

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

A QUIEN CORRESPONDA:

DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE LOS ESTADOS UNIDOS

Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos.

19 de marzo de 2020.

Por el presente se certifica que la adjunta es copia fiel de los registros de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de los documentos pertenecientes a la solicitud de patente identificada a continuación que ha satisfecho los requisitos para la concesión de una fecha de presentación según el Código de los Estados Unidos 35, Art. 111.

Número de solicitud: 62/848.911.

Fecha de presentación: 16 de mayo de 2019.

El código del país y número de su solicitud que reivindica prioridad, para ser usado en el exterior de acuerdo con la Convención de París, es ***US62/848.911.***

Por autorización del Subsecretario de Comercio para la Propiedad Intelectual y Director de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos.

[Sigue una firma debajo de la cual se lee]: R. GLOVER. Funcionario de Certificaciones.

[Hay un sello aplicado que reza:] Oficina de Patentes y Marcas Estadounidense.
Departamento de Comercio.

[Páginas siguientes: Se traducen solo las partes pertinentes del documento:]

Acuse de Recibo Electrónico

Identificación en SPE: 36028686

Número de Solicitud: 62848911

Número de Solicitud Internacional: *[En blanco.]*

Número de Confirmación: 4303

Título de la Invención: DEPOSICIÓN DE RELAVES

Inventor(es)

Inventor 1

Primer nombre: Anthony

Segundo nombre: Owen

Apellido: FILMER

Inventor 2

Primer nombre: Daniel

Segundo nombre: John

Apellido: ALEXANDER

Inventor 3

Primer nombre: Julian

Segundo nombre: Jeremy

Apellido: SOLES

Inventor 4

Primer nombre: Philip

Segundo nombre: Duncan

Apellido: NEWMAN

DEPOSICIÓN DE RELAVES

ANTECEDENTES

La mayor parte del agua consumida en una operación de minería está contenida en los relaves de flotación o lixiviación muy finamente molidos. Estos relaves mineros son espesados para la recuperación parcial del agua y, dado que se mantienen susceptibles a la licuación, se depositan hidráulicamente en diques contruidos para tal fin, denominados depósitos de relaves (TSF, *por sus siglas en inglés*).

Por lo general, los relaves miden menos de 150 micrones y no pueden filtrarse con facilidad. Incluso si se practica la filtración, el apilamiento y almacenamiento del producto filtrado también constituye un problema. Tanto la filtración como el apilamiento mecánico son operaciones de alto costo y generan un producto que igual sigue siendo difícil de apilar hasta alguna altura significativa.

Dos objetivos de larga data de la industria minera son recuperar el agua consumida en los relaves y encontrar un método de bajo costo para apilar los relaves en forma seca y estable.

En industrias tan diversas como son las industrias de la agricultura, de la construcción y de la estabilización de suelos, el concepto de la eliminación de agua por drenaje de mecha en los suelos de baja conductividad hidráulica se viene aplicando ampliamente aplicado desde hace muchos años.

<https://trrjournalonline.trb.org/doi/pdf/10.3141/1757-07>

Se genera un drenaje (ya sea vertical o lateral) por capas o mechas, insertando una capa continua de material de mayor conductividad hidráulica en el suelo con drenaje insuficiente, para dar lugar a que el agua se transfiera de las áreas de suelo de baja conductividad hidráulica a la capa de drenaje más porosa, de la cual puede fluir por gravedad hasta un punto en el que se la pueda descargar. La mayoría de los drenajes por capas utilizan un geotextil permeable al agua alrededor de un núcleo central poroso, a fin de habilitar el flujo selectivo del agua del suelo saturado a la mecha porosa.

A veces se utiliza arena como material de drenaje por mecha (con frecuencia denominado drenaje francés), puesto que tiene una elevada conductividad hidráulica (2-3 órdenes de magnitud mayor que el suelo de bajo drenaje). Un canal de arena facilita el drenaje lento, pero continuo, del suelo de baja conductividad (por ej., arcilla) hacia el drenaje de arena, desde el cual

puede fluir hacia un punto de desagüe. El efecto de mecha de la arena insaturada parece “extraer el agua” del suelo saturado circundante.

Para eliminar el agua de los relaves mineros, se pueden aplicar principios similares de drenaje por mechas.

La distribución de tamaños de los relaves mineros es tal que éstos tienen una baja conductividad hidráulica (por lo general de 10^{-4} a 10^{-6} cm/seg) y, por ende, cuando están presentes en un volumen grande, se mantienen “permanentemente” por encima del contenido de agua en el cual se puede producir la licuación de los relaves si se aplica un esfuerzo externo. El contenido de agua por lo general es de alrededor de 0,5 m³ de agua por tonelada de relaves.

En efecto, en muchas jurisdicciones, las autoridades insisten en una cubierta impermeable en la base y los laterales del depósito de relaves (TSF), para impedir la fuga de agua del TSF hacia el entorno circundante. Esta cubierta es de conductividad hidráulica extremadamente baja y asegura que el contenido de agua de los TSF con cubiertas siga siendo susceptible a la licuación casi a perpetuidad.

Debido al volumen de relaves retenidos detrás del muro del dique de contención, los fallos ocasionales de los muros de contención de los TSF utilizados para contener los residuos mineros son potencialmente catastróficos. Esos fallos han sido la causa de pérdidas de vidas y daños ambientales de gran escala.

El concepto del uso de drenajes por capas verticales para eliminar el agua de los relaves ha sido probado con éxito para la consolidación de relaves históricos, con el objeto de poder reubicar el material parcialmente secado. *Proceedings Tailings and Mine Waste 2015 Vancouver, BC, Octubre 26 a 28 de 2015.*

Sin embargo, el costo de instalación de un número muy grande de drenajes por capas verticales, también conocidos como drenajes por bandas, a una distancia de 1 a 3 metros a través de un depósito de relaves de gran tamaño parcialmente desaguado, es prohibitivo. El costo de materiales de cada drenaje de mecha por geotextil convencional es significativo, al igual que el costo de colocación de cada drenaje.

Si se usara arena de una ubicación remota como material de drenaje por mecha alternativo, el volumen de arena requerido para formar los drenajes sería grande. También afectaría a la cantidad total de material que se debe retener. Por esto, el drenaje por mecha de los relaves mineros no ha progresado dentro de la industria, principalmente debido a los costos

considerables, incluso en aquellas ubicaciones de TSF donde el agua recuperada tiene un valor significativo.

La aplicación comercial más aproximada al concepto del drenaje de mecha en los relaves es el de una capa de arena que se coloca habitualmente sobre cubiertas en la base del TSF, para habilitar la transferencia del agua lateralmente hasta la ubicación de una bomba de desagote (Referencia 7). No obstante, incluso considerando un período prolongado, la tasa efectiva de desagüe del TSF de la arena en la base del dique es limitada. Sólo los pocos metros adyacentes a la arena pierden el agua, debido a la baja conductividad hidráulica de los numerosos metros de relaves superpuestos.

En un campo no relacionado, el enriquecimiento de gruesos por medio de técnicas tales como la flotación de partículas gruesas (CPF, *por sus siglas en inglés*) ha sido señalado como un método de recuperación del componente de valor de la mena en forma más concentrada, a un tamaño de trituración más grueso. El incremento del tamaño de trituración ha sido promovido como un medio para aumentar la recuperación, reducir el consumo de energía de molienda y para el almacenamiento separado de un residuo de arena de CPF de drenaje libre.

El residuo de arena de la CPF puede ser apilado por separado o mezclado con relaves convencionales para incorporar la mayor cantidad posible de los relaves en la arena, manteniendo igualmente la estabilidad de la pila (WO2017/195008).

Lamentablemente, incluso operando con una trituración más gruesa, la CPF aún se basa en la exposición parcial de los minerales valiosos y la liberación de las gangas durante la trituración. Sólo se produce una exposición adecuada del mineral deseado una vez que este ha sido triturado a un tamaño inferior al de la arena mediana (alrededor de 500 micrones). Cuando el límite superior de la distribución por tamaños está en un tamaño con el que se puede obtener una recuperación elevada en la CPF, alrededor de 50 %-80 % del mineral triturado ya se encuentra en un tamaño consistente con los relaves convencionales.

Incluso con la mezcla de arena y relaves de la CPF, la distribución de los tamaños de partículas significa que se debe sacrificar la recuperación del metal, o la completa eliminación conjunta de los relaves con el residuo de arena de la CPF. Por otra parte, después de mezclar la arena y los relaves espesados, la mezcla debe ser apilada mediante una cinta transportadora y no mediante la colocación hidráulica más simple que suele utilizarse en un TSF convencional.

LA PRESENTE INVENCION

La presente invención es un método de utilización de la arena con enriquecimiento de gruesos en un sistema de almacenamiento de relaves para recuperar la mayor parte del agua arrastrada en los relaves, mejorando al mismo tiempo la estabilidad de los relaves y permitiendo también continuar con la práctica actual de la colocación hidráulica de bajo costo.

La presente invención se relaciona con un método para la eliminación de relaves mineros, que incluye los siguientes pasos:

obtener una arena, por ejemplo de un proceso de lixiviación o un proceso de enriquecimiento tal como la flotación de partículas gruesas (CPF) en forma de un residuo de arena, por lo general en el intervalo de tamaños de 100-1000 micrones y que es de libre drenaje; y

depositar dicho residuo de arena en una ubicación de canal indicada, o diseminado en capas, en una masa de relaves;

para formar así un drenaje de mecha, por lo general un drenaje de mecha lateral, en la masa de relaves.

Preferentemente, el agua del drenaje de mecha es recuperada.

La alta recuperación de los elementos valiosos de una mena se puede conseguir a través del enriquecimiento de gruesos, a un tamaño de partícula más gruesa que el de uso habitual en la flotación convencional. Cuando se aplica la CPF a minerales de cobre, metales del grupo platino y hierro, se genera un residuo de arena en una relación de (arena/(arena más relaves)) de entre 0,25-0,5, dependiendo de la mineralogía de la mena particular. Esta proporción de residuo de arena de libre drenaje debe ser botada de manera responsable.

El residuo de arena proveniente del enriquecimiento de gruesos se encuentra por lo general en el rango de tamaño de 100-600 micrones y los finos han sido eliminados a través del proceso de enriquecimiento de gruesos. En este sentido, se trata de un residuo permeable y de libre drenaje.

La significativa proporción de esta arena de CPF permeable provee suficiente material para el uso a gran escala en canales o drenajes de mecha o capas continuas. En casos extremos, el volumen de arena en estos canales y murallas de contención puede ser casi tan grande como el volumen de relaves que esté drenando.

Y la arena colocada en canales continuos es de un tamaño ideal como material de drenaje por mecha para los relaves.

- La arena tiene una elevada conductividad hidráulica y puede transferir agua a través de largas distancias, incluso con una carga hidráulica moderada.
- La arena es de un tamaño suficientemente pequeño como para ser depositada hidráulicamente y, sin embargo, se asienta bastante rápido como para depositarse en una ubicación de canal indicada, o simplemente diseminarse en capas sobre la superficie de los relaves.
- La densidad aparente de la arena es similar a la de los relaves; por ende, se restringe el mezclado de las capas de arena y de relaves durante la deposición y el drenaje.
- Los tamaños relativos de la arena y los relaves significan que los relaves finos recién depositados no pueden ocupar fácilmente los intersticios de la arena; por ende, se restringe el mezclado.
- Las interfaces entre la arena y los relaves forman una zona de “filtrado” eficaz. Este filtro permite que el agua drene selectivamente de los relaves a la arena, como lo haría a través de una capa de arena en un dispositivo de filtro mecánico (por ejemplo, patente Bentley).

Por deposición dirigida, se pueden colocar canales continuos de arena a través de los relaves, de modo tal que la trayectoria media del agua, desde cualquier parte de los relaves hasta el drenaje de mecha más cercano, pueda reducirse hasta apenas unos metros.

