



IMPERMEABILIZACIÓN EN MINERÍA

- **Introducción**
- **Concepción del Sistema de Impermeabilización**
- **Pads de Lixiviación**
- **Instalación del Sistema de Impermeabilización**
- **Ventajas del Sistema**



INTRODUCCIÓN

El primer texto escrito sobre calidad del agua de una mina fue hecho por Georgius Agrícola (1556, traducido por Hoover y Hoover en 1912) menciona: “Luego de ser lavados los minerales, el agua que ha sido usada envenena los arroyos y quebradas y destruye a los peces o los aleja.” Ésta es probablemente la primera referencia registrada sobre impactos ambientales mineros y el fenómeno del drenaje ácido de mina (problema común para muchas minas metálicas, de uranio y carbón).

La minería es una actividad económica de importancia mundial. Los procesos que se ejecutan frecuentemente son de alto impacto ecológico. Para solventar o mitigar los efectos de esta actividad se han utilizado diversos sistemas de impermeabilización, entre ellos las membranas de PVC-P **Imperplami**. Se utilizan principalmente como sistemas de impermeabilización con funciones de barrera hidráulica, drenaje y conducción de lixiviados, sistemas de impermeabilización y almacenamiento de relaves, y en lagunas de evaporación, así como también en contención de estanques, como en envoltentes de estructuras subterráneas. Además de impedir el paso del agua, deben ser resistentes a los suelos agresivos. Entre las principales alternativas de **Grupo Plami** destacan los diferentes geosintéticos tales como el PVC-P (policloruro de vinilo flexible). Por consiguiente, tanto la impermeabilización como sus cuidados juegan un rol fundamental en el sector minero. Y es que, además de las filtraciones de agua, la agresividad de los suelos por la presencia de cloruros y sulfatos, por ejemplo, debe ser una preocupación. Es por ello que se necesitan materiales con diversas propiedades para que perduren en el tiempo. Por una parte, están las membranas, que son láminas preformadas como lo es el PVC-P. Cuando se impermeabiliza, en tanto, más que impedir el paso del agua, se protege la estructura de los diferentes agentes agresivos y se prolonga su vida útil.



CONCEPCIÓN DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN

GEOMEMBRANAS

En minería, las membranas se utilizan en piscinas, reservorios, canchas de lixiviación, estanques, cubiertas flotantes, bio-digestores, vertederos de residuos peligrosos, tanques de relave, pozos de evaporación o en la contención secundaria de líquidos peligrosos. En este campo está involucrado Grupo Plami, S.A. de C.V. con el objetivo de ofrecer sistemas estancos y controlados para el medio ambiente.

Las membranas **Imperplami** son un recubrimiento, o una barrera de muy baja permeabilidad aplicada a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos. Dichas membranas son fabricadas a partir de hojas relativamente delgadas de PVC-P, y parte de ellas son utilizadas en sistemas de impermeabilización para la construcción de piscinas de lixiviación, como en salares.

UTILIZACIÓN EN MINERÍA

La membrana Imperplami se utiliza como revestimiento del suelo por motivos de pilas de lixiviación, en los canales para llevar el líquido lixiviado, el almacenamiento de líquidos como lagos, salares y estanques de evaporación. También se puede utilizar para sellar los depósitos de minas en la evaporación de litio (sales para abastecer de energía renovables no convencionales), y en los procesos en las minas de plata, hierro, plomo, zinc, manganeso, y principalmente en las minas de cobre y oro.

