



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Control de Calidad en la Impermeabilización de pad de lixiviación
mina Lagunas Norte – La Libertad, 2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Juan Carlos Vásquez Mamani

ASESOR:

MG. Abel Alberto Muñoz Paucarmayta

MG. Teresa Gonzales Moncada

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA – PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

APROBADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

SECRETARIO

VOCAL

DEDICATORIA

Dedico a dios por guiarme e iluminarme y hacerme fuerte para emprender una tarea difícil y hermosa. A las personas que me apoyaron directa e indirectamente.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme un vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Juan Vásquez Mamani con DNI N° 0804148, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 25 de Abril del 2017

Juan Carlos Vásquez Mamani

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “ **CONTROL DE CALIDAD EN LA IMPERMEABILIZACION DE PAD DE LIXIVIACION MINA LAGUNA NORTE – LA LIBERTAD, 2016**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Civil.

Vásquez Mamani, Juan Carlos.

Índice

PÁGINA DEL JURADO	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	IV
PRESENTACIÓN	V
RESUMEN.	IX
ABSTRACT.	X
I. INTRODUCCIÓN.	XI
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.	13
1.2. TRABAJOS PREVIOS.	14
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	16
1.3.1. SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD	16
1.3.2. IMPERMEABILIZACIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN	23
1.4. MARCO CONCEPTUAL.	26
1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	28
1.5.1. PROBLEMA GENERAL.	28
1.5.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	28
1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.	28
1.7. HIPÓTESIS.	29
1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL.	29
1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.	29
1.8. OBJETIVOS.	30
1.8.1. OBJETIVO GENERAL.	30
1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	30
II. MÉTODO.	31
2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	32
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.	33
2.2.1. VARIABLES.	33
2.2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE.	34
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.	35
2.3.1. POBLACIÓN.	35
2.3.2. MUESTRA.	35
2.3.3. MUESTREO	35
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.	36
2.4.1. TÉCNICA.	36

2.4.2.	INSTRUMENTO.	37
2.4.3.	VALIDACIÓN.	37
2.4.4.	CONFIABILIDAD	37
2.5.	ANÁLISIS DE DATOS.	37
2.5.1.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	38
2.5.2.	DESARROLLO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	38
2.6.	ASPECTOS ÉTICOS	73
III.	RESULTADOS	74
IV.	DISCUSIÓN	82
V.	CONCLUSIÓN	85
VI.	RECOMENDACIÓN	88
VII.	REFERENCIAS	90
	Bibliografía	91
<input type="checkbox"/>	ENSAYOS PARA SUELO DE BAJA PERMEABILIDAD	94
<input type="checkbox"/>	RESUMEN DE CONTROL DE GEOMEMBRANA	94
<input type="checkbox"/>	ENSAYOS PARA INSTALACION DE SOBREVESTIMIENTO	94
<input type="checkbox"/>	Instrumento	94
<input type="checkbox"/>	Validación de los instrumentos	94
<input type="checkbox"/>	Matriz de consistencia	94
<input type="checkbox"/>	Panel fotográfico	94
<input type="checkbox"/>	Planos de la estructura	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	34
Tabla 2: Propiedades para geomembrana de LLDPE SST de 2.5 mm.....	52
Tabla 3: Especificaciones del material de sob revesti miento (Overliner).....	69
Tabla 4: Cuadro de resumen de Geomembrana de 2.0 mm.....	95
Tabla 5: Cuadro de resumen de geomembrana de 2.5 mm.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Certificado de Calidad de Geomembrana.....	95
Figura N° 2: Certificado de Calidad de Geomembrana.....	95
Figura N° 3: Certificado de Calidad de Geomembrana.....	95
Figura N° 4: Certificado de Calidad de Geomembrana.....	95
Figura N° 5: Certificado de Calidad de Cordón de soldadura	95
Figura N° 6: Certificado de Calidad de Cordón de soldadura	95
Figura N° 7: Certificado de Calidad de Cordón de soldadura	95

Figura N° 8: Ensayos Destructivos - Extrusión de 2.0mm	95
Figura N° 9: Ensayos Destructivos - Extrusión de 2.0mm	95
Figura N° 10: Ensayos Destructivos - Extrusión de 2.0mm.....	95
Figura N° 11: Ensayo Destructivo - Fusión de 2.0mm	95
Figura N° 12: Ensayo Destructivo - Fusión de 2.0mm	95
Figura N° 13: Ensayo Destructivo - Fusión de 2.0mm	95
Figura N° 14: Ensayo Destructivo - Extrusión 2.5 mm	95
Figura N° 15: Ensayo Destructivo - Extrusión 2.5 mm	95
Figura N° 16: Ensayo Destructivo - Extrusión 2.5 mm	95
Figura N° 17: Ensayo Destructivo - Fusión de 2. mm	95
Figura N° 18: Ensayo Destructivo - Fusión de 2. mm	95
Figura N° 19: Ensayo Destructivo - Fusión de 2. mm	95
Figura N° 20: Preparación de superficie para colocación de Soil liner.....	95
Figura N° 21: Preparación de superficie para colocación de Soil liner.....	95
Figura N° 22: Compactación del suelo de baja permeabilidad	95
Figura N° 23: Compactación del suelo de baja permeabilidad	95
Figura N° 24: Instalación de la Geomembrana.....	95
Figura N° 25: Instalación de la Geomembrana.....	95
Figura N° 26: Soldadura de Geomembrana.....	95
Figura N° 27: Prueba Geoeléctrica (Lanza de Agua)	95
Figura N° 28: Prueba Geoeléctrica (Lanza de Agua)	95
Figura N° 30: Colocación del material de Sobrevestimiento.....	95
Figura N° 31: Plano de Nivelación - Vista en Planta	95
Figura N° 32: Plano de Nivelación - Vista en Planta	95
Figura N° 33: Plano del Sistema de Revestimiento	95

RESUMEN.

La presente investigación, denominada Control de Calidad en la Impermeabilización de Pad de Lixiviación Mina Laguna Norte-La Libertad,2016 tuvo como objetivo Determinar la aplicación de un control de calidad que permita disminuir las fugas en la impermeabilización de un pad , (Lizarzaburu,2016) que con la aplicación del concepto de calidad basado en la inspección, el control, el aseguramiento y la gestión total de la calidad detecta los posibles desvíos que se puedan originar en la impermeabilización del pad,asi como también del manual de aseguramiento de la calidad de la construcción,(Anddes 2015) en donde se indica las tareas que deben de desarrollar el equipo de calidad haciendo hincapié en el monitoreo y ensayos de la impermeabilización del pad. La metodología aplicada fue cuantitativa, el tipo de investigación Aplicada, , el diseño se consideró de Nivel Explicativo La población estuvo conformada por todas las minas de la Región La Libertad, y la muestra estuvo dado por un área de 283000m².

Por último, la investigación concluye que con la aplicación del método propuesto se obtuvo una fuga por hectárea, resultado mucho menor a las 4 fugas por hectáreas que se obtiene en el Perú es decir hubo una reducción del 75% de fugas u orificios por lo tanto se obtuvo la impermeabilización del pad de lixiviación con los estándares de calidad exigidos por la minera.

Palabra Clave: Lixiviación, Pad impermeabilización Geomembrana y Sobre revesti miento.

ABSTRACT.

The present research named the application of a quality control system in the waterproofing of the leach pad at Lagunas Norte Mine, La Libertad, 2016 and it has as objective the application of a quality control that allows to reduce leaks in the waterproofing of pad, This research is supported in Lizarzaburu who with the application of the quality concept based on inspection, control, assurance, and the whole management of quality detect the possible deviations that could be caused on waterproofing of pads, besides that, this research is supported in the manual of assurance the quality of the construction (Anddes 2015) and it points the works that must be develop by the team of quality and highlight the monitoring and assays of waterproofing of pads. The methodology applied was quantitative due to it guides to natural environments, the kind of investigation was Applied because it brings us to develop existing problems, the design is considered explanatory because it describes concepts, phenomenon or the relation between concepts. The population was conformed by all the mines of La Libertad Region and the sample was delimited in 283000 m²

Finally, the research concludes that the application of this proposed methodology has a fugue per hectare as a result, showing a notably improvement of 75% in comparison with the 4 fugues per hectare that is the average in Peru and it let us meets with the stringent standards of quality demanded by mining industry.

Keyword: Leaching, Waterproofing Pad Geomembrane and Overcoating.

I. INTRODUCCIÓN.

La presente investigación titulada como **Control de calidad en la impermeabilización de Pad de lixiviación mina Laguna Norte Región La Libertad - 2016**, nos permite conocer las buenas prácticas constructivas que deben aplicar en la impermeabilización de Pad de lixiviación.

Últimamente la mayoría de minas está trabajando a tajo abierto por lo que esto nos conlleva a las construcciones de pad de lixiviación, de modo que su impermeabilización es la etapa más importante de esta construcción de tal manera se formuló como problema general ¿Cómo aplicar un sistema de control de calidad en la impermeabilización de Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad - 2016? lo cual dicha pregunta se ha desarrollado en el proceso de la investigación.

La presente investigación se centró en la impermeabilización de pad de lixiviación, que es una de las etapas más delicadas en la construcción de un pad, ya que esto nos va permitir que en caso de una posible fuga este sistema de revestimiento compuesto va contrarrestar dicho evento.

El objetivo principal es aplicar el sistema de control de calidad en la impermeabilización de Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte.

Los métodos de investigación que se emplearon fueron los siguientes: tipo aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental de corte transversal, la técnica empleada fue: análisis de documento y observación directa de los hechos y el instrumento para obtener datos fue una ficha de recolección de datos adaptada por el investigador.

Para lograr mayor consistencia en las teorías relacionadas al tema de investigación, hemos reconocido un conjunto de términos con sus respectivos conceptos.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.

A nivel mundial el Perú es el sexto país con mayores reserva de oro y el segundo mayor productor de cobre; como se sabe la explotación es a tajo abierto lo que nos conlleva a la construcción de estructuras de importancia como plataformas de lixiviación; estas plataformas son de estructuras impermeables en donde se realiza el proceso químico la lixiviación.

El concepto del proceso de lixiviación por pilas se empleó por primera vez en la extracción del cobre a mediados del siglo XVII a partir de los minerales oxidados de yacimientos pórfidos; por ende la aplicación para minas de metales preciosos fue sumergida originalmente por la Dirección de Minas de los Estados Unidos en 1967. Actualmente la lixiviación en pilas es el proceso más usado en la recuperación de minerales de cobre y oro diseminado de baja ley.

El presente trabajo de investigación se justifica en la importancia que tiene la impermeabilización de la estructura en la construcción de un Pads de lixiviación ya que una falla puede provocar fugas de solución originando contaminación de las aguas que circulan debajo del Pad y perdidas de solución que tiene un costo económico, lo cual este trabajo de investigación se centra en estudiar esta barrera de impermeabilización.

El presente estudio se realiza en la mina Laguna Norte ubicado en la región de la Libertad, un deficiente sistema de control de calidad va a originar una deficiente impermeabilización del Pad de lixiviación por lo tanto va a existir fugas que podrían dañar el medio ambiente.

Por ende, la impermeabilización de esta estructura consistirá en un sistema de revestimiento compuesto para brindar una contención adecuada de las soluciones, de arriba hacia abajo este sistema consta de los siguientes componentes, la primera capa de 30 cm de suelo de baja permeabilidad (arcilla), luego la colocación de la geomembrana de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) y por último una capa de relleno de cubierta de drenaje o

sobreprerestimiento con un espesor de 75cm. Se aplicó un muestreo no probabilístico.

Este trabajo se delimitó en el control de calidad del contratista cuya experiencia del personal de calidad, su compromiso por cumplir con el programa y respeto de los procedimientos constructivos así como aseguramiento de la calidad realizado por una empresa diferente que tiene un plan de puntos de inspección cuyo objetivo es la detección de errores y corregirlos a tiempo y un equipo verificador de campo que supervisa al segundo que es el diseñador del Proyecto y solucionando insitu cualquier problema de ingeniería en campo y son los que tienen más experiencia en este tipo de construcciones.

1.2. TRABAJOS PREVIOS.

1.2.1. Antecedentes nacionales.

(Aguilar, 2011 pág. 119) en su tesis titulada “ La gestión de la calidad en obras de líneas de transmisión y su impacto en el éxito de las empresas constructoras” tiene como objetivo mostrar la utilidad de la aplicación de las herramientas de gestión de calidad y su impacto positivo en los diferentes proyectos de construcción. su metodología se basa en la calidad y gestión de la calidad en el sector construcción del Perú así como su implementación y elaboración de un plan de aseguramiento de la calidad para una obra de línea de transmisión. Se concluye que la evolución de la calidad a través del tiempo se dio primero en la industria manufacturera tradicional luego esta repercutió en el sector de la construcción desde hace apenas dos décadas hoy en día la calidad en la construcción se ha convertido en una herramienta de más competitividad estratégica para el éxito de los proyectos constructivos.

(Tarrillo Perez, 2016 pág. 84) en el trabajo de investigación titulado “La gestión de la calidad en el Perú: un estudio de la norma ISO 9001, sus beneficios y los principales cambios en la versión 2015” nos define que la calidad tiene como objetivo la aplicación de un control de calidad de acuerdo a la norma ISO 9001:2015 como fundamento para la reducción de costos de calidad su

metodología se basa en un estudio no experimental de los costos de calidad en la construcción de la casa para el adulto mayor de morales y su muestra se hizo intencional sobre las edificaciones de albañilería se concluye que el control de calidad aplicando la Norma ISO 9001:2015 reduce los costos de calidad en la obra, previo cumplimiento de los procedimientos de control así como los procedimientos de gestión

(Kevin, 2014 pág. 212) en su tesis titulada “ Sistema de Gestión de Calidad para la ejecución del casco estructural de la torre de 5 pisos del proyecto los parques de San Martin de Porres” tiene como objetivo aplicar una propuesta para gestionar la calidad basándose para ello en entidades reconocidas mundialmente por sus aportes en temas de calidad, El marco teórico aplicado por el investigador fue la ISO 9001, ISO 10005 y el PMBOK, finalmente concluye que el Sistema de Gestion de la Calidad para este proyecto es plenamente aplicable y otorga resultados beneficiosos al respecto de la calidad en la construcción, por lo tanto considero que puede tomarse como base para diseñarse en otros proyectos.

1.2.2. Antecedentes internacionales.

(Lizarzaburu, 2016 pág. 53) en su estudio científico “La gestión de la calidad en Perú, un estudio de la norma ISO 9001, sus beneficios y los principales cambios en la versión 2015” fijo como objetivo revisar y analizar la más destacada norma en esta materia la ISO 9001 identifico su estructura y los principios en los que se basa y por ultimo estableció las principales modificaciones que incorporo la nueva ISO 9001 2015, su marco teórico se basa en la evolución del concepto de calidad, que es la inspección, el control, el aseguramiento y gestión de la calidad total, finalmente concluye con la identificación de los beneficios cualitativos y cuantitativos que la norma brinda a las empresas el aumento de la productividad y eficiencia, la reducción de costos y por ende los beneficios financieros .

(Aquapruf S.A, 2008 pág. 29) desarrolló su Sistema de Gestión de Calidad siguiendo los parámetros por la NTC ISO 9001:2008 donde manifiesta que la la geomembrana tiene como objetivo, crear una barrera de muy baja permeabilidad y poder ser usada en cualquier proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre. Las membranas hechas de polietileno de alta densidad HDPE, son materiales que por su resistencia a la acción química son las más indicados en aplicaciones de recubrimiento, como por ejemplo rellenos sanitarios, túneles, reservorios, tanques para almacenamientos de líquidos, lagunas de oxidación. Alcanzando mayor durabilidad que otros polímeros cuando se encuentran expuestos a condiciones ambientales, intemperismo y al ataque químico.

(Koerner, 2005 pág. 56) appreciate that a complete geomem- brane production process includes several separate companies: the resin producer, the additive producers, the formulators, the manufacturers, the fabricators, and (eventual- ly) the installers. Communication between each party and proper liaison is critical in arriving at an acceptable and properly functioning installation. Problems and misun- derstandings can arise because of the relatively large number of parties involved. It is critical that proper manufacturing quality control (MQC) measures be taken by the manufacturer and fabricator in bringing to the job site the geomembrane that was de- signed, specified, and purchased. The quality procedures embodied in ISO 9000 and ISO 14,000 indicate to the designer, specifier, and purchaser that a manufacturing qual- ity control (MQC) system has been developed and is being practiced by the manufac- turer. In this same light, manufacturing quality assurance (MQA)-seeing that the proper geomembrane has been manufactured per the project plans and specifications- is important and routinely practiced in the geomembrane industry.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

Según (Julián, 2016 pág. 03) conceptualiza que control de calidad es un proceso que se lleva a cabo, con la finalidad de mostrar las posibles fallas o equivocaciones que se dan en alguna cosa. Por ello, control de calidad es la organización de métodos que asegure las actividades necesarias en el ciclo de vida del servicio con el fin de ser efectiva.

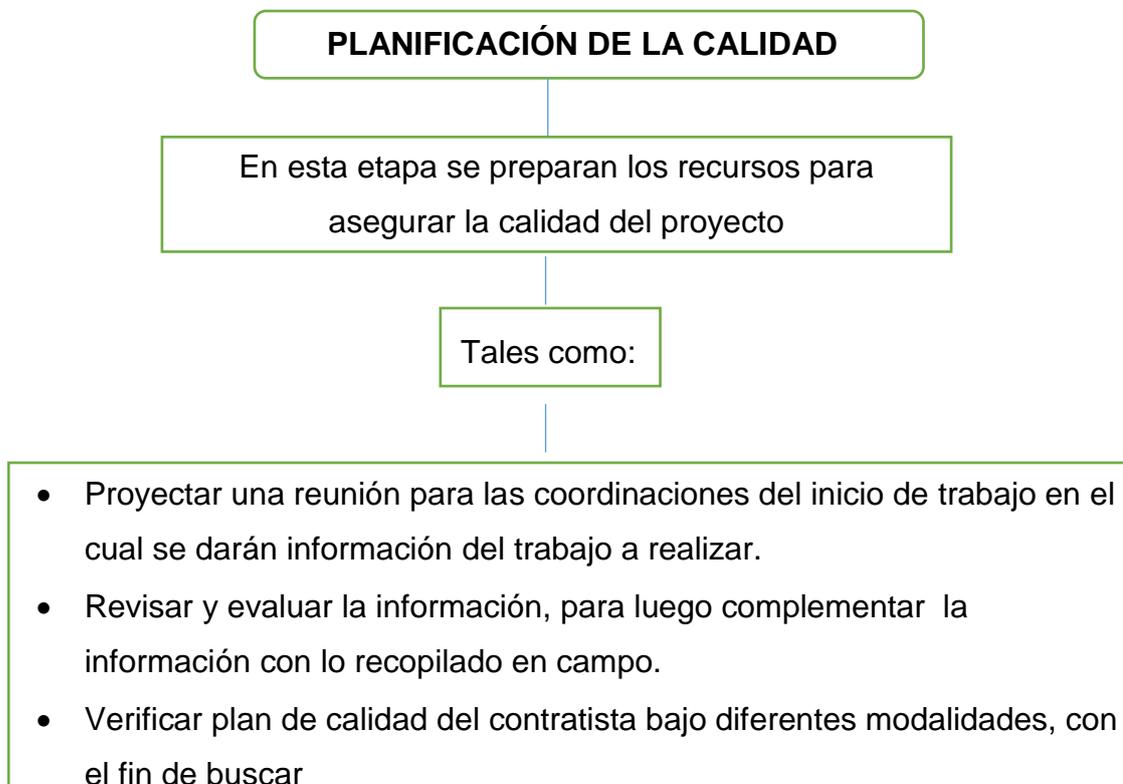
(Carhuamaca Rêvolo, y otros, 2014 pág. 11) nos indica que para entender sistema y gestión debemos entender al ISO, ya que esto nos manifiesta que un sistema es un conjunto de elementos que se interrelacionan entre si, en cuanto a gestión se entiende como la realización de actividades para el control de una organización.

Según (Joseph) nos manifiesta que la gestión de calidad se da en tres procesos: Planeación de la Calidad, Control de la Calidad y Mejora Continua de la Calidad.

Por otro lado, el sistema de control de calidad garantiza la aplicación de buenas prácticas durante el proceso de construcción, desarrollando el plan de CQA para el proyecto. Se ello se tiene las siguientes características para el control de calidad:

1.3.1.1. CARACTERÍSTICAS

1.3.1.1.1. PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 1: 1 Planilla de la Calidad

1.3.1.1.2. MAPA DE PROCESO

Para el aseguramiento de calidad se desarrolla el mapa de procesos, a continuación se presenta un esquema:



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 1: 2 Mapa de Proceso

1.3.1.1.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL

Se realizaron el monitoreo y revisión de los resultados de la ejecución de las actividades de control de calidad, a fin de determinar el desempeño y recomendar los cambios necesarios. Para el seguimiento y control de calidad se tendrán en cuenta lo siguiente:

1.3.1.1.3.1. Control de calidad del proceso constructivo

Se determinaran los procesos constructivos en función a los entregables del proyecto:

- a. Movimiento de tierra
- b. Instalación de geosintéticos
- c. Concreto
- d. Ensayos de laboratorio

1.3.1.1.3.2. Puntos de inspección y registros de control

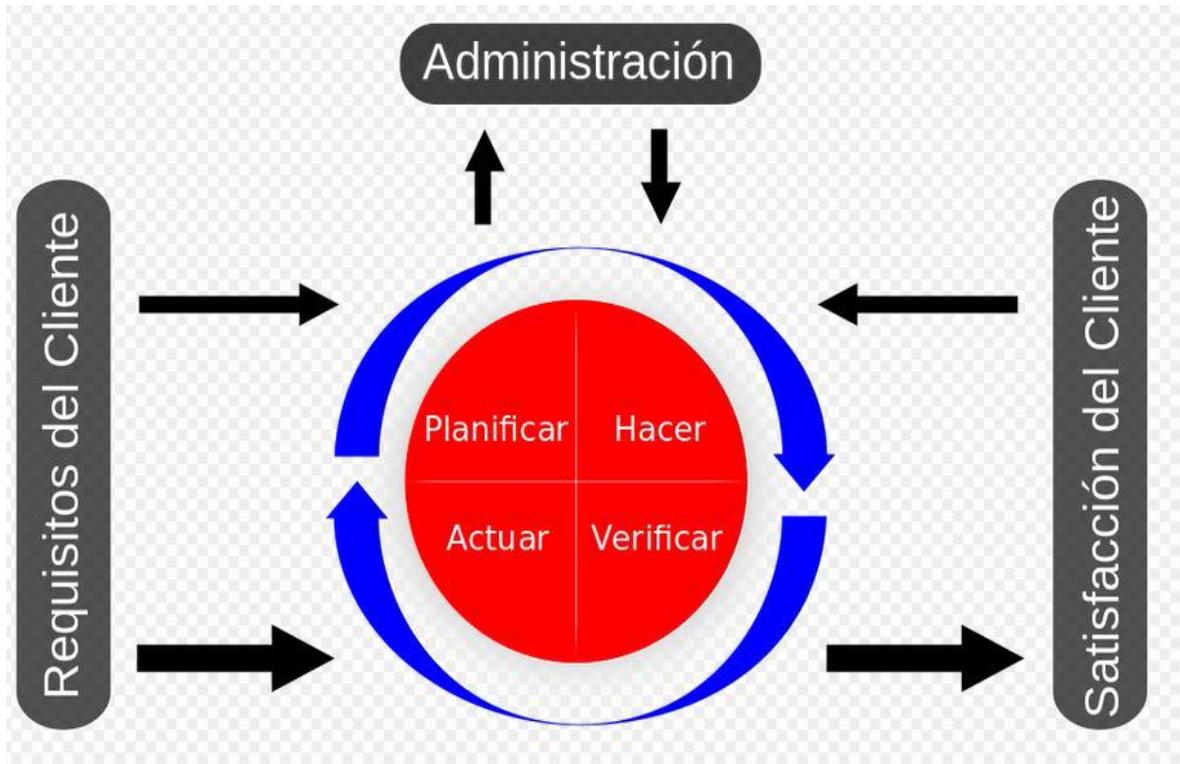
Consiste en determinar las características de calidad del producto, ya sean los materiales o equipos para ver si cumplen con los requisitos de las especificaciones.

1.3.1.1.3.3. Modificaciones de diseño

En esta etapa se presentan diversas modificaciones al diseño original, ya sea mediante modificaciones por alcance o por necesidad de obra.

1.3.1.1.4. MEJORA CONTINUA

Se basa en los principios de Deming, para implementar la mejora continua.



Fuente: Elaborado por Barrick, 2015.

Figura 1: 3: Mejora Continua

1.3.1.2. FLUJOGRAMA DE COMUNICACIÓN PARA EL PROYECTO

El diagrama que se presentará a continuación muestra los canales de comunicación y la relación entre el cliente con las demás entidades involucradas en el desarrollo del proyecto:

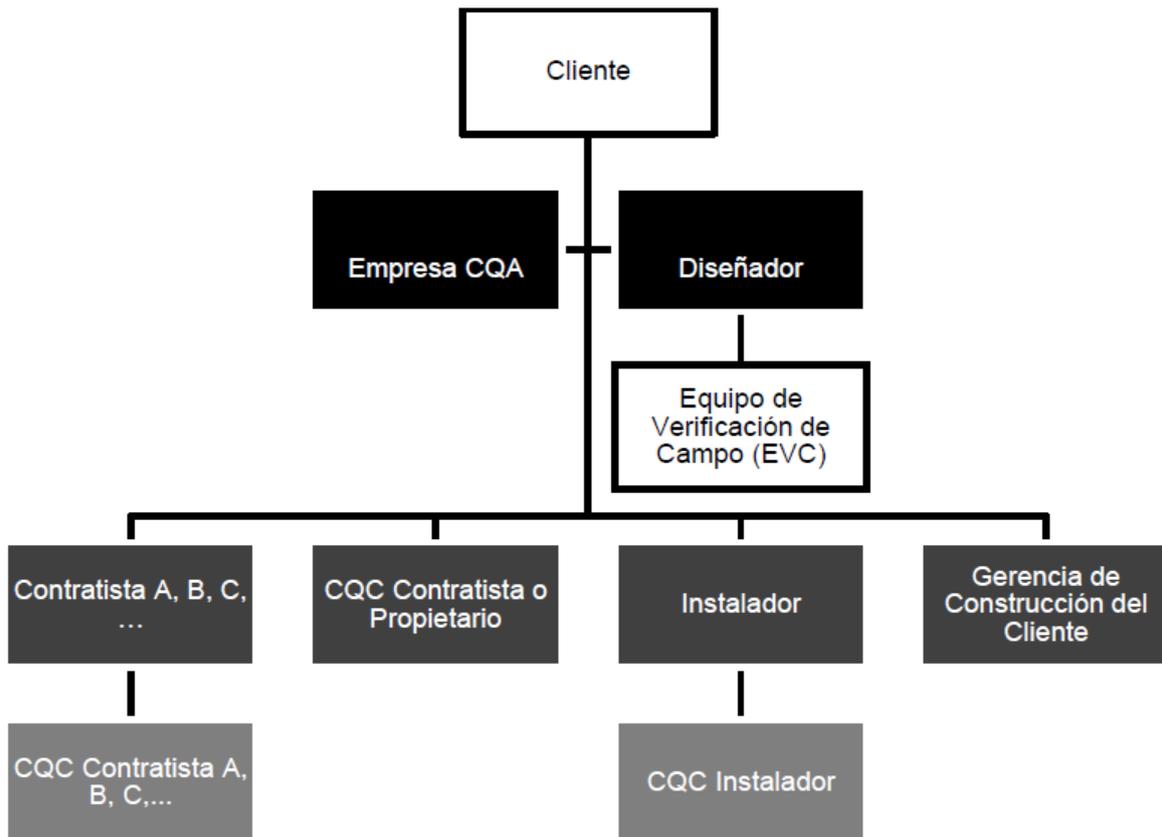


Figura 1: 4 Flujo de comunicación

Fuente: Manual de CQA Andees, 2015.

