

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALURGICA



**TRATAMIENTO BIO ENZIMATICO DE EFLUENTES MINERO
METALURGICOS DE TIPO DOMÉSTICO**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO METALURGISTA

PRESENTADO POR:

LUIS ALBERTO CIRIACO FLORES

ASESOR

MSc Ing. ALBERTO LANDAURO ABANTO

LIMA - PERU

2012

DEDICATORIA:

A MIS PADRES QUE SON FUENTE DE INSPIRACIÓN Y
EMPEÑO EN TODOS LOS ASPECTOS DE MI VIDA Y A
MI ESPOSA POR TODO EL AMOR Y APOYO QUE ME
BRINDA.

RESUMEN

En el presente informe se pretende mostrar el mejoramiento en la calidad de un efluente de tipo doméstico, que se descarga a un cuerpo receptor, generado en una operación Minera – Metalúrgica mediante la aplicación de un tratamiento bio enzimático, el cual permite una digestión más adecuada del material orgánico así como la remoción de partículas metálicas presentes en dicho sistema . El proceso bio enzimático es una tecnología más limpia ya que se trata de un material totalmente natural y atóxico a seres vivos además de estar aprobados por la EPA y su uso está aprobado para sistemas de descontaminación, sin embargo todavía es poco usada en nuestro medio. Además de la obtención de un efluente de mayor calidad, los lodos generados por el proceso bio enzimático también serían de naturaleza más limpia, lo que permitiría un mejor reuso. Para tal efecto se realizaron pruebas de tipo piloto y finalmente continuas hasta obtener la calidad de efluente deseada en la descarga final de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD).

ABSTRACT

This report is intended to show the improvement in the quality of a domestic kind effluent, which is discharged into a receiving body, generated in a metallurgical and miner operation by application of biological enzyme treatment, which allows an adequate digestion of organic material also removing of metal particles present in the system. The bio enzyme process is a cleaner technology because it is a completely natural material and non toxic for living besides being approved by EPA and its use is approved for decontamination systems. However still it is little used in our environment. Besides obtaining of higher quality effluent, sludge generated by bio enzyme process would be also cleaner, which allow a better reuse. To this end tests were conducted on a pilot and finally continuous until the desired effluent quality at the discharge end of the Domestic Wastewater Treatment Plant (PTARD).

INDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO I: GENERALIDADES.	
1.1 Características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales	11
1.1.1 Características físicas.....	11
1.1.2 Características químicas.....	13
1.1.3 Características biológicas.....	16
1.2 Procesos y operaciones unitarias del tratamiento de agua residual.	19
1.2.1 Operaciones físicas unitarias.	19
1.2.2 Operaciones químicas unitarias.	21
1.2.3 Operaciones biológicas unitarias.	22
CAPITULO II: TRATAMIENTO BIO ENZIMÁTICO	
2.1 Procesos biológicos aerobios.....	24
2.1.1 Procesos de oxidación biológica.....	25
2.1.2 Factores que intervienen en la oxidación biológica.....	27
2.2 Procesos de biológicos anaeróbios.....	29
2.3 Acción de las enzimas sobre el tratamiento biológico.....	34
2.3.1 Acción catalítica sobre el peroxido de hidrogeno y aminas.....	36
CAPITULO III: PARTE EXPERIMENTAL	
3.1 Pruebas piloto de bio remediación para el tratamiento de agua residual.	39
3.1.1 Fase de tratamiento.....	41
3.1.2 Resultados.....	45
3.1.2 Graficas de resultados y análisis.....	47
CONCLUSIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	56

ANEXOS57

Anexo1.- RM 011-96-EM/VMM

Anexo 2.- DS 010-2010-MINAM

Anexo 3.- Plano Ptard

Anexo 4.- Ecas agua

Anexo 5.- Informes de ensayo

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1	Clasificación de los Microorganismos (Metcalf & Eddy, 1996)
Tabla 1.2	Operaciones físicas unitarias más comunes. (Metcalf & Eddy, 1996)
Tabla 1.3	Procesos químicos más comunes. (Metcalf & Eddy, 1996)
Tabla 1.4	Procesos biológicos unitarios (Metcalf & Eddy, 1996)
Tabla 3.1	Resultados de parámetros biológicos y fisicoquímicos

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Etapas presentes en un proceso anaerobio
Figura 2.2	Acción sobre el metabolismo de poliaminas
Figura 3.1	Grafica de resultados de OD (Oxígeno disuelto)
Figura 3.2	Grafica de resultados de DBO (Demanda bioquímica de oxígeno)
Figura 3.3	Grafica de resultados de Coliformes Totales
Figura 3.4	Grafica de resultados de Coliformes Termotolerantes
Figura 3.5	Grafica de resultados de E. Coli.
Figura 3.6	Grafica de resultados de Pb (Plomo)
Figura 3.7	Grafica de resultados de As (Arsénico)
Figura 3.8	Grafica de resultados de Zn (Zinc)
Figura 3.9	Grafica de resultados de Fe (Fierro)
Figura 3.10	Grafica de resultados de Cu (Cobre)
Figura 3.11	Grafica de resultados de TSS (Solidos totales en suspensión)
Foto 3.1	Construcción de reactor Bach
Foto 3.2	Preparación de enzimas
Foto 3.3	Producto final
Foto 3.4	Filtrado de producto final

NOMENCLATURAS

MINAM: Ministerio del Ambiente

EPA: US Environmental

ECA: Estándar de Calidad Ambiental

LMP: Límite Máximo Permisible

PTARD: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Domesticas

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda química de oxígeno

OD: Oxígeno disuelto

CT: Coliformes totales

CTT: Coliformes termotolerantes

E Coli: Escherichia coli

Col T: Coliformes totales

Col F: Coliformes fecales

INTRODUCCIÓN

Actualmente los efluentes líquidos Minero – Metalúrgicos se encuentran fiscalizados por la Resolución Ministerial 011-96-EM/VMM aprobada el 10 de Enero de 1996 (Ver anexo 1). Sin embargo el 21 de Agosto del 2010 el Ministerio del Ambiente aprobó los nuevos límites máximos permisibles (LMP) para esta clase de efluentes según Decreto Supremo 010-2010-MINAM (Vera nexa 2), el cual entrará en vigencia a partir del año 2015 y cuyos parámetros de control son mayores en número y exigencia. Dicho Decreto Supremo en su artículo 3° inciso d), define a los efluentes provenientes de Sistemas de Tratamiento Domésticos en el marco de una operación minera, como de tipo Minero - Metalúrgico. Una razón para esta definición es que este tipo de efluentes también contienen dentro de sus partículas disueltas y en suspensión elementos metálicos considerados contaminantes además de los parámetros y agentes biológicos como Coliformes Termotolerantes y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) que provienen justamente de las operaciones mineras y actividades conexas.

Esto sumado a los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) en lo que respecta a los cuerpos receptores, genera la preocupación en buscar alternativas de tratamiento para mejorar la calidad de este tipo de efluentes y obtener una descarga que cumpla con los límites o estándares mencionados.

Actualmente La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) cuenta con un sistema consistente en dos lagunas de estabilización facultativas primarias, las cuales trabajan en paralelo, con una cámara de rejas en el ingreso para retener objetos no biodegradables y una caseta de cloración antes de la descarga. Este tipo de tratamiento no siempre resulta suficiente frente a los nuevos límites máximos permisibles se está optando por probar otras tecnologías entre las cuales se presenta el “Tratamiento Bio Enzimático”.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1. Características Físicas, Químicas y Biológicas de las Aguas Residuales

1.1.1 Características Físicas

La característica física más importante del agua residual es el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad y la turbiedad.

Sólidos Totales

Los sólidos sedimentables se definen como aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos. Los sólidos sedimentables se expresan en mg/l y constituyen una medida

aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual. Los sólidos totales pueden clasificarse en filtrables o no filtrables (sólidos en suspensión) haciendo pasar un volumen conocido de líquido por un filtro

Olores

Normalmente, los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor algo desagradable, que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica se debe a la presencia del sulfuro de hidrógeno (huevo podrido) que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios. La problemática de los olores está considerada como la principal causa de rechazo a la implantación de instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

Temperatura

La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales. La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos útiles.

Turbiedad

La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. Su medición se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones.

1.1.2 Características Químicas

Las características químicas de las aguas residuales son principalmente el contenido de materia orgánica e inorgánica, y los gases presentes en el agua residual. La medición del contenido de la materia orgánica se realiza por separado por su importancia en la gestión de la calidad del agua y en el diseño de las instalaciones de tratamiento de aguas.

Materia Orgánica

Son sólidos de origen animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los compuestos orgánicos están formados por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno y compuestos químicos en forma combinada los cuales incluyen carbón, hidrógeno, nitrógeno, sulfuros y fósforos. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40-60%), hidratos de carbono (25-50%) y grasas y aceites (10%). Otro compuesto orgánico con muy importante presencia en el agua residual es la urea,

principal constituyente de la orina. No obstante, debido a la velocidad del proceso de descomposición de la urea, raramente está presente en aguas residuales que no sean muy recientes. Junto con todos estos grupos de sustancias orgánicas, el agua residual también contiene pequeñas cantidades de gran número de moléculas orgánicas sintéticas cuya estructura puede ser desde muy simple a extremadamente compleja, por ejemplo los agentes tensoactivos, los contaminantes orgánicos prioritarios, los compuestos orgánicos volátiles y los pesticidas de uso agrícola.

Demanda Bioquímica de Oxígeno

Es el parámetro de contaminación orgánica más empleado, que es aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales, es la DBO a 5 días. Su determinación está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Los resultados de los ensayos de DBO se emplean para: 1. determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente; 2. dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, 3. medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento y controlar el cumplimiento de las limitaciones legales a que están sujetos los vertidos. El periodo de incubación es normalmente de 5 días a 20°C. La oxidación bioquímica es un proceso lento, cuya duración en teoría es infinita. En un periodo de 20 días se completa la oxidación del 95 al 99 % de la materia carbonosa, y en los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y 70%. Se asume la temperatura de 20 °C como un valor medio representativo de temperatura que se da en

los cursos de agua que circulan a baja velocidad en climas suaves, y es fácilmente duplicada en un incubador. Los resultados obtenidos a diferentes temperaturas serán distintos, debido a que las velocidades de las reacciones bioquímicas son función de la temperatura.

Materia Inorgánica

Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto del agua con las diferentes formaciones geológicas, como por las aguas residuales, tratadas o sin tratar, que a ella se descargan. Las aguas naturales disuelven parte de las rocas y minerales con los que entran en contacto. Las aguas residuales, salvo el caso de determinados residuos industriales, no se suelen tratar con el objetivo específico de eliminar los constituyentes inorgánicos que se incorporan durante el ciclo de uso. Las concentraciones de los diferentes constituyentes inorgánicos pueden afectar mucho a los usos del agua, como por ejemplo los cloruros, la alcalinidad, el nitrógeno, el azufre, algunos otros compuestos tóxicos inorgánicos y algunos metales pesados como el níquel, el manganeso, el plomo, el cromo, el cadmio, el zinc, el cobre, el hierro y el mercurio. Dentro de la materia inorgánica es de suma importancia también hablar de la concentración de ion hidrógeno (pH), ya que es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de aguas naturales como residuales. El agua residual con concentraciones de ion hidrógeno inadecuadas presenta dificultades de tratamiento con procesos biológicos, y el efluente puede modificar la concentración de ion hidrógeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.

Gases

Los gases que con mayor frecuencia se encuentran en aguas residuales brutas son el nitrógeno (N_2), el oxígeno (O_2), el dióxido de carbono (CO_2), el sulfuro de hidrógeno (H_2S), el amoníaco (NH_3), y el metano (CH_4). Los tres últimos proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales.

El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Debido a que la velocidad de las reacciones bioquímicas que consumen oxígeno aumenta con la temperatura, los niveles de oxígeno disuelto tienden a ser más críticos en las épocas estivales (estiaje). El problema se agrava en los meses de verano, debido a que los cursos de agua generalmente son menores por lo tanto el oxígeno también es menor.

1.1.3 Características Biológicas

Para el tratamiento biológico se deben de tomar en cuenta las siguientes características del agua residual: principales grupos de microorganismos presentes, tanto en aguas superficiales como en residuales, así como aquellos que intervienen en los tratamientos biológicos; organismos patógenos presentes en las aguas residuales; organismos utilizados como indicadores de contaminación y su importancia; métodos empleados para determinar los organismos indicadores, y métodos empleados para determinar la toxicidad de las aguas tratadas.

Microorganismos

Los principales grupos de organismos presentes tanto en aguas residuales como superficiales se clasifican en organismos eucariotas, bacterias y arqueobacterias, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla.- 1.1 Clasificación de los Microorganismos (Metcalf & Eddy, 1996)

GRUPO	ESTRUCTURA CELULAR	CARACTERIZACIÓN	MIEMBROS REPRESENTATIVOS
Eucariotas	Eucariotas	Multicelular con gran diferenciación de las células y el tejido.	Plantas (plantas de semillas, musgos y helechos). Animales (vertebrados e invertebrados).
		Unicelular con escasa o nula diferenciación de tejidos.	Protistas (algas, hongos y protozoos).
Bacterias	Procariota	Química celular parecida a las eucariotas.	La mayoría de las bacterias.
Arqueobacterias	Procariota	Química celular distintiva.	Metanógenos, halófilos, termacidófilos.

Las bacterias desempeñan un papel amplio y de gran importancia en los procesos de descomposición y estabilización de la materia orgánica, tanto en el marco natural como en las plantas de tratamiento. Por ello resulta imprescindible conocer sus características, funciones, metabolismos y proceso de síntesis. Los hongos, desde el punto de vista ecológico, presentan ciertas ventajas sobre las bacterias: pueden crecer y desarrollarse en zonas de baja humedad y en ámbitos con pH bajos. Sin la colaboración de los hongos en

los procesos de degradación de la materia orgánica el ciclo del carbono se interrumpiría en poco tiempo, y la materia orgánica empezaría a acumularse.

Los protozoarios se alimentan de bacterias y de otros microorganismos microscópicos. Tienen una importancia capital, tanto en el funcionamiento de los tratamientos biológicos, como en la purificación de cursos de agua, ya que son capaces de mantener el equilibrio natural entre los diferentes tipos de microorganismos. Se debe controlar el agua de suministro ya que ciertos protozoarios son también patógenos, tales como el *Cryptosporidium parvum* y la *Giardia lamblia*.

Organismos Patógenos

Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales pueden proceder de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una determinada enfermedad. Las principales clases de organismos patógenos presentes en las aguas residuales son: bacterias, virus y protozoarios. Los organismos bacterianos patógenos que pueden ser excretados por el hombre causan enfermedades del aparato intestinal como la fiebre tifoidea y paratifoidea, la disentería, diarreas y cólera. Debido a la alta infecciosidad de estos organismos, cada año son responsables de gran número de muertes en países con escasos recursos sanitarios, especialmente en zonas tropicales.