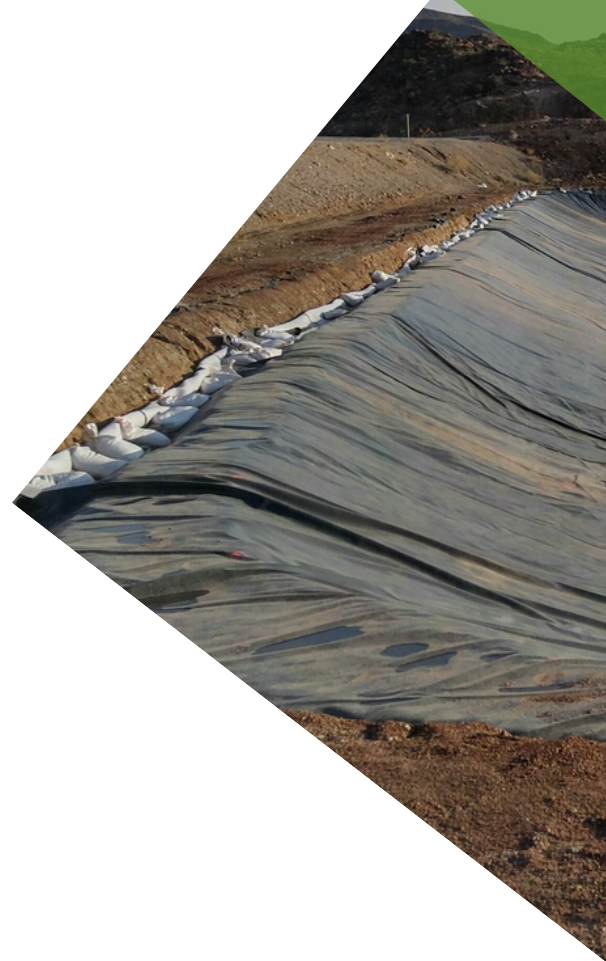


PADS DE LIXIVIACIÓN

BREVE RESEÑA

En minería, a través de la lixiviación, se extrae uno o varios solutos de un sólido, debido a la acción de un disolvente líquido. El soluto puede difundirse desde el sólido a la fase líquida, generando una separación de sus componentes originales. Las pilas (o acumulaciones de material mineralizado) son regadas con una solución ácida, la cual es distribuida por tuberías de drenaje de forma homogénea. La pila debe estar levemente inclinada para permitir el escurrimiento del coloide. Asimismo, en los yacimientos metalúrgicos de minerales oxidados, el metal se obtiene mediante tres etapas sincronizadas: lixiviación en pilas, extracción por solvente y electroobtención. Antes de la lixiviación, el mineral extraído del tajo abierto es fragmentado mediante el chancado para obtener un material rico en minerales con un tamaño entre 3/4 a 1 1/2 pulgadas, suficiente para exponerlos a la infiltración de la solución ácida. Unas fajas transportan el material chancado hacia su lugar de destino. Al llegar, un equipo esparce el mineral, formando un terraplén continuo denominado pila o pad de lixiviación. En la base del material a lixiviar se instala previamente una membrana Imperplami impermeable de PVC-P sobre la cual se dispone un sistema de tuberías para el drenaje que permiten recoger las soluciones que se infiltran a través del material.

A través del riego por goteo o aspersores, se vierte la solución ácida en la superficie de las pilas y se disuelve por ejemplo el cobre contenido en los minerales oxidados, formando así una solución que es recogida por el sistema de drenaje y llevada fuera del sector de la pila. Ese material se transporta mediante correas o fajas a botaderos donde se podría reiniciar un segundo proceso de lixiviación para extraer el material restante. Como resultado, se obtienen soluciones que son conducidas a estanques para eliminar las partículas sólidas arrastradas. Estas soluciones son llevadas a planta de extracción por solvente. La ubicación del pad debe cumplir con los requerimientos de la mina. Para esto, se desarrollan arreglos volumétricos conceptuales en la topografía existente para identificar las posibles zonas donde se asentará la pila de lixiviación. Estas ubicaciones son revisadas desde el aspecto geológico, geotécnico, hidrogeológico y ambiental; evaluando sus impactos e interferencias. Adicionalmente, se evalúa la estabilidad física del terreno y la cantidad de movimiento de tierras requerido, lo que comprende la realización de estudios geotécnicos y geológicos del área y su reacción frente a una carga que genera el volumen mineral a colocar. La respuesta a la carga determinará los materiales a utilizar para la impermeabilización del pad.



