



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica**

**Cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata
en el carbón activado en la Planta PLHSAC**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico

Autor

Martin Hernan Muguruza Farro

Asesor

M(°). Joaquín José Abarca Rodríguez

Huacho - Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que

sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA

METADATOS

DATOS DEL AUTOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Martin Hernan Muguruza Farro	72301355	19 de agosto del 2024
DATOS DE LA ASESORA:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o). Joaquin Jose Abarca Rodriguez	15740291	0000-0003-1004-3824
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Dr. Maximo Tomas Salcedo Meza	15602588	0000-0003-1993-2513
M(a). Helen Anali Zapata Del Solar	44067559	0000-0002-5347-6155
M(a). Elvira Teofila Castañeda Chirre	15744138	0000-0002-1953-8869

Cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	6%
2	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1%

Dedicatoria

A mis seres queridos en especial a mis padres por encargarse de guiarme, quienes estuvieron en lo bueno y malo durante toda mi trayectoria de vida, quienes estuvieron presente en los fracasos y logros a ellos.

Agradecimiento

Mi agradecimiento a los que se encargaron de guiarme por el camino del bien y se tomaron ese tiempo para enseñarme paso a paso el bien y el mal. Del mismo a los que me ayudaron de una forma u otra en la elaboración de mi tesis y de igual manera al creador de todas las cosas por iluminarme el camino del éxito.

Pensamiento

“Hay una fuerza más ponderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad”

(Albert Einstein)

Índice General

Dedicatoria.....	5
Agradecimiento.....	6
Pensamiento	7
Índice General.....	8
Índice de Figura	11
Índice de Tabla.....	12
Resumen.....	15
Abstract.....	16
Introducción	17
Capítulo I Planteamiento del Problema	18
1.1 Descripción de la realidad problemática.	18
1.2 Formulación del Problema.	19
1.2.1 Problema General.	19
1.2.2 Problemas Específicos.....	19
1.3 Objetivos de la Investigación.....	19
1.3.1 Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivo Especifico	20
1.4 Justificación de la Investigación	20
1.5 Delimitación del Estudio.....	20
1.6 Viabilidad del Estudio.....	20
Capitulo II Marco Teórico	22
2.1. Antecedentes de la Investigación	22

2.1.1.	Investigación Internacional.....	22
2.1.2.	Investigación Nacional.....	23
2.2.	Bases Teóricas.....	25
2.2.1.	Cianuración de minerales.....	25
2.2.2.	Variables de cianuración de minerales.	26
2.2.3.	Control de parámetro mediante cartas de control.	32
2.3.	Definiciones conceptuales.....	34
2.4.	Hipótesis de la Investigación.....	35
2.4.1.	Hipótesis General.....	35
2.4.2.	Hipótesis Específicos.....	35
2.5.	Operacionalización de Variables e Indicadores.	36
Capitulo III Metodología		37
3.1.	Diseño Metodológico.	37
3.2.	Población y Muestra.....	38
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.4.	Técnicas para el Procesamiento de la Información.....	39
3.5.	Matriz de Consistencia.....	40
Capitulo IV Resultados		41
4.1.	Análisis de Resultados.	41
4.1.1.	Datos recopilados del proceso de cianuración de minerales auríferos en planta.	41
4.1.2.	Resultados.....	48
4.1.3.	Parámetro de control ley de cabeza.	51
4.1.4.	Parámetro de control en la molienda y cianuración.....	53

4.1.5.	parámetro de control de la extracción de oro y plata.	56
4.1.6.	parámetro de control de la extracción de oro y plata.	58
4.1.7.	parámetro de control de la recuperación en el carbón activado de oro y plata.	60
4.2.	Contratación de Hipótesis.	64
4.2.1.	Contrastación de Hipótesis General.....	64
4.2.2.	Contrastación de hipótesis Especifico	66
Capítulo V	Discusión	71
5.1.	Discusión de Resultados.....	71
Capítulo VI	Conclusiones y Recomendaciones	73
6.1.	Conclusiones.	73
6.2.	Recomendaciones.....	74
Capítulo VII	Fuentes de Información	75
7.1.	Referencias.....	75

Índice de Figura

Figura 1	Viscosidad de pulpa vs porcentaje de solido.....	27
Figura 2	Porcentaje de cianuro y cianuro de hidrogeno en solución ocioso vs pH	28
Figura 3	Extracción de Au, Ag vs tiempo cianuración.....	30
Figura 4	Disolución de la plata en relación a la concentración de NaCN	31
Figura 5	Extracción de oro y plata vs concentración de cianuro de sodio.....	32
Figura 6	Carta de control de parámetro	33
Figura 7	Ley de cabeza del mineral de oro g/t.....	51
Figura 8	Ley de cabeza para la plata g/t.	52
Figura 9	Control de la liberación de minerales por la malla 200.....	53
Figura 10	Control de la fuerza del NaCN en la alimentación a los tanques	54
Figura 11	Control de pH en la cianuración alimento a los tanques	55
Figura 12	Porcentaje de extracción de oro en la cianuración	56
Figura 13	Porcentaje de extracción de plata en la cianuración	57
Figura 14	Fuerza de cianuro de sodio en los tanques de cianuración.....	58
Figura 15	pH en los tanques de cianuración.....	59
Figura 16	Adsorción de oro en el carbón activado	60
Figura 17	Adsorción de plata en el carbón activado.....	61
Figura 18	Recuperación de oro en el carbón activado.....	62
Figura 19	Recuperación de plata en el carbón activado	63

Índice de Tabla

Tabla 1 Operacionalización de las variables e indicadores	36
Tabla 2 Matriz de consistencia.	40
Tabla 3 Datos de leyes cabeza, %-200m, leyes en rebose sólido y líquido 1-24.....	41
Tabla 4 Datos de leyes cabeza, %-200m, leyes en rebose sólido y líquido 24-51.....	42
Tabla 5 Datos de leyes relave, fuerza de cianuro en el rebose, tanques pH en rebose 1-36.....	43
Tabla 6 Datos de leyes relave, fuerza de cianuro en el rebose, tanques pH en rebose 36-51.....	44
Tabla 7 Datos de pH taques, leyes de oro en el carbón en los taques TK1 a TK4 1-15.....	44
Tabla 8 Datos de pH taques, leyes de oro en el carbón en los taques TK1 a TK4 16-51.....	45
Tabla 9 <i>Datos de leyes de oro y plata en el carbón en los taques TK1 a TK4 1-35.....</i>	46
Tabla 10 <i>Datos de leyes de oro y plata en el carbón en los taques TK1 a TK4 36-51.....</i>	47
Tabla 11 Extracción y recuperación de oro y plata.....	48
Tabla 12 Prueba de T para muestras apareadas	49
Tabla 13 Análisis de fiabilidad de extracción y recuperación de Au Ag.....	50
Tabla 14 Influencia de la cianuración en la adsorción de oro en el carbón- Prueba de ANOVA	64
Tabla 15 Influencia de la cianuración en la adsorción de plata en el carbón- Prueba de ANOVA	65
Tabla 16 Influencia de la fuerza del NaCN en la extracción de oro- Prueba de Omnibus de ANOVA	66
Tabla 17 Influencia de la fuerza del NaCN en la extracción de plata - Prueba de Omnibus de ANOVA	66
Tabla 18 Influencia de la fuerza de NaCN y pH en la adsorción del oro en carbón activado en el TK1 - Prueba de ANOVA.....	67

Tabla 19 Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción del oro en carbón activado en el TK2 - Prueba de ANOVA.....	67
Tabla 20 Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción del oro en carbón activado en el TK3 - Prueba de ANOVA.....	68
Tabla 21 Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción del oro en carbón activado en el TK4 - Prueba de ANOVA.....	68
Tabla 22 Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción de la plata en carbón activado en el TK1 - Prueba de ANOVA.....	68
Tabla 23 Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción de la plata en carbón activado en el TK2 - Prueba de ANOVA.....	69
Tabla 24 Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción de la plata en carbón activado en el TK3 - Prueba de ANOVA.....	69
Tabla 25 Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción de la plata en carbón activado en el TK4 - Prueba de ANOVA.....	69
Tabla 26 Influencia de la liberación en la recuperación de oro - Prueba de ANOVA	70
Tabla 27 Influencia de la liberación en la recuperación de plata - Prueba de ANOVA	70

Índice de Anexo

Anexo 1 <i>localización</i>	80
Anexo 2 <i>Instrumentos para la toma de datos</i>	81
Anexo 3 Ley de Cabeza.....	83
Anexo 4 Ley de rebose y relave	83
Anexo 5 Ley de carbón activado	84
Anexo 6 Circuito de Molienda	85
Anexo 7 Control de carga alimentación	86
Anexo 8 Control de parámetro en los tanques de cianuración	87

Resumen

Con el objetivo de realizar la cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa que permita la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC es un trabajo no experimental, donde la información se obtuvo de la planta de cianuración teniendo las siguientes datos ley del mineral que ingresa es de 6.49 g/t Au, 216 g/t Ag, con una liberación del 68.582% pasante a la malla 200, y su fuerza de 0.129% NaCN, pH 10.92, fuerza de cianuro en los tanques de 0.0789%, pH 10.20 en los tanques. Los resultados obtenidos se tiene extracción de 94.83% de oro, 77.35% de plata, con una adsorción de 0.267 g/kg de oro, 4.118 g/kg de plata con una recuperación en promedio del 99.05% en su respectivo carbón activado para el oro y 76.57% de plata. Concluyendo que influencia significativa su ley respecto al ingreso del mineral de oro y plata de este la ley que ingresa el mineral, el rebose, la ley de solución, pH en el tanque 2 para el oro, para la plata ley de oro en el rebose en el mineral y el pH en el tanque 2 y el pH tiene influye respecto a la adsorción de oro en el medio adsorbente empleado carbón activado es su respectivo tanque TK2.

Palabra clave: Cianuración, agitación en pulpa, carbón en la pulpa, adsorción en pulpa.

Abstract

With the objective of performing the cyanidation of oxidized minerals by agitation in pulp that allows the adsorption of gold and silver on activated carbon in the PLHSAC plant is a non-experimental work, where the information was obtained from the cyanidation plant having the following data incoming ore grade is 6.49 g/t Au, 216 g/t Ag, with a liberation of 68.582% passing through the 200 mesh, and its strength of 0.129% NaCN, pH 10.92, cyanide strength in the tanks of 0.0789%, pH 10.20 in the tanks. The results obtained show an extraction of 94.83% of gold, 77.35% of silver, with an adsorption of 0.267 g/kg of gold, 4.118 g/kg of silver with an average recovery of 99.05% in its respective activated carbon for gold and 76.57% of silver. Concluding that significant influence its grade with respect to the entrance of the gold and silver mineral of this the grade that enters the mineral, the overflow, the grade of solution, pH in tank 2 for gold, for silver gold grade in the overflow in the mineral and the pH in tank 2 and the pH has influence with respect to the adsorption of gold in the adsorbent medium used activated carbon is its respective tank TK2.

Keyword: Cyanidation, agitation in slurry, carbon in slurry, adsorption in slurry.

Introducción

En el proceso de cianuración de minerales oxidados a nivel industrial mediante la agitación en pulpa con carbón activado, es una de las técnicas ampliamente empleados, pero si no se tiene un control adecuados de los parámetros no se obtiene los objetivos trazados en la recuperación y se incrementa el costo de producción por ello es necesario realizar las evaluaciones para establecer ciertos condiciones o parámetros de control de proceso.

La mineralogía de veta a veta tiende a cambiar desde el punto de vista de composición, dureza, encapsulamiento, tamaño del mineral para ellos es necesario realizar una serie de estudios que nos conduzcan a encontrar los parámetros más adecuados de operación, porque es necesario establecer sus parámetros para monitorear el proceso con la finalidad de obtener los objetivos trazados de recuperación, rentabilidad minimizando los costos de producción, con un menor impacto ambiental.

Por lo que toda minera pequeña al no contar con un presupuesto adecuado y los recursos humano necesario y el desconocimiento tiene que buscar la forma como puede mejorar sus proceso para ello es necesario la intervención de los egresados de la carrera de ingeniería metalúrgica en la mejora de los procesos metalúrgicos.

Capítulo I

Planteamiento del Problema

1.1 Descripción de la realidad problemática.

La cianuración de los minerales oxidados mediante el proceso de carbón en pulpa por agitación es un proceso ampliamente empleado en los procesos industriales, sin embargo, la composición de los minerales y su mineralogía, ley son diferente, por lo que es necesario que se debe buscar los parámetros que son más convenientes para el proceso a emplear la planta.

La mineralogía y el encapsulamiento del oro y plata juega un rol determinante para la selección de la liberación del mineral desde el punto vista físico al someter la molienda hasta que los minerales que conforman sean liberado, control se realiza mediante el empleo de una malla para el caso de cianuración pasante menor al 80% a una tamaño del 74 μm a la malla 200 cuando se encuentran encapsuladas, por otra parte cuando el mineral se encuentran encapsulada dentro de un mineral refractarios se emplean la oxidación química o biológico con la finalidad de romper la estructura, luego emplear el proceso tradicional(Instituto Tecnológico GeoMinero de España, 1991).

La cianuración de minerales con presencia de minerales sulfurados con 2.5% de cobre al ser sometida a cierta liberación que tiene del 96% que tienden a ser pasante a la malla 200 y con cierta concentración o fuerza en promedio de 0.4% NaCN y en 74 horas de agitación se logró una extracción del 96% que representa a un consumo de promedio del cianuro de sodio que es de 40 kg/t (Barzola et al., 2011). En el proceso de cianuración la densidad del sólido y agua pulpa, agitación, pH, fuerza del medio extractor cianuro de sodio es primordial y necesario un control con el propósito de obtener una adecuada recuperación que sea óptima y consumo de los insumos adecuados, en lo que la densidad del medio de pulpa en un rango de 1250 g/t a 1450 g/t, con una

fuerza de 1.77 kg/t a 2.54 kg/t, a una adecuada liberación del 80% pasante en promedio a la malla 200, obteniendo una adecuada recuperación entre 85.72% a 94.63%(López Rosello, 2013).

En los procesos industriales de cianuración es necesario un control de adecuado de los parámetros involucrados, por lo que es necesario buscar los parámetros adecuados para el proceso de la cianuración, teniendo en consideración lo descrito se plantea en el problema en estudio descrito en el problema general del presente trabajo.

1.2 Formulación del Problema.

1.2.1 Problema General.

¿En qué medida la cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa nos permitirá la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC?

1.2.2 Problemas Específicos.

¿En qué medida la fuerza del cianuro de sodio influye en la extracción del oro y plata en la planta PLHSAC?

¿En qué medida la pH de la cianuración influye en la adsorción en el carbón activado del oro y plata en la planta PLHSAC?

¿En qué medida la liberación del mineral influye en la recuperación de oro y plata en la planta PLHSAC?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General.

Analizar la cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa y la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC.

1.3.2 Objetivo Especifico

Evaluar la fuerza del cianuro de sodio como influye en la extracción del oro y plata en la planta PLHSAC.

Evaluar el pH de la cianuración como influye en la adsorción en el carbón activado del oro y plata en la planta PLHSAC.

Evaluar la liberación del mineral como influye en la recuperación de oro y plata en la planta PLHSAC.

1.4 Justificación de la Investigación

El estudio a desarrollar es de suma importante, con ello permitir minimizar las pérdidas de los valores en el relave al mismo tiempo permitirá tener un parámetro de control más eficiente de las variables de operación, donde se podrá monitorear adecuadamente la operación, por otra parte, me permitirá emplear la tesis para obtener el título profesional y por ende publicar en el repositorio de la universidad, con ello cumplir con una de las misiones de la universidad a la sociedad de generar conocimiento.

1.5 Delimitación del Estudio

El presente trabajo a desarrollar se estará llevando a cabo durante el 2023 en las instalaciones de la empresa P.L.H. SOCIEDAD ANONIMA CERRADA, ubicado en la ciudad de Yanaorcco (Cerro de Achatayhua), en el distrito denominada Chala, provincia perteneciente a Caraveli, y dentro del departamento correspondiente a Arequipa con coordenada oeste $74^{\circ} 14' 15''$, sur $15^{\circ} 52' 0''$ a una altitud de 112 msnm.

1.6 Viabilidad del Estudio.

Nuestro estudio a realizar es viable porque se tiene acceso a una serie de información adecuada de las metodologías y técnicas para la recopilación de la información y su procesamiento,

por otra parte, se cuenta con el apoyo que nos brindara la gerencia del departamento de operaciones de la empresa para la extracción y uso de la información.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Investigación Internacional.

Herrera Herrera (2022) en su trabajo sobre “Caracterización y modelamiento estadístico del proceso de cianuración de un mineral filoliano del municipio de Andes, como alternativa al proceso de amalgamación”, se encuentra publicado página de su repositorio institucional de la Universidad de Antioquia Colombia, tiene una relación con una investigación empírica experimental, primeramente se caracterizó las muestras con la finalidad de ver qué tipo de mineral se contaba mediante la técnica de difracción de rayos x y combinado con la pruebas de fluorescencia de rayos x, obtenido como resultado se tiene minerales refractarios para ello se realizaron diferentes pruebas metalúrgicas de los cuales el mejor resultado se obtuvo por la cianuración obteniendo una mejora en la recuperación del 43% por amalgamación a 80% de recuperación por cianuración en botella, mediante el diseño de bloques completos aleatorizado. Concluyendo que la recuperación por cianuración en 6 horas es del 80% de oro, porque es necesario caracterizar el mineral antes de las pruebas(pp.56-79).

Ruiz Córdoba et al. (2019) en su artículo referente a “Modelamiento estadístico y optimización del proceso de cianuración de un mineral aurífero” publicado en la revista perteneciente a la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia en Scielo es un trabajo experimental, teniendo por finalidad obtener las condiciones de las variables de operación para la recuperación del elemento oro, para ello se realizaron muchas pruebas metalúrgicas como concentración gravimétrica, seguida de flotación y su respectiva cianuración. En la cianuración se emplearon diseño factorial 2k con puntos centrales a tres variables. Los resultados obtenidos en la

cianuración se obtuvieron como resultado una recuperación en promedio del orden de 98.35% para el elemento de oro. Las variables que influyen en la recuperación es el tiempo de cianuración, concentración del cianuro de sodio y la granulometría del mineral.

Lalvay Toledo (2023) en su tesis respecto a “Recuperación de oro con cianuro sódico y tiourea como agentes lixiviantes, variando fracción de sólidos, concentraciones y tiempo”, publicado en la Universidad del Azuay del Ecuador, de acuerdo su tipo de investigación es un trabajo de nivel experimental donde se busca si el cianuro de sodio o el tiourea tiene mejor eficiencia en la recuperación del oro, para ello se emplearon diferentes dosis de concentraciones del cianuro de sodio y del tiourea, el porcentaje de los sólidos y tiempo de lixiviación, con 48 pruebas realizados. Entre los resultados obtenidos en 600 minutos de tratamiento se obtuvo para el cianuro de sodio del 89.8% de recuperación del oro con 30% de sólidos, mientras que para tiourea se obtuvo 98% de recuperación en 600 minutos y 15% de sólidos.

2.1.2. Investigación Nacional.

León Carrasco (2022) para su trabajo denominado “Optimización del proceso CIP, mediante variables de concentración de cianuro, pH y temperatura, en la adsorción de oro, en la minera Santa Bárbara de Trujillo”, publicado en su respectivo repositorio de la Universidad Nacional de Piura, dicho trabajo es experimental, que se realizaron 26 pruebas con las siguientes condiciones tiempo de tratamiento 12 horas, fuerza del cianuro de sodio 0.05%, pH 11.5, a 40 °C de temperatura, obteniendo una extracción del 99.09% y una recuperación en el carbón activado del 99.67%, concluyendo que la recuperación a las condiciones establecidos es del orden del 95.67% (pp.112-113).

Checa Cáceres (2023) en su investigación respecto a “Evaluación metalúrgica para determinar la recuperación de oro de la reserva Qorihuayrachina en minera Tunkyro S.A.C”, se

encuentra divulgado en la página de su repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, es una investigación experimental, donde la ley del mineral es de 0.363 y 0.444 oz/tc, para realizar la investigación se trabajaron con una fuerza de 800 ppm y 1500ppm en 72 horas para minerales de ley de cabeza 0.199 oz/tc, los que se realizaron el tratamiento, como resultado se obtuvo una recuperación del orden de 85% y 93% de recuperación respectivamente; como conclusión se tiene una recuperación mayor del 90%, mientras que a nivel industrial se trata con un 800 ppm por lo que influye la fuerza del cianuro en el proceso (p.75).

Mariluz Benites (2018) en su trabajo relacionado a “Cianuración de minerales auríferos por agitación en presencia de cobre para la extracción de oro a nivel laboratorio”, publicado en el repositorio institucional de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, es una investigación experimental, donde las mejores resultados se obtuvo para la prueba 2 con una fuerza de 1 g/L de NaCN, 24 horas, ley de cabeza 1.758 g/t, con una dilución de 2.7 obteniendo una recuperación del orden de 88.75% de oro con presencia del 0.075% de cobre con una proyección del orden de 98.04% de recuperación, concluyendo que la presencia otros elementos cianicidas influye en la recuperación del oro (p.83).

En relación de la cianuración de los minerales auríferos oxidados con presencia de minerales sulfurados y encapsulados tiene diferentes condiciones de trabajo, por lo es necesario buscar parámetros de control de operación para tener una óptima recuperación y minimizar los consumos de los reactivos, carga moledora, chaquetas, energía, etc.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Cianuración de minerales.

Es una técnica donde se emplea medio para la extracción desde el mineral del oro y la plata empleando el cianuro de sodio, el cianuro de potasio, y cianuro de calcio en un medio acuoso, donde el anión cianuro disuelve al oro desde el mineral en un medio ligeramente oxidante, el producto obtenido se denominada solución cargada (Instituto Tecnológico Geo Minero de España, 1991). Los trabajos realizados por Elsher en 1946 sienta las bases por lo que la reacción del oro y el cianuro de sodio cumple la siguiente reacción $Au + 4CN^- + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \leftrightarrow 2Au(CN)_2^- + 2OH^-$ (Arribas Jimeno et al., 2002) , mientras que para la plata la reacción por el agente oxidante se tiene de igual manera cumple la reacción $Ag + 4CN^- + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \leftrightarrow 2Ag(CN)_2^- + 2OH^-$ (Bellaste et al., 2000)

La cianuración se realiza por dos métodos estática y dinámica, el proceso estático se tiene cianuración in situ, en botaderos, en pilas de lixiviación y por inundación; por otra parte, las dinámicas se tienen por agitación mecánica y agitación neumática (Domic Vihovilovic, 2001).

El proceso que se realiza para la cianuración por agitación mecánica se realiza en un medio donde se encuentra presente el mineral y el agua con una densidad de pulpa que fluctúa entre 20% a 40% lo que varía dependiendo de la gravedad específica del mineral y de las pruebas de laboratorio.

La agitación en pulpa con carbón activado es una de las técnicas empleadas en las operaciones donde el mineral, el agua, reactivos y el carbón activado se encuentran en agitación en los tanques de lixiviación, cada cual cumplen una función específica en el proceso.