Organismos Indicadores

Los organismos patógenos se presentan en las aguas residuales contaminadas en cantidades muy pequeñas y, además, resultan difíciles de aislar y de identificar. Por ello se emplea el organismo coliforme como organismo indicador, puesto que su presencia es más numerosa y fácil de comprobar. El tracto intestinal humano contiene innumerables bacterias conocidas como organismos coliformes, cada humano evacua de 100,000 a 400,000 millones organismos coliformes cada día. Por ello, se puede considerar que la presencia de coliformes puede ser un indicador de la posible presencia de organismos patógenos, y que la ausencia de aquellos es un indicador de que las aguas están libres de organismos que puedan causar enfermedades.

1.2 Procesos y operaciones unitarias del tratamiento de aguas residuales

1.2.1 Operaciones Físicas Unitarias

Los métodos de tratamiento en donde predomina la acción de fuerzas físicas se conocen como operaciones físicas unitarias. El desbaste, mezclado, floculación, sedimentación, flotación, transferencia de gases y filtración son operaciones unitarias típicas.

Tabla 1.2.- Operaciones físicas unitarias más comunes. (Metcalf & Eddy, 1996)

OPERACIÓN	APLICACIÓN
Medición de caudal	Control y seguimiento de procesos, informes de descargas.
Desbaste	Eliminación de sólidos gruesos y sedimentables por intercepción.
Dilaceración	Trituración de sólidos gruesos hasta conseguir un tamaño más o menos uniforme.
Homogenización de caudal	Homogenización del caudal y de las cargas de DBO y de sólidos en suspensión
Mezclado	Mezclado de productos químicos y gases con el agua residual, mantenimiento de los sólidos en suspensión.
Floculación	Provoca la agregación de pequeñas partículas, aumentando el tamaño de las mismas para mejorar su eliminación por sedimentación por gravedad.
Sedimentación	Eliminación de sólidos sedimentables y espesados de fangos
Flotación	Eliminación de sólidos en suspensión finalmente divididos y de partículas con densidades cercanas a la del agua. También espesa los lodos biológicos.
Filtración	Eliminación de los sólidos en suspensión residuales presentes después del tratamiento químico o biológico.
Microtamizado	Mismas funciones que la filtración. También la eliminación de las algas de los efluentes de las lagunas de estabilización.
Transferencia de gases	Adición y eliminación de gases.
Volatilización y arrastre de gases	Emisión de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles del agua residual.

1.2.2 Operaciones Químicas Unitarias

Los métodos de tratamiento en los cuales la eliminación o conversión de los contaminantes se consigue con la adición de productos químicos o gracias al desarrollo de ciertas reacciones químicas, se conocen como procesos químicos unitarios. Fenómenos como la precipitación, adsorción y la desinfección son ejemplos de los procesos de aplicación más comunes en el tratamiento de las aguas residuales

Tabla.- 1.3 Procesos químicos más comunes. (Metcalf & Eddy, 1996)

PROCESO	APLICACIÓN
Precipitación química	Eliminación de fosforo y mejora de la eliminación de sólidos en suspensión en las instalaciones de sedimentación primaria empleada en tratamientos fisicoquímicos
Adsorción	Eliminación de materia orgánica no eliminada con métodos convencionales de tratamientos químicos y biológicos. También se emplean para declorar el agua residual antes de su vertido final
Desinfección	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades
Desinfección con cloro	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades. El cloro es el producto químico más utilizado
Decloración	Eliminación de cloro combinado residual total remanente después de la cloración
Desinfección con dióxido de cloro	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades
Desinfección con cloruro de bromo	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades
Desinfección con ozono	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades
Desinfección con luz ultravioleta	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades
Otros	Para alcanzar objetivos específicos en el tratamiento de las aguas residuales se pueden emplear otros compuestos químicos

1.2.3 Procesos Biológicos Unitarios

Los procesos de tratamiento en los que la eliminación de los contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica se conocen como procesos biológicos unitarios. La principal aplicación de los procesos biológicos es la eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua residual en forma, tanto coloidal, como en disolución. Básicamente estas sustancias se convierten en gases, que se liberan a la atmósfera, y en tejido celular biológico, eliminable por sedimentación. Los tratamientos biológicos también se emplean para eliminar el nitrógeno contenido en el agua residual.

Tabla.- 1.4 Procesos biológicos unitarios (Metcalf & Eddy, 1996)

TIPO	NOMBRE COMÚN	APLICACIÓN
Procesos aerobios		
Cultivo en suspensión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proceso de fangos activados convencional (flujo en pistón) 2. Aireación graduada 3. Oxígeno puro 4. Reactor intermitente Secuencial 5. Contacto y estabilización 6. Aireación prolongada 7. Canales de oxidación 8. Tanques profundos 9. Deep shaft 10. Lagunas aireadas 11. Digestión aerobia 12. Aire convencional 13. Oxígeno puro 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eliminación de DBO carbonoso (nitrificación) 2. Estabilización, eliminación de DBO carbonoso
Procesos anóxicos		
Cultivo en suspensión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desnitrificación con cultivo en suspensión. 2. Desnitrificación en película fija 	Desnitrificación
Procesos anaeróbicos		
Cultivo en suspensión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Digestión anaeróbica 2. Proceso anaerobio de contacto 3. Manto de fango anaerobio de flujo ascendente 	Estabilización, eliminación de DBO carbonosa

CAPITULO II

TRATAMIENTO BIO ENZIMÁTICO

2.1 Procesos biológicos aerobios

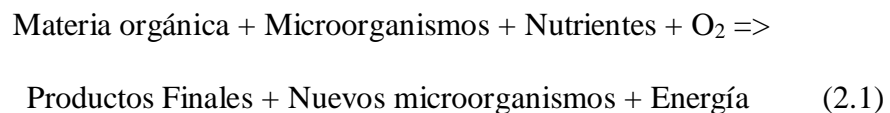
Podemos definir los “Procesos Biológicos de Depuración Aerobia”, como aquellos realizados por determinado grupo de microorganismos (principalmente bacterias y protozoos) que en presencia de Oxígeno, actúan sobre la materia orgánica e inorgánica disuelta, suspendida y coloidal existente en el agua residual, transformándola en gases y materia celular, que puede separarse fácilmente mediante sedimentación. La unión de materia orgánica, bacterias y sustancias minerales forma los flóculos y el conjunto de flóculos es lo que todos conocemos como fango biológico.

Los objetivos que persigue este tipo de tratamiento son la transformación de la materia orgánica y la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables. En

el caso de algunas aguas residuales urbanas, también se persigue la eliminación de Nitrógeno y de Fósforo. Por último, conseguimos además la disminución de los microorganismos patógenos y fecales que habitan el agua residual

2.1.1 Procesos de oxidación biológica

La oxidación biológica es el mecanismo mediante el cual los microorganismos degradan la materia orgánica contaminante del agua residual. De esta forma, estos microorganismos se alimentan de dicha materia orgánica en presencia de oxígeno y nutrientes, de acuerdo con la siguiente reacción:

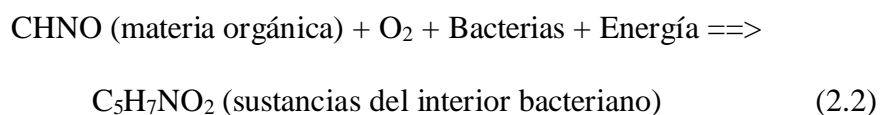


Para que lo anteriormente expuesto se produzca, son necesarias dos tipos de reacciones fundamentales totalmente acopladas: de síntesis o asimilación y de respiración endógena u oxidación.

Reacciones de síntesis o asimilación

Consisten en la incorporación del alimento (materia orgánica y nutriente) al interior de los microorganismos. Estos microorganismos al obtener suficiente alimento no engordan, sino que forman nuevos microorganismos reproduciéndose rápidamente. Parte

de este alimento es utilizado como fuente de Energía. La reacción que ocurre es la siguiente:



Reacciones de oxidación y respiración endógena

Los microorganismos al igual que nosotros, necesitan de Energía para poder realizar sus funciones vitales (moverse, comer etc.), dicha energía la obtienen transformando la materia orgánica asimilada y aquella acumulada en forma de sustancias de reserva en gases, agua y nuevos productos de acuerdo con la siguiente reacción:



Como podemos observar, después de un tiempo de contacto suficiente entre la materia orgánica del agua residual y los microorganismos (bacterias), la materia orgánica del medio disminuye considerablemente transformándose en nuevas células, gases y otros productos. Este nuevo cultivo microbiano seguirá actuando sobre el agua residual.

A todo este conjunto de reacciones se les denomina de oxidación biológica, porque los microorganismos necesitan de oxígeno para realizarlas.

2.1.2 Factores que intervienen en la oxidación biológica

Los factores principales que hay que tener en cuenta para que se produzcan las reacciones biológicas y por tanto, la depuración del agua residual son:

Las características del sustrato

Las características físico-químicas del agua residual, determinan el mejor o peor desarrollo de los microorganismos en este sistema, existiendo compuestos contaminantes que son degradables biológicamente y otros que no lo son.

Los nutrientes

El interior celular, aparte de C, H y O, elementos característicos de la materia orgánica, contiene otros elementos como son el N, P, S, Ca, Mg etc., denominados nutrientes y que a pesar de que muchos de ellos se encuentran en el organismo sólo en pequeñas cantidades, son fundamentales para el desarrollo de la síntesis biológica.

Se ha determinado a nivel medio que los microorganismos para sobrevivir necesitan por cada 1000 gr. de C, 43 de N y 6 de P, y que en las aguas residuales urbanas existen por cada 1000 gr. de C, 200 gr. de N y 16 gr. de P. Si comparamos lo que necesitan los microorganismos para sobrevivir, con las cantidades existentes de dichos elementos en el agua residual, podemos concluir que a título general dichos microorganismos pueden desarrollarse en el agua residual perfectamente. Es interesante comentar que en el caso de determinadas aguas con vertidos industriales, las proporciones de dichos elementos

no están equilibradas, siendo necesario a veces dosificar N y P en el agua, para que pueda darse el desarrollo bacteriano y exista depuración biológica.

Aportación de Oxígeno

Como hemos visto, para el desarrollo de las reacciones biológicas es necesario un medio aerobio, es decir, con oxígeno suficiente que permita el desarrollo y la respiración de los microorganismos aerobios.

Temperatura

A medida que aumenta la Temperatura, aumenta la velocidad con que los microorganismos degradan la materia orgánica, pero a partir de los 37°C, dichos organismos mueren. Nuestras temperaturas son ideales para el desarrollo óptimo de los procesos de depuración biológica.

Salinidad

El contenido en sales disueltas no suele ser problemático para el desarrollo bacteriano en el proceso de fangos activos hasta concentraciones de 3 a 4 gr/l. En los procesos de cultivos fijos (lechos bacterianos), la influencia es aún menor, no afectando valores que no superen los 15 gr/l. Sin embargo, existen multitud de grupos bacterianos capaces de vivir en aguas saladas, de forma que si a tu sistema de depuración le das tiempo de adaptación, pueden desarrollarse bastante bien dichos grupos microbianos a concentraciones salinas superiores.

Tóxicos o inhibidores

Existen una serie de sustancias orgánicas e inorgánicas que, a ciertas concentraciones, inhiben o impiden los procesos biológicos. Este tipo de sustancias, entre las que se encuentran los metales pesados, ejercen un efecto perjudicial sobre los microorganismos encargados de depurar el agua y por tanto, no deben de entrar en las plantas depuradoras con el agua residual, o si entran deben de hacerlo en concentraciones muy bajas.

2.2 Procesos biológicos anaerobios

El tratamiento anaerobio es un proceso biológico ampliamente utilizado en el tratamiento de aguas residuales. Cuando éstas tienen una alta carga orgánica, se presenta como única alternativa frente al que sería un costoso tratamiento aerobio, debido al suministro de oxígeno. El tratamiento anaerobio se basa en una fermentación biológica natural que se caracteriza por la producción del denominado “biogas”, formado fundamentalmente por metano (60-80%) y dióxido de carbono (40-20%) y susceptible de ser utilizado como combustible para la generación de energía térmica y/o eléctrica. Además, solo una pequeña parte de la DQO tratada (5-10%) se utiliza para formar nuevas bacterias, frente al (50-70)% de un proceso aerobio. Sin embargo, la lentitud del proceso anaerobio obliga a trabajar con altos tiempos de residencia, por lo que es necesario diseñar reactores o digestores con una alta concentración de microorganismos. Realmente, es un complejo proceso en el que intervienen varios grupos de bacterias, tanto anaerobias estrictas como facultativas, en el que, a través de una serie de etapas y

en ausencia de oxígeno, se desemboca fundamentalmente en la formación de metano y dióxido de carbono tal como se muestra en la fig. 2.1

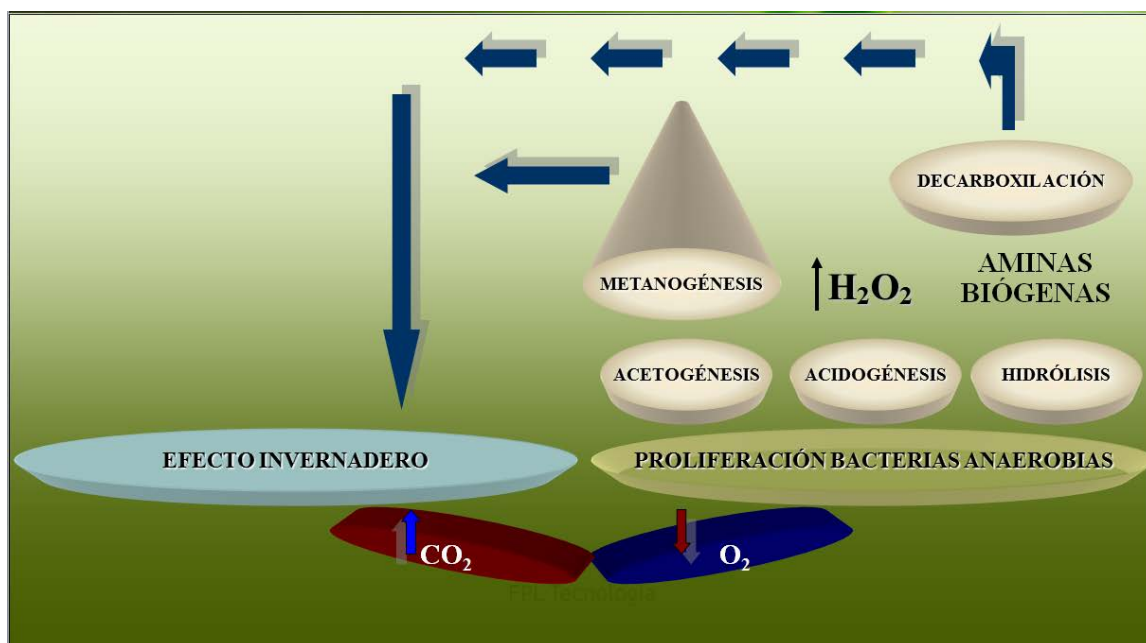


Figura 2.1.- Etapas presentes en un proceso anaerobio

Hidrólisis

La hidrólisis es la ruptura de moléculas grandes, solubles e insolubles como polisacáridos, proteínas y lípidos en moléculas de menor tamaño como azúcares, aminoácidos, ácidos grasos y alcoholes, mediante la acción de enzimas producidas por bacterias denominadas hidrolíticas. En este proceso no se produce metano. Algunas de las reacciones se muestran a continuación:

