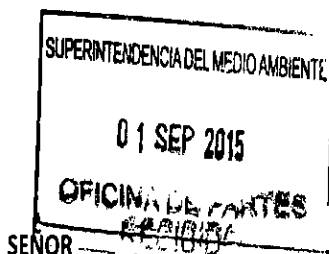


Expediente Rol F-054-2014

-----  
Cumple lo ordenado.



**SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE**

José Pedro Urrutia Beven, abogado, en representación de **Anglo American Sur S.A.**, en autos sobre proceso administrativo sancionatorio expediente Rol F-054-2014, al Señor Superintendente del Medio Ambiente respetuosamente decimos:

Encontrándome dentro de plazo y conforme a lo ordenado en el Resuelvo Cuarto de la Resolución Exenta N°586, de fecha 17 de Julio de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, acompaño en autos el documento "Informe Proyecto Solución Transitoria Botadero Donoso", el cual contiene una descripción pormenorizada de las obras y acciones contempladas por la solución transitoria para la generación de drenajes ácidos en el botadero Donoso, dando cumplimiento así a lo dispuesto en el considerando 3.1.1.2, punto (iv), de la Resolución de Calificación Ambiental N°29/2004, que calificó ambientalmente favorable el proyecto "Depósito de Estériles Donoso".

**POR TANTO,**

al Señor Superintendente del Medio Ambiente respetuosamente pido: Sírvase tener por cumplido lo ordenado en el Resuelvo Cuarto de la Resolución Exenta N°586, de fecha 17 de Julio, y por acompañado el informe individualizado en el cuerpo de este escrito.

*José P. Urrutia*

**INFORME  
PROYECTO SOLUCIÓN  
TRANSITORIA BOTADERO DONOSO**

Agosto de 2015

## Tabla de Contenidos

1	Introducción .....	3
2	Obras ejecutadas en forma previa a la fiscalización SMA .....	3
2.1	Sistema de Impulsión .....	3
2.2	Funcionamiento del sistema de impulsión .....	4
2.3	Lógica de control y operación .....	5
2.4	Fotografías .....	6
3	Obras y acciones ejecutadas posterior a la fiscalización de la SMA. ....	7
3.1	Trabajos de Impermeabilización y Conducción de Aguas de Contacto hacia Piscina N°4 7	
3.2	Funcionamiento del Sistema de Captación en Piscina N°4 .....	7
3.3	Canaleta de conducción de aguas desde ex Laguna N°2 a Piscina N°4 .....	9
3.4	Captaciones frente a Piscina N°4 .....	10
4	Obras y acciones planificadas para mejorar y complementar la solución transitoria, según petición de la SMA .....	10
4.1	Construcción Trabajos en Piscina N°4 .....	11
4.2	Mejoramiento Sistema de Bombeo .....	13
	Anexos .....	14
	Informe Técnico Impermeabilización Laguna N°4 .....	35
	Informe de Calidad Laguna N°4 – Relix .....	43
	Planimetría Sistema Control Drenaje Ácido .....	74

## Índice de Figuras

Figura 1.	Diagrama de flujo Sistema de Impulsión .....	5
Figura 2.	Proceso de Impulsión desde Laguna N°4 a instalaciones de Los Bronces .....	6
Figura 3.	Detalle de los trabajos .....	8
Figura 4.	Piscina N° 4 Impermeabilizada .....	8
Figura 5.	Detalle de la canalización .....	9
Figura 6.	Trabajos en la canaleta y trazado de canaleta de conducción .....	10
Figura 7.	Drenes Piscina 4 .....	12
Figura 8.	Perfil Dren proyectado .....	12
Figura 9.	Bomba flotante .....	13
Figura 10.	Bomba Centrífuga .....	13

## **Descripción Proyecto Solución Transitoria**

### **1 Introducción**

A partir de la Resolución Exenta N°586 (Julio de 2015), emitida por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), se solicita a Anglo American Sur presentar ante esta Autoridad las medidas transitorias que tengan por objeto eliminar o minimizar la generación de drenajes ácidos en el área del Botadero Donoso mientras no se encuentre operativa la solución definitiva.

A continuación se realiza una descripción pormenorizada de las obras y acciones contempladas para la solución transitoria, tanto aquellas implementadas en forma anterior a la fiscalización de la SMA (noviembre de 2013), posterior a ella y las planificadas para mejorar el control de los flujos de aguas de contacto. De esta forma, hemos separado la solución transitoria en tres etapas:

- a) Obras y acciones ejecutadas en forma previa a la fiscalización de la SMA
- b) Obras y acciones ejecutadas posterior a la fiscalización de la SMA.
- c) Obras y acciones planificadas para mejorar y complementar la solución transitoria, según petición de la SMA

Cabe destacar que las obras y acciones planificadas son adicionales y complementarias a las medidas ejecutadas con anterioridad a la fiscalización de la SMA en noviembre de 2013.

### **2 Obras ejecutadas en forma previa a la fiscalización SMA**

Corresponden a las medidas realizadas por Anglo American Sur durante los años 2012 y 2013 con el fin de recuperar las aguas contactadas, almacenarlas en una laguna de acumulación (Laguna N°4) y enviarlas a proceso.

#### **2.1 Sistema de Impulsión**

El Sistema de Impulsión Depósito Donoso Norte se ejecutó como una solución temporal al problema de los drenajes ácidos encontrados en el sector de las lagunas del área Donoso, producto de los deshielos sobre el material del botadero. El objetivo principal fue recuperar las aguas contactadas de la Laguna N°4 (actualmente Piscina N°4) e impulsarlas hasta las instalaciones de Los Bronces.

El proyecto de impulsión de aguas contactadas comenzó su operación en Noviembre del 2012.

## 2.2 Funcionamiento del sistema de impulsión

El sistema de bombeo consideró 2 estaciones de bombeo que operan en serie, impulsando un caudal máximo de 115 l/s (414 m<sup>3</sup>/h) a una altura total de 168 m. Utiliza una línea de impulsión de HDPE (355 mm de diámetro), con una extensión total de 1500 m aproximadamente.

Cada sala de bombas consideró los siguientes elementos:

- Bomba centrífuga VOGT MD668, impulsor Ø 315 mm y motor de 350 HP.
- Variador de frecuencia Danfoss Aqua Drive FC202 (380 V - 350 HP)
- Skid Mountain en acero Inoxidable (succión y descarga).
- Sala de bombas de 36 m<sup>2</sup> (h=3.2m) estructura metálica revestida sobre fundación de hormigón armado.
- S/E eléctricas de 500 KVA, transformadores 15/0,4 KV.
- Sistema de comunicaciones inalámbrico en 2,4 GHz.
- Tableros de fuerza, alumbrado, control, VDF y comunicaciones.

Adicionalmente la sala de bombas 1 cuenta con un variador Danfoss Aqua Drive FC202 (380 V - 25 HP) para operar una bomba flotante de 25 HP ubicada en la Laguna N°4 y que impulsa las aguas de contacto a la succión de la bomba 1.

El sistema cuenta con un medidor de flujo marca Siemens modelo Sitrans Mag 3100 ubicado en la descarga de la bomba 1 el cual se encuentra comunicado con los equipos de la Superintendencia de Aguas.

A continuación se describen las empresas que formaron parte de la construcción del proyecto:

- **Bbosch:** Instaló la línea eléctrica en 15 Kv desde el sector Los Bronces hasta el lado sur de la laguna N°4, fue un apoyo directo de la Superintendencia de Servicios y Estándares Mina.
- **Tranex:** Realizó todo el movimiento de tierra en el área, construcción de caminos, plataformas, excavaciones para tuberías, mantención de caminos y despeje de nieve.
- **Alusa:** Extendió las líneas eléctricas existentes hasta los puntos definidos para las salas de bombas. Construyó las fundaciones de hormigón armado y la estructura de las salas de bombas.
- **Vogt:** Proveedor e instalador de los equipos de bombeo, configuración del sistema HMI para control en modo remoto.
- **Relix:** Construyó las líneas de bombeo en HDPE 355 mm (PN20, PN16 y PN10), instaló drops en sala de bombas 2 y drop terminal en el sector de Los Bronces. Realizó la Ingeniería básica para el sistema temporal.
- **Larrain & Salas:** Instaló y configuró los equipos para comunicar las salas de bombas hasta el punto de operación.
- **Bermat:** Diseñó e implementó las modificaciones a las pantallas de operación de la superintendencia de aguas (HMI).

### 2.3 Lógica de control y operación

El sistema de bombeo puede operar en modo manual y automático, de manera local y remota, siendo la variable principal del sistema el nivel de la Laguna N°4. Todo el sistema opera con la lógica de evitar un rebalse de la Laguna N°4, utilizando para ello los sensores de nivel en la Laguna N°4 y en los estanques de 25 m<sup>3</sup> ubicados sobre la sala de bombas N°2.

La bomba flotante sobre la Laguna N°4 (cota 3727) alimenta la succión de la estación de bombas N°1 (cota 3720), la cual descarga en 4 estanques en serie de 25 m<sup>3</sup> cada uno (cota 3805), desde donde succiona la sala de bombas N°2 (cota 3798).

Esta sala de bombas descarga en un drop (cámara de carga) terminal ubicado en las instalaciones de Los Bronces.

A continuación se describen los pasos principales de la operación del sistema:

- El primer paso de la operación del sistema es la partida de la bomba en balsa ubicada en la Laguna N°4, que llena la línea y asegura una presión positiva en la succión de la bomba N°1.
- La partida de la bomba N°1 requiere de la activación del sensor de humedad de la línea.
- La partida de la bomba N°2 requiere de un nivel de llenado mínimo en los estanques, presión positiva en la succión y la activación del sensor de humedad de la línea.
- Al operar en modo automático, los parámetros para operar se adecúan a un nivel máximo y mínimo de la Laguna N°4.

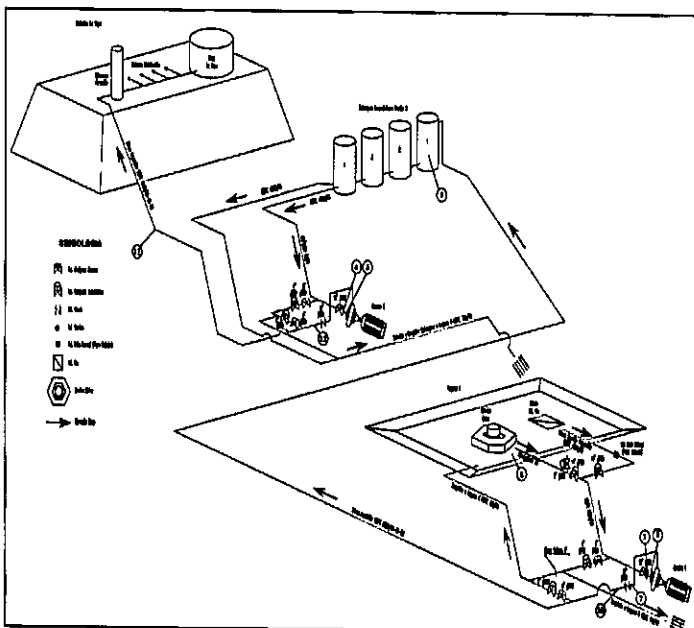


Figura 1. Diagrama de flujo Sistema de Impulsión

## 2.4 Fotografías



Figura 2. Proceso de Impulsión desde Laguna N°4 a instalaciones de Los Bronces

### **3 Obras y acciones ejecutadas posterior a la fiscalización de la SMA.**

A continuación se presentan las obras y acciones realizadas por Anglo American Sur, en forma posterior a la fiscalización de la SMA, constituyendo actividades distintas a las ejecutadas con anterioridad a la citada fiscalización.

#### **3.1 Trabajos de Impermeabilización y Conducción de Aguas de Contacto hacia Piscina N°4**

Bajo el marco de «Mejoras a Solución Transitoria Botadero Donoso» se realizó la impermeabilización de la Laguna N°4 Donoso Norte durante el primer trimestre de 2014. Asimismo, se construyó un sistema de drenajes, constituido por canales laterales localizados en la ladera norte del depósito, y un dique de contención, de manera de interceptar todo flujo que pudiera provenir de este sector para ser conducido hacia la nueva Piscina N°4 (ex Laguna N°4).

En la ejecución de los trabajos se contó con el apoyo de 2 contratos externos: Movimiento de tierra a cargo de Tranex y Encarpetado Laguna N°4 Donoso Norte ejecutado por Relix.

El trabajo consistió en:

- Impermeabilizar la Laguna N°4, para transformarla en la actual Piscina N° 4.
- Mejorar sistema de bombeo hacia instalaciones de Los Bronces y su instrumentación.
- Confeccionar un muro de material fino para evitar que las aguas escurran hacia la Laguna 6 y en ese punto instalar una tubería de HDPE 560 mm PN10 para canalizar las aguas de contacto desde el sector de la ex Laguna N°2 hacia la Piscina N°4.

Las principales áreas de trabajo se describen a continuación:

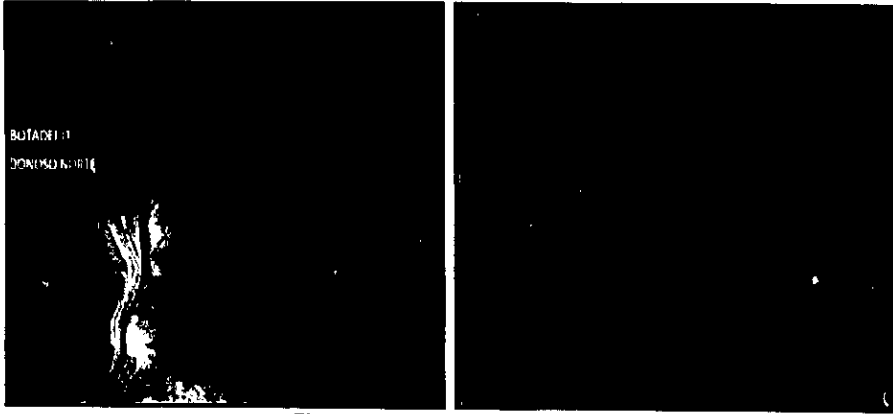
- Piscina N°4
- Pretil de contención y canaleta de conducción de aguas desde ex Laguna N°2 a Piscina N° 4
- Captaciones frente a Piscina N°4

#### **3.2 Funcionamiento del Sistema de Captación en Piscina N°4**

El sistema de captación consiste de una piscina la cual capta las infiltraciones del Botadero Donoso y posteriormente las conduce por un sistema de bombeo hacia las instalaciones de Los Bronces. Este sistema de captación es el más cercano al pie del Botadero, y tiene la finalidad de evitar que las aguas de contacto escurran hacia la Laguna 6.

