientes trabajos:

- remoción de material orgánico
- excavación de material inadecuado y/o arcilla saturada y reemplazo con material de relleno compactado
- excavación de fundación en suelo común
- excavación de fundación en roca incluyendo voladura
- instalación del sistema de sub-drenes
- relleno compactado
- construcción de bermas perimetrales
- colocación de la capa de cobertura secundaria (soil liner)
- suministro e instalación de geomembrana (VFPE lisa doble texturaza y HDPE lisa)
- colocación de capa de protección
- suministro e instalación de las tuberías de colección de solución
- colocación de material de drenaje

De acuerdo a los cálculos realizados el costo de la Expansión Sur de la plataforma de Lixiviación 8 A sería \$2,797,586. Sobre la base de la información disponible y los valores asumidos, se pueden esperar que se encuentren en un rango de 10% de aproximación.

TABLA 6.1
COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA SANTA ROSA S.A.
EXPANSIÓN SUR DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN 8A
ESTIMACIÓN DE CANTIDADES Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
A	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
A-1	Conformación de la Expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A				
A-1-1	Remoción y eliminación de suelo orgánico (se asume 0.50 m de espesor en zonas rocosas, 0.70 m de espesor en zonas no rocosas y 1 Km de acarreo)	m ³	120,000	\$0.98	\$117,600
A-1-2	Excavación y eliminación de material inadecuado (hasta 2.5 Km de acarreo)	m ³	24,000	\$2.91	\$69,840
A-1-3	Excavación de material de corte a relleno o botadero	m ³	35,000	\$3.40	\$119,000
A-1-4	Excavación en roca a relleno o botadero	m ³	35,000	\$3.40	\$119,000
A-1-5	Excavación de material de préstamo a relleno	m ³	364,000	\$0.57	\$207,480
A-1-6	Colocar y compactar relleno común en la Plataforma de excavación o zona de préstamo dentro de la Plataforma	m ³	364,000	\$1.30	\$473,200
A-1-7	Transporte y colocación de cobertura secundaria (soil liner) importada de zona de préstamo (hasta 2.5 Km)	m ³	56,000	\$0.69	\$38,640
A-1-8	Nivelación y compactación de cobertura secundaria (soil liner)	m ³	56,000	\$0.64	\$35,840
A-1-9	Carguío, acarreo y colocación de capa de protección (incrementado en 20% por compactación y accesos, acarreo 1.5 Km)	m ³	76,000	\$1.08	\$82,080
A-1-10	Carguío, acarreo y colocación de capa de drenaje (acarreo 2 Km)	m ³	13,500	\$1.08	\$14,580
A-1-11	Transporte y colocación de capa de rodadura de zona de préstamo (acarreo 2 Km) (incremento de 20%)	m ³	900	\$4.00	\$3,600
A-1-12	Excavar, transportar y colocar material de cobertura secundaria (soil liner) para berma perimetral (acarreo 2.5 Km)	m ³	1,800	\$1.40	\$2,520
A-1-13	Excavar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	m ³	300	\$1.46	\$438
A-1-14	Instalar tubería perforada CPT de 100 mm de diámetro (tipo SP) para sistema de tuberías de colección	m	16,800	\$0.65	\$10,920
A-1-15	Instalar tubería perforada CPT de 300 mm de diámetro (tipo SP) para sistema de tuberías de colección	m	1,700	\$1.85	\$3,145
A-1-16	Instalar tubería perforada CPT de 450 mm de diámetro (tipo SP) para sistema de tuberías de colección	m	550	\$2.95	\$1,623
A-1-17	Excavar y rellenar zanja de anclaje de geomembrana en la Plataforma	m	1,200	\$9.00	\$10,800
A-1-18	Colocar geonet alrededor de perímetro de la Plataforma	m ²	5,000	\$0.28	\$1,400
	Subtotal				\$1,311,706
A-2	Sub-drenes de la Expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A (ver nota 1)				
A-2-1	Instalar sub-dren lateral (tubería perforada CPT (Tipo SP) de 100 mm de diámetro, incrementado en 100 % por modificaciones de campo)	m	5,200	\$32.00	\$166,400
A-2-2	Instalar sub-dren principal (tubería perforada CPT (Tipo SP) de 150 mm de diámetro, incrementado en 100 % por modificaciones de campo)	m	700	\$32.00	\$22,400
A-2-3	Instalar sub-dren principal (tubería sólida HDPE (SDR 17) de 150 mm de diámetro, incrementado en 50 % por modificaciones de campo)	m	615	\$32.00	\$19,680
	Subtotal				\$208,480
	Subtotal de Movimiento de Tierras				\$1,520,186
	Movilización / Desmovilización como % del costo directo	u	1	2.00%	\$30,404
	Costo Total de Movimiento de Tierras				\$1,550,589