Maltosa



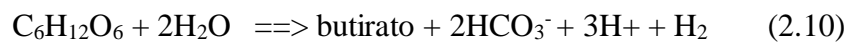
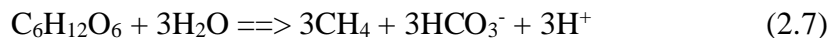
Lactasa



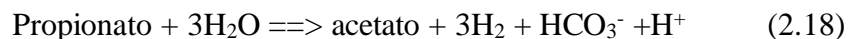
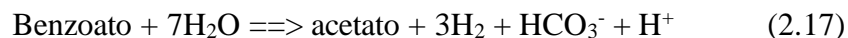
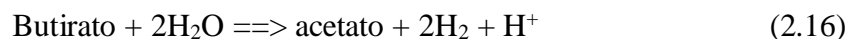
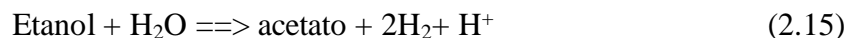
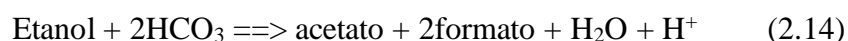
Sacarasa

**Formación de ácidos (acidogénesis) y acetato (acetogénesis)**

Los productos finales de la hidrólisis son transformados mediante fermentación en ácidos orgánicos de cadena corta como ácido acético, propiónico y butírico así como etanol, hidrógeno y dióxido de carbono. Esto a través de bacterias llamadas fermentativas. Algunas de estas reacciones son las siguientes:

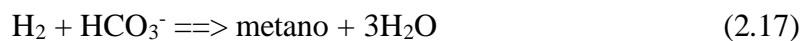


Los productos de la fermentación son convertidos en acetato, hidrógeno y dióxido de carbono por bacterias llamadas acetogénicas o productoras de hidrógeno. Algunas de estas reacciones son las siguientes:



Metanogénesis

La formación de metano, siendo este el último producto de la digestión anaerobia, ocurre por dos grandes rutas: La primera de ellas, es la formación de metano y dióxido de carbono a partir del principal producto de la fermentación, el ácido acético. Las bacterias son llamadas metanogénicas. Algunas de estas reacciones son las siguientes:

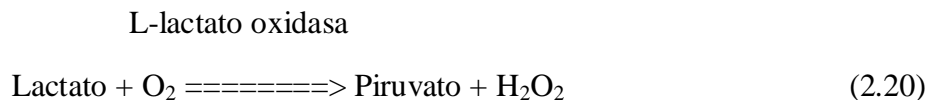
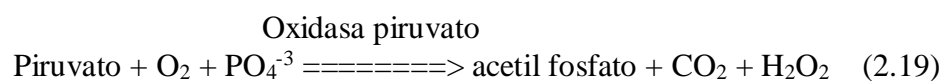


La metanogénesis es la etapa crítica en el proceso de degradación, por las características de las bacterias que la llevan a cabo, y por ser la más lenta de todo el proceso. En buena medida, la digestión anaerobia se ha de llevar a cabo en las condiciones óptimas para el buen funcionamiento de estas bacterias metanogénicas.

Formación de Peróxido de hidrogeno y aminos biógenas

Las bacterias anaeróbicas también producen en su metabolismo peróxido de hidrógeno y aminos biógenas entre las cuales se encuentran la putrescina y la cadaverina. En un ambiente donde el O₂ disminuye progresivamente manteniéndose y acentuándose la anaerobiosis, proliferan en mayor cantidad los gérmenes anaeróbicos y por ende los productos de su metabolismo.

Reacciones de formación de peróxido de hidrógeno



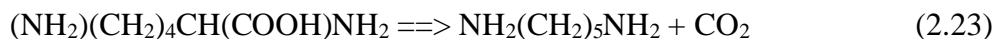
NAD-independiente
D-lactato dehidrogenada



NAD Oxidasa



Reacciones de formación de aminas biógenas



Lisina

Cadaverina



Arginina

Putrescina

2.3 Acción de las enzimas en el tratamiento biológico

Las enzimas son proteínas que catalizan todas las reacciones bioquímicas. Además de su importancia como catalizadores biológicos, tienen muchos usos médicos y comerciales.

Un catalizador es una sustancia que disminuye la energía de activación (energía necesaria para que una reacción comience) de una reacción química. Al disminuir la energía de activación, se incrementa la velocidad de la reacción. La mayoría de las reacciones de los sistemas vivos son reversibles, es decir, que en ellas se establece el

equilibrio químico. Por lo tanto, las enzimas aceleran la formación de equilibrio químico, pero no afectan las concentraciones finales del equilibrio.

Algunos casos de aplicación en el Perú:

- Tratamiento de descontaminación de aguas servidas y lodos anaeróbicos con reactivos enzimáticos en Sedailo.

- Tratamiento de descontaminación de la bahía de Salaverry con reactivos enzimáticos.

- Tratamiento de descontaminación de aguas servidas con reactivos enzimáticos sector Valdivia Sedalib Trujillo.

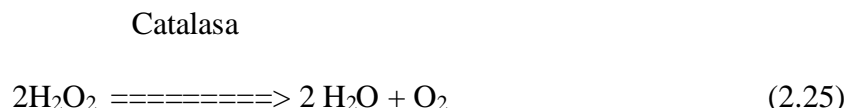
- Tratamiento de descontaminación aguas servidas mediante reactivos enzimáticos para ser utilizada como agua de riego Universidad católica de Lima.

- Tratamiento de estabilización de cámaras húmedas de aguas servidas para limpieza mediante reactivos enzimáticos Epsel Chiclayo.

2.3.1 Acción catalítica sobre el Peróxido de Hidrógeno y Aminas

Los microorganismos presentes en la materia orgánica actúan de manera digestora formando en su metabolismo peróxido de hidrógeno así como aminas como la espermidina y la putrescina las cuales son las causantes de los gases tóxicos producidos en las reacciones anaeróbicas y que ocasionan el efecto invernadero. Existen 3 mecanismos de acción sobre el peróxido de hidrógeno producido por los microorganismos.

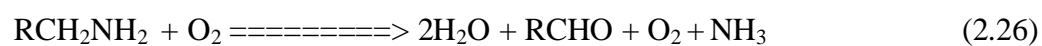
El primer mecanismo es posible por efecto de una catalasa que contiene hierro y es obtenida del hígado de res, logra el desdoblamiento de unos cinco millones de moléculas de H_2O_2 por minuto a 0°C y permite obtener dos moléculas de agua y oxígeno molecular. Como se muestra en la siguiente reacción:



El segundo y tercer mecanismo se basan en la acción de 2 peroxidasas, una independiente de coenzimas reducidas que da como producto H_2O y oxígeno atómico, y una dependiente de coenzimas reducidas que da como producto 2 mol de H_2O .

Al ser la producción de putrescina, espermidina y espermina dependientes de la enzima arginina decarboxilasa (ADC) y S-adenosil metionina decarboxilasa (SAMDC), la

inhibición enzimática de estas dos enzimas conlleva a la disminución de sus catabolitos. La diamina oxidasa (DAO) y la poliamina oxidasa (PAO) catalizan, en presencia de oxígeno, la desaminación de diaminas y poliaminas a aldehídos, NH₃ y H₂O₂; el cual es atacado por la catalasa



CAPITULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Pruebas piloto de Bio remediación para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Las pruebas serán llevadas a cabo en una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (Ptard) basada en el principio facultativo, es decir, la carga orgánica entrante que permanece en la superficie, es sometida a un tratamiento de digestión aeróbica mientras la carga que se va depositando en el fondo sufre un proceso de digestión anaeróbico.

La planta está compuesta por una entrada con rejilla para atrapar los sólidos gruesos y que no sean orgánicos, luego pasa a una caja repartidora que separa el flujo de entrada hacia dos lagunas que trabajan en paralelo. Estas lagunas son de aproximadamente 20x8

m y 3m de profundidad. El caudal de ingreso a cada laguna es de 1 L/s y el tiempo de retención es de dos días aproximadamente.

En la salida antes de ser evacuada al cuerpo receptor, los dos flujos se juntan y pasan por una etapa de cloración, a través de tanques de cloro gaseoso el cual se mezcla con el agua residual en un tanque de acondicionamiento. La dosificación promedio de cloro es de 4 Lb/día.

Además se cuenta con un lecho de secado donde se depositan los lodos generados, los cuales son evacuados con un periodo semestral. El plano de la Ptard se puede ver en el anexo 3.

Esta etapa es el inicio de nuestra actividad realizando el acondicionamiento del lugar donde instalaremos los reactores y equipos para nuestra Prueba Piloto. Se verifica el lugar tomando en cuenta la pendiente del terreno; para mejorar el proceso del sistema.

Se utilizan cilindro metálicos de 55 galones debidamente acondicionados como soporte o plataforma y parihuelas de madera como base donde serán colocados cada uno de los 5 reactores sobre ellas, diseñando un sistema tipo escalera (subida - bajada); para facilitar su acceso se construyó un pasamano el cual será debidamente señalizado para minimizar el riesgo de accidentes o caídas. (foto 3.1)



Foto 3.1.- Construcción de reactor bach

La iluminación es captada por un punto de electricidad (poste) donde se colocara un reflector dirigido hacia los reactores para el trabajo nocturno (esta por ejecutarse).

3.1.1 Fase De Tratamiento:

El desarrollo de esta etapa de tratamiento es un sistema del tipo BATCH o Estacionario simulando pozas de sedimentación y/ò lagunas facultativas in situ.

Se desarrollaron dos procesos donde las enzimas biocatalizadoras fueron aplicadas de distinta forma lográndose obtener como resultado productos iniciales satisfactorios los cuales aún se deben optimizar. Se tomó una muestra inicial como información de línea base sin tratamiento.

Proceso Enzimático

Captación del agua residual en la entrada del PTARD: Se inicia con el cierre de las entradas del desarenador que existe en el canal de ingreso con un tapón diseñado de acuerdo a las dimensiones que estas presentan; el desarenador se llena en 10 a 20 minutos, luego se inicia el recojo del agua residual en baldes de 20 L de capacidad.

Traslado del agua residual al reactor: Se consigue llenar el reactor N°1 con una serie de 12 a 15 baldes para obtener un total de 200 L; procediendo de la misma forma con el llenado del reactor N°5 el cual es la muestra testigo.

Se empieza a colocar las Enzimas Biocatalizadoras Tipo 1(21); hora (3:40 pm) dentro del primer reactor; vertiendo directamente. (foto 3.2)

Homogenizamos el producto enzimático con el agua residual utilizando un agitador de madera durante 10 min y dejamos trabajar a las enzimas durante cinco horas.

Antes de culminar las 5 horas se procede a preparar las enzimas tipo 2(25) para que al abrir la válvula del primer reactor pasen 150 L. al segundo reactor estas enzimas

reaccionen directamente mejorando la actividad enzimática. Esta fase se empezó a las 8:40 pm



Foto 3.2.- Preparación de enzimas

Pasadas 5 horas se abre la válvula del reactor N°2 hora (1:35 am); previamente se colocaron las enzimas del tipo 1(21) en el reactor N°3 y se deja sedimentar las enzimas 1(21) con las aguas tratadas en el reactor N° 2 por otras 5 horas.

Se procede a abrir la válvula del reactor N°3 hora (6:30 am) trasegándolo al reactor N°4. Luego de 20 horas se pasa finalmente al filtro (hecho a base de arena activada y piedras (confitillo o gravilla)) obteniendo el producto final cuya finalidad será utilizarlo en los viveros y acuarios. Este producto final será enviado a un laboratorio certificado para los análisis respectivos. (foto 3.3; 3.4)



Foto 3.3.- Producto final



Foto 3.4.- Filtrado de producto final

3.1.2 Resultados de parámetros biológicos y fisicoquímicos

Los resultados obtenidos en el proceso de la PTARD a la luz de los análisis de laboratorio que efectuara la empresa SGS vienen siendo satisfactorios tal como se puede apreciar en la tabla 3.1.

Parametro	Antes del tratamiento (ingreso agua)	Tratamiento facultativo	Tratamiento bioenzimatico				LMP	
			BACH		CONTINUO			
			09/10/2009	16/10/2009	23/10/2009	27/02/2010		
pH	09/10/2009	09/10/2009	09/10/2009	16/10/2009	23/10/2009	27/02/2010	Eca cat 1-A2	DS 010-2010
	6.5	6	7.8	7.6	7.8	7.5	5.5-9	6-9
OXIGENO DISUELTO	1	1	8	4	5	7	5	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	48	53	6	11	9	2	5	
COLIFORMES TOTALES	13000000	13000	1.8	1.8	1.8	1.8	3000	
COLIFORMES FECALES	330000	7900	1.8	1.8	1.8	1.8	2000	
ESCHERICHIA COLI	330000	7900	1.8	1.8	1.8	1.8	0	
ARSENICO	0.014	0.006	0.014	0.01	0.09	0.005	0.01	0.1
PLOMO	0.006	0.017	0.004	0.005	0.004	0.008	0.05	0.2
ZINC	0.037	0.056	0.025	0.085	0.02	0.176	0.1	1.5
FIERRO	0.2	0.4	0.4	0.1	0.1	0.2	1	2
COBRE	0.006	0.007	0.01	0.009	0.006	0.042	2	0.5
SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSION	19	24	11	7	4	2		50