1.3.1.3. CONTROL DE CALIDAD DEL CONTRATISTA (QC)

Es el equipo de calidad del contratista constructor, Según (Mota Engil, 2015) nos dice que son los ensayos, observaciones y funciones relacionadas que se llevan a cabo durante la instalación del sistema con el fin de determinar que el proyecto sea conducido en concordancia con los planos y especificaciones técnicas del proyecto aprobadas.

1.3.1.4. CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN (CQA)

Según (Anddes, 2015 pág. 15) Tiene como finalidad proveer una metodología e implementarla y estandarizar las acciones del Aseguramiento y

control de calidad necesarios que garanticen durante el proceso de construcción, el cumplimiento de los requisitos del proyecto de acuerdo al diseño (especificaciones técnicas, manual

1.3.1.5. EQUIPO DE VERIFICACIÓN DE CAMPO (EVC)

Según (Ausenco, 2016 pág. 7) El propósito del programa de EVC es verificar sistemáticamente que todas las actividades de construcción se realicen de acuerdo a los documentos técnicos del proyecto (planos, especificaciones técnicas, memos técnicos y las adecuaciones de campo.). Monitorear que todas las actividades de gestión de calidad del proyecto sean ejecutadas bajo las directrices de los planes de gestión de CQA Y CQC.

1.3.2. IMPERMEABILIZACIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN

Según (Anddes, 2015 pág. 24) Un sistema de Impermeabilización en un Pad tiene como objetivo evitar filtraciones de solución hacia el terreno natural, de los fluidos contenidos en esta estructura, Este sistema estará compuesto por una capa de suelo de baja permeabilidad, una geomembrana sobre esta, Dependiendo de las pendientes del terreno sobre el cual se desplegara el sistema de revestimiento la capa de suelo de baja permeabilidad podría ser reemplazada por una capa de revestimiento de geosintético de arcilla (GCL).Luego se pondrá un material de sobreevntimiento que tiene por finalidad proteger este sistema de posibles daños ocasionados por el transporte y esparcido del mineral sobre el Pad de lixiviación, asimismo debido a sus propiedades de permeabilidad esta tendrá la función de facilitar la colección de la solución y su posterior conducción hacia las zonas bajas del Pad actuando como un elemento drenante.

1.3.2.1. SUELO DE BAJA PERMEABILIDAD

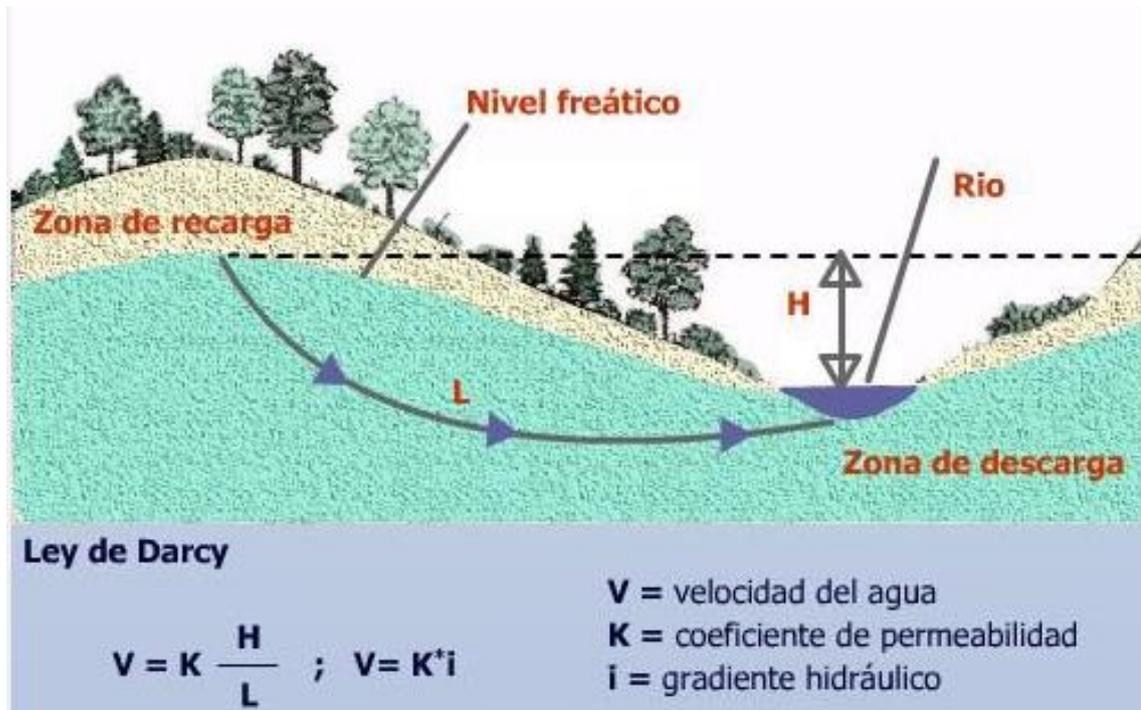
Son suelos que se usan para impermeabilizar un área, según (Geo suport, 2013 pág. 3) definimos permeabilidad como la capacidad de un cuerpo para permitir el paso de un fluido sin que dicho transito altere la estructura interna del

cuerpo y esta se cuantifica en base al coeficiente de permeabilidad, son diversos los factores que determinan la permeabilidad del suelo pero los más significativos son la Granulometría (Tamaño de grano y distribución granulométrica) y la composición química del material (naturaleza mineralógica).

Dentro del suelo de baja permeabilidad se deben tener en cuenta los siguientes ensayos:

- ✓ Análisis granulométrico – ASTM D6913
- ✓ Contenido de humedad – suelos – ASTM D2216
- ✓ Límites de atterberg – ASTM D4318
- ✓ Máxima densidad/humedad – ASTM D1557
- ✓ Gravedad específica y absorción del agregado grueso – ASTM C127
- ✓ Corrección de peso unitario y contenido de humedad para suelos que contienen partículas de sobre tamaño – ASTM D4718
- ✓ Densidad in situ por el método cono de arena – ASTM D1556
- ✓ Densidad in situ por el método nuclear – ASTM D2922
- ✓ Contenido de humedad – cono de arena – ASTM D2216
- ✓ Permeabilidad ASTM D5084*

Por otro lado, la permeabilidad es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire siendo una de las cualidades más importantes que han considerado. De modo que mientras más permeable sea el suelo, mayor será la filtración.



Fuente: Elaborado por Raúl Patarroyo, 2013.

Figura 1: 4: Expresión de la Ley de Darcy

1.3.2.2. GEOMEMBRANA

Según (Geosistemas Pavco, 2009 pág. 10) Las geomembrana se define como un recubrimiento o barrera de muy baja permeabilidad, usada con cualquier tipo de material relacionado y aplicado a la ingeniería geotécnica, para controlar la migración de fluidos, son fabricados a partir de hojas relativamente delgadas de polímeros como el HDPE y el PVC los cuales permiten efectuar uniones entre laminas por medios de fusión térmica o química sin alterar las propiedades del material.

Se consideran los siguientes formatos:

- ✓ Certificado de calidad de geomembrana
- ✓ MQA de geomembrana
- ✓ Despliegue de geomembrana
- ✓ Inspección de instalación de geomembrana

- ✓ Evaluación técnica y puesta de servicio de personal técnico QC – ASTM D6392
- ✓ Control de costura
- ✓ Prueba de presión aire
- ✓ Ensayos de pre Weld extrusión
- ✓ Ensayos de pre Weld cuña
- ✓ Reparación de geomembrana
- ✓ Reparación de geomembrana
- ✓ Resultados de resistencia de las costuras por fusión
- ✓ Resultados de resistencia de las costuras por extrusión

1.3.2.3. SOBREVESTIMIENTO

Según (Ausenco, 2015 pág. 27) Los materiales de sobrevestimiento u overliner tendrán por finalidad proteger el sistema de revestimiento así como las tuberías de colección de solución de posibles daños ocasionados por el sistema de transporte y esparcido del mineral sobre el pad de lixiviación.

Se tendrán en cuenta los siguientes ensayos:

- ✓ Análisis granulométrico – ASTM D6913
- ✓ Límites de atterberg – ASTM D4318
- ✓ Permeabilidad ASTM D 5084

1.4. MARCO CONCEPTUAL.

Lixiviación: Lavado de una sustancia pulverizada para extraer las partes solubles, por otro lado también se denomina a la forma de obtener oro según (Lixiviación , 2007 pág. 1).

Calidad: Es la adecuación al uso (Calidad) que implica todas aquellas características de un producto que el usuario reconoce que le benefician según (Gestiopolis, 2001).

Producto: Se define como resultados de un proceso según (Mina Lagunas Norte, 2015).

Consenso: Acuerdo general al que se llega mediante un proceso en el que se han tenido en cuenta todos los sectores interesados, sin que haya habido una oposición firme y fundada, y en el que se hayan salvado posiciones eventualmente divergentes. No implica necesariamente unanimidad según (Mina Lagunas Norte, 2015).

Control de Calidad - QC: Se denomina control de calidad al conjunto de técnicas y procedimientos de que se sirve la dirección para orientar, supervisar y controlar todas las etapas mencionadas hasta la obtención de un producto de la calidad deseada conceptualiza (Gestiopolis, 2001).

Proceso: Está definido como la sucesión de actos o acciones realizados con cierto orden, que se dirigen a un punto o finalidad, así como también al conjunto de fenómenos activos y organizados en el tiempo manifiesta (Conceptodefinicion.de, 2014).

Registro: Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas en la construcción de la obra según (Mina Lagunas Norte, 2015).

Obra: Todas las tareas que deberá realizar El Contratista de acuerdo a lo definido en los documentos, los planos de construcción y las especificaciones del proyecto según (Mina Lagunas Norte, 2015).adasdas

Dossier de Calidad: Archivo ordenado de toda la documentación de calidad del proyecto, de corte ejecutivo que nos permite identificar y realizar la revisión de cualquier parte de la obra. Permitirá respaldar los trabajos ejecutados por el Contratista de construcción y dejar evidencia que éstos han cumplido con los requisitos de calidad especificada según (Mina Lagunas Norte, 2015).

1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.5.1. PROBLEMA GENERAL.

¿Cómo aplicar un control de calidad en la impermeabilización de Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad - 2016?

1.5.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

¿De qué manera influye un control de calidad en la instalación del suelo de baja permeabilidad para la impermeabilización del Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad - 2016?

¿Qué función cumple un control de calidad en la instalación de la geomembrana para la impermeabilización de Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016?

¿Cuál es la importancia de un control de calidad en la instalación del sobrerestimiento para la impermeabilización de Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016?

1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

La investigación nos permite conocer básicamente las relaciones implícitas en cuanto a la práctica, a la metodología y a la sociedad, donde se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

En cuanto a la práctica. – Fue evaluado el área de trabajo y las condiciones en las que se encuentra, de tal forma se verifica el área para el trabajo de investigación.

En cuanto a la metodología. – El estudio de investigación tiene como propósito dar a conocer la construcción correcta de un Pad de lixiviación.

En cuanto a la sociedad. – Evitar pérdidas económicas y daños al medio ambiente.

1.7. HIPÓTESIS.

1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL.

La Aplicación de un control de calidad que permita disminuir las fugas en la impermeabilización del Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.

1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.

EL control de calidad elimina los errores en la instalación del suelo de baja permeabilidad, permitiendo la impermeabilización de Pad de lixiviación de la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.

El control de calidad mejora la instalación del revestimiento permitiendo reducir los errores en esta capa de la impermeabilización del Pad de lixiviación de la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.

El control de calidad asegura la correcta altura de instalación del sob revesti miento logrando la impermeabilización de Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.

NOTA: La hipótesis fueron considerados como pseudohipótesis, porque no se realizaron contradicciones y por ello la investigación no lo requiere.

1.8.OBJETIVOS.

1.8.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar como la aplicación de un control de calidad que permita disminuir las fugas en la impermeabilización del Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.

1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Demostrar de qué manera el control de calidad eliminara los errores en la instalación del suelo de baja permeabilidad, permitiendo la impermeabilización de Pad de lixiviación de la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.

Establecer como el control de calidad mejoró la instalación del revestimiento permitiendo reducir los errores en esta capa de la impermeabilización del Pad de lixiviación de la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.

Determinar que el control de calidad asegurara la correcta altura de instalación del sob revesti miento logrando la impermeabilización de Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.

II. MÉTODO.

2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue considerado de nivel explicativo, según (Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 83 y 85) donde conceptualiza que el nivel explicativo es la descripción de conceptos, fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir dirigidos a responder las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales como su nombre lo indica, se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o porque se relacionan dos o más variables.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El fin que persiguió la investigación es de Tipo Aplicada por que conlleva a resolver problemas existentes.

Según (Ezequiel, 2011 pág. 43) manifiesta que “La investigación aplicada busca el conocer para hacer, en general comprende todo lo concerniente al ámbito de las tecnologías sociales que tienen como finalidad producir cambios inducidos y/o planificados con el objeto de resolver problemas o de actuar sobre algún aspecto de la realidad social”.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño que fue aplicado en el presente estudio es No - Experimental de corte transversal, porque dentro de la investigación no se manipula variables ni tampoco son provocadas por el investigador, solo fueron tomados los datos una sola vez.

Prosiguiendo (Vladerrama,2013.pag 78) manifiesta que “la investigación No - Experimental es un grupo de estudios donde no se manipulan ninguna variable solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”.

Según (Valderrama,2013,pag 82) conceptualiza que “los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, y en un tiempo único”.

2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.

2.2.1. VARIABLES.

V. independiente: Sistema de control de calidad

Según (Gestión y Control de Calidad Ingeniería, 2014) Es el cumplimiento de la totalidad de características y herramientas de un producto o servicio que tienen importancia en relación con su capacidad de satisfacer ciertas necesidades dadas, permanece como pilar de cualquier modelo de gestión que busque su total cumplimiento.

V.dependiente: Impermeabilización de Pad de Lixiviación

Según (SNC-Lavalin Ingeniería y Construcción, 2005) Determinó que el sistema tiene por finalidad evitar filtraciones hacia el terreno natural de los fluidos contenidos en la estructura y está compuesto por una capa de suelo de baja permeabilidad, una lámina de geomembrana y una capa de sob revesti miento.

2.2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE.

Tabla 2: 1 Operacionalización de Variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Control de calidad	(Gestión y Control de Calidad Ingeniería, 2014) Es el cumplimiento de la totalidad de características y herramientas de un producto o servicio que tienen importancia en relación con su capacidad de satisfacer ciertas necesidades dadas, permanece como pilar de cualquier modelo de gestión que busque su total cumplimiento.	Un control de calidad se ejecuta en la calidad de las maniobras del contratista, de los procedimientos de construcción y de la supervisión a cargo de verificadores expertos de campo quienes recogen información a través de una ficha de datos en periodos establecidos	Control de Calidad del Contratista (QA)	Experiencia del personal de Calidad Cumplimiento del programa de calidad Procedimientos constructivos
			Control de calidad de la Construcción (CQA)	Desarrollo del plan de control de calidad Plan de puntos de inspección Supervisión durante el proceso constructivo
			Equipo Verificador de Campo (EVC)	Diseñador del proyecto Soluciones de ingeniería de campo Jerarquía del supervisor (EVC)
Impermeabilización de pad de Lixiviación	(SNC-Lavalin Ingeniería y Construcción, 2005) Determinó que el sistema tiene por finalidad evitar filtraciones hacia el terreno natural de los fluidos contenidos en la estructura y está compuesto por una capa de suelo de baja permeabilidad, una lámina de geomembrana y una capa de sobre revesti miento.	La impermeabilización se evalúa en el análisis de la capa del suelo de baja permeabilidad, la geomembrana y el sobre revesti miento a través de una ficha de recolección de datos de sus características especiales.	Suelo de baja permeabilidad	Calidad de materiales Proceso constructivo Ensayos
			Geomembrana	Calidad de materiales Método de despliegue Prueba geoelectrica Lanza seca
			Sobre revesti miento	Calidad de materiales Método de Instalación Prueba geoelectrica, lanza seca- Dipolo.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

2.3.1. POBLACIÓN.

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 174) manifiesta que “la población debe situarse en torno a sus características de contenido, de lugar y tiempo”.

Por ello, la población estuvo conformado por 10 minas de la Región La Libertad.

2.3.2. MUESTRA.

(Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 173) define que “la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectaran datos, y se delimitan con precisión, este deberá ser representativo de dicha población”.

También (Valderrama,2013,pag 172) manifiesta que “las muestras no probabilísticas son subgrupos de la población en lo que se elige elementos que no dependen de la probabilidad sino de las características de la investigación.

El tamaño de la muestra estuvo conformado por una mina Lagunas Norte, teniendo como área de trabajo 283000m².

Se tomo como muestra a esta minea porque es una mina extranjera que cumple con toda estándares internacionales de construcción y es un ejemplo a seguir irradiar todo los conocimientos adquiridos a la grande, mediana y pequeña minería.

2.3.3. MUESTREO

Como técnica de muestreo se empleó el no probabilístico intencional.

Según (Ferrer, 2010 pág. 1)El procedimiento más utilizado es el muestreo no probabilístico, denominado opinático consistente en que el investigado selecciona la muestra que supone sea la más representativa, utilizando un criterio subjetivo y en función de la investigación que se vaya a realizar

2.3.3.1. TÉCNICA DEL MUESTREO.

Para la investigación se tuvieron las técnicas de recolección de datos. Lo cual se sabe que dentro de las técnicas del muestreo se considera 3 tipos de muestreo: (muestreo probabilístico, muestreo no probabilístico y muestreo aleatorio simple).

2.3.3.1.1. Clasificación de las técnicas del muestreo

- ❖ **Observación directa:** Se hicieron inspecciones del terreno a trabajar.
- ❖ **Libros de texto:** Los documento y libros utilizados se basaron en investigaciones especializados al tema, ya sea en la parte metodológica como desarrollo de la tesis.
- ❖ **Manuales técnicos:** Se utilizaron normas y se preguntaron a ingenieros experto sobre el tema de investigación.

Se aplicaron un muestreo intencional, porque se seleccionó directa e intencionalmente los sujetos de la población, de acuerdo al objetivo de investigación.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

2.4.1. TÉCNICA.

La técnica empleada en la investigación se denomina observación directa de los hechos y análisis de documentos.

Según (Del Cid, y otros, 2011 pág. 119) fundamenta que la técnica de observación directa de los hechos se basa en acercarse al objeto de estudio y ver directamente lo que sucede.

2.4.2. INSTRUMENTO.

En la investigación se tuvieron como instrumento la ficha de recolección de datos, formulados por el investigador.

Según (Del Cid, y otros, 2011 pág. 112) manifiesta que la ficha de recolección de datos se basa en extraer segmentos de información de fuentes documentales.

2.4.3. VALIDACIÓN.

El instrumento utilizado en esta investigación fueron sometidos a juicio por tres ingenieros expertos del tema.

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 243) la validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.

2.4.4. CONFIABILIDAD

La confiabilidad del proyecto de investigación se dio con la firma de los expertos en la tesis del cual por cada experto se tiene un porcentaje de aceptación a la tesis.

La confiabilidad se refiere a la nivel de exactitud y consistencia de los resultados obtenidos al aplicar el instrumento por segunda vez en condiciones tan parecida como sea posible.

2.5. ANÁLISIS DE DATOS.

En la presente tesis se desarrolló las tareas que se deben de realizar el equipo a cargo de la supervisión con fines de aseguramiento de calidad haciendo

encapie en el monitoreo y ensayos que se deben realizar durante la impermeabilización del pad. Por otro lado se tuvieron que cumplir con el programa de CQA para la aplicación de todas las actividades que se tienen que hacer para cumplir el objetivo de la construcción del pad.

La tesis desarrolla las etapas de la impermeabilización del pad de la fase 6 de la Laguna Norte, que consiste en la construcción de la capa de suelo de baja permeabilidad, la instalación del revestimiento y la construcción del sobrerestimeitno. Lo cual esto nos permite crear un sistema de impermeabilización de esta estructura; teniendo como objetivo cumplir con la impermeabilidad ya que si esto falla la estructura no cumpliría el fin por la que se construyó.

A continuación se desarrollara los procesos que se tuvieron en cuenta para la construcción de la impermeabilización del pad.

2.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicado en el departamento La Libertad provincia de Santiago de Chuco distrito de Quiruvilca a 130 km al este de Trujillo, a una altitud media que varía entre los 4000 y 4200 m.s.n.m. El clima en el área del proyecto es frio durante todo el año con temperatura que oscilan entre 0 y 15° C.

2.5.2. DESARROLLO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

El sistema de impermeabilización consta de tres etapa:

- ✓ Colocación de una capa de suelo de baja permeabilidad (Soil liner de 300mm min).
- ✓ Instalación de geomembrana de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE de 2 a 2.5 mm de espesor – texturada por un solo lado (SST)).
- ✓ Colocación de una capa de sobrerestimiento (material granular de 750 mm de espesor).

La mejora planteada en este procedimiento de control de calidad con respecto de otros equipos de CQA se basa en que el propuesto cuenta con laboratorios propios en la construcción y realiza sus ensayos, adicionales al del constructor, según la exigencia de las especificaciones técnicas, con lo cual se logra reducir de 4 a 1 fuga por hectárea, es decir se reduce las fugas a un 25% con respecto al promedio nacional de construcciones de pads de lixiviación con control de calidad.

2.5.2.1. COLOCACIÓN DE UNA CAPA DE SUELO DE BAJA PERMEABILIDAD

Antes de la colocación de la capa de suelo de baja permeabilidad, tendremos en cuenta que la superficie de la subrasante compactada esté preparada para recibir esta capa. Por ello, el relleno estructural deberá cumplir con los ensayos del material y frecuencia de ensayo donde indica cada cuantos metros cúbicos se debe realizar estos ensayos. A continuación se presentan las tablas correspondientes:

Tabla 2: 2: Especificaciones del material para suelo de baja permeabilidad

Tamaño de Malla		% que pasa
SI	Norma EE.UU.	
75 mm	3 pulgadas	100
38 mm	1.5 pulgadas	65 - 90
25 mm	1 pulgada	55 - 80
13 mm	1/2 pulgada	45 - 70
4.75 mm	#4	40 - 60
0.45 mm	#40	30 - 55
0.075 mm	#200	25 - 45
Índice de Plasticidad (ASTM D-4318)		Mayor que 10
Permeabilidad (ASTM D-5084)		$< 5 \times 10^{-6}$ cm/s

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Tabla 2: 3 Frecuencia de ensayos de CQA en suelos

Densidad del ensayo	Subrasante (superficie nivelada)	Grava para drenaje	Suelo de baja permeabilidad	Material de relleno estructural	Relleno de trinchera de anclaje	Material de rodadura	Sobre revestimiento	Cama de apoyo
Granulometría ASTM D-6913	1/material, c/punto de verificación, 1/5000 m ²	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/500 m	1/material ò 1/500 m	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/2500 m ³
Límites de Atterberg ASTM D -4318	NA	NA	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/500 m	1/material ò 1/500 m	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/2500 m ³	NA
Proctor Estándar ASTM D-698	1/material, c/punto de verificación, 1/5000 m ²	NA	1/material, c/punto de control, 1/2500 m ²	1/material, c/punto de control, 1/500 m	1/material, c/punto de control, 1/500 m	1/material, c/punto de control, 1/500 m lineales	NA	NA
Densidad Densímetro Nuclear ASTM D-2922	1/500 m ³	NA	1/300 m ³	1/500 m ³	1/500 m de zanja	1/500 m lineal del acceso	NA	NA
Densidad Cono de Arena ASTM D-1556	1 ensayo por c/10 ensayo nuclear	NA	1 ensayo por c/10 ensayo nuclear	1 ensayo por c/10 ensayo nuclear	1 ensayo por c/10 ensayo nuclear	1 ensayo por c/10 ensayo nuclear	NA	NA
Humedad en Horno ASTM D-2216	NA	NA	1 ensayo por c/4 ensayo nuclear	1 ensayo por c/4 ensayo nuclear	1 ensayo por c/4 ensayo nuclear	1 ensayo por c/4 ensayo nuclear	NA	NA
Índice de Carga Puntual	NA	1/material ò 1/1000 m ³	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Permeabilidad ASTM D-5084 o D-2434	NA	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/25000 m ³	NA	NA	NA	1/material ò 1/5000 m ³	NA

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Tabla 2: 3 Frecuencia de ensayos CQC en suelos

Densidad del ensayo	Subrasante (superficie nivelada)	Grava para drenaje	Suelo de baja permeabilidad	Material de relleno estructural	Relleno de trinchera de anclaje	Material de rodadura	Sobre revestimiento	Cama de apoyo
Granulometría ASTM D-6913	1/material, c/punto de verificación, 1/2500 m ²	1/material ò 1/1000 m ³	1/material ò 1/1000 m ³	1/material ò 1/3000 m	1/material ò 1/250 m	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/2500 m ³
Límites de Atterberg ASTM D -4318	NA	NA	1/material ò 1/1000 m ³	1/material ò 1/3000 m	1/material ò 1/250 m	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/2500 m ³	NA
Proctor Estándar ASTM D-698	1/material, c/punto de verificación, 1/2500 m ²	NA	1/material, c/punto de control, 1/1000 m ²	1/material, c/punto de control, 1/3000 m	1/material, c/punto de control, 1/250 m	1/material, c/punto de control, 1/500 m lineales	NA	NA
Densidad Densímetro Nuclear ASTM D-2922	1/250 m ³	NA	1/150 m ³	1/250 m ³	1/100 m de zanja	1/500 m lineal del acceso	NA	NA
Densidad Cono de Arena ASTM D-1556	1 ensayo por c/10 ensayo nuclear	NA	1 ensayo por c/10 ensayo nuclear	1 ensayo por c/10 ensayo nuclear	1 ensayo por c/10 ensayo nuclear	1 ensayo por c/10 ensayo nuclear	NA	NA
Humedad en Horno ASTM D-2216	NA	NA	1 ensayo por c/4 ensayo nuclear	1 ensayo por c/4 ensayo nuclear	1 ensayo por c/4 ensayo nuclear	1 ensayo por c/4 ensayo nuclear	NA	NA
Índice de Carga Puntual	NA	1/material ò 1/1000 m ³	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Permeabilidad ASTM D-5084 o D-2434	NA	1/material ò 1/2500 m ³	1/material ò 1/3000 m ³	NA	NA	NA	1/material ò 1/3000 m ³	NA

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Por lo tanto, los rellenos estructurales consistirán en material de suelo y rocas que cumplan los requerimientos de granulometría descritos en las especificaciones mostradas. Ningún material de suelo a ser utilizado como relleno estructural deberá obtener materia orgánica o deletérea en su composición y así mismo no debe ser generador de drenaje ácido, por el contrario todo material con esta finalidad debe ser inorgánico no meteorizado proveniente de roca estable y deberá cumplir con los requerimientos de distribución y los índices de plasticidad de acuerdo a la tabla N° 1 y N°2.