B	GEOSINTÉTICOS (ver nota 3)				
B-1	Cobertura de la Expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A				
B-1-1	Proveer geonet para perímetro de la Plataforma (incremento de 10%)	m ²	5,500	\$1.30	\$7,150
B-1-2	Proveer gemembrana HDPE lisa de 1.5 mm (60 mil) (incremento de 15% por desperdicio, traslape,etc)	m ²	9,900	\$2.10	\$20,790
B-1-3	Proveer gemembrana VFPE lisa de 1.5 mm (60 mil) (incremento de 10% por desperdicio, traslape,etc)	m ²	88,300	\$2.70	\$238,410
B-1-4	Proveer gemembrana VFPE doble texturada de 1.5 mm (60 mil) (incremento de 10% por desperdicio, traslape,etc)	m ²	108,200	\$2.70	\$292,140
B-1-5	Instalar geomembrana HDPE lisa de 1.5 mm (60 mil)	m ²	8,650	\$0.75	\$6,488
B-1-6	Instalar geomembrana VFPE lisa de 1.5 mm (60 mil)	m ²	80,300	\$0.75	\$60,225
B-1-7	Instalar geomembrana VFPE doble texturada de 1.5 mm (60 mil)	m ²	98,300	\$0.75	\$73,725
B-1-8	Proveer rollos de soldadura para geomembrana HDPE (caja de 15 lb)	caja	6	\$43.00	\$258
B-1-9	Proveer rollos de soldadura para geomembrana VFPE (caja de 15 lb)	caja	81	\$43.00	\$3,483
	Subtotal				\$702,669
B-2	Sud-drenes de la Expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A				
B-2-1	Proveer geotextil no tejido de 270 g/m2 (8OZ/YD2) (incremento 100% por modificaciones en campo)	m ²	15,160	\$0.69	\$10,460
	Subtotal				\$10,460
	Subtotal de Geosintéticos				\$713,129
	Movilización / Desmovilización como % del costo directo	u	1	1.00%	\$7,131
	Costo Total de Geosintéticos				\$720,260
C	VOLADURA				
C-1	Expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A				
C-1-1	Perforación y voladura	m ³	35,000	\$3.14	\$109,900
	Subtotal				\$109,900
	Costo Total de Voladura				\$109,900

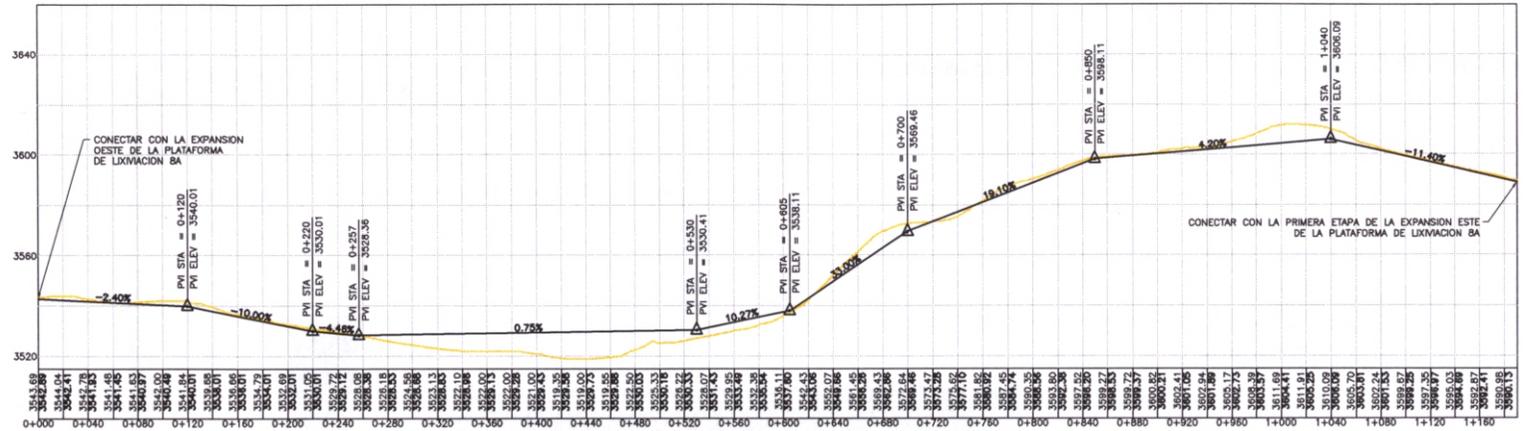
TABLA 6.1
COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA SANTA ROSA S.A.
EXPANSIÓN SUR DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN 8A
ESTIMACIÓN DE CANTIDADES Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
D	CHANCADO Y TAMIZADO				
D-1	Expansión Sur de la Pataforma de Lixiviación 8A				
D-1-1	Material de capa de Protección (incremento en 50% por desperdicio, compactación y accesos)	m³	95,000	\$2.80	\$266,000
D-1-2	Material de capa de drenaje (incremento en 20% por desperdicio)	m³	16,200	\$2.80	\$45,360
	Subtotal				\$311,360
D-2	Sub-drenes de la Expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A				
D-2-1	Agregado de drenaje (incremento de 20% por desperdicio)	m³	2,040	\$2.80	\$5,712
	Subtotal				\$5,712
	Subtotal de Chancado y Tamizado				\$317,072
	Movilización / Desmovilización como % del costo directo	u	1	5.00%	\$15,854
	Costo Total de Chancado y Tamizado				\$332,926
E	MATERIALES DE TUBERÍAS (SÓLO PROVISIÓN, ver notas 4 y 5)				
E-1	Expansión Sur de la Pataforma de Lixiviación 8A				
E-1-1	Tubería perforada CPT (tipo SP), 450 mm de diámetro (incremento en 10% por desperdicios)	m	600	\$18.61	\$11,166
E-1-2	Tubería perforada CPT (tipo SP), 300 mm de diámetro (incremento en 10% por desperdicios)	m	1,900	\$8.59	\$16,321
E-1-3	Tubería perforada CPT (tipo SP), 100 mm de diámetro (incremento en 10% por desperdicios)	m	18,500	\$0.93	\$17,205
E-1-4	"Cruz" CPT de 450mm x 450mm x 450mm x 450mm	u	1	\$250.00	\$250
E-1-5	Codo 90° CPT de 450mm x 450mm	u	3	\$150.00	\$450
E-1-6	"Y" CPT de 450mm x 450mm x 450mm	u	2	\$140.00	\$280
E-1-7	"Y" CPT de 450mm x 450mm x 300mm	u	5	\$140.00	\$700
E-1-8	"Y" CPT de 300mm x 300mm x 300mm	u	4	\$24.50	\$98
E-1-9	"Y" CPT de 300mm x 300mm x 100mm	u	172	\$60.00	\$10,320
E-1-10	Reductor CPT de 450mm a 300mm	u	3	\$150.00	\$450
E-1-11	Coplas CPT de 450mm	u	122	\$11.00	\$1,342
E-1-12	Coplas CPT de 300mm	u	675	\$3.50	\$2,363
E-1-13	Coplas CPT de 100mm	u	3,251	\$0.50	\$1,626
E-1-14	Tapa CPT de 450mm	u	2	\$10.00	\$20
E-1-15	Tapa CPT de 300mm	u	7	\$3.50	\$25
E-1-16	Tapa CPT de 100mm	u	224	\$0.75	\$168
	Subtotal				\$62,783