Esta corta distancia desde los relaves hasta el drenaje de mecha más cercano permite una eliminación eficiente del agua de los relaves en un periodo de días y meses. Cuanta menos distancia haya desde los relaves hasta el canal de arena desaguada, más rápida será la eliminación del agua.

Considerando la experiencia aportada por los drenajes de mecha convencionales próximos entre sí (referencia 5), un periodo de aproximadamente 6 meses resulta en una consolidación de alrededor del 90 % de los relaves. Esta consolidación y la reducción asociada de contenido de agua implican que los relaves están fuera del contenido de agua, cuando este exhibe potencial para licuación, y exhiben significativa integridad estructural.

Asimismo, la recuperación del agua de los canales de drenaje por mecha puede reducir el consumo de agua en la actividad minera de los niveles actuales de alrededor de 0,5 – 0,55 m³/tonelada de relaves, a alrededor de 0,1 a 0,15 m³/tonelada. Como las pérdidas de agua en los relaves representan la mayor parte del total de agua consumida por una mina, esta capacidad

para recuperar el agua de los relaves representa un cambio cualitativo en el consumo de agua total de la mina.

Los drenajes de arena por capas se establecen en una grilla interconectada que permitirá que el agua circule por gravedad desde los relaves almacenados hacia un número administrable de puntos de desagüe convenientemente ubicados, para drenar la totalidad de los relaves.

En síntesis, la presente invención consiste en varias etapas

- Generar un residuo de arena de tamaño adecuado a partir del mineral que se está procesando mediante el uso del enriquecimiento de gruesos,
- Depositar las fracciones de arena y relaves por separado, pero en zonas interconectadas, en forma tal que se formen una serie de canales de arena continuos dentro del volumen total de relaves,
- Depositar los canales de arena para permitir el drenaje del agua por gravedad hacia puntos de captación,
- Desaguar estos puntos de captación para continuar el drenaje desde los relaves hacia los canales de arena.
- Progresivamente construir la matriz de canales de arena / relaves y utilizar el peso de la arena y los relaves superpuestos para acelerar el desagüe de los niveles inferiores de los relaves almacenados.

En una alternativa, se puede utilizar la invención dentro de una estructura similar a un dique de contención como la utilizada históricamente para el almacenamiento de relaves. Esta alternativa permite una elevada recuperación de agua, con apenas una proporción muy modesta del almacenamiento total de relaves sujeta a licuación en cualquier momento, con lo que se elimina el potencial de fallo catastrófico del muro. Ante el cierre final de la mina, los relaves existentes dentro del dique de contención se habrán desaguado y el depósito será comparable a un suelo normal detrás de un talud de retención estable.

Como alternativa, la invención puede utilizarse para rellenar zonas agotadas por la minería, o donde se debe delinear un paisaje. Además de colocar canales de desagüe de arena a través de la base, el exceso de arena puede emplearse para la construcción de murallas que formen celdas (*paddocks*, en inglés). Luego, la celda es rellenada parcialmente con relaves y cuando alcanza la altura conveniente, es secada por medio del proceso de drenaje por mecha. Entonces se repite todo el proceso para formar la altura deseada de relleno de arena y relaves.

Cuando ha perdido el agua, la estructura estable puede ser revegetada para rehabilitar la superficie de tierra agotada por la minería, o para otra aplicación. Esta técnica resulta particularmente aplicable cuando un área de la mina está disponible para la deposición, sin inutilizar el recurso minero subyacente. El diseño de esta estrategia de celdas permite configurar el espacio de depósito de residuos de manera adaptada a las áreas que se desea rehabilitar.

El agua puede recolectarse de la superficie y de las áreas de captación en los canales de arena. Es bombeada hacia un depósito de agua adecuado.

La arena puede depositarse en los canales encima de los relaves, por deposición directa empleando equipos mecánicos adecuados o por colocación hidráulica.

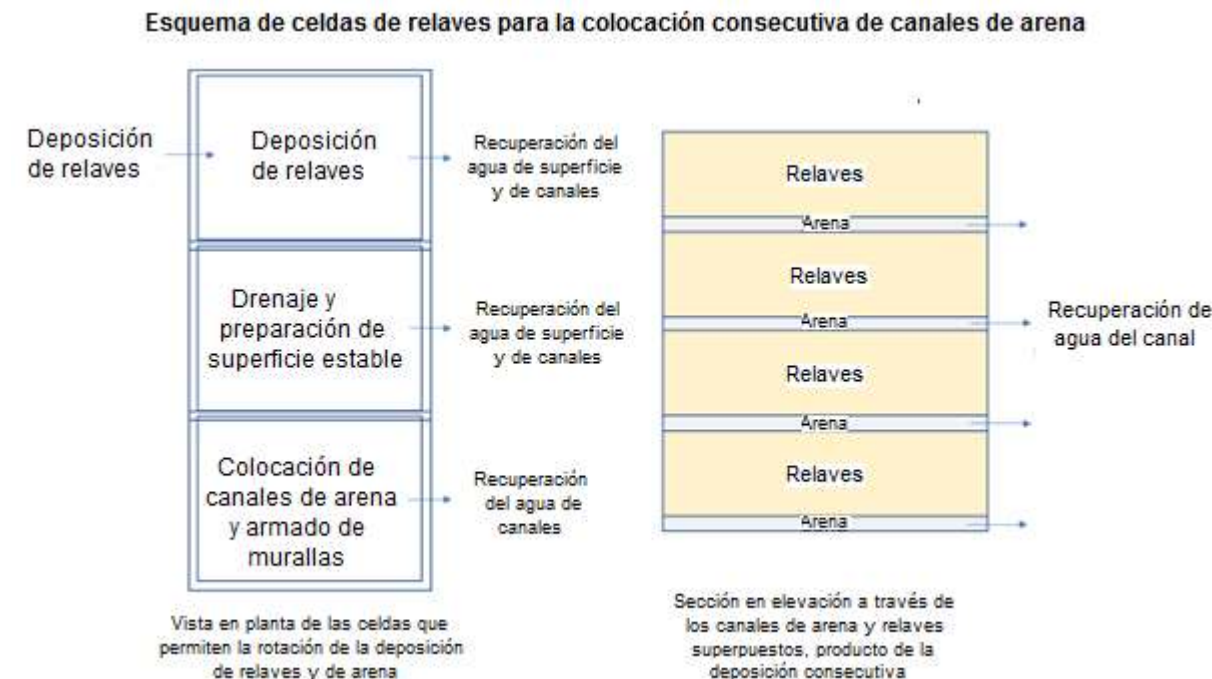
En el caso de la deposición hidráulica, el agua portadora depositará su arena y luego se escurrirá libremente “a través del varamiento de relaves” hasta el punto más bajo en el área de deposición, para su posterior recuperación. La baja conductividad hidráulica de los relaves subyacentes minimiza todo impacto que la colocación hidráulica pueda tener sobre el contenido de agua total de los relaves.

La colocación de los canales de arena en una capa de relaves se puede llevar a cabo por varios medios alternativos, en función del diseño y las características del depósito de relaves

En una alternativa de colocación, que se usa cuando la superficie de los relaves subacuáticos está “anegada”, un vehículo anfibia deposita la arena, que cae a través del agua hasta la superficie de los relaves para crear canales de arena. Una vez formado un canal continuo hasta el punto de recolección, se puede recubrir la arena con otra capa de relaves. Cuando los relaves forman un sello respecto del agua en la superficie del dique, y este canal de arena sumergido se puede desaguar, junto con la capa de relaves superpuesta. Esto aumenta la densidad de los relaves subyacentes y permite un uso mejorado del volumen de deposición.

En una segunda alternativa, cuando la superficie de la estructura tiene un mínimo de agua superpuesta, el área de deposición puede ser dividida en celdas separadas por murallas. Esto permite la deposición de relaves en la primera celda, mientras que una segunda se está drenando del agua superficial. Este drenaje de la segunda celda puede acelerarse mediante equipos tales como el Amphirolo (referencia 7, 8). Una tercera celda ya drenada está siendo cubierta por canales de arena, sea por colocación hidráulica o por diseminación mecánica a través de la superficie seca, en preparación para la deposición de la siguiente capa de relaves. Esto se ilustra de manera esquemática en la Figura 1.

Figura 1



En una tercera estrategia alternativa de colocación, la colocación progresiva de espigas para la deposición de arena en puntos estratégicos a través del TSF puede depositar una serie de “ríos de arena” en la superficie de los relaves en el ángulo de varamiento natural de la arena. Cuando el río de arena tiene la profundidad deseada, se puede correr la espiga de deposición de arena para generar la siguiente parte de la red interconectada de canales de arena. Con esto, el varamiento de arena otorga la estabilidad necesaria del suelo para el equipamiento que mueve las espigas. La deposición continua de relaves puede seguir en otras áreas del TSF, donde el movimiento de las espigas indicará que una vez que los canales de arena han sido ubicados, los relaves serán depositados próximos al canal de arena y sobre el mismo.

La posibilidad de colocar tanto arena como relaves en forma hidráulica, con una altura mínima de suspensión de relaves licuables en cualquier momento, aporta el potencial de moldear formas específicas en el paisaje mediante la intercalación de relaves y arena. Cuando la deposición está terminada y se ha recuperado la mayor parte del agua, se puede continuar el moldeado empleando equipamiento típico para movimiento de tierras. Esto permite la transformación de los relaves en un paisaje de mayor utilidad para el uso humano o una configuración más agradable desde el punto de vista estético. Como ejemplos se pueden considerar la creación de tierra de labranza o de colinas contorneadas o el recubrimiento de tierra previamente afectada, para promover la rehabilitación.

Dentro de las capas apiladas de relaves y arena, se filtra con eficacia el agua intersticial de los relaves en la interfaz de los relaves y el lecho de arena. Una vez transferida hacia los canales de arena de conducción hidráulica, el agua fluye de manera continua por gravedad a través de la matriz de canales de arena hasta el punto de recolección del agua eliminada. Al depositarse una profundidad suficiente de arena en cada canal, por lo general más de 10 cm, se evita la potencial “colmatación” de los canales de arena. Esta profundidad de canal se puede obtener dentro de las limitaciones de la cantidad de arena generada por el enriquecimiento de gruesos.

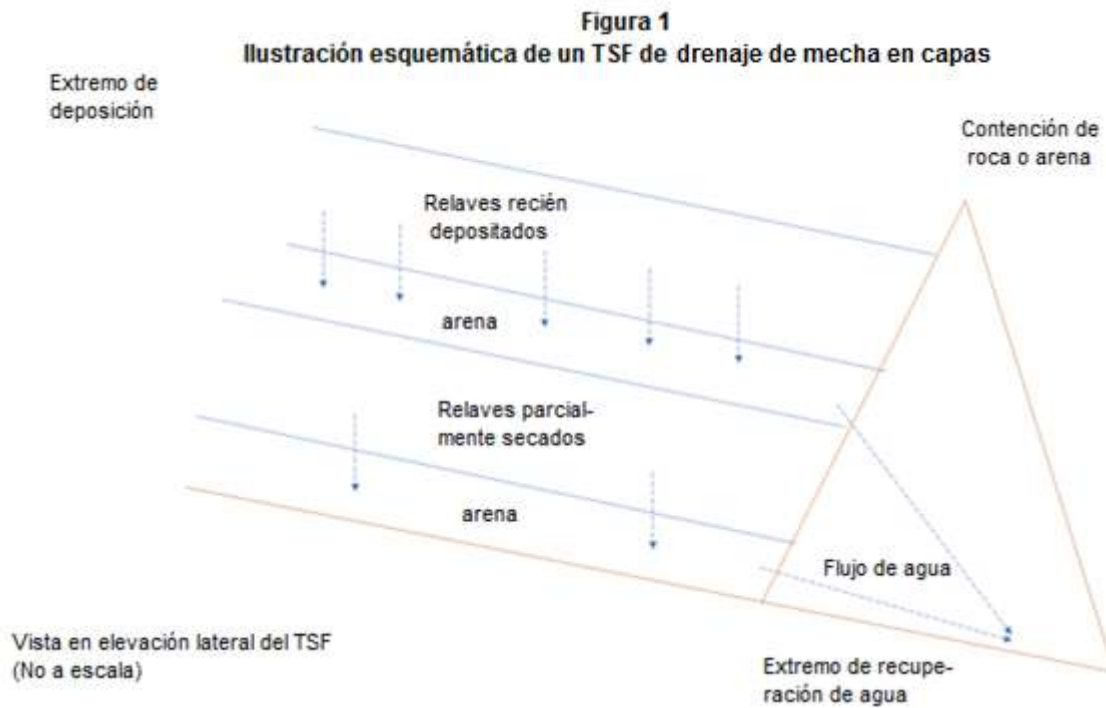
Existen muchas posibles variaciones en cuanto a la profundidad de las capas de relaves y el embalse y las dimensiones totales de los canales de arena dentro de la matriz de relaves. El diseño a seleccionar dependerá de las conductividades hidráulicas de los relaves específicos, para garantizar el drenaje de agua a una tasa adecuada.

