



## SOLUCIONES SENNINGER PARA MINERÍA

Productos para la recuperación de oro, plata y cobre mediante el proceso de lixiviación; Control de polvo; Evaporación de líquidos/balance hídrico; Lavado y dispersión de soluciones tipo Efluentes.

# Proporcionando Soluciones para la Industria Minera

Senninger Irrigation Inc., fundada en 1963, ha promocionado el concepto de riego eficaz de **Baja Presión - Alto Rendimiento** a través del desarrollo de productos que conservan energía y proporcionan una uniformidad excepcional. Los productos Senninger se hicieron populares en aplicaciones agrícolas y en 1970 se expandieron incluyendo a la industria minera con el desarrollo de aspersores especialmente resistentes a ácidos para la industria del cobre. Los aspersores, boquillas y reguladores de presión de Senninger se utilizan a nivel global para recuperación de minerales, control de polvo, dispersión de efluentes, evaporación, lixiviación de taludes de pilas y otras aplicaciones industriales.

## Nuevas Exigencias

Las **prácticas modernas de lixiviación** en pilas incluyen una tecnología en expansión que exige rendimientos más altos para satisfacer los estrictos requisitos de la industria. En muchos casos, la profundidad de lixiviación de las pilas ha aumentado en más de 500 pies de profundidad del mineral comparado con solamente 50 a 65 pies una década atrás. Esto es en función de la eficiencia económica y disponibilidad de superficie - ambos impulsados por los costos de clausura y recuperación y la minimización del impacto causado por la minería en tierras agrícolas.

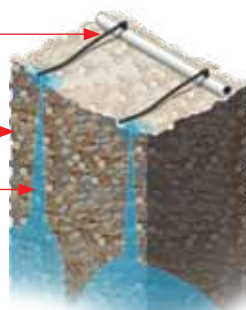
## Desafíos

Las **dosis de aplicación de soluciones de lixiviación** están diseñadas para optimizar la recuperación de metales y minimizar el consumo de productos químicos. Los aspectos críticos del diseño de las pilas de lixiviación son la profundidad del mineral, la presencia de agua/solución y las condiciones locales del terreno.

El patio de acopio de material (ROM, por sus siglas en inglés) o las pilas de lixiviación separan capas de material de textura gruesa y fina durante la colocación del material. Las soluciones de lixiviación fluyen más rápidamente en las capas más conductivas, dejando potencialmente zonas sin lixiviar dentro de la pila. A medida que aumenta la tendencia hacia pilas de lixiviación de mayor tamaño y profundidad, esta condición se hace más prevalente y produce como resultado canalización dentro de las pilas.

**Laterales de Goteo**  
(Los emisores se colocan a cada dos pies de distancia en la línea)

Area no lixiviada  
Ocurre canalización



## ¿Sabía usted?

Que el área efectiva de flujo en la mayoría de los emisores de lixiviación es tan pequeña que frecuentemente requieren filtrado con malla 150 o más fina. Los tamaños mayores de orificio de boquilla, 3/32" - 1/8" de los mini-Wobbler™ contribuyen a minimizar el taponamiento sin requerir un filtrado costoso.

Área efectiva de flujo del emisor de un lateral

0.052"  
(1.32 mm)



Los procesos de lixiviación que utilizan métodos de goteo dependen del punto de origen de aplicación de la solución, lo que promueve la canalización. Debido a que hay un mínimo movimiento lateral de la solución aplicada sobre el material mineral, es necesario poco espaciamiento entre emisores y laterales para lograr la dosis de aplicación deseada. Esto aumenta el potencial de taponamiento de orificios y líneas porque se requieren pequeños laberintos de flujo. Las boquillas de baja presión, 10 - 20 psi (1.03 - 1.38 bar) como las mini-Wobbler™ aplican la solución uniformemente sobre grandes superficies, a modo de lluvia suave, maximizando el contacto entre la solución y el mineral y minimizando al mismo tiempo el potencial de canalización o taponamiento.