2.2.2. Variables de cianuración de minerales.

Entre las variables del proceso correspondiente a la cianuración para sacar el oro de los minerales en un medio de agitación dinámica se tiene en consideración los siguientes porcentajes de sólido, fuerza o concentración del cianuro de sodio, pH del medio, granulometría del mineral, aireación, temperatura, velocidad de agitación, tiempo de cianuración, mineralogía, etc.

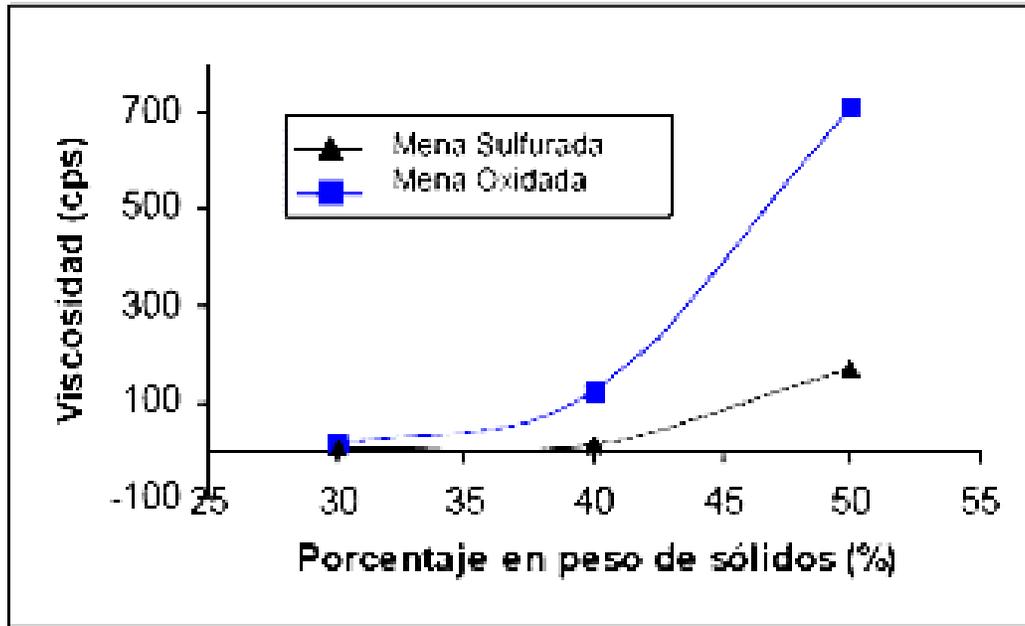
2.2.2.1. Porcentaje de sólido en la cianuración de minerales.

En el proceso de agitación de minerales auríferos en la cianuración tiene un porcentaje de sólido entre 20% a 40%, este va a depender la densidad del mineral, para una cianuración con finalidad de sacar el oro del minerales donde tiene la presencia de sulfuros se tiene un porcentaje de sólidos del 35% con la cual se puede tener una recuperación en promedio de oro del orden de 93.65% (Ruiz-Córdoba et al., 2019).

El porcentaje para el mineral o sólido tiene influencia o una relación de la densidad de pulpa, para una densidad de que fluctúa entre 1250 g/L a 1400 g/L se tiene una recuperación del orden de 85.72% a 94.63% de oro (López Rosello, 2013).

Figura 1

Viscosidad de pulpa vs porcentaje de solido



Nota: fuente “figura 3 Curvas de viscosidad de pulpas minerales a diferentes porcentajes de sólidos en peso”(Yáñez Traslaviña et al., 2005)

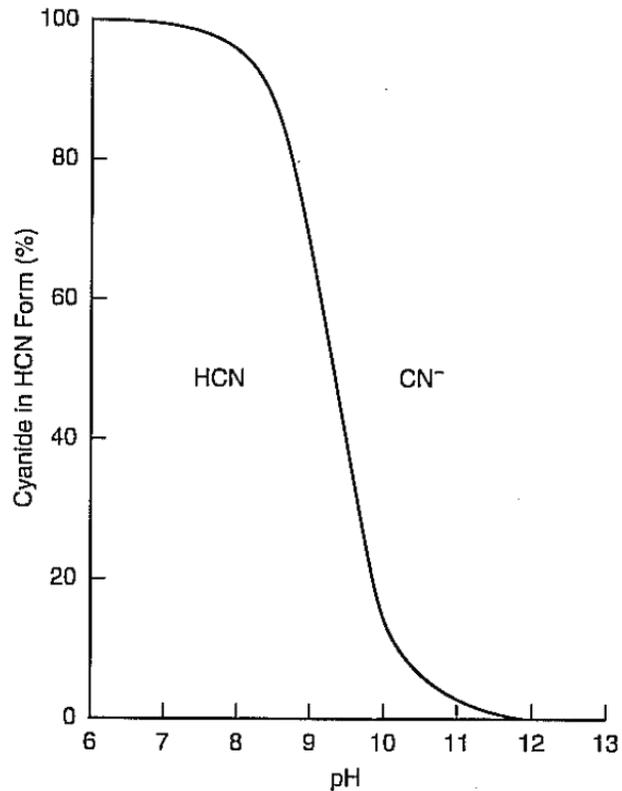
En la figura 1 la viscosidad aumenta para los dos casos mayor a 40% por que es necesario realizar una agitación adecuada menor a ello.

2.2.2.2. pH en la cianuración de minerales.

El pH en la cianuración es de suma importancia, a un pH en medio acida se generan el gas de cianuro de hidrogeno que se pierde como gas altamente letal para los seres vivientes y una pH muy básico minimiza la recuperación de los metales de correspondiente del oro y plata por lo que el rango que se tiene adecuado de pH debe de estar en un parámetro de 10.16 a 10.81 en un proceso estático en pilas(Bellaste et al., 2000).

Figura 2

Porcentaje de cianuro y cianuro de hidrogeno en solución ocioso vs pH



Nota: Fuente “figure 6.1 Speciation of cyanide and hydrogen cyanide in aqueous solution as a function of pH”(Marsden & House, 2006, p.235).

En la figura 1 la concentración del cianuro libre y el cianuro de hidrogeno se encuentran en proporción a medida que el pH cambia es decir a “pH 9.3 el 50% se encuentra como cianuro de hidrogeno y el resto como cianuro libre, a pH de 10.2 el 90% se encuentra como cianuro libre y el resto como cianuro de hidrogeno, a un pH de 8.4 el 90% se encuentra como cianuro de hidrogeno” (Marsden & House, 2006).

2.2.2.3. Granulometría en la cianuración de minerales por agitación.

En la lixiviación de cianuración respecto de los minerales que contiene oro y la plata es necesario una liberación adecuada de las asociaciones de mineral que se encuentra, hasta que el

oro y plata se encuentren libre para ser lixiviada o extraída por el cianuro de sodio en una solución acuoso.

Las liberaciones a la malla 140 se tiene una recuperación del orden de 91.47% en minerales oxidados(Mendo Escalante, 2016), por otra parte, para un concentrado con presencia de cobre se liberó el 96% malla 200 en ello se obtuvo una recuperación del orden de 95% de oro(Barzola E et al., 2011), con una liberación del 100% pasante a 75 μm a relave para recuperación de oro y plata se llega a una recuperación que se encuentra del orden de 70% de oro (Andrews Estrada, 2012).

2.2.2.4.Velocidad de agitación en la cianuración de minerales.

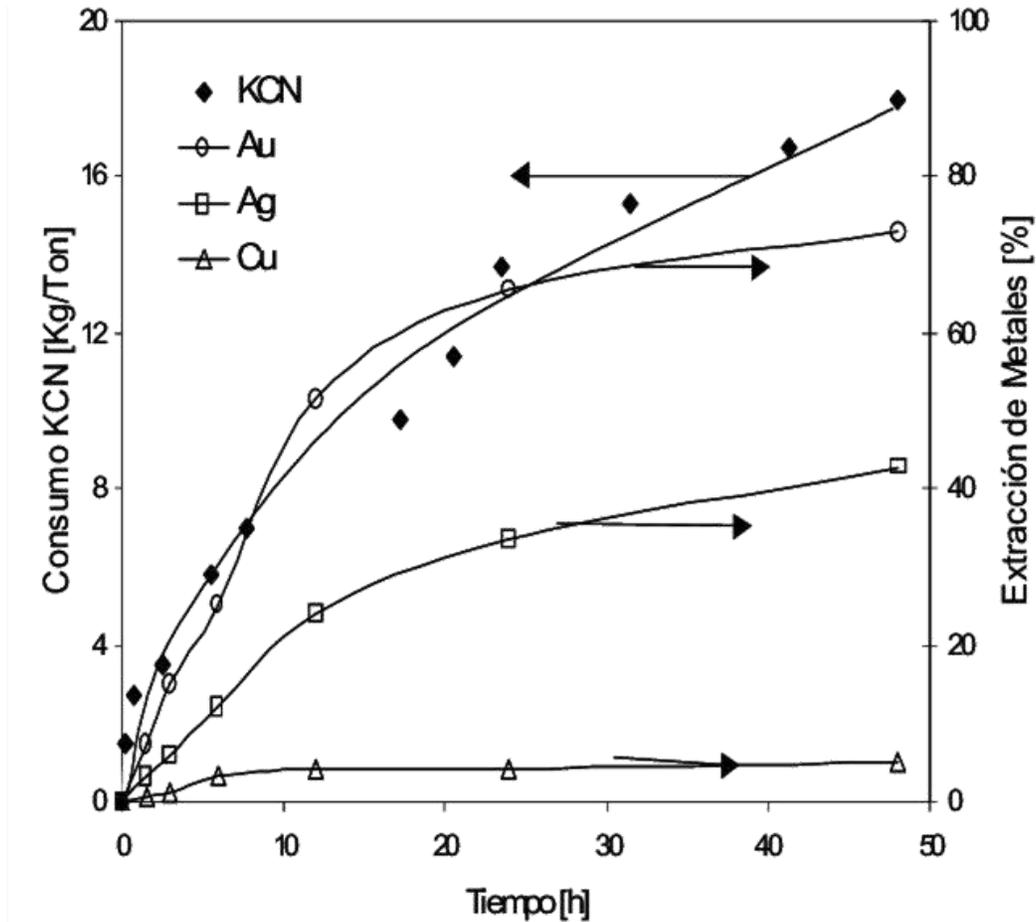
La velocidad de agitación de los tanques de agitación es importante para que el mineral se encuentran suspendido y la presencia del oxígeno o disolución de la pulpa para poder tener una extracción de los minerales a la solución en forma ocioso o iónica, a una cianuración de relaves a una velocidad de movimiento de la pulpa que se tiene una agitación de 300 rpm se recuperó el 95.70% y a 550 rpm a 90.64% se tiene una extracción en la recuperación de oro del relave(Romero & Flores, 2010).

2.2.2.5.Tiempo de cianuración de cianuración de minerales.

El espacio empleado del tiempo de cianuración respecto los minerales va a depender del tamaño del oro presente y de la plata que se encuentran en dicha mineral y si se ha liberado el mineral adecuadamente, el tiempo de disolución de la plata del estado sólido para transferir a la solución en forma iónica es el doble del oro, tiempo de cianuración se realizan en un espacio de 24 horas, 36 horas, 48 horas y 72 horas a nivel laboratorio, mientras que a nivel industrial se tiene entre en promedio de 80 a 90 horas. El tiempo de cianuración de minerales en un tiempo de 24

horas se llegó a obtener una extracción del orden en promedio de 89.5% de oro, 61.4% de plata(Morales Mulluni, 2018).

Figura 3
Extracción de Au, Ag vs tiempo cianuración



Nota: Fuente “Consumo de cianuro y extracción de metales vs. tiempo T = 25 °C, solución de 1,2 g/l de KCN y pH entre 10,5 y 11”(Rojas R. & Bustamante R., 2007).

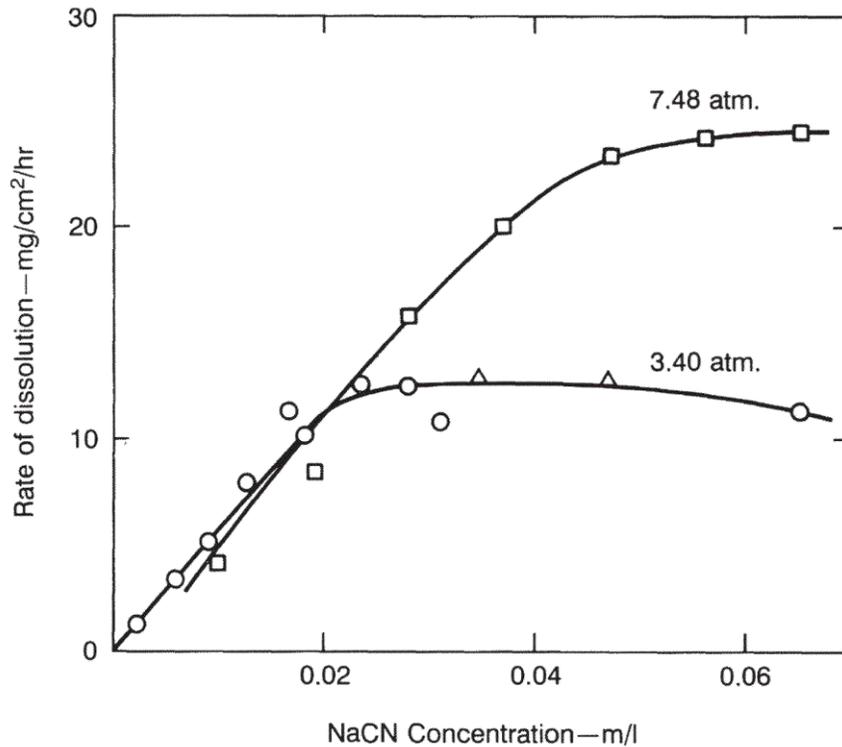
2.2.2.6. Oxígeno en la cianuración de minerales.

El oxígeno en el espacio de la cianuración es uno de los componentes primordiales para la reacción durante el tiempo de la disolución del oro, sin la presencia del en forma natural o forzada del oxígeno no ocurre la disolución por lo es necesario que se tenga en consideración la presencia, la disolución del oxígeno en la solución cianuración está en relación a la presión barométrica

altitud, agitación, fuerza del cianuro y la temperatura; La disolución del oxígeno a presión ambiental es de orden del 8.2 mg/L, por lo tanto si se requiere mayor concentración se debe de inyectar (Yannopoulos, 2012).

Figura 4

Disolución de la plata en relación a la concentración de NaCN



Nota: En la figura 1 la “Disolución de plata en mg/cm/h en función de la concentración de NaCN a 24°C a diferentes presiones de oxígeno” (Yannopoulos, 2012, p.146).

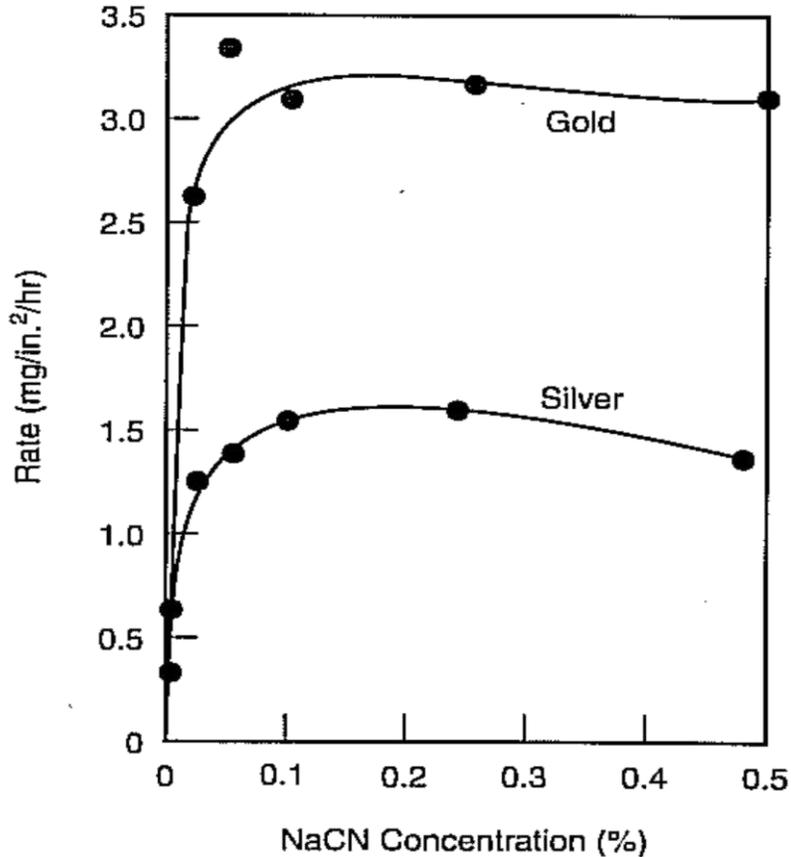
En la figura 3 la disolución de la plata tiene efecto con la presión a medida que la presión aumenta también la presencia del gas oxígeno se incrementa en la solución, por lo que a mayor presión aumenta la disolución de los elementos de oro y plata.

2.2.2.7. Concentración del cianuro de sodio en la cianuración.

La concentración respecto del cianuro de sodio en la disolución del oro y plata tiene rango de entre 0.05% a 0.025% (Marsden & House, 2006), para un concentrado de oro con una fuerza de 0.15% hay una recuperación que se encuentra de 41.8% de oro y 39.08% para el elemento de

la plata y una presencia del cianuro de sodio con fuerza de 0.30% se tiene 63.14% Au, 31.94% Ag(Soto Cahuana, 2021).

Figura 5
Extracción de oro y plata vs concentración de cianuro de sodio



Nota: Fuente “figure 6.8 effect of cyanide concentration on dissolution rate of gold and silver”(Marsden & House, 2006)

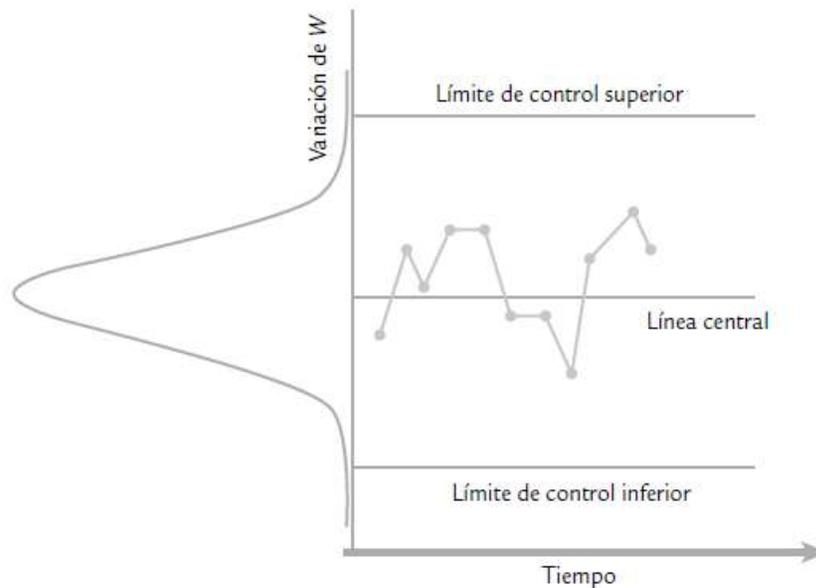
En la figura 4 el oro con las mismas condiciones se disuelve el doble que la plata en diferentes concentraciones.

2.2.3. Control de parámetro mediante cartas de control.

Es un instrumento que nos permite establecer los parámetros máximo mínimo con la finalidad de tener un control de las variables de operación durante el proceso es decir “Es una

gráfica que sirve para observar y analizar la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo”(Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009).

Figura 6
Carta de control de parámetro



Nota: Fuente de “figura 7.1 Idea y elementos de una carta de control”(Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009)

2.2.3.1.Límite de control

Las líneas de los límites de control es parámetro específico de medida donde consta de un límite superior, un límite inferior y línea central promedio de los datos, donde los datos deben de tener la probabilidad de que se encuentran los datos dentro de este parámetro. Estos parámetros se forman a partir de una media y una desviación estándar, distribución media representada por μ_{ω} , desviación estándar σ_{ω} , límite superior $\mu_{\omega} + 3\sigma_{\omega}$, límite inferior $\mu_{\omega} - 3\sigma_{\omega}$ (Gutierrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009).

2.3. Definiciones conceptuales.

- a. **Adsorción:** Es puede definir como proceso físico de adhesión de los aniones, cationes en la porosidad microporo y macro poro de carbón activado.
- b. **Agitación:** Es un proceso donde se mezcla el mineral y el agua mediante una paleta mecánica de se mueve impulsado por un motor para que las partículas de mineral no se asienten.
- c. **Carbón Activado:** Es el producto del tratamiento de la cascara de coco mediante la carbonización del coco y activad térmicamente o mediante el empleo de sustancia química con la finalidad de hacerle adsorbente del oro y plata en los tanques de cianuración.
- d. **Cianuración:** Es el proceso por el cual se realiza la extracción o disolución del metal de oro y plata empleando el cianuro como medio extractor de los metales.
- e. **Densidad de solido liquido o pulpa:** Es la mezcla en peso de minera con el peso del agua en relación al volumen del mineral y el agua que se puede expresar en g/L o g/cm³.
- f. **Extracción:** Es el medio de la disolución del oro que se encuentra en el mineral que será transferido a la solución acuoso en forma de cationes(Instituto Tecnológico GeoMinero de España, 1991).
- g. **Fuerza del cianuro de sodio:** Es la presencia del cianuro de sodio en un medio o solución que se encuentra expresado en peso en relación al volumen en g/L o ppm.
- h. **Liberación de mineral:** Es un proceso de molienda en seco o húmedo con la finalidad de que los minerales que se encuentren asociados se separan.
- i. **Mineral oxidado:** Son los elementos metálicos que se encuentran asociados con el oxígeno para formar un compuesto simple o complejo.
- j. **Pulpa:** Es la mezcla de minerales con el agua con una viscosidad de acuerdo el porcentaje de mezcla.

2.4. Hipótesis de la Investigación.

2.4.1. Hipótesis General.

La cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa influye en la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC.

2.4.2. Hipótesis Específicos.

- La fuerza del cianuro de sodio influye en la extracción del oro y plata en la planta PLHSAC.
- El pH de la cianuración influye en la adsorción en el carbón activado del oro y plata en la planta PLHSAC.
- La liberación del mineral influye en la recuperación de oro y plata en la planta PLHSAC.

2.5. Operacionalización de Variables e Indicadores.

En el presente estudio sobre “*Cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC*”, en la tabla 1 se detalla las variables, dimensiones e indicadores.

Tabla 1

Operacionalización de las variables e indicadores

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicador
Independiente			
Cianuración de mineral oxidado en pulpa	Es un proceso que consiste en el empleo de cianuro de sodio diluido en agua junto con el mineral a una densidad de pulpa que permita ser agitada y que ingrese el aire para que exista una reacción del oro y el cianuro(<i>Minería química</i> , 1991)	- Fuerza del cianuro de sodio. - pH. - Liberación de mineral	- Gromo por litro - Básico - Porcentaje pasante a 200m
Dependiente			
Adsorción de oro y plata en carbón activado	Es la acción de atraer al oro sobre la porosidad del carbón, donde queda retenida el oro y la plata(Orinoco, 2022).	- Extracción. - Adsorción - Recuperación	- Porcentaje - Gramo por kilogramo - Porcentaje
Intervinientes			
Factores que influyen en la cianuración		- Tiempo - Velocidad - Aireación	- Minuto - rpm - gramo por metro cubico

Capítulo III

Metodología

3.1. Diseño Metodológico.

3.1.1. Tipo de Investigación.

En el trabajo a realizar sobre “Cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC”, es un tipo de investigación aplicada, es la aplicación de una investigación básica para solucionar problemas reales prácticos (Rodríguez Moguel, 2005).

