

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA



INCREMENTO DE OXIGENO EN LA SOLUCION CIANURADA

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
METALURGISTA

PRESENTADO POR:
JOSE LUIS LOO PAIVA
LIMA – PERU

2011

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mi familia porque todo lo que soy es gracias a su fe en mí y esfuerzo por sacarme adelante, mil gracias.

RESUMEN

En el presente informe para optar el título profesional de Ingeniero Metalurgista, se ha realizado el armado de instalación de venturís en las celdas del pad de lixiviación para observar si el incremento de oxígeno en la solución cianurada que riega a estas celdas con mineral aurífero, puede ayudar en la extracción de Oro, el cual se lixivia con una densidad estándar de riego de $7.5 \frac{l}{(hr-m^2)}$, esto permitiría ahorros en la operación agilizando la producción de oro, por lo que se planteó realizar pruebas variando las presiones para primero hallar el diferencial de presión para saber a cuánto trabaja en óptimas condiciones los venturís y si es factible la utilización del mismo para una mejor recuperación de oro. Este estudio nos permitirá evaluar el comportamiento del venturi sobre el mineral a estudio.

INDICE

	Pág.
Introducción	1
 CAPITULO I: FUNDAMENTO TEORICO	
1.1. Reacción cinética	6
1.2. Reacción anódica	7
1.3. Reacciones catódicas	9
1.4. Reacción global de disolución	9
1.5. Cinética de las reacciones	9
1.6. Concentración de cianuro y oxígeno	10
1.7. Eficiencia de la lixiviación	15
1.8. El venturi	16
1.9. Principio del venturi	16
1.10. Aplicaciones	17
 CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS	
2.1. Máquina de termofusión 14	21
2.2. Máquina de termofusión 28	21
2.3. Tuberías HDPE	22
2.4. Codos de HDPE	23
2.5. Adaptador de pestañas (Flange adapter).....	23
2.6. Válvulas mariposa	24
2.7. Válvulas tipo Bermad	24
2.8. Anillo De Refuerzo (Backup ring).....	25
2.9. Espárragos	25
2.10. Reducciones concéntricas de HDPE	26
2.11. Venturi	26

2.12.	Transmisores de presión	27
2.13.	Flujómetros	27

CAPITULO III: PROCESO

3.1.	Armado de los venturis	29
3.2.	Dimensiones de las celdas piloto	33

CAPITULO IV: PARAMETROS DE LA PRUEBA

4.1.	Características y controles de las celdas	35
4.2.	Implementación	38

CAPITULO V: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

5.1.	Curva de extracción de Oro y Plata	41
5.2.	Oxígeno en solución de riego	42
5.3.	Concentración de Oro en solución rica	43
5.4.	Concentración de Plata en solución rica	44
5.5.	Cianuro libre en solución rica	45
5.6.	Tabla de resultados.....	46

	CONCLUSIONES	47
--	--------------	----

ANEXO

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Mina Lagunas Norte ubicada a 4100 msnm, de los andes del norte peruano, es un yacimiento dedicado a la extracción de oro mediante lixiviación en pilas permanentes para minerales oxidados y pilas dinámicas para minerales con contenido de carbón para evitar pregrobbing.

Como parte de la constante optimización de los procesos metalúrgicos se vio la posibilidad de implementar venturis en las celdas del Pad para acelerar la extracción de Oro, esto permitiría ahorros significativos en la operación del Pad, ya que agilizaría la producción de oro.

Justificación

En la actualidad debido a la alta demanda de oro en el mercado mundial se vio la necesidad de ver una alternativa para mejorar el proceso de extracción del oro lixiviado por el método convencional, ya que este método tiende a tener tiempos de lixiviación muy largos, y por ende un alto costo en la recuperación de oro.

Justificación

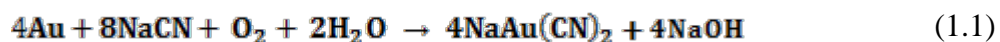
Dadas las circunstancias del proceso surge la necesidad de investigar la variable más influyente ya descrita en el párrafo anterior que nos conlleve a la reducción de costos en la obtención del oro y por ende mayor margen de utilidad obteniendo un máximo beneficio económico en el proceso de lixiviación de minerales.

Por lo que se planteó armar e instalar venturis en varias celdas y estudiar el comportamiento de estos para visualizar la influencia de los venturis en la extracción de oro y el tiempo de lixiviación.

CAPITULO I

FUNDAMENTO TEORICO

La extracción de oro es relativamente lenta durante la lixiviación en pilas, debido a la solubilidad baja de oxígeno en solución cianurada, que como es conocido según Elsner el oxígeno es influyente en la cinética de extracción de oro.



Actualmente existen varias publicaciones tendientes a optimizar la extracción de metales tanto por lixiviación en tanques agitados como por lixiviación en pilas, mediante el incremento de oxígeno durante el proceso de extracción. Helmut Knorre⁵, explica el incremento de la concentración de oxígeno disuelto mediante la adición controlada de peróxido de hidrógeno a la solución cianurada, resultado en un acortamiento en el tiempo de lixiviación. Por su parte Guzmán⁶ estudió los efectos en la adición de peróxido de hidrógeno, concluyendo que cantidades mayores de peróxido de hidrógeno incrementan la cinética de extracción.

Adicionalmente P.Kondos⁷ estudió la adición de oxígeno líquido en la lixiviación por agitación de minerales de oro, concluyendo que el consumo de cianuro está

fuertemente ligado al pH, la concentración de cianuro libre en la pulpa. La alta concentración de oxígeno disuelto también como la adición de nitrato de plomo, pH y concentración de cianuro libre, favorecen la cinética de extracción.

Sin embargo algunos de estos métodos son costosos (oxígeno líquido) y otros no son viables, debido a que en una instalación en operación el costo de inversión en material inoxidable es costoso y toma tiempo.

De acuerdo a lo anterior y la aplicación operativa de incrementar el oxígeno disuelto en solución para la lixiviación en pilas de minerales de oro se observó la posibilidad de lograr este efecto mediante el uso de inyectoras comerciales (venturis) los que succionarán aire del medio ambiente, el cual proporcionará a la solución lixivante una cantidad de oxígeno, lográndose de esta forma una mayor concentración de oxígeno disuelto en solución.

Es conocido que la solubilidad del oxígeno, está en función de la temperatura y fundamentalmente de la presión, este hecho particular en Lagunas Norte, hace que la presión atmosférica sea menor, influyendo en la solubilidad de oxígeno en la solución lixivante.

Con el fin de llegar al objetivo propuesto es necesario fundamentar el incremento de la solubilidad de oxígeno de acuerdo a la termodinámica, explicar hidráulicamente el uso de los inyectores tipo venturi y realizar el análisis experimental para determinar la influencia de la solubilidad del oxígeno en

cinética de extracción de oro, además de determinar la velocidad de desplazamiento de la solución lixivante a través de la pila de lixiviación.

1. Termodinámica de la solubilidad de oxígeno.
2. Influencia de la solubilidad de oxígeno en la cinética de extracción de oro.
3. Velocidad de desplazamiento de soluciones a través de la pila de lixiviación.

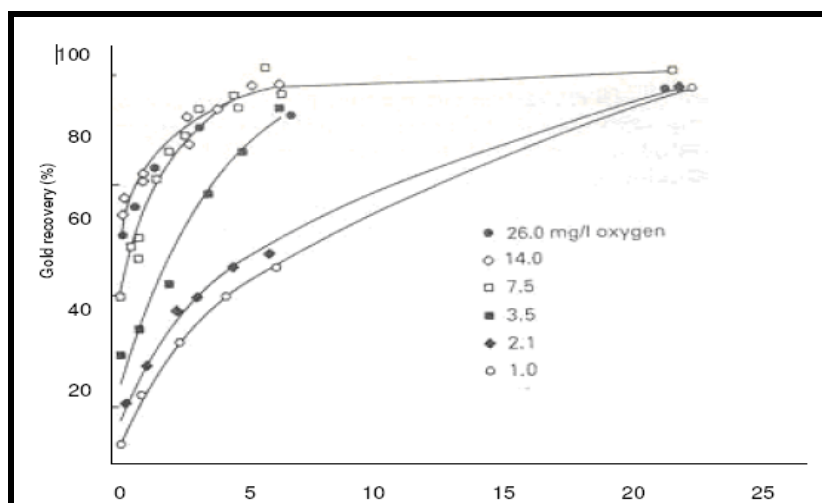


Figura N^o 1.1 Efecto del oxígeno sobre la solución de oro

El gráfico muestra que a determinada concentración de oxígeno se tendrá una recuperación de oro. Esta recuperación se puede dar con la utilización de los equipos llamados venturís. Según la teoría de los mecanismos de lixiviación este proceso está regido por un conjunto de reacciones químicas y transferencia de masa.

1.1. Reacción Cinética

La termodinámica predice si una reacción puede ocurrir o no, pero no predice, si esta reacción te dará en un tiempo adecuado desde el punto de vista operativo. Esto último depende de la velocidad con la que la reacción ocurrirá. (Cinética).

Las reacciones heterogéneas pueden ser controladas por la cinética de una reacción química o electroquímica inherente o por la velocidad de transporte de masa de las especies reaccionantes.

Las principales etapas de la reacción son:

- Transporte de masa de reactantes gaseosos en la fase acuosa y su subsecuente disolución. (Oxígeno aire a Oxígeno en solución)
- El transporte de masa de las especies reaccionantes a través de la solución de la capa límite del sólido, a la superficie del sólido.
- Reacción química o electroquímica en la superficie del sólido, incluyendo la absorción y desorción.
- Transporte de la especie reaccionante a través de la capa límite al seno de la solución.

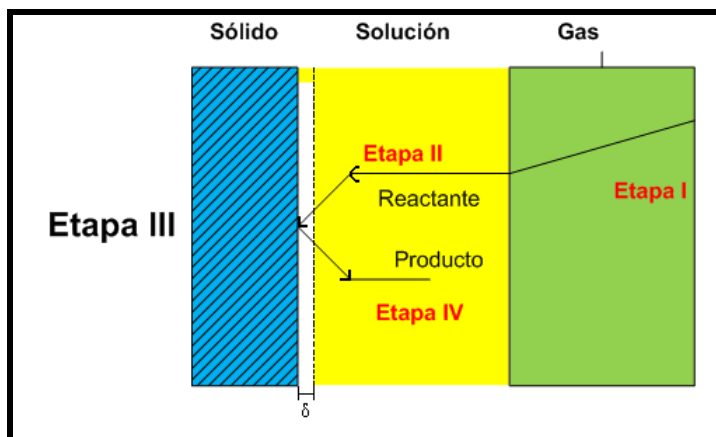
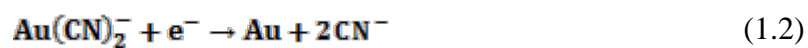


Figura N⁰ 1.2 Disolución del oro

1.2. Reacción Anódica

En soluciones cianuradas alcalinas el oro es oxidado y disuelto para formar Au (I) el mismo que es un complejo cianurado, $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ como se muestra en el diagrama Eh-pH.

Para propósitos prácticos la estequiométrica de la reacción de disolución puede ser asumida como:



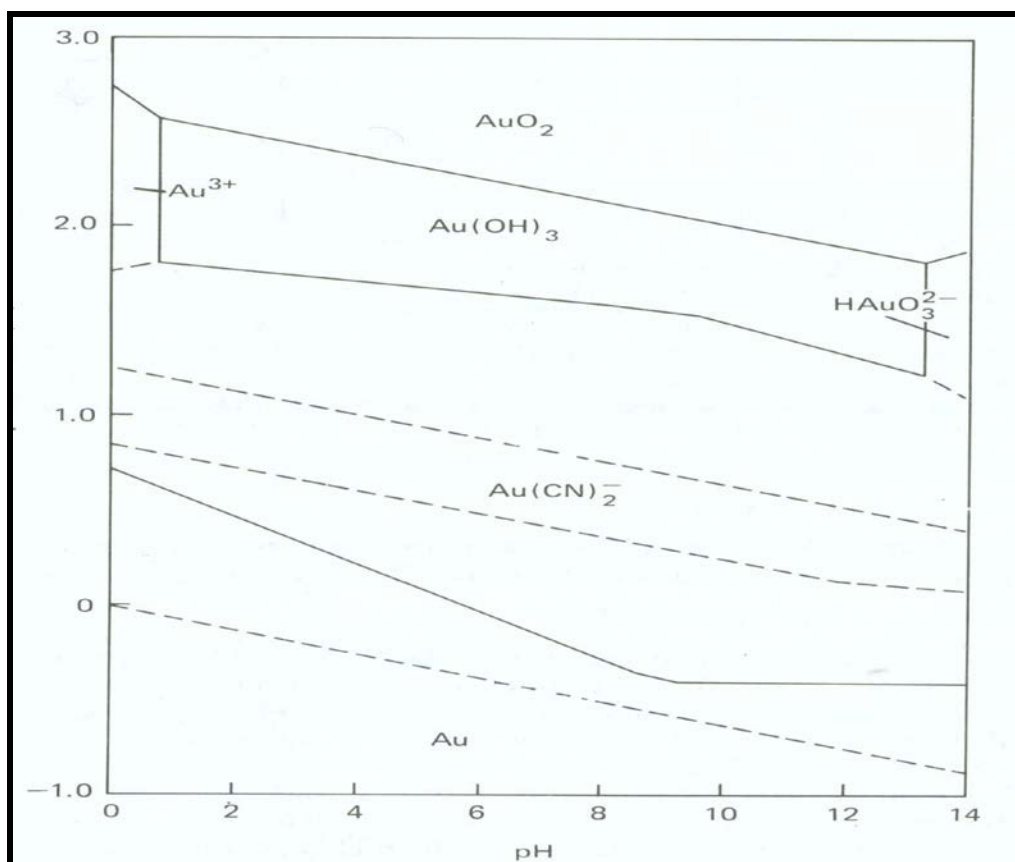


Figura N° 1.3 Diagrama de Estabilidad Au-CN

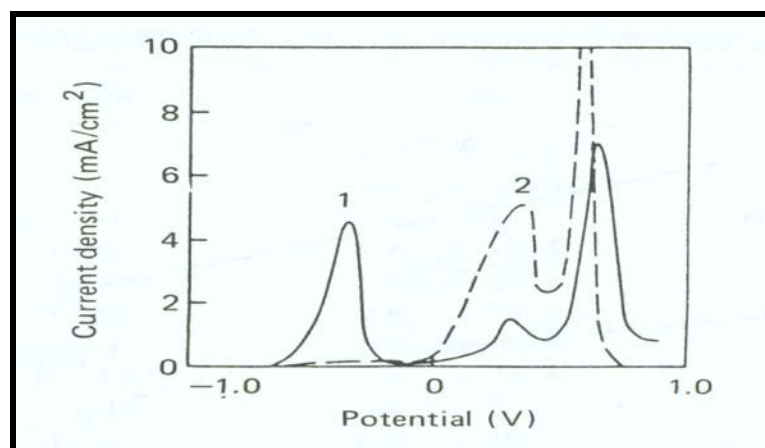


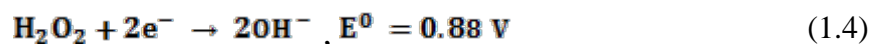
Figura N° 1.4 Diagrama de velocidad de corrosión del Au en medio cianurado

1.3. Reacciones Catódicas

En soluciones cianuradas alcalinas aireadas la reacción de disolución es acompañada por la reducción del oxígeno.

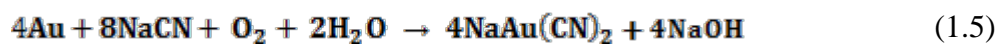


El peróxido de hidrógeno formado es un fuerte agente oxidante el cual puede tomar parte en las reacciones de oxidación posterior.



1.4. Reacción Global De Disolución

La reacción global puede ser descrita de acuerdo a la ecuación propuesta por Elsner:



1.5. Cinética De Las Reacciones

Los factores que afectan la velocidad de disolución del oro son: las concentraciones de cianuro y oxígeno, temperatura, pH, área superficial del oro expuesto, agitación, transferencia de masa y la presencia de otros iones en la solución.

1.6. Concentración de Cianuro y Oxígeno

Considerando la ecuación general de la disolución del oro, un mol de oro requiere un cuarto del mol de oxígeno y dos moles de cianuro, dependiendo de la efectividad de la reducción de peróxido. La reacción produce dos electrones.

Para el desarrollo de esta ecuación se parte de la aplicación de la ley de Fick para la difusión del oxígeno y el cianuro hacia la superficie del oro, lo que nos da:

$$\frac{d(\text{O}_2)}{dt} = \frac{\mathcal{D}_{\text{O}_2}}{\delta} A_1 \{[\text{O}_2] - [\text{O}_2]_i\} \quad (1.6)$$

$$\frac{d(\text{CN}^-)}{dt} = \frac{\mathcal{D}_{\text{CN}^-}}{\delta} A_2 \{[\text{CN}^-] - [\text{CN}^-]_i\} \quad (1.7)$$

Dónde:

- \mathcal{D}_{O_2} y $\mathcal{D}_{\text{CN}^-}$ son los coeficientes de difusión del O_2 y CN^- , respectivamente.
- $\frac{d(\text{O}_2)}{dt}$ y $\frac{d(\text{CN}^-)}{dt}$ son las velocidades de difusión de O_2 disuelto y CN^- , respectivamente.
- $[\text{O}_2]$ y $[\text{O}_2]_i$ son las concentraciones de O_2 disuelto en el seno de la solución, y la interface de reacción, respectivamente en moles/litro
- $[\text{CN}^-]$ y $[\text{CN}^-]_i$ son las concentraciones del ión CN^- en el seno de la solución y la interface de reacción, respectivamente en moles /litro
- A_1 y A_2 son las áreas superficiales en las cuales ocurren las reacciones catódicas y anódicas, respectivamente.
- δ es el espesor de la capa limite, en cm.