La **uniformidad de distribución de la solución** es esencial para maximizar la recuperación de metales. La tecnología Wobbler™, con más de un 90% de uniformidad, es el método más eficaz para lograr un contacto total entre la solución y la superficie del agregado. Los problemas de canalización y taponamiento asociados con los sistemas de goteo hacen difícil lograr un contacto parejo entre la solución y el mineral, especialmente en la sección superior de lixiviación. Frecuentemente, los mini-Wobblers™ se instalan directamente sobre sitios de goteo tapados, para completar el ciclo de lixiviación o suministrar un lavado final.



Contacto Uniforme de la Solución

Tamaños de orificio de boquillas del mini-Wobbler™



#6  
3/32"  
(2.38 mm)



#7  
7/64"  
(2.78 mm)



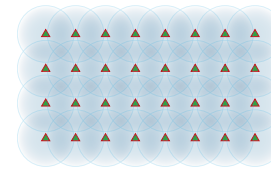
#8  
1/8"  
(3.17 mm)

**Senninger**  
Irrigation Inc.  
WWW.SENNINGER.COM

## Herramienta Disponible para Asistir en el Diseño

El **software WinSIPP2** para minería fue desarrollado para ayudar a que las instalaciones de lixiviación minera logren la dosis de aplicación y uniformidad requeridas. Suministra comparaciones visuales de diversas combinaciones de aspersores, flujos, presiones y opciones de espaciamiento. El análisis anticipado de estas opciones ayuda a garantizar un óptimo diseño y operación del sistema.

### Densograma\* WinSIPP2



mini-Wobblers™

\*Evaluación de uniformidad

Modelo MINIWOBBLER	Boquilla 7
Presión en la Base 20 psi (1.38 bar)	Flujo 1.51 gpm (343 L/hr)
Diseño: Rectangular	
Espaciamiento entre Cabezales 20 pies (6 m)	Espaciamiento entre Hileras 23 pies (7 m)
Precipitación Promedio 0.0033 gpm/pie cuadrado (8.2 L/hr/m <sup>2</sup> )	
0.05 (1.23 m)	0.42 (11.09 m)
Infinita	
Coefficiente de Uniformidad	92.88%
Uniformidad de Distribución	88.64%
Factor Horario 5%	1.24

## Beneficios de la Tecnología Wobbler...

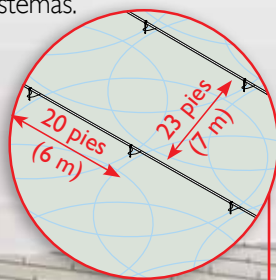
- Opera a presiones bajas ahorrando costos de energía.
- Brinda una uniformidad de distribución de más del 90% en una superficie completa de 360° con una aplicación suave.
- Ofrece la versatilidad de que se puede trasladar y usar repetidamente.
- Brinda una confirmación visual de uniformidad que no la puede dar una aplicación por goteo en superficie.
- Caudales y dosis de aplicación fácilmente ajustables.
- Se adapta a pilas de lavado para recuperación.
- Tiene entre 1/3 o la mitad del costo de sistemas de goteo.
- Puede instalarse directamente en sistemas de goteo existentes.

Los **sistemas de baja presión** ahorran energía y permiten lavar superficies más grandes en menos tiempo. Muchos aspersores no están diseñados para operar a baja presión. Los Wobblers™ de Senninger han sido técnicamente diseñados para brindar un rendimiento óptimo a bajas presiones, en muchos casos tan bajas como las utilizadas en emisores de goteo. A una baja presión de 15 a 20 psi (1 a 1.38 bar), los Wobblers™ producen un tamaño de gota constante a través de todo el perfil mojado. La solución llega a la superficie del mineral mediante una distribución suave y pareja.

## Comparación de diseños de lixiviado de baja presión

**Goteo:** Para suministrar esta dosis de aplicación, los sistemas de riego por goteo requerirán que el espaciamiento de laterales y emisores fuera de aproximadamente 2 pies o (0.61 m) entre líneas de goteo y emisores.