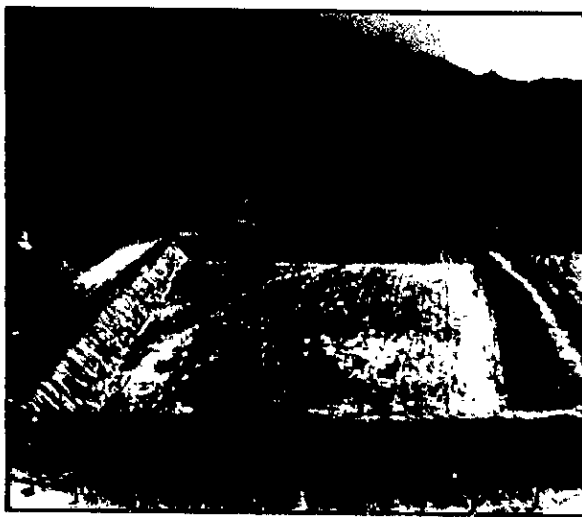


La figura N°3 a la izquierda muestra el escurrimiento natural de las aguas hacia la Laguna 6, mientras que a la derecha indica el sector donde se construyó un pretil de contención, además de trabajos de captación y canalización de estas aguas hacia la actual Piscina 4.



**Figura 3. Detalle de los trabajos**

La Piscina N°4 es una piscina ubicada en la base del botadero y que esta impermeabilizada mediante una carpeta de HDPE según muestra la Figura N°4. Se adjunta en los anexos del presente informe los documentos "Impermeabilización Laguna N°4 Donoso Norte" e "Informe de Calidad Piscina Laguna Seca 4", los cuales aportan mayores detalles de las obras de impermeabilización realizadas.



**Figura 4. Piscina N° 4 Impermeabilizada**

Basado en el sistema de impulsión existente se proyectó la capacidad de la Laguna encarpeta en 10.560 m<sup>3</sup>. Las capas de impermeabilizante conforman en total un área 8.160 m<sup>2</sup>, las cuales se terminaron de instalar en la primera semana de mayo de 2014.

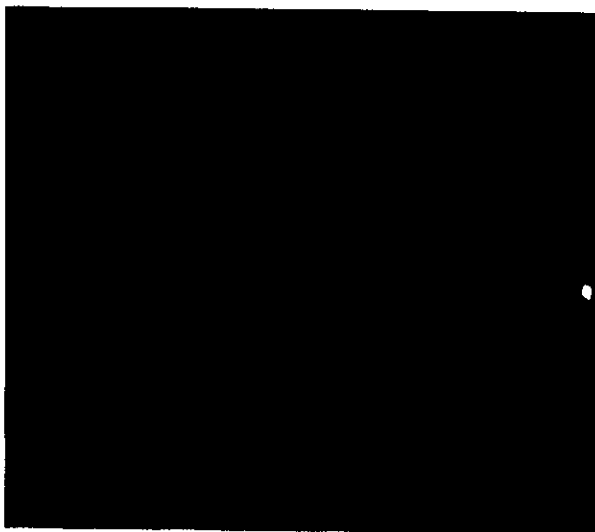
En específico la impermeabilización está compuesta por tres capas, las que se detallan a continuación:

- Primera capa: Geonet 3mm.
- Segunda capa: Geotextil 300 Grs.
- Tercera capa: Geomembrana 1,5mm.

Las principales etapas ejecutadas en este trabajo de impermeabilización fueron: desvío de afluentes, vaciado Laguna, generación plataformas de trabajo y acopio, traslado de materiales, remoción de lodos fondo Laguna, preparación de suelo, encarpetado, y normalización operación, las cuales se describen con mayor detalle en los anexos de este informe.

### **3.3 Canaleta de conducción de aguas desde ex Laguna N°2 a Piscina N°4**

Se construyó un sistema de drenajes, constituido por canales laterales localizados en la ladera norte del botadero, y un dique de contención de 2 m de altura de manera de interceptar todo flujo que pudiera provenir de este sector. Para conducir las aguas interceptadas, en un costado del botadero Donoso se realizaron obras de conducción de las aguas de contacto, con el objetivo de que fueran dirigidas y colectadas en la Piscina N°4. En la figura N°5 se observa el trazado de la canaleta y la conducción desde la ex Laguna N°2 hacia la Piscina N°4, además en la figura N°6 se muestran las labores de construcción de dicha canaleta de conducción.



**Figura 5. Detalle de la canalización**

Zanja de 200 metros (en negro) y la conducción en HDPE (en Rojo) de 560 milímetros, esta última de 260 metros de longitud.



Figura 6. Trabajos en la canaleta y trazado de canaleta de conducción

### 3.4 Captaciones frente a Piscina N°4

Para mejorar la captación de las aguas que están a un costado de la Piscina N°4, tanto en el verano de 2014 como en el verano de 2015, se realizaron fosos para conducir el agua desde el pie del depósito al interior de esta Piscina. La captación de aguas de este pozo se realiza con bombas sumergibles. Esta situación será mejorada en la planificación de la nueva etapa.

## 4 Obras y acciones planificadas para mejorar y complementar la solución transitoria, según petición de la SMA

A continuación se describen los trabajos que Anglo American Sur S.A. realizará con el objeto de mejorar y complementar el sistema transitorio de captación de aguas ácidas desde el botadero Donoso.

La ejecución de estos trabajos supone el desarrollo de la ingeniería; la adquisición de equipos e insumos; y la construcción e implementación de todas las obras y trabajos. Adicionalmente, se debe tener presente que, atendidas las condiciones meteorológicas, solo es posible ejecutar trabajos en el área entre los meses de diciembre a abril de cada año.

Por estas consideraciones, se espera que todas las obras de mejoramiento que a continuación se describen estén implementadas a fines de abril de 2016. Se adjunta Carta Gantt.

#### **4.1 Construcción Trabajos en Piscina N°4**

Con el objeto de mejorar las condiciones actuales de captación de aguas superficiales y sub-superficiales del sector este y oeste de la Piscina 4, Anglo American Sur S.A. implementará algunas optimizaciones al sistema transitorio de captación de aguas ácidas antes descrito. Este sistema permitirá capturar los flujos que pudieron haber circulado de manera laminar y también aquellos que los drenes y tuberías no logren captar. Estos trabajos consisten en lo siguiente:

- Construcción de un sistema de drenaje en el entorno de la Piscina 4, estimándose en un máximo de 170 metros de largo y una profundidad de alrededor de 6 metros.
- Colocación de geotextil, tubería perforada, material clasificado en estratos, cierre del dren con el geotextil y protección con material de bajo tamaño.
- En Dren tendrá pendiente de escurrimiento desde el Norte y el Sur hasta un punto medio, en donde se montará una cámara de recolección (Drop) y desde ella saldrá una tubería evacuando los caudales captados por el sistema de drenaje en este sector.
- Se complementará con un segundo dren al Nor - Este de la piscina N°4, asegurando capturar los caudales provenientes del Dren Oeste y alguna otra escorrentía secundaria. Este segundo Dren tendrá una longitud aproximada de 80 metros y una profundidad de alrededor de 6 metros, y en su punto medio se instalará una cámara colectora que se conecta con la tubería proveniente de la cámara del dren lateral. A su vez, esta cámara tendrá instalada una bomba para deprimir el nivel de aguas contactadas que lleguen a este punto y las devolverá a la piscina 4.
- Para la alimentación eléctrica del tablero de esta bomba se cuenta con potencia suficiente en el sector de los trabajos anteriormente realizados.
- Estos trabajos permitirán coleccionar las aguas a un costado de la Piscina 4 .

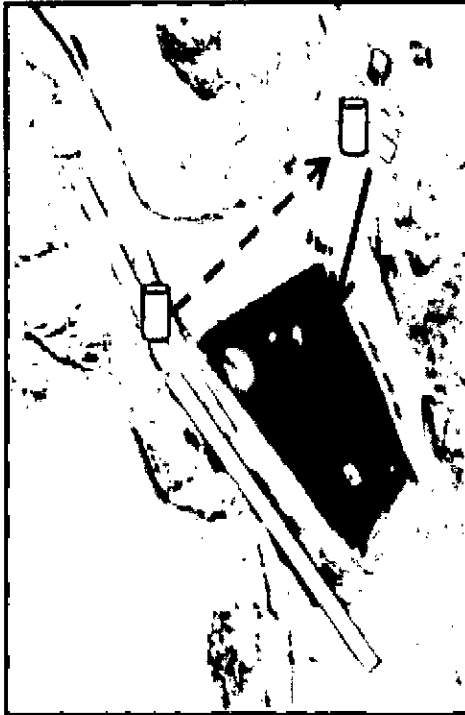


Figura 7. Drenes Piscina 4

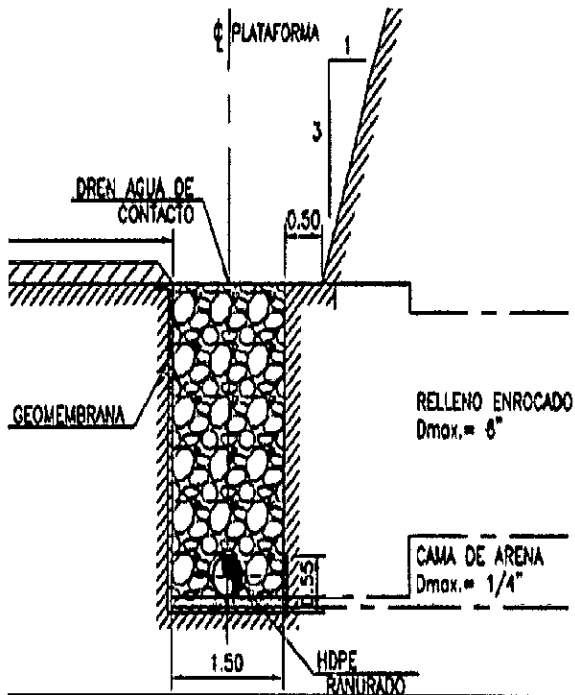


Figura 8. Perfil Dren proyectado

## 4.2 Mejoramiento Sistema de Bombeo

El actual sistema de impulsión tiene oportunidades de robustecerse, ante fallas de equipos, sistemas de comunicación y respaldo o duplicidad de equipos claves dentro del sistema de impulsión.

Los trabajos a realizar para mejorar estas condiciones son los siguientes:

- Adquisición de una segunda bomba flotante como respaldo a la existente.
- Adquisición y montaje mecánico de una bomba para estado de reserva en la impulsión. Las dos estaciones quedarán con un sistema en servicio y otro de reserva que en definitiva ante una falla del equipo, deberá reemplazar a la bomba existente en su operación.

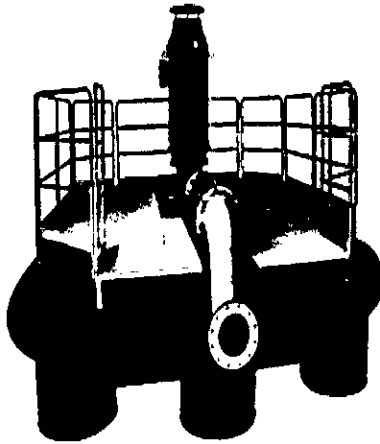


Figura 9. Bomba flotante

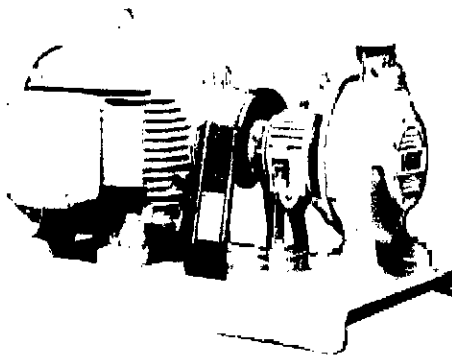


Figura 10. Bomba Centrífuga

## **Anexos**



Expertos en soluciones para Impulsión de Aguas

Anglo American Sur S.A.

**MANUAL DE OPERACIÓN DE SISTEMA DE  
IMPULSION AGUAS DE CONTACTO  
BOTADERO DONOSO**

**TOUCH PANEL KTP600  
PANTALLAS EN SALA LIX 1**



## Índice

1-INTRODUCCIÓN .....	3
2-DESPLIEGUES, DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN .....	4
2.1.- Descripción de Pantalla de Explotación Grafica.....	4
2.2.- Elementos de Visualización.....	4
3- DIAGRAMA DE DESPLIEGE .....	5
4- DESCRIPCION DE PANTALLAS.....	6
4.1 Pantalla Inicio.....	6
4.2 Pantalla Alarmas.....	7
4.3 Pantalla Bombas.....	8
4.4 Pantalla Bomba 1 Impulsión.....	9
4.5 Pantalla Bomba Balsa.....	10
4.6 INFO o Variables de funcionamiento.....	11
4.7 VV Estado de Válvulas.....	12
4.8 Service.....	13
4.9 INFO o Variables de funcionamiento Sala de Bombas n°2.....	15
5- OPERACIÓN DESDE SALA LIX 1 .....	166
5.1 Pantalla de Operación.....	17
5.2 Pantalla de Registros.....	18
5.3 Pantalla de Alarmas.....	1919

## 1-INTRODUCCIÓN

Las pantalla de explotación grafica tiene por misión efectuar el monitoreo y control del sistema de impulsión para la recuperación de aguas de contacto de botadero Donoso.