La profundidad de cada capa de relaves será por lo general de menos de 5 metros y, más probablemente, de entre 2 y 3 m de profundidad, antes de la colocación del siguiente canal de arena. Esto reduce la distancia de circulación desde cualquier punto en los relaves hasta el canal de drenaje más próximo.

El diseño del área de desecho de residuos también dependerá de la topografía del área de deposición y el modo de construcción de la muralla/muro de contención.

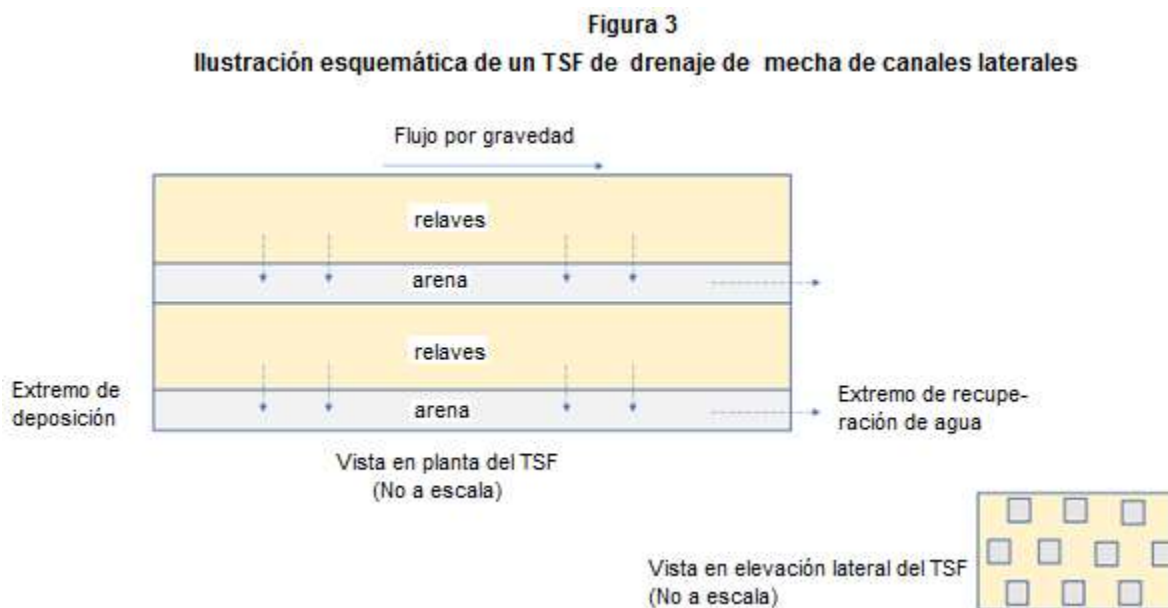
En una alternativa, la deposición de estos canales de lecho de arena en los relaves puede ser un diseño de múltiples capas tipo sándwich en donde la capa de arena es prácticamente continua en todo el TSF (Figura 2). Nótese que, según la estructura y permeabilidad de la contención, los extremos de deposición y de requerimiento de agua pueden invertirse en este esquema.

Figura 2



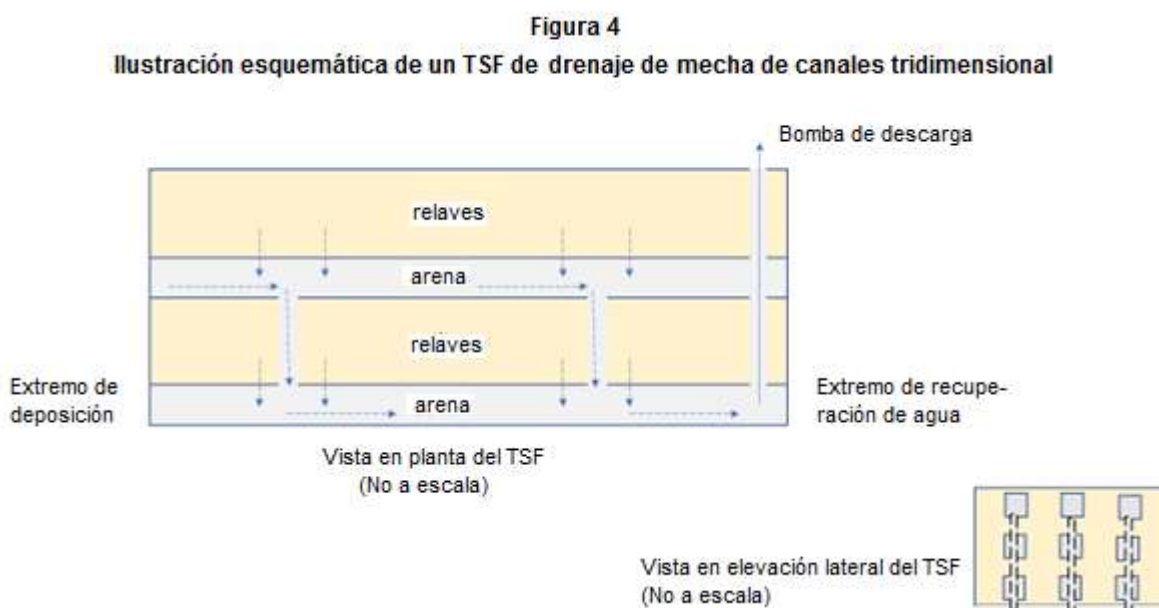
En una segunda alternativa, se puede crear una serie de canales de arena laterales por la mitad del TSF. Esto se ilustra de manera esquemática en la Figura 3.

Figura 3



Un tercer diseño alternativo incorpora el uso adicional de drenajes de canalización vertical, para interconectar los canales de arena en tres dimensiones y promover una transferencia más rápida del agua a través de la arena. Esta estructura 3D es especialmente ventajosa para áreas muy extensas de deposición de relaves, donde el tiempo necesario para el flujo lateral del agua a través de los canales de arena hasta un punto de desagüe puede ser excesivo. Los drenajes verticales facilitan el drenaje hasta una capa gruesa de arena en la base de la pila, que luego puede ser desagotada.

Figura 4



En aquellas aplicaciones en las que es importante la recuperación del agua, se necesita una conexión porosa entre la sección superior de cada capa de arena y el aire, para permitir el ingreso del aire a fin de promover el drenaje completo de las capas de arena.

En el caso de cualquiera de los posibles diseños geométricos, el área de filtrado efectiva para el desagüe de los relaves es muy grande, en comparación con cualquier proceso de filtración mecánica concebible utilizado antes de la colocación de los relaves. Esto significa que la tasa de desagüe por unidad de área de los relaves no necesita ser particularmente elevada. El drenaje de mecha consigue una eficacia comparable de eliminación de agua por una pequeña fracción del capital y el costo de operación de los métodos de filtración de alta intensidad, tales como los filtros de presión.

Como se indicó, la profundidad óptima de cada capa de relaves dependerá de la conductividad hidráulica de los relaves y la tasa de desagüe deseada. Si se trata de los típicos relaves de un yacimiento de cobre, la profundidad será de entre 2 y 4 metros. Sin embargo, en el caso de relaves más finos, la profundidad de los relaves se reducirá y, en el caso de relaves más gruesos, la profundidad óptima puede aumentar.

La formación de una matriz de canales de arena a través de los relaves implica que el exceso de agua en los relaves se puede eliminar de la capa de relaves superior e inferior, acelerando de este modo el desagote y permitiendo que se depositen capas más gruesas de relaves. En efecto, los relaves pueden utilizarse en parte como un almacenamiento intermedio de agua.

La presente invención tiene ventajas con respecto a otros métodos de almacenamiento de relaves seco.

En climas muy secos, el histórico apilamiento en seco de los relaves se lleva a cabo colocando capas de relaves delgadas (por lo general de menos de 30 cm) y dejando que se sequen en el curso de un período de semanas mediante procesos evaporativos, antes de agregar la siguiente capa de relaves delgada. El agua no se recupera.

Una alternativa más reciente de promoción del secado de la superficie de los relaves depositados hidráulicamente ha consistido en la rotación mecánica de la capa de relaves superior (por ejemplo, Amphiroles Referencia 6, 7). Esto promueve tanto el secado evaporativo como la extrusión del agua desde el metro superior de un relave saturado. Esta técnica consigue recuperar algo de agua, pero esta recuperación es inferior a la que se puede conseguir mediante la presente invención. Sin embargo, esta técnica de extrusión se puede utilizar con eficacia en conjunto con la presente invención.

La tercera estrategia de apilamiento en seco y recuperación del agua consiste en filtrar los relaves hasta que tengan un contenido de agua aceptable (por lo general alrededor de 15 % en peso), luego transportar mecánicamente los sólidos hasta una zona de eliminación. Con esta técnica se recupera la mayor parte del agua, aunque es costosa y los relaves filtrados aún son susceptibles de “extrusión” si no están contenidos. En consecuencia, los relaves filtrados requieren grandes extensiones de tierra plana o una estructura de dique permanente para contener los depósitos.

En la presente invención, el uso de los procesos de extrusión de superficies durante la deposición (por ejemplo, Amphiroles) se puede utilizar para incrementar la profundidad de la capa de relaves, sin perjuicio de permitir la preparación de la superficie de relaves para la deposición de arena. Una ventaja adicional del Amphirol para la presente invención está en los surcos que deja

el proceso del Amphiro, que brindan una buena estructura de contención para la deposición de los canales de arena. Con el uso de la extrusión de superficies, se recupera el agua tanto de la fase de drenaje como del drenaje de mecha continuo de los canales de arena inferiores.

La presente invención ofrece ventajas con respecto a cualquiera de los métodos alternativos de apilamiento en seco, incluidas la capacidad de colocar los relaves hidráulicamente, el aumento de la profundidad de cada capa de relaves, la recuperación de la mayor parte del agua y la capacidad de construir una estructura de residuos más alta. Por esto, la técnica es menos intensiva desde el punto de vista operacional y, en consecuencia, de menor costo de eliminación de arena y relaves, y adecuada para una variedad más amplia de climas y lugares geográficos que cualquiera de las otras técnicas de apilamiento en seco.

Con modificaciones de diseño relativamente modestas, las capas de arena también pueden ser usadas como un acumulador de agua, apenas sacrificando la tasa de drenaje de una parte del dique. En lugar de desagotar los puntos de captación de arena, el agua recolectada puede ser almacenada y retirada un tiempo después, cuando no estén disponibles otras fuentes de agua. Existe el potencial de volver a introducir agua en las capas de arena inferiores desaguadas previamente en la estructura de almacenamiento, como estrategia de almacenamiento temporario de agua.

En cuanto a los TSF históricos ubicados en la proximidad del lugar donde está disponible la arena del enriquecimiento de gruesos, el exceso de arena procedente del enriquecimiento de gruesos puede ser colocado selectivamente en canales de desagüe a través del TSF histórico, mediante excavación del TSF y relleno del agujero con arena permeable. Se puede crear una cortina bidimensional de canales de arena de drenaje en la proximidad del muro del dique, para desaguar la zona más sensible en beneficio de la seguridad del dique de relaves. Además de esto, el drenaje de mecha por estos canales de arena ayudará a reducir gradualmente la presión en los poros de aquellas áreas del muro del dique que puedan no haber quedado debidamente compactadas.