3.1.2. Nivel de Investigación.

En el estudio sobre “Cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC”, tiene un nivel de investigación explicativa ya que permite buscar las causas de los fenómenos o problemas a solucionar de una investigación no experimental (Bernal Torres, 2006).

3.1.3. Diseño de la Investigación.

El presente estudio tendrá un diseño de investigación no experimental longitudinal respecto al trabajo a realizar sobre “Cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC”, ya que los datos se extraerán en diferentes momentos (Díaz Narváez, 2006).

3.1.4. Enfoque de la Investigación.

En el estudio a realizar respecto a “Cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC”, tendrá un enfoque cuantitativa porque permite emplear la matemática y la estadística para analizar, describir y predecir los fenómenos que ocurren mediante el empleo numérico (Ñaupas Paitán et al., 2014).

3.2. Población y Muestra.

3.2.1. Población de la Investigación.

La población que se desea a considerar son los datos del proceso de la planta PLHSAC durante la vida útil de la reserva de los minerales, que consiste en los datos de la molienda como densidad de pulpa, carga circulante, ley de mineral. En el circuito de cianuración de igual manera se tiene las variables a considerar la ley de mineral sólido, ley de solución, fuerza de cianuro de sodio, pH, granulometría del mineral dosificación del carbón activado y las leyes del oro y plata en el carbón activado y en los relaves.

3.2.2. Muestra de la Investigación.

Las muestras para el estudio a realizar se extraerán por un espacio de un mes el porcentaje de liberación del mineral, densidad de pulpa, potencial de hidrogeno y la fuerza de cianuro como variable independiente y la extracción, adsorción de oro y plata en el carbón y la recuperación del oro y plata.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.3.1. Técnicas que se emplea.

En el presente sobre “Cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC” se empleará la técnica de observación directa estructura para la recolección de datos del proceso para poder establecer los parámetros(Martínez Mediano & Galán González, 2014).

3.3.2. Descripción de los Instrumentos.

En la recopilación de datos se emplearán la lista de cotejo ya este instrumento nos permite anotar los datos en una tabla diseñada para un determinado proceso, ya que la información observada se anotara en tablas diseñadas para la investigación (Medina Diaz & Verdejo Carrión,

2008) a realizar sobre “Cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC”.

3.4. Técnicas para el Procesamiento de la Información.

Para el procesamiento de la información sobre “Cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC”, se emplearán la técnica estadística de análisis e interpretación de datos para contrastar la hipótesis planteada (Ñaupas Paitán et al., 2014). En lo que empleara tablas, gráficos, promedio, varianza, análisis de varianza, etc., mediante Excel y paquetes estadístico de acceso libre, mientras que para el procesamiento del texto se emplean un procesador de texto el Word y en la distribución y publicación se emplearan el pdf.

3.5. Matriz de Consistencia.

Tabla 2

Matriz de consistencia.

	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicador	Metodología
Generales	¿En qué medida la cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa nos permitirá la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC?	Analizar la cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa y la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC.	La cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa influye en la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC.	<u>Independiente</u> • Cianuración	g/t	<u>Tipo de investigación:</u> Aplicada
				<u>Dependiente.</u> <u>Adsorción</u>	g/kg	<u>Nivel de Investigación:</u> explicativa
Específico	¿En qué medida la fuerza del cianuro de sodio influye en la extracción del oro y plata en la planta PLHSAC?	Evaluar la fuerza del cianuro de sodio como influye en la extracción del oro y plata en la planta PLHSAC.	La fuerza del cianuro de sodio influye en la extracción del oro y plata en la planta PLHSAC.	<u>Independiente</u> - Fuerza del cianuro	g/L	<u>Diseño de Investigación:</u> No experimental longitudinal
				<u>Dependiente.</u> - Porcentaje	%	<u>Enfoque de Investigación:</u> Cuantitativa
	¿En qué medida la pH de la cianuración influye en la adsorción en el carbón activado del oro y plata en la planta PLHSAC?	Evaluar el pH de la cianuración como influye en la adsorción en el carbón activado del oro y plata en la planta PLHSAC.	El pH de la cianuración influye en la adsorción en el carbón activado del oro y plata en la planta PLHSAC.	<u>Independiente</u> - Potencial hidrogeno	pH	<u>Población Muestra:</u> 90 datos por variable
				<u>Dependiente.</u> - Adsorción Au Ag	g/kg	<u>Técnica Recolección Datos:</u> Observación
	¿En qué medida la liberación del mineral influye en la recuperación de oro y plata en la planta PLHSAC?	Evaluar la liberación del mineral como influye en la recuperación de oro y plata en la planta PLHSAC.	La liberación del mineral influye en la recuperación de oro y plata en la planta PLHSAC.	<u>Independiente</u> - Liberación	%-200m	<u>Técnica Procesamiento Información:</u>
				<u>Dependiente.</u> - Recuperación Au Ag	%	Estadístico

Capítulo IV

Resultados

4.1. Análisis de Resultados.

4.1.1. Datos recopilados del proceso de cianuración de minerales auríferos en planta.

La información recopilada durante dos meses de la planta ley de cabeza para oro, plata, porcentaje pasante a la malla 200, leyes de rebose tanto de los minerales y soluciones.

Tabla 3

Datos de leyes cabeza, %-200m, leyes en rebose sólido y líquido 1-24.

N°	Cab Au_g/t	Cab Ag_g/t	% - 200 m	Reb Au_g/t	Reb Ag_g/t	Reb Au_g/m ³	Reb Ag_g/m ³	Rel Au_g/t	Rel Ag_g/t
1	32.20	800.35	69.26	28.66	711.83	1.02	14.68	0.75	46.97
2	2.19	13.51	69.04	0.75	4.22	0.66	7.72	0.07	2.26
3	2.13	4704.24	68.40	28.66	1071.89	1.02	75.20	0.75	800.35
4	2.67	13.58	67.43	0.93	4.49	0.66	7.72	0.10	1.92
5	2.98	415.67	68.36	1.17	7.92	0.46	6.78	0.04	1.92
6	1.61	12.51	71.37	0.69	8.54	0.69	5.27	0.07	7.85
7	1.23	34.59	68.46	1.03	46.87	0.83	22.91	0.10	29.42
8	5.81	52.49	68.91	6.12	49.03	0.12	32.53	0.33	15.77
9	5.98	55.20	68.90	5.49	52.87	0.33	23.74	0.39	14.74
10	6.72	51.77	67.96	4.85	49.92	0.34	29.90	0.53	11.66
11	6.65	85.03	67.80	7.49	84.00	0.25	16.87	0.45	10.97
12	6.57	111.43	68.90	6.55	110.09	0.29	11.65	0.31	15.43
13	6.44	158.40	69.25	5.49	155.69	0.26	27.27	0.37	18.24
14	6.50	93.26	68.12	4.37	90.89	0.26	26.40	0.21	21.29
15	6.80	103.88	67.99	6.09	102.41	0.21	20.54	0.36	18.62
16	7.15	58.97	68.68	4.46	56.64	0.21	23.51	0.25	21.67
17	7.24	127.20	69.52	4.63	125.28	0.19	11.74	0.25	22.11
18	7.15	95.31	68.00	3.53	94.63	0.12	32.68	0.27	23.38
19	7.36	175.54	68.28	5.21	172.14	0.26	33.76	0.32	22.11
20	7.65	155.65	67.60	5.35	152.67	0.24	24.94	0.37	24.38
21	7.87	137.48	68.85	9.87	136.49	0.22	29.14	0.41	26.81
22	8.00	100.11	68.26	7.61	98.60	0.29	25.96	0.27	26.85
23	8.03	103.54	67.49	3.26	102.41	0.27	26.48	0.21	28.53
24	8.06	86.40	69.93	4.17	83.48	0.19	20.58	0.27	23.04

Tabla 4

Datos de leyes cabeza, %-200m, leyes en rebose sólido y líquido 24-51.

N°	Cab Au_g/t	Cab Ag_g/t	% - 200 m	Reb Au_g/t	Reb Ag_g/t	Reb Au_g/m³	Reb Ag_g/m³	Rel Au_g/t	Rel Ag_g/t
25	8.07	117.25	67.90	3.87	113.86	0.19	21.18	0.48	27.12
26	8.06	148.80	69.26	4.11	137.55	0.21	19.36	0.37	30.03
27	7.99	125.14	69.04	2.95	121.40	0.20	12.04	0.24	26.37
28	7.97	117.25	68.40	4.20	113.86	0.21	25.94	0.38	25.44
29	7.97	148.80	67.43	3.99	138.24	0.17	23.65	0.22	27.84
30	7.95	55.88	68.36	4.39	52.90	0.22	22.32	0.32	22.53
31	7.92	55.54	71.37	4.84	53.62	0.22	29.28	0.38	14.81
32	7.86	100.11	68.46	3.82	98.43	0.18	27.20	0.29	19.06
33	7.83	196.11	68.91	3.02	193.74	0.17	18.92	0.20	22.73
34	7.78	100.46	68.90	3.14	98.57	0.16	19.14	0.20	22.42
35	7.65	64.11	67.96	3.03	60.51	0.16	21.30	0.41	22.32
36	7.54	124.11	67.80	1.61	121.06	0.18	20.16	0.24	23.04
37	7.48	134.74	68.90	2.28	132.72	0.16	21.06	0.25	25.47
38	7.41	117.60	69.25	3.00	113.86	0.14	17.44	0.24	26.95
39	13.41	93.60	68.12	3.24	90.89	0.14	22.28	0.91	33.84
40	4.10	115.54	67.99	3.41	110.88	0.20	21.91	0.14	25.85
41	3.81	161.48	68.68	3.00	155.35	0.12	17.80	0.29	22.56
42	4.29	118.28	69.52	3.63	113.86	0.12	16.54	0.38	18.72
43	3.81	179.31	68.00	3.72	148.15	0.14	16.04	0.12	26.13
44	4.06	60.34	68.28	3.96	56.71	0.14	15.98	0.33	19.27
45	4.83	131.65	67.60	7.01	128.95	0.51	17.70	0.17	22.97
46	2.69	166.28	68.85	4.77	163.27	0.25	15.58	0.22	29.90
47	3.10	132.00	68.26	4.51	128.95	0.17	10.60	0.11	32.67
48	2.69	199.88	67.49	2.01	196.52	0.19	19.14	0.14	18.62
49	3.00	97.03	69.93	5.71	95.62	0.23	26.74	0.07	19.34
50	2.57	59.66	67.90	6.24	56.57	0.27	30.18	0.21	15.87
51	3.91	156.34	68.34	6.86	148.83	0.22	29.22	0.10	26.16

Tabla 5

Datos de leyes relave, fuerza de cianuro en el rebose, tanques pH en rebose 1-36.

N°	Rel Au_g/m ³	Rel Ag_g/m ³	CN_O/F	pH_O/F	CN_TK1	CN_TK2	CN_TK3	CN_TK4
1	0.0190	0.7520	0.10	10.90	0.105	0.085	0.084	0.073
2	0.0070	4.4600	0.10	11.00	0.100	0.095	0.083	0.072
3	0.0190	14.6820	0.10	11.00	0.100	0.096	0.091	0.08
4	0.0070	4.4600	0.10	11.00	0.094	0.086	0.083	0.08
5	0.0120	3.6780	0.10	10.90	0.09	0.079	0.071	0.069
6	0.0150	3.4250	0.10	10.90	0.091	0.083	0.077	0.07
7	0.0300	7.7000	0.10	10.90	0.088	0.081	0.075	0.065
8	0.0026	6.6313	0.09	11.00	0.087	0.08	0.073	0.065
9	0.0042	6.5613	0.10	11.00	0.084	0.079	0.071	0.063
10	0.0062	7.6067	0.09	11.00	0.081	0.079	0.071	0.064
11	0.0030	5.3586	0.99	11.00	0.088	0.08	0.074	0.066
12	0.0032	4.9343	0.10	11.00	0.09	0.08	0.08	0.073
13	0.0056	7.1248	0.10	11.00	0.087	0.082	0.08	0.068
14	0.0024	6.9642	0.09	11.00	0.07	0.083	0.078	0.07
15	0.0064	6.1152	0.10	11.00	0.078	0.079	0.075	0.069
16	0.0026	6.5088	0.09	10.90	0.076	0.082	0.077	0.073
17	0.0022	3.3020	0.10	10.90	0.075	0.085	0.076	0.07
18	0.0036	2.6600	0.09	10.90	0.075	0.079	0.074	0.07
19	0.0036	4.6800	0.10	10.50	0.08	0.081	0.072	0.069
20	0.0022	3.0200	0.09	10.90	0.084	0.082	0.073	0.068
21	0.0018	4.5200	0.10	10.90	0.085	0.078	0.077	0.065
22	0.0022	3.7400	0.09	10.70	0.088	0.087	0.081	0.069
23	0.0018	5.4600	0.09	10.80	0.078	0.089	0.073	0.068
24	0.0016	7.9000	0.09	10.60	0.079	0.091	0.073	0.069
25	0.0016	5.2600	0.09	11.00	0.083	0.093	0.07	0.067
26	0.0018	4.8400	0.10	10.90	0	0.087	0.075	0.065
27	0.0034	4.8600	0.10	11.00	0.1	0.095	0.083	0.072
28	0.0030	6.9200	0.10	11.00	0.1	0.096	0.091	0.08
29	0.0032	4.7635	0.10	11.00	0.094	0.086	0.083	0.08
30	0.0042	2.6400	0.10	10.90	0.09	0.079	0.071	0.069
31	0.0033	2.5800	0.10	10.90	0.091	0.083	0.077	0.07
32	0.0018	3.3600	0.10	10.90	0.088	0.081	0.075	0.065
33	0.0016	3.5200	0.09	11.00	0.087	0.08	0.073	0.065
34	0.0032	3.8400	0.10	11.00	0.084	0.079	0.071	0.063
35	0.0020	3.9600	0.09	11.00	0.081	0.079	0.071	0.064
36	0.0022	3.7800	0.99	11.00	0.088	0.08	0.074	0.066

Tabla 6

Datos de leyes relave, fuerza de cianuro en el rebose, tanques pH en rebose 36-51.

N°	Rel Au_g/m ³	Rel Ag_g/m ³	CN_O/F	pH_O/F	CN_TK1	CN_TK2	CN_TK3	CN_TK4
37	0.0020	3.8400	0.10	11.00	0.09	0.08	0.08	0.073
38	0.0020	3.8000	0.10	11.00	0.087	0.082	0.08	0.068
39	0.0112	3.6000	0.09	11.00	0.07	0.086	0.084	0.07
40	0.0136	3.4920	0.10	11.00	0.078	0.091	0.082	0.074
41	0.0120	2.1000	0.09	10.90	0.076	0.089	0.085	0.073
42	0.0022	2.4800	0.10	10.90	0.075	0.087	0.082	0.07
43	0.0038	2.7000	0.09	10.90	0.075	0.092	0.085	0.07
44	0.0020	2.8800	0.10	10.50	0.08	0.089	0.072	0.075
45	0.0038	2.7000	0.09	10.90	0.084	0.092	0.073	0.073
46	0.0056	2.8000	0.10	10.90	0.085	0.088	0.077	0.073
47	0.0028	3.2990	0.09	10.70	0.088	0.089	0.081	0.069
48	0.0034	3.0990	0.09	10.99	0.078	0.086	0.073	0.073
49	0.0042	3.0990	0.09	11.03	0.079	0.092	0.073	0.075
50	0.0032	3.5490	0.09	11.00	0.083	0.091	0.07	0.072
51	0.0035	2.8490	0.09	10.98	0.084	0.089	0.076	0.076

Tabla 7

Datos de pH taques, leyes de oro en el carbón en los taques TK1 a TK4 1-15.

N°	pH_TK1	pH_TK2	pH_TK3	pH_TK4	g/kg Au_TK1	g/kg Au_TK2	g/kg Au_TK3	g/kg Au_TK4
1	10.12	10.29	10.08	9.98	0.28	0.41	0.44	0.03
2	11.00	10.30	10.20	9.30	0.08	0.12	0.07	0.05
3	11.00	10.30	10.00	9.80	0.08	0.11	0.06	0.03
4	10.50	10.10	9.50	9.50	0.11	0.15	0.07	0.04
5	10.50	10.30	10.00	9.80	0.14	0.13	0.07	0.05
6	10.80	10.20	10.20	10.00	0.11	0.24	0.07	0.06
7	10.50	10.30	10.00	9.80	0.12	0.23	0.09	0.09
8	10.70	10.20	9.80	9.30	0.06	0.24	0.95	0.84
9	10.50	10.30	10.00	9.30	0.08	0.41	0.32	0.09
10	10.50	10.40	10.10	9.50	0.15	0.46	0.41	0.23
11	10.60	10.50	10.40	9.90	0.12	0.44	0.41	0.18
12	11.00	10.50	10.50	10.00	0.11	0.42	0.51	0.20
13	10.50	10.20	10.00	9.70	0.07	0.49	0.49	0.19
14	10.50	10.11	10.05	10.00	0.12	0.38	0.42	0.20
15	10.90	10.05	10.06	10.50	0.14	0.67	0.54	0.25

Tabla 8

Datos de pH taques, leyes de oro en el carbón en los taques TK1 a TK4 16-51.

N°	pH_TK1	pH_TK2	pH_TK3	pH_TK4	g/kg Au_TK1	g/kg Au_TK2	g/kg Au_TK3	g/kg Au_TK4
16	10.40	10.04	10.04	10.10	0.15	0.28	0.77	0.26
17	10.50	10.03	10.09	10.00	0.16	0.31	0.63	0.20
18	10.50	10.62	10.05	10.00	0.06	0.25	0.40	0.19
19	10.80	10.07	10.04	9.89	0.12	0.46	0.50	0.27
20	10.80	10.09	10.30	9.87	0.16	0.45	0.53	0.26
21	10.80	10.11	10.30	10.01	0.13	0.40	0.35	0.28
22	10.30	10.12	10.00	9.87	0.14	0.46	0.20	0.15
23	10.26	10.14	10.08	9.78	0.14	0.26	0.55	0.40
24	10.31	10.21	10.06	9.95	0.18	0.34	0.36	0.31
25	10.00	10.11	10.00	10.01	0.12	0.62	0.35	0.19
26	10.05	10.12	10.09	10.04	0.11	0.32	0.33	0.17
27	11.00	10.30	10.20	9.30	0.21	0.27	0.31	0.15
28	11.00	10.30	10.00	9.80	0.12	0.19	0.31	0.15
29	10.50	10.10	9.50	9.50	0.13	0.27	0.35	0.13
30	10.50	10.30	10.00	9.80	0.08	0.16	0.28	0.17
31	10.80	10.20	10.20	10.00	0.09	0.24	0.34	0.21
32	10.50	10.30	10.00	9.80	0.09	0.26	0.30	0.20
33	10.70	10.20	9.80	9.30	0.09	0.21	0.28	0.15
34	10.50	10.30	10.00	9.30	0.09	0.19	0.22	0.12
35	10.50	10.40	10.10	9.50	0.07	0.55	0.18	0.10
36	10.60	10.50	10.40	9.90	0.06	0.24	0.21	0.13
37	11.00	10.50	10.50	10.00	0.07	0.19	0.48	0.16
38	10.50	10.20	10.00	9.70	0.09	0.17	0.51	0.41
39	10.50	10.30	10.42	10.00	0.17	0.18	0.27	0.12
40	10.90	10.27	10.38	10.50	0.12	0.09	0.48	0.88
41	10.40	10.33	10.38	10.10	0.14	0.17	0.68	0.82
42	10.50	10.24	10.37	10.00	0.12	0.14	0.18	0.96
43	10.50	10.32	10.28	10.00	0.18	0.11	0.52	0.88
44	10.80	10.26	10.00	9.98	0.13	0.10	0.62	0.28
45	10.80	10.31	10.30	9.86	0.14	0.11	0.94	0.14
46	10.80	10.36	10.30	10.94	0.14	0.12	0.12	0.56
47	10.30	10.42	10.00	10.02	0.18	0.11	0.17	0.58
48	10.42	10.45	10.32	9.98	0.16	0.09	0.13	0.86
49	10.32	10.36	10.03	9.88	0.10	0.12	0.74	0.86
50	10.00	10.27	10.00	9.87	0.15	0.12	0.12	0.74
51	10.32	10.45	10.04	10.01	0.15	0.09	0.16	0.66

Tabla 9*Datos de leyes de oro y plata en el carbón en los taques TK1 a TK4 1-35.*

Nº	g/kg Au_TK1	g/kg Au_TK2	g/kg Au_TK3	g/kg Au_TK4	g/kg Ag_TK1	g/kg Ag_TK2	g/kg Ag_TK3	g/kg Ag_TK4
1	0.28	0.41	0.44	0.03	2.53	4.59	5.11	5.03
2	0.08	0.12	0.07	0.05	2.75	4.68	5.12	4.99
3	0.08	0.11	0.06	0.03	2.53	4.59	5.11	5.03
4	0.11	0.15	0.07	0.04	2.54	4.62	5.21	5.66
5	0.14	0.13	0.07	0.05	2.58	4.63	5.23	6.71
6	0.11	0.24	0.07	0.06	0.76	4.69	5.32	5.67
7	0.12	0.23	0.09	0.09	2.23	4.76	5.29	2.58
8	0.06	0.24	0.95	0.84	1.47	4.75	2.93	3.12
9	0.08	0.41	0.32	0.09	3.14	5.75	6.29	5.04
10	0.15	0.46	0.41	0.23	2.18	7.75	4.35	7.44
11	0.12	0.44	0.41	0.18	3.01	6.50	6.01	3.60
12	0.11	0.42	0.51	0.20	2.99	4.50	5.97	3.84
13	0.07	0.49	0.49	0.19	2.14	5.45	4.29	6.72
14	0.12	0.38	0.42	0.20	2.96	3.00	5.92	2.88
15	0.14	0.67	0.54	0.25	0.55	5.20	1.11	7.68
16	0.15	0.28	0.77	0.26	2.62	3.70	5.25	3.12
17	0.16	0.31	0.63	0.20	2.94	3.70	5.89	2.64
18	0.06	0.25	0.40	0.19	3.16	4.00	6.33	4.32
19	0.12	0.46	0.50	0.27	3.08	4.70	6.16	4.32
20	0.16	0.45	0.53	0.26	2.26	5.45	4.51	2.64
21	0.13	0.40	0.35	0.28	2.92	6.00	5.84	2.16
22	0.14	0.46	0.20	0.15	2.99	3.95	5.98	2.64
23	0.14	0.26	0.55	0.40	1.49	3.00	2.98	2.16
24	0.18	0.34	0.36	0.31	2.59	3.95	5.19	1.92
25	0.12	0.62	0.35	0.19	2.28	7.00	4.57	1.92
26	0.11	0.32	0.33	0.17	3.23	5.45	6.47	2.16
27	0.21	0.27	0.31	0.15	0.80	3.45	1.60	4.08
28	0.12	0.19	0.31	0.15	2.92	5.50	5.84	3.60
29	0.13	0.27	0.35	0.13	3.14	3.20	6.29	3.84
30	0.08	0.16	0.28	0.17	2.18	4.70	4.36	5.04
31	0.09	0.24	0.34	0.21	3.02	5.50	6.04	3.96
32	0.09	0.26	0.30	0.20	2.73	4.20	5.47	2.16
33	0.09	0.21	0.28	0.15	2.71	2.95	5.42	1.92
34	0.09	0.19	0.22	0.12	2.97	2.95	5.94	3.84
35	0.07	0.55	0.18	0.10	3.01	6.00	6.02	2.40

Tabla 10

Datos de leyes de oro y plata en el carbón en los taques TK1 a TK4 36-51.