E-2	Sub-drenes de la Expansión Sur de la Plataforma de Lixiviación 8A				
E-2-1	Tubería solida HDPE (SDR 17), 150 mm de diámetro (incrementado en 50 % por modificaciones de campo)	m	615	\$15.00	\$9,225
E-2-2	Tubería perforada CPT (tipo SP), 150 mm de diámetro (incrementado en 100 % por modificaciones de campo)	m	700	\$8.00	\$5,600
E-2-3	Tubería perforada CPT (tipo SP), 100 mm de diámetro (incrementado en 100 % por modificaciones de campo)	m	5,200	\$0.93	\$4,836
E-2-4	"Y" CPT de 150mm x 150mm x 100mm	u	10	\$50.00	\$500
E-2-5	"Y" CPT de 100mm x 100mm x 100mm	u	10	\$12.50	\$125

E-2-6	Coplas especiales (solido-perforado) de 150mm	u	2	\$25.00	\$50
E-2-7	Coplas CPT (Tipo SP) de 150mm (incrementado en 100 % por modificaciones de campo)	u	154	\$2.00	\$308
E-2-8	Coplas CPT (Tipo SP) de 100mm (incrementado en 100 % por modificaciones de campo)	u	916	\$0.50	\$458
E-2-9	Tapa CPT de 100mm (incrementado en 100 % por modificaciones de campo)	u	36	\$0.75	\$27
	Subtotal				\$21,129
	Costo Total de Materiales de Tuberías				\$83,912
	Costo Total de Construcción (ver nota 7)				\$2,797,586

CUADROS Y FOTOGRAFIAS



PERFIL
PERIMETRO DE LA EXPANSION SUR DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION BA



PERIMETRO DE LA EXPANSION SUR CONTROL HORIZONTAL				
Desc.	Estacion	Datos de Curva Circular	Norte	Este
PI	0+000.00		9103198.67	828300.26
PI	0+190.42		9103015.38	828351.89
PC	0+141.18		9103062.77	828336.54
CC	0+237.54		9103114.28	828351.42
PT	0+237.54		9102980.43	828386.58
		Angulo: 29-03-28 Radio: 190.00	Tipo: IZQUIERDA DOC: 30-09-20	
PI	0+419.19		9102851.51	828514.54
PC	0+403.69		9102862.51	828503.62
CC	0+433.36		9102891.75	828533.07
PT	0+433.36		9102850.36	828530.01
		Angulo: 40-58-21 Radio: 41.30	Tipo: IZQUIERDA DOC: 138-03-44	
PI	0+610.14		9102837.29	828706.30
PC	0+597.42		9102836.23	828693.61
CC	0+622.72		9102837.86	828701.01
PT	0+622.72		9102839.56	828718.61
		Angulo: 14-29-50 Radio: 100.00	Tipo: IZQUIERDA DOC: 57-17-45	
PI	0+891.20		9102851.75	828786.19
PC	0+873.00		9102848.51	828768.28
CC	0+704.46		9102873.11	828763.83
PT	0+704.46		9102869.79	828788.61
		Angulo: 72-06-39 Radio: 25.00 m	Tipo: IZQUIERDA DOC: 229-10-59	
PI	0+745.75		9102910.71	828794.09
PC	0+727.95		9102893.07	828791.73
CC	0+758.89		9102869.75	828816.51
PT	0+758.89		9102914.25	828911.53
		Angulo: 70-53-25 Radio: 25.00 m	Tipo: DERECHA DOC: 114-35-30	
PI	0+862.45		9102934.88	828913.12
PC	0+839.91		9102930.38	828890.94
CC	0+878.70		9102959.78	828884.97
PT	0+878.70		9102957.45	828914.88
		Angulo: 74-05-06 Radio: 30.00 m	Tipo: IZQUIERDA DOC: 190-59-09	
PI	0+959.82		9103038.33	828921.15
PC	0+927.99		9103006.60	828918.69
CC	0+990.22		9102997.31	829038.33
PT	0+990.22		9103064.88	828939.03
		Angulo: 29-42-56 Radio: 120.00 m	Tipo: DERECHA DOC: 47-44-47	
PI	1+190.55		9103230.46	829051.49