Este sistema de impulsión tiene como equipos principales una bomba centrífuga en balsa que está en la laguna, una bomba centrífuga en la sala n°1 y una bomba centrífuga en la sala n°2.

Además de los equipos de bombeo el sistema dispone de electroválvulas, sensores de presión, nivel, caudal, humedad y temperatura, los que entregan información del estatus del sistema.

Para en control y monitoreo hay en cada sala de impulsión una pantalla de explotación TOUCH SCREEN 6" y en la sala LIX1 un PC con una pantalla de control grafica del sistema que cumple con las siguientes funcionalidades:

- Desplegar estados y alarmas de los equipos residentes del sistema.
- Parametrizar tiempos de operación y set point de bombas.
- Parametrizar el control de nivel.
- Selección manual o automático de equipos.
- Verificar fallas.

Esta interfaces podrán ser utilizada por los usuarios de operación/supervisión del sistema de drenaje de aguas, los operarios deberán a lo menos cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener conocimiento básico de computación.
- Conocimiento básico de hidráulica.
- Conocimiento básico de electricidad.

Los operadores en la pantalla de explotación grafica serán capaces de conocer el comportamiento en tiempo real de todos los equipos e instrumentos de medición involucrados en los sistemas descritos.

La pantalla de explotación es una interfaz gráfica, constituida de ventanas, que contienen información que proporciona un medio de control a los operadores para reconocer estados, fijar tiempos de operación y realizar cambios en los campos editables.

La pantalla de explotación grafica funciona bajo el concepto de tiempo real, es decir despliega eventos que están ocurriendo en el instante y mantiene el estado de los equipos en falla hasta que sea despejada, no obstante se guarda un registro de eventos.

La información de estados, mediciones, alarmas o acontecimientos generados durante una pérdida de energía en el PLC no estará disponible en el sistema.

Si se va a utilizar por primera vez la pantalla de explotación grafica, se recomienda leer todo este manual previo a la operación del sistema.

## 2-DESPLIEGUES, DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN

### 2.1.- Descripción de Pantalla de Explotación Grafica.

#### Terminales TOUCH PANEL KTP600 Siemens

El terminal TOUCH PANEL KTP600 sólo está disponible con fuente de alimentación eléctrica de entrada de 24 VDC y no tiene puerto de impresora.

El KTP600 contiene un puerto de comunicación, RS-485, 320x240 pixeles en configuración vertical.

### 2.2.- Elementos de Visualización.

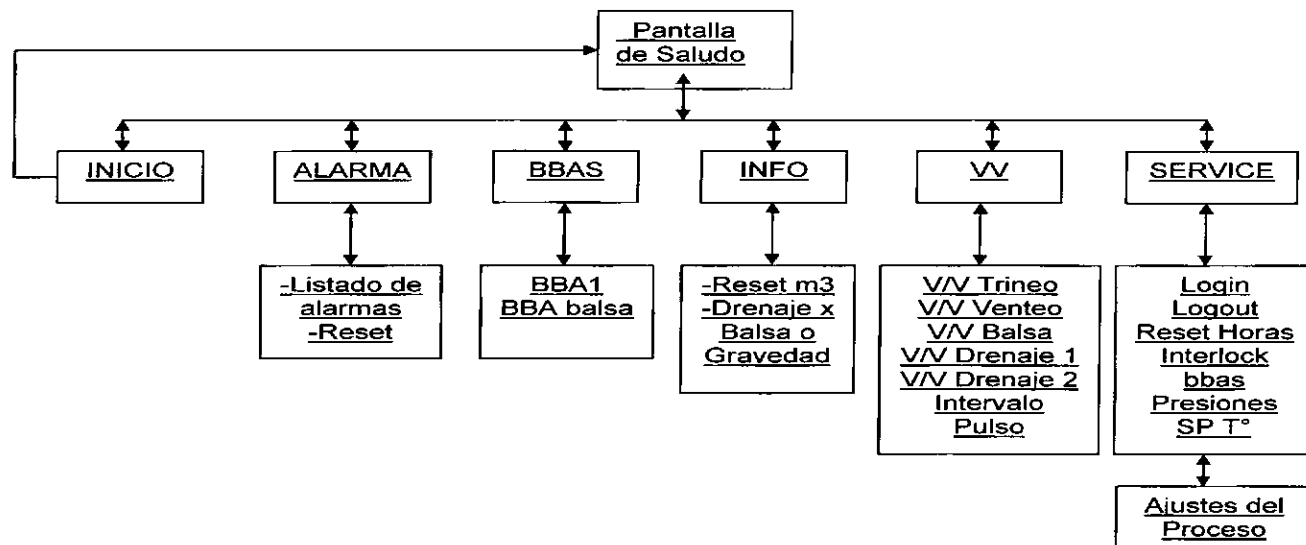
- Formatos de Entrada y Salida de los Tratamientos.

La pantalla de explotación grafica trata los datos que provienen del PLC Siemens CPU1214, ubicado en tablero eléctrico y sus salidas son desplegadas en pantalla bajo un formato de textos y dígitos.

- Mensajes de alarmas.

La pantalla de explotación presenta mensajes de estados, advertencias y alarmas de equipos como del sistema hidráulico.

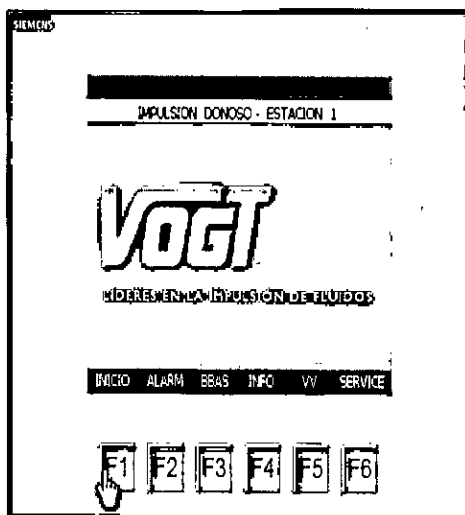
La pantalla de explotación y su interfaz con el usuario está constituida por ventanas gráficas que permiten avanzar y retroceder en el sistema.

**3- DIAGRAMA DE DESPLIEGE**

#### 4- DESCRIPCION DE PANTALLAS.

El siguiente punto describe las funciones de las pantallas.

##### 4.1 Pantalla Inicio

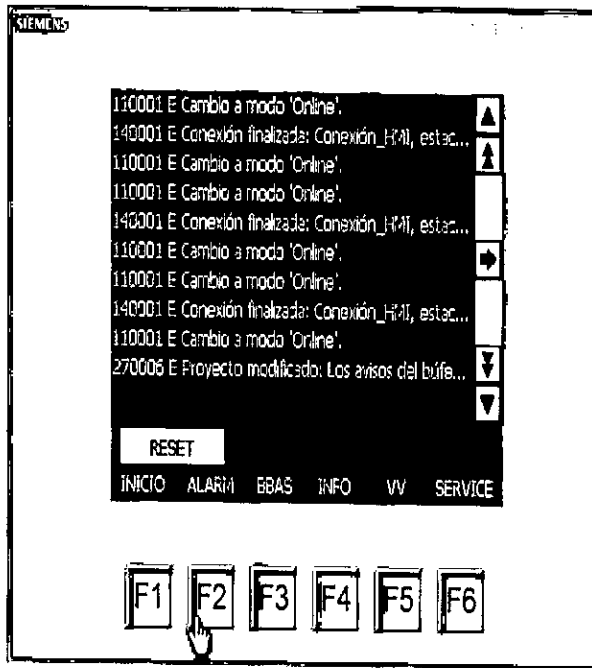


Esta pantalla es la de saludo, da acceso a las pantallas de INICIO, ALARMAS, BBAS, INFO, VV (Válvulas) y SERVICIO, esta pantalla cae por defecto cuando se energiza el sistema.

Para acceder a cada solo sub-menú se debe pulsar el botón deseado, es importante que la operación del panel táctil de realice con las manos limpias.

Siempre que se pulse la tecla  se retornara a la pantalla de inicio.

### 4.2 Pantalla Alarmas



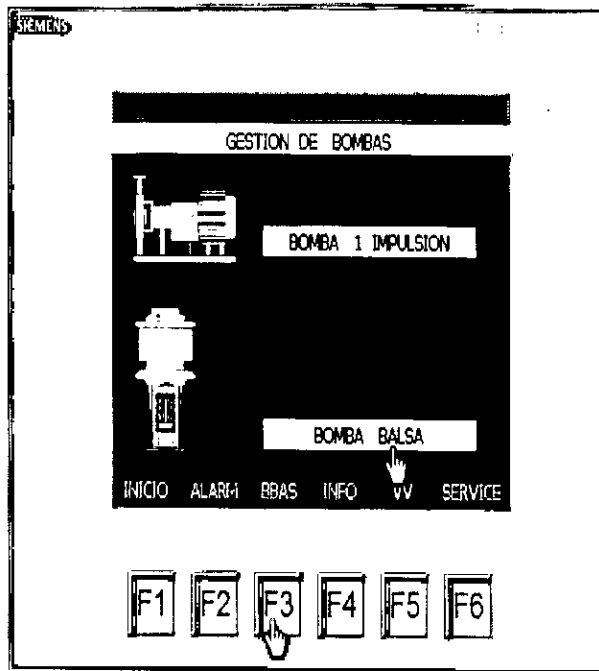
La pantallas ALARM (F2) muestra alarmas presentes, alarmas que no están presentes y las que se han reinicializado (reset).

Cuando una alarma se presenta queda con la letra E.

Cuando la alarma ha desaparecido o se ha presionado el botón RESET queda con las letras ES.

Las flechas son para navegar hacia arriba y abajo, la flecha a la derecha es para leer el texto completo.

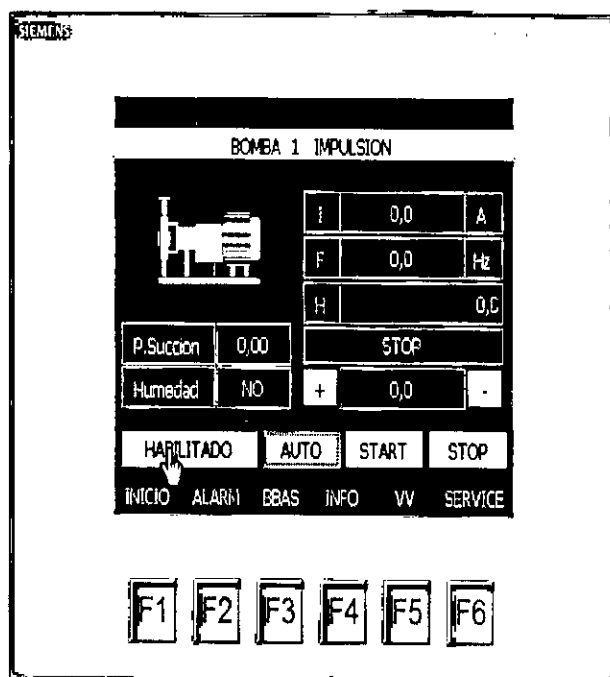
### 4.3 Pantalla Bombas



La pantalla BBAS (F3) muestra las bombas que están disponibles en el sistema y su respectivo estatus. El color verde indica que la bomba está detenida y el color rojo indican funcionando.

Además tenemos los botones BOMBA 1 IMPULSION y BOMBA BALSA que permiten obtener mas información de cada bomba respectivamente.

#### 4.4 Pantalla Bomba 1 Impulsión.



Esta pantalla presenta información instantánea de la bomba n°1.

- I** : Corriente en amperes (A)
- F** : Frecuencia de salida del VDF (Hz)
- H** : Horas de funcionamiento
- P. Succión** : Presión en la succión de las bombas (Bar).
- Humedad** : Indica si hay humedad en la succión de la bomba (si o no), esta es una condición de seguridad para evitar que la bomba trabaje sin agua.

También dispones de botones para seleccionar distintos formas de operación de la bomba:

- +** : Este botón es para aumentar la frecuencia de salida del VDF (0 a 50 Hz)
- : Este botón es para disminuir la frecuencia de salida del VDF (0 a 50 Hz)

#### **HABILITADO / DESHABILITADO**

: Este botón es para seleccionar el estatus de la bomba entre Habilitado o Deshabilitado.

#### **AUTO / MAN**

: Este botón es para escoger entre el control manual o automático.

#### **START**

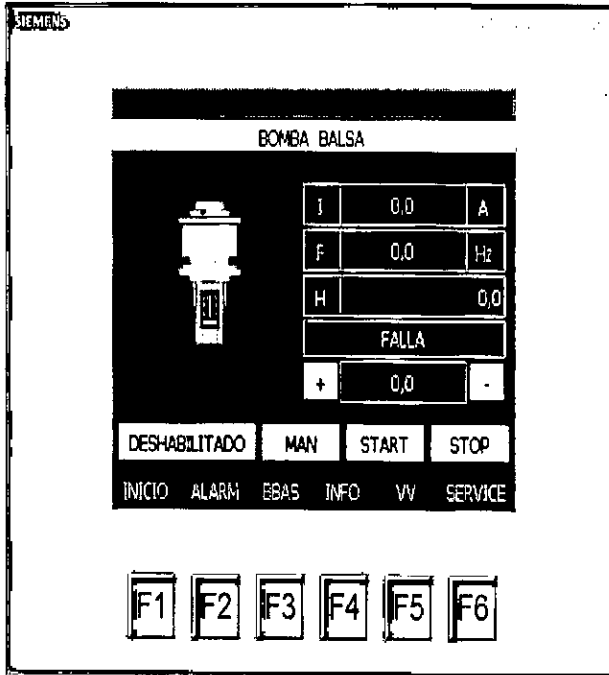
: Este botón es para arrancar la bomba, solo en control manual

#### **STOP**

: este botón es para detener la bomba, solo en control manual



#### 4.5 Pantalla Bomba Balsa.



Esta pantalla presenta información instantánea de la bomba en balsa.