Para el caso de control difusional (en que la difusión es el mecanismo limitante o el paso más lento), es posible asumir que las reacciones químicas en la superficie del oro son muy rápidas comparadas con las velocidades de las cuales los iones oxígeno y cianuro difunden a través de la capa límite. De esta forma, las concentraciones de la interface del sólido pueden ser consideradas como cero.

$$[\text{O}_2]_i = 0 \quad [\text{CN}^-]_i = 0 \quad (1.8)$$

Por lo tanto, tenemos:

$$\frac{d(\text{O}_2)}{dt} = \frac{\mathcal{D}_{\text{O}_2}}{\delta} A_1 [\text{O}_2] \quad (1.9)$$

$$\frac{d(\text{CN}^-)}{dt} = \frac{\mathcal{D}_{\text{CN}^-}}{\delta} A_2 [\text{CN}^-] \quad (1.10)$$

Más aun, inspeccionando las reacciones catódicas y anódicas y la consecuente reacción global, se puede ver que se requieren 4 moles del ión cianuro y un mol de oxígeno para disolver 2 moles de oro. Entonces la velocidad de disolución del oro estará dada por:

$$\text{Rate de disolución} = 2 \frac{d(\text{O}_2)}{dt} = 2 \frac{\mathcal{D}_{\text{O}_2}}{\delta} A_1 [\text{O}_2] \quad (1.11)$$

$$\text{Rate de disolución} = \frac{1}{2} \frac{d(\text{CN}^-)}{dt} = \frac{1}{2} \frac{\mathcal{D}_{\text{CN}^-}}{\delta} A_2 [\text{CN}^-] \quad (1.12)$$

Además, en condiciones de estado estacionario la velocidad de la reacción catódica debe ser igual a la velocidad de la reacción anódica, por lo tanto:

$$2 \frac{D_{O_2}}{\delta} A_1 [O_2] = \frac{1}{2} \frac{D_{CN^-}}{\delta} A_2 [CN^-] \quad (1.13)$$

Si consideramos que el área de interface total relevante para la disolución de oro, es $A = A_1 + A_2$. Reemplazando en la expresión de la velocidad de disolución, finalmente resulta:

$$\text{Rate de disolución} = \frac{2A D_{O_2} D_{CN^-} [O_2] [CN^-]}{\delta \{D_{CN^-} [CN^-] + 4D_{O_2} [O_2]\}} \quad (1.14)$$

Esta es la ecuación cinética general de la cianuración y la que hay que saber interpretar que cuando la concentración de cianuro es muy baja, en la ecuación general el primer término del denominador puede ser desechado, por lo tanto la ecuación de disolución se simplifica:

$$\text{Rate de disolución} = \frac{1A D_{CN^-}}{2 \delta} [CN^-] \quad (1.15)$$

$$\text{Rate de disolución} = k_1 [CN^-] \quad (1.16)$$

Esta última relación nos indica que a bajas concentraciones de cianuro, la velocidad de disolución depende solo de la concentración de cianuro, lo cual es apoyado por datos experimentales.

Por otro lado; si la concentración de cianuro es alta, el término de la derecha del denominador de la ecuación general se elimina quedando por lo tanto:

$$\text{Rate de disolución} = 2 \frac{A \mathcal{D}_{O_2}}{\delta} [O_2] \quad (1.17)$$

$$\text{Rate de disolución} = k_2 [O_2] \quad (1.18)$$

De acuerdo a esto a altas concentraciones de cianuro el rate depende de la concentración de oxígeno, el cual también coincide con la experiencia.

También se puede deducir para que ocurra una máxima velocidad de disolución se tiene que cumplir que:

$$\frac{1 A \mathcal{D}_{CN^-}}{2 \delta} [CN^-] = 2 \frac{A \mathcal{D}_{O_2}}{\delta} [O_2] \quad (1.19)$$

$$\mathcal{D}_{CN^-} [CN^-] = 4 \mathcal{D}_{O_2} [O_2] \quad (1.20)$$

Entonces, la velocidad limite máxima para la disolución del oro ocurre cuando:

$$\frac{[CN^-]}{[O_2]} = 4 \frac{\mathcal{D}_{O_2}}{\mathcal{D}_{CN^-}} \quad (1.21)$$

Ahora bien, se ha determinado que la difusión de la molécula de cianuro hacia la interface es más dificultosa, primero, ya que al tener carga negativa tiende a asociarse en su movimiento con los protones presentes y, segundo, por ser de un tamaño, mayor que la del oxígeno. Entonces, no es extraño descubrir que la molécula de oxígeno, al ser un gas disuelto, presente una movilidad mayor, cerca de 1.5 veces más rápida que la del cianuro. Por lo tanto, al medir experimentalmente los coeficientes de difusión respectivos, para 25°C, se tiene aproximadamente los siguientes valores:

$$D_1(\text{O}_2) = 2.76 \cdot [10]^{-5} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1} \quad (1.22)$$

$$D_1(\text{CN}^-) = 1.83 \cdot [10]^{-5} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1} \quad (1.23)$$

Es decir, se mantiene la relación $\frac{D_{\text{O}_2}}{D_{\text{CN}^-}} = 1.5$. Reemplazando estos valores resulta que: la mayor velocidad para la disolución del oro ocurre cuando se cumple que las concentraciones del cianuro y del oxígeno disuelto se encuentran en una razón molar de aproximadamente seis.

$$\frac{[\text{CN}^-]}{[\text{O}_2]} = 6 \quad (1.24)$$

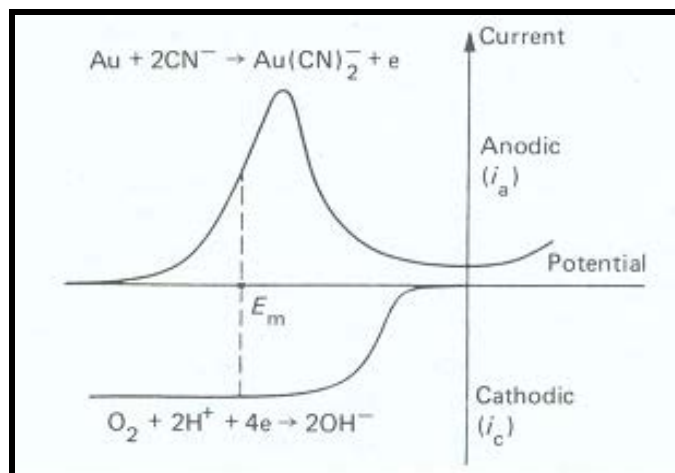


Figura N^o 1.5 Diagrama de reacción catódica y anódica

La disolución del oro es usualmente controlada por el transporte de masa bajo condiciones normalmente aplicadas en la lixiviación con cianuro, y por lo tanto la velocidad depende del espesor de la capa de difusión y las características de la solución. Un incremento de la agitación incrementa la velocidad de disolución al máximo.

En la pila de lixiviación el espesor de la capa de difusión está determinado por el flujo de la solución que pasa por las partículas sólidas estacionarias. Sin embargo, cuando se incrementa el flujo se puede tener efectos similares del que se consigue en pulpas, debido a que se incrementa la velocidad de transporte de masa de las especies reaccionantes. La concentración del oro en la solución lixivante podría decrecer, lo cual puede reducir la eficiencia del proceso aguas abajo del proceso.

1.7. Eficiencia de la Lixiviación

Las extracciones obtenidas utilizando pilas de lixiviación están dentro del rango de 50 a 85% y depende de:

- Grado de liberación del oro alcanzado en el tamaño de partícula.
- Eficiencia de contacto entre la solución y el mineral, esto es función de la uniformidad de la solución aplicada y de la homogeneidad en la pila de lixiviación.
- La relación entre la velocidad de disolución y el tiempo de lixiviación.

1.8. El Venturi

El efecto Venturi (también conocido tubo de Venturi) consiste en que la corriente de un fluido dentro de un conducto cerrado disminuye la presión del fluido al aumentar la velocidad cuando pasa por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto. Este efecto recibe su nombre del físico italiano Giovanni Battista Venturi (1746-1822).

1.9. Principio del Venturi

La ecuación de Bernoulli determina que la suma de todas las formas de energía en un fluido que circula en un trayecto cerrado, es la misma en cualquier punto de su trayectoria (o línea de flujo). Su formulación basada en la simple hipótesis de flujo incompresible (movimiento del fluido sin apreciables cambios en la densidad) es:

$$\frac{V^2}{2} + gh + \frac{p}{\rho} = \text{constante}$$

Dónde:

- v : velocidad del fluido a lo largo de la línea de flujo
- g : aceleración de la gravedad en la Tierra
- h : altura
- p : presión a lo largo de la línea de flujo
- ρ : densidad del fluido

Como consecuencia de esta ley, el fluido que pasa a través de estrechamientos ligeramente variables es sometido a cambios de velocidad y presión. Un venturi es un sistema que acelera el flujo de un fluido mediante la presencia de un estrechamiento en un tubo de forma cónica. En dicho estrechamiento el fluido aumenta su velocidad reduciendo la presión y produciendo un vacío parcial. A medida que el fluido se va alejando del estrechamiento, la presión aumenta hasta alcanzar el valor ambiental o de la tubería.

1.10. Aplicaciones

Los venturis o venturímetros se usan para adición de un fluido (aire) mediante un cambio de presión en dos puntos distintos del mismo.

Un venturi puede usarse también para inyectar un líquido en el seno de otro líquido.

Una bomba impulsa el líquido a través de una conducción que está conectada a:

- Un primer venturi para aumentar la velocidad del fluido (estrechamiento en el diámetro de la tubería).
- Una pequeña parte de tubería conectada a la fuente de gas.

- Un segundo venturi que disminuye la velocidad del fluido (el diámetro de la tubería aumenta de nuevo).

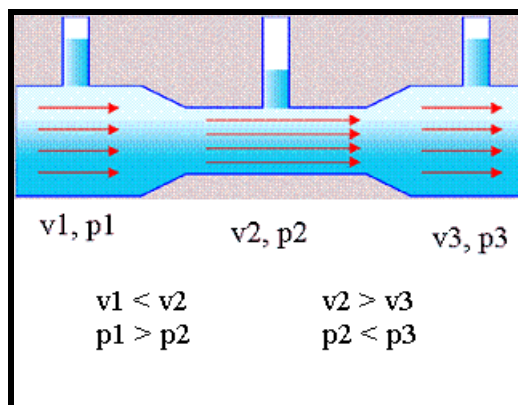


Figura N^o 1.6 Velocidad del fluido con respecto a la presión

Después del primer venturi la presión en la tubería es más baja, por lo tanto el gas es succionado en la tubería. A continuación la mezcla entra en un segundo venturi y disminuye su velocidad. Al final del sistema, se obtiene una mezcla de gas y líquido y la presión vuelve a aumentar hasta alcanzar su nivel normal en el interior de la tubería.

Esta tecnología se usa para la inyección de ozono en agua.

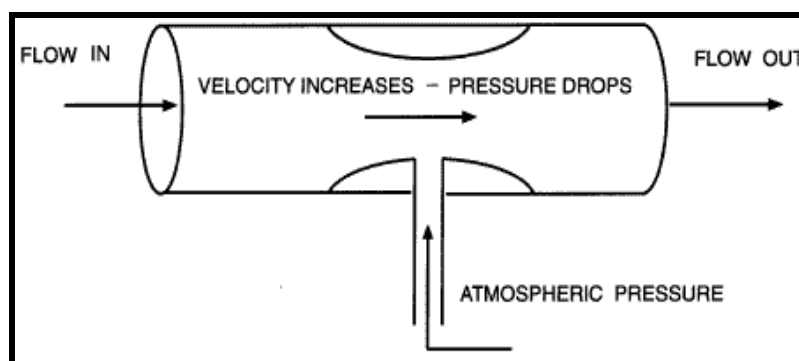


Figura N^o 1.7 Corte axial del venturi

El nuevo diseño de los inyectores proporciona la mezcla completa de las sustancias inyectadas (aire, ozono o sustancias químicas), eliminando así la necesidad de otros mezcladores en línea. Los inyectores venturi no tienen partes móviles y no necesitan mantenimiento. Operan eficazmente en un amplio rango de presiones (de 1 a 250 psi) y requieren sólo una pequeña diferencia de presión para iniciar el vacío en la zona de succión. Los venturis están contruidos con materiales termoplásticos (PVC, PE, PVDF), acero inoxidable y otros metales.

El efecto de cavitación en la cámara de inyección proporciona una mezcla instantánea, creando así miles de pequeñas burbujas de gas en el líquido. Las pequeñas burbujas proporcionan y aumentan el área superficial de contacto entre líquido y gas, de esta manera se mejora la eficacia del proceso.

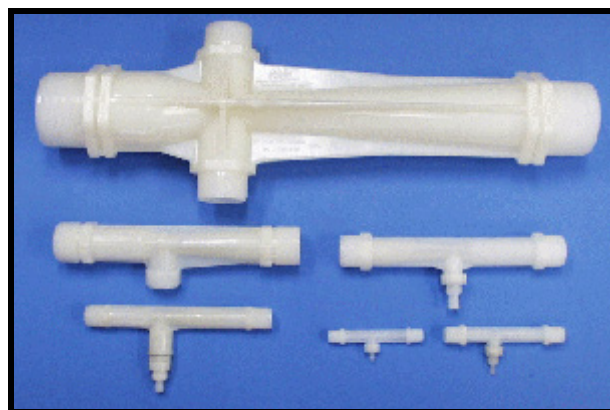


Figura N^o 1.8 Venturis de diferentes dimensiones.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

Se detallan los equipos y materiales usados para la construcción del equipo venturi:

- Máquina de termofusión 14 (con equipo electrógeno para plancha de fusión).
- Máquina de termofusión 28.
- Tuberías HDPE 4", 6".
- Codos de 4"
- Adaptador de pestañas (Flange adapter) 4", 6".
- Válvulas de 4" tipo mariposa.
- Válvulas tipo Bermad.
- Backup ring
- Empaques de 6"
- Reducciones concéntricas de HDPE de 8" a 6".
- Venturis
- Transmisores de presión.
- Flujoímetro.
- Panel solar

2.1. Máquina de Termofusión 14

Máquina de fácil transporte; que permite la termofusión o pegado en caliente, de tuberías de polietileno con diámetros de 1" hasta 4".

Está compuesta de dos abrazaderas, una fija y otra móvil, las cuales, están sujeta a cada tubería, para cepillar y calentar las superficies a pegar, luego, mediante una palanca, se desplaza la abrazadera móvil sobre unos carriles, presionándola contra la otra tubería, realizando el pegado.



Figura N° 2.1 Máquina termofusión 14 con mordazas simples.

2.2. Máquina De Termofusión 28

Al igual que la máquina anterior, esta máquina sirve para la termofusión de tuberías de polietileno, la diferencia es que esta puede trabajar con tuberías de 2" a 8", y debido a su mayor tamaño, está sujeta a un chasis con ruedas para su traslado; además, esta máquina por trabajar con tuberías de mayor dimensión, su operación de cepillado y movimiento se realiza gracias a un sistema hidráulico, el cual, usa una bomba eléctrica para generar la presión necesaria.



Figura N⁰ 2.2 Máquina termofusión 28 transportable.

2.3. Tuberías HDPE

Tubería fabricada de un material polimérico de alto peso molecular de origen petroquímico. Las siglas HDPE significan “Polietileno de alta densidad”, posee resistencia a la corrosión, a los agentes químicos y a la radiación ultravioleta.

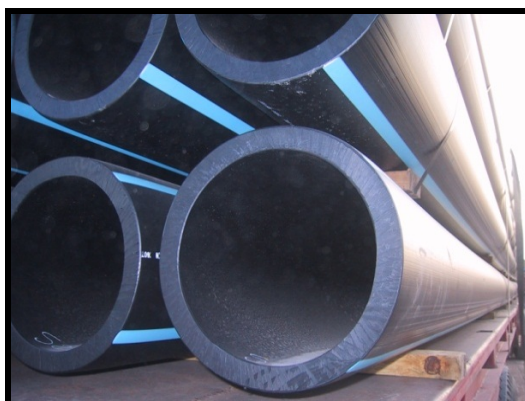


Figura N⁰ 2.3 Tuberías HDPE de gran espesor.

2.4. Codos de HDPE

Permiten unir tuberías de igual diámetro, formando ángulos entre estas (30° , 45° , 60° , y 90°). Este fitting se fabrica segmentando y con extremos lisos para soldar a tope.



Figura N^o 2.4 Codos de HDPE de 4”.

2.5. Adaptador de pestañas (Flange Adapter)

Para tuberías en todas sus medidas y espesores (PN 4, 6, 10 y 16). Es termo fusionado a la tubería (soldado).



Figura N^o 2.5 Adaptador de pestañas (Flange adapter).

2.6. Válvulas Mariposa

Para regular los flujos hacia los diferentes puntos del Pad, se usan válvulas mariposa, estas válvulas interiormente tiene un plato circular o sello con un eje central unido al cuerpo principal de la válvula, este gira sobre el eje en una amplitud de 90° , cuando el plato se encuentra paralelo al sentido del flujo la apertura es 100 % y cuando se encuentra perpendicular al flujo se encuentra cerrada totalmente. El sello vulcanizado en el cuerpo hace más duradero y precisa su retención, eliminando las turbulencias alrededor del sello que ocasiona un desgaste más rápido. La fuerza de presión es empleada para empujar el disco hacia su asiento (solo en una dirección) aumentando la retención de la válvula.