Si se desean un desagüe y una compactación más rápidos y extensivos en un TSF histórico, la cortina de arena de los drenajes de mecha se puede replicar en la tercera dimensión, alejándose del muro del dique.

Ventajas de la presente invención

La presente invención ofrece múltiples ventajas que contribuyen a la sustentabilidad a largo plazo y la rentabilidad de aquellas operaciones mineras donde la eliminación de los relaves constituye una restricción significativa.

La ventaja principal es una reducción del consumo total de agua. Los relaves constituyen la forma principal de consumo de agua en la mayor parte de las operaciones mineras. Mediante la provisión de drenajes de mecha de arena y el tiempo extendido en que los relaves pueden drenar sin grandes pérdidas evaporativas, se calcula que el consumo de agua en los relaves se reduce al menos a la mitad y, más probablemente, hasta alrededor de 20 % de la pérdida de agua convencional de los relaves. Particularmente en zonas con deficiencia de agua, esto aporta el potencial de diseñar y operar una mina con un consumo de agua mucho menor por unidad de metal producido.

Una segunda ventaja es la capacidad de incrementar la altura de la deposición de relaves, sin tener que preocuparse demasiado por una licuación descomunal de la masa de relaves contenidos, si llegara a darse un evento de falla del dique. La compactación y, por ende, la densidad de los relaves desaguados también van a incrementarse. Esto implica que se afectará un área de tierra menor y, en el caso de algunas minas, permitirá la colocación de almacenamientos de relaves en un sitio mucho más próximo a la planta de procesamiento.

Una tercera ventaja es una instalación de relaves mineros permanentemente estable, con un contenido de humedad subyacente y características de drenaje que permiten el restablecimiento de la vegetación efectivo. Los relaves se habrán desaguado lo suficiente para comportarse de manera similar a otras partes del suelo alrededor de la mina. El contenido de sulfuros se habrá extraído del residuo de arena mediante el enriquecimiento de gruesos. Al final de la vida útil de la mina, se puede eliminar todo potencial adicional de drenaje de ácido de la mina desde los relaves, sellando el acceso del aire a los canales de arena en los relaves.

Una cuarta ventaja es la oportunidad de rellenar las áreas agotadas por la mina. En el caso de la minería en franjas, esto habilita un proceso sucesivo de minería y colocación de las capas de arena y relaves en las áreas mineras agotadas histórica o recientemente. En el caso de la minería en pozo profundo, existe el potencial de recuperar y reemplazar la arena y los relaves que han sido almacenados por separado en el pozo agotado al final de la vida útil de la mina.

Una quinta ventaja es la capacidad de depositar arena y relaves hidráulicamente, sin filtración y transporte previos, y de todos modos obtener un depósito de relaves “seco”. El capital y los costos

operativos de tal deposición hidráulica son significativamente menores que la filtración y el apilamiento por medio de cintas transportadoras o equipo móvil para la manipulación de sólidos.

Una sexta ventaja es la de producir una geoforma de valor, desechando a la vez residuos mineros de manera segura y ambientalmente responsable.

Una séptima ventaja es la eliminación del elevado costo del muro de contención de los relaves que debe estar diseñado para resistir una suspensión licuable.

Una octava ventaja es el uso de parte de los canales de arena para almacenar agua para su uso posterior y así moderar la variación climática estacionaria u otra variabilidad en el acceso al agua.

Referencias

1. General description of wick drains (<https://trrjournalonline.trb.org/doi/pdf/10.3141/1757-07>)
2. Description of wick drains to dewater historical tailings dams (Proceedings Tailings and Mine Waste 2015 Vancouver, BC, October 26 to 28, 2015)
3. WO2017/195008
4. Coarse material as filter material US3767050A - Filtration system for liquids
5. Consolidation rate with wick drains
(https://www.mtech.edu/mwtp/2017_presentations/wednesday/ken-brower.pdf)
6. Rehabilitation of red mud through use of Amphirol
[https://icsoba.org/sites/default/files/2017papers/Bauxite %20Residue %20Papers](https://icsoba.org/sites/default/files/2017papers/Bauxite%20Residue%20Papers)
7. Alcoa https://www.alcoa.com/australia/en/pdf/kwinana_refinery_ltrms_report_2012.pdf

Reivindicaciones

1. Un método para la eliminación de relaves de minería que incluye las siguientes etapas:
obtener una arena, por ejemplo un residuo de arena de un proceso de lixiviación o un proceso de enriquecimiento tal como la flotación de partículas gruesas (CPF), por lo general en el intervalo de tamaños de 100-1000 micrones y que es de libre drenaje; y
depositar dicho residuo de arena en una ubicación de canal indicada, o diseminado en capas, en un volumen de relaves;
con lo cual se forma un drenaje por capas, por lo general, un drenaje por capas lateral, dentro del volumen de relaves.
2. El método reivindicado en la reivindicación 1, donde los relaves son relaves de flotación y el residuo de arena es generado por flotación de gruesos.
3. La reivindicación (*sic*) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que se incrementa el tamaño de partícula del mineral del enriquecimiento o lixiviación final, para permitir la separación de la arena con respecto al residuo para formar las fracciones de arena y relaves.
4. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el residuo de arena contiene menos de 25 % sub 0,1 mm de material, preferentemente menos de 15 %, más preferentemente menos de 10 % sub 0,1 mm de material.
5. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el residuo de arena es colocado en canales de arena continuos encima de una capa de relaves, y otros relaves son depositados encima de la capa de arena, en un proceso de formación de capas repetitivo hasta la altura deseada del depósito.
6. El método reivindicado en la reivindicación 5, donde los canales de arena son colocados de manera tal que la distancia máxima entre cualquier punto de los relaves y un canal de arena es de menos de 5 metros, y preferentemente menos de 3 metros e incluso más preferentemente menos de 2 metros.

7. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los canales de arena tienen orientación lateral y están conectados por medio de drenajes de mecha verticales, para generar una matriz tridimensional de canales permeables dentro de los relaves.
8. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el residuo de arena es colocado hidráulicamente en forma de suspensión o es transportado mecánicamente como arena seca y colocado en los canales de arena.
9. El método reivindicado en la reivindicación 8, donde los canales de arena son utilizados como base para permitir que los equipos tengan acceso a la capa de relaves anterior, desaguada en parte, para completar la deposición de la arena.
10. El método reivindicado en la reivindicación 8 o 9, donde una capa de relaves anterior ha sido desaguada parcialmente por una máquina de extrusión tal como el Amphirol, antes de la colocación de los canales de arena.
11. El método reivindicado en la reivindicación 8, donde el residuo de arena es colocado desde un recipiente flotador encima de una instalación subacuática de depósito de relaves.
12. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, donde los canales de arena tienen entre 0,05 y 1 m de profundidad y preferentemente entre 0,1 y 0,3 m de profundidad.
13. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el desagüe del componente de los relaves es asistido por aditivos químicos para que los relaves depositados se hagan más permeables.
14. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 5 a 13, donde las capas de relaves y los canales de arena son colocados dentro de una muralla o dique de contención.

15. El método reivindicado en la reivindicación 14, donde los relaves parcialmente secados permiten construir la muralla o dique de contención con una integridad estructural menor, con respecto a la requerida para relaves normales.
16. El método reivindicado en la reivindicación 14, donde los muros de la muralla o dique están contruidos con el exceso de residuo de arena proveniente del enriquecimiento de gruesos.
17. El método reivindicado en la reivindicación 14, donde el área dentro de la totalidad de la muralla o dique de contención, está dividida a su vez en celdas que permiten la colocación continua de la arena y los relaves procedentes de los procesos de enriquecimiento de los minerales.
18. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el agua contenida en la estructura de relaves y arena se reduce a menos de $0,35 \text{ m}^3$ de agua por tonelada de material sólido, y preferentemente a menos de $0,25 \text{ m}^3/\text{tonelada}$ e incluso más preferentemente menos de $0,15 \text{ m}^3/\text{tonelada}$.
19. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la eliminación del agua de los relaves es utilizada para asegurar que las capas de relaves inferiores de la estructura estén por debajo del contenido de agua con el que puede tener lugar la licuación potencial si se aplica un esfuerzo externo.
20. El método reivindicado en la reivindicación 19, donde solamente las tres capas de relaves superiores, y preferentemente las dos capas de relaves superiores, e incluso más preferentemente la capa de relaves superior, tienen un contenido de agua con el que puede tener lugar la licuación potencial si se aplica un esfuerzo externo.
21. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la forma final de la colocación tiene un diseño que provee una estructura de funcionalidad mejorada o agradable desde el punto de vista estético.
22. El método reivindicado en la reivindicación 21, donde la colocación se usa para recubrir y rehabilitar las zonas afectadas por la mina.

23. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde se usan relaves y arena intercalados como estructura para el almacenamiento temporario de agua.
24. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el exceso de arena procedente del enriquecimiento de gruesos se usa en canales colocados en relaves históricos, para que la estructura de relaves histórica sea más segura.

[N. del T.: Del presente formulario sólo se traducen las partes pertinentes].

Información acerca del solicitante:

El proporcionar información acerca de la cesión en esta sección no sustituye el cumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos en la parte 3 del Título 37 del CFR que exige el registro de una cesión por parte de la Oficina.

Solicitante 1.

No deberá completarse esta sección si el solicitante es el inventor (o el/los inventor/es conjunto/s restante/s en virtud del art. 1.45 del Título 37 del CFR). La información que se ha de suministrar en esta sección es el nombre y el domicilio del representante legal que es el solicitante en virtud del art. 1.43 del Título 37 del CFR; o el nombre y el domicilio del cesionario, la persona a quien el inventor está obligado a efectuar una cesión de la invención, o la persona que demuestra derecho de propiedad suficiente en la materia que es la solicitante en virtud del art. 1.46 del Título 37 del CFR. Si el solicitante es un solicitante en virtud del art. 1.46 del Título 37 del CFR (cesionario, persona a quien el inventor está obligado a efectuar una cesión, o persona que demuestra derecho de propiedad suficiente) juntamente con uno o varios inventores conjuntos, entonces el/los inventor/es conjunto/s quienes también son el solicitante deberán identificarse en esta sección.

☒ Cesionario.

☐ [Sin marcar]. Representante legal en virtud del Art. 117, Título 35 del USC.

☐ [Sin marcar]. Inventor conjunto.

☐ [Sin marcar]. Persona a la cual el inventor está obligado a efectuar una cesión.

☐ [Sin marcar]. Persona que demuestra el derecho de propiedad suficiente.

Si el solicitante es el representante legal, indicar con qué facultad efectúa la presentación de la solicitud de patente, el inventor es: [En blanco.]

Nombre del inventor fallecido o legalmente incapacitado: [En blanco.]

Si el solicitante es una Organización, marcar este casillero: ☒

Nombre de la Organización: ANGLO AMERICAN SERVICES (UK) LTD

Información acerca del domicilio postal del solicitante:

Domicilio 1: 20 Carlton House Terrace

Domicilio 2: *[En blanco.]*

Ciudad: Londres

Estado/Provincia: *[En blanco.]*

País: Reino Unido

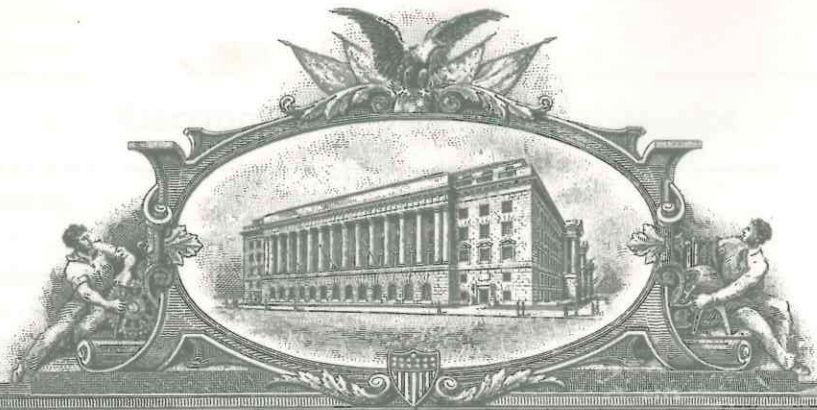
Código postal: SW1Y 5AN

Número de teléfono: *[En blanco.]*

Número de fax: *[En blanco.]*

Dirección de correo electrónico: *[En blanco.]*

Dentro de este formulario se pueden generar datos adicionales sobre el solicitante, seleccionando el botón Agregar.



THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

March 19, 2020

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.

APPLICATION NUMBER: 62/848,911

FILING DATE: May 16, 2019

THE COUNTRY CODE AND NUMBER OF YOUR PRIORITY APPLICATION, TO BE USED FOR FILING ABROAD UNDER THE PARIS CONVENTION, IS US62/848,911

**By Authority of the
Under Secretary of Commerce for Intellectual Property
and Director of the United States Patent and Trademark Office**




R GLOVER
Certifying Officer

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	36028686
Application Number:	62848911
International Application Number:	
Confirmation Number:	4303
Title of Invention:	TAILINGS DEPOSITION
First Named Inventor/Applicant Name:	Anthony Owen FILMER
Customer Number:	22204
Filer:	Jeffrey Costellia/Donald Sias
Filer Authorized By:	Jeffrey Costellia
Attorney Docket Number:	742439-000117
Receipt Date:	16-MAY-2019
Filing Date:	
Time Stamp:	16:18:14
Application Type:	Provisional

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	DA
Payment was successfully received in RAM	\$280
RAM confirmation Number	051719INTEFSW00015830192380
Deposit Account	
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

File Listing:

File Listing.					
Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Application Data Sheet	742439_000117_Application_Data_Sheet.pdf	1256183	no	9
			52eaf1ddc016c52b77a4dbbe24cc04e8857e1aba		
Warnings:					
Information:					
2		742439_000117_Specification.pdf	799674	yes	14
			ccdddec39f98ab21cf32daac8d86cd168c19790f5		
	Multipart Description/PDF files in .zip description				
	Document Description		Start		End
	Claims		12		14
	Specification		1		11
Warnings:					
Information:					
3	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	29754	no	2
			18cb04d937cd636bb43a91fccb0cccb204a95b2b		
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			2085611		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

Tailings Deposition

Background

Most of the water consumed in a mining operation, is contained in the very finely ground fine flotation or leach tailings. These mine tailings are thickened for partial recovery of the water, and because they remain subject to liquefaction, are hydraulically deposited in purpose-built dams termed tailings storage facilities (TSF).

Tailings are typically less than 150 microns, and cannot be readily filtered. Even where filtration is practiced, the stacking and storage of the filtered product is also problematic. Filtration and mechanical stacking are both a high cost operations, and generate a product which remains difficult to stack to any significant height.

Two long-held objectives of the mining industry are to recover the water consumed in the tailings, and to find a low-cost method for stacking of a tailings in a dry and stable form.

Within different industries such as the agricultural, construction and land stabilisation industries, the concept for wicking of soils having a low hydraulic conductivity, has been widely applied for many years.

<https://trjournalonline.trb.org/doi/pdf/10.3141/1757-07>

A wicking drain (either vertical and lateral) is created by inserting a continuous layer of higher hydraulic conductivity material into the poorly drained soil, to allow water to transfer from the areas of low hydraulic conductivity soil to the more porous drain, from which it can flow by gravity to a point where it is removed from the area. Most wicking drains use a water permeable geotextile wrapped around a central porous core, to enable selective flow of water from the saturated soil into the porous wick.

Sand is sometimes used as the wicking material (often termed French drains), because it has a high hydraulic conductivity (2-3 orders of magnitude greater than the poorly drained soil). A sand channel enables slow but steady drainage from the low conductivity soil (e.g. clay) into the sand drain, from where it can flow to a dewatering point. The wicking effect of the unsaturated sand appears to 'draw water out' from the surrounding saturated soil.

For dewatering mine tailings, similar wicking principles can apply.

The size distribution of the mine tailings is such that they have a low hydraulic conductivity (typically 10^{-4} to 10^{-6} cm/sec) and hence, when present in any large volume, remain 'permanently' above the water content at which liquefaction of the tailings can occur if an external stress is applied. The water content is typically around 0.5m³ water per tonne tailings.

Indeed, in many jurisdictions, authorities insist on an impermeable liner to the base and sides of the tailings storage facility (TSF) to prevent water leakage from the TSF to the surrounding environment.

This lining has an extremely low hydraulic conductivity and ensures that the water content of lined TSFs will remain subject to liquefaction almost in perpetuity.

Very occasional failures of containment walls of the TSFs used for containing mining residues, are potentially catastrophic, due to the volume of tailings retained behind the restraining dam wall. Such failures have caused loss of life and large-scale environmental damage.

The concept of utilising vertical wick drains to dewater tailings has been successfully trialled for the consolidation of historical tailings to enable relocation of the partially dried material.

Proceedings Tailings and Mine Waste 2015 Vancouver, BC, October 26 to 28, 2015,

However, the cost of installing a very large number of vertical wick drains, otherwise known as band drains, at a spacing of 1-3 metres across a partially dewatered large tailings storage facility is prohibitive. The materials cost of each conventional geotextile wick drain is significant, as is the cost of placement of each drain.

If sand from a remote source were used as an alternative wicking material, the volume of sand required to form the drains would be large. It would also contribute to the overall quantity of material to be retained. So, wicking of mine tailings has not progressed across the industry, primarily due to excessive costs, even in those TSF locations where the recovered water has significant value.

The closest commercial application to the concept of a wick drain in tailings is a layer of sand which is routinely placed on liners at the base of the TSF, to enable water to transfer laterally to a dewatering pump location (Reference 7). However, even over an extended period, the effective rate of dewatering of the TSF from the sand at the base of the dam is limited. Only the few metres adjacent to the sand dewater, due to the low hydraulic conductivity of the many metres of overlying tailings.

In an unrelated field, coarse beneficiation using techniques such as coarse particle flotation (CPF) has been identified as a method of recovering the valuable component of ores into a more concentrated form, at a coarser grind size. The increase in grind size has been promoted as a means of increasing recovery, reducing grinding energy consumption, and for the separate storage and draining of a free draining, CPF sand residue.

The CPF sand residue can be separately stacked or mixed with conventional tailings to incorporate as much as possible of the tailings into the sand, whilst still maintaining stack stability (WO2017/195008).

Unfortunately, whilst operating at a coarser grind, CPF still relies on some exposure of the valuable minerals and liberation of gangue during grinding. Adequate exposure occurs only once the ore has been ground to be less than the size of a medium sand (around 500 micron). When the upper end of the size distribution is at the size where high recovery can be achieved in CPF, around 50%-80% of the milled ore is at a size consistent with conventional tailings.

Even with blending of CPF sand and tailings, the distribution of particle sizes means that either metal recovery, or complete tailings co-disposal with the CPF sand residue, must be sacrificed. In addition, after mixing of the sand and thickened tailings, the mix must be stacked by conveyor rather than the simpler hydraulic placement used in a conventional TSF.

Current Invention

The current invention is a method to utilise the coarse beneficiation sand in a tailings storage system to recover most of the entrained water in tailings, whilst enhancing the stability of the tailings, and also enabling the current practice of low cost hydraulic placement to be continued.

This invention relates to a method of disposing of mining tailings including the steps of:

obtaining a sand, for example from a leaching process or a beneficiation process such as coarse particle flotation (CPF) in the form of a sand residue, typically in the size range of 100-1000 microns and that is free-draining; and

depositing said sand residue at a targeted channel location, or spread in layers, within a tailings volume;

thereby to form a wicking drain, typically a lateral wicking drain, within the tailings volume.

Preferably, water is recovered from the wicking drain.

High recoveries of the valuable elements in an ore can be achieved through coarse beneficiation, at a coarser particle size than used for conventional flotation. When CPF is applied to copper, pgms and iron ore, it generates a sand residue at a ratio of (sand/(sand plus tailings)) of around 0.25-0.5 depending on the mineralogy of the particular ore. This proportion of free draining sand residue, must be disposed of in a responsible manner.

The sand residue from coarse beneficiation is typically in the size range of 100-600 microns and the fines have been removed by the coarse beneficiation process. As such, it is a permeable and free draining residue.

The significant proportion of this permeable CPF sand, provides sufficient material for large-scale use in continuous wicking channels or drains. In extreme cases, the volume of the sand in these channels and containment bunds can be almost as large as the volume of tailings it is draining.

And, the sand placed in continuous channels is ideally sized as a wicking material for the tailings.

- The sand has a high hydraulic conductivity and can transfer water for long distances, even with a modest head.
- The sand is small enough to be deposited hydraulically and yet settles rapidly enough to be laid down in a targeted channel location, or simply spread in layers over the tailings surface.
- Sand's apparent density is similar to tailings, hence mixing between sand and tailings layers during deposition and draining is limited
- The relative sizes of sand and tailings means that freshly deposited fine tailings can't easily occupy the interstices of the sand, hence mixing is limited.
- The interfaces between sand and tailings form an effective 'filter' zone. This filter allows water to selectively drain from tailings to the sand, just as it would through a sand layer on a mechanical filter device (e.g. Bentley patent)

By targeted deposition, continuous channels of sand can be placed through the tailings such that the mean path length for water, from any part of the tailings to the closest wicking drain, can be reduced to less than a few metres.

This short distance from tailings to the closest wicking drain, enables efficient dewatering of the tailings over a period of days and months. The lower the distance from tailings to dewatered sand channel, the faster the dewatering.

Based on experience of closely spaced conventional wick drains (reference 5) a period of around 6 months should result in around 90% tailings consolidation. This consolidation and the associated reduction in water content implies the tailings are outside the water content where it exhibits potential for liquefaction, and exhibit significant structural integrity

Furthermore, the water recovery from the wicking channels can reduce the water consumption in the mining activity from current levels of around 0.5 – 0.55 m³/tonne tailings to around 0.1 to 0.15 m³/tonne. Since water losses in tailings represent most of the total water consumed by a mine, this ability to recover water from tailings represents a step change in the mine's overall water consumption.

The sand wicking drains are laid in an interconnected grid, to allow gravity flow of water from the stored tailings to a manageable number of conveniently located dewatering points, to drain the overall tailings.

In summary, the current invention consists of multiple steps

- Generate a suitably sized sand residue from the ore being processed using coarse beneficiation,
- Deposit the sand and tailings fractions separately but in interconnected zones, such that a series of continuous sand channels are formed within the overall volume of tailings
- Deposit the sand channels to enable gravity drainage of water to catchment points,
- Dewater these catchment points to continue the drainage from tailings to the sand channels.
- Progressively build the sand channel / tailings matrix to utilise the weight of overlying sand and tailings to accelerate the dewatering of the lower levels of the stored tailings

In one alternative, the invention can be utilised within a contained dam-like structure such as historically used for tailings storage. This alternative enables high recovery of water, with only a very modest proportion of the total tailings storage being subject to liquefaction at any time, thus eliminating the potential for catastrophic wall failure. On ultimate mine closure, the tailings within the containment dam will have been dewatered and the storage facility will be comparable to normal soil behind a stable retaining slope.

Alternatively, the invention can be used to backfill areas which are mined out, or where a landscape is to be formed. In addition to placing sand dewatering channels across the base, the excess sand can be used for building bunds to form paddocks. The paddock is then partially filled with tailings and once it reaches the appropriate height it is dried through the wicking process. Then the whole process is repeated to form the desired height of sand and tailings backfill.

When dewatered, the stable structure can be revegetated to rehabilitate the mined-out area of land, or for other application. This technique is particularly applicable if an area of the mine is available for deposition, without sterilising the underlying ore resource. The design of this paddock approach enables shaping of the residue storage space to fit the areas to be rehabilitated.