Tabla 3.1 . Resultados de parámetros biológicos y fisicoquímicos

3.1.3 Graficas de resultados y análisis

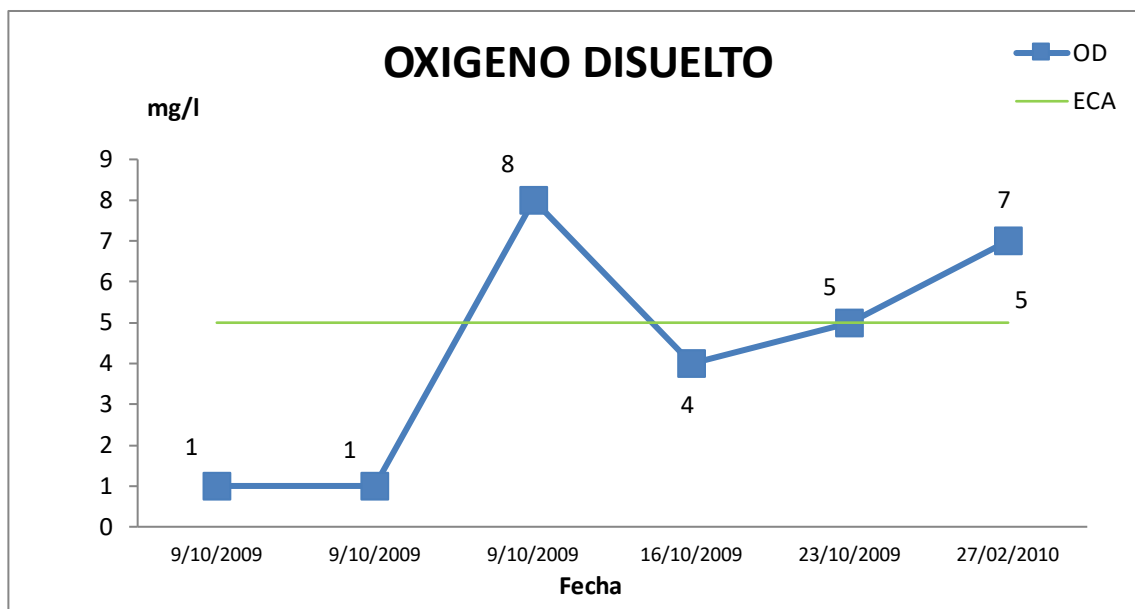


Figura.- 3.1 Grafica de resultados de OD

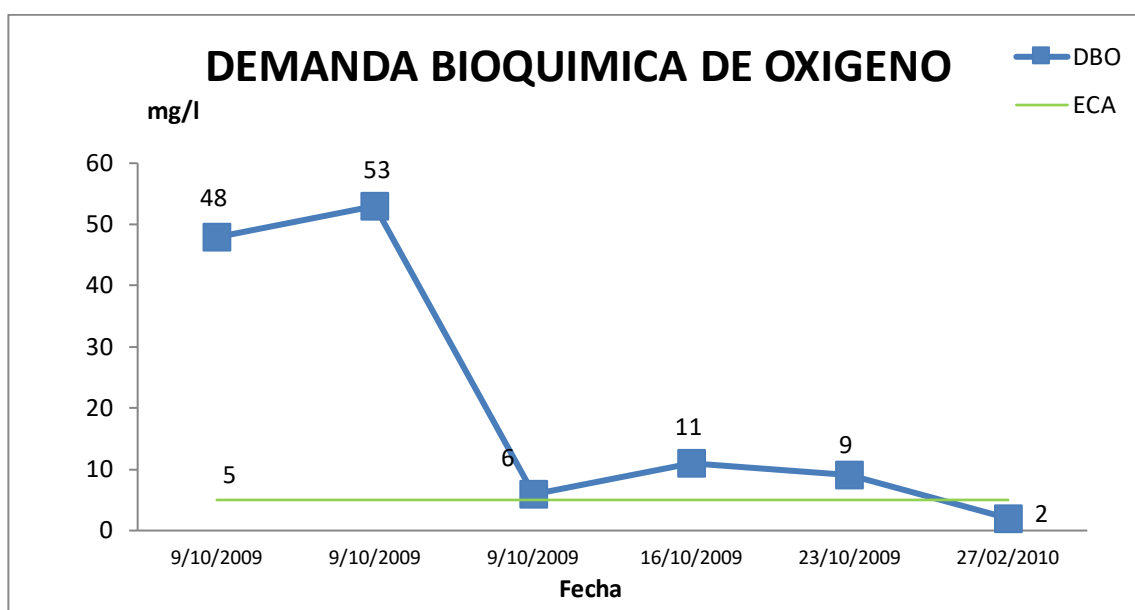


Figura.- 3.2 Grafica de resultados de DBO

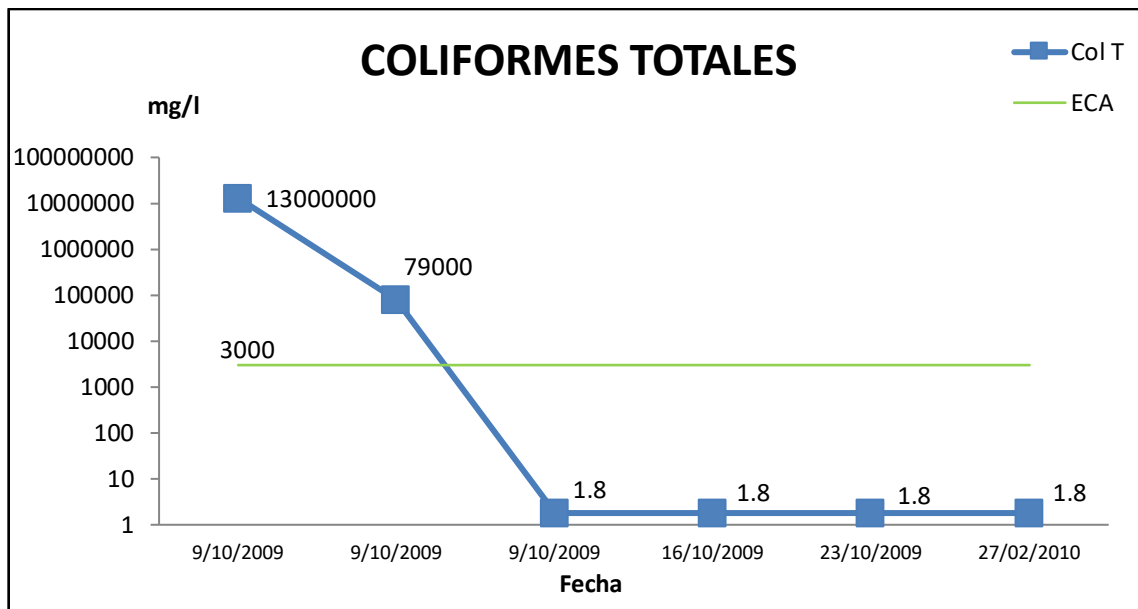


Figura.- 3.3 Grafica de resultados de Col T

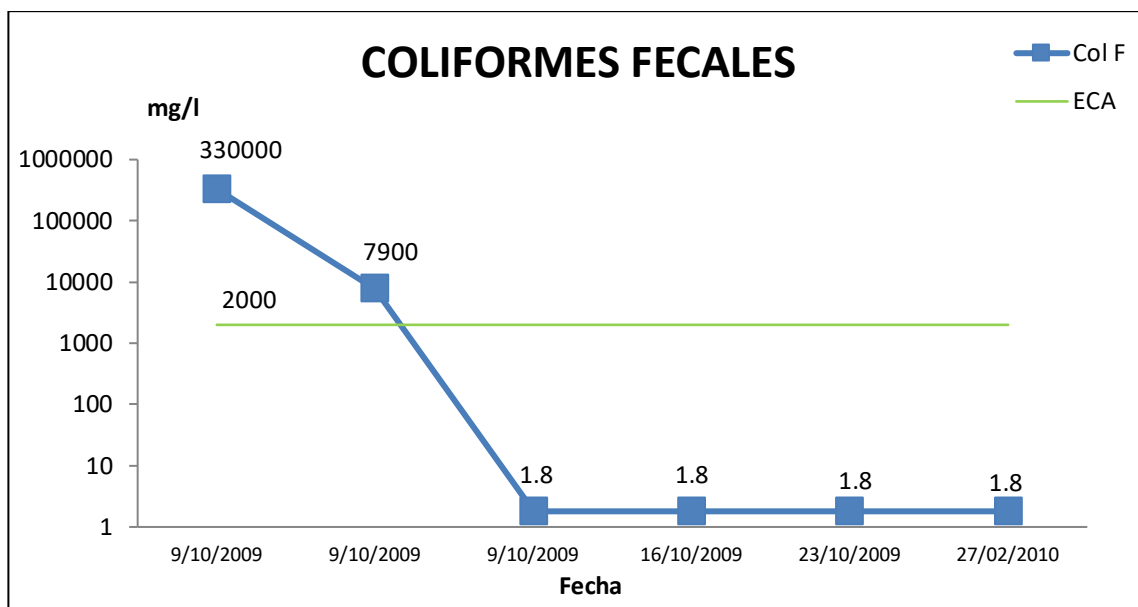


Figura.- 3.4 Grafica de resultados de Col F

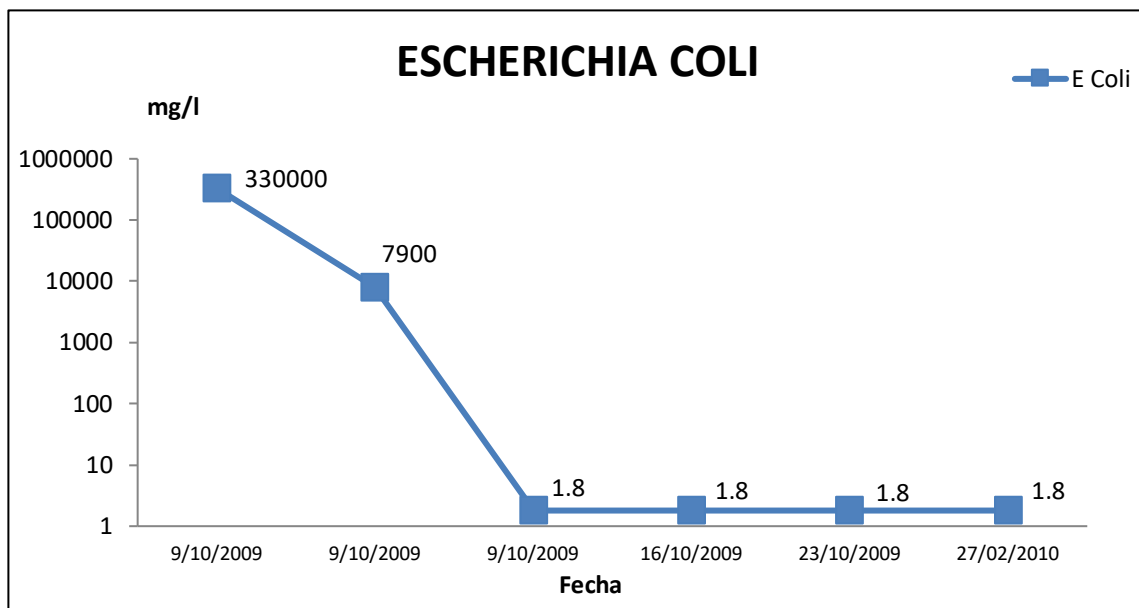


Figura.- 3.5 Grafica de resultados de E. Coli.