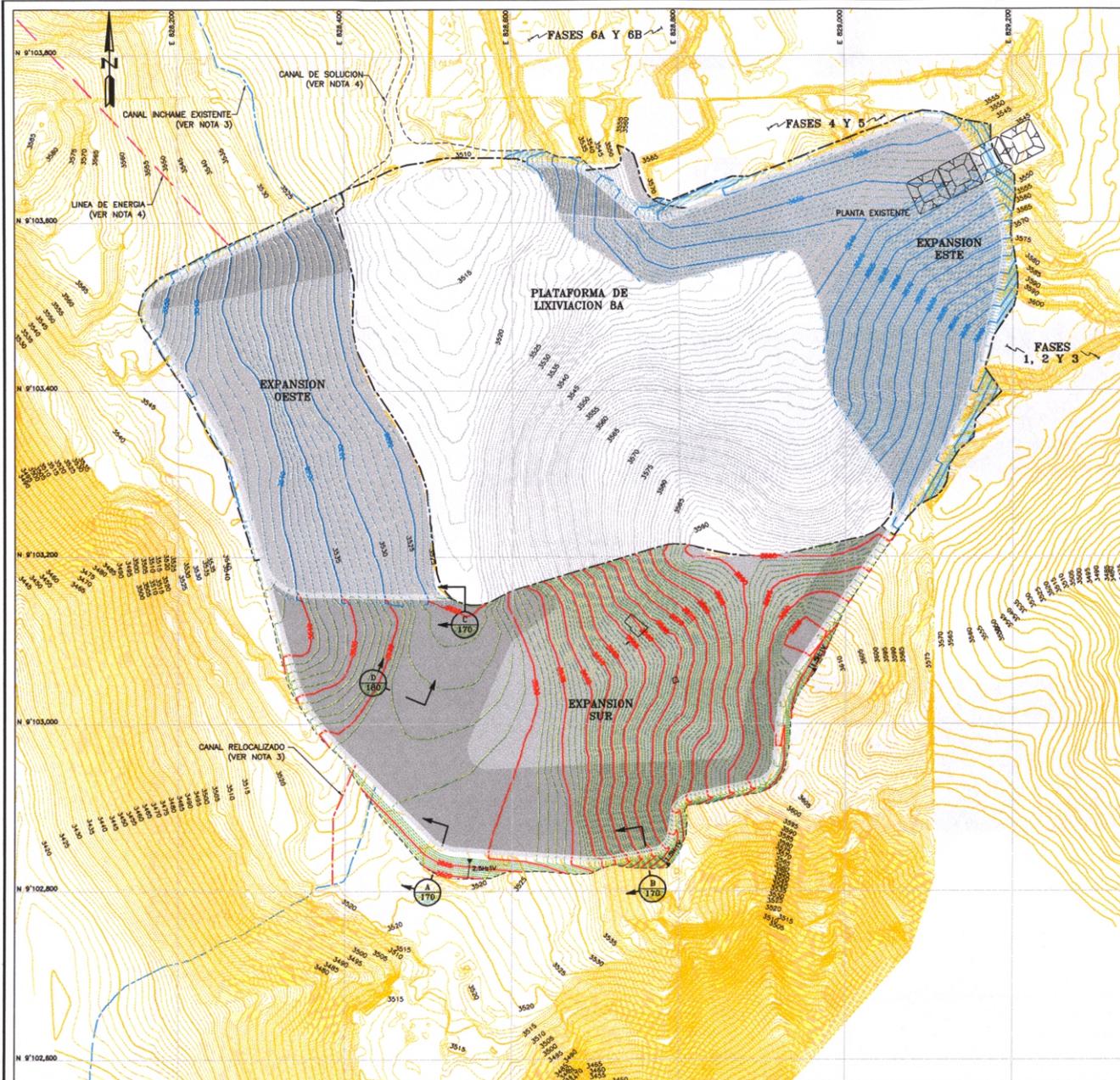
LEYENDA:

- SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
- SUPERFICIE DEL TERRENO NIVELADO (VER NOTA 3)
- 3602.41 ELEVACION DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE, EN METROS
- 3801.05 ELEVACION DE LA LINEA DE REFERENCIA DE LA SUPERFICIE NIVELADA, EN METROS
- PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL, PVI