Figura N^o 2.6 Válvula mariposa

2.7. Válvulas tipo Bermad

La válvula tipo Bermad es un obturador sometido a la presión de un resorte; y cuyo movimiento sirve para regular el paso de un fluido.

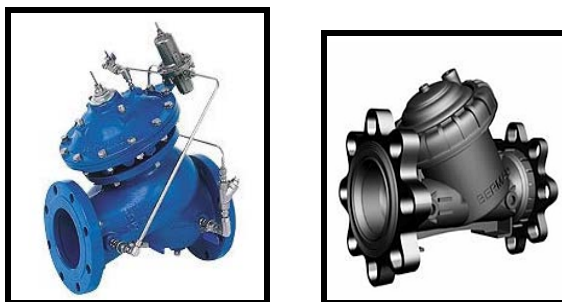


Figura N^o 2.7 Válvulas tipo Bermad en dos presentaciones

2.8. Anillo de refuerzo (Backup Ring)

Es utilizada para unir extremos de tuberías a una válvula u otra tubería bridada. Este trabaja siempre detrás de un adaptador de pestañas (flange adapter).



Figura N^o 2.8 Backup ring

2.9. Espárragos

Cuando la tuerca se utiliza en la función de elemento de fijación, se coloca siempre unida a un tornillo o a un espárrago.

Es el elemento que se aprieta con la llave para producir la fijación.



Figura N^o 2.9 Espárragos

2.10. Reducciones concéntricas de HDPE

Es una reducción alienada sobre un eje. Es utilizada para unir mediante termofusión dos tuberías de distintos diámetros.

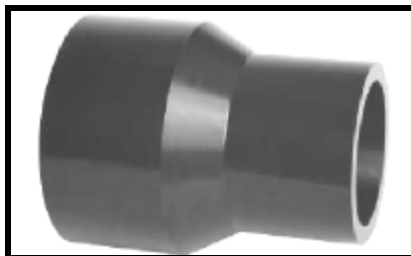


Figura N^o 2.10 Reducción de HDPE

2.11. Venturi

Los venturis o venturímetros se usan para medir la velocidad de un fluido mediante la medida de cambios de presión en dos puntos distintos del mismo.



Figura N^o 2.11 Venturi con dos entradas

2.12. Transmisores de presión

El transmisor de presión es un dispositivo electrónico que tiene por finalidad mostrar la presión que se encuentra en la línea de operación vía digital y así obtener una medida con mayor precisión.



Figura N^o 2.12 Transmisor de presión

2.13. Flujómetros

Se usan para cuantificar el flujo que está pasando a través de una tubería, tomando acción para mantener una densidad de riego de $10 \text{ lt/m}^2/\text{h}$; se usa básicamente un tipo de flujómetro que es una hélice en el interior del tubo, una de sus aletas está marcada con una pequeña pieza metálica, que al dar una vuelta completa, pasa por un sensor,

éste envía una señal a un dispositivo electrónico; este calcula, según el número de revoluciones por minuto de la hélice, el flujo de solución en gpm o m^3/h .



Figura N⁰ 2.13 Flujómetro

CAPITULO III

PROCESO

3.1. Ensamble de los Venturis

Las tuberías lineales como el tronco y las extensiones de los laterales del venturi se proceden a soldar en la máquina termofusión de acuerdo al diámetro de tubería, por ejemplo para tubería de 4" se utiliza la máquina termofusión 14, para tubería de 6" u 8" se utiliza la máquina termofusión 28, con un calentamiento de plancha de 450F para ambos casos de máquina, la tubería es cepillada con el cepillo de la maquina con una presión de cepillado para obtener superficies homogéneas y pulidas para un buen soldeo, las caras son limpiadas y se procede a calentar por intermedio de la plancha hasta observar la generación de una buena rebaba en la tubería, luego se fusiona las caras con presión de fusión de acuerdo al diámetro de tubería y como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla N° 3.1 Diámetro versus presión

MAQUINA TERMOFUSION 28		
D	SDR	PSI
2	11	53
2	17	46
4	11	114
4	17	86
6	11	211
6	17	152
8	11	338

Las medidas que presenta están diseñadas para que el venturi no tenga problemas de choque con la válvula Bermad que irá en el centro con empaques para evitar fugas.





Figura N^o 3.2 Dimensionamiento de las tuberías

Se procede a realizar dos agujeros para la ubicación de los transmisores de presión que estarán ubicados en la entrada y salida de la tubería alimentadora, para lo cual hacemos uso del taladro y una broca macho para darle el hilo de enrosque.

La distancia donde se realizó los orificios, está en base a las especificaciones técnicas dadas por el proveedor de estos flujómetros, que mencionan que debe de haber una distancia entre la turbulencia y el equipo (flujómetro) para obtener una lectura sin errores.



Figura N° 3.3 Troncal principal

La posición de la válvula Bermad esta membretado a un costado de esta por una flecha la cual indica la dirección que tomara la solución pasante además de tomar en cuenta que el equipo venturi posee una parte más larga la cual es por donde va la toma línea principal de flujo.

El traslado se realiza ya sea por intermedio del cargador frontal con la ayuda del lampon o en todo caso se podría llevar desarmado el equipo y armarlo en la celda.

Una vez instalado el equipo venturi se instala la parte de automatización que está a cargo del área de control de procesos hasta que se tenga un buen entrenamiento de los operadores para realizar esta tarea, recordar que el equipo venturi queda ubicado después del flujómetro. El flujo de entrada para la celda queda establecida por el operador de lixiviación que dependerá del tamaño de celda y ley, luego se gradúa las válvulas del venturi para que comience a jalar aire del medio, se ha estimado que

para un diferencial de entre 8 a 10 Psi el venturi podrá funcionar sin problemas siempre y cuando la presión de entrada se mantenga constante.

3.2. Dimensiones de las celdas piloto

Las dimensiones dadas fueron resultado del área proporcionada por el área de lixiviación, esta área está ubicada en el 4180.

Las celdas piloto tendrán un volumen de mineral de 10000 toneladas (valor estimado)

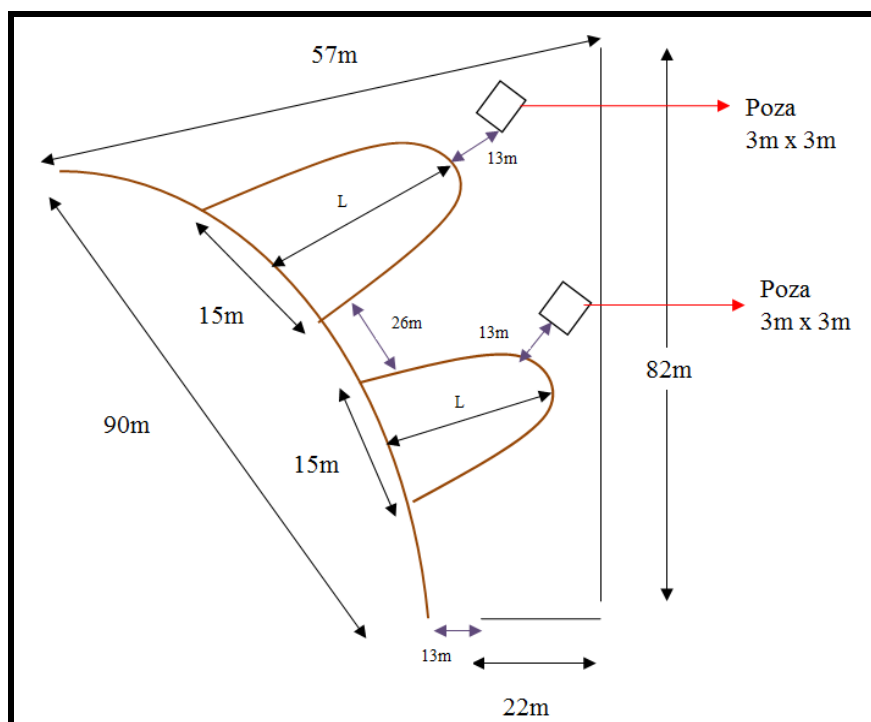


Figura N⁰ 3.4 Dimensionamiento de las celdas

Los cálculos dados se basan en el área dada por el área de lixiviación, el mineral que se usara para la prueba es un mineral conocido, por lo tanto el valor de la densidad del mineral es un dato conocido.

Determinando el volumen de la Pila:

Sabemos:

$$\text{Densidad del mineral } \left(\frac{\text{tn}}{\text{m}^3}\right) = \frac{\text{masa (tn)}}{\text{Volumen (m}^3\text{)}}$$

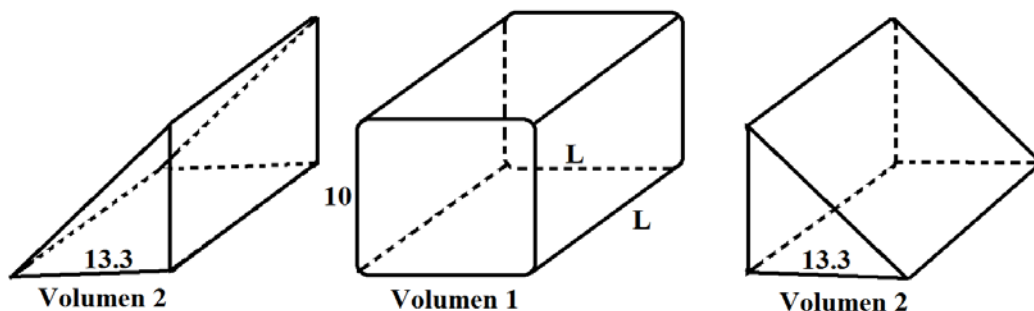
Reemplazando valores:

$$1.6 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3} = \frac{10000 \text{ tn}}{V}$$

$$V = 6250 \text{ m}^3$$

Calculo de volumen de la pila

$$\text{Volumen total (m}^3\text{)} = \text{Volumen 1} + \text{Volumen 2}$$



Dónde:

$$\text{Volumen 1} = 10 * L^2$$

$$\text{Volumen 2} = (13.3 * 10 * L) * 2$$

Finalmente:

$$6250 = 10 * L^2 + 266 * L$$

$$L = 15 \text{ m}$$

CAPITULO IV

PARAMETROS DE LA PRUEBA

4.1. Características y controles de las celdas

- Número de pilas : 2 (pila oxigenada - pila estándar)
- Granulometría : 80 % - 1 ½"
- Densidad de riego : $7.5 \frac{\text{l}}{\text{h} * \text{m}^2}$
- Concentración de cianuro libre : 280 ppm
- Control de solución percolada (compósito): cada 12 horas
- Muestreo de solución percolada (puntual) : cada 3 horas
- Control de oxígeno en solución de riego : cada 3 horas
- Control de goteros en solución de riego : cada 3 horas

Se realizó la toma de datos como eficiencia y densidad de la celda para verificar que se tenga un riego adecuado de celda dando la siguiente tabla:

Tabla N° 4.1 Cálculos para la obtención de la densidad de riego

				FLUJOS			
	3.1			3.2		3.5	
	3.1			2.8		3.1	
	3.1			2.9		2.7	
	2.8			2.5		2.6	
	3.4			3.3		2.9	
	3.5			3.3		3.5	
	3.5			3.3		3.7	
	4.1			3.9		4	
	3.4			3.4		3.9	
	3.6			4		3.7	
	3.4			3		3.6	
	3.5			3.5		4	
	3.2			2.9		3.5	
	3.5			2.8		3.6	
	3.3			3.2		3.5	
	3.9			1.7		3.4	
(área =0.24 m ²)	3.4	l/h		3.1	l/h	3.5	l/h
Densidad real =	14.2	l/hm²		12.9	l/hm²	14.4	l/hm²
Presión salida =	13	Psi		12	Psi	13.9	Psi
flujo =	194	m³/h		192	m³/h	219	m³/h

Fórmula (presión) = $3.037 * (\text{Psi})^{0.453}$

Densidad (tabla)	9.7 l/hm²	9.4 l/hm²	10.0 l/hm²
-------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------

Fórmula (flujo/área) = $(\text{flujo}/15485) * 1000$

Densidad del Flujo metro	12.5 l/hm²	12.4 l/hm²	14.1 l/hm²
---------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------

$y = 0.0002x^3 - 0.0153x^2 + 0.9823x + 1.2938$

Densidad presión	11.9 l/hm²	11.2 l/hm²	12.5 l/hm²
-------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------

La densidad real se tomó de 8 puntos de la celda con la ayuda de una probeta en un tiempo de 36 segundos de un gotero y por medio de la fórmula que se muestra a continuación se pudo obtener los valores de la tabla:

$$\text{Flujo gotero } \left(\frac{L}{h}\right) = \text{Vol} \left(\frac{\text{ml}}{36 \text{ seg}}\right) * \left(3600 \frac{\text{seg}}{h}\right) * \left(\frac{1l}{1000\text{ml}}\right)$$

$$\text{Flujo gotero } \left(\frac{L}{h}\right) = \frac{\text{vol}}{10}$$

$$\text{Densidad de riego } \left(\frac{L}{h - m^2}\right) = \frac{\text{Flujo Gotero } \left(\frac{l}{h}\right)}{\text{Distancia Gotero (m)} * \text{Distancia lateral (m)}}$$

Lo valores obtenidos de formula vendrían a ser las densidades reales.

La densidad de tabla se halló por medio de una fórmula que se muestra:

$$\text{formula (presión)} = 3.037 * (\text{Psi})^{0.453}$$

La densidad de flujómetro se halló por medio de formula ya conocida por teoría:

$$\text{formula (flujo/área)} = (\text{flujo}/15485) * 1000$$

La densidad por medio de presión se obtuvo de la fórmula:

$$Y = 0.0002X^2 - 0.0153X^2 + 0.9823X + 1.2938$$

De los datos se observa que la densidad real se aproxima fuertemente a los datos obtenidos de la densidad del flujómetro, esto nos ayuda a poder realizar la programación adecuada para el control automatizado de los venturís, programación que fue realizada por el área de control de procesos.

4.2. Implementación

El venturi después de varias pruebas en el campo durante su funcionamiento, fue modificado su forma como se menciona:

La presencia de dos venturis en el equipo se modificó debido a que para nuestro caso la falta de presión en la línea trajo consigo el mal funcionamiento de los venturis, por tal motivo se decidió el cambio de dos venturis por el de uno como se observa en el gráfico.

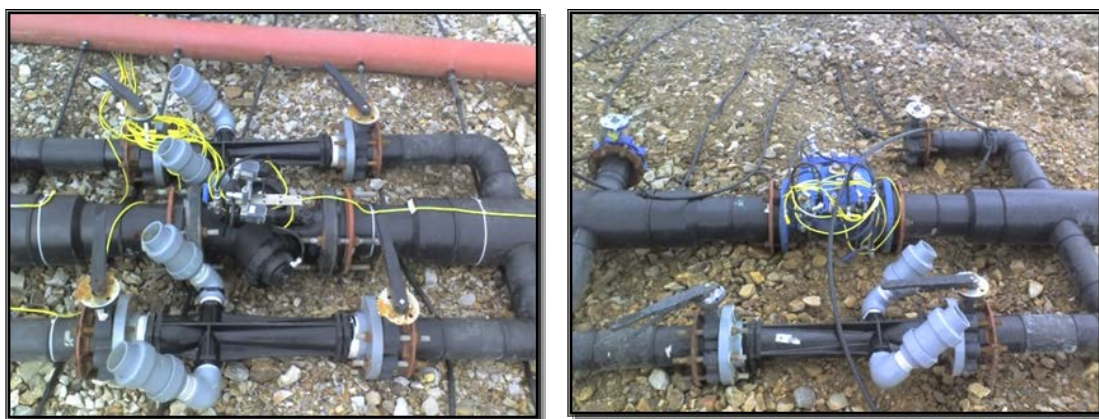


Figura N° 4.1 Cambio de la cantidad de venturis

Como mejora se cambió la válvula Bermad debido a encontrar una válvula de peso más reducido, mejor calidad y manejo.

La válvula Bermad posee un peso considerable lo cual el traslado del equipo se vuelve dificultoso provocando posibles daños en la automatización por lo cual se protegió dichos aparatos, lo que produjo el cambio en las dimensiones del equipo como se muestra.



Figura N^o 4.2 Cambio de válvula automatizada

El equipo venturi presenta una longitud de 1.40 metros aproximadamente, el área que abarca en la celda sería un área, entonces se vio la necesidad de construir tuberías tipo T que van en la salida del venturi para darle una opción a la Lay Flat de poder regar el área que se está perdiendo como se muestra en la Figura N^o 4.3.



Figura N^o 4.3 Usando tuberías tipo T

El venturi posee un tronco de entrada con una extensión de 1.5 metros aproximadamente, por lo cual se decidió cambiar este por un niple de igual o menor distancia el cual ayudaría a mejorar el traslado del equipo y reducir el tamaño del equipo venturi.

Al comenzar la instalación del venturi se tuvo problemas con la ubicación de este debido a los desniveles que se tenía en el Pad y que dificultaban el monitoreo debido a que la antena no podía ser vista por la unidad PLC, esto ahora ya no es problema debido a que el Pad se encuentra en su mayor parte en un mismo nivel como es el 4180.

Se recomienda implementar válvulas de alivio de presión en troncal principales para no causar daños en la estructura del venturi.