- I : Corriente en amperes (A)
- F : Frecuencia de salida del VDF (Hz)
- H : Horas de funcionamiento

También dispones de botones para seleccionar distintos formas de operación de la bomba:

- + : Este botón es para aumentar la frecuencia de salida del VDF (0 a 50 Hz)
- : Este botón es para disminuir la frecuencia de salida del VDF (0 a 50 Hz)

#### HABILITADO / DESHABILITADO

: Este botón es para seleccionar el estatus de la bomba entre Habilitado o Deshabilitado.

#### AUTO / MAN

: Este botón es para escoger entre el control manual o automático.

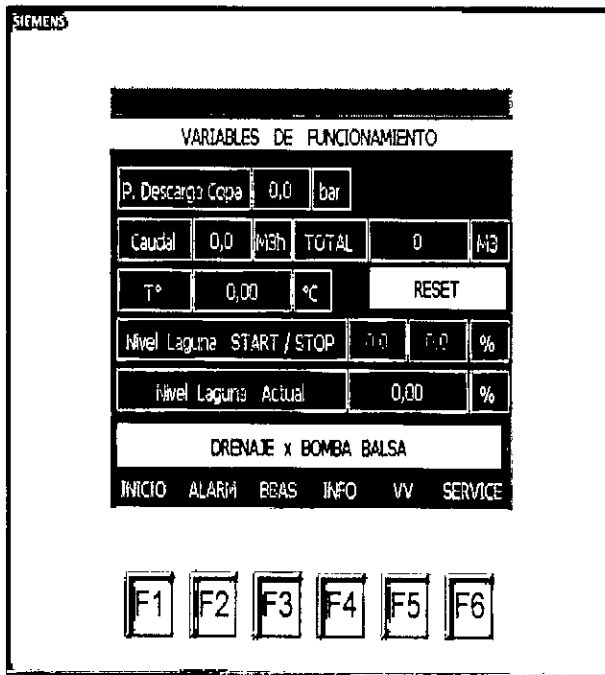
#### START

: Este botón es para arrancar la bomba, solo en control manual

#### STOP

: este botón es para detener la bomba, solo en control manual


#### 4.6 INFO o Variables de funcionamiento.



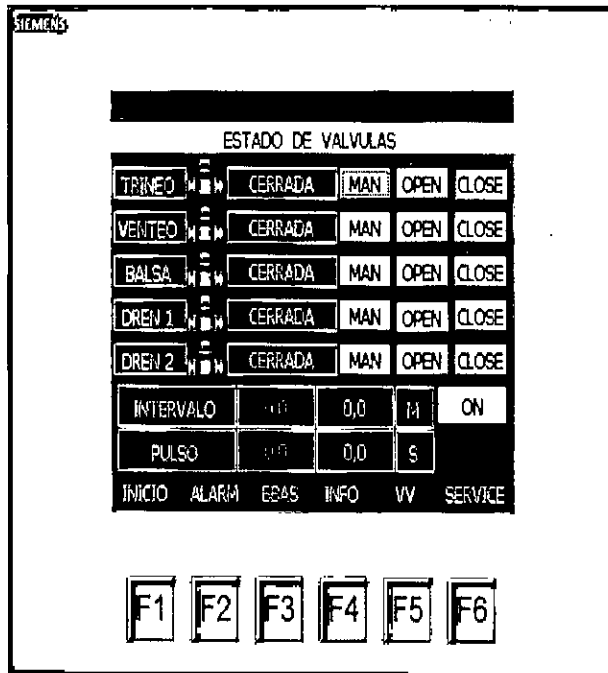
Esta pantalla presenta información instantánea del sistema de impulsión:

- P. Descarga Copa** : Indica la presión en la descarga de la tubería (bar), si las bombas estuvieran trabajando y no hay presión se debe verificar en terreno una posible rotura.
- Caudal** : indica el caudal instantáneo que se esta impulsando (m3/h).
- Total** : Indica el total volumétrico impulsado a la fecha (M3).
- T°** : Indica la temperatura en la sala de bombas (°C).
- Niv Laguna Star/Stop:** Indica el porcentaje del nivel de la laguna en que debe partir la bomba y el que debe parar la bomba (%).
- Niv laguna Actual** : Indica el nivel real de la laguna (%).

**Drenaje x bomba balsa:** Este botón sirve para seleccionar que canal que se utilizara para drenar la laguna, Bomba Balsa o Gravedad, siempre se debe seleccionar Bomba en balsa, la opción gravedad es solo para emergencias.

Al pulsar los campos  se despliega un teclado numérico en el cual se seleccionan los niveles, en porcentaje, el nivel de partida y parada de las bombas.

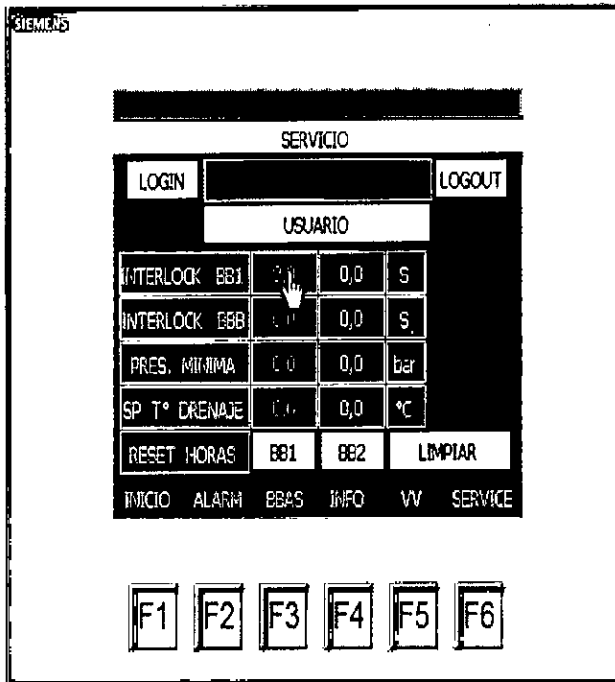
### 4.7VV Estado de Válvulas.




Esta pantalla controla e indica estado las electroválvulas del sistema.

- Trineo (Gravedad)** : Esta válvula selecciona como canal de succión de la laguna la gravedad (tubería montada en una trineo), solo se debe utilizar si la balsa no esta disponible.
- Venteco** : Esta válvula inyecta aire a la tubería cuando las bombas dejan de impulsar, es para evitar congelamiento del agua dentro de la tubería.
- Balsa** : Esta válvula selecciona como canal de succión de la laguna la bomba en balsa.
- DREN 1** : Esta válvula es para drenar las cañerías y evitar congelamientos del agua dentro de ellas.
- DREN 2** : Esta válvula es para drenar las cañerías y evitar congelamientos del agua dentro de ellas.

4.8 Service.



La pantalla servicio es para modificar tiempos y presiones de trabajo del sistema.

Al presionar los campos  se despliega un teclado con el cual se puede modificar los valores ya ingresados.

**Interlock BB1 / BBB** : Este campo indica cuanto debe transcurrir después de que se detiene la bomba antes de un nuevo arranque (seg).

**Pres. Mínima** : Este campo indica la presión mínima que debe tener la bomba en la succión para poder partir, esta es una condición de seguridad para evitar que la bomba trabaje sin agua.

**SP T° Drenaje** : En este campo se debe ingresar un valor de temperatura al cual las válvulas de drenaje se abren en forma automática, las válvulas solo abrirán si las bombas están detenidas y es para evitar congelamientos dentro de las cañerías

**Reset Horas** : Estos botones son para llevar a cero el contador de horas de funcionamiento de las bombas.

**Login** : Este botón es para la ventana de inicio de sesión.



Experto en soluciones para represas de flujo

Anglo American Sur S.A.

**Logout** : Este botón es para cerrar la sesión.

**Usuario** : Este botón es para mostrar el usuario activo en el campo de texto.

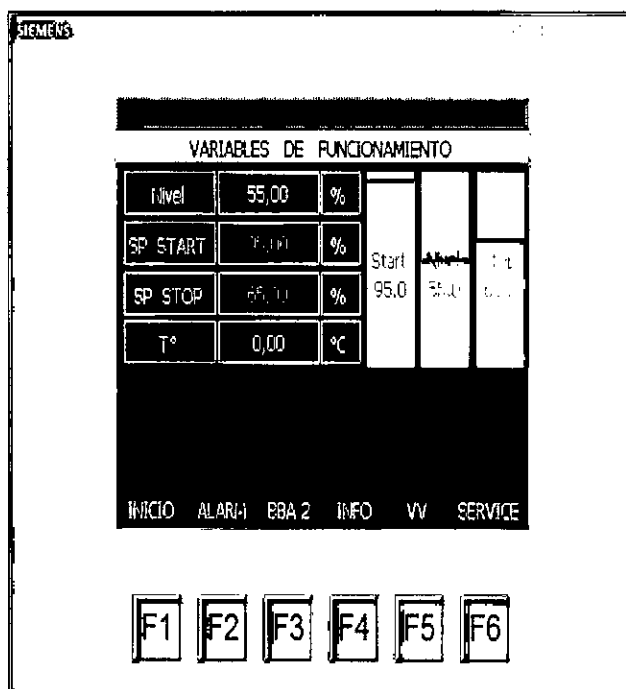
Los usuarios son:

1-Usuario/mantención      password/mlb

2-Usuario/servicio      password/vogt

Por ejemplo el reset del totalizador de caudal requiere un nivel de usuario.

#### 4.9 INFO o Variables de funcionamiento Sala de Bombas n°2.



Esta pantalla indica los niveles de los estanques de acumulación que se encuentran ubicados en la estación de bombas n°2.

- Nivel** : Este campo indica el nivel real de los estanques, además se grafica con una barra de color celeste (%).
- SP Start** : Este campo indica a qué nivel en que debe partir la bomba. Además se grafica con una barra de color verde.
- SP Stop** : Este campo indica a qué nivel en que debe detenerse la bomba. Además se grafica con una barra de color rojo.
- T°** : Indica la temperatura en la sala de bombas (°C).

## 5- OPERACIÓN DESDE SALA LIX1

La pantalla de operación de la sala LIX1 es la suma de las pantallas de los HMI de las salas 1 y 2 de bombas pero además se muestra un mímico del sistema de impulsión. La lógica es exactamente la misma y se encuentran los mismos botones y campos editables.



Control de Automación para plantas de Balsa

Anglo American Sur S.A.

### 5.1 Pantalla de Operación

IMPULSION DONOSO

VALVULA 7

MAN OPEN CLOSE

DRENAJE X BBA. Balsa

Drop

1 3 2 4

DISABLED MAN START STOP

DRENAJE

DISABLED MAN START STOP

DRENAJE

19 19 16  
16 01 2013

ALARM PLANTA SERVICE EXIT

VOGT AUTOMATIZACION





Especial en soluciones para la industria de fluidos

Anglo American Sur S.A.

### 5.2 Pantalla de Registros

LOGIN	LOGOUT							EXIT
USER								
<b>INTERLOCK MOTORES</b>								
INTER 01	INTER 02	INTER 03						
0	0	0						
<b>RESET DE HORAS</b>								
RESET 001	RESET 002	RESET 003						
<b>CONSULTA DE ALARMAS</b>								
YYYY	MM	DD	HH	MM	SS	VARIABLES		
2013	04	04	18	19		VARIABLES		
<b>LISTAR</b>								
<b>CONSULTA DE VARIABLES</b>								
YYYY	MM	DD	HH	MM	SS	VARIABLES		
2013	04	04	18	19		VARIABLES		
<b>GRAFICAR</b>								
9 1 3 4 5								
31 04 2012								
	ALARM		PLANTA		SERVICE			



## INFORME "IMPERMEABILIZACIÓN LAGUNA N°4 DONOSO NORTE"

**Preparado por:** Nicolás Monsalve Suazo, Jefe de Operaciones Lixiviación.

**Revisado por :** Jorge Contreras Santander, Superintendente de Cátodos.

### Resumen

Bajo el marco de «Mejoras a Solución Transitoria Botadero Donoso» es que la Gerencia de Administración y Servicios, en visita a terreno el día 6 de diciembre 2013, solicitó a la Superintendencia de Cátodos, la Impermeabilización de la Laguna N°4 Donoso Norte en un plazo de 90 días.

Basado en el sistema de impulsión existente se proyectó la capacidad de la Laguna encarpeta en 10.560 m<sup>3</sup>.

El trabajo de encarpeta se finaliza sobre la primera semana de mayo. La laguna posee un volumen de llenado correspondiente a 10.866 m<sup>3</sup>, emplazada en 6.681 m<sup>2</sup>.

En la ejecución de los trabajos se contó con el apoyo de 2 contratos externos: Movimiento de tierra a cargo de Tranex y Encarpetao Laguna N°4 Donoso Norte ejecutado por Relix.

Las principales etapas ejecutadas en este trabajo de Impermeabilización son: Desvío de afluentes, vaciado Laguna, generación plataformas de trabajo y acopio, traslado de materiales, remoción de lodos fondo Laguna, preparación de suelo, encarpetao, normalización operación.

El gasto global de Impermeabilización de la Laguna N°4 Donoso Norte es de kUS\$ 1.675. Segmentado en: Contrato de Encarpetao (kUS\$ 460), Materiales\* (US\$ 85), Maquinaria Pesada (kUS\$ 1.080) y apoyo de Operación (US\$ 50).

---

\*Los materiales utilizados son los adquiridos en proyecto Staar 3

## Bases de Diseño

Para la proyección de la capacidad de la laguna se consideró un día de operación continua del sistema de impulsión Donoso Norte, basándose en el valor máximo de flujo impulsado obtenido en el último periodo de deshielos.

Para lo cual se consideraron los siguientes valores:

- Flujo Máximo Sistema de Impulsión : 400 m<sup>3</sup>/h.
- Tiempo de Residencia : 24 horas.
- Factor de Seguridad : 1,1.

Con lo anterior se proyecta un volumen de 10.560 m<sup>3</sup> y una altura media de 1,6 m por motivos de seguridad.

En la construcción de la Laguna se decidió utilizar los materiales disponibles en faena, siendo estos los adquiridos para el proyecto de pila dinámica Staar 3, el cual no llegó a construirse.