Nº	g/kg Au_TK1	g/kg Au_TK2	g/kg Au_TK3	g/kg Au_TK4	g/kg Ag_TK1	g/kg Ag_TK2	g/kg Ag_TK3	g/kg Ag_TK4
36	0.06	0.24	0.21	0.13	3.00	3.45	6.00	2.64
37	0.07	0.19	0.48	0.16	2.81	3.70	5.62	2.40
38	0.09	0.17	0.51	0.41	3.00	3.45	6.00	2.40
39	0.17	0.18	0.27	0.12	1.76	4.62	5.12	5.01
40	0.12	0.09	0.48	0.88	2.83	4.69	5.28	4.99
41	0.14	0.17	0.68	0.82	2.26	4.61	5.19	5.80
42	0.12	0.14	0.18	0.96	2.77	5.08	4.84	3.58
43	0.18	0.11	0.52	0.88	2.83	4.69	5.28	4.99
44	0.13	0.10	0.62	0.28	2.07	6.66	5.55	5.36
45	0.14	0.11	0.94	0.14	2.77	5.08	4.84	3.58
46	0.14	0.12	0.12	0.56	2.32	5.48	5.42	4.72
47	0.18	0.11	0.17	0.58	2.07	6.66	5.55	5.36
48	0.16	0.09	0.13	0.86	2.86	4.55	3.77	5.76
49	0.10	0.12	0.74	0.86	2.32	5.48	5.42	4.72
50	0.15	0.12	0.12	0.74	2.81	4.20	4.08	4.48
51	0.15	0.09	0.16	0.66	2.86	4.55	3.77	5.76

De acuerdo la información establecida en las tablas 3 al 10 se tiene 51 datos para ley de cabeza, leyes en los sólido e líquido en el rebose, pH fuerza del NaCN en el rebose, para los 4 tanque; ley de carbón adsorbido de oro y plata en los 4 tanque.

4.1.2. Resultados.

Tabla 11

Extracción y recuperación de oro y plata

N°	%Lx_Au	%Lx_Ag	%AD_Au	%AD_Ag	N°	%Lx_Au	%Lx_Ag	%AD_Au	%AD_Ag
1	97.66	94.13	98.13	94.88	27	97.04	78.93	98.31	59.63
2	96.88	83.25	98.94	42.23	28	95.27	78.30	98.58	73.32
3	64.52	82.99	98.13	80.48	29	97.25	81.29	98.17	79.86
4	96.15	85.86	98.94	42.23	30	95.94	59.69	98.11	88.17
5	98.62	99.54	97.37	45.76	31	95.24	73.33	98.49	91.19
6	95.74	37.26	97.83	35.01	32	96.34	80.96	98.99	87.65
7	91.67	14.97	96.37	66.39	33	97.42	88.41	99.03	81.40
8	94.40	69.95	97.79	79.62	34	97.40	77.68	98.00	79.94
9	93.41	73.29	98.71	72.37	35	94.62	65.19	98.75	81.41
10	92.10	77.48	98.16	74.56	36	96.86	81.44	98.76	81.25
11	93.31	87.10	98.80	68.24	37	96.61	81.09	98.72	81.77
12	95.31	86.15	98.90	57.66	38	96.81	77.08	98.53	78.21
13	94.20	88.48	97.84	73.88	39	93.22	63.85	92.25	83.84
14	96.84	77.17	99.09	73.62	40	96.66	77.63	93.22	84.06
15	94.76	82.08	96.89	70.23	41	92.35	86.03	90.20	88.20
16	96.45	63.26	98.77	72.31	42	91.21	84.17	98.18	85.01
17	96.50	82.61	98.86	71.87	43	96.86	85.43	97.32	83.17
18	96.17	75.47	97.01	91.86	44	91.99	68.07	98.59	81.98
19	95.62	87.40	98.61	86.14	45	96.52	82.55	99.26	84.75
20	95.11	84.34	99.07	87.89	46	91.73	82.02	97.74	82.03
21	94.77	80.50	99.19	84.49	47	96.58	75.25	98.32	68.86
22	96.62	73.18	99.25	85.59	48	94.92	90.69	98.24	83.81
23	97.44	72.45	99.34	79.38	49	97.83	80.07	98.18	88.41
24	96.64	73.33	99.15	61.61	50	92.01	73.39	98.83	88.24
25	94.06	76.87	99.16	75.17	51	97.34	83.27	98.42	90.25
26	95.36	79.82	99.15	75.00					

Los rangos de extracción y recuperación de oro y plata en la tabla 11 se tiene extracción de oro entre 64.83% a 98.62% con un promedio de 94.83%, para la plata entre 14.97% a 99.54% con promedio de 77.35%, mientras que la recuperación en el carbón activado se tiene para el oro es de 90.20% a 99.34% con promedio de 98.05% y para la plata de 35.01% a 94.88% y un medio de 76.57%.

Tabla 12*Prueba de T para muestras apareadas*

			estadístico	gl	p
Cab Au_g/tm	Cab Ag_g/tm	T de Student	-2.299	50	0.026
%-200 M	Reb Au_g/tm	T de Student	87.187	50	<.001
Reb Ag_g/tm	Reb Au_g/m3	T de Student	5.663	50	<.001
Reb Ag_g/m3	Rel Au_g/tm	T de Student	15.059	50	<.001
Rel Ag_g/tm	Rel Au_g/m3	T de Student	2.413	50	0.02
Rel Ag_g/m3	CN_O/F	T de Student	14.179	50	<.001
pH_O/F	CN_TK1	T de Student	637.176	50	<.001
CN_TK2	CN_TK3	T de Student	10.585	50	<.001
CN_TK4	pH_TK1	T de Student	-283.97	50	<.001
pH_TK2	Cab Au_g/tm	T de Student	6.107	50	<.001
Cab Ag_g/tm	%-200 M	T de Student	1.618	50	0.112
Reb Au_g/tm	Reb Ag_g/tm	T de Student	-5.605	50	<.001
Reb Au_g/m3	Reb Ag_g/m3	T de Student	-14.991	50	<.001
Rel Au_g/tm	Rel Ag_g/tm	T de Student	-2.396	50	0.02
Rel Au_g/m3	Rel Ag_g/m3	T de Student	-14.623	50	<.001
CN_O/F	pH_O/F	T de Student	-385.282	50	<.001
CN_TK1	CN_TK2	T de Student	-0.849	50	0.400
CN_TK3	CN_TK4	T de Student	11.151	50	<.001
pH_TK1	pH_TK2	T de Student	7.535	50	<.001
pH_TK3	pH_TK4	T de Student	6.104	50	<.001
g/kg Au_TK1	g/kg Au_TK2	T de Student	-6.558	50	<.001
g/kg Au_TK3	g/kg Au_TK4	T de Student	1.426	50	0.16
g/kg Ag_TK1	g/kg Ag_TK2	T de Student	-12.177	50	<.001
g/kg Ag_TK3	g/kg Ag_TK4	T de Student	3.425	50	0.001
%Lx_Au	%Lx_Ag	T de Student	9.109	50	<.001
%AD_Au	%AD_Ag	T de Student	11.26	50	<.001

Referente a la relación entre las variables descrita en la tabla 12 se tiene una diferencia significativa

en todos los casos salvo para la cabeza de la plata g/t y el %-200m, fuerza del cianuro en los

tanques TK1 y TK2 y la adsorción del oro g/kg en los tanques TK3 TK4 no tiene diferencia significativa.

Tabla 13

Análisis de fiabilidad de extracción y recuperación de Au Ag

	Media	DE	Correlación del elemento con otros	Si se descarta el elemento	
				ω	de McDonald
Cab Au_g/t	6.485	4.408	0.04961		0.672
Cab Ag_g/t	216.145	651.266	0.95031		0.629
%-200 M	68.582	0.852	-0.03565		0.695
Reb Au_g/t	5.151	5.154	0.78258		0.620
Reb Ag_g/t	131.722	165.869	0.88981		0.619
Reb Au_g/m ³	0.287	0.214	0.52751		0.66
Reb Ag_g/m ³	21.896	10.322	0.7063		0.655
Rel Au_g/t	0.291	0.175	0.45165		0.652
Rel Ag_g/t	36.947	109.334	0.97092		0.634
Rel Au_g/m ³	0.005	0.006	0.38269		0.671
Rel Ag_g/m ³	4.487	2.190	0.56899		0.673
CN_O/F	0.129	0.176	-0.02916		0.689
pH_O/F	10.922	0.122	0.07596		0.687
CN_TK1	0.083	0.014	0.18463		0.676
CN_TK2	0.085	0.005	0.28264		0.675
CN_TK3	0.077	0.005	0.40802		0.654
CN_TK4	0.070	0.004	0.33339		0.664
pH_TK1	10.569	0.265	0.16808		0.681
pH_TK2	10.268	0.138	0.04355		0.682
pH_TK3	10.107	0.209	-0.0518		0.679
pH_TK4	9.862	0.315	0.01584		0.681
g/kg Au_TK1	0.124	0.042	-0.00823		0.681
g/kg Au_TK2	0.267	0.150	-0.11439		0.697
g/kg Au_TK3	0.369	0.219	-0.17006		0.694
g/kg Au_TK4	0.308	0.272	-0.1381		0.698
g/kg Ag_TK1	2.525	0.620	0.03509		0.687
g/kg Ag_TK2	4.740	1.084	-0.03985		0.685
g/kg Ag_TK3	5.120	1.113	-7.29e-4		0.692
g/kg Ag_TK4	4.085	1.518	0.09413		0.684
%Lx_Au	94.830	4.716	-0.867		0.724
%Lx_Ag	77.348	13.162	0.16105		0.673
%AD_Au	98.052	1.714	-0.00288		0.702
%AD_Ag	76.566	13.286	0.12827		0.678

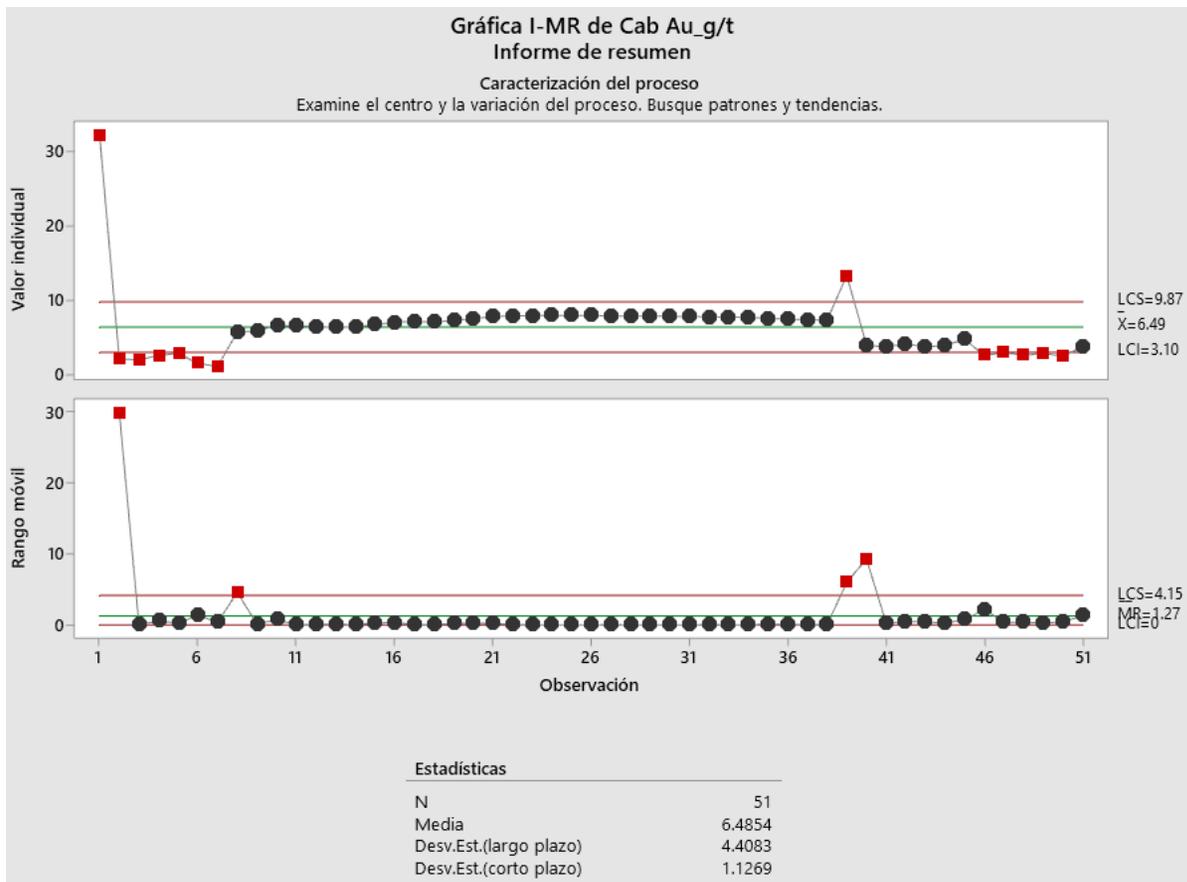
De acuerdo la tabla 13, los datos de las variables %-200m, CN_OF, pH_TK3, adsorción de Au g/kg TK1, TK2, TK3, TK4, adsorción de Ag g/kg TK2, TK3, %Lx_Au, %AD_Au, las que se relacionan negativamente y es necesario su inversión; con una confiabilidad superior del 60% de todas las variables en estudio tanto independientes como dependientes.

4.1.3. Parámetro de control ley de cabeza.

Los datos ingresantes a planta de las leyes del oro y plata se tienen que tener un control con la finalidad de tener un mejor proceso de producción.

Figura 7

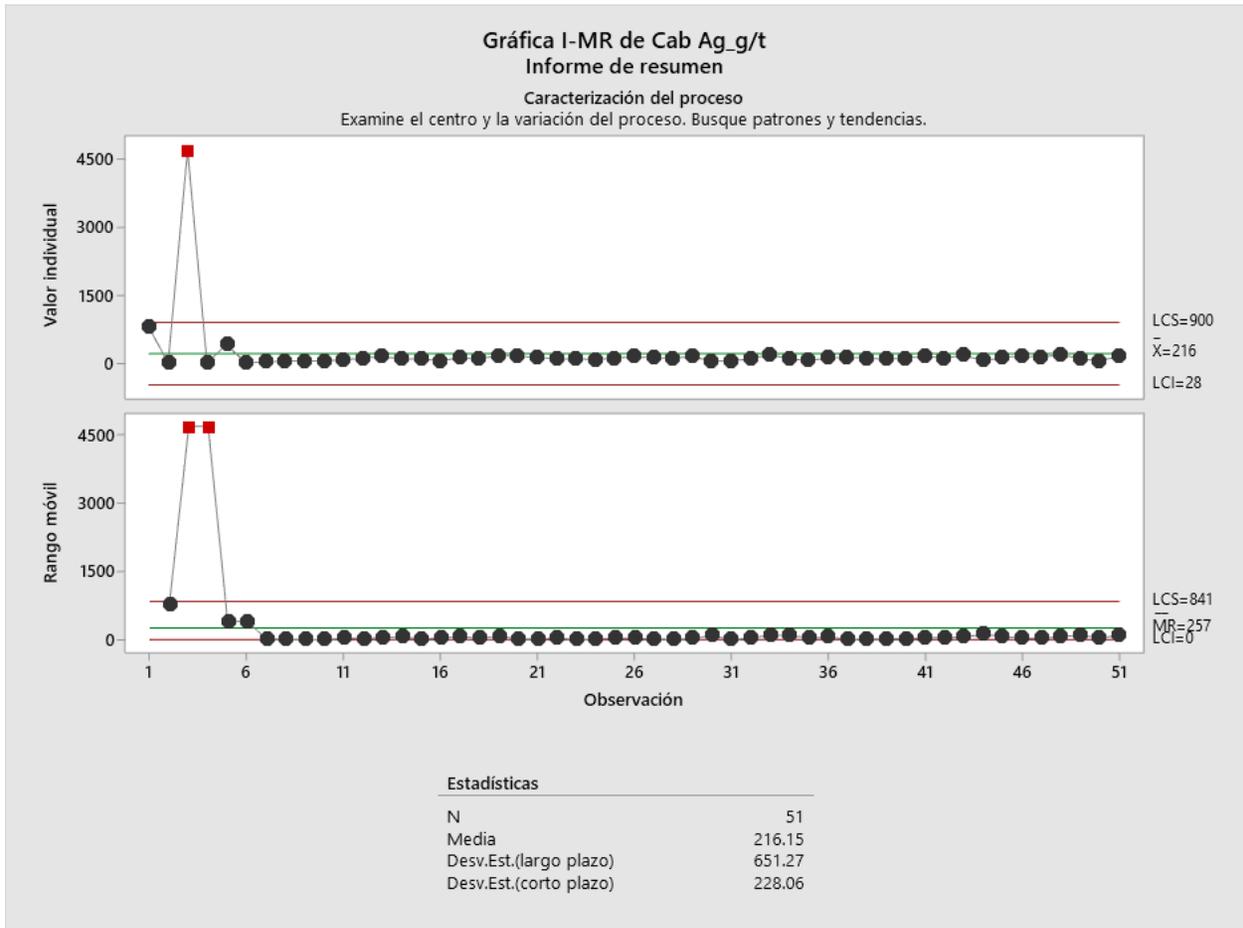
Ley de cabeza del mineral de oro g/t



El control de la ley de cabeza para el oro de acuerdo la figura 7 se tiene un promedio de 6.49 g/t Au, con un limite inferior de 3.10 g/t limite superior de 9.87 g/t de los cuales el 25.49%

se encuentran fuera del limite control para los valores individuales y el rango móvil del 7.84% se encuentran fuera del control.

Figura 8
Ley de cabeza para la plata g/t.

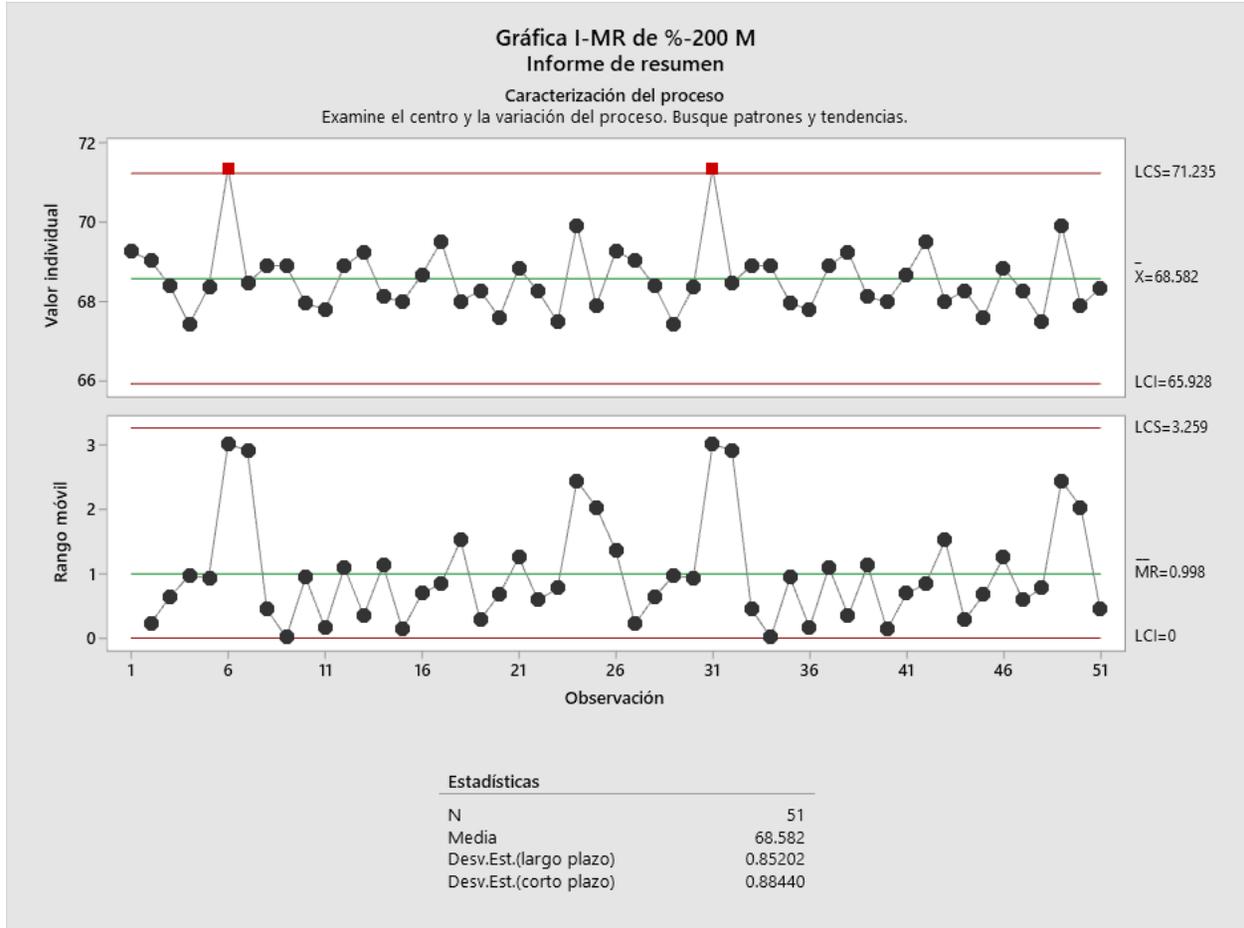


Los limites de control para la ley de cabeza de la plata de acuerdo la figura 8 se tiene un limite inferior de 28 g/t de plata, con un promedio de 216 g/t y limite superior de 900 g/t para 51 datos con una desviación estándar largo plazo de 651.27 y desviación estándar a corto plazo de 228.96 con 1.96% de los datos fuera del limite de control para los datos individuales y 3.92% para el rango móvil.