CAPITULO V

RESULTADOS DE LA PRUEBA

5.1. Curva de extracción de Oro y Plata

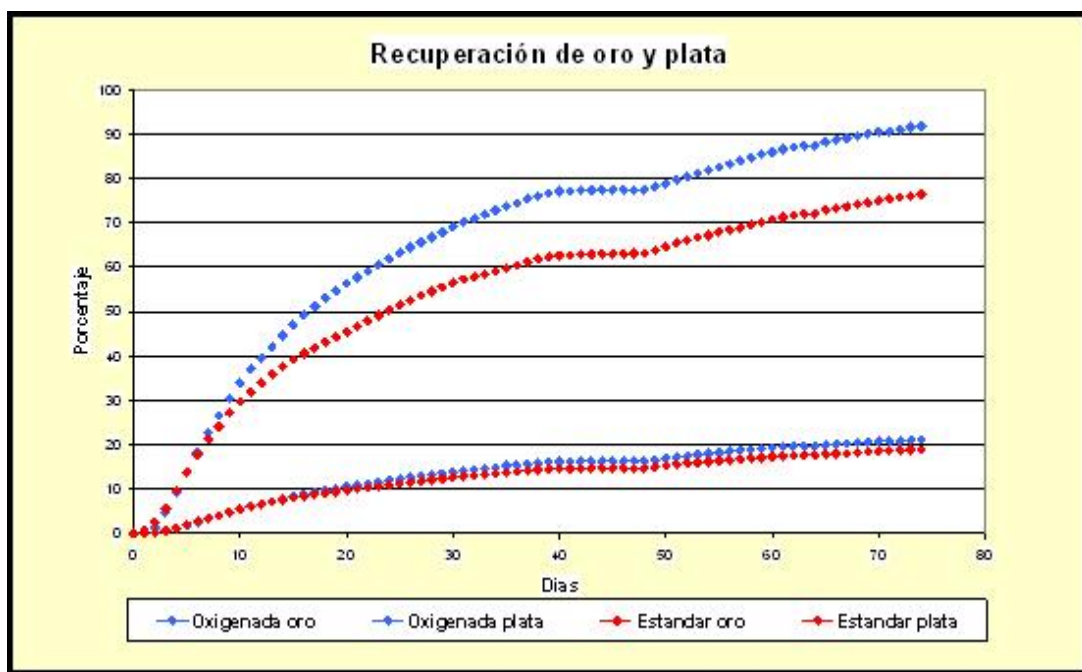


Figura N^o 5.1 Recuperación de Oro y Plata

La gráfica muestra las curvas de cinética de extracción de oro y plata, en esta se observa además el incremento de extracción de oro y plata en la pila oxigenada, comparada con la estándar. El punto en donde la curva disminuye de pendiente se origina por un periodo en el cual no se regaron las pilas.

5.2. Oxígeno en solución de riego

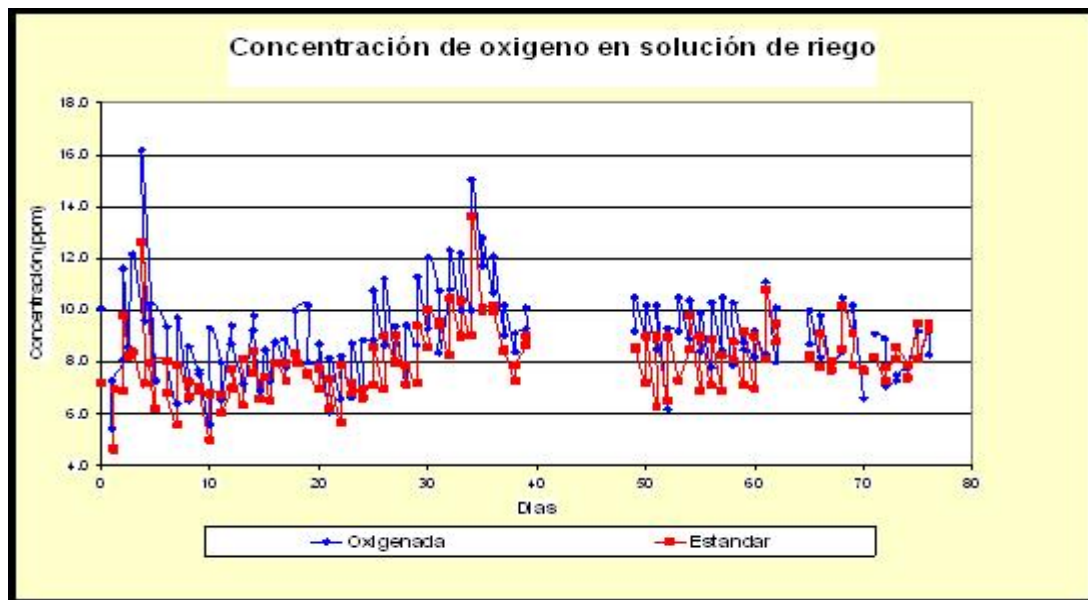


Figura N^o 5.2 Concentración de oxígeno en la solución

- Normalmente en una pila la concentración de oxígeno es de 6.0 ppm, en la prueba la diferencia de concentración de oxígeno entre pila oxigenada y estándar es de 1ppm en promedio, esto con la inyección de aire por medio de un venturi.
- En las noches la concentración de oxígeno se incrementa hasta en 2 ppm, comparado con el día, esto por el descenso de temperatura en donde estas pueden llegar a 0 grados centígrados, pudiendo ser menos, por lo tanto se ve favorecida la incorporación de aire al seno del líquido. En estas condiciones la temperatura de líquido se encuentra entre 3 a 5 grados centígrados, mientras que en el día se encuentra entre 8 a 10 grados centígrados.

5.3. Concentración de Oro en solución rica



Figura N^o 5.3 Concentración de Oro en la solución

En los primeros días la diferencia de concentración de oro a favor de la pila oxigenada es de 0.4 ppm hasta los primeros 10 días, hasta 0.7 ppm en la parte más amplia de la curva entre los 10 y 20 días, en los próximos días la diferencia se va cerrando hasta 0.1 ppm. Esto significa una mejora en la calidad de solución rica percolada. En la segunda parte de la curva las leyes entre ambas pilas se reduce a 0.1 ppm y esta diferencia se va cerrando. En tercera parte la diferencia se cierra totalmente, en esta etapa el mal funcionamiento del venturi no permitió el ingreso de aire a la solución, por tanto la calidad de solución riego para ambas pilas fue la misma.

5.4. Concentración de Plata en solución rica

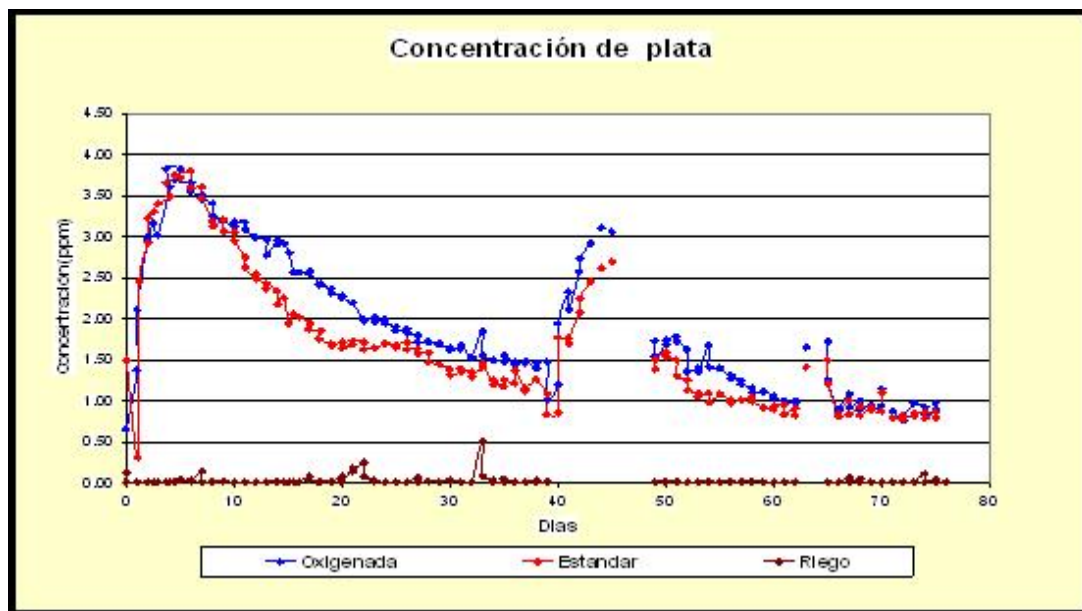


Figura N^o 5.4 Concentración de Plata en la solución

En el caso de la plata los resultados son similares en los primeros 10 días la diferencia no es muy grande, esta se amplía entre los 10 y 20 días en donde llega hasta 0.6 ppm, en los próximos días la diferencia se va cerrando hasta 0.1 ppm para finalmente en la última parte se observa que las leyes de solución percolada son similares.

5.5. Cianuro libre en solución rica

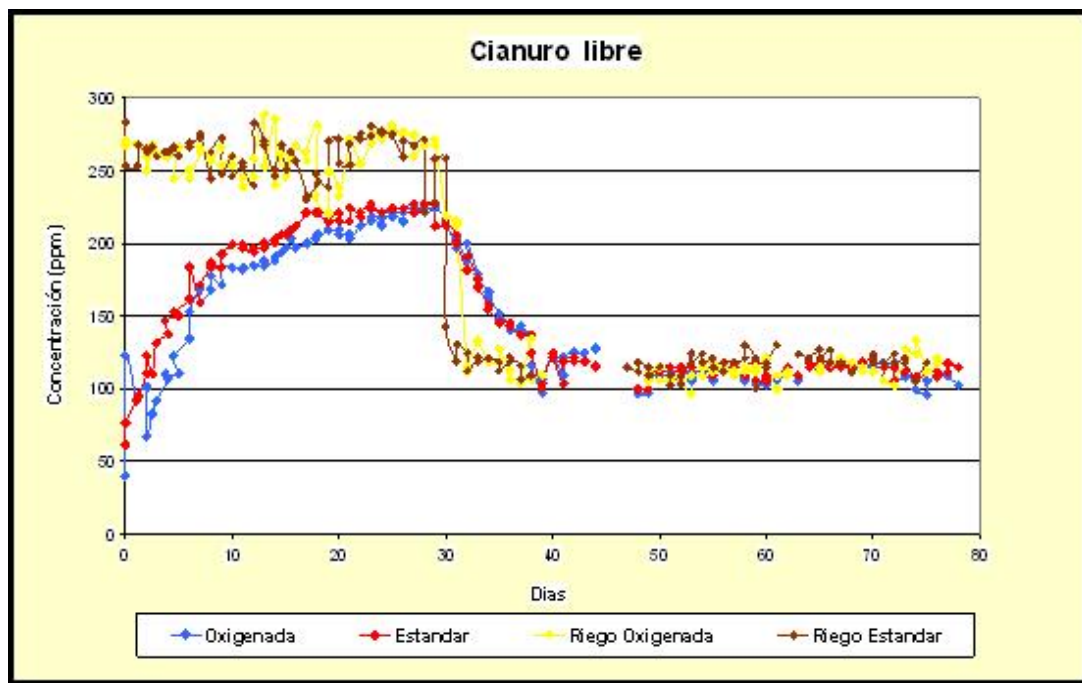


Figura N^o 5.5 Cianuro libre en la solución

La diferencia de concentración cianuro libre en la solución de riego entre la pila estándar y la pila oxigenada varía de 5 a 8 ppm, esta última tiene una menor cantidad de cianuro libre disponible esto por la inyección de aire que destruye una pequeña cantidad de cianuro libre. Las pilas se regaron con solución de la línea de producción (280 ppm CN- aproximadamente), durante 30 días, luego se cambió el riego con la línea de tránsito (120 ppm CN- aproximadamente).

5.6. Tabla de resultados

Tabla 5.1 Los cálculos para el cierre de la prueba se realizaron con el análisis de cabeza y de residuos.

Pila	Días	Cabeza analizada		Residuo analizado		Extracción por sólidos		Ratio de NaCN
		Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	
		g/t	g/t	g/t	g/t	%	%	
Oxigenada	78	1.42	8.80	0.22	5.60	84.51	36.36	0.087
Estándar	78	1.41	8.80	0.28	6.30	80.14	28.41	0.081

El venturi no genera ningún impacto ambiental además de estar en un área contenida como es el Pad de lixiviación. El operador de lixiviación al tomar datos de los flujómetro revisa el estado de los venturis por si tiene alguna fuga para después darle el debido mantenimiento.

El venturi no consume energía (corriente) solo hay que asegurarse de que se mantenga una buena presión de entrada, además de revisar que el venturi no este administrando demasiado oxígeno a la línea para lo cual hay que revisar la celda por puntos clave, el consumo de energía se da en la automatización de los venturis ya sea como el tiempo que hay que invertir en el traslado de los paneles, estructura y válvula Bermad que son equipos de sensible estado.

CONCLUSIONES

1. Para una determinación correcta de la densidad de riego es importante el uso correcto de los medidores de flujos.
2. Se determinó, utilizar un venturi para cada celda, ya que con dos venturis hay un desplazamiento de solución por el exceso de aire succionado. El diferencial de presión de la entrada y salida del venturi para una adecuada oxigenación de la solución es de 8 – 10 Psi.
3. La prueba concluye con un incremento de extracción de 4.37% en oro y de 7.95% en plata, un incremento importante en oro y plata.
4. El mayor incremento en la concentración de oro y plata en la pila oxigenada se obtuvo en los 40 días iniciales.
5. La mejora en la calidad de solución rica percolada fue de hasta 0.7 ppm de oro y de 0.6 ppm en plata, esto en los días iniciales.

6. La pérdida de cianuro libre varia de entre 5 a 8 ppm, esto por la oxigenación, que destruye una pequeña cantidad de este reactivo (2.80% de pérdida)
7. El ratio de cianuro de la pila estándar es menor en 0.006 kg/TM.
8. Las pilas tuvieron 63 días de riego efectivo.
9. La concentración de oro en solución percolada es de 0.40 ppm y de 0.81 ppm en plata, en ambas pilas, al momento de cerrar la prueba.
10. Los resultados de la prueba nos indica que es viable el uso de venturis para una mejor extracción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ballester, A., Verdeja, L. y Sancho, J. - Metalurgia Extractiva, 2000, Editorial Síntesis.
2. Misari, F. - Metalurgia del Oro, 2010, Editorial San Marcos.
3. Marsden, J., Iain House, C. - The Chemistry of Gold Extraction, 2006, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.
4. Gupta, C.K., Mukherjee, T.K. - Hydrometallurgy in Extraction Process, 1990, CRC Press, Inc.
5. Fischer, J., Lorosch, J., Knorre, H. y Griffiths, A. - Procedimiento para la lixiviación de metales nobles a partir de minerales y de concentraciones de minerales, con soluciones cianúricas con adición de peróxido de hidrógeno.
6. Guzmán Alegría Leonardo - Estudio cinético y electroquímico de la cianuración de oro con peróxido de hidrogeno y su aplicación a la cianuración con persulfato y talio (I), Edición 1996, Editorial Síntesis – España.
7. Rubisov, D.H., Papangelakis, V.G. y Kondos, P.D. - Fundamental kinetic models for gold ore cyanide leaching, Edición 1996, Canadian Metallurgical Quarterly.

ANEXO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Pila oxigenada

MALLA	PESO RETENIDO Kg.	RETENIDO %	ACUMULADO %	PASANTE %
+2"	11.09	5.11	5.11	94.89
+1 1/2"	18.79	8.66	13.77	86.23
+1"	25.00	11.52	25.28	74.72
+3/4"	12.72	5.86	31.15	68.85
+1/2"	20.74	9.56	40.70	59.30
+1/4"	20.84	9.60	50.30	49.70
+1/8"	14.33	6.60	56.90	43.10
+10	8.86	4.08	60.99	39.01
+40	23.14	10.66	71.65	28.35
+100	8.26	3.80	75.45	24.55
+140	13.15	6.06	81.51	18.49
+200	15.42	7.11	88.62	11.38
-200	24.70	11.38	100.00	0.00
TOTAL	217.05	100.00		

Pila estándar

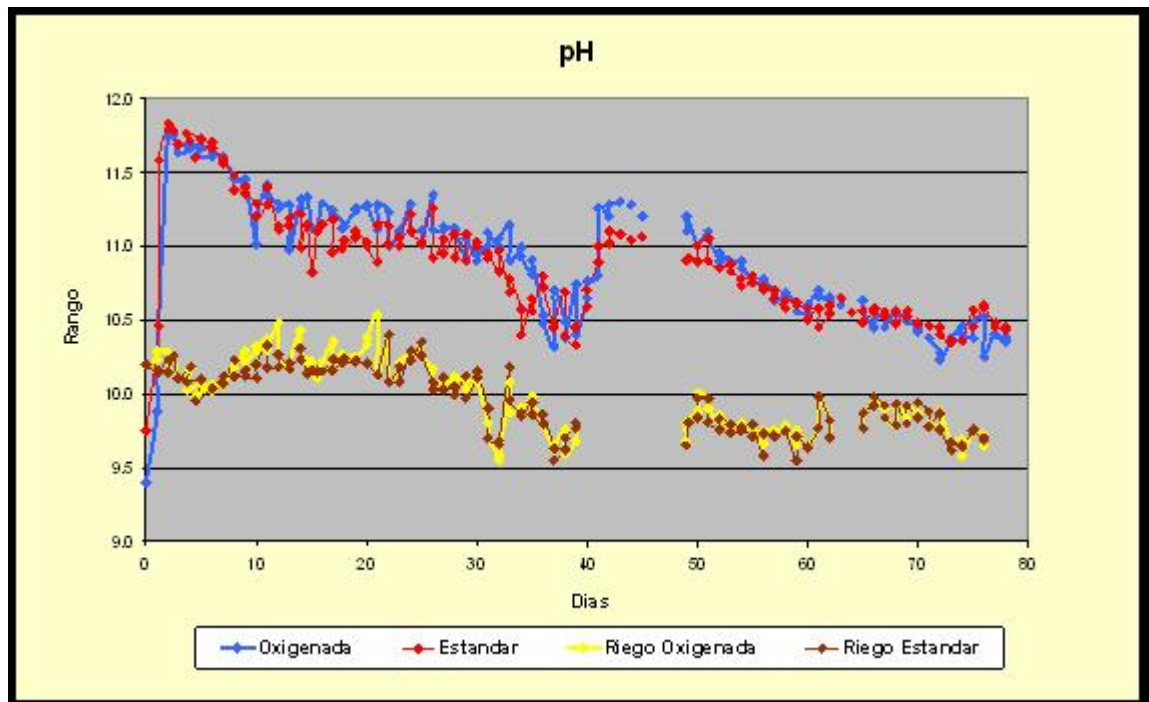
MALLA	PESO RETENIDO Kg.	RETENIDO %	ACUMULADO %	PASANTE %
+2"	17.50	7.41	7.41	92.59
+1 1/2"	27.22	11.52	18.92	81.08
+1"	29.56	12.51	31.43	68.57
+3/4"	12.60	5.33	36.76	63.24
+1/2"	16.33	6.91	43.67	56.33
+1/4"	17.73	7.50	51.18	48.82
+1/8"	13.91	5.89	57.06	42.94
+10	7.78	3.29	60.35	39.65
+40	20.32	8.60	68.95	31.05
+100	13.54	5.73	74.68	25.32
+140	15.55	6.58	81.26	18.74
+200	17.95	7.60	88.86	11.14
-200	26.34	11.14	100.00	0.00
TOTAL	236.32	100.00		

Los resultados muestran un alto contenido de finos (-M 200), lo que ocasiono la formación de algunos pequeños charcos en ambas pilas, esto motivó que los días iniciales se regara con bajas tasas de riego.