El diseño de encarpado consiste en, sobre un suelo compactado con material fino, la instalación de una capa de geonet, seguido de una capa de geotextil y finalmente una capa de geomembrana.

Las especificaciones de estas capas se detallan a continuación.

- Geomembrana HDPE lisa, espesor 1,5 mm, en formato 7,01 x 210 m.
- Geonet HDPE, espesor 5,0 mm, en formato 2,9 x 80 m.
- Geotextil Polipropileno no tejido, 300 g/m<sup>2</sup>, formato 4,0 x 95 m.

Para el fondo de la Laguna se considera una pendiente de 1% para el escurrimiento hacia la zona más profunda y una compactación igual o superior al 90% del Proctor.

## **Principales Etapas de Ejecución**

### Desvío de afluentes

Construcción de un bypass para la Laguna. Este comienza en una nueva captación temporal ubicada en el costado de ingreso de afluentes a la Laguna, para la posterior conducción a través de una tubería de HDPE que rodea la Laguna y descarga directamente en la primera estación de bombeo del sistema de impulsión.

### Vaciado Laguna

Operación manual del sistema de impulsión para lograr retirar el máximo de solución de la Laguna, esta etapa se desarrolla en paralelo con el desvío de afluentes.

### Generación plataformas de trabajo y acopio

Habilitar áreas para la instalación de faena (container oficina y bodega), ensanchamiento de caminos para el tránsito seguro de vehículos livianos y maquinaria pesada, construcción de plataforma para tubería bypass de HDPE y generar los espacios para disponer del material de construcción.

### Traslado de materiales

Transporte en camión pluma desde el sector Staar 3 en la Mina de geonet, geotextil y geomembrana hacia el sector de la Laguna.

### Remoción de lodos fondo Laguna

Finalizada la etapa de vaciado de la Laguna se procede a retirar todo el lodo del fondo de esta. Para esto se contó con apoyo de excavadoras, bulldozers y camiones tolva.

### Preparación de suelo

Ya removido los lodos, se deposita material fino en la Laguna, generando un suelo uniforme y compacto con el apoyo de motoniveladora y rodillo compactador, generando una superficie de 1% de pendiente compactada al 90% del Proctor

### Encarpetado

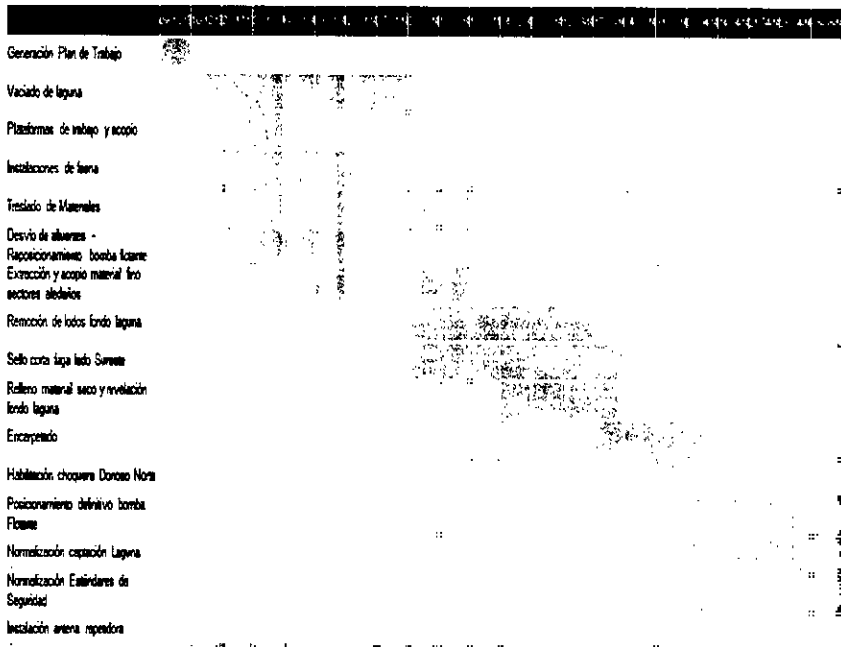
Instalación de las distintas capas, geonet, geotextil y geomembrana, con anclaje en zanjas perimetrales de un metro cubiertas con material aldeaño a la Laguna y utilizando principalmente soldadura de termofusión por cuña. Esta etapa estuvo acompañada de

controles de calidad en ensayos destructivos (Desagarre cuña y cizalle) y no destructivos (pruebas de aire presurizado y Spark test).

### Normalización Operación

Llenado en etapas de la Laguna impermeabilizada verificando la ausencia de fugas, reubicación de bomba flotante a la Laguna, así como sus reconexiones instrumental y de poder, cierre de seguridad perimetral de la Laguna y puesta en marcha del sistema de impulsión.

### Cronograma



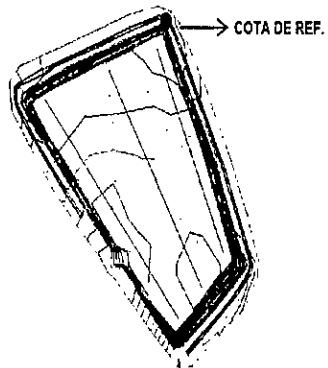
## Levantamiento Topográfico

### Cubicación

Para la cubicación correspondiente a la Laguna se toma en cuenta como referencia la cota 3728.950, obteniéndose una cota de llenado de 3728.425.

Volumen de llenado de 10.865,75 m<sup>3</sup>.

Cálculo Cota de Llenado	
Cota de Ref.	3728.950
Rebose	-0.300
Diámetro tubería	-0.355
Holgura	-0.050
<b>Cota de Llenado</b>	<b>3728.245</b>



### Diagrama de Escurrimiento

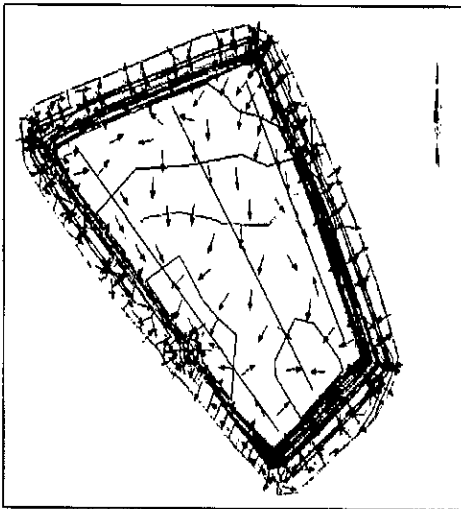
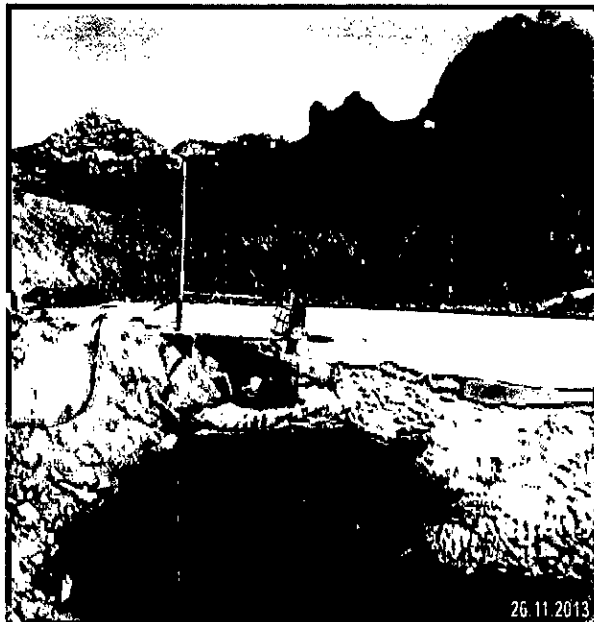


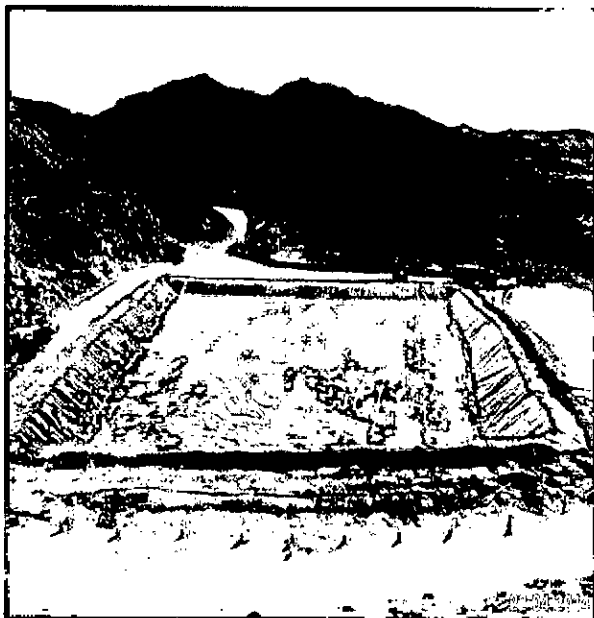
TABLA DE ESCURRIMIENTO			
Número	Mín. Pendiente	Máx. Pendiente	Color
1	0.07%	3.86%	■
2	3.86%	57.43%	■
3	57.43%	PENDIENTE MAS DRÁJÁTICA	■

## Registro Fotográfico

### Condición Inicial





### Término etapa de encarpelado





Condición Final

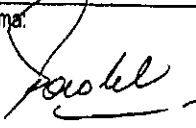






	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA SECA 4</b>			
	Código: RUX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

## INFORME DE CALIDAD PISCINA LAGUNA SECA 4

Impermeabilización, Pruebas y Ensayos





Elaboró: Paola Villanueva C. Jefe Oficina Técnica	Revisó: Ariel Salas Administrador de Contrato	Aprobó: Víctor Muñoz F. Gerente Proyecto
Fecha: 04/JULIO/2014	Fecha: 04/JULIO/2014	Fecha: 04/JULIO/2014
Firma: 	Firma: 	Firma: 

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	



## CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>1. ALCANCE</b> .....	5
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	5
<b>3. CONTROL DE CALIDAD IMPERMEABILIZACIÓN PISCINA LAGUNA 4</b> .....	6
3.1 DISPOSICIÓN DE LÁMINAS.....	6
3.2 REGISTROS.....	6
3.3 ENSAYOS.....	6
<b>4. INSTALACIÓN GEOSINTÉTICOS Y SECUENCIA DE ENSAYOS</b> .....	7
4.1 INSTALACIÓN GEOSINTÉTICOS.....	7
4.2 SECUENCIA DE ENSAYOS REALIZADOS.....	7
<b>5. DESARROLLO</b> .....	9
5.1 GEONET DE 3 MM.....	9
5.2 GEOTEXTIL 300GRS.....	11
5.3 GEOMEMBRANA 1,5 MM.....	13
<b>6 RESUMEN CANTIDAD TOTAL INSTALADA</b> .....	23
<b>7 REGISTRO FOTOGRAFICO</b> .....	24
<b>8 CONCLUSIÓN</b> .....	27
<b>9 ANEXOS</b> .....	30
<b>GLOSARIO</b> .....	28

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JUJO/2014	

### ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Disposición Lámina Geonet 3 mm. ....	9
Ilustración 2 Disposición Lámina Geotextil 300 grs. ....	11
Ilustración 3 Disposición Lámina Geomembrana 1,5 mm Primera Capa.....	13
Ilustración 4 Registro de Uniones. ....	16
Ilustración 5 Registro de Parches. ....	18



	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

## INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como finalidad dar a conocer las actividades realizadas en la "IMPERMEABILIZACIÓN PISCINA DE EMERGENCIA LAGUNA 4" ubicada en BOTADERO DONOSO NORTE.

Para este efecto se realizó una impermeabilización consistente en 3 capas según se indica a continuación:

- Primera capa : Geonet 3mm.
- Segunda capa : Geotextil 300 Grs.
- Tercera capa : Geomembrana 1,5mm.

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JUUG/2014	

## 1. ALCANCE

Este informe entrega la información técnica y de calidad asociada a la **IMPERMEABILIZACIÓN DE PISCINA LAGUNA 4.**

Estos antecedentes son :

- Protocolos de calidad.
- Planos As Built.
- Metros cuadrados de superficie impermeabilizada.



## 2. OBJETIVOS

El objetivo del presente informe es clarificar el control de calidad realizado a los geosintéticos instalados en la **PISCINA LAGUNA 4.** Esto mediante registros de ensayos, **PRUEBAS DESTRUCTIVAS Y NO DESTRUCTIVAS** realizados en las distintas capas dispuestas en la piscina, labores las cuales se ejecutaron por medio de máquinas y herramientas debidamente certificadas, esto dispuesto según bases técnicas entregadas por AA Sur.

Entiendase por :

- **\*PRUEBA NO DESTRUCTIVA** :Puesta en Servicio o ensayo de inicio.  
Prueba de aire.
- **\*PRUEBA DESTRUCTIVA** :Corte y desgarre.

\* Ver Glosario

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

### 3. CONTROL DE CALIDAD IMPERMEABILIZACIÓN PISCINA LAGUNA 4

#### 3.1 Disposición de Láminas

Esta primera etapa consiste en plasmar en un croquis la manera en que instalan los geosintéticos, esto influenciado por el acceso y tamaño de la piscina.

Para cada una de las láminas se realiza un esquema en el cual se muestran disposiciones y posterior en sub ítem "Uniones" las fusiones y parches del trabajo realizado.

#### 3.2 Registros

En esta segunda etapa se registran los números de las láminas con las cuales se realiza la impermeabilización, esto con motivo de identificar cada uno de los rollos utilizados en la piscina y tener respaldo de la calidad del material en caso de fallas al momento de realizar ensayos.