Todo los rellenos deberán ser nivelados como un talud no más empinado como 2H – 1V dentro de las áreas de construcción designadas para este proyecto; a menos que se aprueben algo diferente.

Los materiales del suelo de baja permeabilidad deberán disponerse en una capa, lo cual deberá cumplir al 95% (según las especificaciones técnicas del proyecto ASTM D698) de la máxima densidad seca, con un contenido de humedad entre un rango de -2% y 2% del valor óptimo determinada de la norma ASTM D-6983. Si es necesario la colocación de segunda capa, previamente la superficie de la primera capa deberá ser descalificada a una profundidad de 50mm para asegurar una unión completa entre las capas.

Si el contenido de humedad no es el requerido se volverá a trabajar y compactar el material hasta obtener la humedad específica. La aceptación final de capa de baja permeabilidad, se basa en la capacidad del material de cumplir con la permeabilidad del laboratorio especificada.

Después de la capa de baja permeabilidad sea colocada según las especificaciones se deberá nivelar el terreno, de modo tal, de dar a la superficie una pendiente positiva y deberá sellar la superficie pasando un rodillo suave, luego de lo cual se realizará un levantamiento topográfico sobre la superficie de la capa de suelo de baja permeabilidad.

Posteriormente se deberá verificar el espesor de la capa de suelo. En ningún lugar el espesor de la capa deberá ser inferior a 0.30m (después de compactar), para lo cual de ser necesario se realizarán calicatas en la capa conforma

2.5.2.2. INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD LINEAL

En este proceso se deberá tener un certificado de cumplimiento autorizado del fabricante y que establece lo siguiente:

- ✓ Que el material provisto cumpla con las propiedades especificadas.
- ✓ Que el instalador cumpla con las normas del fabricante referente a la calidad de instalación.
- ✓ Que todo la geomembrana será fabricada por el fabricante en sus propias instalaciones, y no será comprada a otro fabricante o proveedores.
- ✓ Que todo la resina usada en el proyecto será comprada a un solo proveedor y fabricada por un solo fabricante de resina.

Por lo tanto, estos requerimiento se aplicaran al instalador y al fabricante incluso si no se proporciona tal certificado.

Para el revestimiento del pad de lixiviación se utilizaron geomembranas de LLDPE texturadas por un lado (SST) de 2.0 mm (80 mil) y de 2.5 mm (100mil) de espesor.

2.5.2.2.1. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE PARA LA GEOMEMBRANA

Las superficies que recibirán recubrimientos geosintéticos, deberán ser uniformes y estar libres de rocas, piedras, palos, raíces, objetos agudo, o restos de cualquier tipo que puedan dañar el recubrimiento. Se removerá todo este material si es que lo hubiera; toda las partículas sobresalientes mayores a 25mm deberán ser retiradas y las depresiones mayores a 25 mm deberán ser rellenadas. Sin embargo si hay partículas de menor dimensión y se consideran que pueden casar daños a la geomembrana se deben eliminar.

La superficie base no debe estar reseca, regándola suavemente para tener la humedad apropiada, no debe tener grietas producidas por la resequedad descalificando el suelo hasta una profundidad por dejado de la grieta y compactando nuevamente el material. Se debe proteger la superficie de erosión y otro daño que pueda producirse hasta que empieza instalar la geomembrana.

Esta superficie deberá proporcionar una superficie firme y compacta, sin cambios de pendientes abruptos o agudos. El cabezal de la trinchera de anclaje será redondeado para evitar un doble en ángulo a la geomembrana. Los daños causados por lluvias, vientos o otros fenómenos naturales deberán ser reparados rápidamente. Se deberá tener suficiente área preparada para no provocar retrasos en la geomembrana.

Cuando se haya concluido con la realización de las pruebas de control y aseguramiento de calidad se realizará la inspección de la superficie de la capa terminada debiéndose redactar un documento de aceptación el cual será firmado. Este documento incluirá un croquis con la delimitación aprobada. Así mismo se deberá delimitar en campo esta zona mediante la colocación de señales en la misma o chutas claramente visibles.

2.5.2.2.2. EXPERIENCIA DEL INSTALADOR

El instalador del material de revestimiento deberá haber demostrado anteriormente la capacidad de instalar la geomembrana al haber completado con éxito al menos 10 proyectos con una combinación total de por lo menos 1.5 millones de metros cuadrados de los cuales por lo menos 5 proyectos deberán haber completado como mínimo 200 mil metros cuadrados cada uno de material de revestimiento similar para las instalaciones de revestimiento hidráulico. Bajo las mismas condiciones de terreno y clima.

El instalador debe tener en todo momento durante las actividades el personal con la misma experiencia solicitada a la empresa instaladora.

2.5.2.2.3. PRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN DE INGENIERÍA

El proveedor debe proporcionar la información de los resultados de los ensayos de control de calidad de los materiales de geomembrana antes de su embarque, los resultados de todos los ensayos deben proporcionarse por lo menos

7 días antes del envío de los materiales al sitio del proyecto y estos no deben ser embarcados sin su aprobación previa; del mismo modo el instalador proporcionará la siguiente información antes de la construcción:

- ✓ Planos con la distribución de los paneles con un detalle apropiado y un cronograma de la instalación de los geo sintéticos.
- ✓ Un manual de instrucción donde incluya el apropiado almacenamiento, manejo, tendido, sellado, ensayos e inspección de la geomembrana. Este manual debe estar en conformidad con las especificaciones y cualquier condición de la garantía.
- ✓ El manual de control d calidad del fabricante o instalador.
- ✓ Los certificados requeridos en ese documento tanto del instalador como del fabricante.

2.5.2.2.4. MATERIAL

Los materiales incluyen la resina de geomembrana, rollos de geomembrana y varillas o elementos granulares de polietileno usados en el proceso de soldadura.

2.5.2.2.5. RESINA

La resina suministrada para la geomembrana consistirá de polietileno compuesto y producido específicamente para la producción de geomembrana, no se aceptara polímeros reciclados o mezclados con otros tipos de resina. La resina base deberá ser material virgen sin modificaciones o mezclas en fabrica.

La resina debe ser nueva, material de primera calidad que cumplan con las especificaciones indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 2: 5 Especificaciones de la resina

Propiedad	Designación del Ensayo	Valores Especificados
Gravedad Específica	ASTM D-1505	HDPE: 0.928 a 0.942 LLDPE: 0.916 a 0.927
Índice de Fusión	ASTM D-1238 Condición E	< 1 gramo por 10 minutos
OIT (minutes)	ASTM D-3895 (1 AMT/200°C)	≥100

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Tabla 2: 6 Propiedades para geomembrana de LLDPE SST de 2.0 mm

Propiedad	Designación del Ensayo	Requerimiento	Frecuencia de Ensayo (Mínimo)
Espesor de Lámina	ASTM D-5994	Min. 1.90 mm Prom. Proy. 2.00 mm (nota 1)	cada rollo
Altura de la Aspereza (nota 2)	GM 12	Min: 0.25 mm Max: 0.60 mm	cada 2do rollo (nota 3)
Gravedad Específica	ASTM D-1505/ D-792	0.920 - 0.930	90,000 kg
Resistencia a la Tracción en el Punto de Rotura (nota 4)	ASTM D-6693 Tipo IV	Min. 21 N/mm	9,000 kg
Elongación en el Punto de Rotura (nota 4)	ASTM D-6693 Tipo IV	Mín prom rollo 400% Mín cupón 250%	9,000 kg
Modulo al 2%	ASTM D-5323	Max. 840 N/mm	para cada formulación
Resistencia al Desgarro	ASTM D-1004	Min. 200 N	20,000 kg
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D-4833	Min. 400 N	20,000 kg
Elongación Multiaxial en el Punto de Rotura	ASTM D-5617	Min. 30%	para cada formulación
Contenido de Negro de Humo	ASTM D-1603 (nota 5)	2 a 3%	9,000 kg

Propiedad	Designación del Ensayo	Requerimiento	Frecuencia de Ensayo (Mínimo)
Dispersión de Negro de Humo	ASTM D-5596	(nota 6)	20,000
Tiempo de Inducción a la Oxidación (OIT) (min. prom.) (nota 7)	ASTM D-3895	100 min.	90,000 kg
a. OIT estándar, o b. OIT a alta presión	ASTM D-5885	400 min.	
Envejecimiento en Horno a 85°C (nota 8)	ASTM D-5721		para cada formulación
a. OIT estándar (min. prom.) % retenido después de 90 días; o	ASTM D-3895	35%	
b. OIT a alta presión (min. prom.) % retenido después de 90 días	ASTM D-5885	60%	
Resistencia UV (nota 9)	GM11		para cada formulación
a. OIT estándar (min. prom.); o	ASTM D-3895	N.R. (nota 10)	
b. OIT a alta presión (min. prom.) % retenido después de 1600 hrs (nota 11)	ASTM D-5885	35%	
Separación en Plano (SIP)	(nota 12)	no permitido	cada 2do rollo

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Notas de la Tabla 6:

1. El valor mínimo indicado corresponde al valor absoluto, no corresponde al mínimo promedio.
2. De 10 lecturas; 8 de 10 deben ser ≥ 0.18 mm, y la lectura individual más baja debe ser ≥ 0.13 mm.
3. Alternar el lado de la medición para láminas doblemente texturadas.
4. Los valores promedio de la dirección de la máquina (MD) y de la dirección transversal a la máquina (XMD) deben ser obtenidos en base a 5 muestras de ensayo en cada dirección. La elongación en la fluencia es calculada usando una longitud del sensor de 33 mm. La elongación en la rotura es calculada usando una longitud del sensor de 50 mm.
5. Otros métodos tales como el D 4218 (horno de mufla) o métodos con microondas son aceptables si se puede establecer una correlación apropiada con el ensayo D 1603 (horno de tubo).
6. La dispersión de negro de humo (solo cerca de aglomerados esféricos) para 10 vistas diferentes: 9 en las Categorías 1 o 2 y 1 en la Categoría 3
7. El fabricante tiene la opción de seleccionar alguno de los métodos OIT listados para evaluar el contenido de antioxidante en la geomembrana.
8. También es recomendable evaluar muestras a los 30 y 60 días para compararlo con la respuesta a los 90 días.
9. La condición del ensayo debe ser un ciclo de 20 horas de radiación UV a 75°C seguido de 4 horas de condensación a 60°C.
10. No recomendado debido a que la alta temperatura del ensayo Std-OIT produce un resultado irreal para algunos de los antioxidantes en las muestras expuestas a la radiación UV.
11. La resistencia UV está basada en el valor del porcentaje retenido sin tomar en cuenta el valor original HP-OIT.
12. Antes de la fabricación del revestimiento, el Fabricante debe suministrar al Propietario y al Ingeniero sus procedimientos de ensayo para determinar que la lámina no presenta características de SIP.
13. SST = geomembrana texturada por un solo lado.

Tabla 2: 6 Propiedades para geomembrana de LLDPE SST de 2.0 mm

Propiedad	Designación del Ensayo	Requerimiento	Frecuencia de Ensayo (Mínimo)
Espesor de Lámina	ASTM D-5994	Min. 2.38mm Prom. Proy. 2.50 mm (nota 1)	cada rollo
Altura de la Aspereza (nota 2)	ASTM D-7466	Min: 0.35 mm Max: 0.60 mm Prom. 0.5mm	cada 2do rollo (nota 3)
Gravedad Específica	ASTM D-1505/ D-792	0.930 - 0.939	90,000 kg
Resistencia a la Tracción en el Punto de Rotura (nota 4)	ASTM D-6693 Tipo IV	Min. 26 N/mm	9,000 kg
Elongación en el Punto de Rotura (nota 4)	ASTM D-6693 Tipo IV	Mín prom rollo 400% Mín cupón 250%	9,000 kg
Modulo al 2%	ASTM D-5323	Max. 840 N/mm	para cada formulación
Resistencia al Desgarro	ASTM D-1004	Min. 200 N	20,000 kg
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D-4833	Min. 400 N	20,000 kg
Elongación Multiaxial en el Punto de Rotura	ASTM D-5617	Min. 30%	para cada formulación

Propiedad	Designación del Ensayo	Requerimiento	Frecuencia de Ensayo (Mínimo)
Contenido de Negro de Humo	ASTM D-1603 (nota 5)	2 a 3%	9,000 kg
Dispersión de Negro de Humo	ASTM D-5596	(nota 6)	20,000
Tiempo de Inducción a la Oxidación (OIT) (min. prom.) (nota 7) a. OIT estándar, o b. OIT a alta presión	ASTM D-3895 ASTM D-5885	100 min. 400 min.	90,000 kg
Envejecimiento en Horno a 85°C (nota 8) a. OIT estándar (min. prom.) % retenido después de 90 días; o b. OIT a alta presión (min. prom.) % retenido después de 90 días	ASTM D-5721 ASTM D-3895 ASTM D-5885	35% 60%	para cada formulación
Resistencia UV (nota 9) a. OIT estándar (min. prom.); o b. OIT a alta presión (min. prom.) % retenido después de 1600 hrs (nota 11)	GM11 ASTM D-3895 ASTM D-5885	N.R. (nota 10) 35%	para cada formulación
Separación en Plano (SIP)	(nota 12)	no permitido	cada 2do rollo

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Tabla 2: Propiedades para geomembrana de LLDPE SST de 2.5 mm

Notas de la Tabla 7:

1. El valor mínimo indicado corresponde al valor absoluto, no corresponde al mínimo promedio.
2. Los valores promedio de la dirección de la máquina (MD) y de la dirección transversal a la máquina (XMD) deben ser obtenidos en base a 5 muestras de ensayo en cada dirección. La elongación en la fluencia es calculada usando una longitud del sensor de 33 mm. La elongación en la rotura es calculada usando una longitud del sensor de 50 mm.
3. El esfuerzo en la fluencia utilizado para calcular la carga para el ensayo SP-NCTL deberá ser el valor medio del fabricante a través de ensayos MQC.
4. Otros métodos tales como el D 4218 (horno de mufla) o métodos con microondas son aceptables si se puede establecer una correlación apropiada con el ensayo D 1603 (horno de tubo).
5. La dispersión de negro de humo (solo cerca de aglomerados esféricos) para 10 vistas diferentes: 9 en las Categorías 1 o 2 y 1 en la Categoría 3
6. El fabricante tiene la opción de seleccionar alguno de los métodos OIT listados para evaluar el contenido de antioxidante en la geomembrana.
7. También es recomendable evaluar muestras a los 30 y 60 días para compararlo con la respuesta a los 90 días.
8. La condición del ensayo debe ser un ciclo de 20 horas de radiación UV a 75°C seguido de 4 horas de condensación a 60°C.
9. No recomendado debido a que la alta temperatura del ensayo Std-OIT produce un resultado irreal para algunos de los antioxidantes en las muestras expuestas a la radiación UV.
10. La resistencia UV está basada en el valor del porcentaje retenido sin tomar en cuenta el valor original HP-OIT.
11. Antes de la fabricación del revestimiento, el Fabricante debe suministrar al Propietario y al Ingeniero sus procedimientos de ensayo para determinar que la lámina no presenta características de SIP.

2.5.2.2.6. ROLLOS

Los rollos de geomembrana producidos deberán ser nuevos, de primera calidad, fabricados y diseñados específicamente para el propósito de contención de líquidos, deberán estar libres de agujeros, bultos y material no disperso, cortes, doblado y cualquier signo de material extraño. Cada rollo deberá estar identificado con etiquetas que proporcionen información del espesor, largo, ancho, número del rollo y lugar de la planta. Adicionalmente el Fabricante deberá producir rollos con

longitudes mínimas para geomembrana de LLDPE. Para geomembrana de 2 mm de espesor el largo mínimo de rollo deberá ser de 140 m, mientras para geomembrana de 2,5 mm de espesor el largo mínimo de rollo deberá ser de 120 m.

El porcentaje total combinado de todos los aditivos incluyendo carbón negro, antioxidantes y otros deberá ser menor de 3,5% del peso de la geomembrana. De este 3,5% no más de 1% corresponderán a aditivos diferentes al carbón negro. Todos los aditivos serán dispersados uniformemente a toda la geomembrana.

El Fabricante deberá realizar ensayos de laboratorio de control de calidad en la geomembrana con la frecuencia indicada en estas especificaciones. La geomembrana deberá ser evaluada con los parámetros indicados en las tablas incluidas en este capítulo, y de acuerdo con los métodos de ensayo previstos. El Fabricante determinará el ancho máximo de cada rollo en coordinación con el Cliente, sin embargo el ancho mínimo requerido para la instalación deberá ser de 7 m de longitud. La elongación multiaxial deberá ser evaluada a través de la marca de doblez para el proceso de soplado de la película o a través de las soldaduras de fábrica para procesos de extrusión.

El Fabricante certificará que el material propuesto cumple con los requerimientos para la resistencia al agrietamiento por esfuerzos del medio ambiente. Esta certificación deberá estar acompañada de los resultados más recientes de ensayos de resistencia al agrietamiento por esfuerzos para verificar que el producto proporcionado cumple los requerimientos del proyecto. En aquellas láminas de geomembrana que no hayan sido sometidas a soldadura o cualquier tipo de alteración, no se permitirá el efecto de separación en planos (SIP) durante las pruebas de resistencia.

Los certificados de control de calidad deberán con un mínimo de siete días de anticipación antes del envío del Fabricante. Ningún material se instalará sin

que sus certificados de control de calidad hayan sido revisados y aprobados. Los certificados de control de calidad deberán incluir lo siguiente:

- ✓ Identificación del rollo y su número;
- ✓ Procedimientos de ensayo utilizados, resultados de todos los ensayos de laboratorio y las especificaciones del proyecto; y
- ✓ Certificación de que los ensayos descritos en las tablas incluidas en este capítulo fueron realizados de acuerdo a lo especificado.

2.5.2.2.7. ELEMENTOS EXTRUIDOS O CORDONES

Los elementos extruidos o cordones usados para la soldadura por extrusión de la geomembrana deberán tener la misma resina y ser del mismo proveedor que la geomembrana. No se permitirá utilizar material reciclado. Los elementos extruidos o cordones no deberán estar contaminados con sustancias extrañas y deberán cumplir con las especificaciones señaladas en la Tabla 8.4. El Fabricante deberá realizar estas pruebas con una frecuencia de una prueba por lote.

Tabla 2: 7Especificaciones para los elementos extruidos o cordones

Propiedad	Designación del Ensayo	Valores Especificados
Gravedad Específica	ASTM D-1505	la misma que la resina
Contenido de Negro de Humo	ASTM D-1603/D-4218	2 a 3%
Índice de Fusión	ASTM D-1238 Condición E	< 1 gramo por 10 minutos

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

NOTA:

Esta tabla es parte de una sección completa de las especificaciones técnicas para este material. Si el fabricante del materiales a ser suministrados

para este proyecto ah revisito únicamente las tablas de propiedades es su obligación solicitar las especificaciones completas de los materiales.

Los elementos extruidos o cordones deberán ser proporcionados en rollos, identificados con el número de rollo, número de lote y fabricante. El diámetro del cordón no deberá variar más allá del +/- 10% de su valor nominal. Las varillas deberán estar exentas de ranuras, deformaciones, acanaladuras, burbujas, y cualquier otro defecto visible.

2.5.2.2.8. INSTALACIÓN DE LA GEOMEMBRANA

La instalación de la geomembrana será efectuada por el Fabricante de la geomembrana o por un Instalador con experiencia. Adicionalmente se proporcionara un certificado de conformidad firmado por un representante autorizado del Fabricante en el que señale que el material a ser suministrado cumple con las propiedades especificadas. El propósito de estas especificaciones es lograr un sistema de revestimiento que esté libre de defectos de acuerdo a como lo permitan las técnicas actuales de instalación e inspección.

2.5.2.2.9. COLOCACIÓN DE LA GEOMEMBRANA

La geomembrana deberá ser colocada según el plano de distribución de paneles entregado por el Instalador y aprobado por el Ingeniero de EVC. Todos los paneles de revestimiento deberán estar orientados de tal manera que las costuras sean ejecutadas en dirección de la máxima pendiente. En taludes más empinados que 10H:1V, los paneles serán colocados en forma perpendicular a las curvas de nivel, a menos que el Ingeniero de EVC apruebe lo contrario. No se permitirán costuras horizontales en taludes más empinados que 6H:1V, a menos que el Ingeniero de EVC apruebe lo contrario. Todas las costuras horizontales deberán estar separadas por un mínimo de 1 panel sin costura horizontal.

En la medida que sea posible, en taludes más empinados que 6H:1V, todas las costuras transversales deberán estar localizadas en banquetas intermedias y todos los paneles deberán ser extendidos en su total longitud entre dichas

banquetas. De ser necesario, el Fabricante de geomembrana producirá rollos de un tamaño mayor que desplegarán su longitud total entre las banquetas. Si las costuras transversales no pueden ser evitadas en taludes inclinados donde no existen banquetas, el final de cada panel será cortado y soldado diagonalmente a 45 grados y localizado dentro de los 25 m del extremo del panel (traslape del panel inferior/soldadura de fusión).

Cada panel deberá estar etiquetado con un número o código único de identificación acordado por todas las partes. El revestimiento será desplegado usando métodos y equipos que no dañen la geomembrana o el suelo de baja permeabilidad. El personal de instalación que trabaje en el revestimiento no fumará, y no deberá utilizar zapatos que puedan dañar la geomembrana, así como tampoco realizará otras actividades potencialmente dañinas.

El Instalador usará los medios apropiados para proteger la geomembrana de ser levantada por causa del viento. Los bordes de los paneles deberán tener un lastre continuo para disminuir la posibilidad de que el viento penetre debajo de los paneles. El material usado para mantener sujeto el revestimiento no deberá causarle daño alguno. Se permitirá la circulación sobre la geomembrana expuesta de pequeños vehículos tipo todo terreno, con previa aprobación del Ingeniero de CQA y Cliente, siempre y cuando el Instalador demuestre que el vehículo no dañará la manta.

Durante las operaciones de instalación de la geomembrana, el Instalador deberá realizar el mayor esfuerzo posible de modo de minimizar los desperdicios.

Conforme se despliega el material de revestimiento, éste deberá ser inspeccionado visualmente y cualquier defecto deberá ser marcado para su reparación. Si se identifica una cantidad significativa de defectos, según lo determine el Ingeniero de CQA, el material será retirado y reemplazado sin que esto represente gasto alguno para el Cliente. No se debe permitir el despliegue del revestimiento en periodos húmedos o de demasiado viento, en presencia de

agua estancada o sobre suelo congelado sin la aprobación del Ingeniero de CQA o del Cliente.

El Instalador proporcionará suficiente holgura en la geomembrana como para permitir la contracción causada por bajas temperaturas. Antes de iniciar la construcción, el Instalador deberá presentar los cálculos y un cuadro resultante que muestre la cantidad de material extra requerido por cada 25 m² de geomembrana colocada, para una temperatura determinada.

2.5.2.2.10. SOLDADURA DE LA GEOMEMBRANA

Antes de la instalación, el Instalador deberá presentar el currículum del personal de soldadura o costura que tomará parte en el proyecto. Deberá haber por lo menos un supervisor de soldadura (capataz de turno), el cual deberá tener una experiencia mínima de 500 000 m² de instalación de revestimientos, bajo condiciones de terreno y clima similares, usando los equipos de soldadura propuestos para su uso en el sitio.

No se iniciará ninguna costura hasta que cada técnico de soldadura y cada aparato de soldadura usado en el campo hayan realizado una costura de prueba. Fragmentos de geomembrana de 1 m de largo y 0,30 m de ancho serán soldados con las mismas condiciones del área que será revestida. Un mínimo de cinco cupones de 25 mm de ancho deberán cortarse de la costura de prueba y ser debidamente ensayados (dos para corte y tres para pelado) con un tensiómetro de campo especificado por la norma ASTM D-6392.

Una costura de prueba es aprobada cuando los cupones para ensayos de corte presenten lo siguiente:

- ✓ La rotura debe ser dúctil y presentar por lo menos 200% de deformación antes de que ocurra. El 200% de elongación está definida colocando cada mordaza a una distancia de 25 mm del extremo de la soldadura, y requiriendo que cualquier lado donde primero se inicie la fluencia se extienda un mínimo de 75 mm de distancia antes de la rotura;

- ✓ Presentar una rotura tipo FTB (“film tearing bond”), soldadura con lámina rasgada;
- ✓ La resistencia a la rotura debe ser 90% de la resistencia especificada de la lámina en el punto de fluencia; y
- ✓ No exhibir separación en plano (SIP), según se define en estas especificaciones.

Los cupones para ensayos de pelado deben presentar lo siguiente:

- ✓ La rotura debe ser dúctil;
- ✓ Presentar una rotura tipo FTB (“film tearing bond”), soldadura con lámina rasgada en la adhesión con no más de 10% de penetración de pelado en la soldadura;
- ✓ La resistencia a la rotura debe ser 70% (fusión) o 60% (extrusión) de la resistencia especificada de la lámina en el punto de fluencia en pelado; y
- ✓ No exhibir separación en plano (SIP).

La separación en plano para los ensayos tanto de las costuras como de la lámina base está definida, para propósitos de esta especificación, cuando ocurre una separación paralela o sub-paralela dentro de la lámina durante el ensayo de corte, con una primera manifestación a una elongación de menos de 200% o de la elongación especificada en el punto de rotura del material en cuestión. Una falla de una soldadura es considerada SIP cuando por lo menos 10% del área de rotura se encuentra dentro de la lámina base.

Se probará la resistencia al pelado de ambas soldaduras de una costura de doble fusión. Se considera aprobada una costura de prueba cuando todos los cupones pasan los requerimientos anteriormente mencionados. Si las costuras de prueba fallan repetidamente, no se empleará ni al técnico ni el aparato de soldadura hasta que se identifique el motivo de la falla. Una vez que las costuras de prueba han sido aprobadas por el Ingeniero de CQA, podrá iniciarse la costura del revestimiento.

Los paneles de geomembrana deberán tener un traslape mínimo de 75 mm para la soldadura de extrusión y de 100 mm para la soldadura de cuña. Cualquier

abultamiento o arruga en los traslapes de la costura deberá ser cortado y retirado. Si después del corte, el traslape es de menos de 75 mm, el área deberá ser parchada. Conforme avance la costura, el Instalador deberá registrar la temperatura ambiente medida a 0,15 m del revestimiento, la temperatura operativa, la presión y la velocidad de la soldadora de cuña, y las temperaturas de extrusión en el cilindro y en la boquilla la soldadora de extrusión.

Si el Instalador usa un dispositivo de soldadura de cuña caliente, éste deberá ser autopropulsado y estar equipado con medidores digitales para el monitoreo de la temperatura, el voltaje y la velocidad del aparato. El aparato de soldadura de cuña no deberá ser colocado directamente sobre el revestimiento cuando no esté en uso. El Instalador deberá asegurarse de que no haya suciedad ni humedad almacenadas entre las láminas de revestimiento. Todas las costuras deberán extenderse hacia la trinchera de anclaje hasta el final de cada panel.