Comparación de resultados

Pila	Tonelaje	Humedad	Densidad aparente	Area de riego		Tasa de riego		Flujo de riego	
				Plataforma	Taludes	Plataforma	Taludes	Plataforma	Taludes
	TM	%	TM/m3	m2	m2	l/h m2	l/h m3	ml/min	ml/min
Oxygenada	5909.0	6.09	1.63	322.54	652.78	7.50	4.00	117.90	68.30
Estandar	5916.0	6.22	1.65	301.61	634.16	7.50	4.00	105.90	72.40

PARÁMETROS DE LA PRUEBA



pH de la prueba

El pH de percolación en ambas pilas en los primeros días fue superior a 11.5 llegando al final de la prueba sobre 10.30

Hoja de control de campo

Pila Oxigenada

Peso mineral humedo 5909.00 TM
 Humedad 6.09 %
 Peso mineral seco 5549.14 TM
 Densidad aparente 1.63 TM/m3

Ley oro 1.42 g/TM
 Ley plata 8.80 g/TM
 Oro 7879.78 g
 Plata 48832.45 g

TIEMPO	FECHA		HORA	SOLUCION RIEGO											SOLUCION PERCOLADA															
				Volumen	Totalizad or	Factor	AgNO3	CN-	NaCN Agreg	pH	Oxigen o	Oro	Plata	Volumen	Totalizad or	Factor	AgNO3	CN-	pH	Ratio NaCN		ACUMULADO		EXTRACCION						
																				Reman	Ratio	Oro	Plata	Oro	Plata	Au	Ag			
Dias			m3	m3		ml		ppm		ppm	ppm	m3	m3		ml			kg	kg/TM	ppm	ppm	g	g	%	%					
0	01-Sep	0	1-Sep	60.00	60.00	30.03	8.90	267.27	30.22	10.20	10.06	0.09	0.13					0.00				0								
		0	2-Sep	60.00	120.00	30.03	9.00	270.27	60.78	10.19		1.82	1.82	30.58	1.30	39.75	9.40	0.14		0.78	0.66	1.423225	1.423225	1.20	1.20	0.02	0.00			
1	02-Sep	1	2-Sep	18:30	60.00	180.00	30.12	8.90	268.07	91.09	10.23	5.42	4.93	6.76	30.58	4.00	122.32	9.88	1.27	0.016	1.31	1.38	6.46	23.99	6.80	18.65	0.30	0.04		
		1	3-Sep	6:20	53.25	233.25	30.12	8.90	268.07	118.00	10.29	7.28	6.11	12.87	30.58	3.00	91.74	10.28	2.33	0.021	2.82	2.11	17.24	12.90	18.94					
2	03-Sep	2	3-Sep	11:50	55.00	288.25	30.12	8.60	259.03	144.85	10.28	8.1	0.01	0.02	6.31	19.18	30.58	3.00	91.74	11.83	3.42	0.025	5.08	3.00	32.06	103.78	31.81	67.17	1.32	0.14
		2	4-Sep	6:20	56.20	344.45	30.12	8.30	250.00	171.32	10.14	11.61	0.01	0.02	10.71	29.89	30.58	3.30	100.91	11.74	5.46	0.030	4.56	2.97	48.84					
3	04-Sep	3	4-Sep	21:08	55.00	399.45	30.12	8.90	268.07	199.11	10.26	8.59	0.01	0.02	20.36	50.25	30.58	2.20	67.28	11.75	8.04	0.034	4.61	3.17	93.84	376.86	64.53	251.59	4.78	0.52
		3	5-Sep	8:30	56.00	455.45	30.12	8.70	262.04	226.77	10.10	12.18	0.01	0.02	40.44	90.68	30.58	2.70	82.57	11.63	14.33	0.038	4.46	3.02	180.34					
4	05-Sep	4	5-Sep	18:10	53.50	508.95	30.58	8.50	259.93	252.97	10.17	9.60	0.01	0.02	39.23	129.92	30.58	3.00	91.74	11.66	21.11	0.042	4.27	3.61	167.52	734.71	141.63	567.70	9.32	1.16
		4	6-Sep	6:20	55.10	564.05	30.58	8.50	259.93	279.96	10.03	16.18	0.01	0.02	46.13	176.04	30.58	3.50	107.03	11.68	30.42	0.045	4.15	3.83	191.42					
5	06-Sep	5	6-Sep	18:00	54.30	618.35	30.58	8.70	266.05	307.19	10.07	7.28	0.02	0.05	43.70	219.74	30.58	3.60	110.09	11.67	39.48	0.048	4.07	3.83	177.86	1090.34	167.37	906.88	13.84	1.86
		5	7-Sep	6:00	53.60	671.95	30.58	8.00	244.64	331.90	9.98	10.25	0.01	0.02	47.59	267.33	30.58	3.60	110.09	11.61	49.36	0.051	3.77	3.69	179.40					
6	07-Sep	6	7-Sep	18:00	50.15	722.10	30.58	8.20	250.76	355.60	10.07	9.38	0.03	0.05	46.79	314.11	30.58	4.00	122.32	11.61	60.14	0.053	3.78	3.66	176.62	1439.28	171.24	1246.41	18.27	2.55
		6	8-Sep	6:00	54.15	776.25	30.58	8.00	244.64	380.57	10.02	8.04	0.01	0.03	48.57	362.68	30.58	4.40	134.55	11.63	72.46	0.056	3.59	3.55	174.37					
7	08-Sep	7	8-Sep	18:00	58.15	834.40	30.58	8.60	262.99	409.39	10.08	6.39	0.06	0.15	56.16	418.84	30.58	5.00	152.90	11.60	88.64	0.058	3.46	3.51	194.30	1797.05	197.11	1608.27	22.81	3.29
		7	9-Sep	6:00	56.85	891.25	30.58	8.70	266.05	437.89	10.05	9.72	0.01	0.02	50.61	469.45	30.58	5.50	168.19	11.57	104.68	0.060	3.31	3.45	167.53					
8	09-Sep	8	9-Sep	18:00	58.25	949.50	30.58	8.50	259.93	466.43	10.19	6.53	0.01	0.03	48.32	517.78	30.58	5.20	159.02	11.48	119.17	0.063	3.22	3.41	155.61	2102.36	164.79	1936.92	26.68	3.97
		8	10-Sep	6:14	57.65	1007.15	30.58	8.40	256.87	494.34	10.18	8.62	0.01	0.02	51.31	569.09	30.58	5.50	168.19	11.46	135.43	0.065	2.94	3.25	150.86					
9	10-Sep	9	10-Sep	18:00	45.15	1052.30	30.58	8.70	266.05	516.97	10.29	7.53	0.01	0.03	48.44	617.53	30.58	5.80	177.36	11.42	151.62	0.066	2.80	3.21	135.63	2392.35	155.49	2268.34	30.36	4.65
		9	11-Sep	6:12	50.25	1102.55	30.58	8.50	253.81	541.01	10.22	7.68	0.01	0.03	55.87	673.40	30.58	5.60	171.25	11.45	169.65	0.067	2.78	3.20	155.32					
10	11-Sep	10	11-Sep	18:00	53.96	1156.51	30.58	7.60	259.93	567.44	10.29	5.60	0.01	0.02	58.89	732.29	30.58	6.00	183.48	11.01	190.02	0.068	2.25	3.12	132.50	2674.90	183.73	2639.84	33.95	5.41
		10	12-Sep	6:16	57.46	1213.97	30.58	8.30	253.81	594.93	10.32	9.32	0.01	0.02	59.75	792.04	30.58	6.00	183.48	11.21	210.68	0.069	2.53	3.18	151.17					
11	12-Sep	11	12-Sep	18:15	54.30	1268.27	30.58	8.00	244.64	619.96	10.37	7.99	0.01	0.02	43.35	835.39	30.58	6.00	183.48	11.42	225.67	0.071	2.48	3.18	107.40	2921.28	137.85	2968.74	37.07	6.08
		11	13-Sep	6:10	53.60	1321.87	30.58	7.80	238.52	644.06	10.30	6.56	0.01	0.02	62.53	897.91	30.58	6.00	183.48	11.34	247.29	0.072	2.24	3.09	140.06					
12	13-Sep	12	13-Sep	18:00	37.85	1359.72	30.40	8.10	246.20	661.62	10.48	9.41	0.02	0.02	45.70	943.61	30.30	6.00	181.82	11.29	262.94	0.072	2.22	3.00	101.45	3116.31	137.09	3233.09	39.55	6.62
		12	14-Sep	6:05	54.35	1414.07	30.40	8.50	258.36	688.08	10.27	8.71	0.02	0.02	43.18	986.79	30.30	6.10	184.85	11.25	277.99	0.074	2.21	2.99	95.43					
13	14-Sep	13	14-Sep	18:20	44.97	1459.04	30.40	9.50	288.75	712.55	10.17	7.17	0.03	0.02	47.21	1034.00	30.30	6.10	184.85	11.28	294.43	0.075	2.15	2.97	101.50	3306.77	140.21	3508.71	41.97	7.19
		13	15-Sep	6:00	58.82	1517.86	30.40	8.30	252.28	740.52	10.21	6.39	0.02	0.02	49.45	1083.45	30.30	6.20	187.88	10.98	311.94	0.077	1.85	2.78	91.49					
14	15-Sep	14	15-Sep	18:00	37.40	1555.26	30.40	9.40	285.71	760.66	10.43	9.80	0.01	0.03	45.58	1129.03	30.30	6.10	184.85	11.32	327.82	0.078	2.21	2.96	100.73	3515.76	134.91	3793.42	44.62	7.77
		14	16-Sep	6:00	54.98	1610.24	30.40	7.90	240.12	785.54	10.31	9.22	0.01	0.02	52.24	1181.27	30.30	6.20	187.88	11.26	346.32	0.079	2.09	2.91	109.18					