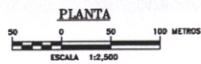
NOTAS:

1. LOS PUNTOS DE CONTROL PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEBERAN SER PROPORCIONADOS POR COMARSA.
2. TODOS LOS DATOS DE CONFIGURACION DE LA PLATAFORMA DEBERAN SER APROBADOS POR EL INGENIERO ANTES DE SU CONSTRUCCION. SI LA TOPOGRAFIA EXISTENTE ES DIFERENTE A LA QUE SE MUESTRA EN LOS PLANOS, EL INGENIERO DEBERA AJUSTAR EL DISEÑO PARA SALVAR ESTOS IMPREVISTOS.
3. LA LINEA DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO NIVELADO REPRESENTA EL FONDO DE LA COBERTURA SECUNDARIA (SOL LINER) Y EL FONDO DE LA CAPA DE RODADURA EN TODOS LOS ACCESOS.

CLIENTE	COMPAÑIA MINERA AURIFERA SANTA ROSA S.A.			
PROYECTO	EXPANSION SUR DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION BA			
TITULO	PERFIL Y CONTROL HORIZONTAL			
INFORME DE INGENIERIA				
DISEÑADO POR	MF/JAS	REVISADO POR	GD	PLANO No.
DIBUJADO POR	FM	APROBACION CLIENTE		3706- 130
REV.				0



REFERENCIA:
 - LAS CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE EXISTENTE MOSTRADAS HAN SIDO PROPORCIONADAS POR GEOSYSTEM S.A. EN OCTUBRE DE 1999, VER BASE DE DATOS 3706(DRAWING)/TOPOGRAFIA ORIGINAL
 - LAS CURVAS DE NIVEL Y TOPOGRAFIA FINAL DE LA PLATAFORMA BA MOSTRADAS HAN SIDO PROPORCIONADAS POR COMARSA EL 30 DE NOVIEMBRE DEL AÑO 2001, VER BASE DE DATOS 3706(CAD DRAWING)/TOPOGRAFIA ORIGINAL



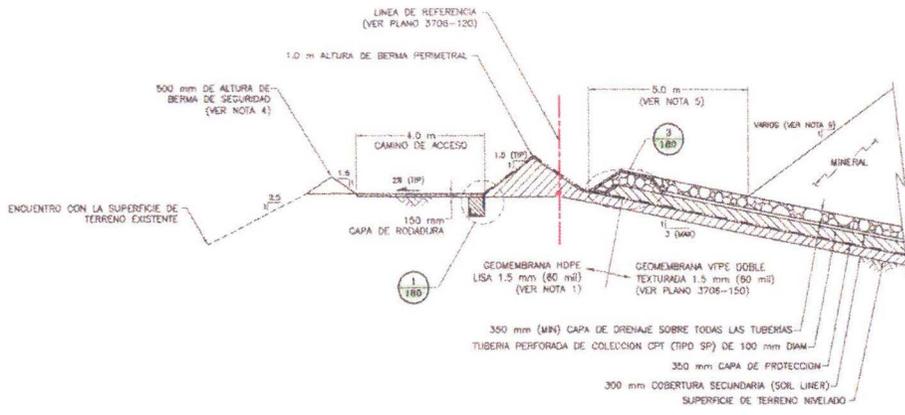
LEYENDA:

- CURVA DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE Y ELEVACION EN METROS
- CURVA DE NIVEL DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION BA (PRIMERA ETAPA) Y ELEVACION EN METROS (VER NOTA 1)
- CURVA DE NIVEL DE LAS EXPANSIONES ESTE Y OESTE (NO CONSTRUIDAS), Y ELEVACION EN METROS (VER NOTA 1)
- CURVA DE NIVEL DE LA EXPANSION SUR (DISEÑO) Y ELEVACION EN METROS (VER NOTA 1)
- CAMINO EXISTENTE
- CANAL EXISTENTE (VER NOTA 3)
- CANAL RELOCALIZADO O MODIFICADO POR COMARSA (VER NOTA 3)
- LIMITE DE EXPANSIONES DISEÑADAS/CONSTRUIDAS ANTERIORMENTE
- LIMITE DE CONSTRUCCION CORTE O RELLENO
- GEOMEMBRANA HDPE LISA DE 1.5 mm (80 mil)
- GEOMEMBRANA VFPE LISA DE 1.5 mm (80 mil)
- GEOMEMBRANA VFPE DOBLE TEXTURADA DE 1.5 mm (80 mil)
- ESTRUCTURA EXISTENTE
- POZA EXISTENTE