Cuando se utilice un aparato de soldadura de extrusión, el Instalador deberá soldar el revestimiento de tal manera que no dañe la geomembrana. El Instalador deberá limpiar y secar minuciosamente el área de soldadura inmediatamente antes de unir y soldar. Antes de soldar y después de cualquier pausa en el trabajo mayor de tres minutos, el material de extrusión degradable por calor ya enfriado, deberá ser retirado del aparato de soldadura. Los bordes superiores de la geomembrana serán biselados antes de soldar y se usará una esmeriladora de disco para retirar el óxido de la superficie del revestimiento no más de media hora antes de soldar. En costuras que tengan más de cinco minutos de realizadas, el borde de la soldadura deberá ser esmerilado antes de continuar con la soldadura. Todas las marcas del esmerilado no deberán exceder los 6 mm más allá de la cabeza de la soldadura. La esmeriladora deberá mantenerse paralela al borde del revestimiento y cualquier área en la que el esmerilado sobrepase 0,1 mm deberá ser parchada.

No se realizará ninguna costura si la temperatura medida a 0,15 m sobre el revestimiento es inferior a 4°C (40 °F) o superior a 38 °C (100 °F), a menos que exista una aprobación escrita del Ingeniero de CQA y el Cliente. Cuando la temperatura es inferior a 10 °C (50 °F), el Instalador precalentará la soldadura con un dispositivo de aire caliente.

2.5.2.2.11. EQUIPO DE SOLDADURA

Los procesos aprobados para la costura en campo son la soldadura por extrusión y la soldadura por cuña en caliente. Los procesos alternativos propuestos serán documentados y presentados al Cliente y al Ingeniero de CQA para su aprobación.

El Instalador proporcionará un mínimo de tres (03) aparatos de soldadura de extrusión en funcionamiento y cuatro (04) aparatos de soldadura de fusión en funcionamiento (tres para operaciones normales de soldadura más uno de repuesto), además de un equipo completo de repuestos (incluyendo motores y calentadores) para cada tipo de aparato. Se puede permitir que el Instalador proporcione un aparato completo de soldadura, en lugar de un motor de repuesto. Si el Instalador deja de cumplir con este requerimiento por más de 48 h, el Cliente puede comprar y proporcionar el equipo necesario.

Los aparatos de soldadura de extrusión deberán estar equipados con medidores que indiquen la temperatura del aparato en la boquilla. El aparato de soldadura de fusión debe ser un dispositivo automatizado instalado en un vehículo que produzca una soldadura doble con un espacio intermedio. El aparato de soldadura de fusión deberá estar equipado con medidores que indiquen las temperaturas aplicables. El Ingeniero de CQA deberá verificar que:

- ✓ El equipo usado para la soldadura no pueda dañar la geomembrana.

- ✓ El equipo de soldadura de extrusión sea purgado antes de empezar el trabajo hasta que todo el material de extrusión degradado por el calor haya sido retirado del cilindro; y El generador eléctrico esté colocado en una base uniforme como para que no se produzca ningún daño a la geomembrana.

2.5.2.2.12. CONTROL DE CALIDAD DE CAMPO

El Instalador deberá designar a un técnico responsable de supervisar y/o llevar a cabo el programa de control de calidad de campo del Instalador. La prueba de soldadura de la geomembrana deberá consistir tanto de una prueba destructiva, como de una no destructiva. Todas las soldaduras deberán ser inspeccionadas al 100% utilizando métodos de prueba no destructivos.

2.5.2.3. ENSAYOS

2.5.2.3.1. CAJA DE VACÍO

Se usarán cajas de vacío para las pruebas no destructivas de las soldaduras de extrusión en toda su longitud. Antes de usar la caja de vacío, se deberá mojar la soldadura a ser examinada con una solución jabonosa. Luego, se deberá colocar la caja de vacío sobre la soldadura y se deberá extraer un vacío de 35 a 55 kPa. Se deberá observar toda la longitud de la caja a través de la ventana durante un período de por lo menos 15 segundos para verificar la creación de burbujas y deberá ser sometida a prueba con un traslape mínimo de 75 mm con respecto a la sección anterior. Se deberá identificar, reparar y volver a probar cualquier área en la que aparezcan burbujas.

En áreas en las que no se pueda hacer la prueba de la caja de vacío, la soldadura deberá ser protegida con una cinta de cobertura soldada con extrusión. Si la soldadura puede ser probada antes de la instalación, entonces el Instalador

deberá de llevarlo a cabo. El Ingeniero de CQA deberá observar el proceso de soldadura y las pruebas de estas áreas.

2.5.2.3.2. PRUEBA DE PRESIÓN DE AIRE

Si se usa el sistema de soldadura de doble cuña caliente, se puede llevar a cabo una prueba de presión de aire en lugar de una de vacío. Cada longitud continua de soldadura deberá ser sometida a una presión de 205 kPa (30 psi) y monitoreada por un período de 5 minutos. Para ser aprobada, la soldadura deberá estabilizarse y no perder más de 15 kPa (2 psi) de presión. El método de prueba deberá incluir un método para verificar que la longitud total del canal de aire esté presurizada. Si la soldadura de cuña no puede someterse a la prueba de aire debido a una obstrucción en el canal de aire, se deberá considerar que la costura soldada ha fallado. Se deberá reparar y volver a probar cualquier costura fallada sin ningún costo para el Cliente. La reparación puede incluir una soldadura de extrusión a lo largo de soldadura de cuña.

2.5.2.3.3. PRUEBA DE CHISPA

La prueba de chispa deberá ser realizada en aquellas áreas donde no sea posible realizar ya sea la prueba de vacío o de presión de aire. El equipo para la prueba de chispa deberá estar conformado por, pero no limitado a: un aparato de prueba de chispa de abertura que sea portátil y varilla conductiva que genere alto voltaje.

Las actividades de prueba deben ser realizadas por el Instalador de la geomembrana, mediante la colocación de una cinta conductora de electricidad o alambre debajo de la costura antes de realizada la soldadura. Una soldadura de prueba conteniendo un segmento no soldado deberá ser sometida a un ensayo de calibración para asegurarse que este defecto (segmento no soldado) será identificado bajo las condiciones y procedimientos del aparato a utilizar. Después

de completar la soldadura, encender el aparato de prueba de chispa y mantenerlo aproximadamente 25 mm encima de la soldadura, moviéndolo lentamente en toda la longitud de la misma de acuerdo con ASTM D-6365. Si no aparece la chispa, se considera que la soldadura está libre de fugas. Una fuga indica un agujero en la costura. El área fallada debe ser ubicada, reparada y ensayada nuevamente por el Instalador. Se deberá tener cuidado si hay presencia de gases inflamables en el área a ser ensayada.

2.5.2.3.4. PRUEBA DESTRUCTIVA

Se deberá determinar la ubicación de todas las muestras para pruebas destructivas. Se deberá obtener como mínimo 1 muestra por cada 150 m de la costura. El Instalador deberá reparar cualquier soldadura de apariencia sospechosa antes de someter una costura a un muestreo destructivo. Las muestras destructivas deberán ser recortadas a medida que la instalación progresa y no a la culminación del proyecto. Todas las muestras destructivas deberán ser marcadas con números consecutivos junto con el número de costura. Se deberá mantener un registro indicando la fecha, hora, ubicación, nombre del técnico encargado de la costura, aparato, temperatura y criterio de aprobación o desaprobación. Todos los agujeros de las muestras destructivas deberán ser reparados inmediatamente. Las muestras destructivas deberán tener un mínimo de 0,30 m de ancho por 1 m de largo con la costura centrada en toda la extensión.

Las muestras destructivas deberán ser cortadas en tres: dos de 0,30 m por 0,30 m (una para el Instalador y otra para el Cliente) y una de 0,30 m por 0,40 m (para el Ingeniero de CQA). Antes de remover una muestra destructiva, se deberá cortar dos cupones de 25 mm de ancho en cada borde de la ubicación de muestra destructiva designada y ser probados en campo usando un tensiómetro de campo. Estos cupones deberán cumplir con los requerimientos especificados para el corte y el pelado. Si un cupón falla, el Instalador deberá ir a una distancia mínima de 3 m en cada dirección y obtener muestras adicionales para volver a

realizar la prueba. Estas muestras deberán ser igualmente entregadas al Ingeniero de CQA para ser sometidas a prueba utilizando un tensiómetro de campo. Este procedimiento deberá continuar hasta que los cupones en cada lado de una ubicación de muestra destructiva aprueben los criterios de rotura y pelado.

Una vez que los cupones hayan cumplido con los requerimientos de resistencia de la costura, se deberá obtener una muestra destructiva y dividirla tal como se especificó anteriormente. Ninguna muestra destructiva se obtendrá de pruebas de cupones fallados. El Ingeniero de CQA deberá realizar las pruebas de muestras destructivas en campo o podrá hacerlo fuera del sitio con el consentimiento del Cliente. Para cada prueba destructiva, un mínimo de 5 cupones para corte y 5 cupones para pelado deberán ser ensayadas de acuerdo a ASTM D-4437; las muestras de pelado y corte deberán ser alternadas cuando sean seleccionadas para ser ensayadas (por ejemplo, muestra 1 para pelado, muestra 2 para corte, etc.).

Ninguna operación de soldadura debe empezar hasta que cada técnico y aparato de soldadura usado en el campo haya aprobado el ensayo de soldadura (costura de prueba). Restos del material de revestimiento de por lo menos 1 m de largo por 0,30 m de ancho deberán ser soldados, bajo las mismas condiciones de aquellas áreas a ser revestidas. Un mínimo de cinco cupones de 25 mm de ancho deberán ser cortados de la soldadura de prueba y ensayados cuantitativamente (dos en corte y tres en pelado, alternando las muestras para pelado) con un tensiómetro de campo de acuerdo con la norma ASTM D-4437 y su modificación según NSF 54. Un ensayo de soldadura pasa cuando:

Para cupones para ensayos de corte:

- ✓ La rotura debe ser dúctil y presentar por lo menos 200% de deformación antes de que ocurra. El 200% de elongación está definida colocando cada

mordaza a una distancia de 25 mm del extremo de la soldadura, y requiriendo que cualquier lado donde primero se inicie la fluencia se extienda un mínimo de 75 mm de distancia antes de la rotura;

- ✓ Presentar una rotura tipo FTB (“film tearing bond”), soldadura con lámina rasgada;
- ✓ La resistencia a la rotura debe ser 90% de la resistencia especificada de la lámina en el punto de fluencia; y
- ✓ No exhibir separación en plano (SIP), según se define en estas especificaciones.

Para cupones para ensayos de pelado:

- ✓ La rotura debe ser dúctil;
- ✓ Presentar una rotura tipo FTB (“film tearing bond”), soldadura con lámina rasgada en la adhesión con no más de 10% de penetración de pelado en la soldadura;
- ✓ La resistencia a la rotura debe ser 70% (fusión) o 60% (extrusión) de la resistencia especificada de la lámina en el punto de fluencia en pelado; y
- ✓ No exhibir separación en plano (SIP).

Ambas soldaduras de una costura de doble fusión serán probadas para observar la resistencia de pelado. Se permitirá una falla de resistencia a la rotura en la medida que no más del 20% por debajo de la resistencia especificada y que el promedio de 5 cupones se encuentre dentro de la especificación de resistencia. Para los propósitos de permitir el criterio de una falla de resistencia se deberá utilizar el valor más bajo obtenido de ambos lados de una soldadura de fusión ensayado al pelado. El Ingeniero de CQA notificará al Instalador de cualquier resultado que haya fallado. En caso que una muestra destructiva falle, el Instalador deberá alejarse 3 m de la zona de falla en cualquier dirección y tomar muestras destructivas adicionales. Este procedimiento deberá continuar hasta que se obtengan resultados positivos. El Instalador deberá reparar o colocar capas soldadas a aquellas zonas que hayan fallado en las pruebas destructivas. El Instalador no puede cubrir ninguna costura que no haya sido probada a menos

que acuerde por escrito descubrir cualquier costura fallada y hacer las reparaciones requeridas.

2.5.2.2.13. REPARACIONES DE LA GEOMEMBRANA

El Instalador podrá reparar ralladuras de menos de 6 mm utilizando una soldadura de extrusión. Se deberá retirar el óxido de la superficie alrededor de la ralladura esmerilando un mínimo de 12 mm alrededor de la ralladura y soldándolo inmediatamente. Luego de que la ralladura haya sido soldado, deberá someterse a pruebas de vacío para identificar posibles fugas. Se deberá registrar el resultado de la prueba, el nombre de quien la realiza y la fecha en el revestimiento cerca de la reparación.

Se deberán parchar todos los agujeros de muestra, roturas, agujeros grandes y pequeños, o áreas con burbujas o materia prima no dispersa. Los parches deberán tener forma redonda u ovalada y deberán extenderse por lo menos hasta 0,15 m más allá del defecto, y deberán estar hechos del mismo material de la geomembrana. Se deberá biselar el borde del parche y soldarlo al revestimiento de acuerdo a los procedimientos señalados para la soldadura de extrusión. Todos los parches se deberán someter a la prueba de vacío, y se deberá registrar el resultado de dicha prueba, el nombre de la persona que realiza la prueba y la fecha en el revestimiento cerca de la reparación.

En áreas que tengan defectos muy grandes, se deberá retirar y reemplazar el material sin costo adicional para el Cliente. También se deberán remover todos los pliegues o arrugas grandes. El Ingeniero de CQA deberá determinar las áreas que requieran ser retiradas. Se deberán destapar todas las costuras que reprobren la prueba destructiva o que no puedan pasar por la prueba de vacío. Los puentes o "trampolines" de la geomembrana también deberán ser reparados antes de ser cubiertos. En ningún momento el Instalador deberá desechar los sobrantes del revestimiento, materiales de empaque, u otros artículos debajo del revestimiento de geomembrana.

2.5.2.2.14. EXCAVACIÓN Y RELLENO DE TRINCHERAS DE ANCLAJE

El Contratista deberá responsabilizarse por la excavación y el relleno de todas las trincheras de anclaje, las cuales deberán ser excavadas y rellenadas a su debido tiempo a medida que progresa la construcción, según lo determine el Ingeniero de CQA. Se deberá realizar el relleno final sólo después de haber completado la prueba no destructiva de la costura. Antes de la prueba y del relleno final, el Instalador podrá utilizar sacos de arena u otros medios aprobados para evitar temporalmente que el revestimiento sufra movimientos por causa del aire, o movimientos cuesta abajo, etc. según lo apruebe el Ingeniero de CQA. A menos que se apruebe lo contrario, todos los materiales de anclaje deberán ser retirados inmediatamente antes del relleno final.

El relleno deberá llevarse a cabo durante la hora más fría del día que es cuando el revestimiento se contrae, o según lo determine el Ingeniero de CQA. Los materiales de relleno para trincheras de anclaje estándar deberán estar compuestos por relleno compactado que cumpla con los requisitos señalados en las especificaciones técnicas de movimiento de tierras, incluidas en el documento 100762-01-ES-302. También se podrá utilizar material de relleno estructural siempre y cuando se retiren los tamaños mayores a 75 mm (3 pulgadas). Los materiales deberán ser colocados en capas que no excedan los 0,30 m de espesor, deberán ser humedecidos hasta lograr un contenido de humedad en un rango entre -2% y +2% del valor óptimo, y compactados a una compactación relativa de 95% de acuerdo con el método de ensayo ASTM D-6981, a menos que se especifique de otro modo.

2.5.2.2.15. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y ACEPTACIÓN DE LA GEOMEMBRANA

El Ingeniero de CQA llevará a cabo la prueba de aseguramiento de la calidad de acuerdo al Manual de CQC y CQA. El Instalador será responsable de notificar al Ingeniero de CQA cada vez que se completen las áreas de trabajo y estén listas para la prueba de QA. Todos los ensayos destructivos deberán ser completados por el Instalador y el equipo de CQA dentro de un cronograma previamente establecido, el cual tendrá que ser cumplido estrictamente, de tal forma de que el Instalador no tenga áreas relativamente grandes de geomembrana instalada sin haber ejecutado dichos ensayos. Los retrasos ocasionados por la ejecución de los ensayos no serán considerados como fundamentos para prolongar el tiempo para completar el trabajo contratado.

No se permitirá tener un área mayor a 20 000 m² sin que se hayan efectuado las pruebas de control de calidad. De ser este el caso, todas las operaciones de despliegue y colocación de la geomembrana deberán ser detenidas.

El Instalador será responsable de mantener la geomembrana hasta la aceptación final por parte del Ingeniero de CQA. Éste recomendará la aceptación final una vez que todas las costuras hayan pasado las pruebas destructivas, el Instalador haya proporcionado toda la documentación, y todas las pruebas de campo y de laboratorio estén completas y sean satisfactorias. Como parte de la aceptación final, el Instalador deberá suministrar planos "as-built" reproducibles, en los que se muestre la ubicación de los paneles, costuras, principales reparaciones y muestras destructivas. Los planos deberán ser elaborados en hojas de tamaño métrico a una escala métrica aprobada por el Ingeniero de CQA. Deberán ser presentados en formato final junto con copias electrónicas al Cliente dentro de las dos semanas posteriores a la culminación de cada fase de construcción.

2.5.2.3. COLOCACIÓN DE LA CAPA DE SOBREVESTIMIENTO

Los materiales de sobrestamiento u “overliner” tendrán por finalidad proteger el sistema de revestimiento, así como las tuberías de colección de solución de posibles daños ocasionados por el sistema de transporte y esparcido del mineral sobre el pad de lixiviación. Asimismo, debido a las propiedades de permeabilidad del sobrestamiento, éste tendrá la función de facilitar la colección de la solución y su posterior conducción hacia las zonas bajas del pad, actuando como un elemento de drenaje.

Los materiales de sobrestamiento podrán consistir de mineral seleccionado durable o podrán provenir de una fuente de préstamo aprobada por el Ingeniero de CQA. El material de sobrestamiento deberá cumplir con los requerimientos indicados en la Tabla , “Especificaciones del Sobrestamiento”. Este material deberá ser colocado sobre la geomembrana de acuerdo al espesor indicado en los planos.

Tabla 3: Especificaciones del material de sobrestamiento (Overliner)

Tamaño de Malla		% que pasa
SI	Norma EE.UU.	
38 mm	1.5 pulgadas	100
25 mm	1 pulgada	60 - 100
13 mm	1/2 pulgada	35-65
4.75 mm	#4	25-50
0.45 mm	#40	10-25
0.075 mm	#200	0-10
Índice de Plasticidad (ASTM D-4318)		No Plástico
Permeabilidad (ASTM D-5084)		Mayor a 1E-3m/s

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

El Contratista es responsable del transporte y el esparcido del material de sobrestamiento sobre toda el área del pad de lixiviación, de acuerdo a lo mostrado en los planos. El Ingeniero de CQA deberá obtener muestras del

material a ser utilizado y llevar a cabo ensayos en el campo o en laboratorio para determinar si éste cumple con los requerimientos especificados en la Tabla 1.10. El Contratista deberá obtener la granulometría del material antes de ser colocado y no colocará ningún material de sobreevestimiento sin la aprobación del Ingeniero de CQA.

2.5.2.3.1. CONSTRUCCIÓN

El Instalador y el Cliente deberán confirmar que la instalación de la geomembrana y todas las reparaciones subsecuentes hayan sido realizadas y que el área ha sido aprobada para la disposición de los materiales del sistema de colección de la solución. El Ingeniero de CQA deberá dar la aprobación final de la geomembrana instalada. Todos los sacos de arena usados para anclajes temporales de la geomembrana o de las tuberías colectoras deberán ser retirados antes de la colocación de la capa de sobreevestimiento.

El Contratista deberá colocar el material de sobreevestimiento solamente en las zonas aprobadas por el Ingeniero de CQA, realizando la conformación de una capa de 0,75 m (espesor final) de material de drenaje seleccionado en taludes menos empinados que 2,5H:1V y en zonas accesibles para los equipos utilizados en el esparcido, de acuerdo a los planos de construcción y bajo la supervisión del Ingeniero de CQA.

El material de sobreevestimiento deberá ser colocado utilizando equipos de baja presión de contacto, diseñado especialmente para el corte y el empuje de material, como un tractor de orugas o de cadenas D6, evitando paradas y maniobras bruscas que produzcan esfuerzos que puedan deteriorar la geomembrana. Si el Ingeniero de CQA considera que el procedimiento utilizado para la colocación del sobreevestimiento no es el adecuado se deberá detener todas las operaciones hasta que se apruebe un método apropiado. De ser

necesario, a criterio del Ingeniero de CQA se deberá inspeccionar el revestimiento de geomembrana en las zonas donde haya sospechas que se haya producido algún tipo de daño.

Los métodos de colocación de la capa de sobrerestimiento serán determinados por el Contratista. Sin embargo, si el Ingeniero de CQA lo cree conveniente, se deberá conformar un relleno de prueba con la finalidad de establecer los criterios de construcción de la capa de sobrerestimiento y de evaluar cualquier daño ocasionado a la geomembrana debido a las operaciones de construcción propuestas por el Contratista.

En ningún momento se admitirá que los equipos de esparcido o transporte crucen por sobre las tuberías de colección principales y/o laterales a menos que se compruebe, mediante un ensayo de campo, que el equipo no dañará las tuberías. El material de drenaje seleccionado (grava o sobrerestimiento) será colocado en dirección talud arriba durante el periodo más frío del día para evitar el daño de la geomembrana causado por la propagación de arrugamientos o plegamientos excesivos de la misma. La colocación del material de drenaje no se deberá hacer cuando la temperatura ambiental sea menor a 0° C y en ningún caso se colocará este material sobre nieve, a menos que el Ingeniero de CQA lo apruebe. De igual manera no se colocará dicho material cuando la temperatura ambiental a 0,15 m sobre la geomembrana exceda los 35°C, a menos que el Ingeniero de CQA lo apruebe.

Todas las actividades relacionadas con el sistema de colección de la solución deberán ser inspeccionadas periódicamente por el Ingeniero de CQA y la ocurrencia de cualquier daño producido por alguna de estas actividades, deberá ser informada de inmediato al Cliente.

2.5.2.3.2. RELLENO DE PRUEBA

El relleno de prueba es un procedimiento a ser realizado en campo para verificar la integridad de la geomembrana después de realizar los trabajos de colocación y esparcido de los materiales de sob revesti miento y mineral sobre la superficie del pad de lixiviación. Este procedimiento consiste en colocar una muestra de geomembrana (igual a la que será colocada en el pad de lixiviación) sobre una superficie nivelada y preparada con una capa de suelo de baja permeabilidad, similar a lo propuesto para el sistema de revesti miento de la plataforma del pad. Sobre esta superficie, se colocará el material de sob revesti miento en capas con los espesores indicados en los planos de ingeniería utilizando los mismos equipos de colocación y esparcido que se utilizarán durante los trabajos sobre el pad de lixiviación. Estos equipos deberán movilizarse y realizar maniobras similares a las de una operación común. Al final de la prueba, se obtendrán las muestras de geomembrana para comprobar su integridad y registrar los daños sufridos. Si el Ingeniero de CQA determina que la muestra de geomembrana recuperada muestra daños que no son aceptables para la operación, el espesor de la capa de sob revesti miento podrá incrementarse hasta lograr resultados óptimos.

Para la realización del relleno de prueba, todos los materiales deberán ser colocados según el espesor indicado en los planos y acorde a los requerimientos de las especificaciones técnicas del proyecto. Asimismo, si durante la construcción de la capa de sob revesti miento las características del material varían significativamente o si las condiciones del terreno lo hacen necesario, el Ingeniero de CQA podrá requerir rellenos de prueba adicionales, siendo responsabilidad del Contratista brindar todas las facilidades que sean necesarias para tal efecto.

La realización del relleno de prueba dependerá del método de construcción propuesto por el contratista y por lo tanto, es responsabilidad del Ingeniero de CQA brindar un documento escrito especificando el procedimiento a seguir antes de la realización de este relleno. Una vez que el Ingeniero de CQA y el Contratista se hayan puesto de acuerdo, los procedimientos operativos establecidos por el relleno de prueba serán utilizados hasta que se concluya con la construcción de la capa de sobrerrevestimiento, o hasta que las condiciones del material cambien en forma significativa, lo cual de ser necesario originará la necesidad de rellenos de prueba adicionales.

Asimismo, para confirmar que el procedimiento determinado es el adecuado, el Contratista deberá destapar la capa de geomembrana en el momento que sea requerido por el Ingeniero de CQA y en el lugar determinado por el éste, para determinar los daños ocasionados por los movimientos del equipo y el material sobre la geomembrana. Esto establecerá el procedimiento de operación que el Contratista seguirá para la colocación de la capa de sobrerrevestimiento, limitando cualquier daño a la geomembrana.

Al finalizar el relleno de prueba, el Contratista, deberá elaborar un informe del mismo el que será presentado al Ingeniero de CQA para su aprobación. Este informe deberá incluir toda la documentación pertinente a este relleno, incluyendo fotografías y una explicación detallada del procedimiento a utilizar durante el proceso constructivo.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

La investigación se base respetando a la norma ASTM relacionado la calidad de materiales de la subrasante, la calidad de la instalación de la geomembrana y la calidad del material de cubierta así como, la instalación del material del sobrerrevestimiento.

III. RESULTADOS

Se va a comparar los resultados obtenidos del laboratorio correspondiente para cada etapa con las especificaciones técnicas del proyecto que se basan a las normas ASTM.

RESULTADOS PARA SUELOS DE BAJA PERMEABILIDAD.

Anddes		CONSTRUCCIÓN Resumen de Ensayos																		1113.10.-50-2326-001													
SIG AND																				Revisión : 0													
Cliente: Minera Bambak Misquichilca S.A. (MBM)																				Fecha : 03/02/2015													
N° Proyecto: 1113.10.22																				10-AND-50-FOR-2326 / RA / 30-01-15													
Material: Suelo de Baja Permeabilidad																				Proyecto: COA Pad de Lixiviación Fase 5													
Procedencia: Fase 5 (Plataforma TRC) y Plataforma Early Works (mezcla arcilla con grava)																				Ubicación: Santiago de Chuco- La Libertad													
																				Preparado por: Wagner Viza													
																				Periodo: 2015 y 2016													
Prueba N°	Código de Muestra	Fecha de Ensayo (Granulometría)	Lugar de Muestreo	Análisis Granométrico por Tamizado (% que pasa)																Hum (%)	L. Atterberg (%)			Clasif. SUCS	Peso Espec.	Compacción Laboratorio		Método		Pasa / Falla			
				8"	6"	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°60		N°100	N°140	N°200			LL	LP	IP	MDS (gr/cm³)		OCH (%)	D 50	D 1557
89	SL-160330	30/03/2016	Colocado en Sector 3 norte	—	—	—	100.0	96.2	92.8	83.1	73.8	69.4	63.2	60.9	57.9	55.9	54.1	52.3	49.5	46.3	44.2	43.0	14.8	55	34	21	GM	—	—	—	—	—	P
90	SL-160402	02/04/2016	Cono 88- Plataforma MBM	—	—	—	100.0	97.0	84.5	76.4	65.0	59.1	54.0	51.6	49.6	47.2	43.1	40.0	37.8	35.9	35.0	34.3	22.4	54	37	17	GM	2.543	1.949	13.3	X	—	P
91	SL-160407	07/04/2016	Cono 89- Plataforma MBM	—	—	—	100.0	95.1	87.1	76.5	66.8	60.2	54.3	52.1	50.3	48.1	45.4	42.7	40.5	38.6	37.7	37.1	19.4	50	35	15	GM	—	—	—	—	—	P
92	SL-160422	22/04/2016	Cono 91- Plataforma MBM	—	—	—	100.0	95.5	86.9	77.8	66.3	63.4	57.7	55.1	50.3	47.0	45.1	43.4	41.5	39.2	38.1	37.4	18.4	51	33	18	GM	—	—	—	—	—	P

Tamaño de Malla		% que pasa
SI	Norma EE.UU.	
75 mm	3 pulgadas	100
38 mm	1.5 pulgadas	65 - 90
25 mm	1 pulgada	55 - 80
13 mm	1/2 pulgada	45 - 70
4.75 mm	#4	40 - 60
.45 mm	#40	30 - 55
0.075 mm	#200	25 - 45
Índice de Plasticidad (ASTM D-4318)		Mayor que 10
Permeabilidad (ASTM D-5084)		< 5 x 10 ⁻⁶ cm/s

Se observa en el resumen todas las muestras, de las cuales solo se colocaron la parte final mostrando la cantidad de ensayos efectuados en el proyecto. Queda establecido que los ensayos cumplieron con los requerimientos exigidos en las especificaciones técnicas del proyecto.