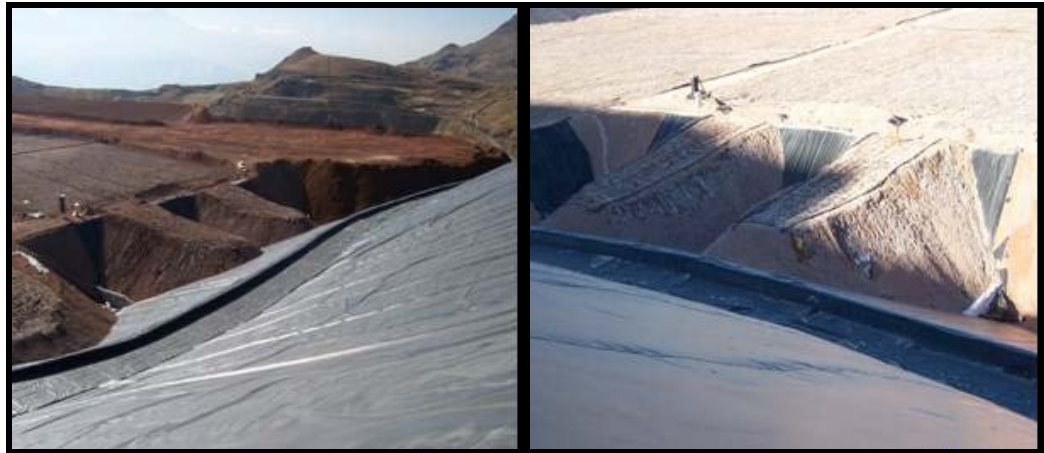
15	16-Sep	15	16-Sep	18:00	44.76	1655.00	30.40	8.60	261.40	807.59	10.22	6.92	0.01	0.02	44.30	1225.57	30.30	6.30	190.91	11.33	362.26	0.080	2.12	2.92	93.92	3702.56	129.36	4052.72	46.99	8.30
		15	17-Sep	6:00	47.09	1702.09	30.40	8.10	246.20	829.44	10.22	8.48	0.01	0.02	46.90	1272.47	30.30	6.40	193.94	11.12	379.40	0.081	2.00	2.81	93.80					
16	17-Sep	16	17-Sep	18:00	46.84	1748.93	30.40	8.50	258.36	852.24	10.11	7.27	0.01	0.02	46.80	1319.27	30.30	6.50	196.97	11.10	396.77	0.082	1.70	2.57	79.56	3877.82	120.28	4313.80	49.21	8.83
		16	18-Sep	6:10	57.59	1806.52	30.40	8.80	267.48	881.27	10.22	8.78	0.01	0.02	55.60	1374.87	30.30	6.70	203.03	11.29	418.04	0.083	1.74	2.57	96.74					
17	18-Sep	17	18-Sep	18:10	44.50	1851.02	30.21	8.50	256.79	902.81	10.36	7.83	0.05	0.09	45.52	1420.39	30.30	6.50	196.97	11.21	434.94	0.084	1.80	2.58	81.94	4033.83	117.44	4539.05	51.19	9.30
		17	19-Sep	6:10	43.86	1894.88	30.21	8.70	262.84	924.54	10.21	8.90	0.01	0.04	44.36	1464.75	30.30	6.60	200.00	11.24	451.66	0.085	1.73	2.56	76.74					
18	19-Sep	18	19-Sep	18:05	44.28	1939.16	30.21	9.30	280.96	947.98	10.23	8.00	0.01	0.02	45.20	1509.95	30.30	6.60	200.00	11.14	468.70	0.086	1.63	2.43	73.79	4176.97	109.84	4753.29	53.01	9.73
		18	20-Sep	6:00	44.95	1984.11	30.21	7.70	232.62	967.69	10.27	9.98	0.01	0.02	43.90	1553.85	30.30	6.80	206.06	11.12	485.75	0.087	1.60	2.42	70.24					
19	20-Sep	19	20-Sep	18:00	38.68	2022.79	30.21	7.30	220.54	983.76	10.25	10.20	0.01	0.03	40.15	1594.00	30.30	6.70	203.03	11.24	501.11	0.087	1.51	2.37	60.43	4302.27	95.16	4944.27	54.60	10.12
		19	21-Sep	6:00	43.65	2066.44	30.21	8.25	249.24	1004.27	10.24	8.00	0.01	0.02	42.18	1636.18	30.30	6.90	209.09	11.26	517.73	0.088	1.56	2.32	65.70					
20	21-Sep	20	21-Sep	18:00	39.36	2105.80	30.21	7.90	238.67	1021.97	10.33	8.00	0.05	0.09	41.00	1677.18	30.30	6.90	209.09	11.27	533.89	0.088	1.54	2.28	63.14	4432.61	93.48	5134.51	56.25	10.51
		20	22-Sep	6:05	42.97	2148.77	30.21	7.70	232.62	1040.81	10.38	8.70	0.01	0.02	44.76	1721.94	30.30	6.90	209.09	11.28	551.53	0.088	1.56	2.26	69.60					
21	22-Sep	21	22-Sep	18:15	40.59	2189.36	30.30	8.30	270.23	1061.48	10.53	6.08	0.09	0.19	42.28	1764.22	30.30	6.80	206.06	11.11	567.94	0.089	1.48	2.20	62.36	4549.35	93.02	5306.72	57.73	10.87
		21	23-Sep	6:00	40.58	2229.94	30.30	7.90	271.90	1082.27	10.13	8.17	0.07	0.15	42.27	1806.49	30.30	6.80	206.06	11.28	584.36	0.090	1.44	2.20	60.87					
22	23-Sep	22	23-Sep	18:02	44.42	2274.36	30.30	8.20	255.16	1103.63	10.40	6.58	0.12	0.26	46.27	1852.76	30.30	6.70	203.03	11.23	602.06	0.090	1.27	1.98	58.76	4659.10	91.61	5479.57	59.13	11.22
		22	24-Sep	6:00	46.35	2320.71	30.30	8.10	254.00	1125.82	10.08	8.23	0.04	0.09	48.48	1901.24	30.30	7.00	212.12	11.00	621.44	0.091	1.20	2.00	58.18					
23	24-Sep	23	24-Sep	18:04	45.71	2366.41	30.30	8.70	268.67	1148.96	10.18	6.63	0.03	0.04	47.61	1948.85	30.30	7.00	212.12	11.10	640.48	0.092	1.22	2.02	58.08	4767.84	96.17	5660.20	60.51	11.59
		23	25-Sep	6:00	42.67	2409.08	30.30	8.90	275.50	1171.12	10.21	8.73	0.01	0.03	44.45	1993.30	30.30	7.10	215.15	11.08	658.50	0.092	1.18	1.97	52.45					
24	25-Sep	24	25-Sep	18:05	45.70	2454.78	30.30	8.80	271.58	1194.51	10.29	6.85	0.01	0.02	47.60	2040.90	30.30	7.20	218.18	11.29	678.07	0.093	1.23	2.00	58.55	4878.84	95.20	5840.27	61.92	11.96
		24	26-Sep	6:00	42.67	2497.45	30.30	9.00	274.08	1216.55	10.22	8.85	0.01	0.02	44.45	2085.35	30.30	7.00	212.12	11.10	695.84	0.094	1.20	1.95	53.34					
25	26-Sep	25	26-Sep	18:02	45.37	2542.82	30.30	8.50	281.00	1240.58	10.35	8.87	0.01	0.02	47.26	2132.61	30.30	7.20	218.18	11.11	715.27	0.095	1.19	1.91	56.24	4987.76	90.27	6016.10	63.30	12.32
		25	27-Sep	6:00	45.12	2587.94	30.30	8.60	277.08	1264.14	10.26	10.78	0.01	0.02	47.00	2179.61	30.30	7.20	218.18	11.01	734.60	0.095	1.14	1.86	53.58					
26	27-Sep	26	27-Sep	18:00	45.19	2633.13	30.40	8.10	276.39	1287.67	10.17	8.67	0.01	0.02	47.07	2226.68	30.30	7.30	221.21	11.35	754.22	0.096	1.11	1.88	52.25	5082.80	88.49	6178.06	64.50	12.65
		26	28-Sep	6:00	39.43	2672.56	30.40	8.30	275.64	1308.16	10.08	11.22	0.01	0.02	41.07	2267.75	30.30	7.10	215.15	11.11	770.88	0.097	1.06	1.83	43.64					
27	28-Sep	27	28-Sep	18:00	41.28	2713.84	30.40	8.20	274.48	1329.51	10.07	8.00	0.07	0.08	43.00	2310.75	30.30	7.30	221.21	11.11	788.80	0.097	1.15	1.80	49.45	5172.17	77.40	6327.20	65.64	12.96
		27	29-Sep	6:00	42.36	2756.19	30.40	8.20	259.93	1350.26	10.08	9.38	0.01	0.02	44.12	2354.87	30.30	7.30	221.21	11.13	807.20	0.098	0.98	1.72	43.24					
28	29-Sep	28	29-Sep	18:10	41.57	2797.76	30.40	6.90	270.83	1371.47	10.09	7.10	0.01	0.03	43.30	2398.17	30.30	7.40	224.24	11.12	825.50	0.098	1.00	1.72	43.30	5260.04	74.48	6474.63	66.75	13.26
		28	30-Sep	6:00	41.88	2839.63	30.40	8.10	267.50	1392.58	10.12	9.43	0.03	0.03	43.62	2441.79	30.30	7.30	221.21	11.11	843.68	0.099	1.06	1.73	46.24					
29	30-Sep	29	30-Sep	17:45	44.94	2884.57	30.40	6.90	267.42	1415.23	10.09	8.67	0.01	0.02	46.81	2488.60	30.30	7.40	224.24	10.91	863.46	0.099	1.00	1.71	46.58	5350.28	80.05	6629.73	67.90	13.58
		29	1-Oct	6:00	43.64	2928.21	30.40	7.00	271.42	1437.56	10.03	11.30	0.01	0.02	45.46	2534.06	30.30	7.40	224.24	11.05	882.67	0.100	0.98	1.69	44.55					
30	01-Oct	30	1-Oct	17:30	45.02	2973.24	30.40	7.20	218.85	1456.13	10.08	9.30	0.03	0.04	46.90	2580.96	30.30	7.40	224.24	10.90	902.49	0.100	1.03	1.65	48.31	5443.08	77.39	6782.31	69.08	13.89
		30	2-Oct	6:00	46.72	3019.96	30.40	7.20	218.85	1475.40	10.10	12.05	0.05	0.05	48.67	2629.63	30.30	7.20	218.18	10.95	922.51	0.100	0.99	1.63	48.18					
31	02-Oct	31	2-Oct	18:00	46.48	3066.44	30.30	7.10	215.15	1494.24	9.80	10.76	0.01	0.02	48.42	2678.05	30.30	7.10	215.15	11.00	942.14	0.099	0.96	1.64	46.36	5524.20	79.41	6921.04	70.11	14.17
		31	3-Oct	6:00	34.85	3101.29	30.30	7.00	212.12	1508.18	9.70	8.36	0.01	0.02	36.30	2714.35	30.30	6.50	196.97	11.09	955.61	0.100	0.98	1.68	35.57					
32	03-Oct	32	3-Oct	18:20	46.55	3147.84	30.30	3.70	112.12	1518.01	9.58	10.80	0.01	0.02	48.49	2762.84	30.30	6.70	203.03	10.99	974.17	0.098	0.85	1.53	41.22	5583.88	74.19	7028.14	70.86	14.39
		32	4-Oct	6:00	21.36	3169.20	30.30	3.80	115.15	1522.65	9.55	12.32	0.01	0.02	22.25	2785.09	30.30	6.20	187.88	11.05	982.05	0.097	0.86	1.54	19.14					
33	04-Oct	33	4-Oct	18:20	33.93	3203.13	30.30	4.40	133.33	1531.17	10.08	10.00	0.22	0.51	35.34	2820.43	30.30	6.60	200.00	11.14	995.37	0.097	1.11	1.85	39.23	5660.91	65.38	7150.97	71.84	14.64
		33	5-Oct	5:55	48.70	3251.83	30.30	4.40	133.33	1543.41	9.87	12.21	0.06	0.09	50.73	2871.16	30.30	5.90	178.79	10.90	1012.46	0.096	0.95	1.56	48.19					
34	05-Oct	34	5-Oct	18:00	46.32	3298.15	30.30	3.90	118.18	1553.73	9.91																			

	09-Oct	38	9-Oct	18:00	37.52	3634.11	30.40	4.40	133.74	1627.08	9.76	8.40	0.03	0.04	39.08	3269.37	30.40	4.60	139.82	10.49	1127.67	0.090	0.71	1.40	27.75	5989.83	54.71	7784.50	76.02	15.94
		38	10-Oct	6:00	35.32	3669.43	30.40	3.50	106.38	1634.16	9.59	9.13	0.01	0.02	36.79	3306.16	30.40	4.50	136.78	10.38	1137.16	0.090	0.79	1.47	29.06		54.08			
39	10-Oct	39	10-Oct	18:15	39.86	3709.29	30.40	3.60	109.42	1642.38	9.68	9.30	0.03	0.03	41.52	3347.68	30.40	3.80	115.50	10.74	1146.20	0.089	0.80	1.48	33.22	6042.40	61.45	7881.23	76.68	16.14
		39	11-Oct	6:00	34.59	3743.88	30.40	3.60	109.42	1649.51	9.80	10.10	0.01	0.02	36.03	3383.71	30.40	3.20	97.26	10.40	1152.80	0.090	0.58	1.03	20.90		37.11			
40	11-Oct	40	11-Oct	18:10		3743.88				1649.51					32.96	3416.67	30.40	3.50	106.38	10.65	1159.41	0.088	0.66	1.21	21.75	6074.71	39.88	7938.86	77.09	16.26
		40	12-Oct	5:50		3743.88				1649.51					9.10	3425.77	30.40	4.10	124.62	10.76	1161.54	0.088	1.16	1.95	10.56		17.74			
41	12-Oct	41	12-Oct	18:00		3743.88				1649.51					0.61	3426.38	30.40	4.10	124.62	10.80	1161.69	0.088	1.59	2.33	0.97	6083.51	1.42	7951.19	77.20	16.28
		41	13-Oct	6:00		3743.88				1649.51					5.15	3431.53	30.40	3.60	109.42	11.26	1162.75	0.088	1.52	2.12	7.83		10.92			
42	13-Oct	42	13-Oct	18:00		3743.88				1649.51					1.90	3433.43	30.40	4.00	121.58	11.20	1163.19	0.088	1.90	2.58	3.61	6088.83	4.90	7958.37	77.27	16.30
		42	14-Oct	5:50		3743.88				1649.51					0.83	3434.26	30.40	4.10	124.62	11.28	1163.38	0.088	2.06	2.74	1.71		2.27			
43	14-Oct	43	14-Oct	18:00		3743.88				1649.51					0.97	3435.23	30.40	4.00	121.58	11.30	1163.60	0.088	2.19	2.92	2.12	6090.95	2.83	7961.20	77.30	16.30
		43	15-Oct	6:00		3743.88				1649.51						3435.23					1163.60	0.088			0.00		0.00			
44	15-Oct	44	15-Oct	18:00		3743.88				1649.51					2.98	3438.21	30.40	4.10	124.62	11.28	1163.60	0.087	2.25	3.11	6.71	6097.66	9.27	7970.47	77.38	16.32
		44	16-Oct	6:00		3743.88				1649.51						3438.21					1164.30	0.087			0.00		0.00			
45	16-Oct	45	16-Oct	18:00		3743.88				1649.51					0.10	3438.31	30.40	4.20	127.66	11.20	1164.33	0.087	2.33	3.06	0.23	6097.89	0.31	7970.78	77.39	16.32
		45	17-Oct	5:40		3743.88				1649.51						3438.31					1164.33	0.087			0.00		0.00			
46	17-Oct	46	17-Oct	18:00		3743.88				1649.51						3438.31					1164.33	0.087			0.00	6097.89	0.00	7970.78	77.39	16.32
		46	18-Oct	6:00		3743.88				1649.51						3438.31					1164.33	0.087			0.00		0.00			
47	18-Oct	47	18-Oct	17:40		3743.88				1649.51						3438.31					1164.33	0.087			0.00	6097.89	0.00	7970.78	77.39	16.32
		47	19-Oct	6:00		3743.88				1649.51						3438.31					1164.33	0.087			0.00		0.00			
48	19-Oct	48	19-Oct	18:00		3743.88				1649.51						3438.31					1164.33	0.087			0.00	6097.89	0.00	7970.78	77.39	16.32
		48	20-Oct	5:55		3743.88				1649.51						3438.31					1164.33	0.087			0.00		0.00			
49	20-Oct	49	20-Oct	17:50	42.47	3786.35	30.20	3.70	111.74	1658.46	9.68	9.20	0.01	0.02	42.47	3480.78	30.20	3.20	96.64	11.10	1172.06	0.088	0.84	1.74	35.67	6156.39	73.90	8109.69	78.13	16.61
		49	21-Oct	6:00	43.05	3829.40	30.20	3.50	105.70	1667.03	9.81	10.50	0.01	0.02	43.05	3523.83	30.20	3.20	96.64	11.20	1179.90	0.088	0.55	1.55	23.68		66.73			
50	21-Oct	50	21-Oct	18:20	44.17	3873.57	30.20	3.80	114.76	1676.59	9.88	9.00	0.06	0.03	44.17	3568.00	30.20	3.60	108.72	11.00	1188.95	0.088	0.63	1.69	27.83	6212.62	74.65	8257.63	78.84	16.91
		50	22-Oct	5:55	43.13	3916.70	30.20	3.50	105.70	1685.18	10.01	10.20	0.01	0.02	43.13	3611.13	30.20	3.60	108.72	11.00	1197.79	0.088	0.73	1.75	31.48		75.48			
51	22-Oct	51	21-Oct	18:20	33.41	3950.11	30.20	3.50	105.70	1691.83	9.97	8.50	0.04	0.03	33.41	3644.54	30.20	3.70	111.74	11.10	1204.82	0.088	0.78	1.79	26.06	6278.90	59.80	8406.40	79.68	17.21
		51	22-Oct	5:55	57.67	4007.78	30.20	3.60	108.72	1703.65	9.90	10.20	0.01	0.02	52.67	3697.21	30.20	3.70	111.74	11.05	1215.92	0.088	0.80	1.73	42.14		91.12			
52	23-Oct	52	21-Oct	18:20	39.57	4047.35	30.20	3.60	108.72	1711.76	9.81	6.20	0.01	0.02	34.57	3731.78	30.20	3.50	105.70	10.90	1222.80	0.088	0.76	1.63	26.27	6334.05	56.35	8526.26	80.38	17.46
		52	22-Oct	5:55	47.99	4095.34	30.20	3.50	105.70	1721.32	9.86	9.30	0.01	0.02	47.99	3779.77	30.20	3.70	111.74	10.95	1232.91	0.088	0.62	1.36	29.75		65.27			
53	24-Oct	53	21-Oct	18:20	56.97	4152.31	30.20	3.20	96.64	1731.69	9.78	9.20	0.01	0.02	56.97	3836.74	30.20	3.60	108.72	10.90	1244.58	0.088	0.62	1.41	35.32	6398.19	80.33	8670.01	81.20	17.75
		53	22-Oct	5:55	48.18	4200.49	30.20	3.60	108.72	1741.56	9.78	10.50	0.01	0.02	48.18	3884.92	30.20	3.70	111.74	10.88	1254.73	0.088	0.62	1.36	29.87		65.52			
54	25-Oct	54	21-Oct	18:20	39.10	4239.59	30.20	3.60	108.72	1749.58	9.80	8.90	0.13	0.03	39.10	3924.02	30.20	3.50	105.70	10.90	1262.52	0.088	0.68	1.68	26.59	6449.59	65.69	8802.03	81.85	18.02
		54	22-Oct	5:55	48.22	4287.81	30.20	3.80	114.76	1760.00	9.80	10.40	0.03	0.02	48.22	3972.24	30.20	3.70	111.74	10.85	1272.67	0.088	0.65	1.42	31.34		68.47			
55	26-Oct	55	21-Oct	18:20	47.79	4335.60	30.20	3.70	111.74	1770.07	9.76	8.40	0.01	0.02	47.79	4020.03	30.20	3.70	111.74	10.78	1282.73	0.088	0.59	1.40	28.20	6503.19	66.91	8925.08	82.53	18.28
		55	22-Oct	5:55	41.08	4376.68	30.20	3.90	117.78	1779.19	9.80	9.90	0.01	0.02	41.08	4061.11	30.20	3.50	105.70	10.75	1290.92	0.088	0.64	1.41	26.29		57.92			
56	27-Oct	56	21-Oct	18:20	42.77	4419.45	30.20	3.70	111.74	1788.19	9.66	7.80	0.01	0.03	37.30	4098.41	30.20	3.70	111.74	10.76	1298.77	0.088	0.62	1.28	23.13	6558.45	47.74	9032.90	83.23	18.50
		56	22-Oct	5:55	43.28	4462.73	30.20	3.80	114.76	1797.55	9.75	10.30	0.01	0.02	47.14	4145.55	30.20	3.70	111.74	10.78	1308.70	0.088	0.70	1.32	33.00		62.23			
57	28-Oct	57	21-Oct	18:20	43.52	4506.25	30.20	3.70	111.74	1806.72	9.75	8.50	0.01	0.02	56.58	4202.12	30.20	3.80	114.76	10.68	1320.94	0.088	0.68	1.25	38.47	6623.25	70.72	9153.67	84.05	18.75
		57	22-Oct	5:55	44.64	4550.89	30.20	3.60	108.72	1815.86	9.74	10.50	0.01	0.03	43.18	4245.31	30.20	3.80	114.76	10.63	1330.28	0.088	0.63	1.21	27.21		52.25			
58	29-Oct	58	21-Oct	18:20	45.00	4595.89	30.20	3.70	111.74	1825.34	9.78	7.90	0.01	0.02	44.40	4289.71	30.20	3.70	111.74	10.65	1339.63	0.088	0.61	1.17	27.08	6676.42	51.95	9254.13	84.73	18.95
		58	22-Oct	5:55	45.70	4641.59	30.20	3.80	114.76	1835.23	9.79	10.30	0.01	0.03	45.76	4335.46	30.20	3.50	105.70	10.68	1348.74	0.088	0.59	1.11	27.00		50.79			
59	30-Oct	59	21-Oct	18:20	49.49	4691.08	30.20	3.7																						