**Wobblers™:** los Mini-wobblers™ y Xcel-Wobblers tienen un espaciamiento de 20 pies x 23 pies (6 m x 7 m) entre aspersores y laterales. El costo de materiales y mano de obra puede variar significativamente en estos dos sistemas.



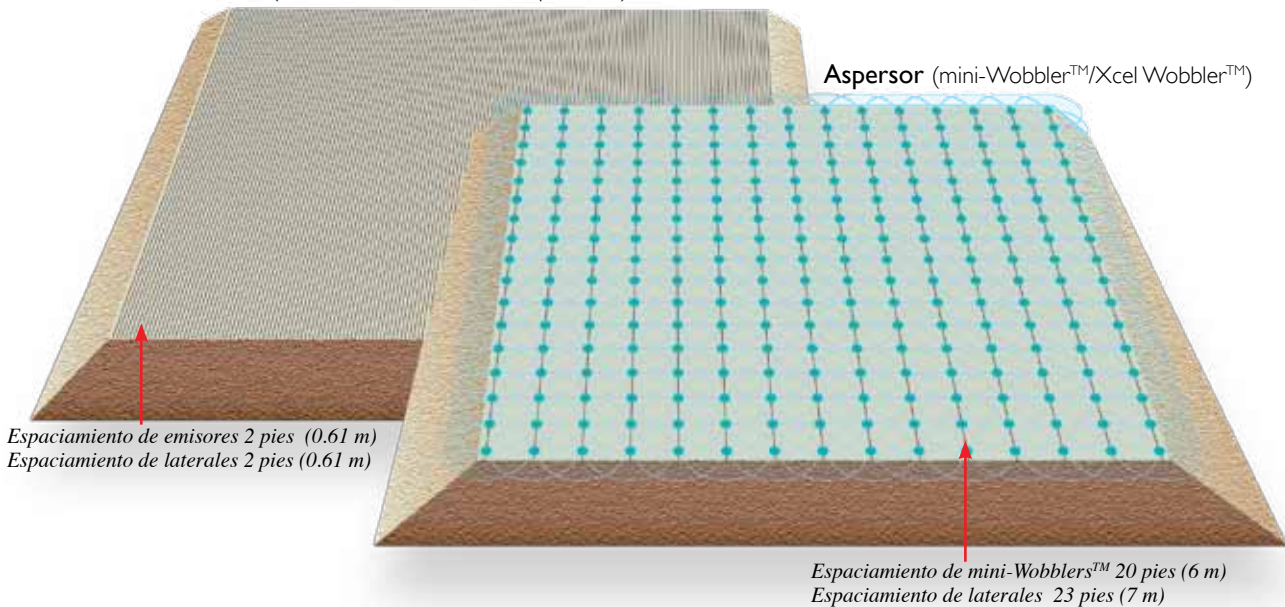
Los mini-Wobblers™ se instalan frecuentemente para recuperar zonas de goteo taponadas o mal diseñadas.

NOTA: Cuando se coloca una nueva capa de material en el pad de lixiviación, las líneas de riego por goteo no pueden volver a utilizarse. No obstante, los Mini-Wobblers™ y Xcel-Wobblers™ normalmente se instalan para una fácil reubicación y reutilización.

# Comparación Goteo y Aspersión

## Diseño IrrMaker® para un pad de lixiviación de 100 m x 100 m (328 pies x 328 pies.)

Goteo (Listado de materiales requeridos)