Por otro lado, se verificaron por medio de calicatas la altura de la capa que tiene como mínimo 30 cm.

Medición del Coeficiente de Permeabilidad							
Nº	Gradiente (V/h)	Tiempo (s)	Vól (V) (cm ³)	Caudal (Q) (cm ³ /s)	Perm. (K _v) (cm/s)	T °C	K _{T20} °C (cm/s)
1	24,77	1.020,0	0,28	2,5E-04	1,3E-07	26,0	1,1E-07
2	24,59	720,0	0,20	2,8E-04	1,4E-07	26,0	1,2E-07
3	24,24	1.440,0	0,38	2,6E-04	1,4E-07	26,0	1,2E-07
4	24,00	1.020,0	0,26	2,5E-04	1,3E-07	26,0	1,2E-07
5	23,71	1.260,0	0,32	2,5E-04	1,4E-07	26,0	1,2E-07
6	23,51	840,0	0,22	2,6E-04	1,4E-07	26,0	1,2E-07
7	23,22	1.020,0	0,32	3,1E-04	1,7E-07	26,0	1,5E-07
8	22,97	1.200,0	0,28	2,3E-04	1,3E-07	26,0	1,1E-07
9	22,53	1.860,0	0,48	2,6E-04	1,4E-07	26,0	1,3E-07
Promedio							1,2E-07

Tamaño de Malla		% que pasa
SI	Norma EE.UU.	
75 mm	3 pulgadas	100
38 mm	1.5 pulgadas	65 - 90
25 mm	1 pulgada	55 - 80
13 mm	1/2 pulgada	45 - 70
4.75 mm	#4	40 - 60
0.45 mm	#40	30 - 55
0.075 mm	#200	25 - 45
Índice de Plasticidad (ASTM D-4318)		Mayor que 10
Permeabilidad (ASTM D-5084)		< 5 x 10 ⁻⁶ cm/s

Se observa que el ensayo de permeabilidad cumple con lo requerido en las especificaciones técnicas del proyecto, teniendo como resultado 1.2E-07. También se cumplió con la frecuencia de ensayos, según la tabla N° 4.

RESULTADOS PARA COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA

Propiedad	Designación del Ensayo	Requerimiento	Frecuencia de Ensayo (Mínimo)
Espesor de Lámina	ASTM D-5994	Min. 1.90 mm Prom. Proy. 2.00 mm (nota 1)	cada rollo
Altura de la Aspereza (nota 2)	GM 12	Min: 0.25 mm Max: 0.60 mm	cada 2do rollo (nota 3)
Gravedad Específica	ASTM D-1505/ D-792	0.920 - 0.930	90,000 kg
Resistencia a la Tracción en el Punto de Rotura (nota 4)	ASTM D-6693 Tipo IV	Min. 21 N/mm	9,000 kg
Elongación en el Punto de Rotura (nota 4)	ASTM D-6693 Tipo IV	Mín prom rollo 400% Mín cupón 250%	9,000 kg
Modulo al 2%	ASTM D-5323	Max. 840 N/mm	para cada formulación
Resistencia al Desgarro	ASTM D-1004	Min. 200 N	20,000 kg
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D-4833	Min. 400 N	20,000 kg
Elongación Multiaxial en el Punto de Rotura	ASTM D-5617	Min. 30%	para cada formulación
Contenido de Negro de Humo	ASTM D-1603 (nota 5)	2 a 3%	9,000 kg
Dispersión de Negro de Humo	ASTM D-5596	(nota 6)	20,000
Tiempo de Inducción a la Oxidación (OIT) (min. prom.) (nota 7) a. OIT estándar, o b. OIT a alta presión	ASTM D-3895 ASTM D-5885	100 min. 400 min.	90,000 kg
Envejecimiento en Horno a 85°C (nota 8) a. OIT estándar (min. prom.) % retenido después de 90 días; o b. OIT a alta presión (min. prom.) % retenido después de 90 días	ASTM D-5721 ASTM D-3895 ASTM D-5885	35% 60%	para cada formulación
Resistencia UV (nota 9) a. OIT estándar (min. prom.); o b. OIT a alta presión (min. prom.) % retenido después de 1600 hrs (nota 11)	GM11 ASTM D-3895 ASTM D-5885	N.R. (nota 10) 35%	para cada formulación
Separación en Plano (SIP)	(nota 12)	no permitido	cada 2do rollo

		CONSTRUCCIÓN								Revisión:			
		Resumen Control de la Geomembrana lldpe/sst 2.0 mm								Fecha : 25/01/2016			
SIG AND										10-AND-50-FOR-2421 / R0 / 17-04-15			
Cliente		Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM) - Lagunas Norte						Supervisor CQA		Raúl León			
Proyecto		Servicio de Aseguramiento de la Calidad de Construcción (CQA) Pad Fase 6						Ing. CQA		Misael Alvarado			
N° de Proyecto		1113.10.22						Proveedor		Tecnología de Materiales			
Ubicación del Proyecto		Quiruvilca - La Libertad						Fabricante		Polytex			
294	2091	1	LLDPE/SST	1.900	01/12/2015	22/11/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI		
295	2091	2	LLDPE/SST	1.951	01/12/2015	22/11/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI		
296	2091	4	LLDPE/SST	1.957	01/12/2015	22/11/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI		
297	2091	6	LLDPE/SST	1.955	01/12/2015	22/11/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI		
298	2091	8	LLDPE/SST	1.915	01/12/2015	22/11/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI		



Certificado de Calidad

Laboratorio Polytex de Investigación y Ensayos de Materiales Plásticos

Rollo N° 2091 - 02

Producto: Geo 2 LLDPE ST N/N 7,01 MT 2000 MIC
N° de Validación: GE-200070nc12-1001-03
Longitud [m]: 140.000000
Ancho [m]: 7.010000
Fecha Fabricación: 21/11/2015

Cliente: TDM
Factura N°: 001-0009632

Propiedades	Unidad	Norma	Frecuencia	Estándar	Polylab
Epesor					
Promedio	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	> 2.000	2.017
Mínimo	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	> 1.900	1.951
Aspereza Lado A	[mm]	ASTM D7466	Por Rollo	> 0.50	0.529
Densidad	[g/cm ³]	ASTM D1505	18000 [KG]	0.950 a 0.955	0.953
Propiedad Tensiles					
Tensión de Rotura	[KN/m]	ASTM D6693	9000 [KG]	> 21	43.817
Elongación de Rotura	[%]	ASTM D6693	9000 [KG]	> 250	595.386
Resistencia al Rasgado	[N]	ASTM D1004	18000 [KG]	> 200	255.200
Resistencia al Punzonado	[N]	ASTM D4833	18000 [KG]	> 400	605.067
Contenido de Carbón	[%]	ASTM D4218	9000 [KG]	2.0 a 3.0	2.316
Dispersión de Carbón	[Categoría]	ASTM D5596	18000 [KG]	1 a 2	1
Tiempo de Inducción Oxidativa (OIT)	[min]	ASTM D3895	36000 [KG]	> 100	141.000
Resistencia UV OIT Alta presión (1920 horas)	[%]	ASTM D7238, ASTM D5885	Por Formulación	>35	>35
Envejecimiento de Homo a 85°C	[%]	ASTM D5721, ASTM D3895	Por Formulación	>35	>35
Elongación Multiaxial en el Punto de Ruptura	[%]	ASTM D5617	Por Formulación	>30	>30
Modulo de deformación al 2%	[N/mm]	ASTM D5323	Por Formulación	<840	<840
Separación en Plano (SLP)		POLYLAB	Cada 2 Rollos	No Permitido	No observado

Observaciones:

Certifico que el rollo de geomembrana cumple o excede las especificaciones de Industrias Polytex S.A.



Roberto Díaz Palacios
Jefe de Laboratorio y Control de Calidad



Calle D Mz. A Lt. 17 Las Praderas De Lurín - Lima
(01)616-9393
rdiaz@polytex.cl

Se observa en el certificado de calidad los siguientes valores:

Espesor de lámina = 1.951 mm
 Altura de aspereza lado A = 0.529 mm
 Resistencia al punzonamiento = 605.067 N
 Contenido de carbón = 2.316 %
 Dispersión de carbón = 1 categoría

Por lo tanto, estos valores cumplen con las propiedades establecidas para geomembranas de LLDPE SST de 2.0mm exigidas en las especificaciones técnicas del proyecto.

Propiedad	Designación del Ensayo	Requerimiento	Frecuencia de Ensayo (Mínimo)
		Min. 2.38mm	
Espesor de Lámina	ASTM D-5994	Prom. Proy. 2.50 mm (nota 1)	cada rollo
Altura de la Aspereza (nota 2)	ASTM D-7466	Min: 0.35 mm Max: 0.60 mm Prom. 0.5mm	cada 2do rollo (nota 3)
Gravedad Específica	ASTM D-1505/ D-792	0.930 - 0.939	90,000 kg
Resistencia a la Tracción en el Punto de Rotura (nota 4)	ASTM D-6693 Tipo IV	Min. 26 N/mm	9,000 kg
Elongación en el Punto de Rotura (nota 4)	ASTM D-6693 Tipo IV	Mín prom rollo 400% Mín cupón 250%	9,000 kg
Modulo al 2%	ASTM D-5323	Max. 840 N/mm	para cada formulación
Resistencia al Desgarro	ASTM D-1004	Min. 200 N	20,000 kg
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D-4833	Min. 400 N	20,000 kg
Elongación Multiaxial en el Punto de Rotura	ASTM D-5617	Min. 30%	para cada formulación
Contenido de Negro de Humo	ASTM D-1603 (nota 5)	2 a 3%	9,000 kg
Dispersión de Negro de Humo	ASTM D-5596	(nota 6)	20,000
Tiempo de Inducción a la Oxidación (OIT) (min. prom.) (nota 7) a. OIT estándar, o b. OIT a alta presión	ASTM D-3895 ASTM D-5885	100 min. 400 min.	90,000 kg
Envejecimiento en Horno a 85°C (nota 8) a. OIT estándar (min. prom.) % retenido después de 90 días; o b. OIT a alta presión (min. prom.) % retenido después de 90 días	ASTM D-5721 ASTM D-3895 ASTM D-5885	 35% 60%	 para cada formulación
Resistencia UV (nota 9) a. OIT estándar (min. prom.); o b. OIT a alta presión (min. prom.) % retenido después de 1600 hrs (nota 11)	GM11 ASTM D-3895 ASTM D-5885	N.R. (nota 10) 35%	para cada formulación
Separación en Plano (SIP)	(nota 12)	no permitido	cada 2do rollo

Anddes		CONSTRUCCIÓN Resumen Control de la Geomembrana lldpe/sst 2.50 mm										Revisión:	
SIG.AND												Fecha :	
Cliente		Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM) - Lagunas Norte				Supervisor CQA		Raúl León				10-AND-50 FOR 2421 / R0 / 17-04-15	
Proyecto		Servicio de Aseguramiento de la Calidad de Construcción (CQA) Pad Fas				Ing. CQA		Misael Alvarado					
N° de Proyecto		1113.10.22				Proveedor		Tecnología de Materiales					
Ubicación del Proyecto		Quiruvilca - La Libertad				Fabricante		Polytex					
ITEM	N° LOTE DE RESINA	N° ROLLO	TIPO	ESPESOR MINIMO (2.380 mm)	FECHA RECEPCION	FECHA FABRICACION	CERTIFICADO O FABRICANTE (S/N)	ANCHO (m)	LONGITUD (m)	AREA POR ROLLO (m2)	CUMPLE CON ET	Comentarios	
1	1804	53	LLDPE/SST	2.408	27/06/2015	12/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI		
2	1804	52	LLDPE/SST	2.387	27/06/2015	12/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI		
3	1804	64	LLDPE/SST	2.420	27/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI		
4	1804	68	LLDPE/SST	2.392	27/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI		
5	1804	54	LLDPE/SST	2.405	27/06/2015	12/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI		
6	1804	44	LLDPE/SST	2.411	27/06/2015	11/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI		



Certificado de Calidad

Laboratorio Polytex de Investigación y Ensayos de Materiales Plásticos

Rollo N° 1804 - 03

Producto: Geo 2 LLDPE ST N/N 7,01 MT 2500 MIC
N° de Validación: GE-250070NA12-1002-03
Longitud [m]: 120.000000
Ancho [m]: 7.010000
Fecha Fabricación: 08/06/2015

Cliente: TDM
Factura N°: 001-0007481

Propiedades	Unidad	Norma	Frecuencia	Estándar	Polylab
Espesor					
Promedio	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	> 2.500	2.508
Mínimo	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	> 2.380	2.420
Aspereza Prom.	[mm]	ASTM D7466	Por Rollo	> 0.50	0.530
Densidad	[g/cm³]	ASTM D792	18000 [KG]	0.93 a 0.939	0.934
Propiedad Tensiles					
Tensión de Rotura	[%]	ASTM D6693	9000 [KG]	>26	58.683
Elongación de Rotura	[%]	ASTM D6693	9000 [KG]	400	594.132
Resistencia al Rasgado	[N]	ASTM D1004	18000 [KG]	250	324.700
Resistencia al Punzonado	[N]	ASTM D4833	18000 [KG]	500	728.533
Contenido de Carbón	[%]	ASTM D4218	9000 [KG]	2.0 a 3.0	2.301
Dispersión de Carbón	[Categoría]	ASTM D5596	18000 [KG]	1 a 2	1
Tiempo de Inducción Oxidativa (OIT)	[min]	ASTM D3895	36000 [KG]	>100	145.000
Resistencia UV OIT Alta presión (1920 horas)	[%]	ASTM D7238, ASTM D5885	Por Formuladón	>35	>35
Envejecimiento de Horno a 85°C	[%]	ASTM D5721, ASTM D3895	Por Formuladón	>35	>35
Elongación Multiaxial en el Punto de Ruptura	[%]	ASTM D5617	Por Formuladón	>30	>30
Modulo de deformación al 2%	[N/mm]	ASTM D5323	Por Formuladón	<1050	<1050
Separación en Plano (SIP)		POLYLAB	Cada 2 Rollos	No Permitido	No observado

Observaciones:

Certifico que el rollo de geomembrana cumple o excede las especificaciones de Industrias Polytex S.A.



Roberto Díaz Palacios
Jefe de Laboratorio y Control de Calidad



Calle D Mz. A Lt. 17 Las Praderas De Lurín - Lima
(01)616-9393
info@polytex.cl

Se observa en el certificado de calidad los siguientes valores:

Espesor de lámina = 2.420 mm
 Altura de aspereza lado A = 0.530 mm
 Resistencia al punzonamiento = 728.533 N
 Contenido de carbón = 2.301 %
 Dispersión de carbón = 1 categoría

Por lo tanto, estos valores cumplen con las propiedades establecidas para geomembranas de LLDPE SST de 2.5mm exigidas en las especificaciones técnicas del proyecto.

RESULTADOS PARA LA COLOCACION DEL SOBREVESTIMIENTO

		CONSTRUCCIÓN Resumen de Ensayos																									
SIG AND																											
Cliente:	Minera Barrick Misquichica S.A. (MBM)																			Proyecto:							
N° Proyecto:	1113.10.22																			Ubicación:							
Materia:	Sobrevestimiento																			Preparado por:							
Procedencia:	Planta Comeco 3																			Periodo:							
Prueba N°	Código de Muestra	Fecha de Ensayo (Granulometría)	Lugar de Muestreo	Análisis Granométrico por Tamizado (% que pasa)																		Hum (%)	L. Atterberg (%)				
				16"	8"	6"	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°60	N°100		N°140	N°200	LL	LP	IP
48	OL-160324	24/03/2016	Acopio Pad Fase 5 Ex topico	---	---	---	---	---	100.0	96.0	89.7	64.7	53.3	40.5	35.6	26.8	20.1	16.4	14.4	12.9	11.3	10.5	9.8	4.6	NP	NP	NP
49	OL-160325	25/03/2016	Acopio Pad Fase 5 Ex topico	---	---	---	---	---	100.0	93.6	72.7	61.5	48.4	42.2	29.3	21.9	17.0	14.4	11.6	8.1	6.6	5.7	2.0	NP	NP	NP	
50	OL-160325-A	25/03/2016	Plat. pad fase 6, sector 2S	---	---	---	---	---	100.0	99.2	93.9	73.3	61.6	48.3	41.8	28.1	19.7	14.9	12.4	10.1	7.3	6.0	5.1	2.4	NP	NP	NP
51	OL-160326	26/03/2016	Plat. Pad fase 5 Lixiviado	---	---	---	---	---	100.0	95.8	79.4	66.0	53.4	45.5	26.8	20.6	17.2	15.2	12.3	8.8	7.3	6.4	5.0	NP	NP	NP	
52	OL-160327	27/03/2016	Colocado sector 2S	---	---	---	---	---	100.0	93.4	73.5	60.1	48.1	42.6	30.1	20.9	16.0	13.7	11.1	7.7	6.3	5.5	3.2	NP	NP	NP	
53	OL-160328	28/03/2016	Colocado sector 2S	---	---	---	---	---	100.0	96.3	71.2	57.1	42.6	36.6	26.4	18.7	14.3	12.0	9.6	7.0	5.8	5.2	3.1	NP	NP	NP	

Tamaño de Malla		% que pasa
SI	Norma EE.UU.	
38 mm	1.5 pulgadas	100
25 mm	1 pulgada	60 - 100
13 mm	1/2 pulgada	35-65
4.75 mm	#4	25-50
0.45 mm	#40	10-25
0.075 mm	#200	0-10
Índice de Plasticidad (ASTM D-4318)		No Plástico
Permeabilidad (ASTM D-5084)		Mayor a 1E-3m/s

Se observa en el resumen todas las muestras, de las cuales solo se colocaron la parte final mostrando la cantidad de ensayos efectuados en el proyecto. Queda establecido que los ensayos cumplieron con los requerimientos exigidos en las especificaciones técnicas del proyecto.

Las especificaciones técnica indicaba que la altura de capa seria de 0.70 m, pero al realizar el procedimiento de relleno de prueba se calculó que esta altura debería de ser de 0.75m por lo que se aplicó esta altura a todo el proyecto.

IV. DISCUSIÓN

1. Anddes en su estudio titulado Aseguramiento de la calidad de la construcción (Anddes, 2015 pág. 1) llego a la conclusión de la importancia de proveer una metodología para implementar y estandarizar acciones de aseguramiento y control de calidad necesarios que garanticen un proceso constructivo eficiente en la impermeabilización del Pad de lixiviación en lagunas norte, mientras que los resultados de este estudio arrojaron que con la aplicación de este sistema de control de calidad logro una impermeabilización eficaz de esta estructura construida en lagunas norte.
2. En lo que respecta a la hipótesis secundaria este sistema de control de calidad interviene en la instalación de suelo de baja permeabilidad permitiéndonos controlar minuciosamente su granulometría, su índice de plasticidad y su permeabilidad basados en la norma ASTM 6913,ASTM D4318 y ASTM D5084 respectivamente así como el espesor de 30 cm de la capa según las especificaciones técnicas del proyecto ya que si esta altura es menor no cumpliría la función de impermeabilización. Importante, sostenerse en los antecedentes como el caso de (Aguilar,2011.pag 119) donde sostiene que la aplicación de las herramientas de la gestión de calidad tiene un impacto muy positivo en este tipo de construcciones
3. Asimismo en la segunda hipótesis específica, este sistema de control de calidad influye en la instalación de la geomembrana ya que nos permite un control desde la fabricación de la geomembrana en la fábrica, hasta la prueba de impermeabilidad de está, logrando resultados aprobados por las especificaciones técnicas del proyecto como el espesor de lámina ASTM D5994,resistencia al punzonamiento ASTM D-4833,contenido de negro de humo ASTM D1603,dispersión de negro de humo ASTM D5596,en tal sentido (Lizarzaburu,2016.pag53) coincide en que la aplicación del concepto de calidad, que es la inspección, el control, el aseguramiento y gestión de la calidad total, aseguraron que en esta fase del de la impermeabilización del Pad se logro la menor cantidad de orificios o fugas.
4. En cuanto a la hipótesis de la importancia que tiene este sistema de calidad en la colocación del sobrevestimiento este control nos permitió

corregir la altura de relleno de esta capa que era de 0.70 m, según especificaciones técnicas, a 0.75 m, que se logró obtener mediante el relleno de prueba, que exige este sistema de control de calidad, evitando que la geomembrana se dañara por colocar una altura menor del sobre revestimiento, los ensayos para esta etapa se basó en las normas ASTM 6913, ASTM D4318 y ASTM D5084 para su granulometría, su índice de plasticidad y su permeabilidad respectivamente.

Por lo tanto la similitud radica en la valoración sobre los procesos de control validando la teoría cuando (Julián, 2016.pag 03) conceptualiza que control de calidad es un proceso que se lleva a cabo con la finalidad de mostrar las posibles fallas o equivocaciones que se dan en el proceso, logrando colocar esta última capa sin impactar a la geomembrana.

V. CONCLUSIÓN

1. En esta tesis se aplicó un control de calidad desde la fabricación de la geomembrana así como el monitoreo constante en los controles de ensayos y protocolos en las 3 etapas que conforman este estudio, asimismo se obtuvo como resultado al realizar el relevamiento según la Norma ASTM D7002 prueba de lanza seca y lanza de agua, 20 fugas(orificios) que oscilaron de 0.79 mm² a 200 mm², en un área de 219,514 m² dando 1 fuga por hectárea, las estadísticas obtenidas en más de 95 proyectos muestran un promedio de 22 fugas por hectárea sin programa previo de control de calidad, con un programa de calidad en nuestro país el promedio es de 4 fugas por hectárea con esta propuesta se está logrando 1 fuga por hectárea muy por debajo del promedio en el Perú.

	Sin programa de Calidad	Con programa de Calidad estándar Nacional	Con programa de calidad propuesto
Fugas/Hectárea	20	4	1
Reducción de fugas(%) con respecto al programa de calidad propuesto	95%	75%	-

En el cuadro observamos que para el proceso constructivo sin control de calidad obtenemos un promedio de 20 fugas/hectárea pero si usáramos el proceso constructivo con control de calidad propuesto en esta tesis obtenemos solo una fuga/hectárea, con lo cual podemos afirmar que se redujo el número de fugas/hectárea en un 95%, asimismo para el proceso constructivo de PADS con programa de calidad estándar nacional se obtiene 4 fugas/hectárea pero si se usara el proceso constructivo propuesto obtenemos solo una fugas/hectárea con lo cual podemos afirmar que se redujo el número de fugas/hectárea en un 75% al comparar ambos procedimientos.

2. En este estudio se demostró que el control de calidad con un monitoreo constante a través ensayos como Análisis Granulométrico, contenido de Humedad Permeabilidad por mencionar algunos así como los protocolos de aceptación en cada proceso, elimino los errores en la instalación del suelo de baja permeabilidad logrando como resultado controlar minuciosamente la altura de capa de 0.30 evitando que esta altura sea menor con lo que

habría hecho fallar esta primera capa de impermeabilización de esta estructura.

3. En esta tesis se estableció que el control de calidad en la impermeabilización del Pad de lixiviación influyó en la instalación del revestimiento(Geomembrana), desde la fabricación de la geomembrana en donde se superviso la calidad de los insumos, el traslado y puesta en el proyecto hasta lograr obtener como resultado 1fuga/has resultado muy inferior al común promedio de 4 fugas/has.

4. En este estudio se determinó la importancia del sistema de control de calidad en la instalación del sob revesti miento dando como resultado la corrección de esta altura de relleno de esta capa que era de 0.70 m, según especificaciones técnicas, a 0.75 m, que se logró obtener mediante el relleno de prueba, que exige este sistema de control de calidad, evitando que la geomembrana se dañara por colocar una altura menor del sob revesti miento y no se pudiera haber construido bien esta capa y hubiera fallado esta barrera de impermeabilización, Este control también nos dice automatizar el control de alturas instalando un software a los D6 que sería un control más al de calicatas.

VI. RECOMENDACIÓN

1. A la máxima autoridad del Ministerio de Energía y Mina la aplicación de este control de calidad a todas las estructuras donde se necesite realizar el proceso metalúrgico de lixiviación ya que va a garantizar su impermeabilización evitando así fugas de solución que pueden dañar el medio ambiente y pérdidas económicas a la compañía minera.
2. A la Dirección General de Minería aplicar este control de calidad. En la instalación del suelo de baja permeabilidad la base de este sistema de revestimiento, por lo que la eliminación de errores en esta capa, debe dar la impermeabilidad exigida tal como se obtuvo en este estudio.
3. A las Compañías Mineras la aplicación de este control de calidad en la instalación de la geomembrana ya que como se observa en este estudio este control empieza desde la fabricación de la geomembrana hasta su prueba final de impermeabilidad logrando así la mayor duración de su tiempo de vida de esta estructura .
4. A los contratistas y ejecutores tener en cuenta en la construcción de Pad en general la instalación de un sistema fijo de detección de fugas, que es instalado de manera permanente con el fin de monitorear en forma continua el estado y salud de la geomembrana.