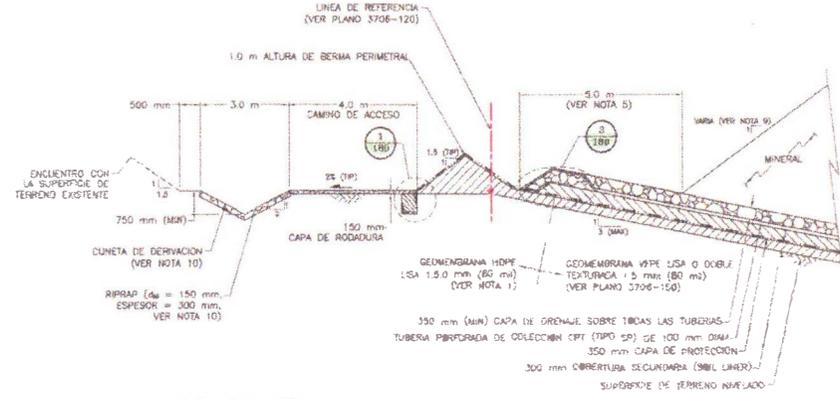
NOTAS:

1. LAS CURVAS DE NIVEL DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION BA (PRIMERA ETAPA), DE LAS EXPANSIONES ESTE Y OESTE (NO CONSTRUIDAS) Y DE LA EXPANSION SUR (DISEÑO) REPRESENTAN EL FONDO DE LA COBERTURA SECUNDARIA (SOIL LINER) Y EL FONDO DE LA CAPA DE RODADURA EN TODOS LOS ACCESOS.
2. LA SUPERFICIE FINAL NIVELADA SE MUESTRA EN DETALLE EN EL PLANO 3706-120.
3. EL CANAL EXISTENTE DE DERRAMACION DE AGUA SERA RELOCALIZADO O MODIFICADO POR COMARSA PARA QUE EL AGUA NO SEA CONTAMINADA POR LA OPERACION DE LA PLATAFORMA.
4. LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES QUE SE MUESTRAN HAN SIDO TOMADAS DE LOS PLANOS DE DISEÑO DE LAS EXPANSIONES ESTE Y OESTE EMITIDOS EN EL AÑO 2000, LA POZA 10 Y SU CANAL DE SOLUCION HAN SIDO TOMADOS DEL DISEÑO ORIGINAL DE ESTAS ESTRUCTURAS.

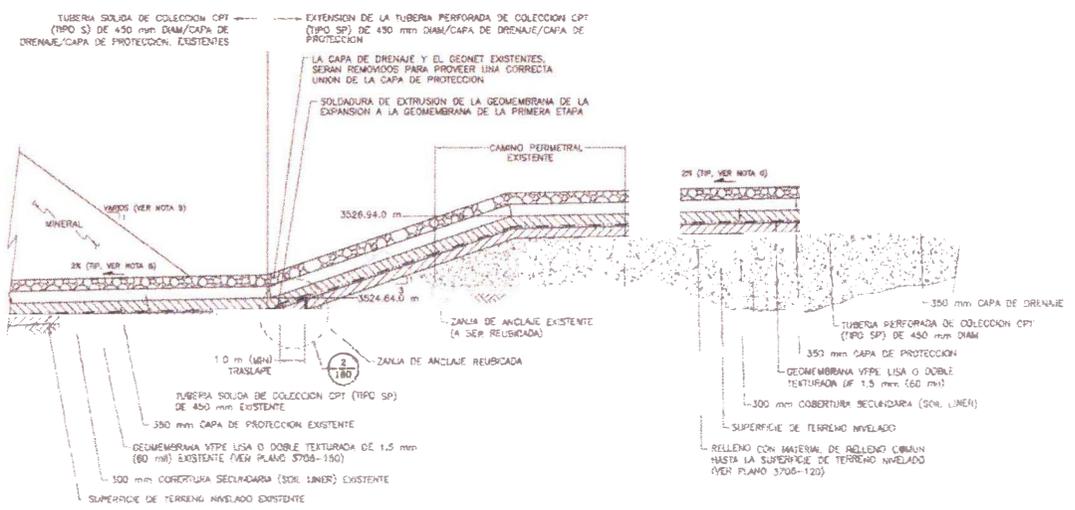
CLIENTE					
COMPAÑIA MINERA SANTA ROSA S.A.					
PROYECTO					
EXPANSION SUR DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION BA					
TITULO					
CONFIGURACION DE GEOSINTETICOS					
INFORME DE INGENIERIA					
DISEÑADO POR	MF/OA	REVISADO POR	GD	PLANO No.	REV.
DIBUJADO POR	FM	APROBACION CLIENTE		3706 - 150	0



A A A
120 150 160 PERIMETRO DE LA EXPANSION SUR EN RELLENO DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION 8A
 S/E



B B B
120 150 160 PERIMETRO DE LA EXPANSION SUR EN CORTE DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION 8A
 S/E



C C C C
120 150 160 190 UNION DE LA EXPANSION SUR DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION 8A