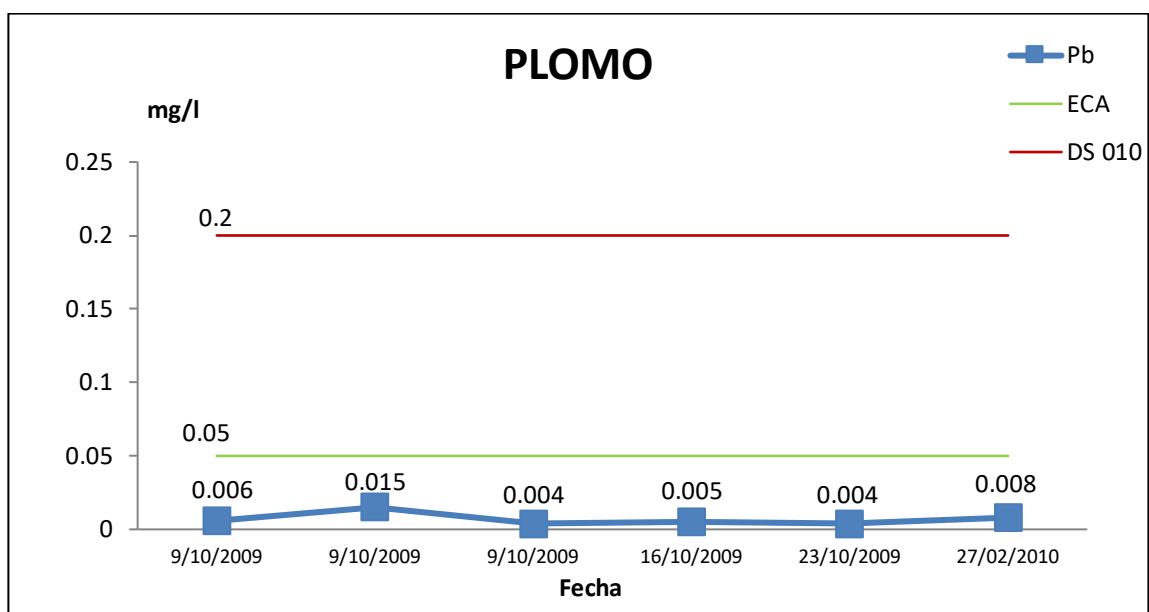


Figura.- 3.6 Grafica de resultados de Pb

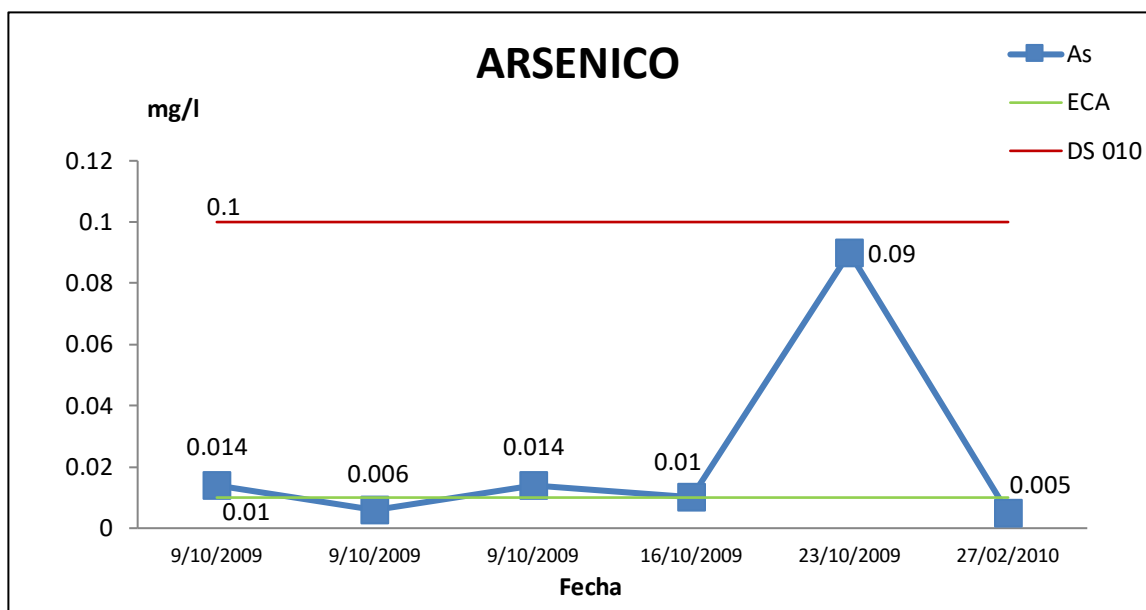


Figura.- 3.7 Grafica de resultados de As

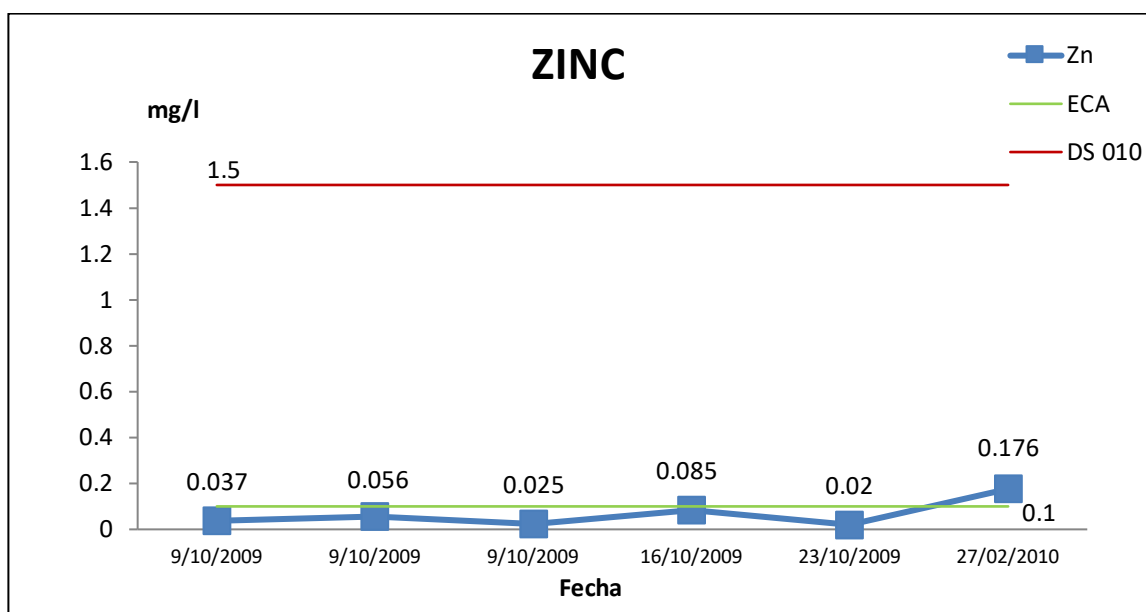


Figura.- 3.8 Grafica de resultados de Zn

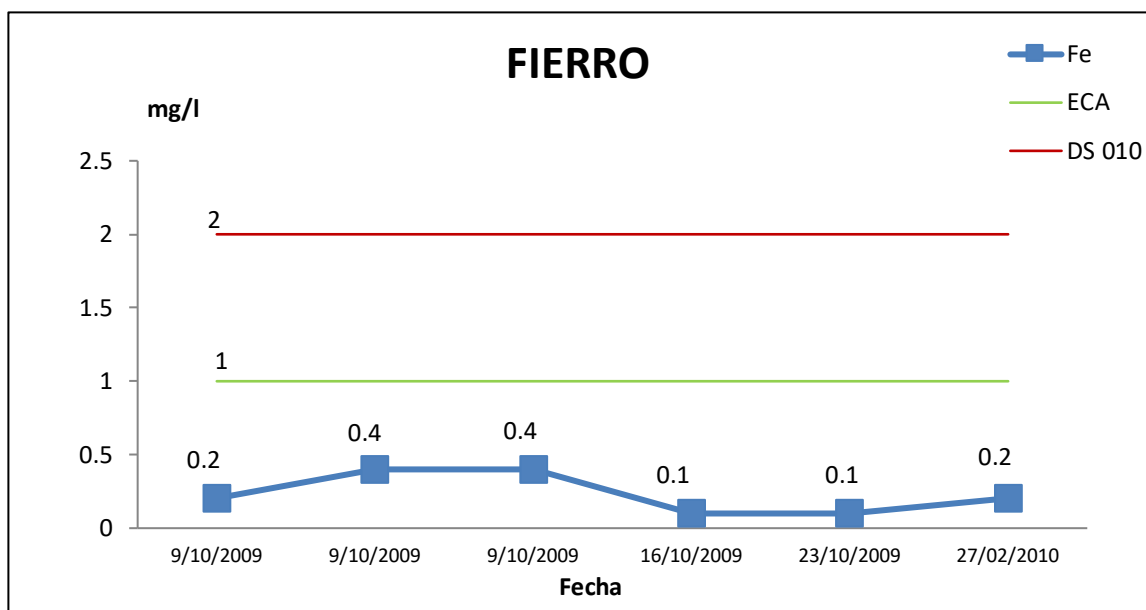


Figura.- 3.9 Grafica de resultados de Fe

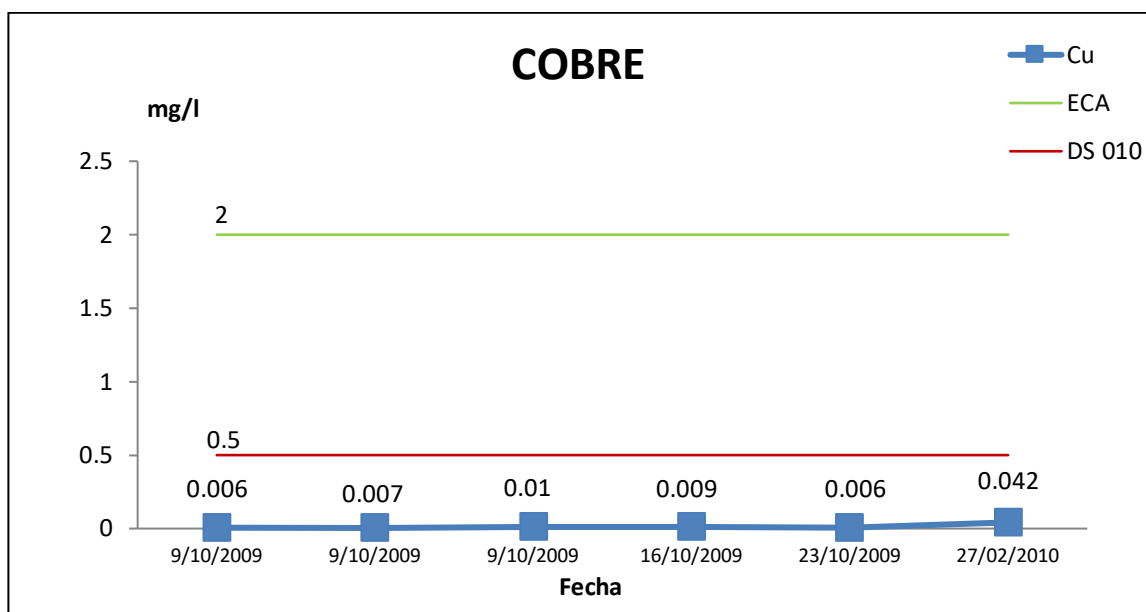


Figura.- 3.10 Grafica de resultados de Cu

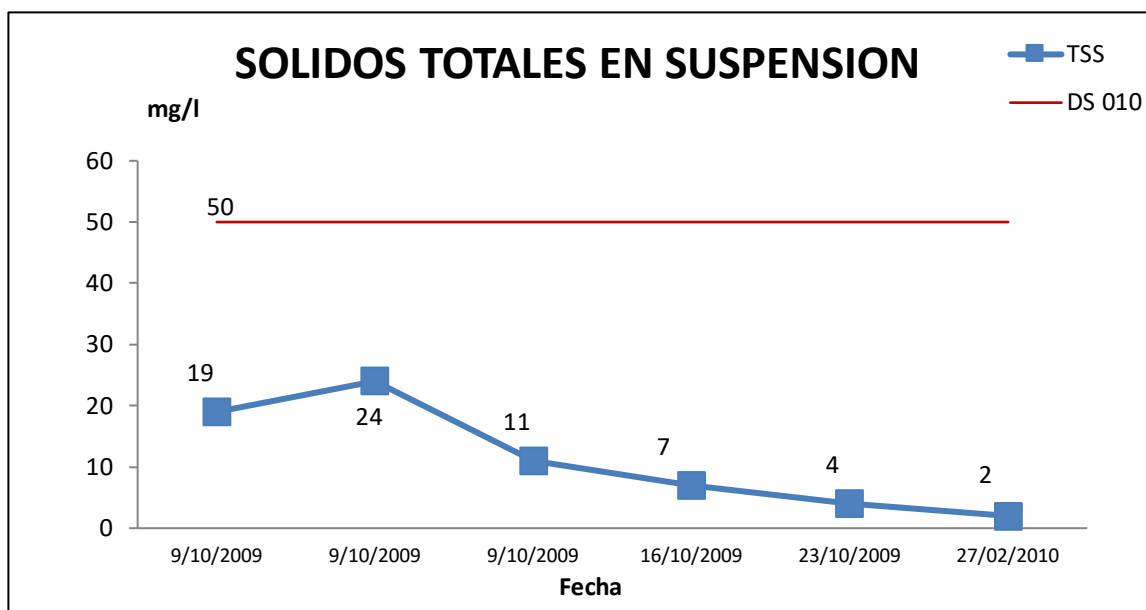


Figura.- 3.11 Grafica de resultados de TSS

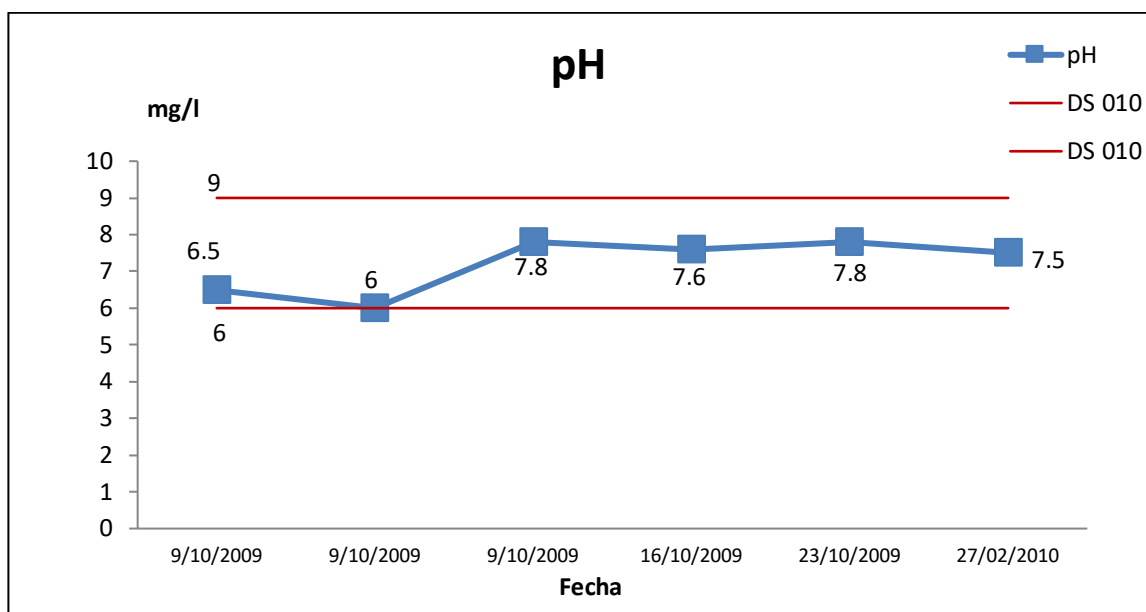


Figura.- 3.12 Grafica de resultados de pH

De acuerdo a los resultados se observa que el tratamiento facultativo no es eficiente, más aún permite el aumento en los valores de varios parámetros metálicos y TSS.

Los valores microbiológicos como oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales, coliformes totales y escherichia coli presentan una mejora sustancial con respecto a los valores iniciales sin tratamiento. Así mismo se observa una eficacia mayor con respecto a los valores con tratamiento facultativo.

Los valores de 1.8 mg/l para el parámetro escherichia coli se considera como ausencia o cero

Para todos los valores metálicos excepto algunos casos puntuales, las gráficas demuestran una eficacia similar o mejor a los resultados con tratamiento facultativo.

Los valores de TSS se ven afectados positivamente ya que disminuyen su valor en del 50% del valor inicial.

CONCLUSIONES

- En los parámetros biológicos, con el tratamiento bioenzimático, de las salidas se observa una notoria eficacia del tratamiento con biocatalizadores respecto del tratamiento facultativo, sobre todo en los parámetros que definen el agua de riego.
- Los parámetros metálicos presentan ligera mejora en sus valores salvo algunos valores puntuales.
- Los resultados en el proceso continuo tomado después de varios días presentan los mejores valores, lo que hace concluir que las enzimas requieren un tiempo de adecuación para llegar a su mejor rendimiento.

- Las Enzimas del tipo 1:21 y 2:25 al trabajar juntas dan mejores resultados debido a que facilitan la sedimentación desde el reactor N°2.