4.1.4. Parámetro de control en la molienda y cianuración.

Figura 9

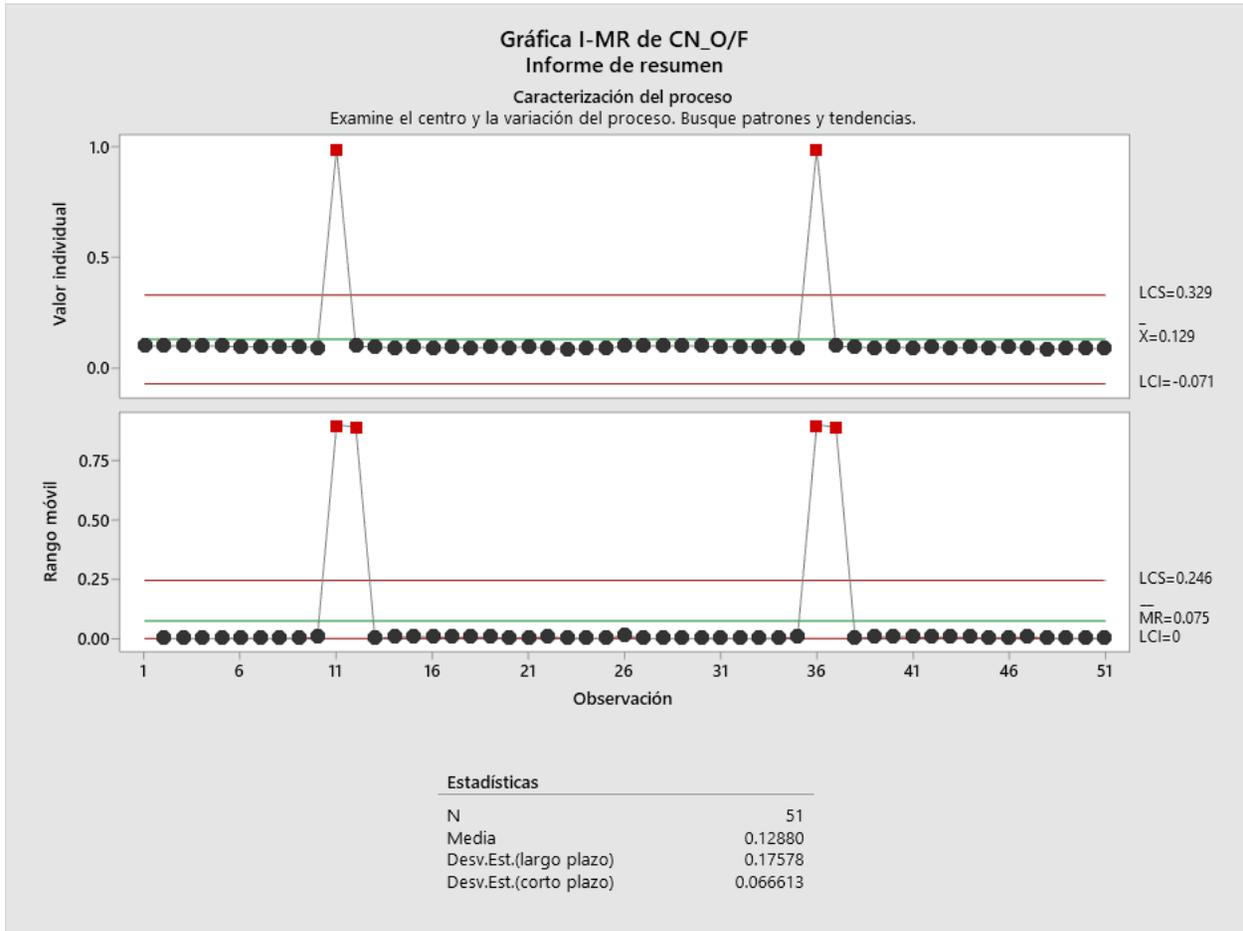
Control de la liberación de minerales por la malla 200



Los parámetros de control para liberación pasante a la malla 200 de acuerdo la figura 9 se tiene un promedio de 68.882%, con un limite inferior de 65.928% y un limite superior de 71.235% pasante a la malla 200 para 51 datos con una desviación estándar a largo plazo de 0.852002 y a corto plazo de 0.8844; con un 3.92% de los datos se encuentran fuera de los parámetros de control para los valores individual y para los rangos móviles el 100% se encuentran dentro del parámetro de control.

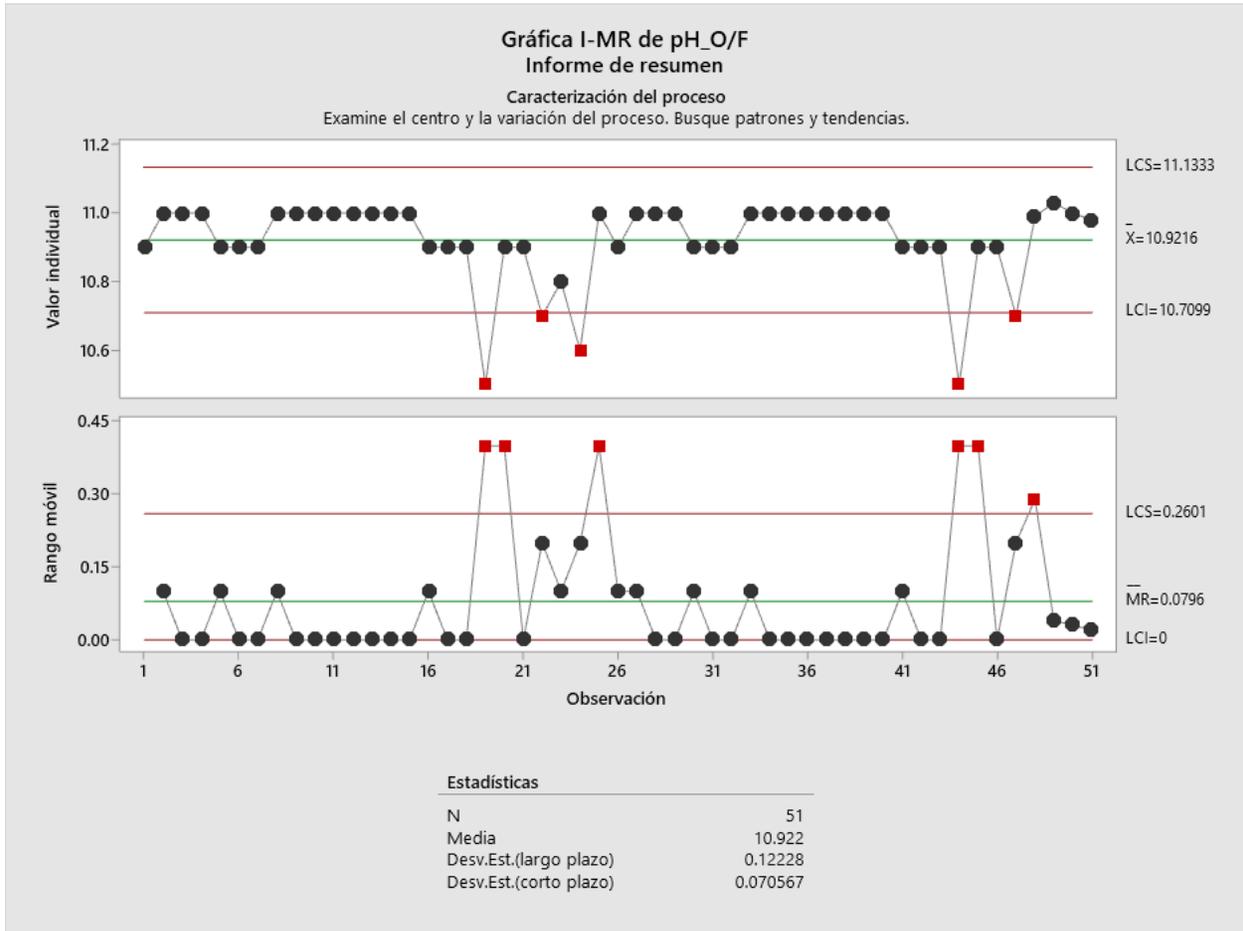
Figura 10

Control de la fuerza del NaCN en la alimentación a los tanques



La fuerza del cianuro de sodio de acuerdo la figura 10 se encuentra en promedio de 0.129% con un límite inferior de 0.071% y límite superior de 0.239% de los cuales el 3.92% de los información se encuentra fuera de los límites de control para los 51 datos con una desviación estándar de 0.17578 a largo plato y 0.66613 a corto plazo, para el rango móvil el 7.84% de los datos se encuentran fuera de límite de control.

Figura 11
Control de pH en la cianuración alimento a los tanques

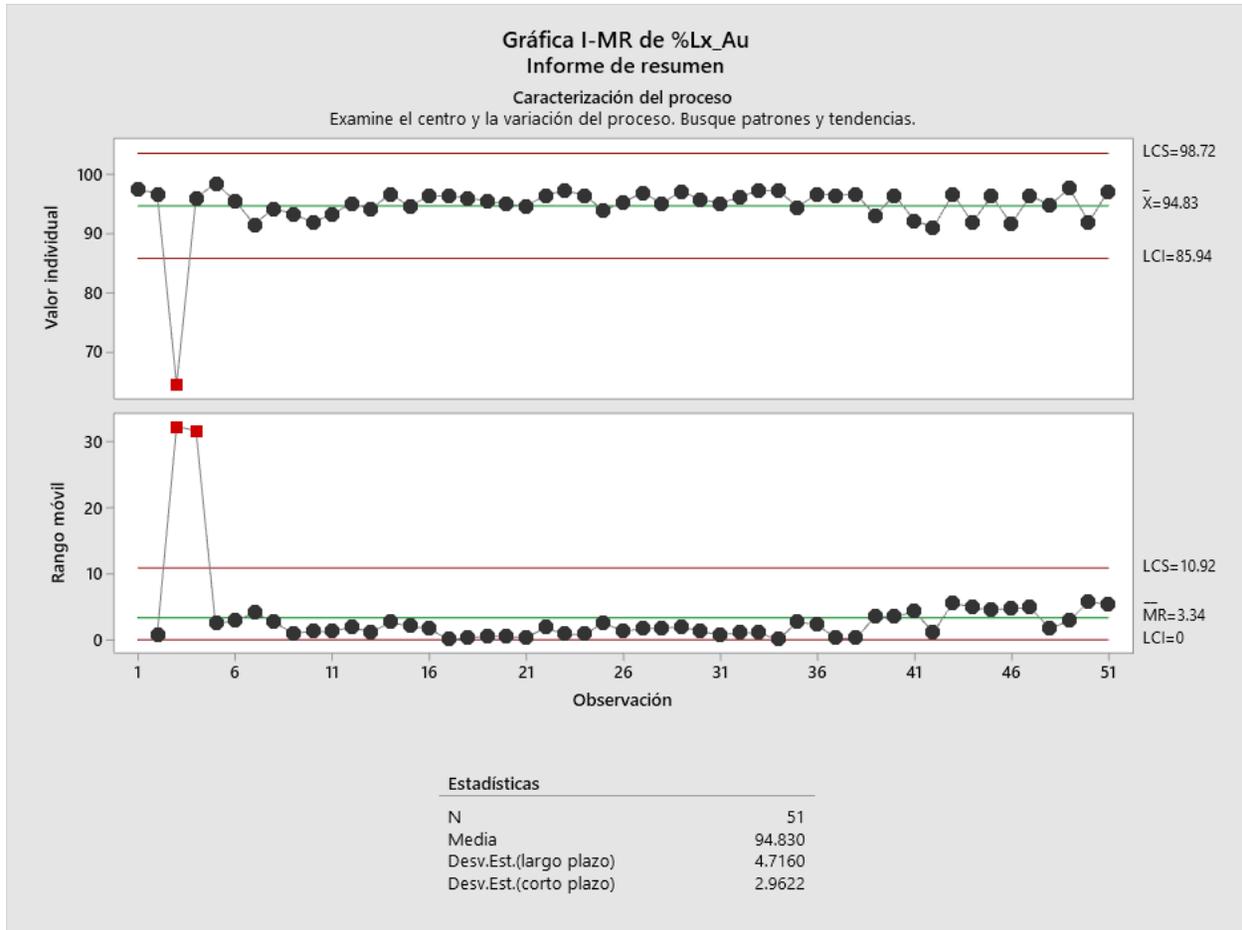


El control de pH alimentación a los tanques de cianuración de acuerdo la figura 11 se tiene en promedio de 10.9216, limite interior de 10.7099 y limite superior de 11.1333 para los 51 datos con una desviación estándar a largo plazo de 0.12228 y corto plazo de 0.070567 con un 9,80% de los datos se encuentran fuera de parámetro de control para los valores individuales y de 11.76% se encuentran fuera de parámetro de control.

4.1.5. parámetro de control de la extracción de oro y plata.

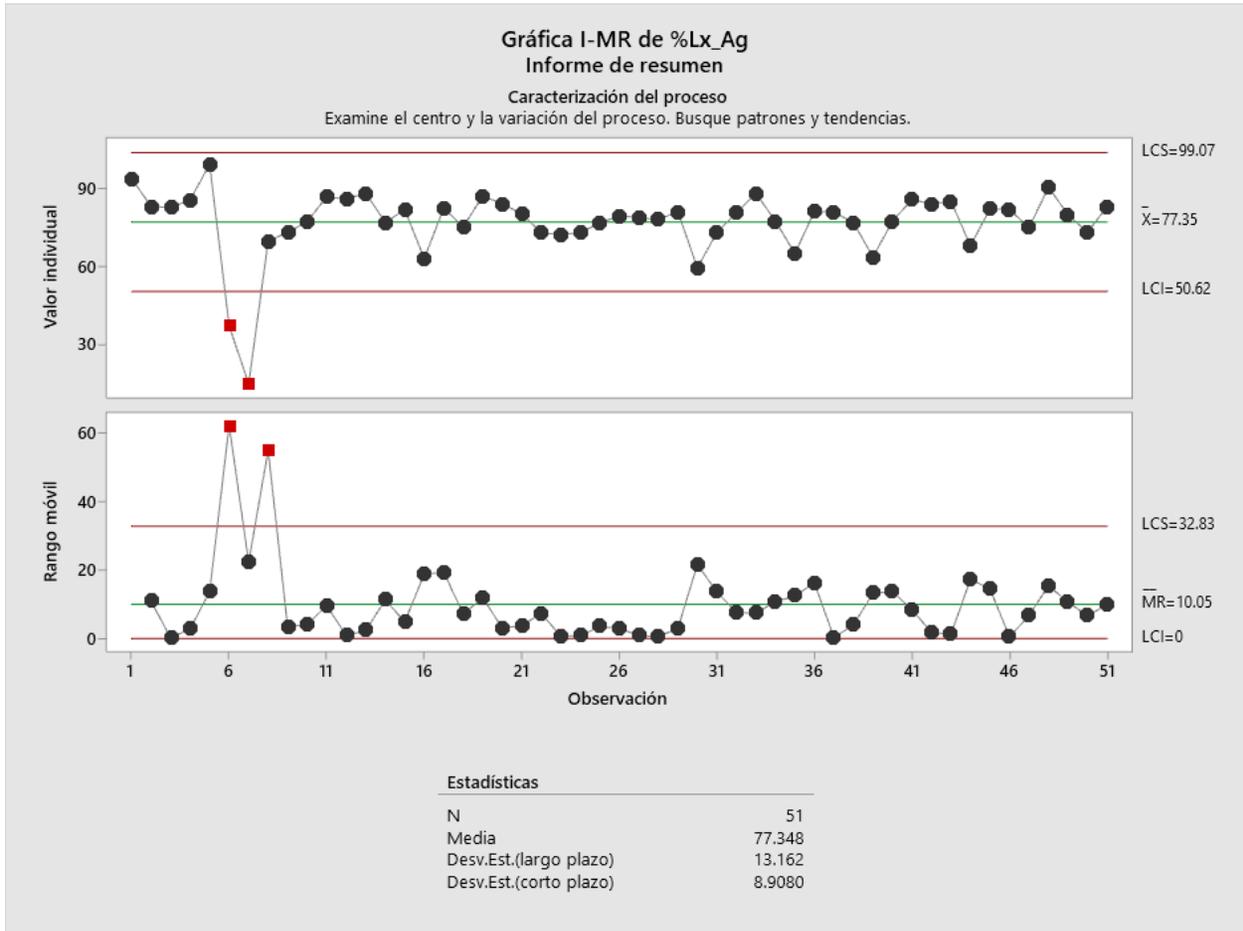
Figura 12

Porcentaje de extracción de oro en la cianuración



El porcentaje de extracción de oro en la cianuración de acuerdo la figura 12 se tiene en promedio de 94.83% con un límite inferior de 85.94% y límite superior de 98.72% para los 51 datos con una desviación estándar a largo plazo de 4.716 y largo plazo de 2.9622 con 1.96% de datos fuera de parámetro de control para valor individual y 3.92% para los rangos móviles.

Figura 13
Porcentaje de extracción de plata en la cianuración

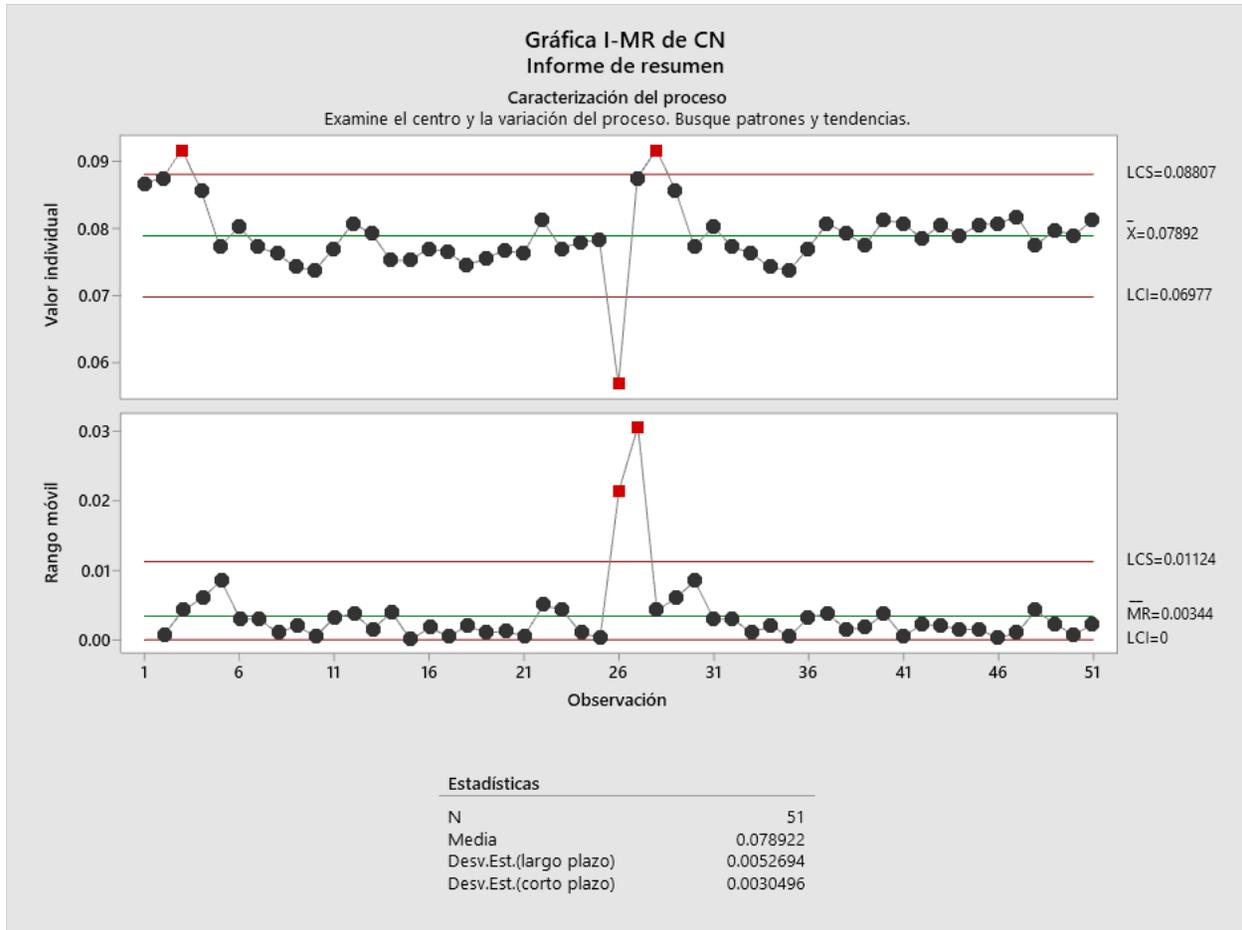


La extracción de plata del mineral de acuerdo la figura 13 se tiene en promedio de 77.35% con un limite superior de 99.07% y limite inferior de 50.62% para los 51 datos que tiene una desviación estándar a largo plazo de 13.162 y a corto plazo de 8.9080 con 3.92% de los datos fuera de control para los valores individuales como para los rangos móviles.

4.1.6. parámetro de control de la extracción de oro y plata.

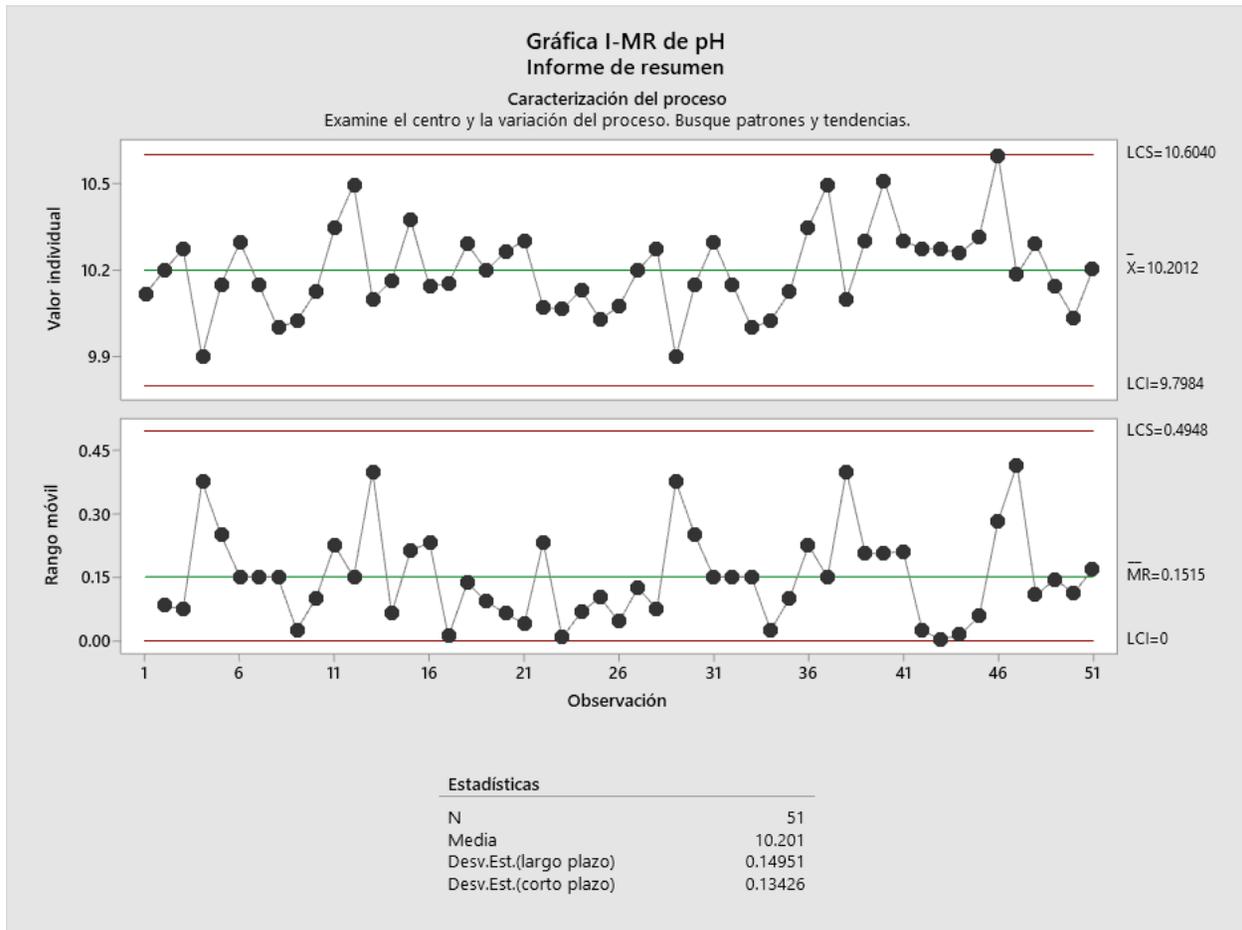
Figura 14

Fuerza de cianuro de sodio en los tanques de cianuración.