- LA SOLDADURA CON CURVA DE LA GEOMEMBANA HDPE LISA DE 1.5 mm (60 mil) A LA GEOMEMBANA VYPE LISA O DOBLE TEXTURADA DE 1.5 mm (60 mil) DEBERA HACERSE CON LA GEOMEMBANA HDPE SOBRE LA GEOMEMBANA VYPE EN DIRECCION AGUAS ABAJO. LA TERMINACION DE LA CAPA DE PROTECCION CONTRA EROSION SE DEBERA COLGAR A 1.0 m (MIN) SOBRE LA GEOMEMBANA HDPE PARA ASEGURAR QUE LA GEOMEMBANA VYPE NO QUEDA EXPUESTA SIN PROTECCION.
- EL RELLENO DE ZANJAS DE ANCLAJE DEBERA SER CON MATERIAL COMPACTADO DE GRADACION FINA LIBRE DE EXCESO DE GRASAS. EL MATERIAL DE COBERTURA SECUNDARIA (SOIL LINER) O EL MATERIAL DE CAPA DE PROTECCION SON APROPIADOS PARA SU USO COMO RELLENO.
- TODO RELLENO DEBERA SER COLUCADO DE ADUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.
- LA BERMA DE SEGURIDAD SE CONSTRUYE EN ZONAS DE RELLENO DE MAS DE 1.0 m.
- LA CAPA DE DRENAJE SE DEBERA COLOCAR ALREDEDOR DE TODO EL PERIMETRO EXTERNO DE LA PLATAFORMA PARA PROTEGER LA CAPA DE PROTECCION CONTRA LA EROSION.
- EL MATERIAL DE LA CAPA DE RODADURA DEL ACCESO PERIMETRAL TEMPORAL SERA REMOVIDO/RENOVIADO COMO SEA REQUERIDO PARA PROTEGER UN ADECUADO DRENAJE HACIA LAS TUBERIAS DE COLECCION DE SOLUCION.
- TODOS LOS TERMINALES DE LAS TUBERIAS DE COLECCION EN EL PERIMETRO DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION SERAN CUBIERTOS CON TAPAS FABRICADAS POR EL PROVEEDOR DE TUBERIAS.
- LAS CONEXIONES ENTRE TUBERIAS DEBERAN REALIZARSE UTILIZANDO TEES, YES Y ACODOS FABRICADOS POR EL PROVEEDOR DE TUBERIAS.
- LA CONFIGURACION DEL MINERAL SE MUESTRA EN EL PLANO 3706-250 EL TALLIZ GENERAL DEL MINERAL A 1.0 LARGO DEL PERIMETRO ESTE SERA DE 2.2H 1V, MIENTRAS QUE EL TALLIZ GENERAL EN EL PERIMETRO OESTE Y SUR SERA DE 2 PCH 1V.
- EN LA CUNETA DE DERIVACION SE DEBERA COLOCAR PROTECCION CONTRA LA ENTRONQUE QUE CONSISTA DE RIPRAP O EMPICADO DE $d_{50} = 225.0$ mm Y ESPESOR DE 450 mm.

COMPANIA MINERA AURIFERA SANTA ROSA S.A.

PROYECTO: EXPANSION SUR DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION 8A

SECCIONES Y DETALLES
 HOJA 1 DE 2

INFORME DE INGENIERIA

ELABORADO POR: MF/JAS REVISADO POR: GD PLANO NO: 3706 - 170 0
 DIBUJADO POR: FW APROBACION CLIENTE:



8.1 Excavación y evacuación del material de relleno.



8.2 Conformación del material de relleno.



8.5 Instalación de Geomembrana.



8.6 Anclado y pegado de Geotextil.



8.3 Corte de material y su retiro.



8.4 Cobertura secundaria (Soil Liner)

TABLA 7.1

COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA SANTA ROSA S.A.
 PROYECTO SANTA ROSA
 EXPANSIÓN SUR DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN 8A

CRITERIO DE DISEÑO – EXPANSIÓN SUR DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN 8A

1.0 PROPIEDADES DE LA PLATAFORMA		
Item	Criterio del Diseño	Referencia
Función	Colocación de mineral sobre la vida del diseño; drenaje controlado de solución	KP
Tipo de Plataforma	Plataforma de cargado permanente; relleno de valle	KP
Métodos de Construcción de la Plataforma	Relleno compactado importado y compactado; cobertura secundaria (soil liner), geomembrana, capa de protección; capa de drenaje; sistema de tuberías de colección de solución	KP
Método de Colocación de Mineral	Colocado por camiones de 23 y 32 toneladas y empujado por tractor en capas de 8m de altura máxima.	COMARSA
Área de la Plataforma	178,600 m ² (área plana total de la expansión Sur)	KP
<i>Control de Filtración</i>		KP
Primario	Lámina de Geomembrana VFPE o HDPE	
Secundario	Cobertura secundaria (soil liner)	
<i>Bermas</i>		KP
Bermas Perimetrales	1.0 m de alto; pendiente 1.5H:1V (aguas arriba y abajo)	
Tipo de Material	Relleno Estructural	
<i>Cobertura Secundaria</i>		KP
Tipo	Arcilla importada o in situ; colocada directamente sobre la roca o el Relleno Estructural	
Espesor	300 mm espesor compactado máximo	
Requerimientos de Compactación	95% densidad Proctor modificado (mínimo)	
Angulo de Fricción	24-29 grados (estimado)	
Cohesión	0-35 kPa (estimado)	
Densidad Seca In-situ	1.74 toneladas/m ³ (estimado)	
Permeabilidad	1 x 10 ⁻⁶ cm/seg. (máximo)	
<i>Relleno Estructural</i>		KP
Tipo	Material producto de la voladura, desecho de mina y/o material de la zona de acuerdo a Especificaciones.	
Espesor	Variable	
Requerimientos de Compactación	95% densidad Proctor modificado (mínimo)	
Angulo de Fricción	33 grados (estimado)	
Cohesión	0 Kpa (estimado)	
Densidad Seca In-situ	2.0 toneladas/m ³ (estimado)	
Permeabilidad	No requerido	
<i>Propiedades de la Geomembrana</i>		KP
Tipo	VFPE (sobre el piso); HDPE (en áreas permanentemente)	