BIBLIOGRAFIA

- Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales (Antonio Rodríguez)
- Tratamiento anaerobio de aguas residuales (Jenny Alexandra Rodríguez)
- Ingeniería de aguas residuales / procesos biológicos aerobios (es.wikibooks.org)
- Curtis S y Barnes. 1998. *Biología*. Panamericana..Alexander P etal. *Biología*.México.Prentice-Hall. 1992. Biggs A. *Biología. La dinámica de la vida*. México. Mc Graw-Hill. 2000.
- Catarina.udlapl.mx

ANEXOS

ANEXO 1

NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION PARA LAS UNIDADES MINERO-METALURGICAS

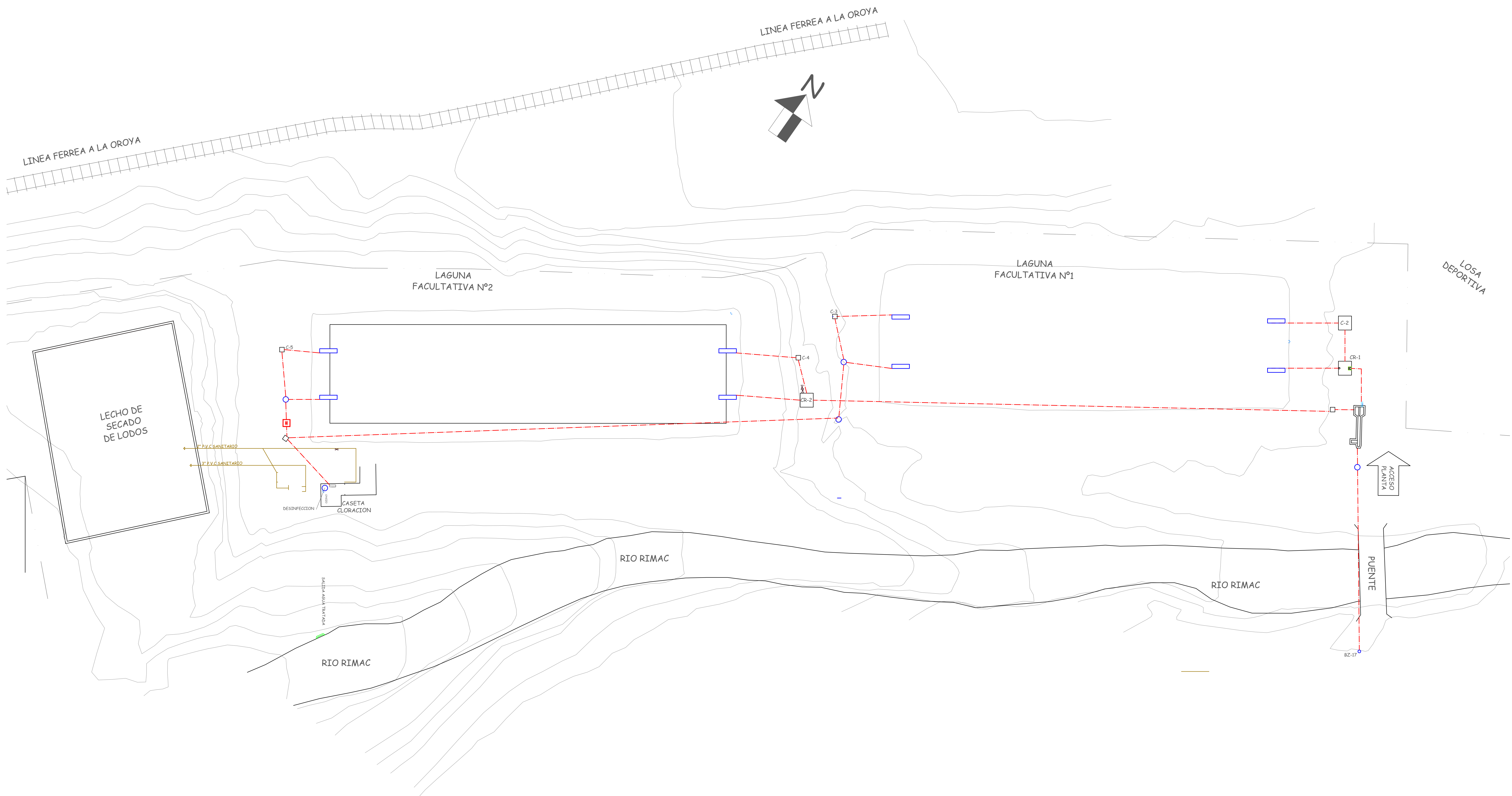
PARAMETRO	VALOR EN CUALQUIER MOMENTO	VALOR PROMEDIO ANUAL
ph	Mayor que 6 y Menor que 9	Mayor que 6 y Menor que 9
Sólidos suspendidos (mg/l)	50	25
Plomo (mg/l)	0.4	0.2
Cobre (mg/l)	1.0	0.3
Zinc (mg/l)	3.0	1.0
Fierro (mg/l)	2.0	1.0
Arsénico (mg/l)	1.0	0.5
Cianuro total (mg/l) *	1.0	1.0

* CIANURO TOTAL, equivalente a 0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de Cianuro fácilmente disociable en ácido.

ANEXO 2

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA LA DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE ACTIVIDADES MINERO - METALURGICAS

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el Promedio anual
pH		6 - 9	6 - 9
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	50	25
Aceites y Grasas	mg/L	20	16
Cianuro Total	mg/L	1	0,8
Arsénico Total	mg/L	0,1	0,08
Cadmio Total	mg/L	0,05	0,04
Cromo Hexavalente(*)	mg/L	0,1	0,08
Cobre Total	mg/L	0,5	0,4
Hierro (Disuelto)	mg/L	2	1,6
Plomo Total	mg/L	0,2	0,16
Mercurio Total	mg/L	0,002	0,0016
Zinc Total	mg/L	1,5	1,2





ANEXO I

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,005	0,022	0,022	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,08	**
Cloruros	mg/L	250	250	250	**	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	us/cm ²⁵	1 500	1 600	**	**	**
D.B.O. ₅	mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O.	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	na	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L N	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Aceptable	**	**	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 6	>= 5	>= 4	>= 5	>= 4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0	6-9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNT ⁹⁰	5	100	**	100	**
INORGÁNICOS						
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	0,006	0,006	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01	0,01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**
ORGÁNICOS						
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTPP	mg/L	0,05	0,2	0,2		
Trihalometanos	mg/L	0,1	0,1	0,1	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles, COVs						
1,1,1-Tricloroetano -- 71-55-6	mg/L	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano -- 75-35-4	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Dicloroetano -- 107-06-2	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno -- 95-50-1	mg/L	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno -- 87-68-3	mg/L	0,0006	0,0006	**	**	**
Tetracloroetano -- 127-18-4	mg/L	0,04	0,04	**	**	**
Tetracloruro de Carbono -- 56-23-5	mg/L	0,002	0,002	**	**	**
Tricloroetano -- 79-01-6	mg/L	0,07	0,07	**	**	**
BETX						

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Benceno -- 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno -- 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno -- 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos -- 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)pireno -- 50-32-8	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Plaguicidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*:						
Aldrin -- 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin -- 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Endrin -- 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro -- 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos:						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenilos Totales						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/ 100 mL Número más probable en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

** Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

CATEGORÍA 2: ACTIVIDADES MARINO COSTERAS

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR		
		Sub Categoría 1	Sub Categoría 2	Sub Categoría 3
		Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos (C1)	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas (C2)	Otras Actividades (C3)
ORGANOLÉPTICOS				
Hidrocarburos de Petróleo		No Visible	No Visible	No Visible
FISICOQUÍMICOS.				
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0
DBO ₅	mg/L	**	10,0	10,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4	>=3	>=2,5
pH	Unidad de pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	**	50,0	70,0
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	**	0,06	0,08
Temperatura	cebíus	**delta 3 °C	**delta 3 °C	**delta 3 °C
INORGÁNICOS				
Amoniaco	mg/L	**	0,08	0,21
Arsénico total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Cadmio total	mg/L	0,0093	0,0093	0,0093
Cobre total	mg/L	0,0031	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05
Fosfatos (P-PO4)	mg/L	**	0,03 - 0,09	0,1

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906320**

Página 1 de 6

A solicitud de:	EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. KM 120 Carretera Central, Dist. de Chicla , Prov. de Huarochiri, Dpto. de Lima.		
Solicitud de Ensayo:	ENV / LB-290811-013		
Muestreo realizado por:	Ciente	Cantidad Muestras:	1
Procedencia:	UNIDAD MINERA CASAPALCA	Fecha de Recepción a SGS:	10/10/2009 08:30 a.m.

Analisis

Potencial de Hidrógeno
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)
Oxígeno Disuelto
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
Aceites y Grasas
Fenol
S.A.A.M. (Detergentes)
Cianuro WAD
ICP Total
Turbidez
Numeración de Heterótrofos en Placa
Numeración de Coliformes totales
Numeración de Coliformes fecales
Numeración de Escherichia coli

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-H+-B, 2005 21st Ed. pH Value: Electrometric Method.
APHA-AWWA-WEF 2540-D, 2005 21st Ed. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
APHA-AWWA-WEF 4500-O-C, 2005 21st Ed. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
APHA-AWWA-WEF 5210-B, 2005 21st Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EPA 1664:1999 Revisión A N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
APHA-AWWA-WEF 5530 B, C, D. 2005 21st Ed. Phenols: Cleanup Procedure, Chloroform Extraction Method, Direct Photometric Method.
APHA-AWWA-WEF 5540 C, 2005 21st Ed. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS
APHA-AWWA-WEF 4500-CN-I-F, 2005 21st Ed. Cyanide: Weak Acid Dissociable Cyanide-Selective. Electrode Method
EPA - 200.7: 1994 Rev 4.4 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
APHA-AWWA-WEF 2130-B, 2005 21st Ed. Turbidity. Nephelometric Method
APHA-AWWA-WEF 9215B, Pag. 9-34 a 9-38, 21st Ed 2005; Heterotrophic plate count. Pourt plate method
APHA-AWWA-WEF 9221B, pag.9-48 y 9-52, 21st Ed. 2005; Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Techniques
APHA-AWWA-WEF 9221E, Pag. 9-52 y 9-56, 21st Ed. 2005; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
APHA-AWWA-WEF Standard Method for the examination of water and wastewater / 9221F Escherichia coli Procedure (PROPOSED) / Item 1 Escherichia coli Test (EC-MUG Medium) Pág- 9-57 al 9-58/ 21 Th Ed. 2005 / Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group

Emitido en Callao-Perú el , 19/10/2009

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906320**

Página 2 de 6

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.

AGUA RESIDUAL
AGUA RESIDUAL
SC-AT: Antes del tratamiento
09/10/2009 07:43:00A.M.

ICP Total	Potencial de Hidrógeno (pH)	--	6.5
	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	1	19
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	1	<1
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	2	48
	Aceites y Grasas (mg/L)	1.4	<1.4
	Fenol (mg/L)	0.002	0.003
	S.A.A.M. (Detergentes) (mg/L)	0.025	1.697
	Cianuro WAD (mg/L)	0.002	0.005
	Turbidez (NTU)	0.1	22.00
	Numeración de Heterótrofos en Placa (UFC/ml)	--	3500,000
	Numeración de Coliformes totales (NMP/100ml)	--	13000,000
	Numeración de Coliformes fecales (NMP/100ml)	--	330,000
	Numeración de Escherichia coli (NMP/100ml)	--	330,000
	Aluminio (mg/L)	0.01	0.12
	Antimonio (mg/L)	0.005	<0.005
	Arsénico (mg/L)	0.005	0.014
	Bario (mg/L)	0.003	0.036
	Berilio (mg/L)	0.0003	0.0180
	Bismuto (mg/L)	0.005	0.014
	Boro (mg/L)	0.1	<0.1
	Cadmio (mg/L)	0.001	<0.001
	Calcio (mg/L)	0.1	36.0
	Cerio (mg/L)	0.05	<0.05
	Circonio (mg/L)	0.003	<0.003
	Cobalto (mg/L)	0.001	<0.001
	Cobre (mg/L)	0.003	0.006
	Cromo (mg/L)	0.001	<0.001
	Escandio (mg/L)	0.003	<0.003
	Estaño (mg/L)	0.01	0.02
	Estroncio (mg/L)	0.001	0.743
	Fósforo (mg/L)	0.1	1.5
	Hierro (mg/L)	0.1	0.2
	Itrio (mg/L)	0.005	<0.005
	Lantano (mg/L)	0.0005	<0.0005
Litio (mg/L)	0.01	0.03	
Magnesio (mg/L)	0.04	9.74	
Manganeso (mg/L)	0.002	0.022	
Molibdeno (mg/L)	0.005	0.007	
Niquel (mg/L)	0.001	0.001	
Plata (mg/L)	0.001	<0.001	
Plomo (mg/L)	0.004	0.006	
Potasio (mg/L)	0.1	3.8	
Selenio (mg/L)	0.05	<0.05	
Silicio Total(SiO2) (mg/L)	0.5	3.6	
Sodio (mg/L)	0.1	15.6	

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906320**

Página 3 de 6

			AGUA RESIDUAL
			AGUA RESIDUAL
			SC-AT: Antes del tratamiento
			09/10/2009 07:43:00A.M.
ICP Total	Talio (mg/L)	0.03	<0.03
	Titanio (mg/L)	0.003	<0.003
	Vanadio (mg/L)	0.002	<0.002
	Wolframio/Tungsteno (mg/L)	0.005	<0.005
	Zinc (mg/L)	0.005	0.037

* El Limite de cuantificación de los Análisis Microbiológicos para:

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes fecales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes totales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Escherichia coli es 1.8NMP/100ml

Para el análisis de Numeración de Heterótrofos:

Tiempo y T° de incubación: 35°C x 48hrs

Medio de cultivo: Plate Count Agar

Est. = Número estimado

Limite de Cuantificación = 1

**ESTA SECCION CONTIENE EVALUACIONES QUE NO HAN
SIDO ACREDITADAS POR INDECOPI**

**INFORME DE ENSAYO
MA906320**

Página 4 de 6

Análisis

Cianuro Libre
Sulfuros

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-CN-F, 2005 21st Ed. Cyanide-Selective Electrode Method
APHA-AWWA-WEF 4500-S2-D, 2005 21st Ed. Sulfide. Methylene Blue Method

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.	AGUA RESIDUAL
	AGUA RESIDUAL
	5C-AT: Antes del tratamiento 09/10/2009 07:43:00A.M.

Cianuro Libre (mg/L)	0.002	0.004
Sulfuros (mg/L)	0.002	<0.002

Emitido en Callao-Perú el , 19/10/2009

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906692**

Página 1 de 6

A solicitud de:	EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. KM 120 Carretera Central, Dist. de Chicla , Prov. de Huarochiri, Dpto. de Lima.		
Solicitud de Ensayo:	ENV / LB-290811-020		
Muestreo realizado por:	Cliente	Cantidad Muestras:	1
Procedencia:	UNIDAD MINERA CASAPALCA	Fecha de Recepción a SGS:	24/10/2009 08:30 a.m.

Análisis

Potencial de Hidrógeno
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)
Oxígeno Disuelto
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
Aceites y Grasas
Fenol
S.A.A.M. (Detergentes)
Cianuro WAD
ICP Total
Turbidez
Numeración de Coliformes totales
Numeración de Coliformes fecales
Numeración de Escherichia coli

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-H+-B, 2005 21st Ed. pH Value: Electrometric Method.
APHA-AWWA-WEF 2540-D, 2005 21st Ed. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
APHA-AWWA-WEF 4500-O-C, 2005 21st Ed. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
APHA-AWWA-WEF 5210-B, 2005 21st Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EPA 1664:1999 Revisión A N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
APHA-AWWA-WEF 5530 B, C, D. 2005 21st Ed. Phenols: Cleanup Procedure, Chloroform Extraction Method, Direct Photometric Method.
APHA-AWWA-WEF 5540 C, 2005 21st Ed. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS
APHA-AWWA-WEF 4500-CN-I-F, 2005 21st Ed. Cyanide: Weak Acid Dissociable Cyanide-Selective. Electrode Method
EPA - 200.7: 1994 Rev 4.4 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
APHA-AWWA-WEF 2130-B, 2005 21st Ed. Turbidity. Nephelometric Method
APHA-AWWA-WEF 9221B, pag.9-48 y 9-52, 21st Ed. 2005; Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Techniques
APHA-AWWA-WEF 9221E, Pag. 9-52 y 9-56, 21st Ed. 2005; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
APHA-AWWA-WEF Standard Method for the examination of water and wastewater / 9221F Escherichia coli Procedure (PROPOSED) / Item 1 Escherichia coli Test (EC-MUG Medium) Pág- 9-57 al 9-58/ 21 Th Ed. 2005 / Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group

Emitido en Callao-Perú el , 02/11/2009

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906692**

Página 2 de 6

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.