También se realizan registros de:



- Registro de parches
  - A. Geomembrana 1,5 mm 1<sup>era</sup> capa
- Registro de uniones
  - B. Geomembrana 1,5 mm 1<sup>era</sup> capa

#### 3.3 Ensayos

En esta tercera etapa se realizan las pruebas :

- A. \*DESTRUCTIVOS
- B. \*NO DESTRUCTIVOS

\* Ver Glosario

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

#### 4. INSTALACIÓN GEOSINTÉTICOS Y SECUENCIA DE ENSAYOS.

##### 4.1 Instalación Geosintéticos

En cuadro inferior se resumen las fechas de instalación de geosintéticos y sus respectivos ensayos realizados en Piscina Laguna 4.

CAPA GEOSINTÉTICO	INICIO	TÉRMINO	ENSAYO
Geonet 3mm	17-03-2014	21-03-2014	N/A
Geotextil 200 grs	24-03-2014	27-03-2014	N/A
Geomembrana 1	02-04-2014	17-04-2014	Prueba aire-desgarre -corte



Tabla 1 Pruebas realizadas

##### 4.2 Secuencia de Ensayos Realizados

Aplica a la primera y segunda capa de geomembrana de 1,5 mm.

CAPA GEOSINTÉTICO	ENSAYOS	PARAMETROS DE APROBACIÓN
Geonet 3mm	N/A	Aprobación visual, traslape no menor a 150mm y amarras 2 metros de distancia entre ellas.
Geotextil 300 grs.	N/A	Aprobación visual, traslape no inferior a 100mm.
Geomembrana Primera Capa.	<p><b>*ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS:</b></p> <p>A. Puesta en servicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termofusionadora(Cuña).</li> </ul> <p>B. Pruebas de Aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cordones de uniones de Geomembranas HDPE 1,5 mm.</li> </ul> <p>C. Puesta en servicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrusora</li> </ul> <p>D. Pruebas Spark Test.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración de máquina: Promedio T<sup>a</sup>: 420 °C</li> <li>• Presión de 35 con baja hasta 32 PSI.</li> <li>• Calibración de máquina: Promedio T<sup>a</sup>: 240 °C</li> <li>• No debe producir arco eléctrico si el parche esta</li> </ul>





	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/00/2014	

		extrusionado y sellado al 100%.
	<b><u>*ENSAYOS DESTRUCTIVOS:</u></b>	
	E. Desagarre Cuña.	Valor mínimo 41 KG.
	F. Cizalle.	Valor mínimo 54 KG.

**Tabla 2 Secuencia de ensayos**

**\*Ver Glosario**

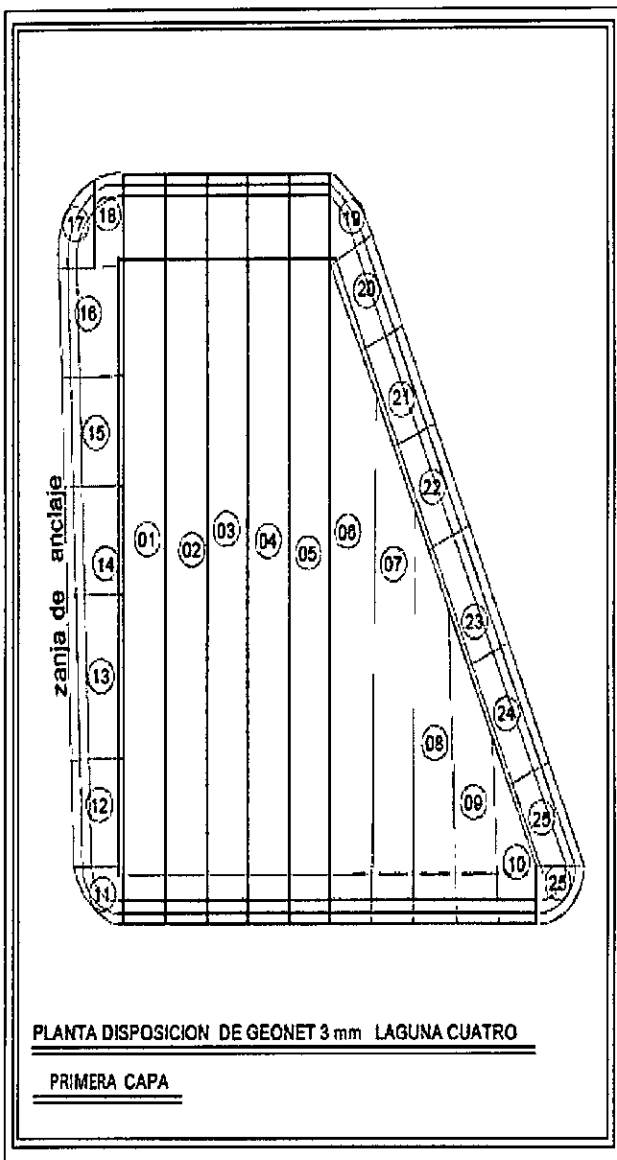
	<b>INFORME CALIDAD</b>		
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>		
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	

**5. DESARROLLO**


**5.1 Geonet de 3 mm.**

**5.1.1 Disposición de Lámina**

Geonet de 3mm de espesor , fijada con amarras plásticas.



**Ilustración 1 Disposición Lámina Geonet 3 mm.**

<b>ReliX</b> <small>REINFORZAMIENTO</small>	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/11/2014	

Se dispone geonet de 3 mm. a lo largo del fondo de la piscina, Lo correspondiente a los paños correspondientes a los taludes, se instalan de manera vertical a la carpeta de rodado.

### 5.1.2 Registros

#### a) Registro de rollos

CAPA GEOSINTÉTICO	CANTIDAD INSTALADA
Geonet 3 mm.	8.160 m <sup>2</sup>

#### b) Registro de parche

No aplica.



### 5.1.3 Ensayos

#### a) PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

No aplica.

#### b) PRUEBAS DESTRUCTIVAS

No aplica.

	<b>INFORME CALIDAD</b>		
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>		
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	

## 5.2 Geotextil 300grs.

Material Geotextil a base de polipropileno soldado por termofusión en la totalidad de las superficies.

### 5.2.1 Disposición de Lámina

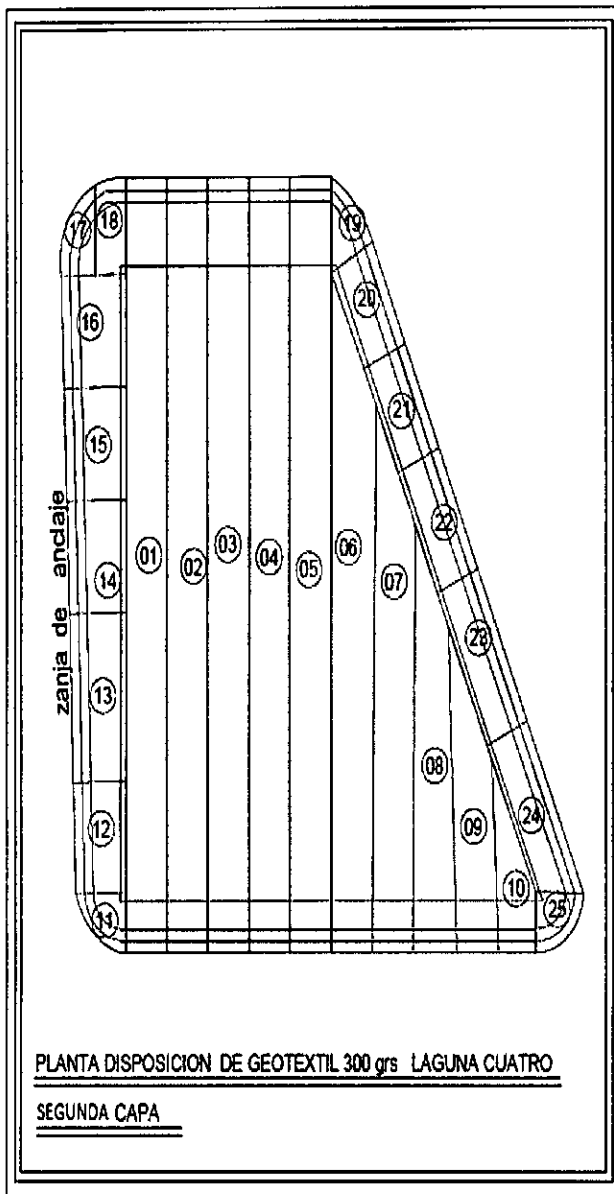




Ilustración 2 Disposición Lámina Geotextil 300 grs.

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

Se dispone en esta primera capa 10 paños identificados con los números 1 al 10, los cuales están de manera paralela a la carpeta de rodados.

Lo correspondiente a los 15 paños restantes identificados en el croquis con los números 19 al 25 se instalan de manera vertical a la carpeta de rodado.

### 5.2.2 Registros

#### a) Registro de rollos

CAPA GEOSINTÉTICO	CANTIDAD INSTALADA
Geotextil 300 grs.	8.160 m <sup>2</sup>

#### b) Registro de parche

No aplica.



### 5.2.3 Ensayos

#### a) PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

No aplica.

#### b) PRUEBAS DESTRUCTIVAS

No aplica.

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/IIUO/2014	

### 5.3 Geomembrana 1,5 mm

#### 5.3.1 Disposición de Lámina

Material Geomembrana de 1,5 mm. de espesor, soldada por cuña y extrusora.

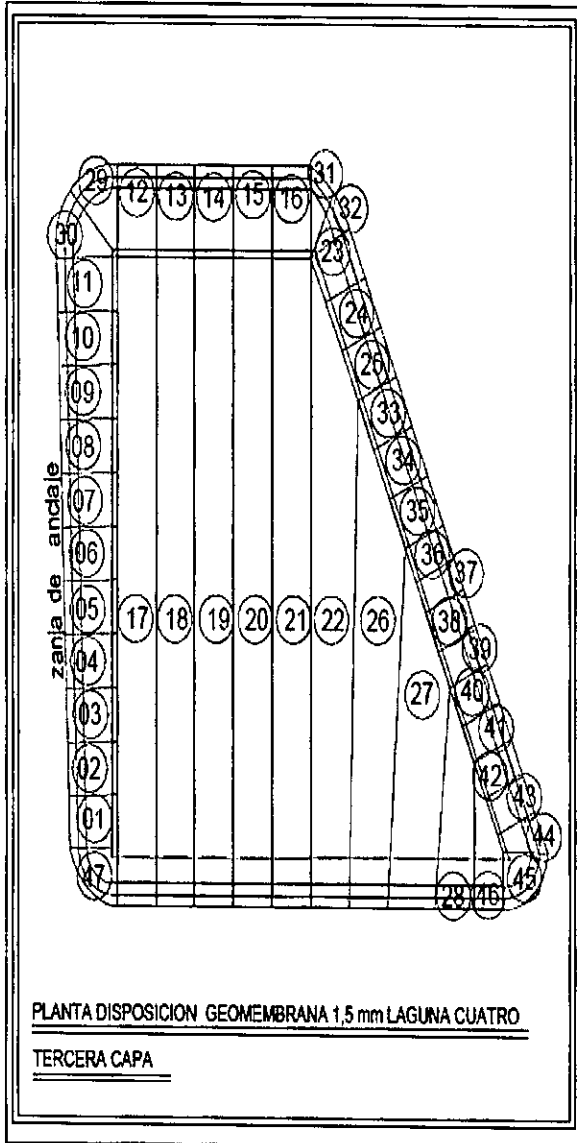



Ilustración 3 Disposición Lámina Geomembrana 1,5 mm Primera Capa.

Se dispone para esta segunda capa un paño identificado con el número 1, ubicada paralela a la carpeta de rodados.

<b>ReliX</b>	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JUJO/2014	

Los taludes correspondiente a los 6 paños restantes identificados en el croquis con los números 2,3,4,5,6 y 7 se disponen de manera vertical con el fin de evitar desgarros.

**Ver Anexo**

**Protocolo Disposición de Lámina Geomembrana 1,5 mm.**



### 5.3.2 Registros

#### a) Registro de rollos

CAPA GEOSINTÉTICO	CANTIDAD INSTALADA
Geomembrana 1,5 mm.	8.168 m <sup>2</sup>

#### b) Registro de uniones

N° DE UNION	Paneles	N° DE UNION	Paneles
1	1 - 2	29	08 - 17
2	2 - 3	30	07 - 17
3	3 - 4	31	09 - 17
4	4 - 5	32	10 - 17
5	5 - 6	33	11 - 17
6	6 - 7	34	15 - 20
7	7 - 8	35	16 - 31
8	8 - 9	36	22 - 23
9	10 - 11	37	22 - 24
10	12 - 13	38	22 - 25
11	9 - 10	39	29 - 12
12	13 - 14	40	29 - 30
13	14 - 15	41	30 - 11
14	15 - 16	42	12 - 17
15	17 - 18	43	13 - 18
16	17 - 18	44	14 - 19
17	18 - 19	45	23 - 32
18	19 - 20	46	31 - 32
19	20 - 21	47	16 - 31
20	21 - 22	48	39 - 38
21	23 - 24	49	25 - 33
22	24 - 25	50	33 - 34
23	01 - 17	51	34 - 35
24	02 - 17	52	22 - 26
25	03 - 17	53	22 - 26
26	04 - 17	54	22 - 26
27	05 - 17	55	22 - 26
28	06 - 17	56	36 - 27

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

**Continuación registro de uniones**

N° DE UNION	Paneles	N° DE UNION	Paneles
57	39 - 40	70	27 - 28
58	40 - 41	71	27 - 39
59	41 - 42	72	27 - 38
60	42 - 43	73	27 - 37
61	43 - 44	74	27 - 36
62	44 - 45	75	35- 26
63	45 - 46	76	26 - 34
64	46 - 28	77	01 - 47
65	44 - 46	78	17 - 47
66	43 - 46	79	37 - 38
67	28 - 42	80	34 - 35
68	28 - 41	81	36 - 35
69	28 - 40	82	36 - 37