VII. REFERENCIAS

Bibliografía

- Anddes. 2015.** *Especificaciones técnicas de movimiento de tierras.* Lima : s.n., 2015.
- . **2015.** *Plan de Aseguramiento de la Calidad.* Lima : s.n., 2015.
- Antonio, Manrique Martínez José. 2005.** *Manejo de pilas de lixiviación de oro en minera Yanacocha S.R.L.* Perú : s.n., 2005.
- Aquapruf S.A. 2008.** *Manual de Instalación geomembrana de polietileno HDPE CQA.* 2008.
- Ausenco. 2015.** *Especificaciones Técnicas de Movimiento de Tierra.* Lima : s.n., 2015.
- . **2016.** *Informe final EVC.* Lima : s.n., 2016.
- Carhuamaca Rêvolo, Enzo Renato y Mundaca Villanueva, Kevvin Amec. 2014.** *Sistema de Gestión de Calidad para la Ejecución del Casco estructural de la torre de 5 pisos del proyecto "Los parques de San Martín de Porres".* Perú : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas , 2014.
- Claudio, Godoy. 2011.** *Estudio experimental de punzonamiento en Geomembranas en interfaces de depósitos de minerales.* Chile : Universidad de Chile , 2011.
- ConceptoDefinicion.de. 2014.** Definición de Proceso . [En línea] 2014. [Citado el: 26 de mayo de 2017.] <http://conceptoDefinicion.de/proceso/>.
- Del Cid, Alma, Mendez, Rosemary y Sandoval, Franco. 2011.** *Investigación, Fundamentos y metodología.* México : Pearson Educación, 2011. 978-607-442-705-9.
- Ezequiel, Ander Egg. 2011.** *Aprender a investigar Nociones básicas para la investigación social.* Argentina : Brujas, 2011. 978-987-591-271-7.
- Ferrer, Jesus. 2010.** *Conceptos básicos de metodología de la investigación .* 2010.
- Geo suport. 2013.** Estudios Geotécnicos. [En línea] 03 de 04 de 2013. [Citado el: 24 de 05 de 2017.] <http://www.geosuport.com>.
- Geosistemas Pavco. 2009.** mexichem. [En línea] 06 de 2009. [Citado el: 25 de 05 de 2017.] http://www.mexichem.com.mx/Sol_Integrales/geosinteticos/pdfs/Manual_Diseño_8aEdición/Manual_Diseño_Geosinteticos_OctavaEdición.pdf.
- Gestiopolis. 2001.** ¿Que son calidad, aseguramiento de la calidad y control de calidad. [En línea] abril de 2001. [Citado el: 26 de mayo de 2017.]

<https://www.gestiopolis.com/que-son-calidad-aseguramiento-de-la-calidad-y-control-de-calidad/>.

Hernandez Sampieri, Roberto, Fernández Collado , Carlos y Baptista Lucio, Pilar . 2010. *Metodología de la investigación*. México : MC Braw Hill, 2010.

José, López Alfaro Emilio. 2012. *Estudio experimental de la permeabilidad de materiales depositados en pilas de lixiviación* . Santiago de Chile : s.n., 2012.

Joseph, Juran. Gestión y Control de Calidad . [En línea] [Citado el: 19 de Mayo de 2017.] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/>.

Julián, Pérez Porto. 2016. Definiciones. [En línea] 2016. [Citado el: 19 de Mayo de 2017.] <http://definicion.de/control-de-calidad/>.

Kevin, Carhuanca Enzo y Mundaca. 2014. *Sistema de Gestión de la Calidad para la Ejecución del Casco Estructural de la Torre del 5 pisos del Proyecto "Los Parques de San Martín de Porres"*. Perú : s.n., 2014.

Koerner, Robert M. 2005. *Designing With Geosynthetics*. New Jersey : s.n., 2005. 0131454153.

Lixiviación . 2007. *Información sobre Lixiviación y Biolixiviación en un solo sitio* . 2007.

Mina Lagunas Norte. 2015. *Detección Geoelectrica y aseguramiento de Calidad (CQA) para la Construcción de Pad de Lixiviación* . Peru : Plan de Aseguramiento de Calidad , 2015.

Mota Engil. 2015. Dossier del contratista. Santiago de Chuco : s.n., 2015.

Tarrillo Perez, Luis Fernando. 2016. *El control de calidad de acuerdo a la norma ISO 9001:2015 como fundamento para la reducción de costos de calidad en la construcción de la casa para el adulto mayor en morales-Región la Libertad*. Perú : s.n., 2016.

ANEXOS.

- **ENSAYOS PARA SUELO DE BAJA PERMEABILIDAD**
- **RESUMEN DE CONTROL DE GEOMEMBRANA**

- **ENSAYOS PARA INSTALACION DE SOBREVESTIMIENTO**
- **Instrumento**

- **Validación de los instrumentos**

- **Matriz de consistencia**

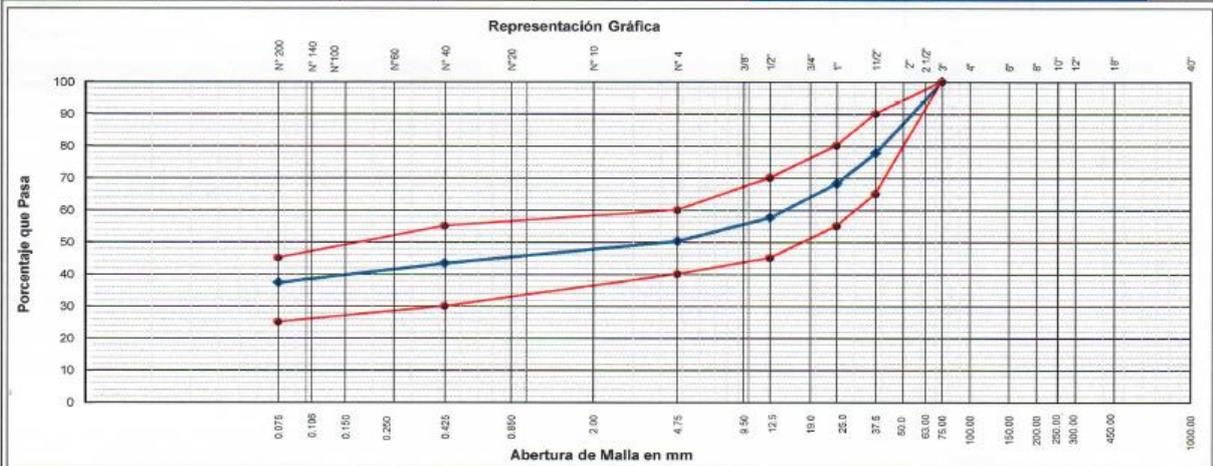
- **Panel fotográfico**

- **Planos de la estructura**

ENSAYOS PARA SUELO DE BAJA PERMEABILIDAD:

✓ Ensayo de granulometría ASMT D-6913

SIG AND		CONSTRUCCIÓN Análisis Granulométrico ASTM D 6913				1113.10-50-2302-002 Revisión : 0 Fecha : 03/02/2015 10-AND-50-FOR-2302 / RA / 30-01-15	
Cliente:	Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM)				Muestra N°:	SL-160422	
Proyecto:	CQA Pad de Lixiviación Fase 6				Muestreado en:	Plat. MBM cono 91	
N° Proyecto:	1113.10.22				Muestreado por:	Roger Sullon	
Material:	Suelo de Baja Permeabilidad (SL) 3X2.				Ensayado por:	Wagner Viza	
Procedencia:	Plataforma MBM				Fecha de Ensayo:	23/04/2016	
Fecha de Muestreo:	22/04/2016	Hora de Muestreo:	11:30:00 a.m.		Granulometría Dividida	No	Malla (3")
Coordenadas:	Norte: -	Este: -	Cota: -			SI	Malla (N° 4)
Tamiz		Pesos		Porcentajes		Descripción de la Muestra	
ASTM	E 11-13	Peso Individual Retenido (g)	Peso Acumulativo Retenido (g)	Porcentaje Individual Retenido (%)	Acumulativo Retenido (%)	Acumulativo Pasante (%)	Especif. Técnicas SL
Tamaño en (")	Tamaño en (mm)						
18"	450.000						
12"	300.000						
10"	250.000						
8"	200.000						
6"	150.000						
4"	100.000						
3"	75.000					100.0	100
2 1/2"	63.000	3,965.0	3,965.0	4.5	4.5	95.5	
2"	50.000	7,521.0	11,486.0	8.6	13.1	86.9	
1 1/2"	37.500	7,926.0	19,412.0	9.1	22.2	77.8	65 90
1"	25.000	8,287.0	27,699.0	9.5	31.7	68.3	55 80
3/4"	19.000	4,281.0	31,980.0	4.9	36.6	63.4	
1/2"	12.500	4,982.0	36,962.0	5.7	42.3	57.7	45 70
3/8"	9.500	2,264.0	39,226.0	2.6	44.9	55.1	
1/4"	6.300						
N° 4	4.750	4,215.0	43,441.0	4.8	49.7	50.3	40 60
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	52.94	52.9	3.3	53.0	47.0	
N° 16	1.180						
N° 20	0.850	29.52	82.5	1.9	54.9	45.1	
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	26.84	109.3	1.7	56.6	43.4	30 55
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	29.76	139.1	1.9	58.5	41.5	
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	36.51	175.6	2.3	60.8	39.2	
N° 140	0.106	18.22	193.8	1.1	61.9	38.1	
N° 200	0.075	10.64	204.4	0.7	62.6	37.4	25 45
Fondo		597.98	802.4	37.4	100.0	0.0	
TOTAL		802.41					
Peso Total Seco (g)							87,256.0
Peso Fracción 3" (g)							
Constante < de 3"							
Peso Fracción N°4 (g)							802.41
Constante < de N° 4							0.06268616
Temperatura de Secado :							110 °C
Clasificación AASHTO							
Clasificación SUCS							GM
Grava limosa, mezcla de grava, arena y limo							
Humedad Natural				Descripción del Ensayo			
N° de Tara	F-4	Bloques o Rocas (%)					
Peso Húmedo + T (g)	9826.0	Bolonería (%)		0.0			
Peso Seco + T (g)	8679.0	Grava (%)		49.7			
Peso de Tara (g)	2455.0	Arena (%)		12.9			
Peso del Agua (g)	1147.0	Pasante N° 200 (%)		37.4			
Peso Seco sin T (g)	6224.0						
% de Humedad	18.4						
Límites de Atterberg (ASTM-D4318)							
Limite Líquido (%)				51			
Limite Plástico (%)				33			
Índice de Plasticidad (%)				18			
Otros Valores de Granulometría							
D60		14.80		CU			
D30				CC			
D10							
Cumple con las Especificaciones Técnicas :							SI



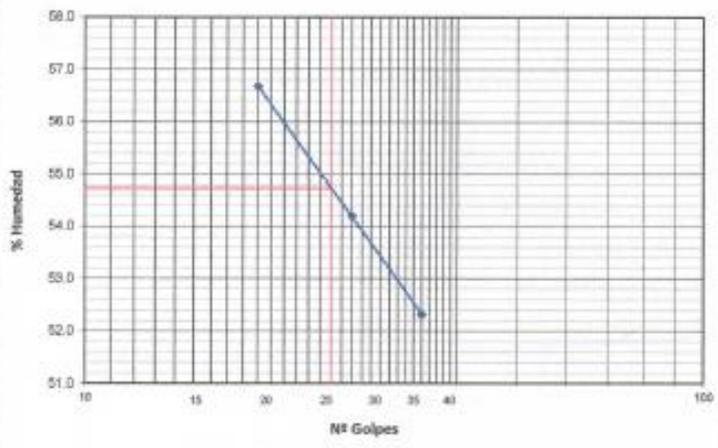
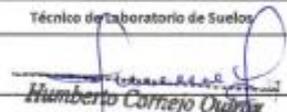
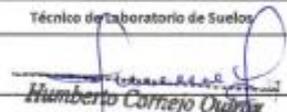
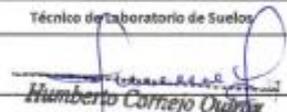
Observaciones:

Técnico de Laboratorio de Suelos
 Firma:
 Nombre: Viza Colana Wagner Silver
 Supervisor CQA
 Fecha: 24-04-2016

Supervisor de Campo CQA
 Firma:
 Nombre: Zapana Condori Eduardo
 Supervisor CQA
 Fecha: 24-04-16

Jefe CQA
 Firma:
 Nombre: Alvarado Valenzuela Misael
 Jefe de CQA
 Fecha: 24-04-16

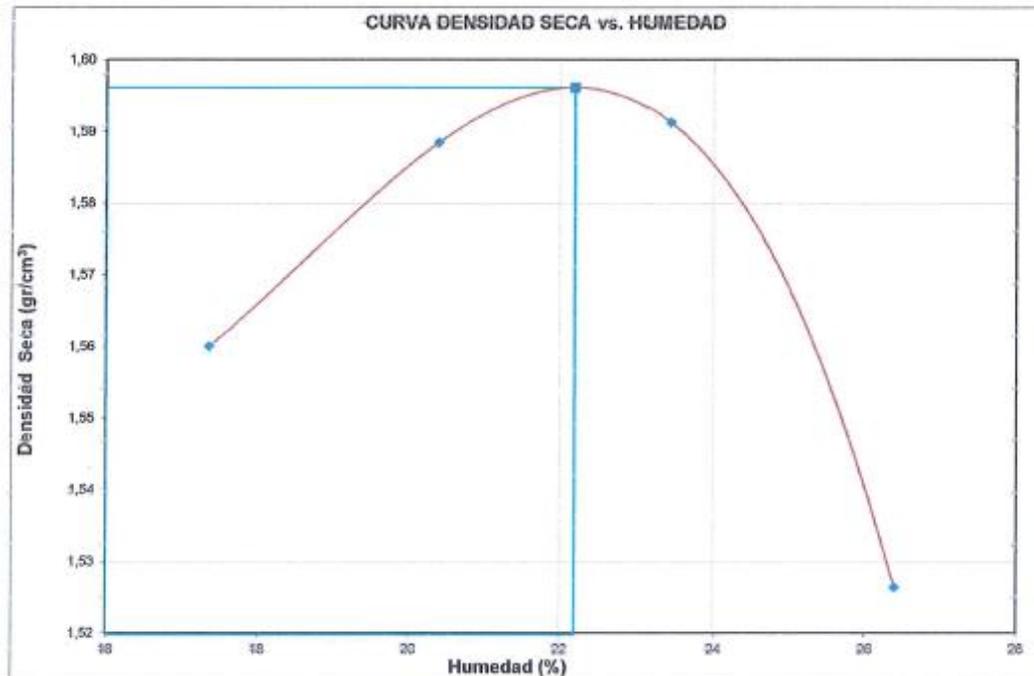
✓ Ensayo de Limite de Atterberg ASTM D-4318

		CONSTRUCCIÓN Límites de Atterberg ASTM D 4318		1113.10-50-2304-001 Revisión 0 Fecha : 03/02/2015 10-AND-50-FOR-2304 / RA / 30-01-15																									
SIG AND																													
Cliente:	Minera Barrick Mispichilca S.A. (MBM)	Muestra N°:	SL-160390																										
Proyecto	CQA Pad de Lixiviación Fase 6	Muestreado en:	Pad Fase 6, sector 3N.																										
N° Proyecto:	1113.10.22	Muestreado por:	Wagner Viza																										
Material:	Suelo de Baja Permeabilidad (SL) 3X2.	Ensayado por:	Humberto Cornejo																										
Procedencia:	Plataforma MBM	Fecha de Ensayo:	02/04/2016																										
Fecha de Muestreo:	30/03/2016	Coordenadas	Norte	Este																									
Cota:	-		-	-	-																								
Límite Líquido																													
N° de Golpes	35	27	19																										
N° de Recipiente	A-1	A-2	A-11																										
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo (g)	47.52	46.39	45.20																										
Peso de recipiente + Suelo Seco (g)	42.34	40.72	39.56																										
Peso del Recipiente (g)	32.44	30.26	29.81																										
Peso del Agua (g)	5.18	5.67	5.64																										
Peso del Suelo Seco (g)	9.90	10.46	9.95																										
Contenido de Humedad (%)	52.32	54.21	56.88																										
Temperatura de Secado : 110 °C Preparación de la Muestra : Húmeda Agua Utilizada: Potable Muestra pesante N° 40 (%): 52.30																													
Límite Plástico																													
N° de Recipiente	A-13	B-17																											
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo (g)	37.54	38.51																											
Peso de Recipiente + Suelo Seco (g)	35.69	37.62																											
Peso del Recipiente (g)	30.29	32.09																											
Peso del Agua (g)	1.85	1.89																											
Peso del Suelo Seco (g)	5.40	5.53																											
Contenido de Humedad (%)	34.26	34.18																											
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N° Golpes, N</th> <th>Factor k</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>						N° Golpes, N	Factor k	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N° Golpes, N	Factor k																												
20	0.974																												
21	0.979																												
22	0.985																												
23	0.990																												
24	0.995																												
25	1.000																												
26	1.005																												
27	1.009																												
28	1.014																												
29	1.018																												
30	1.022																												
Gráfico de Límite Líquido																													
																													
Ecuación de cálculo																													
$LL = W^k (N / 25)^{0.121} \text{ ó } LL = kW^k$																													
Donde : N = Número de Golpes. W ^k = Contenido de Humedad. k = Factor para Límite Líquido.																													
Resultados obtenidos																													
Límites		Índice Plástico (%)																											
Líquido (%)	Plástico (%)																												
55	34	21																											
Cumple con las Especificaciones Técnicas :																													
SI																													
Observaciones :																													
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;"> Técnico de Laboratorio de Suelos Firma:  Nombre: Humberto Cornejo Quiroz SUPERVISOR CQA ANDES ASOCIADOS SAC 02-04-16 </td> <td style="width: 33%;"> Supervisor de Campo CQA Firma:  Nombre: Teves Velasco Luis Enrique Supervisor CQA Fecha: 02/04/16 </td> <td style="width: 33%;"> Jefe CQA Firma:  Nombre: Gerardo... Fecha: 02/04/16 </td> </tr> </table>						Técnico de Laboratorio de Suelos Firma:  Nombre: Humberto Cornejo Quiroz SUPERVISOR CQA ANDES ASOCIADOS SAC 02-04-16	Supervisor de Campo CQA Firma:  Nombre: Teves Velasco Luis Enrique Supervisor CQA Fecha: 02/04/16	Jefe CQA Firma:  Nombre: Gerardo... Fecha: 02/04/16																					
Técnico de Laboratorio de Suelos Firma:  Nombre: Humberto Cornejo Quiroz SUPERVISOR CQA ANDES ASOCIADOS SAC 02-04-16	Supervisor de Campo CQA Firma:  Nombre: Teves Velasco Luis Enrique Supervisor CQA Fecha: 02/04/16	Jefe CQA Firma:  Nombre: Gerardo... Fecha: 02/04/16																											

✓ Ensayo de Proctor Estándar ASTM D-698

Nombre del Proyecto:	CQA Pad Lixiviación Fase 6		
Cliente:	Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM)		
Ubicación del Proyecto:	Santiago de Chuco - La Libertad - Trujillo		
Cód. de Muestra:	SL-160330	Nº de Muestra:	—
Profundidad (m):	0,30	Nº de Proyecto:	1113.10.22
Zona:	Plataforma del sector 3	Nº de Informe:	LAB-16.10.047
Descripción:	Suelo de Baja Permeabilidad	Fecha:	18/05/2018
Solicitado Por:	Wagner Viza		

Prueba Nº	1	2	3	4	5	6	7
Densidad seca (gr/cm ³)	1,560	1,588	1,591	1,526			
Humedad(%)	17,4	20,4	23,4	26,4			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1,596
Óptimo Contenido de Humedad (%)	22,2

Fracción Sobre tamaño	
GS (Bulk) =	2,52
w(%) =	1,7

Máx. Dens. Seca Corregida (gr/cm ³)	1,829
Ópt. Cont. de Humedad Corregida (%)	15,1

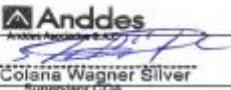

 Anddes Asociados S.A.C.
 Carlos H. Sold Morote
 Jefe Lab. Geotécnico
 CIP.87545

Observación:
Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.
Proctor fuera de método.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
MP	JCA	CSM	LAB-16.10.047

Estos datos se aplican solo a las muestras ensayadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Anddes Asociados S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Anddes Asociados S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos. Este informe no es válido sin la firma y sello del jefe del laboratorio.

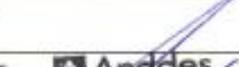
✓ Ensayo Densidad Densímetro Nuclear ASTM D-2922

		CONSTRUCCIÓN Densidad <i>In Situ</i> por el Método Nuclear ASTM D 2922		1113.10.22-50-2309-01 Revisión : 0 Fecha : 03/02/2015 10-AND-50-FOR-2309 / R0 / 02-06-15	
SIG AND					
Cliente:	Minera Barrick Misquichica S.A.	Registro N°:	DN-160331		
Proyecto:	Construcción de la Fase 6 del Pad de Lixiviación	Ensayado por:	Wagner Viza		
N° Proyecto:	1113.10.22	Fecha de Ensayo:	31/03/2016		
Material:	Suelo de Baja Permeabilidad	DS:	2682	0.5 % P	
Procedencia:	Plataforma MBM (mezcla 3 arcilla x 2 de grava 3")	MS:	285	0.2 % P	
Datos del Ensayo de Compactación de Laboratorio (Proctor)			Especificaciones		
Registro N°:	SL-160309				
Máx. Dens. Seca:	1.946	g/cm ³	Grado de Compactación:	95	%
Humedad Óptima:	13.10	%	Contenido de Humedad:	-2% a +3%	
N° de prueba	162		163		164
Ubicación: Estación, Capa	Plataforma sector 3, prog 0+700 a 0+750		Plataforma sector 3, prog 0+700 a 0+750		Plataforma sector 3, prog 0+700 a 0+750
Coordenadas	Norte	9119232.500	9119224.070		9119216.420
	Este	805147.270	805155.170		805144.030
	Cota	4146.630	4146.510		4144.580
Profundidad de Fuente en mm	300		300		300
Densidad Seca (g/cm ³)	1.883	1.880	1.892	1.863	1.877
Densidad Húmeda (g/cm ³)	2.158	2.159	2.190	2.184	2.176
Humedad (%)	14.6	14.8	15.8	16.0	15.9
Density Count, DC	351	298	367	385	376
Moisture Count, MC	251	264	257	237	264
Compactación en Densímetro (%)	96.7	96.5	97.1	96.7	96.4
Compactación Promedio (%)	96.6		96.9		96.3
Humedad en Horno (%)					16.2
Diferencia de Humedad (%)					2.9
Compactación Corregida (%)					96.1
Pasa / Falla	Pasa		Pasa		Pasa
N° de prueba	165				
Ubicación: Estación, Capa	Plataforma sector 3, prog 0+700 a 0+750				
Coordenadas	Norte	9119237.950			
	Este	805132.290			
	Cota	4145.960			
Profundidad de Fuente en mm	300				
Densidad Seca (g/cm ³)	1.912	1.894			
Densidad Húmeda (g/cm ³)	2.198	2.186			
Humedad (%)	14.9	15.4			
Density Count, DC	391	357			
Moisture Count, MC	242	239			
Compactación en Densímetro (%)	98.2	97.2			
Compactación Promedio (%)	97.7				
Humedad en Horno (%)					
Diferencia de Humedad (%)					
Compactación Corregida (%)					
Pasa / Falla	Pasa				
Observaciones : - EL contenido de humedad +3 y -2 fueron aprobados con el documento LN040014-RFI-088					
Técnico Laboratorio de suelos Firma:  Nombre: Viza Coliana Wagner Silver Supervisor CQA Fecha: 31-03-2016		Supervisor de Campo CQA Firma:  Nombre: Zapana Condori Eduard Supervisor CQA Fecha: 31-03-16		Jefe CQA Firma:  Nombre: Alvaro Valenzuela Misael Jefe de CQA Fecha: Alvaro Valenzuela Misael	

✓ Ensayo de Densidad Cono de Arena ASTM D-1556

		CONSTRUCCIÓN Densidad <i>In Situ</i> Método de Cono de Arena ASTM D 1556		1113.10.22-50-2311-001 Revisión : 0 Fecha : 03/02/2015	
SIG AND				10-AND-50-FOR-2311 / R0 / 02-06-15	
Ciente:	Minera Barrick Misquichilca S.A.	Registro N°	CA-151016		
Proyecto	Construcción de la Fase 6 del Pad de Lixiviación	Ensayado por:	Wagner Viza		
N° Proyecto:	1113.10.22	Fecha de Ensayo:	16/10/2015		
Material:	Suelo de Baja Permeabilidad				
Procedencia:	Plataforma MBM (mezcla 3 arcilla x 2 de grava 3")				
Datos del Ensayo de Compactación de Laboratorio (Proctor)			Especificaciones		
Registro N° :	Test Fill MEP				
Máx. Dens. Seca :	1.913	g/cm ³	Grado de Compactación : 95%		
Humedad Óptima :	13.90	%	Contenido de Humedad : -2% a +2%		
Fecha	16/10/2015				
N° de Prueba	1				
Ubicación o Capa	Plataforma Sector 1				
Espesor de Capa (mm)	300.00				
Coordenadas	Norte	9118551.25			
	Este	804846.25			
	Cota	4101.75			
Densidad Arena (g/cm ³)	1.496				
Peso Arena Calibrada en Cono (g)	1662				
Densidad en Campo					
Cono + Arena Inicial (g)	7552				
Cono + Arena Final (g)	2038				
Peso Suelo Húmedo (g)	5493				
Peso Arena Empleada (g)	3852				
Volumen del Hoyo (cm ³)	2574.87				
Densidad Húmeda (g/cm ³)	2.133				
H. (Speedy) ASTM D 4944 (%)	-				
Densidad Seca (g/cm ³)	-				
Porcentaje Compactación (%)	-				
Contenido de Humedad ASTM D 2216 (%)					
N° de Recipiente	D-7				
Recip. + Suelo Húmedo (g)	2894.0				
Recip. + Suelo Seco (g)	2645.0				
Peso de Recipiente (g)	875.0				
Peso del Agua (g)	249.00				
Peso del Suelo Seco (g)	1770.00				
Cont. Humedad ASTM D2216 (%)	14.07				
Densidad Seca (g/cm ³)	1.87				
Compactación (%)	97.76				
Diferencia de Humedad (%)	0.17				
Observaciones	Ensayo realizado para cumplir la frecuencia con respecto al censímetro Ensayo corresponde al ensayo 40 del registro de densímetro DN-151016				
Técnico Laboratorio de suelos		Supervisor de Campo CQA		Jefe CQA	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Wagner Viza C.	Nombre:	E. ZAPANA	Nombre:	Gabriel Merino
Fecha:	16-10-2015	Fecha:	16-10-2015	Fecha:	16-10-2015