The water can be collected from the surface, and from the catchment areas in the sand channels. It is pumped to a suitable water storage facility.

The sand can be deposited into channels on top of the tailings either through direct deposition using suitable mechanical equipment or by hydraulic placement.

In the hydraulic deposition case, the carrier water will deposit its sand and then freely drain 'across the tailings beach' to the lowest point in the deposition area, for subsequent recovery. The low hydraulic conductivity of the underlying tailings minimises any impact of hydraulic placement on the overall tailings water content.

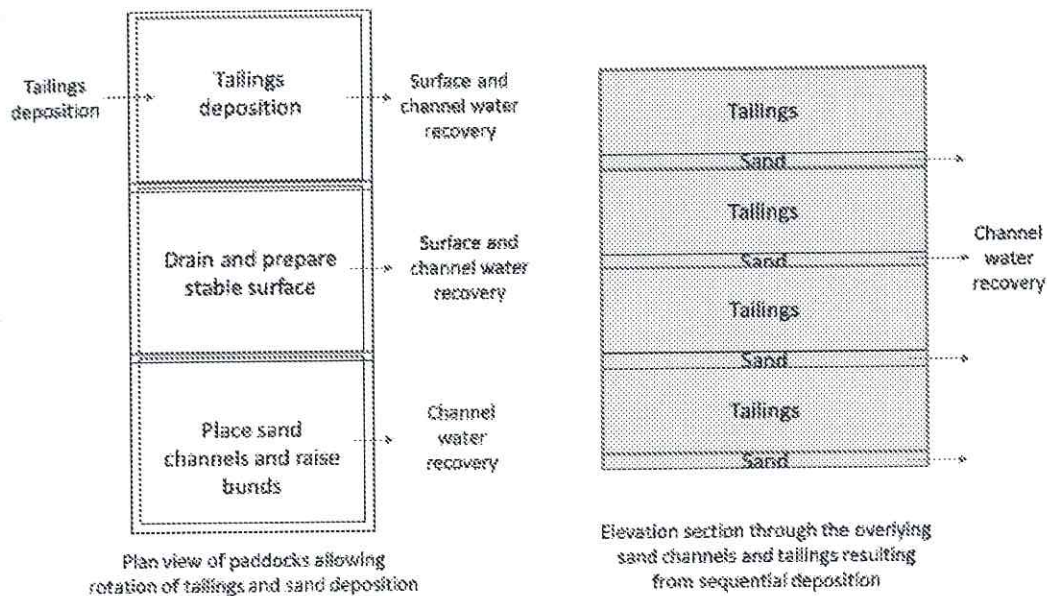
The placement of the sand channels on a layer of tailings can be achieved by several alternative means, based on the design and characteristics of the tailings storage facility

In one placement alternative, used where the surface of the subaqueous tailings is 'flooded', an amphibious vehicle deposits the sand, which falls through the water to the surface of the tailings to create sand channels. Once a continuous channel is formed to the collection point, the sand can be covered with another layer of tailings. Once the tailings form a seal from the water at the surface of the dam, and this submerged sand channel can be dewatered, along with the overlying tailings layer. This increases the density of the underlying tailings enabling enhanced use of the deposition volume.

In a second alternative, where the surface of the structure has minimal overlying water, the deposition area can be divided into paddocks separated by bunds. This enables tailings deposition into the first paddock whilst a second is being drained of surface water. This drainage from the second paddock can be accelerated by equipment such as the Amphirolo (reference 7, 8). A third already drained paddock is being covered by sand channels, either hydraulically placed or mechanically spread across the dry surface, in preparation for deposition of the next layer of tailings. This is shown schematically in figure 1.

Figure 1

Schematic of tailings paddocks for sequential placement of sand channels



In a third alternative placement method, the progressive placement of spigots for sand deposition at strategic points across the TSF, can deposit a series of 'sand 'rivers' on the surface of the tailings at the natural beaching angle of the sand. When the sand river has the desired depth, the sand deposition spigot can be moved to create the next part of the interconnected network of sand channels. In so doing, the sand beach provides the necessary ground stability for the equipment to move spigots. Ongoing tailings deposition can continue in other areas of the TSF, with the movement of spigots meaning that once the sand channels have been laid, tailings are deposited next to and over the sand channel.

The ability to place both sand and tailings hydraulically, with a minimal height of liquefiable tailings slurry at any time, opens the potential for forming specific shapes in the landscape using the interspersed tailings and sand. When deposition is complete and most of the water has been recovered, the shaping can continue with typical earthmoving equipment. This enables transformation of the tailings into a landscape of either greater utility for human use, or a more aesthetically pleasing shape. Examples might be the creation of farming land, or contoured hills, or covering of previously disturbed land to promote rehabilitation.

Within the stacked layers of tailings and sand, the interstitial water from the tailings is effectively filtered at the interface of the tailings and sand bed. Once transferred into the hydraulically conductive sand channels, the water flows continuously by gravity through the matrix of sand channels to the dewatering collection point. By depositing a sufficient depth of sand in each channel, typically greater than 10cm, the potential for 'silting up' of the sand channels is avoided. This channel depth can be readily achieved within the constraint of the quantity of sand generated by coarse beneficiation.

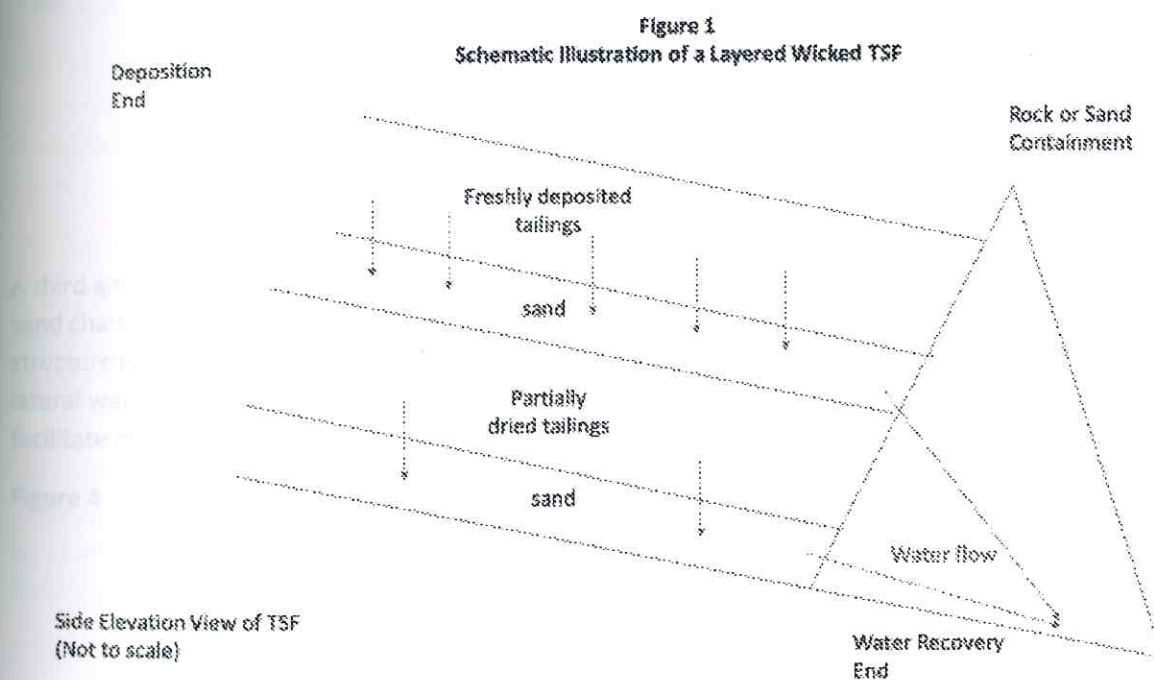
There are many possible variations on the depth of the tailings layers and the total impoundment and dimensions of sand channels within the tailings matrix. The selected design will be a function of the hydraulic conductivities of the specific tailings, to ensure dewatering at an acceptable rate.

The depth of each tailings layer will typically be less than 5 metres, and more likely around 2-3m in depth, prior to placement of the next sand channel. This minimises the flow distance from any point in the tailings to the nearest wick channel.

The design of the residue disposal area will also be a function of the topography of the deposition area, and the mode of construction of the containing bund/wall.

In one alternative, the deposition of these sand bed channels in the tailings can be in a multilayer sandwich design in which the sand layer is almost continuous across the full TSF (figure 2). Note that depending on the structure and permeability of the containment, the deposition and water reclamation ends may be reversed in this schematic.

Figure 2

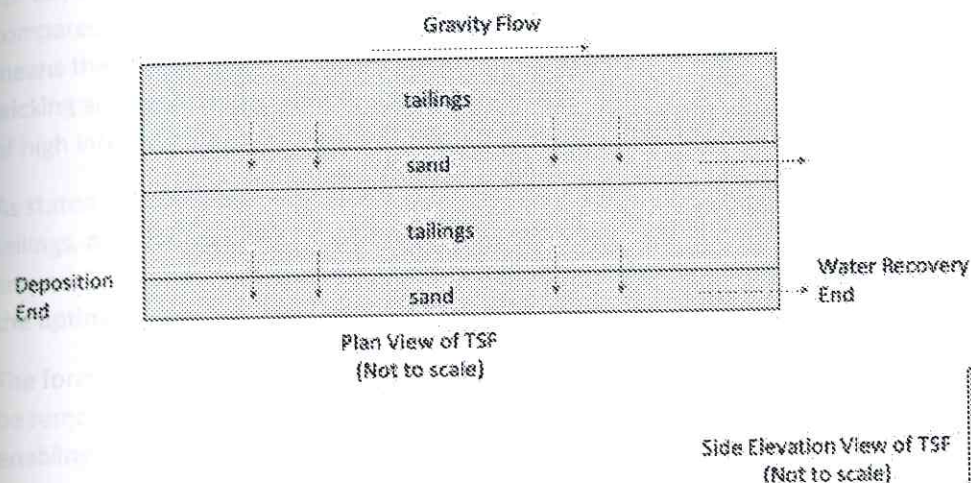


In a second alternative a series of lateral sand channels can be created through the middle of the TSF. This is illustrated schematically in figure 3.

Figure 3

of each bar
river's
For water
control,
means the
wicking in
of high inte
As stated
tailings in
The form
be temp
another
storage
The can

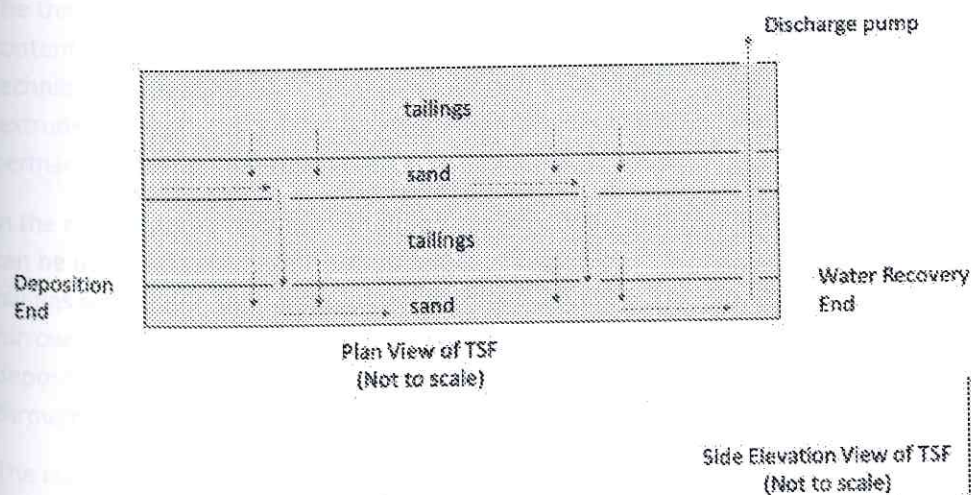
Figure 3
Schematic Illustration of a Lateral Channel Wicked TSF



A third alternative design incorporates the additional use of vertical wicking drains, to interconnect the sand channels in three dimensions and promote a more rapid water transfer through the sand. This 3D structure is particularly useful for very large areas of tailings deposition, where the time required for lateral water flow through the sand channels to a dewatering point can be excessive. The vertical drains facilitate drainage to a thick sand layer at the base of the heap, which can then be dewatered.