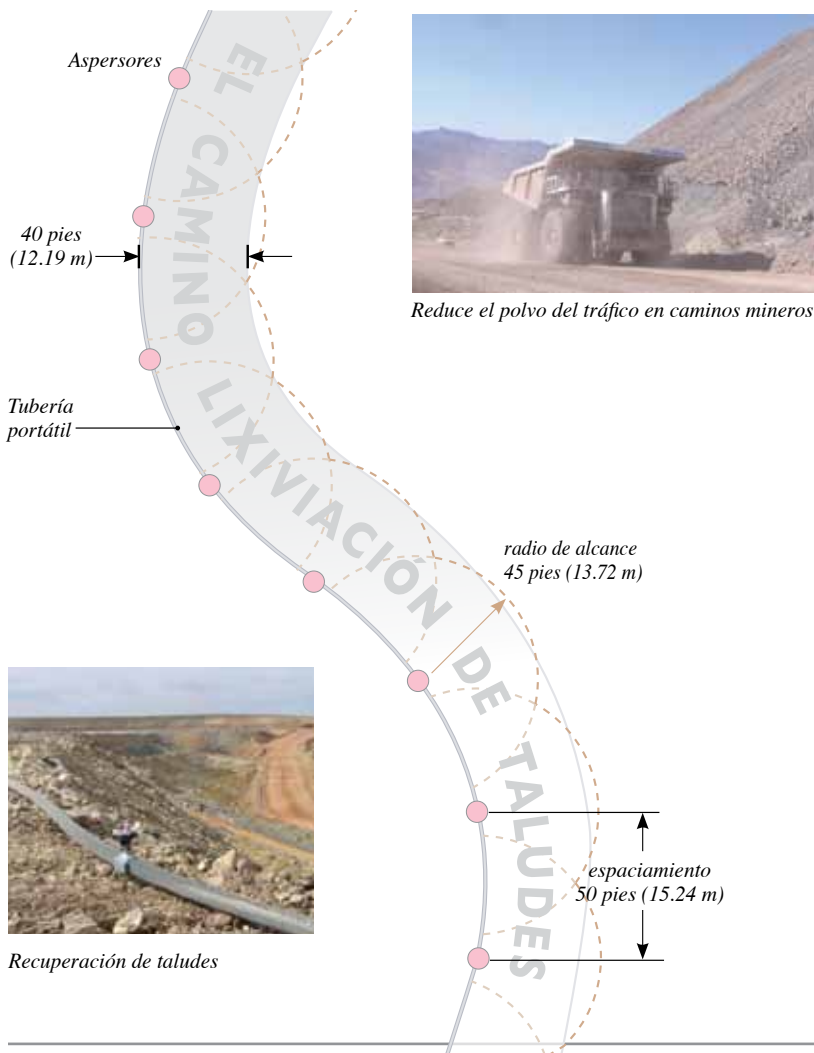
Espaciamiento de emisores 2 pies (0.61 m)  
Espaciamiento de laterales 2 pies (0.61 m)

Aspersor (mini-Wobblers™/Xcel Wobblers™)

Espaciamiento de mini-Wobblers™ 20 pies (6 m)  
Espaciamiento de laterales 23 pies (7 m)

Goteo	Lista de materiales	Aspersor
54,000 pies lineales (16,459 m)	Lateral PE 16 mm / (lateral PE 20 mm)	4,700 pies lineales (1,433 m)
328	Accesorios	15
27,000	Emisores	255
Goteo	Energía Requerida	Aspersor
60	Bombas	60
10	Tuberías	10
2	Accesorios	2
15	Presión operativa de emisores	15
8	Filtrados	4
95	Total	91
Goteo	Versatilidad	Aspersor
No	¿Lateral PE reciclable?	Si
No	¿Emisor reciclable?	Si
No	Evaluación visual de rendimiento	Si
No	¿El flujo puede cambiarse?	Si
Alto	¿Potencial de taponamiento?	Bajo
Si	¿Se requiere filtrado?	No
No	¿El orificio puede limpiarse?	Si

# Lixiviación de Taludes Control de Polvo



## Aspersores de Impacto 3123 y 4123 de Círculo Parcial (Minería de Oro/Plata)

Base macho de 3/4" NPT, boquilla N° 9 (9/64")  
Los Aspersores de Impacto de Círculo Parcial de Senninger, acoplados a un sistema de tubería portátil, brindan la opción mejor y más flexible para lixiviar taludes o mantener el polvo bajo control.