✓ Ensayo de Humedad en horno ASTM D-2216

		CONSTRUCCIÓN Contenido de Humedad - Suelos ASTM D 2216		1113.10-50-2303-001 Revisión : 0 Fecha : 03/02/2015	
SIG AND				10-AND-50-FOR-2303 / RA / 30-01-15	
Cliente:	Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM)	Registro:	HDN-160331		
Proyecto	CQA Pad de Lixiviación Fase 6	Muestreado en:	Plataforma sector 3, prog.0+700 a 0+750		
N° Proyecto:	1113.10.22	Muestreado por:	Wagner Viza		
Material:	Suelo de Baja Permeabilidad	Ensayado por:	Wagner Viza		
Procedencia:	Plataforma MBM (mezcla 3 arcilla x 2 de grava 3")	Temp. de Secado:	110 °C		
Humedad Global					
Muestra N°:	DN-160331				
Fecha de Muestreo:	31/03/2016				
Coordenadas:	Norte	9119216.420			
	Este	805144.030			
Cota:	4144.560				
Ubicación:	Sector 3				
N° de Recipiente (Tara)	C-5				
Peso Suelo Húmedo más Recipiente (g)	1894.0				
Peso Suelo Seco más Recipiente (g)	1696.0				
Peso del Recipiente (g)	471.9				
Peso del Agua (g)	198.0				
Peso del Suelo Seco (g)	1224.1				
Humedad (%)	16.2				
Promedio de Humedad (%)					
Humedad Global					
Muestra N°:					
Fecha de Muestreo:					
Coordenadas:	Norte				
	Este				
Cota:					
Ubicación:					
N° de Recipiente (Tara)					
Peso Suelo Húmedo más Recipiente (g)					
Peso Suelo Seco más Recipiente (g)					
Peso del Recipiente (g)					
Peso del Agua (g)					
Peso del Suelo Seco (g)					
Humedad (%)					
Promedio de Humedad (%)					
Humedad Global					
Muestra N°:					
Fecha de Muestreo:					
Coordenadas:	Norte				
	Este				
Cota:					
Ubicación:					
N° de Recipiente (Tara)					
Peso Suelo Húmedo más Recipiente (g)					
Peso Suelo Seco más Recipiente (g)					
Peso del Recipiente (g)					
Peso del Agua (g)					
Peso del Suelo Seco (g)					
Humedad (%)					
Promedio de Humedad (%)					
Observaciones :	Ensayo de contenido de Humedad realizada para cumplir con la frecuencia de humedades con horno Ensayo corresponde al ensayo 164 del registro de densímetro DN-160331				
Técnico de Laboratorio de Suelos		Supervisor de Campo CQA		Jefe CQA	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Viza Colana Wagner Silver Supervisor CQA	Nombre:	Zapana Condori Eduardo Supervisor CQA	Nombre:	Aliverado Valenzuela Misael Jefe de CQA
Fecha:	31-03-2016	Fecha:	31-03-2016	Fecha:	

✓ Ensayo de Permeabilidad ASTM D-5084 o D-2434

Nombre del proyecto:	CQA Pad Lixiviación Fase 6		
Cliente:	Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM)		
Ubicación del proyecto:	Santiago de Chuco - La Libertad - Trujillo		
Cód. de muestra:	SL-160330	Nº de muestra:	—
Profundidad (m):	0,30	Nº de proyecto:	1113.10.22
Zona:	Plataforma del sector 3	Nº de Informe:	LAB-16.10.047
Descripción:	Suelo de Baja Permeabilidad	Fecha:	18/05/2016
Solicitado por:	Wagner Viza		

Datos del Ensayo	
Estado de la muestra:	Remoldeada al 95% de la Max. Dens. Seca = 1,596g/cm ³ w = 22,2 %
Clasificación SUCS:	MH
Confinamiento efectivo:	300 kPa

Calculo del Parámetro B			
Presión de Poros (kPa)	Presión de Celda (kPa)	B	
186,3	196,7	0,95	
461,7	487,9		

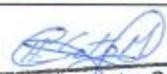
Diámetro Inicial (cm)	10,04	Diámetro Final (cm)	9,94
Altura Inicial (cm)	11,00	Altura Final (cm)	10,71
		Gravedad Específica de Sólidos	2,61
Densidad inicial seca (gr/cm ³)	1,52	Densidad final seca (gr/cm ³)	1,59
Humedad Inicial (%)	22,2	Humedad final (%)	25,9
Saturación inicial (%)	80	Saturación final (%)	99

Medición del Coeficiente de Permeabilidad							
Nº	Gradiente (V/H)	Tiempo (s)	Vól (V) (cm ³)	Caudal (Q) (cm ³ /s)	Perm. (K _v) (cm/s)	T (°C)	K _{T20°C} (cm/s)
1	24,77	1.020,0	0,26	2,5E-04	1,3E-07	26,0	1,1E-07
2	24,59	720,0	0,20	2,8E-04	1,4E-07	26,0	1,2E-07
3	24,24	1.440,0	0,38	2,6E-04	1,4E-07	26,0	1,2E-07
4	24,00	1.020,0	0,26	2,5E-04	1,3E-07	26,0	1,2E-07
5	23,71	1.260,0	0,32	2,5E-04	1,4E-07	26,0	1,2E-07
6	23,51	840,0	0,22	2,6E-04	1,4E-07	26,0	1,2E-07
7	23,22	1.020,0	0,32	3,1E-04	1,7E-07	26,0	1,5E-07
8	22,97	1.200,0	0,28	2,3E-04	1,3E-07	26,0	1,1E-07
9	22,53	1.860,0	0,48	2,6E-04	1,4E-07	26,0	1,3E-07
Promedio							1,2E-07

Resolución de la bureta de medición 0,02 cc

Observación:

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.
Ensayo a carga constante.


Anddes Asociados S.A.C.
Carlos H. Soto Morote
Jefe Lab. Geotécnico
CIP.87545

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de informe:
LS	JCA	CSM	LAB-16.10.047

Estos datos se aplican solo a las muestras ensayadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Anddes Asociados S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Anddes Asociados S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos. Este informe no es válido sin la firma y sello del jefe del laboratorio.

Av. Javier Prado Este Cdra. 48, Edificio Capital Golf, Piso 13, Surco, Lima 33, Perú T: +51 1 317 4800

Resumen de control de geomembrana

			CONSTRUCCIÓN Resumen Control de la Geomembrana lldpe/sst 2.0 mm							Revisión: Fecha : 25/01/2016 10-AND-50-FOR-2421 / R0 / 17-04-15		
SIG AND												
Cliente: Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM) - Legunas Norte			Supervisor CQA: Raúl León									
Proyecto: Servicio de Aseguramiento de la Calidad de Construcción (CQA) Pad Fase 6			Ing. CQA: Misael Alvarado									
N° de Proyecto: 1113.10.22			Proveedor: Tecnología de Materiales									
Ubicación del Proyecto: Quiruvilca - La Libertad			Fabricante: Polytex									
ITEM	N° LOTE DE RESINA	N° ROLLO	TIPO	ESPESOR MINIMO (1.900 mm)	FECHA RECEPCION	FECHA FABRICACIÓN	CERTIFICADO O FABRICANTE (SUMIN)	ANCHO (m)	LONGITUD (m)	AREA POR ROLLO (m2)	CUMPLE CON ET	Comentarios
1	1772	255	LLDPE/SST	1.980	14/05/2015	09/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
2	1772	256	LLDPE/SST	1.938	14/05/2015	09/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
3	1772	257	LLDPE/SST	1.915	14/05/2015	09/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
4	1772	258	LLDPE/SST	1.917	14/05/2015	09/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
5	1772	259	LLDPE/SST	1.943	14/05/2015	09/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
6	1772	260	LLDPE/SST	1.932	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
7	1772	261	LLDPE/SST	1.916	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
8	1772	262	LLDPE/SST	1.949	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
9	1772	263	LLDPE/SST	1.922	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
10	1772	264	LLDPE/SST	1.937	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
11	1772	265	LLDPE/SST	1.937	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
12	1772	266	LLDPE/SST	1.920	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
13	1772	267	LLDPE/SST	1.973	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
14	1772	268	LLDPE/SST	1.979	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
15	1772	269	LLDPE/SST	1.916	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
16	1772	270	LLDPE/SST	1.934	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
17	1772	271	LLDPE/SST	1.921	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
18	1772	272	LLDPE/SST	1.940	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
19	1772	273	LLDPE/SST	1.960	14/05/2015	10/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
20	1772	274	LLDPE/SST	1.927	14/05/2015	11/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
21	1772	275	LLDPE/SST	1.914	14/05/2015	11/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
22	1772	276	LLDPE/SST	1.913	14/05/2015	11/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
23	1772	277	LLDPE/SST	1.918	14/05/2015	11/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
24	1772	278	LLDPE/SST	1.937	14/05/2015	11/05/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
25	1772	2	LLDPE/SST	1.944	15/05/2015	21/04/2015	SI	7.01	140.00	981.40	SI	
311	2085	13	LLDPE/SST	1.940	05/01/2016	23/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
312	2085	17	LLDPE/SST	1.942	05/01/2016	23/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
313	2085	19	LLDPE/SST	1.964	05/01/2016	24/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
314	2085	26	LLDPE/SST	1.967	05/01/2016	24/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
315	2085	22	LLDPE/SST	1.927	05/01/2016	24/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
316	2085	14	LLDPE/SST	1.929	09/01/2016	24/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
317	2085	23	LLDPE/SST	1.931	09/01/2016	24/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
318	2085	24	LLDPE/SST	1.941	12/01/2016	24/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
319	2085	3	LLDPE/SST	1.932	16/01/2016	22/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
320	2085	8	LLDPE/SST	1.925	16/01/2016	22/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
321	2085	10	LLDPE/SST	1.928	16/01/2016	22/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
322	2085	1	LLDPE/SST	1.936	16/01/2016	22/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
323	2085	5	LLDPE/SST	1.927	16/01/2016	22/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
324	2085	4	LLDPE/SST	1.949	16/01/2016	22/12/2015	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
325	2085	11	LLDPE/SST	1.949	16/01/2016	22/01/2016	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
326	2085	6	LLDPE/SST	1.949	16/01/2016	22/01/2016	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
327	2085	7	LLDPE/SST	1.949	16/01/2016	23/01/2016	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
328	2085	9	LLDPE/SST	1.949	16/01/2016	24/01/2016	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
329	2085	2	LLDPE/SST	1.949	16/01/2016	25/01/2016	SI	7.01	155.00	1086.55	SI	
Total Acumulado (m ²)										325,614,50		

Supervisor CQA Geosintéticos Firma:  Nombre: Leon Alegre Raúl Fecha: Supervisor CQA	Ing. Residente CQA Firma:  Nombre: Alvarado Valenzuela Misael Fecha: Jefe de CQA
--	--

Fuente: Elaborado por Anddes, 2016

Tabla 4: Cuadro de resumen de Geomembrana de 2.0 mm



Certificado de Calidad

Laboratorio Polytex de Investigación y Ensayos de Materiales Plásticos

Rollo N° 2091 - 16

Producto: Geo 2 LLDPE ST N/N 7,01 MT 2000 MIC
 N° de Validación: GE-200070Nct2-1001-03
 Longitud [m]: 140.000000
 Ancho [m]: 7.010000
 Fecha Fabricación: 22/11/2015

Cliente: TDM
 Factura N°: 001-0009632

Propiedades	Unidad	Norma	Frecuencia	Estándar	Polylab
Espesor					
Promedio	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	> 2.000	2.020
Mínimo	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	> 1.900	1.985
Aspereza Lado A	[mm]	ASTM D7466	Por Rollo	> 0.50	0.546
Densidad	[gr/cc]	ASTM D792	18000 [KG]	0.930 a 0.939	0.933
Propiedad Tensiles					
Tensión de Rotura	[KN/m]	ASTM D6693	9000 [KG]	> 21	50.053
Elongación de Rotura	[%]	ASTM D6693	9000 [KG]	> 250	610.830
Resistencia al Rasgado	[N]	ASTM D1004	18000 [KG]	> 200	240.460
Resistencia al Punzonado	[N]	ASTM D4833	18000 [KG]	> 400	616.600
Contenido de Carbón	[%]	ASTM D4218	9000 [KG]	2.0 a 3.0	2.423
Dispersión de Carbón	[Categoría]	ASTM D5596	18000 [KG]	1 a 2	1
Tiempo de Inducción Oxidativa (OIT)	[min]	ASTM D3895	36000 [KG]	> 100	141.000
Resistencia UV OIT Alta presión (1920 horas)	[%]	ASTM D7238, ASTM D5885	Por Formulacion	>35	>35
Envejecimiento de Horno a 85°C	[%]	ASTM D5721, ASTM D3895	Por Formulacion	>35	>35
Elongación Multiaxial en el Punto de Ruptura	[%]	ASTM D5617	Por Formulacion	>30	>30
Modulo de deformación al 2%	[N/mm]	ASTM D5323	Por Formulacion	<840	<840
Separación en Plano (SIP)		POLYLAB	Cada 2 Rollos	No Permitido	No observado

Observaciones:

Certifico que el rollo de geomembrana cumple o excede las especificaciones de Industrias Polytex S.A.



Roberto Díaz Palacios
 Jefe de Laboratorio y Control de Calidad



Calle D Mz. A Lt. 17 Las Praderas De Lurín - Lima
 (01)616-9393
 rdiaz@polytex.d

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Figura N° 1: Certificado de Calidad de Geomembrana

SIG AND		CONSTRUCCIÓN Resumen Control de la Geomembrana lldpe/sst 2.50 mm										Revisión:
												Fecha:
												10-AND-50-FOR-2421 / R0 / 17-04-15
Cliente		Minera Barrick Mispichilca S.A. (MBM) - Lagunas Norte					Supervisor CQA					Raúl León
Proyecto		Servicio de Aseguramiento de la Calidad de Construcción (CQA) Pad Fase					Ing. CQA					Misael Alvarado
N° de Proyecto		1113.10.22					Proveedor					Tecnología de Materiales
Ubicación del Proyecto		Olluvilla - La Libertad					Fabricante					Polytex
ITEM	N° LOTE DE RESINA	N° ROLLO	TIPO	ESPESOR MINIMO (2.350 mm)	FECHA RECEPCION	FECHA FABRICACION	CERTIFICADO FABRICANTE (S/N)	ANCHO (m)	LONGITUD (m)	AREA POR ROLLO (m2)	CUMPLE CON ET	Comentarios
1	1804	53	LLDPE/SST	2.408	27/06/2015	12/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
2	1804	52	LLDPE/SST	2.387	27/06/2015	12/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
3	1804	64	LLDPE/SST	2.420	27/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
4	1804	68	LLDPE/SST	2.392	27/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
5	1804	54	LLDPE/SST	2.405	27/06/2015	12/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
6	1804	44	LLDPE/SST	2.411	27/06/2015	11/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
7	1804	58	LLDPE/SST	2.434	27/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
8	1804	22	LLDPE/SST	2.396	27/06/2015	10/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
9	1804	79	LLDPE/SST	2.423	27/06/2015	14/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
10	1804	24	LLDPE/SST	2.439	27/06/2015	10/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
11	1804	21	LLDPE/SST	2.393	27/06/2015	06/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
12	1804	55	LLDPE/SST	2.402	27/06/2015	12/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
13	1804	56	LLDPE/SST	2.395	29/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
14	1804	61	LLDPE/SST	2.396	29/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
15	1804	57	LLDPE/SST	2.454	29/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
16	1804	66	LLDPE/SST	2.404	29/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
17	1804	62	LLDPE/SST	2.405	29/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
18	1804	63	LLDPE/SST	2.426	29/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
19	1804	59	LLDPE/SST	2.422	29/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
20	1804	23	LLDPE/SST	2.420	29/06/2015	10/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
21	1804	70	LLDPE/SST	2.397	29/06/2015	14/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
22	1804	65	LLDPE/SST	2.417	29/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
23	1804	67	LLDPE/SST	2.417	29/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
24	1804	60	LLDPE/SST	2.404	29/06/2015	13/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
25	1804	15	LLDPE/SST	2.410	09/07/2015	09/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
26	1804	83	LLDPE/SST	2.446	09/07/2015	14/07/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
27	1804	43	LLDPE/SST	2.401	09/07/2015	11/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
28	1804	11	LLDPE/SST	2.398	09/07/2015	09/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
29	1804	19	LLDPE/SST	2.434	09/07/2015	09/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
30	1804	51	LLDPE/SST	2.436	09/07/2015	12/06/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
96	2084	5	LLDPE/SST	2.456	09/01/2016	28/12/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
97	2084	10	LLDPE/SST	2.431	09/01/2016	28/12/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
98	2084	6	LLDPE/SST	2.435	09/01/2016	28/12/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
99	2084	9	LLDPE/SST	2.451	09/01/2016	29/12/2015	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
100	2281	1	LLDPE/SST	2.386	16/03/2016	11/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
101	2281	2	LLDPE/SST	2.427	16/03/2016	11/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
102	2281	3	LLDPE/SST	2.409	16/03/2016	11/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
103	2281	4	LLDPE/SST	2.401	16/03/2016	11/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
104	2281	5	LLDPE/SST	2.391	16/03/2016	11/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
105	2281	6	LLDPE/SST	2.402	16/03/2016	11/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
106	2281	7	LLDPE/SST	2.414	16/03/2016	12/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
107	2281	8	LLDPE/SST	2.388	16/03/2016	12/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
108	2281	9	LLDPE/SST	2.393	16/03/2016	12/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
109	2281	10	LLDPE/SST	2.397	16/03/2016	12/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
110	2281	11	LLDPE/SST	2.428	16/03/2016	12/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
111	2281	12	LLDPE/SST	2.457	16/03/2016	12/03/2016	SI	7.01	120.00	841.20	SI	
Total Acumulado (m²)										93.373.20		

Supervisor CQA Geosintéticos

Anddes

Firma: 

Nombre: **Leon Alegre Raul**

Fecha: _____

Supervisor CQA

Ing. Residente CQA

Anddes

Firma: 

Nombre: **Alvaro Valenzuela**

Fecha: _____

Ing. Residente CQA

Fuente: Elaborado por Anddes, 2016

Tabla 5: Cuadro de resumen de geomembrana de 2.5 mm



Certificado de Calidad

Laboratorio Polytex de Investigación y
Ensayos de Materiales Plásticos

Rollo N° 2281 - 12

Producto: Geo 2 LLDPE ST N/N 7,01 MT 2500 MIC
 N° de Validación: G E-250070NA12-1002-03
 Longitud [m]: 120.000000
 Ancho [m]: 7.010000
 Fecha Fabricación: 12/03/2016

Cliente: TDM
 Factura N°: 001-0010106

Propiedades	Unidad	Norma	Frecuencia	Estándar	Polylab
Esesor					
Promedio	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	>2.500	2.541
Mínimo	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	>2.380	2.457
Aspeza Lado A	[mm]	ASTM D7466	Por Rollo	> 0.50	0.518
Densidad	[gr/cc]	ASTM D792	18000 [KG]	0.93 a 0.939	0.934
Propiedad Tensiles					
Tensión de Rotura	[KN/m]	ASTM D6693	9000 [KG]	>26	54.714
Elongación de Rotura	[%]	ASTM D6693	9000 [KG]	>400	596.970
Resistencia al Rasgado	[N]	ASTM D1004	18000 [KG]	>250	323.800
Resistencia al Punzonado	[N]	ASTM D4833	18000 [KG]	>500	717.267
Contenido de Carbón	[%]	ASTM D4218	9000 [KG]	2.0 a 3.0	2.479
Dispersión de Carbón	[Categoría]	ASTM D5596	18000 [KG]	1 a 2	1
Tiempo de Inducción Oxidativa (OIT)	[min]	ASTM D3895	36000 [KG]	>100	147.000
Resistencia UV OIT Alta presión (1920 horas)	[%]	ASTM D7238, ASTM D5885	Por Formulación	>35	>50
Envejecimiento de Horno a 85°C	[%]	ASTM D5721, ASTM D3895	Por Formulación	>35	>35
Elongación Multiaxial en el Punto de Ruptura	[%]	ASTM D5617	Por Formulación	>30	>30
Modulo de deformación al 2%	[N/mm]	ASTM D5323	Por Formulación	< 1050	<1050
Separación en Plano (SIP)		POLYLAB	Cada 2 Rollos	No Permitido	No observado

Observaciones:

Certifico que el rollo de geomembrana cumple o excede las especificaciones de Industrias Polytex S.A.



Roberto Díaz Palacios
Jefe de Laboratorio y Control de Calidad



Calle D Mz. A Lt. 17 Las Praderas De Lurín - Lima
 (01)616-9393
 rdiaz@polytex.cl

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Figura N° 3: Certificado de Calidad de Geomembrana

Figura N° 4: Certificado de Calidad de Geomembrana



Laboratorio Polytex de Investigación y Ensayos de Materiales Plásticos

Certificado de Calidad

Lote N° 2141

Producto	Cordón soldadura LLDPE	Ciente	POLYTEX S.A
Diámetro	5.0 [mm]	Factura N°	001-0010232
Peso total	1929.06 [kg]		



Los productos para aporte de soldadura de LLDPE de POLYTEX por extrusión son fabricados con aditivos complementarios.

El polietileno es un material termoplástico semicristalino que posee buenas propiedades mecánicas, gran inercia química, alta aislación eléctrica, apolar, no absorbe humedad, inodoro e inerte fisiológicamente. El contenido de Antioxidantes en la soldadura protege la degradación de la cadena polimérica por efectos de recalentamiento del material.

Los cordones de Soldaduras de polietileno de baja densidad se fabrican con diámetros nominales desde 3.0 a 5.0 [mm]. El cordón puede ser usado con máquinas portátiles de extrusión.

Soldadura de LLDPE:

Entre las principales características del Polietileno de baja Densidad tenemos:

Mayor resistencia a la ruptura.
Mayor fluidez.



Propiedad	Norma	Unidad	Valores
MI [2.16 kg – 190°C]	ASTM D 1238	[gr/10 min]	0.2398
Diámetro		[mm]	5.1
Contenido Negro de Humo	ASTM D 4812	[%]	2.38
Densidad	ASTM D 792	[gr/cc]	0.931

Cordón apto para ser usado con termofusión en Polietileno de baja o Media densidad con Melt Index menor a 0.3 [gr/10 min].

Roberto Díaz Palacios
Jefe Laboratorio y Control Calidad



Calle D Mz. A Lote 17 Urb. Las Praderas de Lurin, Lima - Perú
Teléfono: (0511) 616-9393, Fax (0511) 616-9372
E-mail: rdiaz@iqpolytex.cl, www.polytex.cl

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Figura N° 6: Certificado de Calidad de Cordón de soldadura

Figura N° 7: Certificado de Calidad de Cordón de soldadura

		CONSTRUCCIÓN Resultado de Resistencia de las Costuras por Extrusión		XXX-50-2415-001				
SIG-AND				Revisión : Fecha : 10-AND-50-FOR-2415/ R0 / 17-04-15				
Cliente	Minera Barrick Misquichilca S.A.	Fecha de Costura	23/08/2015					
Proyecto	CQA-Pad Fase 6	Fecha del Ensayo	27/08/2015					
N° Proyecto	1113.10.22	Ubicación del Ensayo	Laboratorio CQA-ANDES ASOCIADOS					
Ensayado por	Guillermo Almendrades	Zona						
Revisado por	Raúl León	Sector	1					
Pelado								
Datos de costura		Espesor (mm)		Adhesión de costura en pelado				
Número de ensayos	Número de paneles	Superior	Inferior	Peel (Kg/min)		Tipo de falla	Comentario	
				44.00 <input checked="" type="checkbox"/>	56.00 <input type="checkbox"/>			
1	03/04	2.20	2.26	72	-	FTB		
		2.12	2.26	74	-	FTB		
		2.35	2.22	62	-	FTB		
		2.25	2.26	71	-	FTB		
		2.28	2.30	68	-	FTB		
Corte								
Datos de Costura		Espesor (mm)		Fuerza de costura en rotura				
Número de ensayos	Número de paneles	Superior	Inferior	Shear (Kg/min)		Tipo de falla	Elongacion (> /≅ 200 %)	Comentario
				56.00 <input checked="" type="checkbox"/>	84.00 <input type="checkbox"/>			
1	03/04	2.30	2.37	87		FTB	>200	
		2.22	2.25	90		FTB	>200	
		2.25	2.22	86		FTB	>200	
		2.36	2.28	87		FTB	>200	
		2.35	2.28	79		FTB	>200	
Datos de Costura		Datos de Ensayo						
Hora:	11:00	Tipo de Geomembrana / Espesor		LLDPE / 2.00 mm.				
Temperatura Aire caliente	280	Textura		SST				
Temperatura de máquina °C	330	Fabricante Geomembrana		Polytex				
N° VT	1	Temperatura Ambiente °C		11				
N° Maquina	13282	Velocidad de cabeza		50 mm/min.				
Operador de máquina	MERLY RACHO	Modelo de tensiómetro/ N° Serie		Pro-Tester / PT-7561				
Valores mínimos por Espesores								
		Espesor 2.00 mm		Espesor 2.50 mm				
		Peel (E=2.00 mm)	Shear (E=2.00 mm)	Peel (E=2.50mm)	Shear (E=250mm)			
		44.00 Kg	66.00 Kg	56.00 Kg	84.00 Kg			
Observaciones	PASA							
Supervisor CQA Geosintéticos		Ing. Residente CQA						
Firma:		Firma:						
Nombre: Raúl León		Nombre: Alvarado Valenzuela Misset Jefe de CQA						
Fecha: 27-08-15		Fecha:						

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Figura N° 9: Ensayos Destructivos - Extrusión de 2.0mm

		CONSTRUCCIÓN Resultado de Resistencia de la Costura por Fusión		XXX-50-2416-001				
SIG AND				Revisión : Fecha : 10-AND-50-FOR-2416 / R0 / 17-04-15				
Cliente	Minera Barrick Misquichilca S.A.	Fecha de Costura	22/06/2015					
Proyecto	CQA-Pad Fase 6	Fecha del Ensayo	23/08/2015					
N° Proyecto	1113.10.22	Ubicación del Ensayo	Laboratorio CQA-ANDES ASOCIADOS					
Ensayado por	Raul León	Zona						
Revisado por	Luis Lucano	Sector	01					
Pelado								
Datos de Costura		Espesor (mm)		Adhesión de costura en pelado				
Número de ensayos	Número de paneles	Superior	Inferior	Peel (Kg/min)		Tipo de falla	Comentario	
				51.00 <input checked="" type="checkbox"/>	51.00 <input type="checkbox"/>			
1	02-03	2.53	2.48	79	76	FTB		
		2.48	2.53	74	58	NO FTB		
		2.56	2.51	75	74	FTB		
		2.52	2.50	77	73	NO FTB		
		2.54	2.56	74	71	NO FTB		
Corte								
Datos de Costura		Espesor (mm)		Fuerza de costura en rotura				
Número de ensayos	Número de paneles	Superior	Inferior	Shear (Kg/min)		Tipo de falla	Elongacion (> / = 200 %)	Comentario
				66.00 <input checked="" type="checkbox"/>	66.00 <input type="checkbox"/>			
1	02-03	2.51	2.56	90		FTB	200	
		2.56	2.53	88		FTB	200	
		2.53	2.54	84		FTB	200	
		2.51	2.51	89		FTB	200	
		2.50	2.56	89		FTB	200	
Datos de Costura		Datos de Ensayo						
Hora:	11:45	Tipo de Geomembrana / Espesor		LLDPE / 2.00 mm.				
Velocidad de cuña	1.3	Textura		SST				
Temperatura de máquina °C	460	Fabricante Geomembrana		Polytex				
N° Union por Fusión.	01	Temperatura Ambiente °C		15				
N° máquina	0120	Velocidad de cabeza		50 mm/min.				
Operador de máquina	Sixto Requejo	Modelo de tensiómetro/ N° Serie		Pro-Tester / PT-7561				
Valores mínimos por Espesores								
Espesor 2.00 mm		Espesor 2.50 mm						
Peel (E=2.00 mm)	Shear (E=2.00 mm)	Peel (E=2.50mm)	Shear (E=250mm)					
51.00 Kg	66.00 Kg	66.00 Kg	84.00 Kg					
Observaciones:								
FALLA								
Supervisor CQA Geosintéticos Firma:  Nombre: Raúl León Fecha: 23-08-15			Ing. Residente CQA Firma:  Nombre: Alvarado Valenzuela Misael Fecha:					