En la figura 14 la fuerza de cianuro de sodio tiene un valor promedio de 0.07892% con limite inferior de 0.06977% y limite superior de 0.08807% para los 51 datos con una desviación estándar a largo plazo de 0.0052694 y corto plazo de 0.0030496 con 5.88% de los datos se encuentran fuera de parámetro de control para los valores individuales y 3.92% de datos fuera del parámetro de control para rango móvil.

Figura 15
pH en los tanques de cianuración.

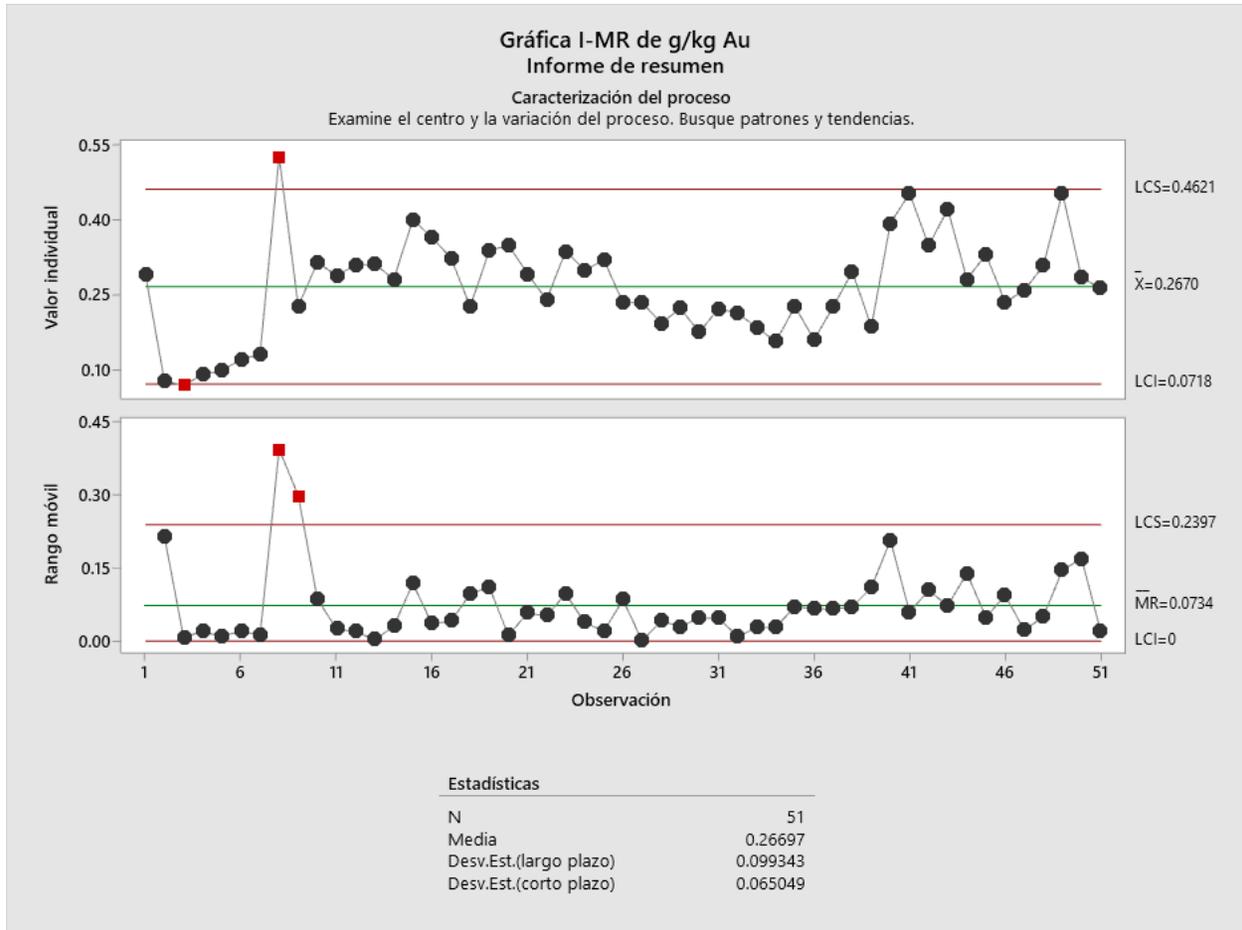


En la figura 15 el pH de la pulpa a los tanques de cianuración se tiene en promedio de 10.2012 con un límite superior de 10.6040 y límite inferior de 9.7984 para los 51 datos con una desviación estándar a corto plazo de 0.13426 y a largo plazo de 0.14951 todos los datos del valor individual como rango móvil se encuentran dentro del parámetro de control.

4.1.7. parámetro de control de la recuperación en el carbón activado de oro y plata.

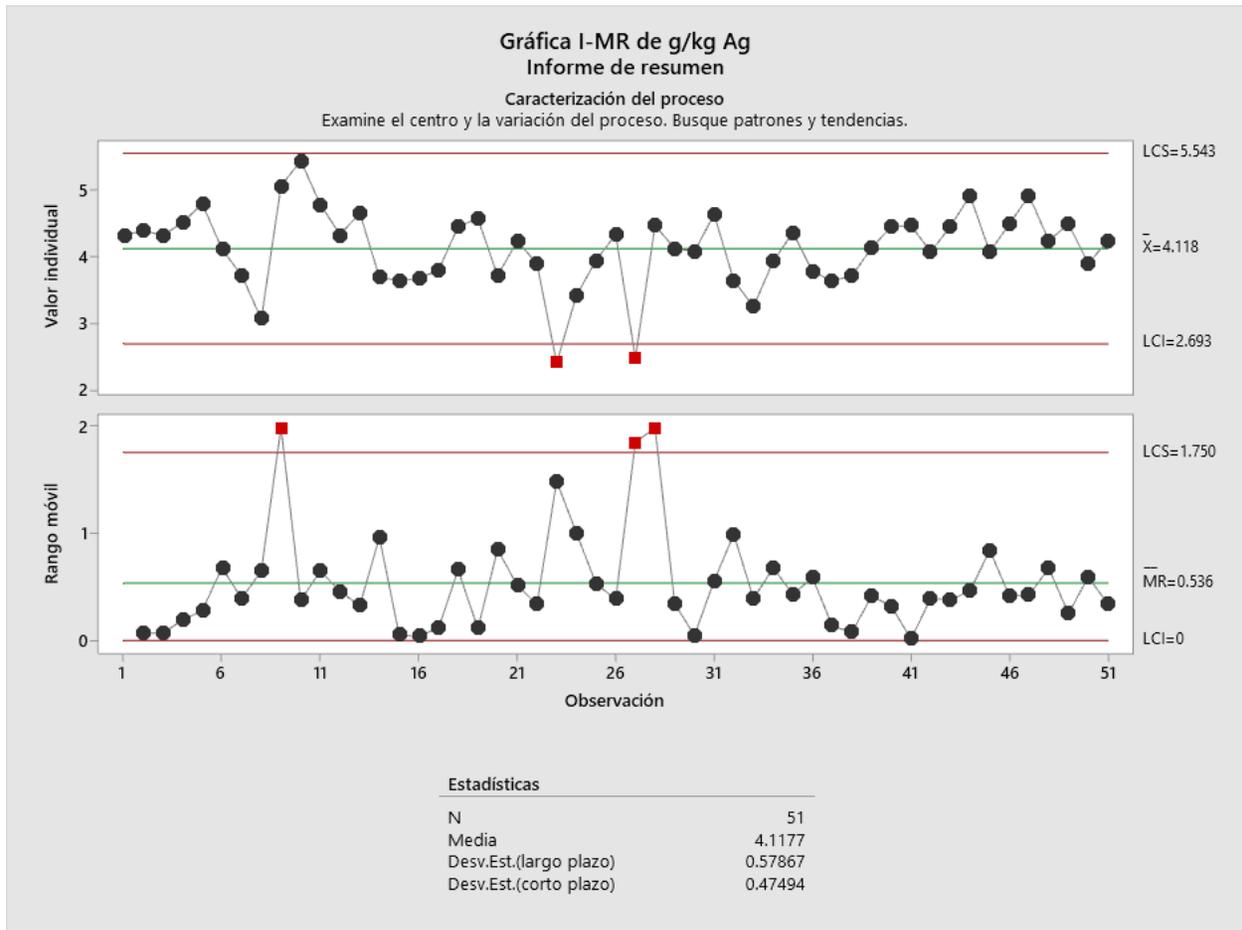
Figura 16

Adsorción de oro en el carbón activado



La adsorción del oro en el carbón activado de acuerdo la figura 16 se tiene un promedio de 0.2670 g/kg con un límite inferior de 0.0718 g/kg y límite superior de 0.4621 g/kg para los 51 datos con una desviación estándar a largo plazo de 0.099343 y a corto plazo de 0.065049 teniendo 3.92% de los datos fuera de límite control para el valor individual y rango móvil.

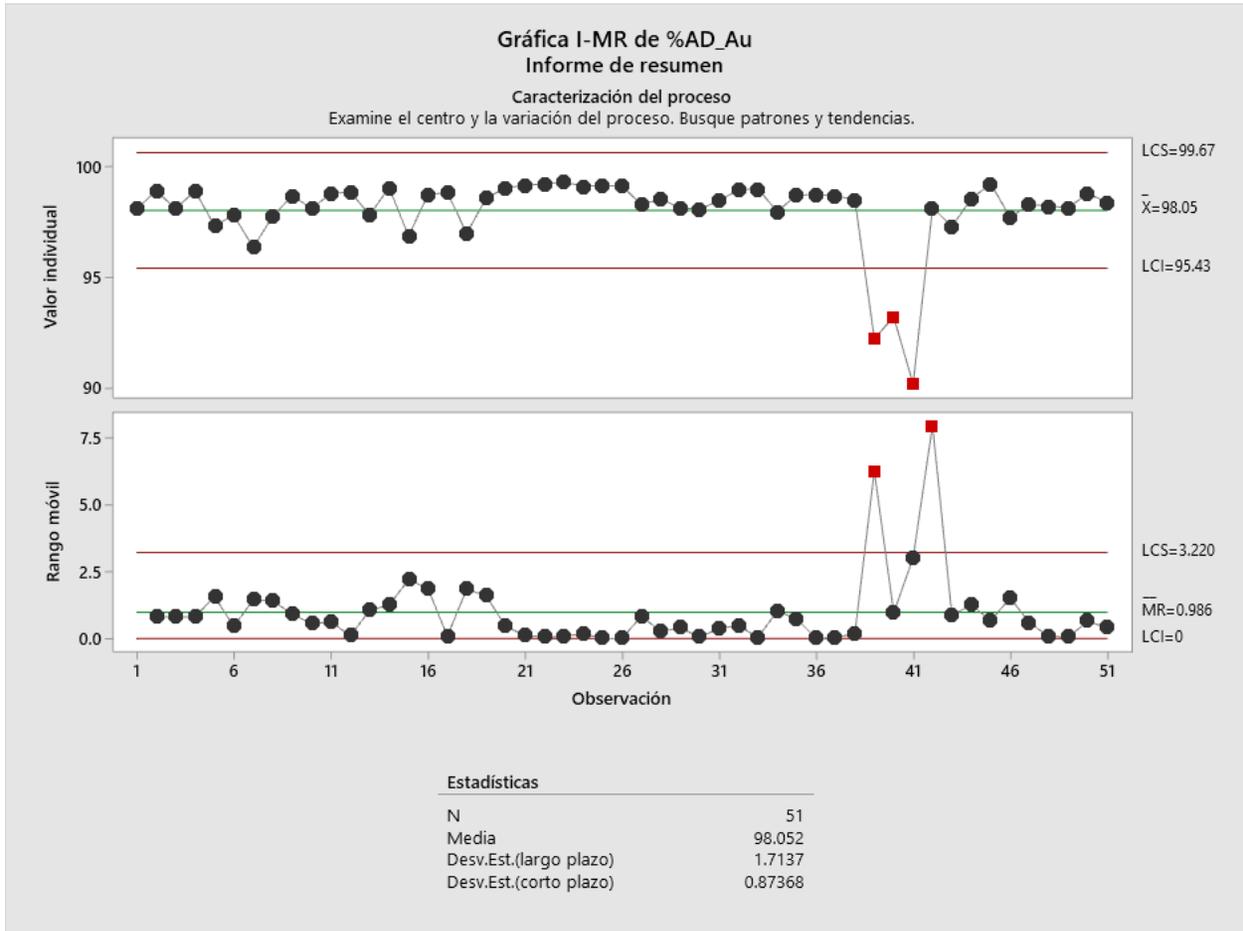
Figura 17
Adsorción de plata en el carbón activado



La adsorción de la plata en el carbón activado en los taques de acuerdo la figura 17 en promedio es de 4.118 g/kg, teniendo un limite superior de 5.543 g/kg y limite inferior de 2.693 g/kg de plata para los 51 datos, con una desviación estándar a corto plazo de 0.47494 y largo plazo de 0.57867 con un 3.92% de datos fuera de los limites de control para el valor individual y 5.88% para el rango móvil.

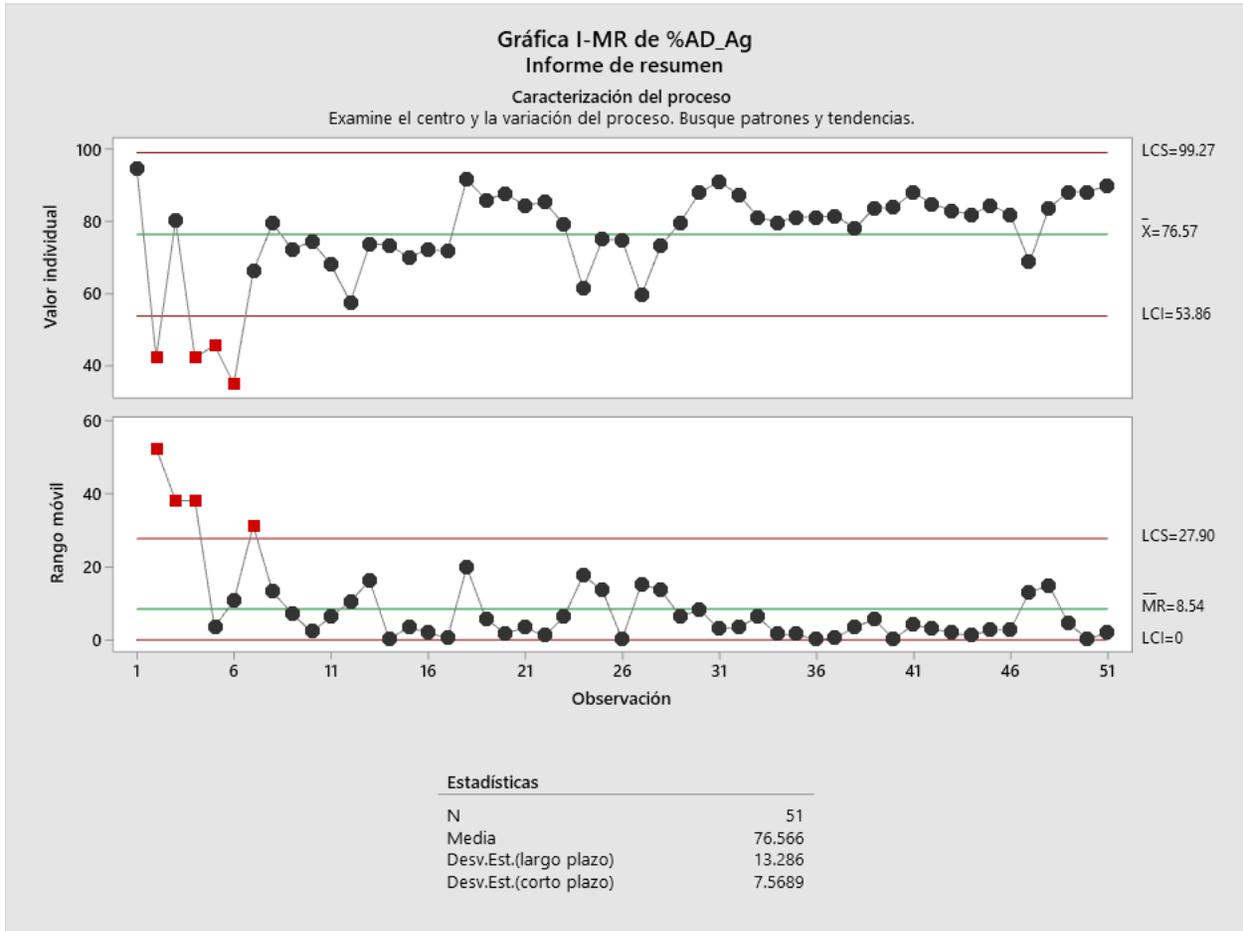
Figura 18

Recuperación de oro en el carbón activado



Respecto a la recuperación del oro en el carbón activado en la figura 18 se tiene un promedio de 98.05% con un límite menor de 95.43% y límite superior de 99.67% para los 51 datos con una desviación estándar a largo plazo de 1.7137 y a corto plazo de 0.87368 para ello se tiene el 5.88% de datos están fuera de parámetro de control para los valores individuales y 3.92% para los rangos móviles.

Figura 19
Recuperación de plata en el carbón activado



La recuperación de la plata en el carbón activado de acuerdo la figura 19 para los 51 datos se tiene un promedio de 76.57% con un limite inferior de 53.86% y limite superior de 99.27% respecto a la plata lixiviada con una desviación estándar a largo plazo de 13.286 y corto plazo de 7.5689, con un 7.84% de los datos se encuentran fuera de parámetro de control tanto para valor individual y rango móvil.

4.2. Contratación de Hipótesis.

4.2.1. Contratación de Hipótesis General

Ha: La cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa influye en la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC.

Ho: La cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa **no** influye en la adsorción de oro y plata en el carbón activado en la planta PLHSAC.

Tabla 14

Influencia de la cianuración en la adsorción de oro en el carbón- Prueba de ANOVA

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Cab Au_g/t	0.0490	1	0.049	9.099	0.005
Cab Ag_g/t	0.0594	1	0.059	11.047	0.002
%-200 M	0.0017	1	0.002	0.310	0.581
Reb Au_g/t	0.0565	1	0.056	10.499	0.003
Reb Ag_g/t	0.0116	1	0.012	2.152	0.152
CN_O/F	0.0030	1	0.003	0.559	0.460
pH_O/F	0.0011	1	0.001	0.212	0.648
CN_TK1	0.0000	1	0.000	0.008	0.928
CN_TK2	0.0002	1	0.000	0.037	0.848
CN_TK3	0.0007	1	0.001	0.130	0.721
CN_TK4	0.0005	1	0.000	0.085	0.772
pH_TK1	0.0013	1	0.001	0.235	0.631
pH_TK2	0.0276	1	0.028	5.122	0.03
pH_TK3	0.0165	1	0.016	3.057	0.09
pH_TK4	0.0017	1	0.002	0.312	0.58
Reb Au_g/m ³	0.0715	1	0.071	13.285	<.001
Reb Ag_g/m ³	0.0023	1	0.002	0.430	0.517
Residuos	0.1776	33	0.005		

La influencia de la cianuración por agitación sobre la adsorción del oro en el carbón de acuerdo a la tabla 14 la ley de cabeza de oro, plata, la ley de oro en el rebose, el pH en el tanque 2 y la ley de

la solución en el rebose tiene una influencia significativa en la adsorción ya que el valor calculado son 0.005, 0.002, 0.003, 0,03, < 0.001 menor al valor establecido de 0.05.

Tabla 15
Influencia de la cianuración en la adsorción de plata en el carbón- Prueba de ANOVA

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Cab Au_g/t	0.5423	1	0.5423	1.6353	0.210
Cab Ag_g/t	0.0063	1	0.0063	0.0190	0.891
%-200 M	0.0014	1	0.0014	0.0043	0.948
Reb Au_g/t	1.5248	1	1.5248	4.5975	0.039
Reb Ag_g/t	0.4718	1	0.4718	1.4226	0.241
CN_O/F	0.0049	1	0.0049	0.0147	0.904
pH_O/F	0.3537	1	0.3537	1.0666	0.309
CN_TK1	0.5615	1	0.5615	1.6930	0.202
CN_TK2	0.6057	1	0.6057	1.8262	0.186
CN_TK3	0.4174	1	0.4174	1.2585	0.270
CN_TK4	0.0991	1	0.0991	0.2989	0.588
pH_TK1	0.0203	1	0.0203	0.0612	0.806
pH_TK2	1.8251	1	1.8251	5.5031	0.025
pH_TK3	0.0830	1	0.0830	0.2502	0.620
pH_TK4	0.0254	1	0.0254	0.0767	0.784
Reb Au_g/m ³	0.0749	1	0.0749	0.2258	0.638
Reb Ag_g/m ³	0.1619	1	0.1619	0.4881	0.490
Residuos	10.9445	33	0.3317		

La adsorción de plata en el carbón activado de acuerdo la tabla 15 la ley de rebose de los sólidos, pH TK2 tiene influencia significativa estadísticamente sobre adsorción de la plata en el carbón ya que el valor hallado es 0.039, 0.025 respectivamente menor al valor establecido de 0.05.

De acuerdo la tabla 14 y 15 la hipótesis alternativa prevalece para el oro en el caso de ley de cabeza del oro y plata, ley de los sólidos y líquidos en el rebose y el pH en el tanque 2, para los otros casos prevalece la hipótesis nula.

4.2.2. Contrastación de hipótesis Especifico

- **Ha:** La fuerza del cianuro de sodio influye en la extracción del oro y plata en la planta PLHSAC.

Ho: La fuerza del cianuro de sodio **no** influye en la extracción del oro y plata en la planta PLHSAC.

Tabla 16

Influencia de la fuerza del NaCN en la extracción de oro- Prueba de Omnibus de ANOVA

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
CN_O/F	2.04	1	2.04	0.0926	0.762
CN_TK1	0.751	1	0.751	0.03409	0.854
CN_TK2	11.047	1	11.047	0.50152	0.482
CN_TK3	36.614	1	36.614	1.66222	0.204
CN_TK4	0.11	1	0.11	0.00498	0.944
Residuos	991.234	45	22.027		

Tabla 17

Influencia de la fuerza del NaCN en la extracción de plata - Prueba de Omnibus de ANOVA

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
CN_O/F	213.31	1	213.31	1.1931	0.281
CN_TK1	40.74	1	40.74	0.2279	0.635
CN_TK2	2.45	1	2.45	0.0137	0.907
CN_TK3	9.3	1	9.3	0.052	0.821
CN_TK4	249.75	1	249.75	1.3969	0.243
Residuos	8045.16	45	178.78		

En la tabla 16 y 17 la fuerza de cianuro de sodio no tiene influencia sobre la extracción del oro y la plata ya que los valores p obtenidos son superiores al valor establecido de 0.05.