En esta fase se pueden seleccionar materiales naturales (canteras) como artificiales (geosintéticos / PVC-P) que cumplan con el requerimiento físico y químico, para nivelar e impermeabilizar el pad; para ello, se realizan estudios geotécnicos. Como conclusión, la pila o PAD de lixiviación es una estructura a manera de pirámide escalonada entre 6 y 8m de altura, donde se acumula el mineral extraído. A este material se le aplica, a través de un sistema de goteo, una solución cianurada de 50 miligramos por litro de agua, la cual disuelve por ejemplo el oro.

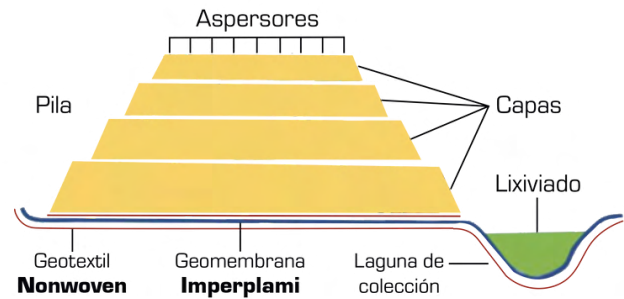


Figura 1. Esquema de Proceso de Lixiviación en Pila con soporte de geomembranas en PVC-P Imperplami y fieltro separador Nonwoven

COMPONENTES DE UNA PILA DE LIXIVIACIÓN.

La figura 1 muestra los componentes más relevantes desde el punto de vista geotécnico en este tipo de estructuras y la importancia de la impermeabilización sobre el terreno. Se observan los siguientes componentes desde el punto de vista geotécnico:

- **Sustrato:** corresponde en general a un terreno con pendiente del orden de 3 a 4% en una dirección, hacia la canaleta.
- **Finos de protección:** capas de agregados finos como la arena, o capas de separación y protección (geotextiles) **Nonwoven**, totalmente exentos de elementos punzantes dado que deben acomodar suavemente la capa impermeable y defenderla de la agresión mecánica que puede provenir desde cualquiera de sus caras. Sus espesores varían de 10 a 20 cm. en arena, y a partir de 300 grs/m² en geotextiles **Nonwoven**, por encima y por debajo de la capa impermeable **Imperplami**.
- **Sistema de revestimiento (membrana de PVC-P Imperplami):** provee la impermeabilidad a toda la estructura, contiene a la solución que se infiltra a través de la pila de lixiviación y garantiza que la misma no prosiga su recorrido hacia el terreno natural donde esta cimentada la estructura.



Membrana de PVC-P Imperplami: consiste en una lámina homogénea de color negro sin estabilizador a los rayos U.V. en 0,40, 0,80 y 1,0 mm de espesor, inerte a la acción de los agentes químicos que mojaran su superficie. Su resistencia mecánica es suficiente para resistir los esfuerzos a que será sometida; tracción y compresión por el mineral depositado. Sus propiedades físicas y químicas le permiten resistir las condiciones ambientales de temperatura.

Capa separadora, geotextil Nonwoven: consiste en un fieltro sintético a partir de 300 grs/m² que cubre la geomembrana en ambas caras, por el posible corte de una piedra punzante, y asegurar así que quede aislada al 100%.