AGUA RESIDUAL
AGUA RESIDUAL
7B-DT: Despues del tratamiento
23/10/2009 12:37:00P.M.

	Potencial de Hidrógeno (pH)	--	7.8
	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	1	4
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	1	5
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	2	9
	Aceites y Grasas (mg/L)	1.4	<1.4
	Fenol (mg/L)	0.001	0.003
	S.A.A.M. (Detergentes) (mg/L)	0.025	1.301
	Cianuro WAD (mg/L)	0.002	0.007
	Turbidez (NTU)	0.1	8.6
	Numeración de Coliformes totales (NMP/100ml)	--	<1.8
	Numeración de Coliformes fecales (NMP/100ml)	--	<1.8
	Numeración de Escherichia coli (NMP/100ml)	--	<1.8
ICP Total	Aluminio (mg/L)	0.01	0.12
	Antimonio (mg/L)	0.005	<0.005
	Arsénico (mg/L)	0.005	0.009
	Bario (mg/L)	0.003	0.026
	Berilio (mg/L)	0.0003	0.0261
	Bismuto (mg/L)	0.005	0.026
	Boro (mg/L)	0.1	<0.1
	Cadmio (mg/L)	0.001	<0.001
	Calcio (mg/L)	0.1	>50
	Cerio (mg/L)	0.05	<0.05
	Circonio (mg/L)	0.003	<0.003
	Cobalto (mg/L)	0.001	<0.001
	Cobre (mg/L)	0.003	0.006
	Cromo (mg/L)	0.001	<0.001
	Escandio (mg/L)	0.003	<0.003
	Estaño (mg/L)	0.01	0.03
	Estroncio (mg/L)	0.001	0.842
	Fósforo (mg/L)	0.1	1.0
	Hierro (mg/L)	0.1	0.1
	Itrio (mg/L)	0.005	<0.005
	Lantano (mg/L)	0.0005	<0.0005
	Litio (mg/L)	0.01	<0.01
	Magnesio (mg/L)	0.04	7.78
	Manganeso (mg/L)	0.002	0.019
	Molibdeno (mg/L)	0.005	<0.005
	Niquel (mg/L)	0.001	0.002
	Plata (mg/L)	0.001	<0.001
	Plomo (mg/L)	0.004	<0.004
	Potasio (mg/L)	0.1	3.9
	Selenio (mg/L)	0.05	<0.05
	Silicio Total(SiO2) (mg/L)	0.5	5.2
	Sodio (mg/L)	0.1	24.1
	Talio (mg/L)	0.03	<0.03

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906692**

Página 3 de 6

			AGUA RESIDUAL
			AGUA RESIDUAL
			7B-DT: Despues del tratamiento
			23/10/2009 12:37:00P.M.
ICP Total	Titanio (mg/L)	0.003	<0.003
	Vanadio (mg/L)	0.002	0.002
	Wolframio/Tungsteno (mg/L)	0.005	<0.005
	Zinc (mg/L)	0.005	0.020

* El Limite de cuantificación de los Análisis Microbiológicos para:

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes fecales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes totales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Escherichia coli es 1.8NMP/100ml

**ESTA SECCION CONTIENE EVALUACIONES QUE NO HAN
SIDO ACREDITADAS POR INDECOPI**

**INFORME DE ENSAYO
MA906692**

Página 4 de 6

Análisis

Cianuro Libre
Sulfuros

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-CN-F, 2005 21st Ed. Cyanide-Selective Electrode Method
APHA-AWWA-WEF 4500-S2-D, 2005 21st Ed. Sulfide. Methylene Blue Method

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.	AGUA RESIDUAL
	AGUA RESIDUAL
	7B-DT: Despues del tratamiento 23/10/2009 12:37:00P.M.

Cianuro Libre (mg/L)	0.002	0.006
Sulfuros (mg/L)	0.002	<0.002

Emitido en Callao-Perú el , 02/11/2009

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1001812**

Página 1 de 6

A solicitud de:	EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. KM 120 Carretera Central, Dist. de Chicla , Prov. de Huarochiri, Dpto. de Lima.		
Solicitud de Ensayo:	ENV / LB-300167-002		
Muestreo realizado por:	Cliente	Cantidad Muestras:	1
Procedencia:	UNIDAD MINERA CASAPALCA	Fecha de Recepción a SGS:	01/03/2010 08:30 a.m.

Análisis

Potencial de Hidrógeno
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)
Oxígeno Disuelto
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
Aceites y Grasas
Fenol
S.A.A.M. (Detergentes)
Cianuro WAD
ICP Total
Turbidez
Sulfuros
Numeración de Heterótrofos en Placa
Numeración de Coliformes totales
Numeración de Coliformes fecales
Numeración de Escherichia coli

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-H+-B, 2005 21st Ed. pH Value: Electrometric Method.
APHA-AWWA-WEF 2540-D, 2005 21st Ed. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
APHA-AWWA-WEF 4500-O-C, 2005 21st Ed. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
APHA-AWWA-WEF 5210-B, 2005 21st Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EPA 1664:1999 Revisión A N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
APHA-AWWA-WEF 5530 B, C, D. 2005 21st Ed. Phenols: Cleanup Procedure, Chloroform Extraction Method, Direct Photometric Method.
APHA-AWWA-WEF 5540 C, 2005 21st Ed. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS
APHA-AWWA-WEF 4500-CN-I-F, 2005 21st Ed. Cyanide: Weak Acid Dissociable Cyanide-Selective. Electrode Method
EPA - 200.7: 1994 Rev 4.4 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
APHA-AWWA-WEF 2130-B, 2005 21st Ed. Turbidity. Nephelometric Method
APHA-AWWA-WEF 4500-S2-D, 2005 21st Ed. Sulfide. Methylene Blue Method
APHA-AWWA-WEF 9215B, Pag. 9-34 a 9-38, 21st Ed 2005; Heterotrophic plate count. Pourt plate method
APHA-AWWA-WEF 9221B, pag.9-48 y 9-52, 21st Ed. 2005; Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Techniques
APHA-AWWA-WEF 9221E, Pag. 9-52 y 9-56, 21st Ed. 2005; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
APHA-AWWA-WEF Standard Method for the examination of water and wastewater / 9221F Escherichia coli Procedure (PROPOSED) / Item 1 Escherichia coli Test (EC-MUG Medium) Pág- 9-57 al 9-58/ 21 Th Ed. 2005 / Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group

Emitido en Callao-Perú el , 08/03/2010

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1001812**

Página 2 de 6

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.

AGUA RESIDUAL
AGUA RESIDUAL
P2: 1B-CTSa-m
27/02/2010 01:05:00P.M.

	Potencial de Hidrógeno (pH UNIT)	--	7.5
	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	1	2
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	1	7
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	2	<2
	Aceites y Grasas (mg/L)	1.4	<1.4
	Fenol (mg/L)	0.001	<0.001
	S.A.A.M. (Detergentes) (mg/L)	0.025	0.041
	Cianuro WAD (mg/L)	0.002	0.002
	Turbidez (NTU)	0.1	9.6
	Sulfuros (mg/L)	0.002	<0.002
	Numeración de Heterótrofos en Placa (UFC/ml)	--	15
	Numeración de Coliformes totales (NMP/100ml)	--	<1.8
	Numeración de Coliformes fecales (NMP/100ml)	--	<1.8
	Numeración de Escherichia coli (NMP/100ml)	--	<1.8
ICP Total	Aluminio (mg/L)	0.01	0.18
	Antimonio (mg/L)	0.005	<0.005
	Arsénico (mg/L)	0.005	<0.005
	Bario (mg/L)	0.003	0.015
	Berilio (mg/L)	0.0003	0.0194
	Bismuto (mg/L)	0.005	0.013
	Boro (mg/L)	0.1	<0.1
	Cadmio (mg/L)	0.001	0.003
	Calcio (mg/L)	0.1	35.7
	Cerio (mg/L)	0.05	<0.05
	Circonio (mg/L)	0.003	<0.003
	Cobalto (mg/L)	0.001	<0.001
	Cobre (mg/L)	0.003	0.042
	Cromo (mg/L)	0.001	<0.001
	Escandio (mg/L)	0.003	<0.003
	Estaño (mg/L)	0.01	0.01
	Estroncio (mg/L)	0.001	0.209
	Fósforo (mg/L)	0.1	<0.1
	Hierro (mg/L)	0.1	0.2
	Itrio (mg/L)	0.005	<0.005
	Lantano (mg/L)	0.0005	<0.0005
	Litio (mg/L)	0.01	<0.01
	Magnesio (mg/L)	0.04	2.55
	Manganeso (mg/L)	0.002	0.282
	Molibdeno (mg/L)	0.005	<0.005
	Niquel (mg/L)	0.001	0.001
	Plata (mg/L)	0.001	<0.001
	Plomo (mg/L)	0.004	0.008
	Potasio (mg/L)	0.1	1.6
	Selenio (mg/L)	0.05	<0.05
	Silicio Total(SiO2) (mg/L)	0.5	4.1

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1001812**

Página 3 de 6

		AGUA RESIDUAL	
		AGUA RESIDUAL	
		P2: 1B-CTSa-m	
		27/02/2010 01:05:00P.M.	
ICP Total	Sodio (mg/L)	0.1	5.8
	Talio (mg/L)	0.03	<0.03
	Titanio (mg/L)	0.003	<0.003
	Vanadio (mg/L)	0.002	<0.002
	Wolframio/Tungsteno (mg/L)	0.005	<0.005
	Zinc (mg/L)	0.005	0.176

* El Limite de cuantificación de los Análisis Microbiológicos para:

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes fecales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes totales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Escherichia coli es 1.8NMP/100ml

Para el análisis de Numeración de Heterótrofos:

Tiempo y T° de incubación: 35°C x 48hrs

Medio de cultivo: Plate Count Agar

Est.= Número estimado

Limite de Cuantificación = 1

**ESTA SECCION CONTIENE EVALUACIONES QUE NO HAN
SIDO ACREDITADAS POR INDECOPI**

**INFORME DE ENSAYO
MA1001812**

Página 4 de 6

Análisis

Cianuro Libre

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-CN-F, 2005 21st Ed. Cyanide-Selective Electrode Method

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.	AGUA RESIDUAL
	AGUA RESIDUAL
	P2: 1B-CTSa-m 27/02/2010 01:05:00P.M.

Cianuro Libre (mg/L)	0.002	0.002
----------------------	-------	-------

Emitido en Callao-Perú el , 08/03/2010

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002



Registro N° LE-002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906522

Página 1 de 6

A solicitud de:	EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. KM 120 Carretera Central, Dist. de Chicla , Prov. de Huarochiri, Dpto. de Lima.		
Solicitud de Ensayo:	ENV / LB-290811-016		
Muestreo realizado por:	Ciente	Cantidad Muestras:	1
Procedencia:	UNIDAD MINERA CASAPALCA	Fecha de Recepción a SGS:	17/10/2009 08:45 a.m.

Analisis

Potencial de Hidrógeno
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)
Oxígeno Disuelto
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
Aceites y Grasas
Fenol
S.A.A.M. (Detergentes)
Cianuro WAD
ICP Total
Turbidez
Numeración de Coliformes totales
Numeración de Coliformes fecales
Numeración de Escherichia coli

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-H+-B, 2005 21st Ed. pH Value: Electrometric Method.
APHA-AWWA-WEF 2540-D, 2005 21st Ed. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
APHA-AWWA-WEF 4500-O-C, 2005 21st Ed. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
APHA-AWWA-WEF 5210-B, 2005 21st Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EPA 1664:1999 Revisión A N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
APHA-AWWA-WEF 5530 B, C, D. 2005 21st Ed. Phenols: Cleanup Procedure, Chloroform Extraction Method, Direct Photometric Method.
APHA-AWWA-WEF 5540 C, 2005 21st Ed. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS
APHA-AWWA-WEF 4500-CN-I-F, 2005 21st Ed. Cyanide: Weak Acid Dissociable Cyanide-Selective. Electrode Method
EPA - 200.7: 1994 Rev 4.4 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
APHA-AWWA-WEF 2130-B, 2005 21st Ed. Turbidity. Nephelometric Method
APHA-AWWA-WEF 9221B, pag.9-48 y 9-52, 21st Ed. 2005; Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Techniques
APHA-AWWA-WEF 9221E, Pag. 9-52 y 9-56, 21st Ed. 2005; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
APHA-AWWA-WEF Standard Method for the examination of water and wastewater / 9221F Escherichia coli Procedure (PROPOSED) / Item 1 Escherichia coli Test (EC-MUG Medium) Pág- 9-57 al 9-58/ 21 Th Ed. 2005 / Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group

Emitido en Callao-Perú el , 26/10/2009

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906522**

Página 2 de 6

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.

AGUA RESIDUAL
AGUA RESIDUAL
6B-DT: Despues del tratamiento
16/10/2009 10:45:00A.M.

ICP Total	Potencial de Hidrógeno (pH)	--	7.6
	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	1	7
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	1	4
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	2	11
	Aceites y Grasas (mg/L)	1.4	<1.4
	Fenol (mg/L)	0.001	0.003
	S.A.A.M. (Detergentes) (mg/L)	0.025	0.928
	Cianuro WAD (mg/L)	0.002	<0.002
	Turbidez (NTU)	0.1	11.9
	Numeración de Coliformes totales (NMP/100ml)	--	<1.8
	Numeración de Coliformes fecales (NMP/100ml)	--	<1.8
	Numeración de Escherichia coli (NMP/100ml)	--	<1.8
	Aluminio (mg/L)	0.01	0.14
	Antimonio (mg/L)	0.005	0.007
	Arsénico (mg/L)	0.005	0.010
	Bario (mg/L)	0.003	0.027
	Berilio (mg/L)	0.0003	0.0258
	Bismuto (mg/L)	0.005	0.027
	Boro (mg/L)	0.1	<0.1
	Cadmio (mg/L)	0.001	<0.001
	Calcio (mg/L)	0.1	>50
	Cerio (mg/L)	0.05	<0.05
	Circonio (mg/L)	0.003	<0.003
	Cobalto (mg/L)	0.001	0.001
	Cobre (mg/L)	0.003	0.009
	Cromo (mg/L)	0.001	<0.001
	Escandio (mg/L)	0.003	<0.003
	Estaño (mg/L)	0.01	0.04
	Estroncio (mg/L)	0.001	0.928
	Fósforo (mg/L)	0.1	1.0
	Hierro (mg/L)	0.1	0.1
	Itrio (mg/L)	0.005	<0.005
	Lantano (mg/L)	0.0005	<0.0005
	Litio (mg/L)	0.01	<0.01
Magnesio (mg/L)	0.04	8.82	
Manganeso (mg/L)	0.002	0.228	
Molibdeno (mg/L)	0.005	<0.005	
Niquel (mg/L)	0.001	0.003	
Plata (mg/L)	0.001	<0.001	
Plomo (mg/L)	0.004	0.005	
Potasio (mg/L)	0.1	4.7	
Selenio (mg/L)	0.05	<0.05	
Silicio Total(SiO2) (mg/L)	0.5	5.0	
Sodio (mg/L)	0.1	32.0	
Talio (mg/L)	0.03	<0.03	

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906522**

Página 3 de 6

			AGUA RESIDUAL
			AGUA RESIDUAL
			6B-DT: Despues del tratamiento
			16/10/2009 10:45:00A.M.
ICP total	Titanio (mg/L)	0.003	<0.003
	Vanadio (mg/L)	0.002	0.002
	Wolframio/Tungsteno (mg/L)	0.005	<0.005
	Zinc (mg/L)	0.005	0.085

* El Limite de cuantificación de los Análisis Microbiológicos para:

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes fecales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes totales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Escherichia coli es 1.8NMP/100ml

**ESTA SECCION CONTIENE EVALUACIONES QUE NO HAN
SIDO ACREDITADAS POR INDECOPI**

**INFORME DE ENSAYO
MA906522**

Página 4 de 6

Análisis

Cianuro Libre
Sulfuros

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-CN-F, 2005 21st Ed. Cyanide-Selective Electrode Method
APHA-AWWA-WEF 4500-S2-D, 2005 21st Ed. Sulfide. Methylene Blue Method

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.	AGUA RESIDUAL
	AGUA RESIDUAL
	6B-DT: Despues del tratamiento
	16/10/2009 10:45:00A.M.