- Elimina el costoso riego móvil
- Conserva agua
- Aumenta la eficiencia de cobertura
- Permite la automatización del control de polvo
- Opción para lixiviación de taludes

NOTA: Regulador de presión recomendado @ 40 psi (2.76 bar), Flujo: 3.65 gpm (0.23 L/s)



## Evaporación

### (Minería de Oro/Plata/Cobre)

La evaporación a través de la boquilla de un aspersor es en función del tamaño y presión de dicha boquilla. Generalmente, esto requiere alta presión, lo que necesita gastos de energía más elevados. El Senninger Super Spray UP3™ con el pad de evaporación puede utilizarse a presiones tan bajas como 20 psi (1.5 bars) o tan altas como 80 psi (6.0 bar) con tamaños de boquilla de 5/32" (3.97 mm) y mayores.



# Adaptador para Elevador de Acople Rápido

## Recomendaciones de instalación

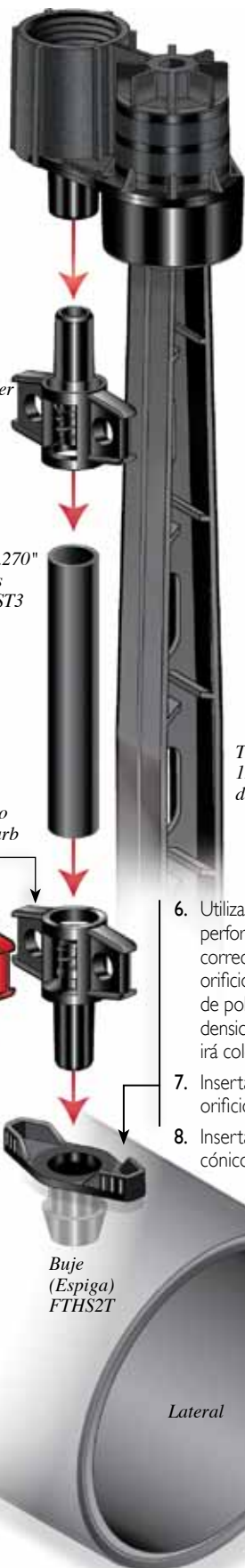
Adaptador para Elevador de Acople Rápido RSAD2T (Disponible para tubería de PE de 0.270" de D.I. únicamente)

Accesorio Super Barb FTSB2T

Tubería de 0.270" de D.I. 3 pies (0.9 m) TU1ST3

Accesorio Super Barb FTSB2T

Tapón Super Barb FTPLUG2T



### Adaptador para Elevador de Acople Rápido

1. Colocar el adaptador para elevador en la ubicación deseada
2. Sostenerlo con una tubería de PVC de 1/2" o 3/4" o con una estaca plástica de 5/16" (PL/1000093)
3. Cortar la tubería de polietileno a la longitud deseada
4. Insertar el Super Barb (con punta cónica) en ambos extremos de la tubería
5. Insertar lado cónico en el adaptador para elevador

La pérdida por fricción a través de todo el conjunto (incluyendo 3 pies de tubería de PE de 0.270") es de 6.3 psi a 2.0 gpm (0.43 bar a 454 L/hr).  
\* Consultar a fábrica acerca de pérdidas por fricción en caudales mayores de 2 gpm (454 L/hr) o en tuberías de más de 3 pies (0.9 m) de largo.

Tubería de PVC de 1/2" ó 3/4" o estaca de plástico de 5/16"

6. Utilizando el perforador de tubo correcto, hacer un orificio en el lateral de polietileno de baja densidad LDPE donde irá colocada la tubería
7. Insertar el buje en el orificio
8. Insertar el otro lado cónico en el buje

Buje (Espiga) FTBS2T

Lateral

Buje (Roscado) FT1M2T

### Adaptador para Elevador

1. Colocar el adaptador para elevador en la ubicación deseada
2. Sostenerlo con una tubería de PVC de 1/2" o 3/4" o con una estaca plástica de 5/16" (PL/1000093)
3. Cortar la tubería de polietileno a la longitud deseada
4. Colocar a presión un extremo de la tubería aproximadamente 1/2" dentro del adaptador para elevador
5. Insertar el Accesorio Super Barb (con punta espiga) en el otro extremo de la tubería
6. Utilizando el perforador de tubo correcto, hacer un orificio en el lateral donde irá colocada la tubería
7. Insertar la espiga en el orificio

Adaptador para Elevador RSAD270

Tubería de 0.270" de D.I. 3 pies (0.9m) TU1ST3

Accesorio Super Barb FTA1B1B



La pérdida por fricción a través de todo el conjunto (incluyendo 3 pies (0.9 m) de tubería de PE de 0.270") es de 6.1 psi a 2.0 gpm (0.42 bar a 454 L/hr).