- **Tuberías de drenaje:** son tuberías corrugadas y perforadas, colocadas espaciadas longitudinalmente, destinadas a permitir una rápida evacuación de la solución una vez alcanza el fondo de la pila. Cumple el doble propósito de evitar la inundación de la pila (y las consecuentes capas freáticas) y permite la inoculación de aire por las zonas inferiores.
- **Ripio de protección:** el sobre-revestimiento (overliner o cover) tiene por finalidad proteger tanto el revestimiento de la geomembrana Imperplami, como el sistema de tuberías colectoras de solución, de los daños a que pueden estar sometidos debido al impacto producido por el mineral durante las operaciones de apilamiento en los pad de lixiviación. Constituye la última barrera de protección del revestimiento. Normalmente es una capa de 70 a 75cm. Si presentase buenas propiedades de escurrimiento, podría llegar a sustituir a las tuberías de drenaje.
- **Mena:** capa de material a lixiviar depositado en forma suave, por medios que no produzcan un efecto de compactación sin disgregación mecánica, hasta alcanzar la altura determinada.
- **Sistema de canaletas de recolección:** lugar de recuperación de las soluciones, está integrada al revestimiento impermeable Imperplami. Anclajes. Sectores de fijación de la base impermeable al terreno.
- **Solución post-lixiviación:** es la solución acuosa que ha atravesado el material apilado que contiene el mineral atrapándolo y transportándolo por gravedad hacia el fondo de la pila de lixiviación y hace las veces de nivel freático.



PILAS DE LIXIVIACIÓN



SALAR DE LITIO DESIERTO ATACAMA (CHILE).



INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN

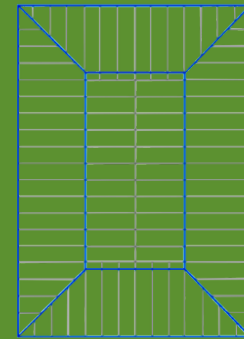
PANELES PARA SU INSTALACIÓN EN LA OBRA

Las membranas flexibles de PVC-P (policloruro de vinilo) **Imperplami**, fabricadas por la empresa **Plami S.A.de C.V.** son las mejores para el sector de la minería. Se sueldan entre sí térmicamente (mediante fusión / aire caliente o cuña caliente), tienen la característica de ser plegables gracias a su propiedad de flexibilidad, dando como resultado paneles de grandes superficies, y por lo tanto menos soldaduras en terreno, y menores costes de instalación, son un referente en este tipo de impermeabilización.

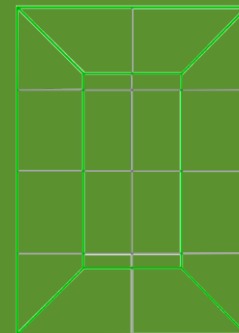
Esquema gráfico, para la realización de una pila de lixiviación. En primer lugar, con rollos de láminas (mayor número de soldaduras, realizadas in-situ), y en segundo térmico paneles realizados en fábrica (menor cantidad de soldaduras in-situ).

Entre las principales características de los paneles conformados en fábrica, se mencionarán:

- Los rollos de láminas se utilizan para la fabricación de paneles sobre medida; aumentan la productividad, ya que disminuyen las pérdidas de material y los tiempos de instalación en obra. En consecuencia, tanto la cantidad de recursos como los tiempos necesarios para realizar el montaje son menores, por lo tanto, se realiza una instalación de menor costo, y de mayor seguridad.



Antes con rollos de láminas



Después con paneles



VENTAJAS DEL SISTEMA

- Membranas con altas propiedades, gran durabilidad y elongación.
- Paneles hechos a medida que minimizan las pérdidas, y sobrantes de las membranas con gran valor agregado.
- Menos tiempo en su instalación, ahorrando hasta un 50% del tiempo de puesta en obra.
- Soldaduras en ambientes controlados. Las uniones que se realizan en taller, en condiciones ambientales idóneas: bajo techo, con temperaturas controladas, sin polvo en suspensión, y se trabajan sobre suelos secos y limpios.
- Disminución de la cantidad de soldaduras en el lugar de la obra, con unos valores de un 70%.
- Disminución de los costos de instalación. Los costos disminuyen hasta un 20% en promedio.



CONTACTO



Ing. Edgar Cervantes Marquez



+52 (55) 2122-2400



+52 (55) 6200-6056



sales@plami.com.mx



**Calle 9 No. 8, Fracc. Ind. Alce Blanco, C.P. 53370
Naucalpan de Juárez, Edo. México, México.**



www.plami.com.mx