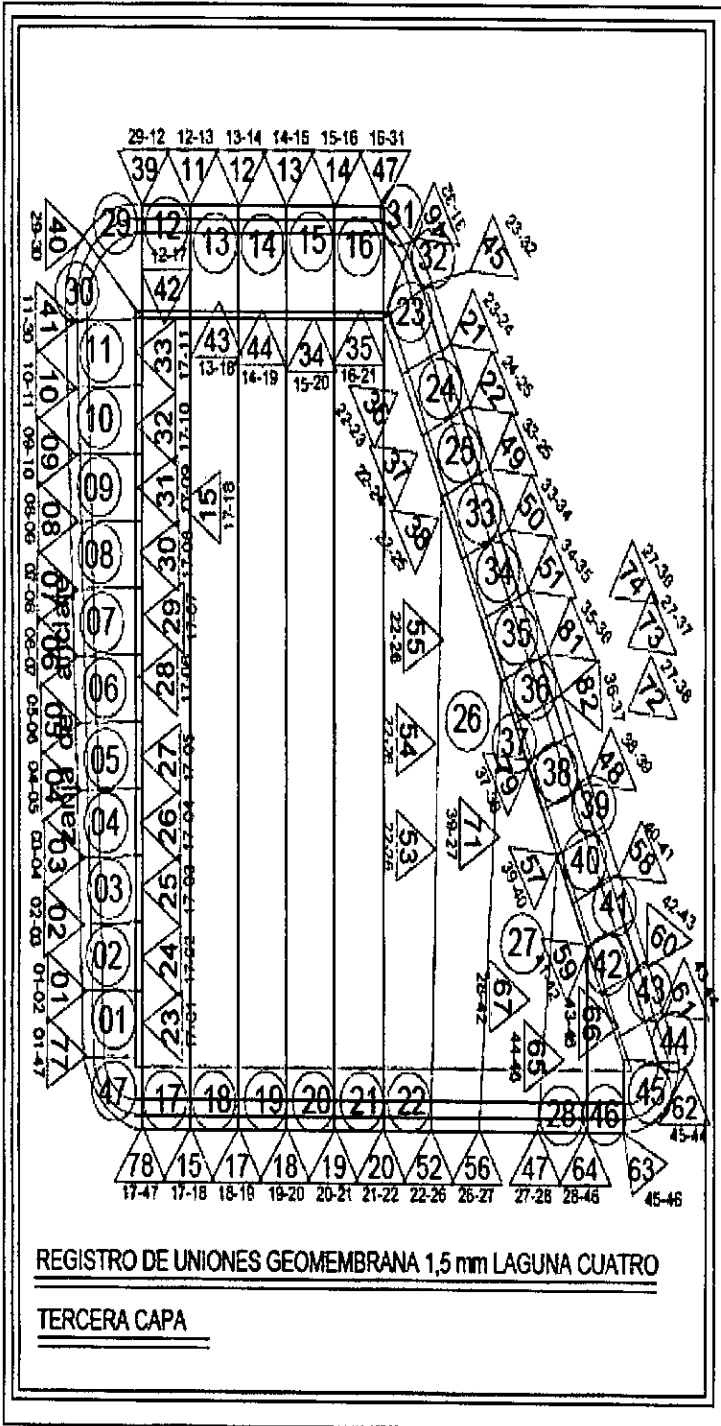






Ilustración 4 Registro de Uniones.

<b>ReliX</b> 	<b>INFORME CALIDAD</b>			 AngloAmerican
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

c) Registro de parches

N° DE UNION	INTERCEPCION DE DISPOSICIÓN DE LÁMINAS	N° DE UNION	INTERCEPCION DE DISPOSICIÓN DE LÁMINAS
P1	P01-02-P17	P29	P27-P28-P39-P40
P2	P02-P03-P17	P30	P28-P40-P41
P3	P03-P04-P17	P31	P28-P41-P42
P4	P04-P05-P17	P32	P28-P42-P46
P5	P05-P06-P17	P33	P46-P42-P43
P6	P06-P07-P17	P34	P43-P44-P46
P7	P07-P08-P17	P35	P17-P18
P8	P03-P09-P17	P36	P20-P21
P9	P09-P10-P17	P37	P27-P28
P10	P10-P11-P17	P38	P44-P45-P46
P11	P11-P17	P39	P27-P38-P39
P12	P11-P30-P29-P12-P17	P40	P27-P37-P38
P13	P17-P18-P12-P13	P41	P27-P36-P37
P14	P13-P14-P18-P19	P42	P27-P27-P35-P36
P15	P18-P19	P43	P26-P34-P35
P16	P14-P15-P19-P20	P44	P25-P22-P33
P17	P15-P16-P20-P21	P45	P22-P26-P33
P18	P16-P21-P22-P31-P32-P23	P46	P22-P26
P19	P32-P23	P47	P21-P22
P20	P22-P23-P24	P48	P26-P33-P34
P21	P22-P24	P49	P46
P22	P24-P25	P50	P17-P01-P47
P23	P17-P18	P51	P45-P46
P24	P'03	P52	P26
P25	P03	P53	P22
P26	P04	P54	P20
P27	P05	P55	P29-P30
P28	P22-P26	P56	P31-P32

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

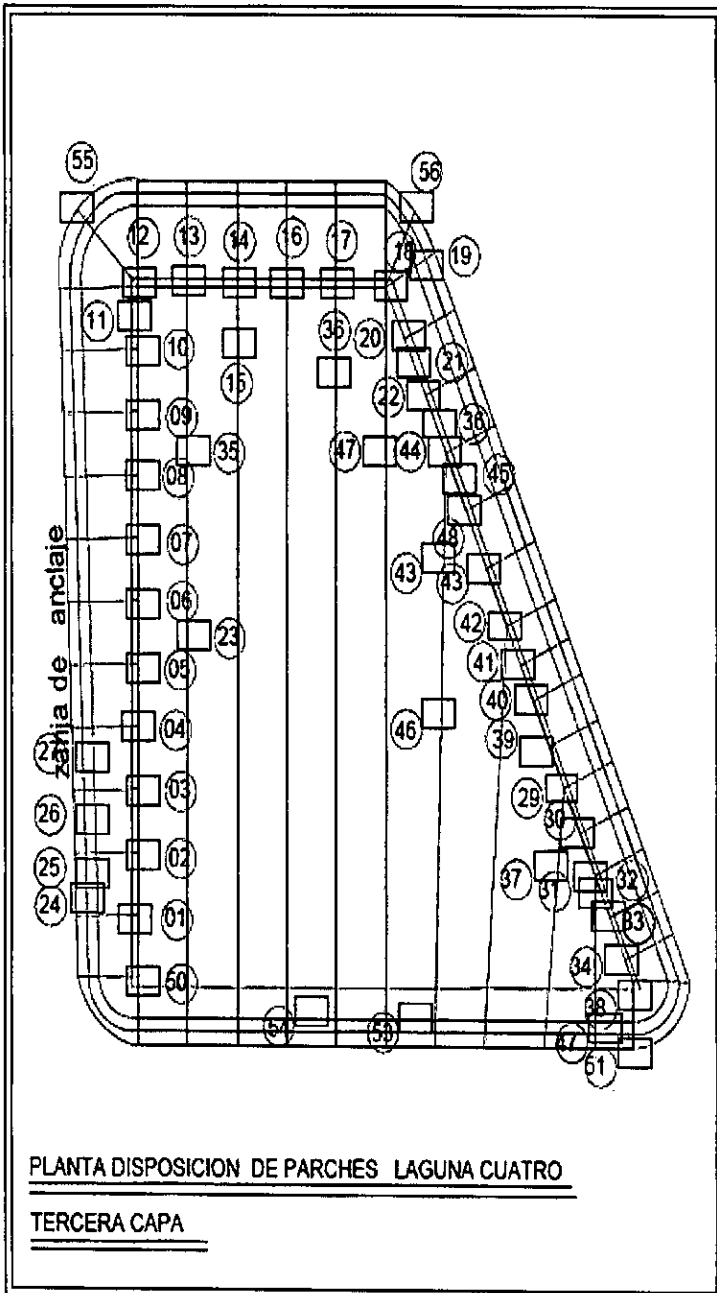




Ilustración 5 Registro de Parches.

Ver Anexo

Protocolo Registro de Parches Lamina Geomembrana 1,5 mm.

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

### 5.3.3 Ensayos



#### a) PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS (PRESION Y TEMPERATURA)

Maquina : SC-01

N° DE UNION	TEMPERATURA °C	PRESION PSI		N° DE UNION	TEMPERATURA °C	PRESION PSI	
		INICIO	TERMINO			INICIO	TERMINO
P1	420°	35	35	P29	500°	35	35
P2	420°	35	35	P30	500°	35	35
P3	420°	35	35	P31	500°	35	35
P4	420°	35	35	P32	500°	35	34
P5	420°	35	35	P33	500°	35	34
P6	420°	35	35	P34	500°	35	35
P7	420°	35	35	P35	500°	35	35
P8	420°	35	34	P36	500°	35	34
P9	500°	35	34	P37	500°	35	35
P10	420°	35	34	P38	500°	35	34
P11	420°	35	34	P39	420°	35	35
P12	500°	35	35	P40	420°	35	34
P13	500°	35	34	P41	420°	35	34
P14	500°	35	34	P42	420°	35	35
P15	500°	35	34	P43	420°	35	34
P16	500°	35	34	P44	420°	35	35
P17	500°	35	34	P45	420°	35	35
P18	420°	35	34	P46	420°	35	34
P19	420°	35	34	P47	420°	35	34
P20	420°	35	34	P48	420°	35	35
P21	500°	35	34	P49	420°	35	35
P22	500°	35	34	P50	420°	35	35
P23	420°	35	35	P51	420°	35	35
P24	420°	35	35	P52	420°	35	35
P25	420°	35	35	P53	420°	35	35
P26	420°	35	35	P54	420°	35	34
P27	420°	35	35	P55	420°	35	35
P28	500°	35	35	P56	420°	35	35

- La máquina ha sido calibrada en su totalidad una temperatura promedio sobre los 420 °C.
- Las pruebas de aire realizadas a las uniones cumplen los parametros de presión de inicial 35 PSI con baja hasta 34 PSI.

Las pruebas **NO DESTRUCTIVAS** se dan por aprobadas.

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

### b) PUESTA EN SERVICIO

Parametros Minimo de aprobación:

- Desgarre : 41 Kg
- Corte : 54 Kg.



### CUÑA

Prueba	Fecha	Ensayos									
1	03-04-2014	90	96	97	90	97	56/50	56/50	59/56	57/40	48/56
1	04-04-2014	61	67	67	69	70	51/50	47/47	46/50	51/47	49/50
1	04-04-2014	89	96	97	97	90	51/50	57/50	49/52	47/50	49/50
1	07-04-2014	79	86	81	87	91	47/56	49/50	52/47	49/51	50/50
1	08-04-2014	86	90	91	87	86	49/56	56/57	59/60	51/60	57/60
1	09-04-2014	89	90	91	87	80	51/56	50/47	50/47	41/56	59/47
1	10-04-2014	89	96	93	94	96	50/47	50/46	46/50	51/50	50/50
1	10-04-2014	90	91	97	96	95	49/56	56/47	59/50	56/50	51/50
2	10-04-2014	96	90	98	89	90	51/50	56/55	56/60	60/57	61/56
1	15-04-2014	59	61	67	70	60	60/57	60/59	61/59	61/56	59/60
1	16-04-2014	96	90	93	96	90	71/70	70/56	56/60	59/69	70/69
1	17-04-2014	96	90	91	86	80	61/60	59/61	57/60	60/59	61/57
1	18-04-2014	86	90	96	96	90	47/60	51/60	51/60	52/60	60/57

### EXTRUSORA

Prueba	Fecha	Ensayos									
1	18-04-2014	67	66	57	59	60	48	47	51	50	47
1	18-04-2014	61	60	57	56	58	59	56	50	57	50
1	19-04-2014	56	60	71	76	70	49	50	56	50	51
1	20-04-2014	56	59	60	71	70	46	40	47	47	50
2	20-04-2014	57	59	59	60	57	49	50	51	56	50
1	11-04-2014	67	60	61	60	67	45	46	47	47	46
1	14-04-2014	67	70	71	70	67	47	50	51	50	49
1	15-04-2014	63	64	67	67	61	41	40	49	47	47
2	15-04-2014	67	61	65	61	60	40	47	46	47	40
1	16-04-2014	67	60	65	60	71	49	51	56	50	51
1	17-04-2014	61	67	60	61	60	49	50	51	50	51



Las Puestas en Servicio de Cuña y Extrusora cumplen con los parametros de aprobación para **ENSAYOS DE CORTE** como para los **ENSAYOS DE DESGARRE**, en ambos casos los resultados sobrepasan el minimo exigido que es 41 kg. para Desgarre y 54 kg. para Corte. Según los antecedentes se dan por aprobadas las **PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO**.

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

- Pruebas Spark Test

N° DE UNION	INTERCEPCION DE DISPOSICIÓN DE LÁMINAS	Prueba Spark Test	N° DE UNION	INTERCEPCION DE DISPOSICIÓN DE LÁMINAS	Prueba Spark Test
P1	P01-02-P17	Aprobada	P29	P27-P28-P39-P40	Aprobada
P2	P02-P03-P17	Aprobada	P30	P28-P40-P41	Aprobada
P3	P03-P04-P17	Aprobada	P31	P28-P41-P42	Aprobada
P4	P04-P05-P17	Aprobada	P32	P28-P42-P46	Aprobada
P5	P05-P06-P17	Aprobada	P33	P46-P42-P43	Aprobada
P6	P06-P07-P17	Aprobada	P34	P43-P44-P46	Aprobada
P7	P07-P08-P17	Aprobada	P35	P17-P18	Aprobada
P8	P03-P09-P17	Aprobada	P36	P20-P21	Aprobada
P9	P09-P10-P17	Aprobada	P37	P27-P28	Aprobada
P10	P10-P11-P17	Aprobada	P38	P44-P45-P46	Aprobada
P11	P11-P17	Aprobada	P39	P27-P38-P39	Aprobada
P12	P11-P30-P29-P12-P17	Aprobada	P40	P27-P37-P38	Aprobada
P13	P17-P18-P12-P13	Aprobada	P41	P27-P36-P37	Aprobada
P14	P13-P14-P18-P19	Aprobada	P42	P27-P27-P35-P36	Aprobada
P15	P18-P19	Aprobada	P43	P26-P34-P35	Aprobada
P16	P14-P15-P19-P20	Aprobada	P44	P25-P22-P33	Aprobada
P17	P15-P16-P20-P21	Aprobada	P45	P22-P26-P33	Aprobada
P18	P16-P21-P22-P31-P32-P23	Aprobada	P46	P22-P26	Aprobada
P19	P32-P23	Aprobada	P47	P21-P22	Aprobada
P20	P22-P23-P24	Aprobada	P48	P26-P33-P34	Aprobada
P21	P22-P24	Aprobada	P49	P46	Aprobada
P22	P24-P25	Aprobada	P50	P17-P01-P47	Aprobada
P23	P17-P18	Aprobada	P51	P45-P46	Aprobada
P24	P'03	Aprobada	P52	P26	Aprobada
P25	P03	Aprobada	P53	P22	Aprobada
P26	P04	Aprobada	P54	P20	Aprobada
P27	P05	Aprobada	P55	P29-P30	Aprobada
P28	P22-P26	Aprobada	P56	P31-P32	Aprobada

Las pruebas de spark test no emitieron arco eléctrico indicando que el parche extrusionado se encuentra sellado al 100% , por lo tanto se da por aprobado el ensayo.