15	16-Sep	15	16-Sep	18:00	44.47	1641.22	30.40	8.80	267.48	816.25	10.14	6.60	0.01	0.02	47.65	1289.29	30.30	6.60	200.00	11.14	423.07	0.071	1.31	2.26	62.42	3059.24	107.69	3923.36	39.11	8.04
		15	17-Sep	6:00	47.30	1688.52	30.40	8.10	246.20	838.20	10.16	7.45	0.01	0.02	47.15	1336.44	30.30	6.80	206.06	10.82	441.38	0.072	1.07	1.95	50.45					
16	17-Sep	16	17-Sep	18:00	45.39	1733.91	30.40	6.10	250.41	859.62	10.15	6.53	0.01	0.02	48.45	1384.89	30.30	6.80	206.06	11.10	460.19	0.072	1.21	2.06	58.62	3173.64	99.81	4117.24	40.57	8.43
		16	18-Sep	6:10	46.68	1780.59	30.40	8.80	267.48	883.15	10.15	7.95	0.01	0.02	47.25	1432.14	30.30	6.90	209.09	11.15	478.81	0.073	1.20	2.03	56.70					
17	18-Sep	17	18-Sep	18:10	44.53	1825.12	30.21	8.30	250.75	904.19	10.23	7.28	0.05	0.08	45.53	1477.67	30.30	7.00	212.12	11.18	497.01	0.073	1.12	1.95	50.99	3274.23	88.78	4291.28	41.86	8.79
		17	19-Sep	6:10	44.32	1869.44	30.21	8.70	262.84	926.15	10.16	7.95	0.01	0.03	47.95	1525.62	30.30	7.30	221.21	10.96	517.00	0.074	1.09	1.88	52.27					
18	19-Sep	18	19-Sep	18:05	46.58	1916.02	30.21	8.50	256.79	948.69	10.24	8.00	0.01	0.04	47.30	1572.92	30.30	7.30	221.21	11.04	536.72	0.074	1.06	1.86	50.26	3372.89	87.98	4460.07	43.12	9.14
		18	20-Sep	6:00	45.50	1961.52	30.21	7.70	232.62	968.64	10.21	8.33	0.01	0.02	47.52	1620.44	30.30	7.30	221.21	10.98	556.53	0.074	1.04	1.76	49.33					
19	20-Sep	19	20-Sep	18:00	43.91	2005.43	30.21	7.60	229.60	987.64	10.22	7.60	0.01	0.03	44.90	1665.34	30.30	7.30	221.21	11.06	575.25	0.074	0.99	1.70	44.56	3464.68	76.33	4615.99	44.29	9.45
		19	21-Sep	6:00	49.75	2055.18	30.21	8.00	241.69	1010.30	10.23	7.50	0.01	0.02	48.75	1714.09	30.30	7.10	215.15	11.10	595.02	0.075	0.99	1.68	48.17					
20	21-Sep	20	21-Sep	18:00	41.00	2096.18	30.21	8.20	247.73	1029.44	10.20	7.00	0.05	0.10	41.00	1755.09	30.30	7.10	215.15	11.03	611.64	0.075	1.06	1.72	43.56	3550.91	70.52	4752.32	45.39	9.73
		20	22-Sep	6:00	42.89	2139.07	30.21	7.90	238.67	1048.73	10.21	7.78	0.01	0.02	42.89	1797.98	30.30	7.30	221.21	11.00	629.52	0.076	1.05	1.65	45.14					
21	22-Sep	21	22-Sep	18:15	48.27	2187.34	30.30	8.30	270.23	1073.31	10.13	6.22	0.01	0.03	48.27	1846.25	30.30	7.10	215.15	10.89	649.10	0.076	1.10	1.69	53.10	3652.49	81.58	4903.32	46.69	10.04
		21	23-Sep	6:00	42.95	2230.29	30.30	7.90	271.90	1095.32	10.13	7.37	0.04	0.09	42.95	1889.20	30.30	7.10	215.15	11.14	666.51	0.077	1.18	1.74	50.68					
22	23-Sep	22	23-Sep	18:02	45.04	2275.33	30.30	7.70	255.16	1116.98	10.40	5.66	0.12	0.26	45.04	1934.24	30.30	7.40	224.24	11.14	685.55	0.078	1.17	1.72	52.70	3746.59	77.47	5039.07	47.89	10.32
		22	24-Sep	6:00	45.45	2320.78	30.30	8.10	254.00	1138.74	10.08	7.90	0.04	0.09	45.45	1979.69	30.30	7.20	218.18	11.01	704.23	0.078	1.07	1.63	48.63					
23	24-Sep	23	24-Sep	18:04	46.76	2367.54	30.30	8.20	268.67	1162.41	10.18	6.80	0.03	0.04	46.76	2026.45	30.30	7.30	221.21	11.00	723.73	0.079	1.06	1.65	49.57	3842.35	77.15	5187.79	49.12	10.63
		23	25-Sep	6:00	45.33	2412.87	30.30	8.50	275.50	1185.95	10.08	7.18	0.01	0.03	45.33	2071.78	30.30	7.50	227.27	11.06	743.14	0.080	1.06	1.65	48.05					
24	25-Sep	24	25-Sep	18:05	43.92	2456.79	30.30	8.80	271.58	1208.43	10.29	6.63	0.01	0.02	43.92	2115.70	30.30	7.40	224.24	11.22	761.71	0.081	1.09	1.70	47.87	3938.60	74.66	5338.62	50.35	10.93
		24	26-Sep	6:00	45.62	2502.41	30.30	8.90	274.08	1231.99	10.22	7.00	0.01	0.02	45.62	2161.32	30.30	7.30	221.21	11.10	780.72	0.081	1.08	1.71	49.27					
25	26-Sep	25	26-Sep	18:00	43.24	2545.65	30.30	9.10	281.00	1254.89	10.35	7.13	0.01	0.02	43.24	2204.56	30.30	7.30	221.21	11.02	798.75	0.082	1.00	1.66	43.24	4028.49	71.78	5486.58	51.50	11.24
		25	27-Sep	6:00	46.16	2591.81	30.30	8.50	277.08	1279.00	10.26	8.60	0.01	0.02	46.16	2250.72	30.30	7.40	224.24	11.03	818.26	0.083	1.03	1.69	47.54					
26	27-Sep	26	27-Sep	18:00	43.05	2634.86	30.40	8.70	276.39	1301.42	10.08	6.95	0.01	0.02	43.05	2293.77	30.30	7.40	224.24	11.26	836.45	0.084	1.03	1.72	44.45	4110.53	74.05	5625.42	52.55	11.52
		26	28-Sep	6:00	40.78	2675.64	30.40	8.50	275.64	1322.60	10.03	9.02	0.01	0.02	40.78	2334.55	30.30	7.40	224.24	10.92	853.69	0.085	0.94	1.63	38.44					
27	28-Sep	27	28-Sep	18:00	43.00	2718.64	30.40	8.60	274.48	1344.85	10.11	8.00	0.08	0.12	43.00	2377.55	30.30	7.40	224.24	11.05	871.86	0.085	0.99	1.64	42.57	4189.44	70.52	5765.08	53.55	11.81
		27	29-Sep	6:00	47.63	2766.27	30.40	8.40	259.93	1368.18	10.03	9.05	0.01	0.02	47.63	2425.18	30.30	7.50	227.27	10.95	892.26	0.086	0.85	1.58	40.25					
28	29-Sep	28	29-Sep	18:10	43.15	2809.42	30.40	7.00	270.83	1390.20	10.05	7.15	0.01	0.02	43.15	2468.33	30.30	7.30	221.21	11.08	910.25	0.087	0.92	1.59	39.70	4267.76	68.61	5900.64	54.56	12.09
		28	30-Sep	6:00	46.77	2856.19	30.40	8.10	267.50	1413.78	9.99	7.90	0.03	0.03	46.77	2515.10	30.30	7.50	227.27	10.92	930.28	0.087	0.87	1.48	40.46					
29	30-Sep	29	30-Sep	17:45	48.49	2904.68	30.40	6.70	267.42	1438.22	10.12	7.20	0.01	0.02	48.49	2563.59	30.30	7.50	227.27	11.08	951.05	0.088	0.81	1.45	39.37	4343.81	70.31	6037.27	55.53	12.37
		29	1-Oct	6:00	47.05	2951.73	30.40	7.10	271.42	1462.29	9.97	9.40	0.01	0.02	47.05	2610.64	30.30	7.50	227.27	10.90	971.20	0.089	0.80	1.45	37.64					
30	01-Oct	30	1-Oct	19:30	49.63	3001.36	30.40	7.30	221.88	1483.04	10.11	8.60	0.03	0.03	49.63	2660.27	30.30	7.00	212.12	11.03	991.04	0.089	0.78	1.39	38.71	4415.12	68.99	6165.74	56.44	12.63
		30	2-Oct	6:00	48.01	3049.37	30.40	7.50	227.96	1503.67	10.15	10.05	0.04	0.05	48.01	2708.28	30.30	7.00	212.12	11.00	1010.23	0.089	0.75	1.32	36.01					
31	02-Oct	31	2-Oct	18:00	54.61	3103.98	30.40	8.50	258.36	1530.26	9.90	9.41	0.01	0.02	54.61	2762.89	30.30	7.10	215.15	10.92	1032.38	0.090	0.71	1.36	38.77	4478.26	74.27	6287.99	57.25	12.88
		31	3-Oct	6:00	35.59	3139.57	30.40	8.50	258.36	1547.59	9.70	9.57	0.01	0.02	35.59	2798.48	30.30	6.80	206.06	10.95	1046.20	0.090	0.71	1.40	25.27					
32	03-Oct	32	3-Oct	18:20	44.87	3184.44	30.40	4.70	142.86	1559.67	9.66	8.29	0.01	0.02	44.87	2843.35	30.30	6.60	200.00	10.83	1063.11	0.090	0.66	1.35	29.61	4520.15	60.57	6373.51	57.78	13.05
		32	4-Oct	6:00	20.19	3204.63	30.40	3.90	118.54	1564.18	9.68	10.46	0.01	0.02	20.19	2863.54	30.30	6.00	181.82	10.97	1070.03	0.089	0.64	1.30	12.92					
33	04-Oct	33	4-Oct	18:20	6.80	3211.43	30.30	4.30	130.30	1565.85	10.18	9.00	0.22	0.51	6.80	2870.34	30.30	6.30	190.91	10.69	1072.47	0.089	0.72	1.42	4.90	4565.48	9.66	6454.31	58.36	13.22
		33	5-Oct	5:55	54.46	3265.89	30.30	4.10	124.24	1578.60	9.96	10.38	0.06	0.09	54.46	2924.80	30.30	5.80	175.76	10.78	1090.51	0.088	0.83	1.46	45.20					
34	05-Oct	34	5-Oct	18:00	55.73	3321.62	30.30	3.70	112.12	1590.37	9.87	9.03	0.03																	

38	09-Oct	38	9-Oct	18:00	38.08	3688.56	30.40	4.00	121.58	1672.67	9.62	7.28	0.03	0.03	43.08	3352.47	30.40	4.50	136.78	10.69	1210.61	0.083	0.63	1.27	27.14	4837.79	54.71	7024.91	61.84	14.39
		38	10-Oct	6:00	45.31	3733.87	30.40	3.80	115.50	1682.53	9.70	7.88	0.01	0.02	45.31	3397.78	30.40	4.50	136.78	10.39	1222.29	0.083	0.63	1.27	28.55		57.54			
39	10-Oct	39	10-Oct	18:15	43.32	3777.19	30.40	3.50	106.38	1691.21	9.80	8.65	0.01	0.02	43.32	3441.10	30.40	4.10	124.62	10.33	1232.47	0.083	0.54	1.09	23.39	4879.31	47.22	7107.49	62.37	14.56
		39	11-Oct	6:00	45.28	3822.47	30.40	3.60	109.42	1700.55	9.77	9.00	0.03	0.04	45.28	3486.38	30.40	3.30	100.30	10.45	1241.02	0.083	0.44	0.84	19.92		38.04			
40	11-Oct	40	11-Oct	18:10		3822.47				1700.55					17.53	3503.91	30.40	3.40	103.34	10.59	1244.44	0.082	0.45	0.86	7.89	4895.68	15.08	7137.66	62.58	14.62
		40	12-Oct	5:50		3822.47				1700.55					8.48	3512.39	30.40	4.10	124.62	10.70	1246.43	0.082	1.00	1.78	8.48		15.09			
41	12-Oct	41	12-Oct	17:50		3822.47				1700.55					7.41	3519.80	30.40	4.00	121.58	10.89	1248.13	0.082	1.04	1.70	7.71	4907.77	12.60	7157.05	62.74	14.66
		41	13-Oct	6:00		3822.47				1700.55					3.84	3523.64	30.40	3.40	103.34	11.00	1248.88	0.081	1.14	1.77	4.38		6.80			
42	13-Oct	42	13-Oct	18:00		3822.47				1700.55					2.55	3526.19	30.40	3.90	118.54	11.02	1249.45	0.081	1.48	2.08	3.77	4914.58	5.30	7166.45	62.82	14.68
		42	14-Oct	5:50		3822.47				1700.55					1.82	3528.01	30.40	4.00	121.58	11.10	1249.86	0.081	1.67	2.25	3.04		4.10			
43	14-Oct	43	14-Oct	18:00		3822.47				1700.55					1.55	3529.56	30.40	3.90	118.54	11.08	1250.21	0.081	1.87	2.46	2.90	4917.48	3.81	7170.26	62.86	14.69
		43	15-Oct	6:00		3822.47				1700.55						3529.56					1250.21	0.081			0.00		0.00			
44	15-Oct	44	15-Oct	18:00		3822.47				1700.55					4.28	3533.84	30.40	3.90	118.54	11.04	1251.17	0.081	2.03	2.62	8.69	4926.17	11.21	7181.48	62.97	14.71
		44	16-Oct	6:00		3822.47				1700.55						3533.84					1251.17	0.081			0.00		0.00			
45	16-Oct	45	16-Oct	18:00		3822.47				1700.55					1.46	3535.30	30.40	3.80	115.50	11.06	1251.48	0.081	2.18	2.70	3.18	4929.35	3.94	7185.42	63.01	14.72
		45	17-Oct	5:40		3822.47				1700.55						3535.30					1251.48	0.081			0.00		0.00			
46	17-Oct	46	17-Oct	18:00		3822.47				1700.55						3535.30					1251.48	0.081			0.00	4929.35	0.00	7185.42	63.01	14.72
		46	18-Oct	6:00		3822.47				1700.55						3535.30					1251.48	0.081			0.00		0.00			
47	18-Oct	47	18-Oct	17:40		3822.47				1700.55						3535.30					1251.48	0.081			0.00	4929.35	0.00	7185.42	63.01	14.72
		47	19-Oct	6:00		3822.47				1700.55						3535.30					1251.48	0.081			0.00		0.00			
48	19-Oct	48	19-Oct	18:00		3822.47				1700.55						3535.30					1251.48	0.081			0.00	4929.35	0.00	7185.42	63.01	14.72
		48	20-Oct	5:55		3822.47				1700.55						3535.30					1251.48	0.081			0.00		0.00			
49	20-Oct	49	20-Oct	17:50	46.47	3868.94	30.20	3.80	114.76	1710.60	9.65	8.50	0.01	0.02	48.57	3583.87	30.20	3.30	99.66	10.90	1260.61	0.081	0.54	1.39	26.23	4991.21	67.51	7332.28	63.80	15.02
		49	21-Oct	6:00	53.88	3922.82	30.20	3.70	111.74	1721.95	9.81	8.60	0.01	0.02	53.88	3637.75	30.20	3.30	99.66	10.92	1270.72	0.081	0.68	1.51	36.64		81.36			
50	21-Oct	50	21-Oct	18:20	47.58	3970.40	30.20	3.90	117.78	1732.51	9.84	7.20	0.05	0.03	47.58	3685.33	30.20	3.70	111.74	10.90	1280.74	0.081	0.68	1.60	32.35	5051.94	76.13	7487.57	64.58	15.34
		50	22-Oct	5:55	53.02	4023.42	30.20	3.80	114.76	1743.98	9.97	9.00	0.01	0.02	53.02	3738.35	30.20	3.70	111.74	11.00	1291.91	0.081	0.59	1.54	31.28		81.65			
51	22-Oct	51	21-Oct	18:20	46.26	4069.68	30.20	3.60	108.72	1753.46	9.97	6.30	0.04	0.03	46.26	3784.61	30.20	3.80	114.76	11.05	1301.91	0.081	0.67	1.50	30.99	5119.06	69.39	7634.59	65.44	15.64
		51	22-Oct	5:55	61.25	4130.93	30.20	3.80	114.76	1766.70	9.81	9.00	0.01	0.02	61.25	3845.86	30.20	3.80	114.76	10.90	1315.16	0.081	0.63	1.31	38.59		80.24			
52	23-Oct	52	21-Oct	18:20	31.03	4161.96	30.20	3.80	114.76	1773.41	9.76	6.50	0.01	0.02	31.03	3876.89	30.20	3.60	108.72	10.85	1321.52	0.081	0.59	1.26	18.31	5162.76	39.10	7728.41	66.00	15.83
		52	22-Oct	5:55	44.33	4206.29	30.20	3.60	108.72	1782.50	9.83	9.00	0.01	0.02	49.33	3926.22	30.20	3.80	114.76	10.85	1332.19	0.081	0.53	1.14	26.14		56.24			
53	24-Oct	53	21-Oct	18:20	51.14	4257.43	30.20	3.40	102.68	1792.39	9.79	7.30	0.01	0.02	51.14	3977.36	30.20	3.70	111.74	10.88	1342.96	0.081	0.57	1.10	29.15	5217.59	56.25	7835.05	66.70	16.05
		53	22-Oct	5:55	49.43	4306.86	30.20	3.60	108.72	1802.52	9.74	7.30	0.01	0.02	49.43	4026.79	30.20	3.80	114.76	10.83	1353.65	0.081	0.54	1.06	26.69		52.40			
54	25-Oct	54	21-Oct	18:20	45.73	4352.59	30.20	3.40	102.68	1811.37	9.75	8.50	0.13	0.03	45.73	4072.52	30.20	3.60	108.72	10.78	1363.02	0.081	0.61	1.10	27.90	5261.87	50.30	7929.10	67.26	16.24
		54	22-Oct	5:55	46.51	4399.10	30.20	4.10	123.82	1822.22	9.77	9.80	0.03	0.02	46.51	4119.03	30.20	3.80	114.76	10.73	1373.08	0.081	0.51	0.99	23.72		46.04			
55	26-Oct	55	21-Oct	18:20	45.96	4445.06	30.20	3.90	117.78	1832.42	9.71	6.90	0.01	0.02	45.96	4164.99	30.20	3.80	114.76	10.75	1383.02	0.081	0.57	1.09	26.20	5312.77	50.10	8029.08	67.91	16.45
		55	22-Oct	5:55	47.48	4492.54	30.20	4.10	123.82	1843.50	9.79	9.00	0.01	0.02	47.48	4212.47	30.20	3.60	108.72	10.80	1392.75	0.081	0.54	1.09	25.64		51.75			
56	27-Oct	56	21-Oct	18:20	39.83	4532.37	30.20	3.90	117.78	1852.35	9.58	7.10	0.01	0.03	30.33	4242.80	30.20	3.80	114.76	10.70	1399.30	0.082	0.54	1.02	16.38	5353.27	30.93	8103.25	68.43	16.60
		56	22-Oct	5:55	42.46	4574.83	30.20	4.00	120.80	1862.01	9.73	8.90	0.01	0.02	46.20	4289.00	30.20	3.80	114.76	10.72	1409.30	0.082	0.54	0.98	24.95		45.28			
57	28-Oct	57	21-Oct	18:20	15.96	4590.79	30.20	3.80	114.76	1865.46	9.72	6.90	0.01	0.02	38.67	4327.67	30.20	3.90	117.78	10.70	1417.88	0.081	0.54	1.02	20.88	5395.63	39.44	8183.18	68.97	16.76
		57	22-Oct	5:55	47.53	4638.32	30.20	3.70	111.74	1875.47	9.71	8.30	0.01	0.02	40.94	4368.61	30.20	3.90	117.78	10.85	1426.97	0.081	0.54	1.02	22.11		41.76			
58	29-Oct	58	21-Oct	18:20	45.15	4683.47	30.20	3.90	117.78	1885.49	9.75	8.10	0.01	0.02	46.36	4414.97	30.20	3.80	114.76	10.58	1436.99	0.081	0.54	1.05	25.03	5445.45	48.67	8276.76	69.61	16.95
		58	22-Oct	5:55	50.64	4734.11	30.20	3.90	117.78	1896.73	9.75	8.80	0.01	0.02	46.82	4461.79	30.20	3.60	108.72	10.63	1446.59	0.081	0.55	1.00	25.75		46.82			
59	30-Oct	59	21-Oct	18:20	45.83	4779.93	30.20	3.90																						