Por lo tanto, se considera la hipótesis nula ya que no influye la fuerza del cianuro de sodio en la extracción de oro y plata para nuestro estudio.

- **Ha:** El pH de la cianuración influye en la adsorción en el carbón activado del oro y plata en la planta PLHSAC.

Ho: El pH de la cianuración **no** influye en la adsorción en el carbón activado del oro y plata en la planta PLHSAC.

Tabla 18

Influencia de la fuerza de NaCN y pH en la adsorción del oro en carbón activado en el TK1

- Prueba de ANOVA

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
CN_TK1	0.00218	1	0.00218	1.31	0.258
pH_TK1	0.00834	1	0.00834	5.01	0.03
Residuos	0.07991	48	0.00166		

Tabla 19

Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción del oro en carbón activado en el

TK2 - Prueba de ANOVA

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
CN_TK2	0.205	1	0.2049	12.15	0.001
pH_TK2	0.129	1	0.1289	7.64	0.008
Residuos	0.81	48	0.0169		

Tabla 20*Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción del oro en carbón activado en el**TK3 - Prueba de ANOVA*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
CN_TK3	0.043	1	0.043	0.881	0.352
pH_TK3	0.0272	1	0.0272	0.557	0.459
Residuos	2.3439	48	0.0488		

Tabla 21*Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción del oro en carbón activado en el**TK4 - Prueba de ANOVA*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
CN_TK4	0.00722	1	0.00722	0.105	0.748
pH_TK4	0.3388	1	0.3388	4.912	0.031
Residuos	3.31055	48	0.06897		

Tabla 22*Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción de la plata en carbón activado en el**TK1 - Prueba de ANOVA*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
pH_TK1	0.247	1	0.247	0.64	0.428
CN_TK1	0.194	1	0.194	0.503	0.482
Residuos	18.503	48	0.385		

Tabla 23*Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción de la plata en carbón activado en el**TK2 - Prueba de ANOVA*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
pH_TK2	1.141	1	1.141	0.9525	0.334
CN_TK2	0.116	1	0.116	0.0968	0.757
Residuos	57.498	48	1.198		

Tabla 24*Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción de la plata en carbón activado en el**TK3 - Prueba de ANOVA*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
CN_TK3	0.33596	1	0.33596	0.26176	0.611
pH_TK3	0.00547	1	0.00547	0.00426	0.948
Residuos	61.6065	48	1.28347		

Tabla 25*Influencia de la fuerza del NaCN y pH en la adsorción de la plata en carbón activado en el**TK4 - Prueba de ANOVA*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
CN_TK4	8.813	1	8.813	4.041	0.050
pH_TK4	0.383	1	0.383	0.175	0.677
Residuos	104.695	48	2.181		

En las tablas 18, 19, 21 el pH influye en la adsorción del oro en el carbón activado, p determinado es menor al valor referencia de 0.05, mientras que en la tabla 20 no influye la fuerza del cianuro en la adsorción de oro al carbón ya que el valor hallado es mayor a 0.05. En las tablas 22, 23, 24, 25 el pH no tiene influencia sobre la adsorción de la plata en el carbón ya que los valores obtenidos son menores al valor establecido de 0.05.

Para el oro prevalece la hipótesis alternativa para los tres tanques 1, 2, 3 mientras que para el tanque 4 sobresale la hipótesis nula; mientras que para la plata predetermina la hipótesis nula.

- **Ha:** La liberación del mineral influye en la recuperación de oro y plata en la planta PLHSAC.

Ho: La liberación del mineral **no** influye en la recuperación de oro y plata en la planta PLHSAC.

Tabla 26

Influencia de la liberación en la recuperación de oro - Prueba de ANOVA

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
%-200 M	2.264	1	2.264	0.0964	0.758
CN_O/F	0.655	1	0.655	0.0279	0.868
pH_O/F	5.157	1	5.157	0.2195	0.642
Residuos	1104.23	47	23.494		

Tabla 27

Influencia de la liberación en la recuperación de plata - Prueba de ANOVA

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
%-200 M	294.1	1	294.1	1.688	0.200
CN_O/F	34.3	1	34.3	0.197	0.659
pH_O/F	61.1	1	61.1	0.35	0.557
Residuos	8189.6	47	174.2		

La liberación en relación a la recuperación de oro y la plata en la tabla 26 y 27 no tiene influencia significativa estadísticamente ya que los valores p obtenidas es mayor al valor que se considera de 0.05.

En este apartado la hipótesis nula prevalece ya que los valores obtenidos de p son superiores a 0.05.

Capítulo V

Discusión

5.1. Discusión de Resultados.

En la cianuración de minerales oxidados por agitación en pulpa para la adsorción de oro y plata en carbón se realizaron muestreo en proceso durante dos meses de los que obtuvieron las condiciones de proceso en promedio de ley de cabeza de 6.49 g/t Au, 216 g/t Ag, con una liberación del 68.582% a la malla 200, con una fuerza de 0.129% NaCN, pH de 10.92, fuerza de cianuro en los tanques de 0.0789%, pH 10.20 en los tanques, obteniendo una extracción de 94.83% de oro, 77.35% de plata, con una adsorción de 0.267 g/kg de oro, 4.118 g/kg de plata con una recuperación en el carbón activado de 99.05% de oro y 76.57% de plata. En el proceso para el oro tiene influencia significativa en el proceso la ley de cabeza de oro y plata de este la ley de cabeza del mineral en el rebose y la ley de solución, pH en el tanque 2, mientras que el porcentaje malla 200 pasante, fuerza de cianuro y pH rebose y en los tanques y la ley de plata en rebose en solución. Para la plata solo tiene influencia significativa la ley de oro en el rebose en el mineral y el pH en el tanque 2, mientras que ley de cabeza, %-200m, ley de mineral para la plata en rebose, fuerza de cianuro y pH en rebose y los tanques y la ley de solución en rebose para oro y plata no tiene influencia significativa. Por otra parte, la fuerza de cianuro de sodio no influye significativamente en la extracción de oro y plata, mientras que el pH influye significativamente en la adsorción de oro en el carbón activado en el tanque TK2 en los tanques TK1, TK3, TK4 no influyen, para la fuerza de cianuro en los tanques TK1, TK2 tiene influencia significativa para la adsorción de oro mientras que para los tanques TK3, TK4 no tiene influencia. Respecto a la plata no tiene influencia significativa en los en pH y fuerza de cianuro en los TK1, TK2, TK3, TK4.

La liberación del mineral pasante a la malla 200, la fuerza de cianuro de sodio y pH en el rebose no tiene influencia significativa para la recuperación de oro y plata.

Mientras que para Herrera Herrera (2022) es necesario la caracterización de los minerales antes de la pruebas y la recuperación de oro llega del 80% en un periodo de 6 horas, para Ruiz Córdoba et al. (2019) el tiempo de cianuración, concentración de cianuro y la granulometría influyen en la recuperación de oro para llegar al 98.35%, por otra parte para Checa Cáceres (2023) la fuerza del cianuro de sodio influye en la recuperación de oro en el proceso, para Mariluz Benites (2018) en la recuperación de oro influye significativamente los cianicidas.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones.

En el presente estudio realizado de acuerdo los objetivos trazados y los resultados obtenidos en merito a ello se llega a las siguientes conclusiones:

En el proceso de cianuración para el oro tiene influencia significativa la ley de cabeza de oro y plata de este la ley de cabeza del mineral en el rebose y la ley de solución, pH en el tanque 2, mientras que el porcentaje malla 200 pasante, fuerza de cianuro y pH rebose y en los tanques y la ley de plata en rebose y solución no influyen. Para la plata solo tiene influencia significativa la ley de oro en el rebose en el mineral y el pH en el tanque 2, mientras que ley de cabeza, %-200m, ley de mineral para la plata en rebose, fuerza de cianuro y pH en rebose y los tanques y la ley de solución en rebose para oro y plata no tiene influencia significativa.

Por otra parte, la fuerza de cianuro de sodio no influye significativamente en la extracción de oro y plata, mientras que el pH influye significativamente en la adsorción de oro en el carbón activado en el tanque TK2, y en los tanques TK1, TK3, TK4 no influyen.

Para la fuerza de cianuro en los tanques TK1, TK2 tiene influencia significativa para la adsorción de oro mientras que para los tanques TK3, TK4 no tiene influencia. Respecto a la plata no tiene influencia significativa en los en pH y fuerza de cianuro en los TK1, TK2, TK3, TK4.

La liberación del mineral pasante a la malla 200, la fuerza de cianuro de sodio y pH en el rebose no tiene influencia significativa para la recuperación de oro y plata.

6.2. Recomendaciones.

en merito a los resultados obtenidos y sus respectivos análisis y conclusiones del trabajo realizado a nivel industrial de la cianuración de minerales oxidados en pulpa para adsorción de oro y plata en el carbón activado se tiene las siguientes recomendaciones:

Es necesario establecer metas necesarios para mejorar los parámetros ya que todas analizadas esta fuera de control en excepción el pH.

Realizar un control en la alimentación como densidad de pulpa, mineralogía y liberación y la interrelación con el porcentaje de extracción de oro y plata, ya que la ley de cabeza de oro y plata influye en la recuperación.

Realizar una mezcla del mineral que ingresa al proceso y su control de parámetro para tener una mejor recuperación de oro y plata.

Capítulo VII

Fuentes de Información

7.1. Referencias.

- Andrews Estrada, J. (2012). *Diseño de procesos para recuperar oro y plata desde el depósito de relaves de minera meridian* [Pontificia Universidad Católica de Valparaíso]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-4500/UCF4959_01.pdf
- Arribas Jimeno, S., Hernández Méndez, J., Lucena Conde, F., & Burriel Martín, F. (2002). *Química analítica cualitativa*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Barzola, E., Barzola, B., Lovera, D., & Arias, V. (2011). Efecto de la moliendabilidad en la cinética de la cianuración de un preconcentrado de Au-Cu. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 14(27), Article 27. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v14i27.764>
- Barzola E, E., Barzola C., B., Lovera D., D., & Arias A., V. (2011, agosto 29). *Efecto de la moliendabilidad en la cinética de la cianuración de un preconcentrado de Au-Cu*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/304893989.pdf
- Bellaste, A., Felipe Verdejo, L., & Sancho, J. (2000). *Metalurgia extractiva: Vol. I*. Editorial Sistesis.
- Bernal Torres, C. A. (2006). *Metodología de la investigación: Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Educación.

- Checa Caceres, C. R. (2023). *Evaluación metalúrgica para determinar la recuperación de oro de la reserva Qorihuayrachina en minera Tunkyro S.A.C.* 92.
- Díaz Narváez, V. P. (2006). *Metodología de la investigación científica y bioestadística: Para médicos, odontólogos y estudiantes de ciencias de la salud*. RIL Editores.
- Domic Vihovilovic, E. M. (2001). *Hidrometalurgia fundamentos, procesos y aplicación*. Andros impresores Ltda.
- Gutierrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma* (2da ed.).
https://www.academia.edu/36021376/Control_estadistico_de_la_calidad_y_seis_sigma_gutierrez_2da
- Herrera Herrera, G. J. (2022). *Caracterización y modelamiento estadístico del proceso de cianuración de un mineral filoliano del municipio de Andes, como alternativa al proceso de amalgamación*. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/28832>
- Instituto Tecnológico GeoMinero de España. (1991). *Minería química*. IGME.
- Lalvay Toledo, D. H. (2023). *Recuperación de oro con cianuro sódico y tiourea como agentes lixiviantes, variando fracción de sólidos, concentraciones y tiempo* [Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/12966/1/18492.pdf>
- León Carrasco, D. J. P. (2022). *Optimización del proceso CIP, mediante variables de concentración de cianuro, pH y temperatura, en la adsorción de oro, en la minera Santa Bárbara de Trujillo* [Universidad Nacional de Piura].
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/4040/IQUI-LEO-CAR-2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

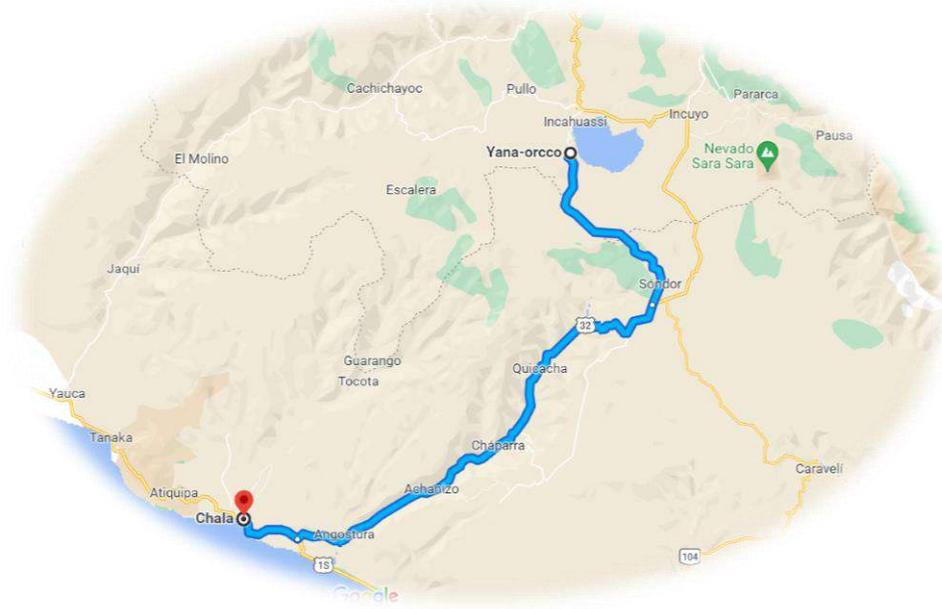
- López Rosello, A. (2013). *Efecto de la densidad de pulpa y de la concentración de cianuro de sodio en la lixiviación por agitación para la recuperación de oro en la planta de beneficio doble D – Arequipa.*
- Mariluz Benites, N. O. (2018). Cianuración de minerales auríferos por agitación en presencia de cobre para la extracción de oro a nivel laboratorio. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3334>
- Marsden, J., & House, I. (2006). *The Chemistry of Gold Extraction*. SME.
- Martínez Mediano, C., & Galán González, A. (2014). *Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos*. Editorial UNED.
- Medina Díaz, M. del P., & Verdejo Carrión, A. L. (2008). *Evaluación del Aprendizaje Estudiantil*. Isla Negra Editores.
- Mendo Escalante, D. S. (2016). *Efecto de la concentración de cianuro y la granulometría de un mineral oxidado, en la recuperación de oro mediante lixiviación por agitación. Cachachi – Cajamarca 2016.*
- Minería química*. (1991). IGME.
- Morales Mulluni, D. C. (2018). *Evaluación del proceso de cianuración por agitación de minerales de oro y plata de la zona minera de malco en el distrito de Puyo – Ayacucho.*
- Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2014). *Metodología de la investigación: Cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones De La U Ltda.
- Orinoco, S. O. S. (2022). *El rol de las plantas de cianuración en el negocio del oro del Arco Minero del Orinoco*. Dahbar.

- Rodríguez Moguel, E. A. (2005). *Metodología de la Investigación*. Univ. J. Autónoma de Tabasco.
- Rojas R., N. R., & Bustamante R., O. (2007). Disolución de cobre en cianuración convencional proveniente de ferrita cúprica. *DYNA*, 74(152), 151-157.
- Romero, A. A., & Flores, S. L. (2010). *La influencia de la velocidad de agitación en la lixiviación dinámica de minerales alterados*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v12_n24/pdf/a14v12n24.pdf
- Ruiz-Córdoba, J. A., López-Cañas, C. A., Carmona-Arango, M. E., Bolívar-García, W. H., Ruiz-Córdoba, J. A., López-Cañas M. Sc., C. A., Carmona-Arango, M. E., & Bolívar-García, W. H. (2019). Modelamiento estadístico y optimización del proceso de cianuración de un mineral aurífero. *Revista Facultad de Ingeniería*, 28(53), 33-51.
<https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n53.2019.9745>
- Soto Cahuana, A. E. (2021). *Evaluación de la cianuración de concentración de oro y plata* [Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/08832c2e-51b4-457e-ae9b-a4ce927ce936/content
- Yáñez Traslaviña, J. J., García Páez, I. H., Pedraza Rosas, J. E., & Laverde Cataño, D. (2005). Caracterización de los minerales auríferos de la zona minera de san pedro frío (Bolívar-Colombia), para la selección de los procesos de extracción. *DYNA*, 72(145), 23-35.
- Yannopoulos, J. C. (2012). *The Extractive Metallurgy of Gold*. Springer Science & Business Media.

ANEXOS

Anexo 1

localización



Districts of Caravelí Province



Anexo 3 Ley de Cabeza



INFORME DE ENSAYO

N°	ML-2022-6144		
Cliente		:	COMPANIA MINERA ATAHUALPA SAC
Referencia		:	47303
Tipo de material		:	MINERAL
embase		:	BOLSA PLASTICA
Fecha de recepción		:	13/05/2022
Inicio de análisis		:	13/05/2022
Término de análisis		:	14/05/2022
Cantidad de análisis		:	12

RESULTADOS DE LABORATORIO

O/A	IDENTIFICACION	METODO	UNIDAD	ELEMENTO	RESULTADOS	
ML-2022-6144	CMA2-12/05	LOTE	oz/7c	Au	Promedio 1	0.047
					Promedio 2	0.047
					Ley Final	0.047
ML-2022-6145	CMA2-12/05	LOTE	oz/7c	Ag	Ley Final	0.365

Marcha Analítica: Chaña, 14 de mayo de 2022
VIA SECA



Anexo 4 Ley de rebose y relave



INFORME DE ENSAYO

N°	ML-2022-61521		
Cliente		:	COMPANIA MINERA ATAHUALPA SAC
Referencia		:	47320
Tipo de material		:	PULPA
embase		:	BOLSA PLASTICA
Fecha de recepción		:	14/05/2022
Inicio de análisis		:	14/05/2022
Término de análisis		:	15/05/2022
Cantidad de análisis		:	1,2,3,4,5,6,7,8

RESULTADOS DE LABORATORIO

O/A	IDENTIFICACION	METODO	UNIDAD	ELEMENTO	RESULTADOS	
ML-2022-61521	CMA2 12/05 OVER	LOTE/SOLIDO	oz/7c	Au	Promedio 1	0.020
ML-2022-61522	CMA2 12/05 OVER	LOTE/SOLUCION	gr/m3	Au	Ley Final	0.690
ML-2022-61523	CMA2 12/05 OVER	LOTE/SOLIDO	oz/7c	Ag	Ley Final	0.249
ML-2022-61524	CMA2 12/05 OVER	LOTE/SOLUCION	gr/m3	Ag	Ley Final	5.270
ML-2022-61525	CMA2 12/05 COLA	LOTE/SOLIDO	oz/7c	Au	Promedio 1	0.002
ML-2022-61526	CMA2 12/05 COLA	LOTE/SOLUCION	gr/m3	Au	Ley Final	0.095
ML-2022-61527	CMA2 12/05 COLA	LOTE/SOLIDO	oz/7c	Ag	Ley Final	0.229
ML-2022-61528	CMA2 12/05 COLA	LOTE/SOLUCION	gr/m3	Ag	Ley Final	3.425

Marcha Analítica: Chaña, 16 de mayo de 2022
VIA SECA



Anexo 5

Ley de carbón activado



INFORME DE ENSAYO

N°	ML-2022-61457
Cliente	COMPANIA MINERA ATAHUALPA SAC
Referencia	47303
Tipo de material	CARBON
Envase	BOLSA PLASTICA
Fecha de recepción	13/05/2022
Inicio de análisis	13/05/2022
Termino de análisis	14/05/2022
Cantidad de análisis	12

RESULTADOS DE LABORATORIO

O/A	IDENTIFICACION	METODO	UNIDAD	ELEMENTO	RESULTADOS
ML-2022-61457	CMA2-12/05	LOTE	gr/kg	Asi	Ley Final 0.007
ML-2022-61458	CMA2-12/05	LOTE	gr/kg	Ag	Ley Final 0.759