<p>expuestas)</p> <p>Espesor</p> <p>Angulo de Fricción entre la Geomembrana/Soil Liner</p>	<p>1.5mm (60mil)</p> <p>Interfase lisa 14°</p> <p>Interfase texturada 24°</p>	
Tasa de Lixiviación	<p>7.5 litros/hora/m²</p> <p>* 8.0 litros/hora/m²</p>	<p>COMARSA 2005</p> <p>COMARSA 2006</p>
Tasa de Aplicación de Solución al Mineral	728m³/hora	COMARSA 2006
Area Máxima de Lixiviación	95,000m²	COMARSA 2006

TABLA 7.2

COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA SANTA ROSA S.A.
 PROYECTO SANTA ROSA
 EXPANSIÓN SUR DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN 8A

CRITERIO DE DISEÑO PROPIEDADES DE LA OPERACIÓN

2.0 MINERAL		
Item	Criterio del Diseño	Referencia
<i>Tasa de Producción</i> Tasa de Producción Diaria Promedio Tasa de Producción Diaria de Diseño	55,000 toneladas secas (tasa de 2006) 55,000 toneladas secas (tasa de 2006)	COMARSA 2006
<i>Granulometría del Mineral</i> <i>Tajo Tentadora</i> Bolones (12" a 8") Piedras (8" a 3") Grava (3" a No. 4) Arena (No. 4 a No. 200) Finos (<No. 200) <i>Tajo Sacalla</i> Bolones (12" a 8") Piedras (8" a 3") Grava (3" a No. 4) Arena (No. 4 a No. 200) Finos (<No. 200)	9% 17% 47% 20% 7%	COMARSA
<i>Propiedades del Mineral</i> Densidad Seca del Mineral Conductividad Hidráulica Gravedad Específica de los Sólidos Angulo de Fricción Efectivo Cohesión Efectivo	1.7 toneladas/m ³ (inicial); 1.8 toneladas/m ³ (consolidado) 2.31 x 10⁻³ cm/seg 2.55 30 grados (estimado) No-plástico	COMARSA 2006
<i>Contenido de Humedad</i> Inicial (antes de la aplicación de solución) Bajo Lixiviación (durante aplicación) Residual (después aplicación)	3.10% 12.46% 5.50%	COMARSA 2006

9.0 CONCLUSIONES

La máxima desviación horizontal y vertical en las alineaciones y niveles mostrados en los planos de la Expansión de la Plataforma de Lixiviación, será de 200 mm. ,garantizando que se logre el drenaje y la pendiente en los puntos indicados ,conforme al diseño original ,para que no tener problemas en la solución a recuperar .

Para lograr un avance conforme al movimiento diario de mineral por los 3 tajos de la mina se recomienda el tener buena disponibilidad de los equipos auxiliares y de carguio, para poder avanzar en forma conforme lo especificado.

Es necesario avanzar en esta temporada (verano en la zona de La Libertad) para cumplir la meta trazada de producción y enfocar a largo plazo el diseño de otras plataformas de lixiviación.

En el diseño de la plataforma de descarga, es necesario llenar los primeros pisos con mineral de alta ley, para que su recuperación sea la mas pronta y construir vías alternas para depositar el mineral de baja ley en la zonas altas de esta plataforma o descargarlo en otra Plataforma de Descarga de Lixiviación , según la distancia y necesidad de recuperación.

Para avanzar con la evacuación de material arcilloso , en los botaderos (debido a la composición de las tilitas material arcilloso rojizo, estas se pegan en las tolvas y demora tal limpieza) al hacerlo manualmente se recomienda el uso de una retroexcavadora , en la cual se le suelda una planchita en el cucharón ,para así no malograr las tolvas de los volquetes y agilizar la operación.

Es necesario hacer cunetas en las zonas intermedias donde se presenten pendientes, para que cuando halla presencia de lluvias o filtraciones de agua, no inundar las zonas inferiores y no estropear la conformación del material a compactar.

Al emprestrar las tuberías de recolección de solución hay que hacerlo manualmente y con personal calificado para que no quede espacios vacíos, ya que al empezar la descarga de mineral siempre se presentará material grueso que podría dañar dicha tubería.

Los retazos de geotextil que sean desechados para hacer algún arreglo en las zonas soldadas se utilizan para proteger las bermas del contorno por donde pasa en algún momento una vía auxiliar a los Pads, ya que se tiene previsto empezar a llenar módulos hacia la parte superior.

Para las conformaciones del relleno con Over Liner en zonas de pendiente es necesario tener personal calificado para cuidar que no se estropeen la geomembrana, con el equipo auxiliar que se encargará de dicha conformación