\* Consultar a fábrica acerca de pérdidas por fricción en caudales mayores de 2 gpm (454 L/hr) o en tuberías de más de 3 pies (0.9 m) de largo.

Las herramientas para perforar tuberías se venden en forma separada:

- TUPTAP51 para accesorio espiga y buje de encastre press-fit de 0.345" (manija roja).
- TUPTAP41 para accesorio espiga de 0.270" (manija verde).

Adaptador para Elevador RSAD345

Tubería de 0.345" de D.I. 3 pies (0.9m) TU1ST3

Accesorio Super Barb FTA15B15B



La pérdida por fricción a través de todo el conjunto (incluyendo 3 pies (0.9 m) de tubería de PE de 0.345") es de 1.6 psi a 2.0 gpm (0.11 bar a 454 L/hr).

\* Consultar a fábrica acerca de pérdidas por fricción en caudales mayores de 2 gpm (454 L/hr) o en tuberías de más de 3 pies (0.9 m) de largo.

# Para Lixiviación en Pilas **Aplicadores**

## mini-Wobbler™

Emplea la misma acción rotativa exclusiva del Wobbler™. Suministra una cobertura extremadamente uniforme y de gran diámetro a bajas presiones. Produce una aplicación suave de soluciones.



Oro/Plata

Cobre

Los Xcel-Wobblers™ de Senninger para Minería emplean una exclusiva acción rotativa para suministrar una cobertura extremadamente uniforme a bajas presiones, con pérdidas de evaporación muy bajas.



## Xcel-Wobbler HA CMS (Copper Mine Special®)

- Recomendado para soluciones de minería de cobre de alto contenido de ácido sulfúrico (pH 0.5 a 3.0) (Más de 10/gpl de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Alcance multinivel: aproximadamente 24°



## Xcel-Wobbler MA CMS (Copper Mine Special®)

- Recomendado para soluciones de minería de cobre de alto contenido de ácido sulfúrico (pH 0.5 a 3.0) (Más de 10/gpl de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Alcance multinivel: aproximadamente 18°
- Gotas menores que las del modelo de ángulo amplio para una aplicación más suave, y la capacidad del WindFighter™



## Xcel-Wobbler HA (Minería de Oro/Plata)

- Recomendado para soluciones mineras de oro y plata con un rango de pH 3.0 a 9.0.
- Alcance multinivel: aproximadamente 24°



## Xcel-Wobbler MA (Minería de Oro/Plata)

- Recomendado para soluciones mineras de oro y plata con un rango de pH 3.0 a 9.0.
- Alcance multinivel: aproximadamente 18°
- Gotas menores que las del modelo de ángulo amplio para una aplicación más suave y la capacidad del WindFighter™.

## PRMP

### (Regulador de Presión Mining Prospector™)

Ideal para instalaciones de minería de cobre o de oro/plata que requieren flujos más reducidos (0.1 - 7.0 gpm) incluyendo lixiviación y goteo en taludes.

NOTA:

También hay disponibles otros reguladores de mayor flujo.



The logo for Senninger Irrigation Inc. features a stylized flame icon above the word "Senninger" in a bold, serif font. Below "Senninger" is the word "Irrigation Inc." in a smaller, bold, sans-serif font. A registered trademark symbol (®) is located to the upper right of "Senninger".

**Senninger**<sup>®</sup>  
**Irrigation Inc.**

16220 E. Highway 50, Clermont, FL 34711  
Tel. (407) 877-5655  
Fax (407) 905-8249  
Fax Internacional (407) 905-8239  
Website: [www.senninger.com](http://www.senninger.com)  
E-mail: [info@senninger.com](mailto:info@senninger.com)