Marcha Analítica: Chala, 14 de mayo de 2022

VIA SECA

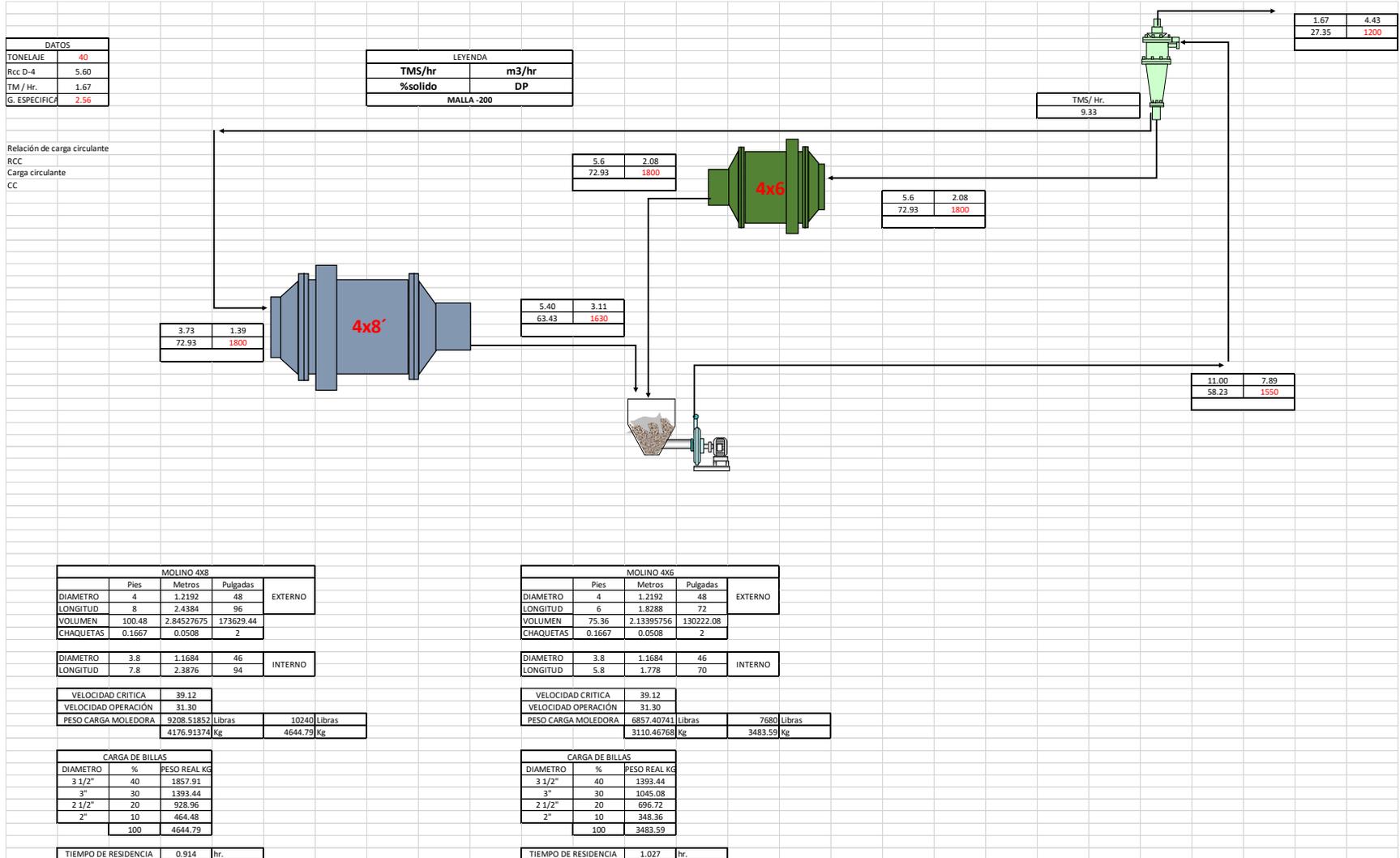
MINERALAB S.A.C


Ing. Nelson Alvar C.
C.I.P. N° 16186

CONTROL DE CALIDAD
MINERALAB

Anexo 6

Circuito de Molienda



Anexo 7

Control de carga alimentación

Fecha	N°	Solido Cabeza				%>200 M	Solido O/F				Solido Cola				Líquido O/F		Líquido Cola	
		Cab Au oz/te	Cab Ag oz/te	Cab Au g/tm	Cab Ag g/tm		Reb Au oz/te	Reb Ag oz/te	Reb Au g/tm	Reb Ag g/tm	Rel Au oz/te	Rel Ag oz/te	Rel Au g/tm	Rel Ag g/tm	Reb Au g/m ³	Reb Ag g/m ³	Rel Au g/m ³	Rel Ag g/m ³
1/05/2021	1	0.939	23.344	32.200	800.349	69.26	0.836	20.762	28.662	711.83	0.022	1.370	0.754	46.97	1.015	14.682	0.0190	0.752
2/05/2021	2	0.064	0.394	2.194	13.508	69.04	0.022	0.123	0.754	4.22	0.002	0.066	0.069	2.26	0.660	7.720	0.0070	4.460
3/05/2021	3	0.062	137.210	2.126	4704.245	68.40	0.836	31.264	28.662	1071.89	0.022	23.344	0.754	800.35	1.015	75.200	0.0190	14.682
4/05/2021	4	0.078	0.396	2.674	13.577	67.43	0.027	0.131	0.926	4.49	0.003	0.056	0.103	1.92	0.660	7.720	0.0070	4.460
5/05/2021	5	0.087	12.124	2.983	415.671	68.36	0.034	0.231	1.166	7.92	0.0012	0.056	0.041	1.92	0.456	6.781	0.0120	3.678
6/05/2021	6	0.047	0.365	1.611	12.514	71.37	0.020	0.249	0.686	8.54	0.002	0.229	0.069	7.85	0.690	5.270	0.0150	3.425
7/05/2021	7	0.036	1.009	1.234	34.594	68.46	0.030	1.367	1.029	46.87	0.003	0.858	0.103	29.42	0.827	22.913	0.0300	7.700
8/05/2021	8	0.170	1.531	5.815	52.490	68.91	0.178	1.43	6.120	49.03	0.009	0.46	0.325	15.77	0.117	32.534	0.0026	6.631
9/05/2021	9	0.174	1.61	5.979	55.199	68.90	0.160	1.54	5.485	52.87	0.011	0.43	0.394	14.74	0.327	23.743	0.0042	6.561
10/05/2021	10	0.196	1.51	6.723	51.770	67.96	0.141	1.46	4.851	49.92	0.015	0.34	0.531	11.66	0.338	29.900	0.0062	7.607
11/05/2021	11	0.194	2.48	6.653	85.027	67.80	0.218	2.45	7.491	84.00	0.013	0.32	0.445	10.97	0.249	16.875	0.0030	5.359
12/05/2021	12	0.192	3.25	6.571	111.426	68.90	0.191	3.21	6.548	110.09	0.009	0.45	0.308	15.43	0.291	11.655	0.0032	4.934
13/05/2021	13	0.188	4.62	6.441	158.397	69.25	0.160	4.54	5.485	155.69	0.011	0.532	0.374	18.24	0.260	27.273	0.0056	7.125
14/05/2021	14	0.190	2.72	6.501	93.255	68.12	0.127	2.65	4.371	90.89	0.006	0.621	0.205	21.29	0.265	26.397	0.0024	6.964
15/05/2021	15	0.198	3.03	6.805	103.884	67.99	0.177	2.99	6.085	102.41	0.010	0.543	0.357	18.62	0.206	20.543	0.0064	6.115
16/05/2021	16	0.209	1.72	7.152	58.970	68.68	0.130	1.65	4.457	56.64	0.007	0.632	0.254	21.67	0.122	23.506	0.0026	6.509
17/05/2021	17	0.211	3.71	7.242	127.197	69.52	0.135	3.65	4.628	125.28	0.007	0.645	0.254	22.11	0.194	11.74	0.0022	3.302
18/05/2021	18	0.209	2.78	7.155	95.312	68.00	0.103	2.76	5.528	94.63	0.008	0.682	0.274	23.38	0.120	32.68	0.0036	2.660
19/05/2021	19	0.215	5.12	7.360	175.539	68.28	0.152	5.02	5.211	172.14	0.009	0.645	0.322	22.11	0.259	33.76	0.0036	4.680
20/05/2021	20	0.223	4.54	7.646	155.654	67.60	0.156	4.45	5.355	152.67	0.011	0.711	0.374	24.38	0.237	24.94	0.0022	3.020
21/05/2021	21	0.230	4.01	7.872	137.483	68.85	0.288	3.98	9.871	136.49	0.012	0.782	0.411	26.81	0.233	29.14	0.0018	4.520
22/05/2021	22	0.233	2.92	8.004	100.112	68.26	0.222	2.88	7.611	98.60	0.008	0.783	0.271	26.85	0.293	25.96	0.0022	3.740
23/05/2021	23	0.234	3.02	8.027	103.541	67.49	0.095	2.99	3.257	102.41	0.006	0.832	0.206	28.53	0.272	26.48	0.0018	5.460
24/05/2021	24	0.235	2.52	8.058	86.398	69.93	0.121	2.44	4.165	83.48	0.008	0.672	0.271	23.04	0.189	20.58	0.0016	7.900
25/05/2021	25	0.236	3.42	8.075	117.255	67.90	0.113	3.32	3.874	113.86	0.014	0.791	0.480	27.12	0.191	21.18	0.0016	5.260
26/05/2021	26	0.235	4.34	8.057	148.797	69.26	0.120	4.01	4.114	137.55	0.011	0.876	0.374	30.03	0.213	19.36	0.0018	4.840
27/05/2021	27	0.233	3.65	7.986	125.140	69.04	0.086	3.54	2.948	121.40	0.007	0.769	0.237	26.37	0.202	12.04	0.0034	4.860
28/05/2021	28	0.232	3.42	7.970	117.255	68.40	0.122	3.32	4.200	113.86	0.011	0.742	0.377	25.44	0.211	25.94	0.0030	6.920
29/05/2021	29	0.233	4.34	7.973	148.797	67.43	0.116	4.03	3.994	138.24	0.006	0.812	0.219	27.84	0.174	23.65	0.0032	4.764
30/05/2021	30	0.232	1.63	7.947	55.885	68.36	0.128	1.54	4.388	52.90	0.009	0.657	0.322	22.53	0.232	22.32	0.0042	2.640
31/05/2021	31	0.231	1.62	7.918	55.542	71.37	0.141	1.56	4.842	53.62	0.011	0.432	0.377	14.81	0.219	29.28	0.0033	2.580
1/06/2021	32	0.229	2.92	7.860	100.112	68.46	0.111	2.87	3.822	98.43	0.008	0.556	0.288	19.06	0.178	27.2	0.0018	3.360
2/06/2021	33	0.228	5.72	7.831	196.110	68.91	0.088	5.65	3.017	193.74	0.006	0.663	0.202	22.73	0.165	18.92	0.0016	3.520
3/06/2021	34	0.227	2.93	7.776	100.455	68.90	0.091	2.88	3.137	98.57	0.006	0.654	0.202	22.42	0.160	19.14	0.0032	3.840
4/06/2021	35	0.223	1.87	7.654	64.113	67.96	0.088	1.77	3.034	60.51	0.012	0.651	0.411	22.32	0.160	21.3	0.0020	3.960
5/06/2021	36	0.220	3.62	7.542	124.112	67.80	0.047	3.53	1.611	121.06	0.007	0.672	0.237	23.04	0.177	20.16	0.0022	3.780
6/06/2021	37	0.218	3.93	7.478	134.740	68.90	0.066	3.87	2.280	132.72	0.007	0.743	0.254	25.47	0.156	21.06	0.0020	3.840
7/06/2021	38	0.216	3.43	7.408	117.598	69.25	0.087	3.32	3.000	113.86	0.007	0.786	0.237	26.95	0.136	17.44	0.0020	3.800
8/06/2021	39	0.391	2.73	13.405	93.598	68.12	0.094	2.65	3.237	90.89	0.026	0.987	0.908	33.84	0.145	22.28	0.0112	3.600
9/06/2021	40	0.119	3.37	115.540	67.99	0.099	3.23	3.411	110.88	0.004	0.754	0.137	25.85	0.201	21.91	0.0136	3.492	
10/06/2021	41	0.111	4.71	3.805	161.482	68.68	0.087	4.53	3.000	155.35	0.008	0.658	0.291	22.56	0.122	17.8	0.0120	2.100
11/06/2021	42	0.125	3.45	4.285	118.283	69.52	0.106	3.32	3.634	113.86	0.011	0.546	0.377	18.72	0.119	16.54	0.0022	2.480
12/06/2021	43	0.111	5.23	3.805	179.311	68.00	0.108	4.32	3.720	148.15	0.003	0.762	0.120	26.13	0.142	16.04	0.0038	2.700
13/06/2021	44	0.118	1.76	4.062	60.342	68.28	0.115	1.65	3.011	56.71	0.009	0.562	0.325	19.27	0.141	15.98	0.0020	2.880
14/06/2021	45	0.141	3.84	4.834	131.654	67.60	0.204	3.76	7.011	128.95	0.005	0.67	0.168	22.97	0.513	17.7	0.0038	2.700
15/06/2021	46	0.078	4.85	2.691	166.282	68.85	0.139	4.76	4.508	163.27	0.006	0.872	0.223	29.90	0.247	15.58	0.0056	2.800
16/06/2021	47	0.090	3.85	3.102	131.997	68.26	0.131	3.76	4.508	128.95	0.003	0.953	0.106	32.67	0.167	10.595	0.0028	3.299
17/06/2021	48	0.078	5.83	2.691	199.882	67.49	0.058	5.73	2.005	196.52	0.004	0.543	0.137	18.62	0.193	19.14	0.0034	3.099
18/06/2021	49	0.087	2.83	3.000	97.027	69.93	0.166	2.79	5.708	95.62	0.002	0.564	0.065	19.34	0.230	26.74	0.0042	3.099
19/06/2021	50	0.075	1.74	2.571	59.656	67.90	0.182	1.65	6.240	56.57	0.006	0.463	0.205	15.87	0.272	30.18	0.0032	3.549
20/06/2021	51	0.114	4.56	3.908	156.340	68.34	0.200	4.34	6.857	148.83	0.003	0.763	0.104	26.16	0.221	29.22	0.0035	2.849

Anexo 8

Control de parámetro en los tanques de cianuración

Lixiviación		Adsorción		TK-1	TK-2	TK-3	TK-4	TK-1	TK-2	TK-3	TK-4	CONTROL DE CN'				CONTROL DE pH					
%Lx Au	%Lx Ag	%AD Au	%AD Ag	g/kg Au TK1	g/kg Au TK2	g/kg Au TK3	g/kg Au TK4	g/kg Ag TK1	g/kg Ag TK2	g/kg Ag TK3	g/kg Ag TK4	CN O/F	CN TK1	CN TK2	CN TK3	CN TK4	pH O/F	pH TK1	pH TK2	pH TK3	pH TK4
97.658	94.131	98.128	94.878	0.280	0.413	0.444	0.031	2.534	4.591	5.113	5.025	0.100	0.105	0.085	0.084	0.073	10.90	10.12	10.29	10.08	9.98
96.875	83.249	98.939	42.228	0.0760	0.1230	0.065	0.045	2.754	4.678	5.123	4.987	0.100	0.100	0.095	0.083	0.072	11.00	11.00	10.30	10.20	9.30
64.516	82.987	98.128	80.476	0.0800	0.1130	0.055	0.031	2.534	4.591	5.113	5.025	0.100	0.100	0.096	0.091	0.080	11.00	11.00	10.30	10.00	9.80
96.154	85.859	98.939	42.228	0.1090	0.1450	0.065	0.042	2.543	4.615	5.213	5.657	0.099	0.094	0.086	0.083	0.080	11.00	10.50	10.10	9.50	9.50
98.621	99.538	97.368	45.760	0.1430	0.1340	0.067	0.052	2.576	4.632	5.234	6.710	0.099	0.090	0.079	0.071	0.069	10.90	10.50	10.30	10.00	9.80
95.745	37.260	97.826	35.009	0.1070	0.2410	0.073	0.061	0.759	4.689	5.321	5.670	0.095	0.091	0.083	0.077	0.070	10.90	10.80	10.20	10.20	10.00
91.667	14.965	96.372	66.395	0.1240	0.2310	0.086	0.086	2.232	4.761	5.292	2.581	0.095	0.088	0.081	0.075	0.065	10.90	10.50	10.30	10.00	9.80
94.404	69.954	97.785	79.617	0.0645	0.2449	0.955	0.845	1.467	4.745	2.934	3.120	0.094	0.087	0.080	0.073	0.065	11.00	10.70	10.20	9.80	9.30
93.411	73.292	98.715	72.365	0.0809	0.4099	0.325	0.095	3.145	5.745	6.289	5.040	0.097	0.084	0.079	0.071	0.063	11.00	10.50	10.30	10.00	9.30
92.100	77.483	98.164	74.560	0.1499	0.4649	0.410	0.235	2.177	7.745	4.354	7.440	0.091	0.081	0.079	0.071	0.064	11.00	10.50	10.40	10.10	9.50
93.306	87.097	98.797	68.244	0.1240	0.4449	0.410	0.180	3.006	6.495	6.012	3.600	0.990	0.088	0.080	0.074	0.066	11.00	10.60	10.50	10.40	9.90
95.310	86.154	98.902	57.662	0.1070	0.4199	0.510	0.200	2.985	4.495	5.970	3.840	0.098	0.090	0.080	0.080	0.073	11.00	11.00	10.50	10.50	10.00
94.198	88.485	97.843	73.875	0.0690	0.4949	0.490	0.195	2.143	5.450	4.287	6.720	0.096	0.087	0.082	0.080	0.068	11.00	10.50	10.20	10.00	9.70
96.841	77.169	99.094	73.617	0.1175	0.3799	0.425	0.205	2.959	2.995	5.918	2.880	0.089	0.070	0.083	0.078	0.070	11.00	10.50	10.11	10.05	10.00
94.760	82.079	96.890	70.232	0.1385	0.6749	0.540	0.250	0.554	5.200	1.108	7.680	0.096	0.078	0.079	0.075	0.069	11.00	10.90	10.05	10.06	10.50
96.453	63.256	98.772	72.310	0.1475	0.2799	0.770	0.264	2.625	3.700	5.249	3.120	0.089	0.076	0.082	0.077	0.073	10.90	10.40	10.04	10.04	10.10
96.497	82.615	98.864	71.874	0.1555	0.3099	0.630	0.200	2.944	3.700	5.888	2.640	0.095	0.075	0.085	0.076	0.070	10.90	10.50	10.03	10.09	10.00
96.171	75.468	97.010	91.860	0.0580	0.2549	0.400	0.195	3.163	3.995	6.326	4.320	0.089	0.075	0.079	0.074	0.070	10.90	10.50	10.62	10.05	10.00
95.621	87.402	98.612	86.137	0.1190	0.4599	0.505	0.270	3.078	4.700	6.156	4.320	0.095	0.080	0.081	0.072	0.069	10.50	10.80	10.07	10.04	9.89
95.113	84.339	99.070	87.891	0.1605	0.4490	0.531	0.261	2.256	5.450	4.512	2.640	0.091	0.084	0.082	0.073	0.068	10.90	10.80	10.09	10.30	9.87
94.773	80.499	99.194	84.489	0.1310	0.4049	0.355	0.280	2.919	6.000	5.838	2.160	0.096	0.085	0.078	0.077	0.065	10.90	10.80	10.11	10.30	10.01
96.616	73.185	99.249	85.593	0.1430	0.4649	0.200	0.155	2.992	3.950	5.983	2.640	0.088	0.088	0.087	0.081	0.069	10.70	10.30	10.12	10.00	9.87
97.437	72.450	99.338	79.381	0.1375	0.2599	0.550	0.405	1.489	3.000	2.978	2.160	0.085	0.078	0.089	0.073	0.068	10.80	10.26	10.14	10.08	9.78
96.639	73.333	99.154	61.613	0.1790	0.3449	0.360	0.315	2.593	3.950	5.186	1.920	0.087	0.079	0.091	0.073	0.069	10.60	10.31	10.21	10.06	9.95
94.056	76.871	99.164	75.165	0.1155	0.6199	0.355	0.190	2.283	7.000	4.566	1.920	0.086	0.083	0.093	0.070	0.067	11.00	10.00	10.11	10.00	10.01
95.362	79.816	99.155	75.000	0.1090	0.3249	0.330	0.175	3.234	5.450	6.469	2.160	0.100	0.000	0.087	0.075	0.065	10.90	10.05	10.12	10.09	10.04
97.038	78.932	98.313	59.635	0.2110	0.2650	0.310	0.155	0.798	3.450	1.596	4.080	0.100	0.100	0.095	0.083	0.072	11.00	11.00	10.30	10.20	9.30
95.268	78.304	98.575	73.323	0.1190	0.1899	0.310	0.155	2.918	5.500	5.836	3.600	0.100	0.100	0.096	0.091	0.080	11.00	11.00	10.30	10.00	9.80
97.248	81.290	98.165	79.858	0.1280	0.2749	0.355	0.135	3.145	3.200	6.289	3.840	0.099	0.094	0.086	0.083	0.080	11.00	10.50	10.10	9.50	9.50
95.945	59.693	98.115	88.172	0.0820	0.1649	0.285	0.170	2.182	4.700	4.364	5.040	0.099	0.090	0.079	0.071	0.069	10.90	10.50	10.30	10.00	9.80
95.237	73.333	98.494	91.189	0.0930	0.2449	0.341	0.213	3.020	5.500	6.039	3.960	0.095	0.091	0.083	0.077	0.070	10.90	10.80	10.20	10.20	10.00
96.336	80.959	98.989	87.647	0.0930	0.2599	0.300	0.200	2.733	4.200	5.466	2.160	0.095	0.088	0.081	0.075	0.065	10.90	10.50	10.30	10.00	9.80
97.417	88.409	99.033	81.395	0.0875	0.2149	0.285	0.155	2.708	2.950	5.417	1.920	0.094	0.087	0.080	0.073	0.065	11.00	10.70	10.20	9.80	9.30
97.399	77.679	98.005	79.937	0.0865	0.1949	0.225	0.120	2.972	2.950	5.944	3.840	0.097	0.084	0.079	0.071	0.063	11.00	10.50	10.30	10.00	9.30
94.625	65.187	98.748	81.408	0.0690	0.5499	0.185	0.105	3.012	6.000	6.023	2.400	0.091	0.081	0.079	0.071	0.064	11.00	10.50	10.40	10.10	9.50
96.863	81.436	98.757	81.250	0.0570	0.2399	0.210	0.135	2.998	3.450	5.997	2.640	0.990	0.088	0.080	0.074	0.066	11.00	10.60	10.50	10.40	9.90
96.607	81.094	98.716	81.766	0.0699	0.1899	0.480	0.165	2.812	3.700	5.624	2.400	0.098	0.090	0.080	0.080	0.073	11.00	11.00	10.50	10.50	10.00
96.806	77.085	98.527	78.211	0.0927	0.1749	0.510	0.410	2.998	3.450	5.997	2.400	0.096	0.087	0.082	0.080	0.068	11.00	10.50	10.20	10.00	9.70
93.225	63.846	92.254	83.842	0.16999	0.1794	0.275	0.122	1.758	4.620	5.116	5.012	0.089	0.070	0.086	0.084	0.070	11.00	10.50	10.30	10.42	10.00
96.661	77.626	93.220	84.062	0.12449	0.0920	0.480	0.880	2.828	4.694	5.282	4.987	0.096	0.078	0.091	0.082	0.074	11.00	10.90	10.27	10.38	10.50
92.351	86.030	90.196	88.202	0.14399	0.1705	0.680	0.820	2.255	4.613	5.187	5.797	0.089	0.076	0.089	0.085	0.073	10.90	10.40	10.33	10.38	10.10
91.207	84.174	98.182	85.006	0.12249	0.1355	0.178	0.960	2.773	5.084	4.838	3.580	0.095	0.075	0.087	0.082	0.070	10.90	10.50	10.24	10.37	10.00
96.856	85.430	97.320	83.167	0.17949	0.1080	0.520	0.880	2.828	4.694	5.282	4.987	0.089	0.075	0.092	0.085	0.070	10.90	10.50	10.32	10.28	10.00
91.991	68.068	98.586	81.977	0.13249	0.0975	0.620	0.278	2.070	6.662	5.552	5.360	0.095	0.080	0.089	0.072	0.075	10.50	10.80	10.26	10.00	9.98
96.525	82.552	99.259	84.746	0.13699	0.1070	0.940	0.140	2.773	5.084	4.838	3.580	0.091	0.084	0.092	0.073	0.073	10.90	10.80	10.31	10.30	9.86
91.731	82.021	97.736	82.028	0.14428	0.1200	0.120	0.560	2.321	5.480	5.423	4.720	0.096	0.085	0.088	0.077	0.073	10.90	10.80	10.36	10.30	10.94
96.575	75.247	98.325	68.863	0.17949	0.1055	0.170	0.580	2.070	6.662	5.552	5.360	0.088	0.088	0.089	0.081	0.069	10.70	10.30	10.42	10.00	10.02
94.917	90.686	98.242	83.809	0.15999	0.0875	0.128	0.860	2.860	4.548	3.771	5.760	0.085	0.078	0.086	0.073	0.073	10.99	10.42	10.45	10.32	9.98
97.828	80.071	98.177	88.411	0.09899	0.1203	0.740	0.860	2.321	5.480	5.423	4.720	0.087	0.079	0.092	0.073	0.075	11.03	10.32	10.36	10.03	9.88
92.012	73.391	98.825	88.241	0.15499	0.1220	0.122	0.740	2.811	4.200	4.082	4.480	0.086	0.083	0.091	0.070	0.072	11.00	10.00	10.27	10.00	9.87
97.340	83.268	98.416	90.250	0.14564	0.0900	0.159	0.660	2.860	4.548	3.771	5.760	0.089	0.084	0.089	0.076	0.076	10.98	10.32	10.45	10.04	10.01