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

**c) PRUEBAS DESTRUCTIVAS**

Parametros de aprobación Minimo para desgarre : 41 Kg.

- Desgarre Cuña

NUMERO DE MUESTRA	UNION N°	CARGA KG.	UNION N°	CARGA KG.
1	16	49-64	53	61-47
2	16	42-57	53	52-62
3	16	51-58	53	47-59
4	16	51-65	53	68-47
5	16	47-63	53	61-47

Las 5 Probetas , en que se realizaron las pruebas de **DESGARRE CUÑA** obtuvieron una carga Promedio sobre 41 Kg. para estos ensayos ejecutados en la unión número 16 y 53 por lo que se dan por aprobadas las pruebas.

- Corte : 54 Kg.

Parametros de aprobación Minimo para desgarre : 41 Kg.



- Cizalle ó corte

NÚMERO DE MUESTRA	UNION N°	CARGA KG.	UNION N°	CARGA KG.
1	16	92	53	91
2	16	91	53	91
3	16	96	53	96
4	16	90	53	96
5	16	93	53	90

Las 5 Probetas , en que se realizaron las pruebas de **Cizalle** obtuvieron una carga Promedio sobre 54 KG. para estos ensayos, ejecutados en la unión número 16 y 53 por lo que se dan por aprobadas las pruebas.

**Ver Anexo**



**Protocolo Registro de ENSAYOS DESTRUCTIVOS.**

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/11/10/2014	

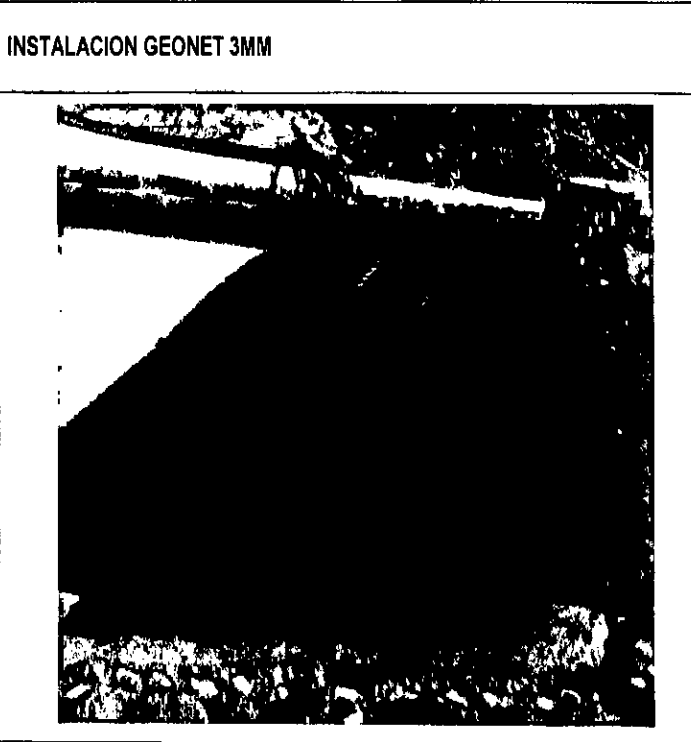
**6 RESUMEN CANTIDAD TOTAL INSTALADA**



<b>GESINTÉTICO</b>	<b>m<sup>2</sup> GEOSINTÉTICO REAL INSTALADO</b>
Geonet de 3 mm.	8.160
Geotextil 300grs.	8.160
Geomebrana 1,5 mm	8.160
<b>TOTAL</b>	<b>24.480 m<sup>2</sup></b>



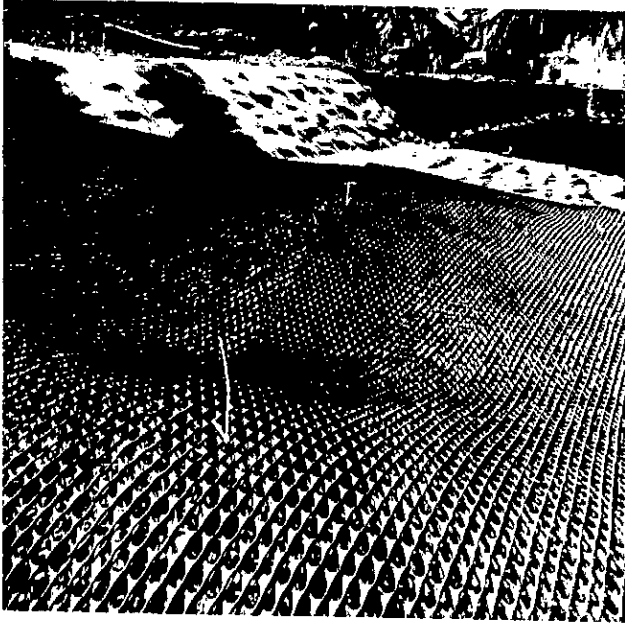
	<b>INFORME CALIDAD</b>		
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>		
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	

**7 REGISTRO FOTOGRAFICO**

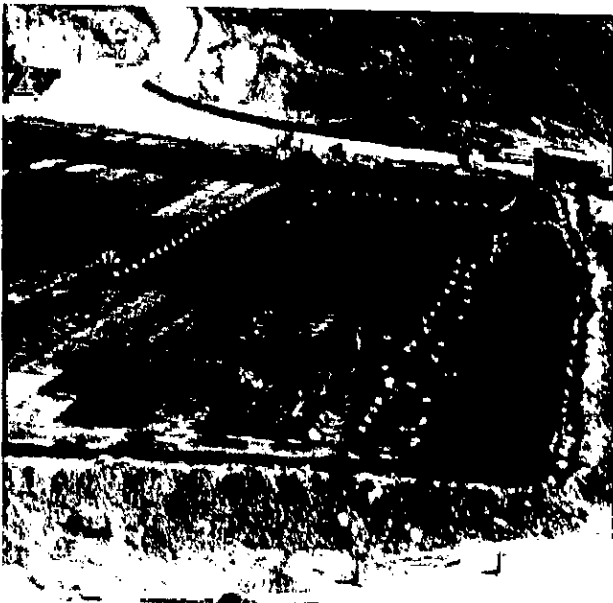




	<b>INFORME CALIDAD</b>		
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>		
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	

**INSTALACION GEONET 3MM**



**INSTALACION GEOTEXTIL 300 GRS.**

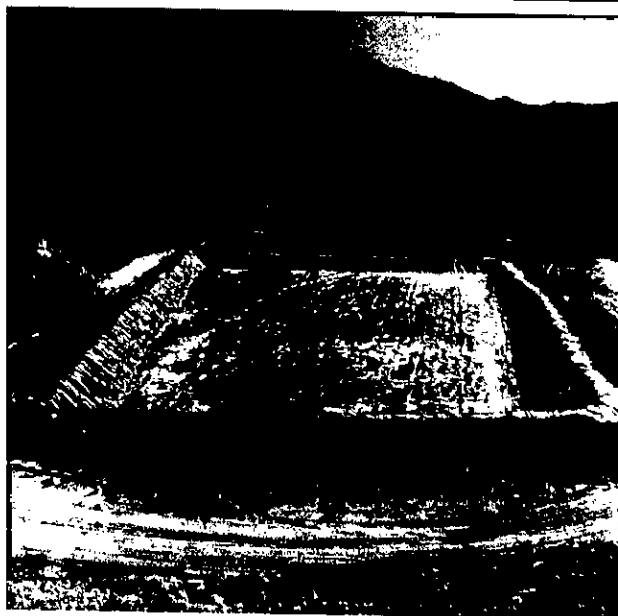




	<b>INFORME CALIDAD</b>		
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>		
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	

**INSTALACION GEONET 3MM**



**PISCINA LAGUNA 4 TERMINADA**





	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

## 8 CONCLUSIÓN

Los trabajos de **IMPERMEABILIZACION DE PISCINA LAGUNA 4**, se realizaron según lo dispuesto por por AA Sur.

**Relix** a través de su Departamento de Control de Calidad ha desarrollado las pruebas y ensayos bajo estrictas normas y políticas descritas en sus instructivos, utilizando equipos certificados, que aseguran óptimas condiciones para la ejecución de la impermeabilización.

Cabe mencionar que se han seguido fielmente los requerimientos en lo referente a ubicación de capas de geosintéticos, **ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS**, los cuales se desarrollaron según antecedentes descritos, no resultando rechazado ninguno de ellos, lo cual indica que se realizó el trabajo de manera satisfactoria.

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

## GLOSARIO

- **Aprobacion Visual**

La fase consistirá en una inspección visual de la soldadura para verificar que no hayan defectos y que esté alineada correctamente. Todos los defectos y orificios que se encuentren deberán ser reparados y probados nuevamente.

- **PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS**

El propósito de los ensayos no destructivos es la verificación de la continuidad del sello. Estas pruebas no entregan información alguna sobre las propiedades mecánicas de la unión. Estos ensayos se efectúan en forma permanente y de acuerdo con el avance de los trabajos y sobre la longitud total de la soldadura.

- **Puesta en Servicio Cuña o Termofusionadora**

Consiste en verificar el equipo este operativo el 100% y a su vez cumplan con estándares propios para realizar la fusión de la lámina Geomembrana HDPE 1,5 mm.

- Velocidad de máquina a temperatura ambiente.
- Temperatura promedio de máquina 420 °C.

Una vez realizada la fusión se debe cortar un trozo de \*lamina de carga o probeta para ensayos de soldadura (desgarre y cizalle).



- **Prueba de Aire :**

El equipo consiste en una bomba de aire manual equipada con un manómetro capaz de generar una presión de entre 32 y 35 psi. También se necesita una manguera de goma con adaptadores, conexiones y una aguja hueca puntiaguda para introducir presión en el espacio de aire. Las costuras dobles con un espacio de aire cerrado se prueban de la siguiente manera: Se sellan ambos extremos de las costuras y, luego, se inserta la aguja hueca puntiaguda en el espacio de aire entre la soldadura de fusión. Se introduce aire en el canal, mediante la aguja, conectada a un compresor mediante la presión de 35 psi. Se cierra la válvula y se mantiene la presión entre 30 y 35 psi durante 5 minutos. Si la presión no se puede mantener, localizar el área defectuosa, marcarla y repararla.

- **Puesta en Servicio Extrusora**

Consiste en verificar el equipo este operativo el 100% y a su vez cumplan con estándares propios para realizar el ensayo. Para esto se necesita:

- Velocidad de máquina a temperatura ambiente.
- Temperatura máquina 220 °C.
- 10 Muestras de probeta.

	<b>INFORME CALIDAD</b>			
	<b>PISCINA LAGUNA 4</b>			
	Código: RLX.IC.-01	Revisión: 01	Fecha: 4/JULIO/2014	

- **Pruebas de Spark Test**

Se introduce un alambre de cobre sección 0,5 mm entre el parche y la lamina instalada . Con un equipo probador de chispa (spark tester) se emite una corriente eléctrica de entre 25 y 55 kV se "pasa" sobre la junta. Si esta prueba emite un arco electrico indica que hay fuga, por lo que se debe verificar la soldadura del Parche, en caso contrario la prueba esta aprobada.

- **PRUEBAS DESTRUCTIVAS**

A medida que los trabajos de soldadura del revestimiento avanzan, se deben cortar muestras de prueba del revestimiento acabado. Se determina la ubicación de las muestras destructivas, cada 150 m. lineales de cordón de soldadura. Estas muestras, denominadas muestras destructivas, deben tener a lo menos 1.20 m. de largo y 0.45 m. de ancho con la soldadura centrada longitudinalmente.

- **Prueba de Desgarre y Cizalle**

Consiste en realizar las pruebas de carga a través de un tensiometro, es decir medir resistencia y adherencia en lámina ya fusionada. Para esto se debe cortar muestras para ensayo (cupones) de 15 cm. por 2.54 cm. de ancho de la muestra de soldadura, de modo que cada muestra para ensayo forme un ángulo de 90° con la soldadura y que ésta quede en el centro de la muestra para ensayo.

Se realizan 5 pruebas de degarre. Esta consiste en tomar cada uno de los extremos de la lámina dejando en el centro la soldadura y posterior a esto se tensiona a través del equipo, el cual registrará la carga en KGf.

Se realizan 5 pruebas de cizalle. Esta consiste en tomar cada uno de los extremos de la lámina y diagonal a esta tomar la otra esquina, dejando en el centro la soldadura y posterior a esto se tensiona a través del equipo, el cual registrará la carga en KG f.

- **Lámina Carga (Probetas)** : Cupones para hacer ensayos de la resistencia tanto de soldadura con extrusora o cuña.

- 5 cupones de desgarre
- 5 cupones de Cizalle

- **Arco Eléctrico:** desprendimiento de electricidad, para este caso controlado