Figure 4

Figure 4
Schematic Illustration of a 3 Dimensional Channel Wicked TSF



For those applications where water recovery is important, a porous connection from the upper section of each sand layer to air is required, to enable air ingress to promote complete draining of the sand layers.

For any selected geometric design, the effective filter area for the tailings dewatering is very large compared to any conceivable mechanical filtration process used prior to placement of the tailings. This means the dewatering rate per unit area of the tailings does not need to be particularly high. The wicking achieves comparable dewatering efficiency for a small fraction of the capital and operating cost of high intensity filtration methods such as pressure filters.

As stated, the optimum depth of each tailings layer will be a function of the hydraulic conductivity of the tailings, and the desired rate of dewatering. For typical tailings from a copper resource, the depth will be around 2-4 metres. However for finer tailings, the tailings depth will reduce, and for a coarser tailings the optimum depth can increase.

The formation of a sand channel matrix through the tailings implies that excess water in the tailings can be removed both from the top and bottom of the tailings layer, thus accelerating dewatering and enabling thicker layers of tailings to be deposited. In effect, the tailings can be utilised in part as a water storage buffer.

The current invention has advantages relative to other methods of dry tailings storage.

In very dry climates, the historical dry stacking of tailings has been undertaken by placing thin layers of tailings (typically less than 30 cm) and allowing them to dry over a period of weeks by evaporative processes, prior to adding the next thin layer of tailings. Water is not recovered.

A more recent alternative to promote drying of the surface of hydraulically deposited tailings has been the mechanical turning of the upper tailings layer (e.g. Amphirols Reference 6, 7). This promotes both evaporative drying and extrusion of the water from the top meter of a saturated tailings. This technique achieves some water recovery, but this recovery is lower than that achievable by the current invention. However, this extrusion technique can be effectively utilised in conjunction with the current invention.

The third method of dry stacking and water recovery is to filter the tailings to an acceptable water content (typically around 15% by weight) then mechanically convey the solids to a disposal area. This technique recovers most of the water, but is capital intensive, and the filtered tailings are still liable to 'extrude' if not contained. Accordingly, the filtered tailings require large areas of flat land or a permanent dam structure in which to contain the deposit.

In the current invention, the use of the surface extrusion processes during deposition (e.g. Amphirols), can be utilised to increase the depth of the tailings layer, whilst still enabling the preparation of the tailings surface for sand deposition. An added advantage of the Amphirol to the current invention is the furrows left by the Amphirol process, which provide a good containment structure for the sand channel deposition. With the use of surface extrusion, water is recovered both through the draining phase, and through ongoing wicking from the lower sand channels.

The current invention offers advantages relative to any one of the alternative methods of dry stacking, including ability to place tailings hydraulically; the increase in depth of each tailings layer, the recovery of most of the water, and the ability to build a higher residue structure. Hence the technique is less

operationally intensive, and hence lower cost of sand and tailings disposal, and suited to a greater range of climates and locations relative to any of the other dry stacking techniques.

With relatively modest changes in design, the sand layers can also be used as a water buffer, while only sacrificing the drainage rate for part of the dam. Instead of dewatering the sand catchment points, the collected water can be stored, and withdrawn at a later time when other water sources are unavailable. Potential exists to reintroduce water to the previously dewatered lower sand layers in the storage structure, as a method of water buffer storage.

For historic TSFs located in the vicinity to where sand from coarse beneficiation is available, the excess sand from coarse beneficiation can be selectively placed in dewatering channels through the historic TSF by drilling into the TSF and backfilling the hole with permeable sand. A two-dimensional curtain of sand wicking channels can be created in proximity to the dam wall, thus dewatering the most sensitive zone for tailings dam safety. In addition, the wicking through these sand channels will assist in gradually reducing pore pressure in any areas of the dam wall that may not have been suitably compacted.

If more rapid or more extensive dewatering and compaction is desired in a historical TSF, the sand curtain of wick drains can be replicated in the third dimension, away from the dam wall.

Benefits of the Current Invention

The current invention delivers multiple benefits, all of which contribute to the long-term sustainability and cost effectiveness of those mining operations where tailings disposal is a significant constraint.

The first benefit is a reduction in total water consumption. Tailings is the major form of water consumption at most mining operations. Through provision of sand wicking drains, and the extended time in which tailings can drain without major evaporative losses, it is estimated that the water consumption in tailings will be at least halved, and more likely cut to around 20% of the conventional water loss to tailings. Particularly in water deficient areas, this offers the potential to design and operate a mine with a much lower water consumption per unit of metal output.

A second benefit is the ability to increase the height of tailings deposition, without undue concern about catastrophic liquefaction of the contained mass of tailings in the event of a dam failure. The compaction and hence density of the dewatered tailings will also increase. This implies lower land area which will be disturbed, and for some mines allow the placement of tailings storage in a location much closer to the processing facility.

A third benefit is a permanently stable mine tailings facility, with an underlying moisture content and draining characteristics that can be effectively revegetated. The tailings will have drained sufficiently to behave similarly to any other soil around the mine. Sulphides content will have been removed from the sand residue by coarse beneficiation. At the end of mine life, any further potential for acid mine drainage from the tailings, can be eliminated by sealing the access of air to the sand layers in the tailings.

A fourth benefit is the opportunity to backfill mined-out areas. For strip mining, this will enable a sequential process of mining and placement of the sand and tailings layers in the historically or recently

mined out areas. For deep open pit mining, the potential exists to recover and replace sand and tailings which have been separately stored, into the exhausted pit at the end of mine life.

A fifth benefit is the ability to deposit both sand and tailings hydraulically without prior filtration and conveying, and still achieve a 'dry' tailings storage. The capital and operating costs of such hydraulic deposition is significantly lower than filtration and stacking using conveyors or mobile equipment for solids handling.

A sixth benefit is to produce a landform of value whilst disposing of mining residues in a safe and environmentally conscious manner.

A seventh benefit is the elimination of high cost tailings containment wall which must be designed to hold back a liquefiable slurry.

An eighth benefit is to use part of the sand layers to store water for later use, and hence buffer seasonal climatic variation, or other variability in access to water.

References

1. General description of wick drains (<https://trjournalonline.trb.org/doi/pdf/10.3141/1757-07>)
2. Description of wick drains to dewater historical tailings dams (Proceedings Tailings and Mine Waste 2015 Vancouver, BC, October 26 to 28, 2015)
3. WO2017/195008
4. Coarse material as filter material US3767050A - Filtration system for liquids
5. Consolidation rate with wick drains
(https://www.mtech.edu/mwtp/2017_presentations/wednesday/ken-brower.pdf)
6. Rehabilitation of red mud through use of Amphirol
<https://icsoba.org/sites/default/files/2017papers/Bauxite%20Residue%20Papers>
7. Alcoa https://www.alcoa.com/australia/en/pdf/kwinana_refinery_ltrms_report_2012.pdf

Claims

1. A method of disposing of mining tailings including the steps of:

obtaining a sand, for example a sand residue from a leaching process or a beneficiation process such as coarse particle flotation (CPF), typically in the size range of 100-1000 microns and that is free-draining; and

depositing said sand residue at a targeted channel location, or spread in layers, within a tailings volume;

thereby to form a wicking drain, typically a lateral wicking drain, within the tailings volume.
2. The method claimed in claim 1, wherein the tailings is a flotation tailings and the sand residue is generated by coarse flotation.
3. The claim according to claim 1, in which the particle size of the ore to final beneficiation or leaching is increased, to enable sand to be separated from the residue to form the sand and tailings fractions.
4. The method claimed in any one of the preceding claims, wherein the sand residue contains less than 25% sub 0.1mm material, preferably less than 15%, more preferably less than 10% sub 0.1mm material.
5. The method claimed in any one of the preceding claims, wherein the sand residue is placed in continuous sand channels on top of a layer of tailings, and further tailings are deposited on top of the sand layer, in a repetitive layering process up to the desired height of the storage.
6. The method claimed in claim 5, wherein the sand channels are placed such that the maximum distance from any point in the tailings to a sand channel is less than 5 metres, and preferably less than 3 metres, and even more preferably less than 2 metres.
7. The method claimed in any one of the preceding claims, wherein the sand channels are laterally orientated and are connected using vertical wick drains, to create a 3-dimensional matrix of permeable channels within the tailings.
8. The method claimed in any one of the preceding claims, wherein the sand residue is placed hydraulically as a slurry, or is conveyed mechanically as a dry sand and placed in the sand channels.
9. The method claimed in claim 8, wherein the sand channels are used as a base to enable equipment to access the partially dewatered previous tailings layer, to complete the sand placement.

10. The method claimed in claim 8 or 9, wherein a previous tailings layer has been partially dewatered by an extrusion machine such as the Amphirool, prior to placement of sand channels.
11. The method claimed in claims 8, wherein the sand residue is placed from a floating vessel on the top of a subaqueous tailings storage facility.
12. The method claimed in any one of claims 5 to 11, wherein the sand channels are between 0.05 and 1m in depth and preferably between 0.1 and 0.3m in depth.
13. The method claimed in any one of the preceding claims, wherein the dewatering of the tailings component is assisted by chemical additives to render the deposited tailings more permeable.
14. The method claimed in any one of claims 5 to 13, wherein the layers of tailings and sand channels are placed within a containment bund or dam.
15. The metho claimed in claim 14, wherein partially dried tailings enable the containment bund or dam to be constructed with a lower structural integrity, relative to that required for normal tailings.
16. The method claimed in claim 14, wherein walls of the bund or dam are constructed by the excess sand residue from coarse beneficiation.
17. The method claimed in claim 14, wherein the area within the overall containment bund of dam, is further divided into paddocks, to enable the continuous placement of the sand and the tailings arising from the ore beneficiation processes.
18. The method claimed in any one of the preceding claims, wherein water contained in the tailings and sand structure is reduced to less than 0.35 m³ water per tonne of solid material, and preferably to less than 0.25 m³/tonne and even more preferably less than 0.15m³/tonne.
19. The method claimed in any one of the preceding claims, whereindewatering of the tailings is used to ensure the lower layers of the tailings in the structure, are below the water content at which potential liquefaction can occur if an external stress is applied.
20. The method claimed in claim 19, wherein only the top three tailings layers, and preferably the top two tailings layers, and even more preferably the top tailings layer, have a water content at which potential liquefaction can occur if an external stress is applied.
21. The method claimed in any one of the preceding claims, wherein the final shape of the placement is designed to provide a structure of enhanced functionality or aesthetic appeal.
22. The method claimed in claim 21, wherein the placement is used to cover and rehabilitate the areas disturbed by the mine.

23. The method claimed in any one of the preceding claims, wherein interspersed tailings and sand are used as a structure for temporary water storage.
24. The method claimed in any one of the preceding claims, wherein excess sand from coarse beneficiation is used in channels placed in historical tailings, to render the historical tailings structure safe.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76

Attorney Docket Number 742439-000117

Application Number

Title of Invention

TAILINGS DEPOSITION

The application data sheet is part of the provisional or nonprovisional application for which it is being submitted. The following form contains the bibliographic data arranged in a format specified by the United States Patent and Trademark Office as outlined in 37 CFR 1.76. This document may be completed electronically and submitted to the Office in electronic format using the Electronic Filing System (EFS) or the document may be printed and included in a paper filed application.

Secrecy Order 37 CFR 5.2:

☐ Portions or all of the application associated with this Application Data Sheet may fall under a Secrecy Order pursuant to 37 CFR 5.2 (Paper filers only. Applications that fall under Secrecy Order may not be filed electronically.)