Fuente: Elaborado por Ausenco, 2007

Figura N° 12: Ensayo Destructivo - Fusión de 2.0mm

Figura N° 13: Ensayo Destructivo - Fusión de 2.0mm

		CONSTRUCCIÓN Resultado de Resistencia de las Costuras por Extrusión		XXX-50-2415-001				
SIG AND				Revisión : Fecha :				
				10-AND-50-FOR-2415/ R0 / 17-04-15				
Cliente	Minera Barrick Misquichilca S.A.	Fecha de Costura	16/10/2015					
Proyecto	CQA-Pad Fase 6	Fecha del Ensayo	28/10/2015					
N° Proyecto	1113.10.22	Ubicación del Ensayo	Laboratorio CQA-ANDES ASOCIADOS					
Ensayado por	Guillermo Almendrades	Zona	-					
Revisado por	Raúl León	Sector	1					
Pelado								
Datos de costura		Espesor (mm)		Adhesión de costura en pelado				
Número de ensayos	Número de paneles	Superior	Inferior	Peel (Kg/min)		Tipo de falla	Comentario	
				44.00	56.00			
1	24/22	-	-	-	72	NOFTB	FALLA POR PELADO >10%	
		-	-	-	67	NOFTB		
		-	-	-	68	NOFTB		
		-	-	-	83	NOFTB		
		-	-	-	78	NOFTB		
Corte								
Datos de Costura		Espesor (mm)		Fuerza de costura en rotura				
Número de ensayos	Número de paneles	Superior	Inferior	Shear (Kg/min)		Tipo de falla	Elongación (> / = 200 %)	Comentario
				66.00	84.00			
1	03	-	-	104	FTB	>200		
		-	-	95	FTB	>200		
		-	-	105	FTB	>200		
		-	-	89	FTB	>200		
		-	-	99	FTB	>200		
Datos de Costura			Datos de Ensayo					
Hora:	11:35	Tipo de Geomembrana / Espesor:		LLDPE / 2.50 mm.				
Temperatura Aire caliente	340	Textura		SST				
Temperatura de máquina °C	300	Fabricante Geomembrana		Polytex				
N° VT	11	Temperatura Ambiente °C		12				
N° Máquina	13281	Velocidad de cabeza		50 mm/min.				
Operador de máquina	Martires Burgos	Modelo de tensiómetro/ N° Serie		Pro-Tester / PT-7561				
Valores mínimos por Espesores								
Espesor 2.00 mm			Espesor 2.50 mm					
Peel (E=2.00 mm)		Shear (E=2.00 mm)		Peel (E=2.50mm)		Shear (E= 250mm)		
44.00 Kg		66.00 Kg		56.00 Kg		84.00 Kg		
Observaciones:	FALLA							
Supervisor CQA Geosintéticos				Ing. Residente CQA				
Firma:				Firma:				
Nombre: Raúl León				Nombre:				
Fecha: 28-10-15				Fecha:				

Fuente: Elaborado por Anddes, 2016

Figura N° 15: Ensayo Destructivo - Extrusión 2.5 mm

Figura N° 16: Ensayo Destructivo - Extrusión 2.5 mm

		CONSTRUCCIÓN Resultado de Resistencia de la Costura por Fusión		XXX-50-2416-001				
SIG AND				Revisión : Fecha : 10-AND-50-FOR-2416 / R0 / 17-04-15				
Cliente	Minera Barrick Misquichilca S.A.	Fecha de Costura	30/09/2015					
Proyecto	CQA-Pad Fase 6	Fecha del Ensayo	03/10/2015					
N° Proyecto	1113.10.22	Ubicación del Ensayo	Laboratorio CQA-ANDES ASOCIADOS					
Ensayado por	Raúl León	Zona	-					
Revisado por	Luis Lucano	Sector	1					
Pelado								
Datos de Costura		Espesor (mm)		Adhesión de costura en pelado				
Número de ensayos	Número de paneles	Superior	Inferior	Peel (Kg/min)		Tipo de falla	Comentario	
				51.00	66.00			
1	6/4	2.48	2.68	89	78	FTB		
		2.81	2.90	84	91	FTB		
		2.45	3.00	79	82	FTB		
		2.50	2.87	75	79	FTB		
		2.78	2.71	78	89	FTB		
Corte								
Datos de Costura		Espesor (mm)		Fuerza de costura en rotura				
Número de ensayos	Número de paneles	Superior	Inferior	Shear (Kg/min)		Tipo de falla	Elongación (> / = 200 %)	Comentario
				66.00	84.00			
1	6/4	2.67	2.72	96		FTB	>200	
		2.76	2.64	93		FTB	>200	
		2.49	2.54	92		FTB	>200	
		2.82	2.80	94		FTB	>200	
		2.63	2.72	93		FTB	>200	
Datos de Costura		Datos de Ensayo						
Hora:	16:30	Tipo de Geomembrana / Espesor		LLDPE / 2.50 mm.				
Velocidad de cuña	1.2	Textura		SST				
Temperatura de máquina °C	450	Fabricante Geomembrana		Polytex				
N° Union por Fusión.	5	Temperatura Ambiente °C		14 °C				
N° máquina	3445	Velocidad de cabeza		50 mm/min.				
Operador de máquina	Kiko Macedo	Modelo de tensiómetro/ N° Serie		Pro-Tester / PT-7561				
Valores mínimos por Espesores								
Espesor 2.00 mm		Espesor 2.50 mm						
Peel (E=2.00 mm)	Shear (E=2.00 mm)	Peel (E=2.50mm)	Shear (E=250mm)					
51.00 Kg	66.00 Kg	66.00 Kg	84.00 Kg					
Observaciones:								
PASA								
Supervisor CQA Geosintéticos Firma: Nombre: Raúl León Fecha: 03-10-15			Ing. Residente CQA Firma: Nombre: Misael Valenzuela Fecha:					

Fuente: Elaborado por Anddes, 2016

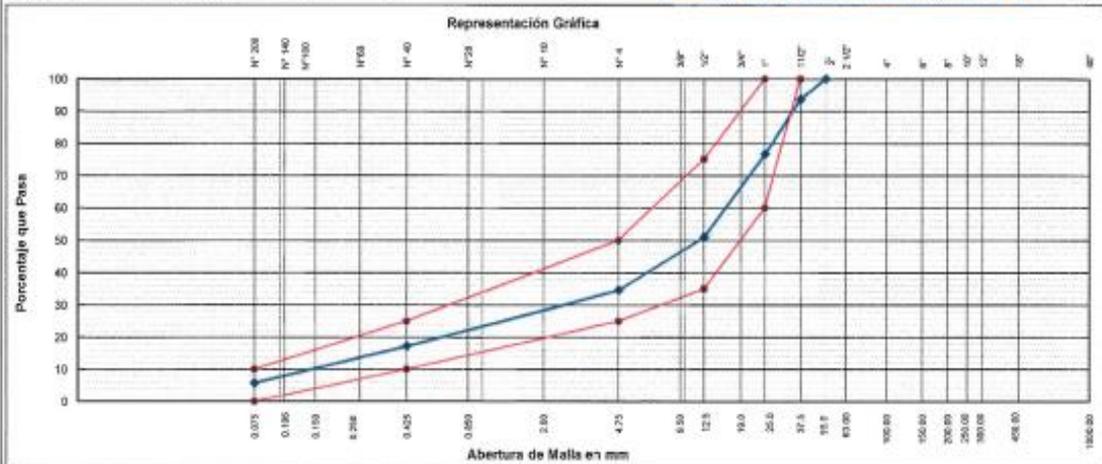
Figura N° 18: Ensayo Destructivo - Fusión de 2. mm

Figura N° 19: Ensayo Destructivo - Fusión de 2. mm

ENSAYOS DE INSTALACION DEL SOBREVESTIMIENTO

✓ Ensayo de granulometría ASMT D-6913

Anddes		CONSTRUCCIÓN Análisis Granulométrico ASTM D 6913				1113.10-50-2302-001 Revisión : 0 Fecha : 03/02/2015	
SIC AND		10-AND-50-FOR-2302 / RA / 30-01-15					
Cliete:	Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM)				Muestra N°:	OL-160524	
Proyecto:	CQA Pad de Lixiviación Fase 6				Muestreado en:	Sector 4N, pad fase 6	
N° Proyecto:	1113.10.22				Muestreado por:	Wagner Viza	
Materia:	Sobrevestimiento (lixiado)				Ensayado por:	Wagner Viza	
Procedencia:	Acopio fase 5, material lixiado				Fecha de Ensayo:	24/05/2016	
Fecha de Muestreo:	24/05/2016	Hora de Muestreo:	11:00:00 a.m.		Granulometría Dividida	No Malla (3") SI Malla (N° 4)	
Coordenadas:	Norte: -	Este: -	Cota: -				
Tamiz		Pesos		Porcentajes		Descripción de la Muestra	
ASTM	E 11-13	Peso Individual Retenido (g)	Peso Acumulativo Retenido (g)	Porcentaje Individual Retenido (%)	Acumulativo Retenido (%)	Acumulativo Pasante (%)	Especif. Técnicas
Tamaño en (")	Tamaño en (mm)						
18"	450.000						
12"	300.000						
10"	250.000						
8"	200.000						
6"	150.000						
4"	100.000						
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000					100.0	
1 1/2"	37.500	1.626.0	1.626.0	6.3	6.3	93.7	100
1"	25.000	4.427.0	6.053.0	17.1	23.4	76.6	60 100
3/4"	19.000	3.631.0	9.684.0	14.0	37.4	62.6	
1/2"	12.500	3.008.0	12.692.0	11.8	49.0	51.0	35 75
3/8"	9.500	1.627.0	14.319.0	6.3	55.3	44.7	
1/4"	6.300						
N° 4	4.750	2.607.0	16.926.0	10.1	65.4	34.6	25 50
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	182.40	182.4	9.1	74.5	25.5	
N° 16	1.180						
N° 20	0.850	96.24	278.6	4.8	79.3	20.7	
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	70.84	349.5	3.5	82.8	17.2	10 25
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	61.90	411.4	3.1	85.9	14.1	
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	80.28	491.6	4.0	89.9	10.1	
N° 140	0.105	61.29	552.9	3.1	93.0	7.0	
N° 200	0.075	25.36	578.3	1.3	94.3	5.7	8 10
Fondo		114.27	692.6	5.7	100.0	0.0	
TOTAL		692.66					
Peso Total Seco (g)						25,930.0	
Peso Fracción 3" (g)							
Constante < de 3"							
Peso Fracción N°4 (g)						692.66	
Constante < de N° 4						0.04995957	
Temperatura de Secado :						110 °C	
Clasificación AASHTO							
Clasificación SUCS						GW GM	
Grava bien graduada con limo							
Humedad Natural				Descripción del Ensayo			
N° de Tara	E-7	Bloques o Rocas (%)					
Peso Húmedo + T (g)	9520.0	Bolonería (%)					
Peso Seco + T (g)	8426.0	Grava (%)		65.4			
Peso de Tara (g)	1397.0	Arena (%)		28.9			
Peso del Agua (g)	194.0	Pasante N° 200 (%)		5.7			
Peso Seco sin T (g)	7029.0						
% de Humedad	2.8						
Límites de Atterberg (ASTM-D4318)							
Límite Líquido (%)		NP					
Límite Plástico (%)		NP					
Índice de Plasticidad (%)		NP					
Otros Valores de Granulometría							
D60	39.27	CU	11.90				
D30	15.84	CC	1.89				
D10	3.38						
Cumple con las Especificaciones Técnicas :						No	



Observaciones: Muestreado en conjunto con MEP, material cumple de acuerdo al ESI N° EVC-ESI-36

Técnico de Laboratorio de Suelos
Firma:
Nombre: **Viza Colana Wagner Silver**
Supervisor CQA
Fecha: 25-05-2016

Supervisor de Campo CQA
Firma:
Nombre: **Zepana Cordero Eduardo**
Supervisor CQA
Fecha: 25-05-2016

Jefe CQA
Firma:
Nombre: **Viza Colana Wagner Silver**
Jefe de CQA
Fecha: 25-05-2016

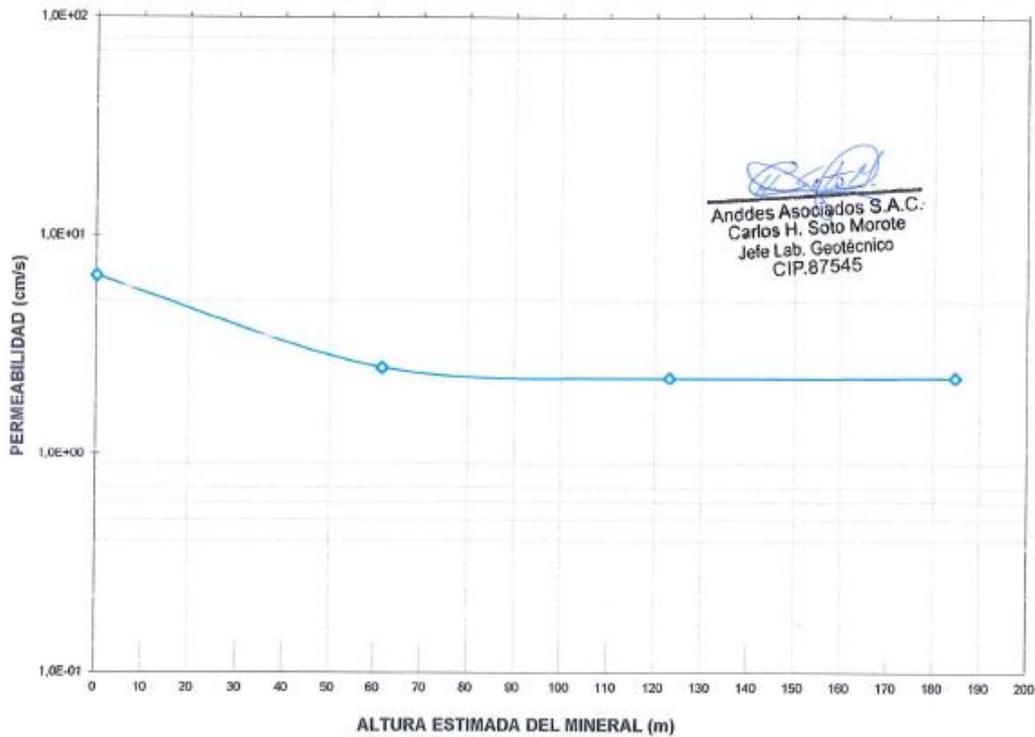
✓ Ensayo de Limite de Atterberg ASTM D-4318

		CONSTRUCCIÓN Límites de Atterberg ASTM D 4318		1113,10-50-2304-001 Revisión: 0 Fecha: 03/02/2015 10-AND-90-FOR-2304 / RA / 30-01- 5																									
SIG AND																													
Cliente:	Minera Barrick Misquichica S.A. (MBM)	Muestra N°:	OL-160524																										
Proyecto:	CQA Pad de Lixiviación Fase 5	Muestreado en:	Sector 4N, pad fase 6																										
N° Proyecto:	1113.10.22	Muestreado por:	Wagner Viza																										
Material:	Sobrevestimiento (lixiviado)	Ensayado por:	Wagner Viza																										
Procedencia:	Acopio fase 5, material lixiviado	Fecha de Ensayo:	24/05/2016																										
Fecha de Muestreo:	24/05/2016	Coordenadas:	Norte	Este																									
Cota:	-		-	-	-																								
Límite Líquido																													
N° de Golpes																													
N° de Recipiente																													
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo (g)																													
Peso de recipiente + Suelo Seco (g)																													
Peso del Recipiente (g)																													
Peso del Agua (g)																													
Peso del Suelo Seco (g)																													
Contenido de Humedad (%)																													
NP																													
Límite Plástico																													
N° de Recipiente																													
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo (g)																													
Peso de Recipiente + Suelo Seco (g)																													
Peso del Recipiente (g)																													
Peso del Agua (g)																													
Peso del Suelo Seco (g)																													
Contenido de Humedad (%)																													
NP																													
Temperatura de Secado : 110 °C Preparación de la Muestra : Húmeda Agua Utilizada : Potable Muestra pasante N° 40 (%) : 17.20																													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° Golpes, N</th> <th>Factor k</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.008</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>		N° Golpes, N	Factor k	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.008	28	1.014	29	1.018	30	1.022		
N° Golpes, N	Factor k																												
20	0.974																												
21	0.979																												
22	0.985																												
23	0.990																												
24	0.995																												
25	1.000																												
26	1.005																												
27	1.008																												
28	1.014																												
29	1.018																												
30	1.022																												
Ecuación de cálculo																													
$LL = W^a (N / 25)^{b(1-k)}$ ó $LL = kW^a$																													
Donde : N = Número de Golpes. W ^a = Contenido de Humedad. k = Factor para Límite Líquido.																													
Resultados obtenidos																													
Límites		Índice Plástico (%)																											
Líquido (%)	Plástico (%)																												
NP	NP																												
Cumple con las Especificaciones Técnicas :																													
SI																													
Observaciones : Material fue aprobado de acuerdo al ESI N° EVC-ESI-39																													
Técnico de Laboratorio de Suelos Firma:  Nombre: Viza Colana Wagner Silver Supervisor CQA Fecha: 25-05-2016		Supervisor de Campo CQA Firma:  Nombre: Zapana Cendori Eduard Supervisor CQA Fecha: 25-05-2016		Jefe CQA Firma:  Nombre: Alcarado Valenzuela Misael Jefe CQA Fecha: 25-05-2016																									

✓ Permeabilidad ASTM D-5084 o D-2434

Nombre del Proyecto:	CQA Pad Lixiviación Fase 6				
Cliente:	Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM)				
Ubicación del Proyecto:	Santiago de Chuco - La Libertad - Trujillo				
Cód. de Muestra:	OL-160503	Nº de Muestra: ---			
Profundidad (m):	0,75	Nº de Proyecto: 1113.10.22			
Zona:	Plataforma del sector 4S	Nº de Informe: LAB-16.10.057			
Descripción:	Material de sobrevestimiento	Fecha: 27/05/2016			
Solicitado Por:	Wagner Viza				

Nº Ensayo	Contenido de Agua %	Densidad Seca (g/cm ³)	Altura Estimada del Mineral (m)	Esfuerzo Normal (kPa)	Conductividad Hidráulica (cm/s)
Inicial		-	-	-	-
1	3,0	1,61	0	1,0	6,5E+00
2		1,67	62	1000,0	2,5E+00
3		1,72	123	2000,0	2,2E+00
4		1,75	185	3000,0	2,2E+00
Final	18,0	1,75			



[Firma]
Anddes Asociados S.A.C.
Carlos H. Soto Morote
Jefe Lab. Geotécnico
CIP.87545

- NOTAS:**
- 1) Uso permeámetro de 12" de pared rígida
 - 2) Ensayo a carga constante
 - 3) Altura, basada en la densidad húmeda inicial promedio
 - 4) Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Nº de Informe:
MP	JCA	CSM	LAB-16.10.057

Estos datos se aplican solo a las muestras ensayadas. Los datos e información contenidas en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Anddes Asociados S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente está de acuerdo en limitar la responsabilidad de Anddes Asociados S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos. Este informe no es válido sin la firma y sello del jefe del laboratorio.

Av. Javier Prado Este Cdra. 46, Edificio Capital Golf, Piso 13, Suco, Lima 33, Perú T: +51 1 317 4900

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN LA IMPERMEABILIZACIÓN DE PAD DE LIXIVIACION EN LA MINA LAGUNAS NORTE LA LIBERTAD – 2016

Autor: JUAN CARLOS VÁSQUEZ MAMANI

Fecha: 25/05/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL

Lugar	Distrito	Provincia	Región
Lagunas Norte	Quiruvilca	Santiago de Chuco	La libertad

2. INFORMACIÓN DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN

Tipo de suelo	Grava Limosa	Arcilla	Limo
		x	

3. INFORMACIÓN DE PROYECTO

Diámetro de la roca	0.65mm	0.70mm	0.75mm	0.80mm
		x	x	
Altura de capa Arcilla	0.20cm	0.25cm	0.30cm	0.35cm
			x	
Espesor de la geomembrana	1mm	1.5mm	2mm	2.5mm
			x	x
Espesor de capa de revestimiento	0.70cm	0.75cm	0.80cm	0.85cm
		x	x	
Ancho de traslape para soldadura de extrusión	75mm	80mm	85cm	90cm
	x			
Verificación de certificado de calidad	Existe		No existe	
	x			

4. PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA 1



FOTOGRAFÍA 2

OBSERVACIÓN

Fotografía 1: Se observa el cumplimiento de la altura mínima de capa de 30 cm, esto se comprobó con levantamientos topográficos y calicatas.

Fotografía 2: Se observa la instalación de la geomembrana, se usó plantillas de 0.75 cm tal como se muestra en los sacos blancos.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: CACERES DUEÑAS SANDRO
 5.2. Cargo e institución donde labora: SUPERVISOR SENIOR DE CONSTRUCCION MBM
 5.3. Nombre del instrumento de evaluación: FICHA TÉCNICA
 5.4. Autor de Instrumento: VÁSQUEZ MAMANI JUAN CARLOS

VI. ASPECTO DE EVALUACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.LUCIDEZ	El tema de investigación esta propuesto adecuadamente.												X	
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3.REALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de investigación.										X			
4.ORDEN	Existe una organización lógica de la investigación.											X		
5.SUFICIENCIA	Se consideran adecuadamente los aspectos metodológicos.											X		
6.INTENSIDAD	Las variables de investigación guardan relación con el problema de investigación.												X	
7.PERMANENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.COHERENCIA	Guarda relación los problemas, objetivos, variables e indicadores.											X		
9.METODOLOGÍA	Está de acuerdo al método científico el nivel, tipo y diseño de investigación.												X	
10.OPORTUNIDAD	El instrumento de recolección de datos esta de acorde al método científico.												X	

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
96%

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 27 de mayo del 2017

Firma del experto
 DNI N°: 23230586

SANDRO CACERES DUEÑAS
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. N° 49029

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Samana Ramos Juan Carlos
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Superación de Operaciones - Hima Lagunas Norte
- 1.3. Nombre del instrumento de evaluación: Fichas Técnicas
- 1.4. Autor de Instrumento: Vasquez Mamani Juan Carlos

II. ASPECTO DE EVALUACIÓN .

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.LUCIDEZ	El tema de investigación esta propuesto adecuadamente.												X	
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.REALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de investigación.												X	
4.ORDEN	Existe una organización lógica de la investigación.													X
5.SUFICIENCIA	Se consideran adecuadamente los aspectos metodológicos.												X	
6.INTENSIDAD	Las variables de investigación guardan relación con el problema de investigación.												X	
7.PERMANENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8.COHERENCIA	Guarda relación los problemas, objetivos, variables e indicadores.											X		
9.METODOLOGÍA	Está de acuerdo al método científico el nivel, tipo y diseño de investigación.												X	
10.OPORTUNIDAD	El instrumento de recolección de datos esta de acorde al método científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 27 de mayo del 2017


SOLTRAK S.A.
 Firma del experto **Juan Samana Ramos**
COORDINADOR DE OPERACIONES
EN: LIMPIEZA, FILTROS Y MANTENIMIENTO PREDICTIVO
 DNI N°: 18139505

CIP: 196273

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: : CONTROL DE CALIDAD EN LA IMPERMEABILIZACIÓN DE PAD DE LIXIVIACION EN LA MINA LAGUNAS NORTE LA LIBERTAD - 2016

PROBLEMA	OBJETIVOS	Hipótesis	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA
<p>Problema General: ¿Cómo aplicar un control de calidad que permita disminuir las fugas en la impermeabilización del Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p> <p>Problema Específicos: ¿De qué manera el control de calidad eliminara los errores en la instalación del suelo de baja permeabilidad, permitiendo la impermeabilización de Pad de lixiviación de la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p> <p>¿Cómo mejorara el control de calidad en la instalación del revestimiento permitiendo reducir los errores en esta capa de la impermeabilización del Pad de lixiviación de la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p> <p>¿En qué forma se puede determinar que el control de calidad asegurara la correcta altura de instalación del sobre revestimiento logrando la impermeabilización de Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p>	<p>Objetivo General: Aplicar un control de calidad que permita disminuir las fugas en la impermeabilización del Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p> <p>Objetivos Específicos: Demostrar que control de calidad eliminara los errores en la instalación del suelo de baja permeabilidad, permitiendo la impermeabilización de Pad de lixiviación de la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p> <p>Establecer que el control de calidad mejoró la instalación del revestimiento permitiendo reducir los errores en esta capa de la impermeabilización del Pad de lixiviación de la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p> <p>Determinar que el control de calidad asegurara la correcta altura de instalación del sobre revestimiento logrando la impermeabilización de Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p>	<p>Hipótesis General La Aplicación de un control de calidad permitirá disminuir las fugas en la impermeabilización del Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p> <p>Hipótesis Específicos EL control de calidad eliminara los errores en la instalación del suelo de baja permeabilidad, permitiendo la impermeabilización de Pad de lixiviación de la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p> <p>El control de calidad mejoró (mejorara) la instalación del revestimiento permitiendo reducir los errores en esta capa de la impermeabilización del Pad de lixiviación de la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p> <p>El control de calidad asegurara la correcta altura de instalación del sobre revestimiento logrando la impermeabilización de Pad de lixiviación en la mina Lagunas Norte La Libertad – 2016.</p>	Variable 1: Sistema de Control de Calidad		<p>Tipo de investigación Tipo Aplicada.</p> <p>Diseño de investigación La investigación se considera de Nivel Explicativo.</p> <p>Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 83 y 85) , el diseño de investigación que se aplicó en el presente estudio es No – Experimental de corte transversal.</p> <p>Método de investigación Cuantitativo.</p> <p>Población Está conformado por todas las minas de la Libertad.</p> <p>Muestra Se realizará un muestreo en la mina Lagunas Norte La Libertad.</p> <p>Técnica La técnica a utilizar es observación directa de los hechos.</p> <p>Instrumento Una ficha de recolección de datos formulados por el investigador.</p>
			Dimensiones	Indicadores	
			Control de Calidad del Contratista (QA)	Experiencia del personal de Calidad Cumplimiento del programa de calidad Procedimientos constructivos	
			Control de calidad de la Construcción (CQA)	Desarrollo del plan de control de calidad Plan de puntos de inspección Supervisión durante el proceso constructivo.	
			Equipo Verificador de Campo (EVC)	Diseñador del proyecto Soluciones de ingeniería de campo Jerarquía del supervisor (EVC)	
			Dimensiones	Indicadores	
			Suelo de baja permeabilidad	Calidad de materiales Proceso constructivo Ensayos	
			Geomembrana	Calidad de materiales Método de despliegue Prueba geoelectrica Lanza seca	
			Sobrevestimiento	Calidad de materiales Método de Instalación Prueba geoelectrica Dipolo.	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

PANEL FOTOGRAFICO



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura N° 21: Preparación de superficie para colocación de Soil liner



Figura N° 22: Compactación del suelo de baja permeabilidad

Fuente: Elaboración propia, 2017



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura N° 25: Instalación de la Geomembrana



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura N° 26: Soldadura de Geomembrana



Figura N° 27: Prueba Geoeléctrica (Lanza de Agua)

Fuente: Elaboración propia, 2017



Figura N° 28: Colocación del material de Sobrevestimiento

Fuente: Elaboración propia, 2017