Cianuro Libre (mg/L)	0.002	<0.002
Sulfuros (mg/L)	0.002	<0.002

Emitido en Callao-Perú el , 26/10/2009

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002



Registro N° LE-002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906318

Página 1 de 6

A solicitud de:	EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. KM 120 Carretera Central, Dist. de Chicla , Prov. de Huarochiri, Dpto. de Lima.		
Solicitud de Ensayo:	ENV / LB-290811-011		
Muestreo realizado por:	Ciente	Cantidad Muestras:	1
Procedencia:	UNIDAD MINERA CASAPALCA	Fecha de Recepción a SGS:	10/10/2009 08:30 a.m.

Analisis

Potencial de Hidrógeno
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)
Oxígeno Disuelto
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
Aceites y Grasas
Fenol
S.A.A.M. (Detergentes)
Cianuro WAD
ICP Total
Turbidez
Numeración de Heterótrofos en Placa
Numeración de Coliformes totales
Numeración de Coliformes fecales
Numeración de Escherichia coli

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-H+-B, 2005 21st Ed. pH Value: Electrometric Method.
APHA-AWWA-WEF 2540-D, 2005 21st Ed. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
APHA-AWWA-WEF 4500-O-C, 2005 21st Ed. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
APHA-AWWA-WEF 5210-B, 2005 21st Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EPA 1664:1999 Revisión A N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
APHA-AWWA-WEF 5530 B, C, D. 2005 21st Ed. Phenols: Cleanup Procedure, Chloroform Extraction Method, Direct Photometric Method.
APHA-AWWA-WEF 5540 C, 2005 21st Ed. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS
APHA-AWWA-WEF 4500-CN-I-F, 2005 21st Ed. Cyanide: Weak Acid Dissociable Cyanide-Selective. Electrode Method
EPA - 200.7: 1994 Rev 4.4 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
APHA-AWWA-WEF 2130-B, 2005 21st Ed. Turbidity. Nephelometric Method
APHA-AWWA-WEF 9215B, Pag. 9-34 a 9-38, 21st Ed 2005; Heterotrophic plate count. Pourt plate method
APHA-AWWA-WEF 9221B, pag.9-48 y 9-52, 21st Ed. 2005; Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Techniques
APHA-AWWA-WEF 9221E, Pag. 9-52 y 9-56, 21st Ed. 2005; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
APHA-AWWA-WEF Standard Method for the examination of water and wastewater / 9221F Escherichia coli Procedure (PROPOSED) / Item 1 Escherichia coli Test (EC-MUG Medium) Pág- 9-57 al 9-58/ 21 Th Ed. 2005 / Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group

Emitido en Callao-Perú el , 19/10/2009

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906318**

Página 2 de 6

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.

AGUA RESIDUAL
AGUA RESIDUAL
SB-AT: Antes del tratamiento
09/10/2009 08:12:00A.M.

ICP Total	Potencial de Hidrógeno (pH)	--	6.0
	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	1	24
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	1	<1
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	2	53
	Aceites y Grasas (mg/L)	1.4	1.7
	Fenol (mg/L)	0.002	0.008
	S.A.A.M. (Detergentes) (mg/L)	0.025	1.904
	Cianuro WAD (mg/L)	0.002	0.140
	Turbidez (NTU)	0.1	27.50
	Numeración de Heterótrofos en Placa (UFC/ml)	--	4600,000
	Numeración de Coliformes totales (NMP/100ml)	--	13000,000
	Numeración de Coliformes fecales (NMP/100ml)	--	7900,000
	Numeración de Escherichia coli (NMP/100ml)	--	7900,000
	Aluminio (mg/L)	0.01	0.11
	Antimonio (mg/L)	0.005	<0.005
	Arsénico (mg/L)	0.005	0.006
	Bario (mg/L)	0.003	0.009
	Berilio (mg/L)	0.0003	0.0243
	Bismuto (mg/L)	0.005	0.019
	Boro (mg/L)	0.1	<0.1
	Cadmio (mg/L)	0.001	<0.001
	Calcio (mg/L)	0.1	48.5
	Cerio (mg/L)	0.05	<0.05
	Circonio (mg/L)	0.003	<0.003
	Cobalto (mg/L)	0.001	<0.001
	Cobre (mg/L)	0.003	0.007
	Cromo (mg/L)	0.001	<0.001
	Escandio (mg/L)	0.003	<0.003
	Estaño (mg/L)	0.01	0.03
	Estroncio (mg/L)	0.001	0.866
	Fósforo (mg/L)	0.1	1.2
	Hierro (mg/L)	0.1	0.4
	Itrio (mg/L)	0.005	<0.005
	Lantano (mg/L)	0.0005	0.0030
Litio (mg/L)	0.01	<0.01	
Magnesio (mg/L)	0.04	5.61	
Manganeso (mg/L)	0.002	0.048	
Molibdeno (mg/L)	0.005	<0.005	
Niquel (mg/L)	0.001	0.002	
Plata (mg/L)	0.001	<0.001	
Plomo (mg/L)	0.004	0.017	
Potasio (mg/L)	0.1	2.5	
Selenio (mg/L)	0.05	<0.05	
Silicio Total(SiO2) (mg/L)	0.5	4.9	
Sodio (mg/L)	0.1	11.9	

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906318**

Página 3 de 6

		AGUA RESIDUAL	
		AGUA RESIDUAL	
		5B-AT: Antes del tratamiento	
		09/10/2009 08:12:00A.M.	
ICP Total	Talio (mg/L)	0.03	<0.03
	Titanio (mg/L)	0.003	<0.003
	Vanadio (mg/L)	0.002	<0.002
	Wolframio/Tungsteno (mg/L)	0.005	<0.005
	Zinc (mg/L)	0.005	0.056

* El Limite de cuantificación de los Análisis Microbiológicos para:

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes fecales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes totales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Escherichia coli es 1.8NMP/100ml

Para el análisis de Numeración de Heterótrofos:

Tiempo y T° de incubación: 35°C x 48hrs

Medio de cultivo: Plate Count Agar

Est. = Número estimado

Limite de Cuantificación = 1

**ESTA SECCION CONTIENE EVALUACIONES QUE NO HAN
SIDO ACREDITADAS POR INDECOPI**

**INFORME DE ENSAYO
MA906318**

Página 4 de 6

Análisis

Cianuro Libre
Sulfuros

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-CN-F, 2005 21st Ed. Cyanide-Selective Electrode Method
APHA-AWWA-WEF 4500-S2-D, 2005 21st Ed. Sulfide. Methylene Blue Method

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.	AGUA RESIDUAL
	AGUA RESIDUAL
	5B-AT: Antes del tratamiento
	09/10/2009 08:12:00A.M.

Cianuro Libre (mg/L)	0.002	0.120
Sulfuros (mg/L)	0.002	0.048

Emitido en Callao-Perú el , 19/10/2009

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906321**

Página 1 de 6

A solicitud de:	EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. KM 120 Carretera Central, Dist. de Chicla , Prov. de Huarochiri, Dpto. de Lima.		
Solicitud de Ensayo:	ENV / LB-290811-014		
Muestreo realizado por:	Ciente	Cantidad Muestras:	1
Procedencia:	UNIDAD MINERA CASAPALCA	Fecha de Recepción a SGS:	10/10/2009 08:30 a.m.

Analisis

Potencial de Hidrógeno
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)
Oxígeno Disuelto
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
Aceites y Grasas
Fenol
S.A.A.M. (Detergentes)
Cianuro WAD
ICP Total
Turbidez
Numeración de Heterótrofos en Placa
Numeración de Coliformes totales
Numeración de Coliformes fecales
Numeración de Escherichia coli

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-H+-B, 2005 21st Ed. pH Value: Electrometric Method.
APHA-AWWA-WEF 2540-D, 2005 21st Ed. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
APHA-AWWA-WEF 4500-O-C, 2005 21st Ed. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
APHA-AWWA-WEF 5210-B, 2005 21st Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EPA 1664:1999 Revisión A N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
APHA-AWWA-WEF 5530 B, C, D. 2005 21st Ed. Phenols: Cleanup Procedure, Chloroform Extraction Method, Direct Photometric Method.
APHA-AWWA-WEF 5540 C, 2005 21st Ed. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS
APHA-AWWA-WEF 4500-CN-I-F, 2005 21st Ed. Cyanide: Weak Acid Dissociable Cyanide-Selective. Electrode Method
EPA - 200.7: 1994 Rev 4.4 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
APHA-AWWA-WEF 2130-B, 2005 21st Ed. Turbidity. Nephelometric Method
APHA-AWWA-WEF 9215B, Pag. 9-34 a 9-38, 21st Ed 2005; Heterotrophic plate count. Pourt plate method
APHA-AWWA-WEF 9221B, pag.9-48 y 9-52, 21st Ed. 2005; Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Techniques
APHA-AWWA-WEF 9221E, Pag. 9-52 y 9-56, 21st Ed. 2005; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
APHA-AWWA-WEF Standard Method for the examination of water and wastewater / 9221F Escherichia coli Procedure (PROPOSED) / Item 1 Escherichia coli Test (EC-MUG Medium) Pág- 9-57 al 9-58/ 21 Th Ed. 2005 / Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group

Emitido en Callao-Perú el , 19/10/2009

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906321**

Página 2 de 6

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.

AGUA RESIDUAL
AGUA RESIDUAL
5C-DT: Después del tratamiento
09/10/2009 10:00:00A.M.

ICP Total	Potencial de Hidrógeno (pH)	--	7.8
	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	1	11
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	1	8
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	2	6
	Aceites y Grasas (mg/L)	1.4	1.4
	Fenol (mg/L)	0.002	<0.002
	S.A.A.M. (Detergentes) (mg/L)	0.025	0.867
	Cianuro WAD (mg/L)	0.002	0.090
	Turbidez (NTU)	0.1	17.60
	Numeración de Heterótrofos en Placa (UFC/ml)	--	7
	Numeración de Coliformes totales (NMP/100ml)	--	<1.8
	Numeración de Coliformes fecales (NMP/100ml)	--	<1.8
	Numeración de Escherichia coli (NMP/100ml)	--	<1.8
	Aluminio (mg/L)	0.01	0.31
	Antimonio (mg/L)	0.005	<0.005
	Arsénico (mg/L)	0.005	0.014
	Bario (mg/L)	0.003	0.019
	Berilio (mg/L)	0.0003	0.0220
	Bismuto (mg/L)	0.005	0.018
	Boro (mg/L)	0.1	<0.1
	Cadmio (mg/L)	0.001	<0.001
	Calcio (mg/L)	0.1	47.6
	Cerio (mg/L)	0.05	<0.05
	Circonio (mg/L)	0.003	<0.003
	Cobalto (mg/L)	0.001	0.001
	Cobre (mg/L)	0.003	0.010
	Cromo (mg/L)	0.001	<0.001
	Escandio (mg/L)	0.003	<0.003
	Estaño (mg/L)	0.01	0.02
	Estroncio (mg/L)	0.001	0.792
	Fósforo (mg/L)	0.1	0.8
	Hierro (mg/L)	0.1	0.4
	Itrio (mg/L)	0.005	<0.005
	Lantano (mg/L)	0.0005	<0.0005
Litio (mg/L)	0.01	0.02	
Magnesio (mg/L)	0.04	8.24	
Manganeso (mg/L)	0.002	0.064	
Molibdeno (mg/L)	0.005	0.005	
Niquel (mg/L)	0.001	0.002	
Plata (mg/L)	0.001	<0.001	
Plomo (mg/L)	0.004	<0.004	
Potasio (mg/L)	0.1	3.1	
Selenio (mg/L)	0.05	<0.05	
Silicio Total(SiO2) (mg/L)	0.5	4.4	
Sodio (mg/L)	0.1	20.7	

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-002**



Registro N° LE-002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA906321**

Página 3 de 6

		AGUA RESIDUAL	
		AGUA RESIDUAL	
		5C-DT: Despues del tratamiento	
		09/10/2009 10:00:00A.M.	
ICP Total	Talio (mg/L)	0.03	<0.03
	Titanio (mg/L)	0.003	0.008
	Vanadio (mg/L)	0.002	<0.002
	Wolframio/Tungsteno (mg/L)	0.005	<0.005
	Zinc (mg/L)	0.005	0.025

* El Limite de cuantificación de los Análisis Microbiológicos para:

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes fecales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Coliformes totales es 1.8NMP/100ml

AGUA RESIDUAL: Numeración de Escherichia coli es 1.8NMP/100ml

Para el análisis de Numeración de Heterótrofos:

Tiempo y T° de incubación: 35°C x 48hrs

Medio de cultivo: Plate Count Agar

Est. = Número estimado

Limite de Cuantificación = 1

**ESTA SECCION CONTIENE EVALUACIONES QUE NO HAN
SIDO ACREDITADAS POR INDECOPI**

**INFORME DE ENSAYO
MA906321**

Página 4 de 6

Análisis

Cianuro Libre
Sulfuros

Método

APHA-AWWA-WEF 4500-CN-F, 2005 21st Ed. Cyanide-Selective Electrode Method
APHA-AWWA-WEF 4500-S2-D, 2005 21st Ed. Sulfide. Methylene Blue Method

Matriz
Producto descrito como
Identificación de Muestra

L.D.	AGUA RESIDUAL
	AGUA RESIDUAL
	5C-DT: Despues del tratamiento 09/10/2009 10:00:00A.M.

Cianuro Libre (mg/L)	0.002	0.063
Sulfuros (mg/L)	0.002	<0.002

Emitido en Callao-Perú el , 19/10/2009

Reynaldo López.

Supervisor de Laboratorio

José Alvarado Larrea

CBP 1317

Supervisor Lab. Microbiología