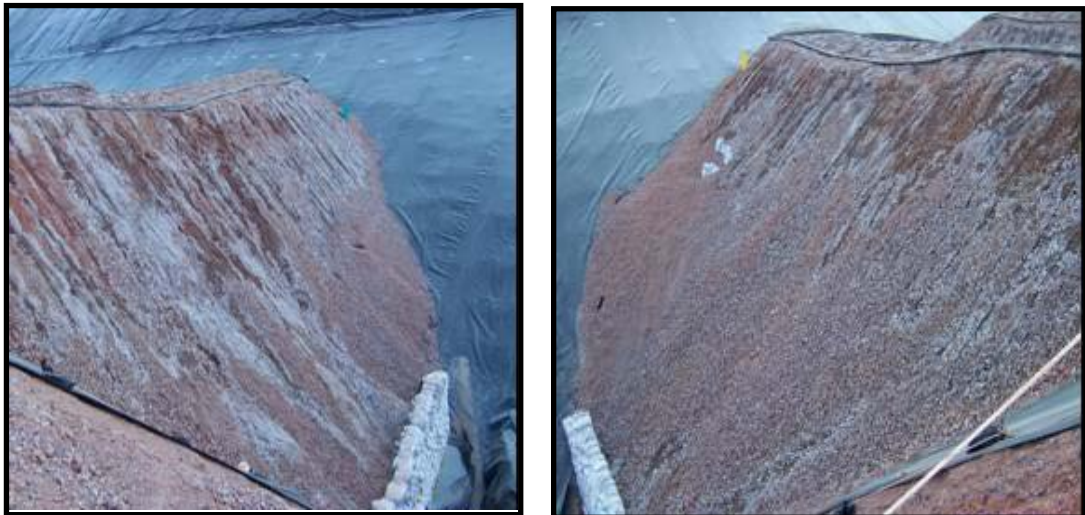
**FOTOGRAFÍAS DE LA PRUEBA
UBICACIÓN**



Vista superior de las pilas de prueba, a la izquierda la pila oxigenada y la de la derecha la estándar

POZAS DE SOLUCIÓN RICA

Vista lateral de las celdas

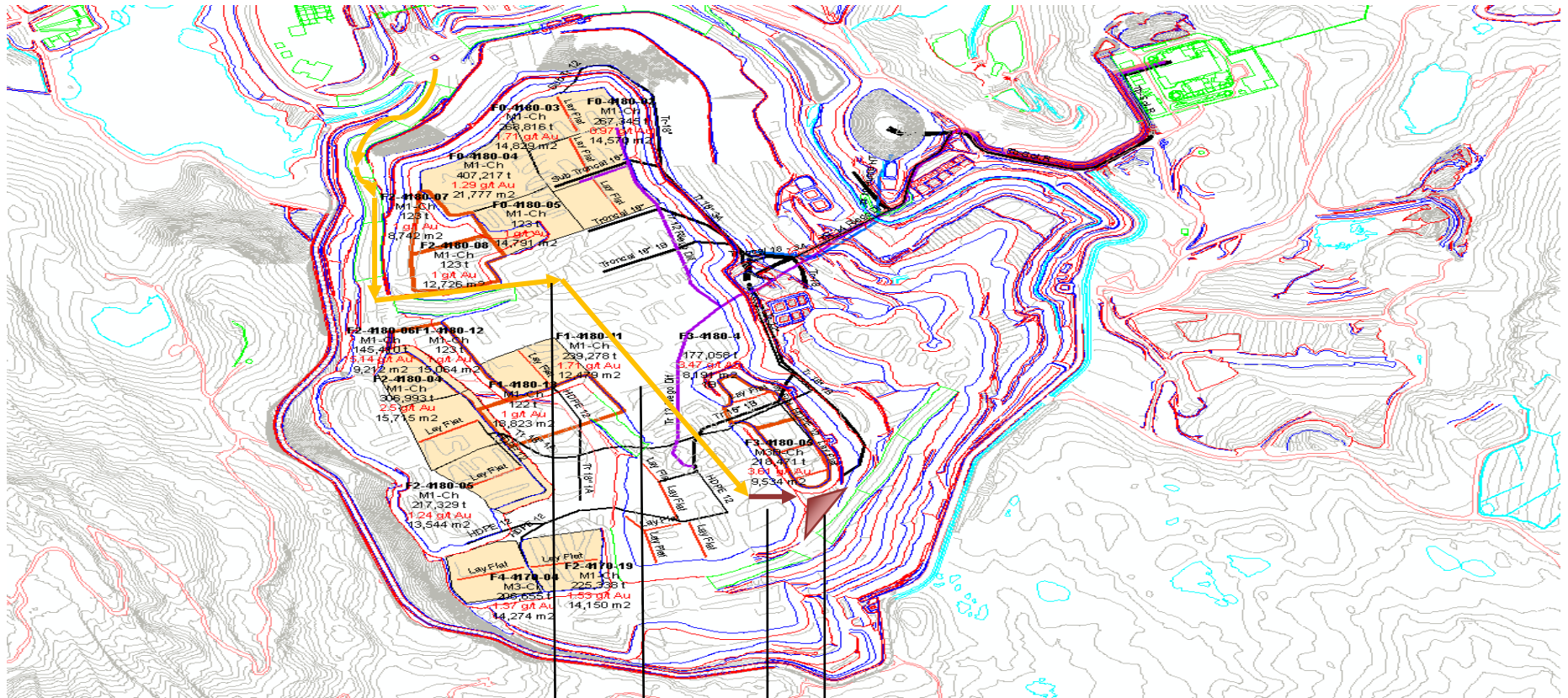






Vista general de las pilas de mineral

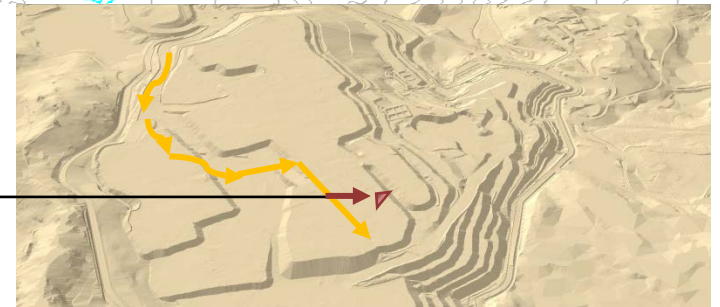


Muestreo de los ripios

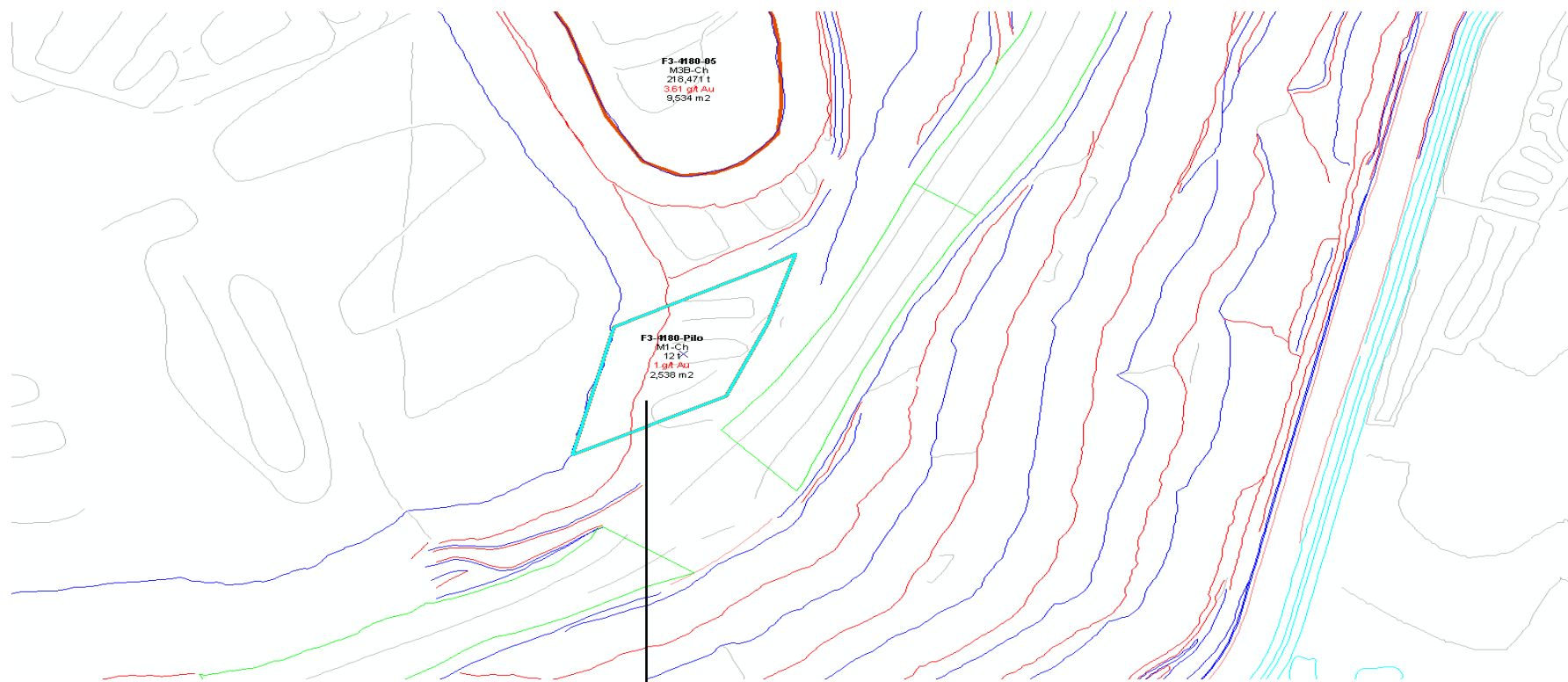
VISTA ÁREA DE LEACH PAD



-  Acceso de Leach Pad.
-  Acceso programado de Leach Pad.
-  Acceso requerido para poder apilar a la celda piloto.
-  Área proporcionada por Leach Pad - Celda piloto.



ÁREA PROPORCIONADA POR LEACH PAD



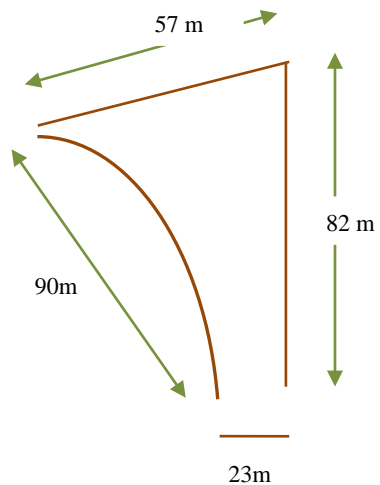
Acceso de Leach Pad.- 4180

Condiciones de Área:

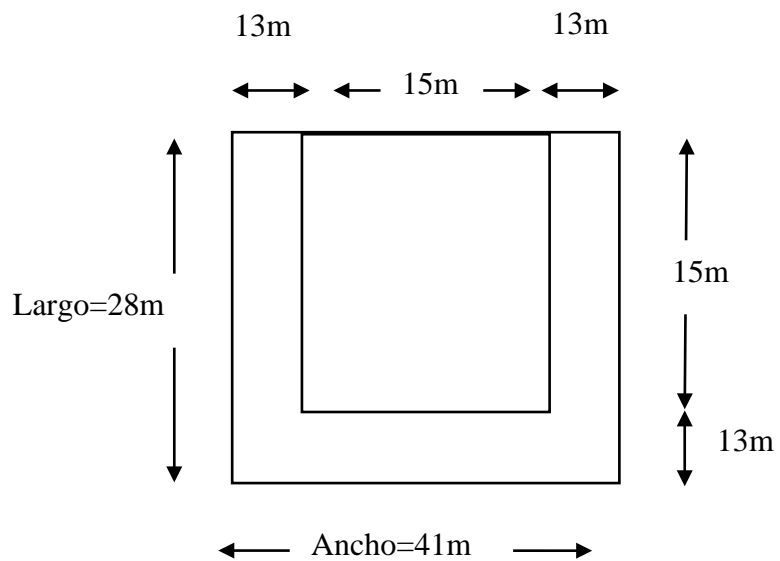
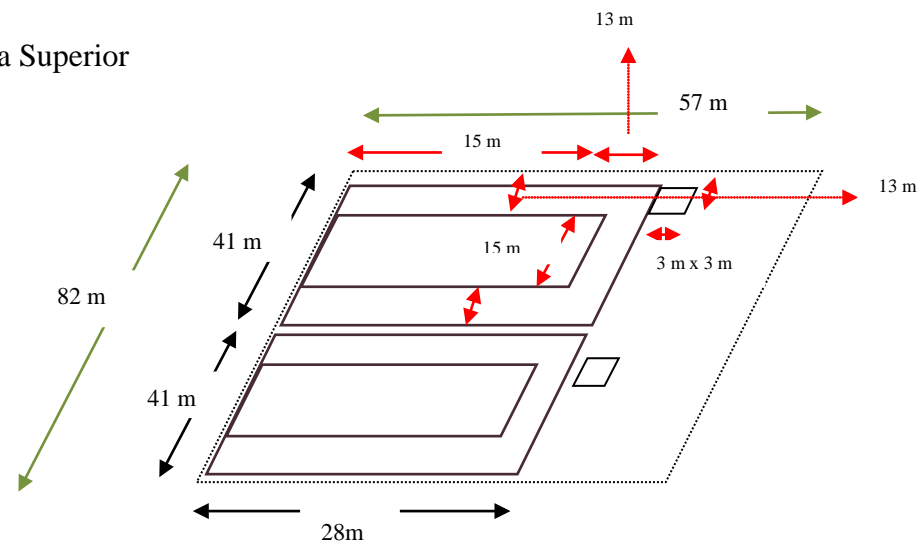
Área Total Trapecio = 2500 m²
Capacidad del área = 40000TN



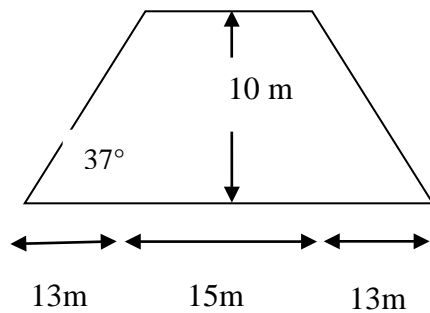
DIMENSIONAMIENTO DE LAS PILAS SEGÚN EL ÁREA PROPORCIONADA (F3 -NIVEL 4180)



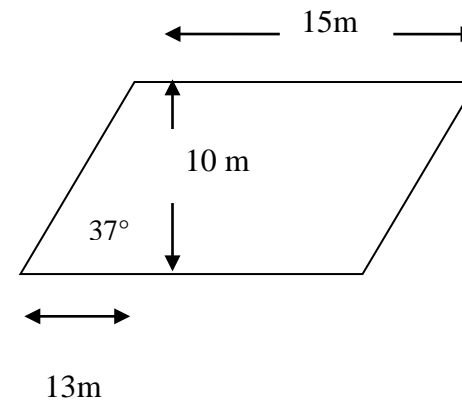
Vista Superior



Vista Frontal



Vista Lateral



DISEÑO DE CELDA PILOTO

DISEÑO DE LA PRUEBAS:

Para el adecuado control en las celdas se requerirá:

- 1.- Flujómetros y válvula automática en el riego de cada celda.
- 2.- Pluviómetro instalado en medio de las celdas para realizar el ajuste en el balance de percolación.
- 3.- Control de flujo en goteros.
- 4.- Flujómetros en la línea de percolación para el balance.
- 5.- Compositador en la línea de percolación, se muestreará diariamente.