Inventor Information:

Inventor 1					Remove
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	Anthony	Owen	FILMER		
Residence Information (Select One) ☐ US Residency ☒ Non US Residency ☐ Active US Military Service					
City	Kangaroo Point		Country of Residence ⁱ	AU	

Mailing Address of Inventor:

Address 1	Unit 305, 21 Pixley Street				
Address 2					
City	Kangaroo Point	State/Province			
Postal Code	4169	Country ⁱ	AU		
Inventor 2	Remove				
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	Daniel	John	ALEXANDER		
Residence Information (Select One) ☐ US Residency ☒ Non US Residency ☐ Active US Military Service					
City	St Albans		Country of Residence ⁱ	UK	

Mailing Address of Inventor:

Address 1	51 Camlet Way				
Address 2					
City	St Albans	State/Province			
Postal Code	AL3 4TL	Country ⁱ	UK		
Inventor 3	Remove				
Legal Name					

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	742439-000117
		Application Number	
Title of Invention		TAILINGS DEPOSITION	

Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
	Julian	Jeremy	SOLES	
Residence Information (Select One) US Residency ☒ Non US Residency Active US Military Service				
City	Henley-on-Thames		Country of Residence ⁱ	UK

Mailing Address of Inventor:

Address 1	Fields Fares, Kingwood			
Address 2				
City	Henley-on-Thames	State/Province		
Postal Code	RG9 5NB	Country ⁱ	UK	
Inventor	4	Remove		
Legal Name				

Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
	Philip	Duncan	NEWMAN	
Residence Information (Select One) US Residency ☒ Non US Residency Active US Military Service				
City	Guildford		Country of Residence ⁱ	UK

Mailing Address of Inventor:

Address 1	11 Grove Road			
Address 2				
City	Guildford	State/Province		
Postal Code	GU1 2HR	Country ⁱ	UK	
All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the Add button. Add				

Correspondence Information:

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below.
For further information see 37 CFR 1.33(a).

☐ An Address is being provided for the correspondence Information of this application.

Customer Number	22204		
Email Address		Add Email	Remove Email

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	742439-000117
		Application Number	
Title of Invention	TAILINGS DEPOSITION		

Application Information:

Title of the Invention	TAILINGS DEPOSITION		
Attorney Docket Number	742439-000117	Small Entity Status Claimed	☐
Application Type	Provisional		
Subject Matter	Utility		
Total Number of Drawing Sheets (if any)		Suggested Figure for Publication (if any)	

Filing By Reference:

Only complete this section when filing an application by reference under 35 U.S.C. 111(c) and 37 CFR 1.57(a). Do not complete this section if application papers including a specification and any drawings are being filed. Any domestic benefit or foreign priority information must be provided in the appropriate section(s) below (i.e., "Domestic Benefit/National Stage Information" and "Foreign Priority Information").

For the purposes of a filing date under 37 CFR 1.53(b), the description and any drawings of the present application are replaced by this reference to the previously filed application, subject to conditions and requirements of 37 CFR 1.57(a).

Application number of the previously filed application	Filing date (YYYY-MM-DD)	Intellectual Property Authority or Country

Publication Information:

☐ Request Early Publication (Fee required at time of Request 37 CFR 1.219)

☐ **Request Not to Publish.** I hereby request that the attached application not be published under 35 U.S.C. 122(b) and certify that the invention disclosed in the attached application **has not and will not** be the subject of an application filed in another country, or under a multilateral international agreement, that requires publication at eighteen months after filing.

Representative Information:

Representative information should be provided for all practitioners having a power of attorney in the application. Providing this information in the Application Data Sheet does not constitute a power of attorney in the application (see 37 CFR 1.32). Either enter Customer Number or complete the Representative Name section below. If both sections are completed the customer Number will be used for the Representative Information during processing.

Please Select One:	☒ Customer Number	US Patent Practitioner	☐ Limited Recognition (37 CFR 11.9)
Customer Number	22204		

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	742439-000117
		Application Number	
Title of Invention	TAILINGS DEPOSITION		

Domestic Benefit/National Stage Information:

This section allows for the applicant to either claim benefit under 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, 365(c), or 386(c) or indicate National Stage entry from a PCT application. Providing benefit claim information in the Application Data Sheet constitutes the specific reference required by 35 U.S.C. 119(e) or 120, and 37 CFR 1.78. When referring to the current application, please leave the "Application Number" field blank.

Prior Application Status		Remove	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing or 371(c) Date (YYYY-MM-DD)
Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the Add button.			Add

Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim priority to a foreign application. Providing this information in the application data sheet constitutes the claim for priority as required by 35 U.S.C. 119(b) and 37 CFR 1.55. When priority is claimed to a foreign application that is eligible for retrieval under the priority document exchange program (PDX)ⁱ the information will be used by the Office to automatically attempt retrieval pursuant to 37 CFR 1.55(i)(1) and (2). Under the PDX program, applicant bears the ultimate responsibility for ensuring that a copy of the foreign application is received by the Office from the participating foreign intellectual property office, or a certified copy of the foreign priority application is filed, within the time period specified in 37 CFR 1.55(g)(1).

Application Number	Country ⁱ	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Access Code ⁱ (if applicable)
Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the Add button.			Add

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications

☐ This application (1) claims priority to or the benefit of an application filed before March 16, 2013 and (2) also contains, or contained at any time, a claim to a claimed invention that has an effective filing date on or after March 16, 2013.

NOTE: By providing this statement under 37 CFR 1.55 or 1.78, this application, with a filing date on or after March 16, 2013, will be examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	742439-000117
		Application Number	
Title of Invention	TAILINGS DEPOSITION		

Authorization or Opt-Out of Authorization to Permit Access:

When this Application Data Sheet is properly signed and filed with the application, applicant has provided written authority to permit a participating foreign intellectual property (IP) office access to the instant application-as-filed (see paragraph A in subsection 1 below) and the European Patent Office (EPO) access to any search results from the instant application (see paragraph B in subsection 1 below).

Should applicant choose not to provide an authorization identified in subsection 1 below, applicant **must opt-out** of the authorization by checking the corresponding box A or B or both in subsection 2 below.

NOTE: This section of the Application Data Sheet is **ONLY** reviewed and processed with the **INITIAL** filing of an application. After the initial filing of an application, an Application Data Sheet cannot be used to provide or rescind authorization for access by a foreign IP office(s). Instead, Form PTO/SB/39 or PTO/SB/69 must be used as appropriate.

1. Authorization to Permit Access by a Foreign Intellectual Property Office(s)

A. Priority Document Exchange (PDX) - Unless box A in subsection 2 (opt-out of authorization) is checked, the undersigned hereby **grants the USPTO authority** to provide the European Patent Office (EPO), the Japan Patent Office (JPO), the Korean Intellectual Property Office (KIPO), the State Intellectual Property Office of the People's Republic of China (SIPO), the World Intellectual Property Organization (WIPO), and any other foreign intellectual property office participating with the USPTO in a bilateral or multilateral priority document exchange agreement in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed, access to: (1) the instant patent application-as-filed and its related bibliographic data, (2) any foreign or domestic application to which priority or benefit is claimed by the instant application and its related bibliographic data, and (3) the date of filing of this Authorization. See 37 CFR 1.14(h)(1).

B. Search Results from U.S. Application to EPO - Unless box B in subsection 2 (opt-out of authorization) is checked, the undersigned hereby **grants the USPTO authority** to provide the EPO access to the bibliographic data and search results from the instant patent application when a European patent application claiming priority to the instant patent application is filed. See 37 CFR 1.14(h)(2).

The applicant is reminded that the EPO's Rule 141(1) EPC (European Patent Convention) requires applicants to submit a copy of search results from the instant application without delay in a European patent application that claims priority to the instant application.

2. Opt-Out of Authorizations to Permit Access by a Foreign Intellectual Property Office(s)

☐ **A. Applicant DOES NOT** authorize the USPTO to permit a participating foreign IP office access to the instant application-as-filed. If this box is checked, the USPTO will not be providing a participating foreign IP office with any documents and information identified in subsection 1A above.

☐ **B. Applicant DOES NOT** authorize the USPTO to transmit to the EPO any search results from the instant patent application. If this box is checked, the USPTO will not be providing the EPO with search results from the instant application.

NOTE: Once the application has published or is otherwise publicly available, the USPTO may provide access to the application in accordance with 37 CFR 1.14.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76

Attorney Docket Number 742439-000117

Application Number

Title of Invention

TAILINGS DEPOSITION

Applicant Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.

Applicant 1

Remove

If the applicant is the inventor (or the remaining joint inventor or inventors under 37 CFR 1.45), this section should not be completed. The information to be provided in this section is the name and address of the legal representative who is the applicant under 37 CFR 1.43, or the name and address of the assignee, person to whom the inventor is under an obligation to assign the invention, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest in the matter who is the applicant under 37 CFR 1.46. If the applicant is an applicant under 37 CFR 1.46 (assignee, person to whom the inventor is obligated to assign, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest) together with one or more joint inventors, then the joint inventor or inventors who are also the applicant should be identified in this section.

Clear

Assignee

Legal Representative under 35 U.S.C. 117

Joint Inventor

Person to whom the inventor is obligated to assign.

Person who shows sufficient proprietary interest

If applicant is the legal representative, indicate the authority to file the patent application, the inventor is:

Name of the Deceased or Legally Incapacitated Inventor:

If the Applicant is an Organization check here. ☒

Organization Name

ANGLO AMERICAN SERVICES (UK) LTD

Mailing Address Information For Applicant:

Address 1

20 Carlton House Terrace

Address 2

City

London

State/Province

Country

UK

Postal Code

SW1Y 5AN

Phone Number

Fax Number

Email Address

Additional Applicant Data may be generated within this form by selecting the Add button.

Add

Assignee Information including Non-Applicant Assignee Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76

Attorney Docket Number 742439-000117

Application Number

Title of Invention

TAILINGS DEPOSITION

Assignee 1

Complete this section if assignee information, including non-applicant assignee information, is desired to be included on the patent application publication. An assignee-applicant identified in the "Applicant Information" section will appear on the patent application publication as an applicant. For an assignee-applicant, complete this section only if identification as an assignee is also desired on the patent application publication.

Remove

If the Assignee or Non-Applicant Assignee is an Organization check here. ☐

Prefix

Given Name

Middle Name

Family Name

Suffix

Mailing Address Information For Assignee including Non-Applicant Assignee:

Address 1

Address 2

City

State/Province

Countryⁱ

Postal Code

Phone Number

Fax Number

Email Address

Additional Assignee or Non-Applicant Assignee Data may be generated within this form by selecting the Add button.

Add

Signature:

Remove

NOTE: This Application Data Sheet must be signed in accordance with 37 CFR 1.33(b). However, if this Application Data Sheet is submitted with the **INITIAL** filing of the application and either box A or B is **not** checked in subsection 2 of the "Authorization or Opt-Out of Authorization to Permit Access" section, then this form must also be signed in accordance with 37 CFR 1.14(c).

This Application Data Sheet **must** be signed by a patent practitioner if one or more of the applicants is a **juristic** entity (e.g., corporation or association). If the applicant is two or more joint inventors, this form must be signed by a patent practitioner, **all** joint inventors who are the applicant, or one or more joint inventor-applicants who have been given power of attorney (e.g., see USPTO Form PTO/AIA/81) on behalf of **all** joint inventor-applicants.

See 37 CFR 1.4(d) for the manner of making signatures and certifications.

Signature

/Jeffrey L. Costellia, Reg. No. 35,483/

Date (YYYY-MM-DD)

2019-05-16

First Name

Jeffrey L.

Last Name

Costellia

Registration Number

35483

Additional Signature may be generated within this form by selecting the Add button.

Add

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76

Attorney Docket Number 742439-000117

Application Number

Title of Invention

TAILINGS DEPOSITION

This collection of information is required by 37 CFR 1.76. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 23 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application data sheet form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

- 1 The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.
- 2 A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
- 3 A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
- 4 A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
- 5 A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
- 6 A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
- 7 A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
- 8 A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.
- 9 A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.